

















Wissenschaftliche Beratung und Begleitung des BMVI zur Weiterentwicklung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS)

Use Cases für klimafreundliche Nutzfahrzeuge

Hamburg, 23.07.2021

Technische Universität Hamburg (TUHH), Institut für Verkehrsplanung und Logistik (VPL)

Am Schwarzenberg-Campus 3 21073 Hamburg, Germany https://www.tuhh.de/vpl/start

Technische Hochschule Würzburg-Schweinfurt (THWS), Institut für angewandte Logistik (IAL)

Münzstraße 19 97070 Würzburg, Germany https://fwiwi.thws.de/ial/

Autorinnen und Autoren des Arbeitspapiers:

Technische Universität Hamburg Institut für Verkehrsplanung und Logistik (VPL)

Prof. Dr.-Ing. Heike Flämig Patrick Fieltsch

Technische Hochschule Würzburg-Schweinfurt Institut für angewandte Logistik (IAL)

Prof. Dr. Ulrich Müller-Steinfahrt

Prof. Dr. Christian Kille

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Heike Flämig Am Schwarzenberg-Campus 3 Telefon: +49 40 42878 3907

flaemig@tuhh.de

Inhaltsverzeichnis

Al	bbildı	ungsverzeichnis	5
Ta	abelle	nverzeichnis	7
S	ymbo	lverzeichnis	8
Al	bkürz	ungsverzeichnis	9
E	xecut	ive Summary	11
1	Aus	gangslage	12
2	Meth	nodisches Vorgehen	14
	2.1	Identifizierung von Nutzungsszenarien	14
	2.2	Berücksichtigte alternative Antriebstechnologien	16
	2.3	Identifikation von Tank- und Ladeszenarien	16
	2.4	Identifizierung und Bewertung von Use Cases	17
3	Bes	chreibung der Nutzungsszenarien	18
4	Betr	achtete alternative Antriebstechnologien	23
5	Bese betr	chreibung der Tank- und Ladeszenarien und deren zeitliche Integrationiebliche Abläufe	n in 27
	5.1	Zeitliche Integrationsmöglichkeiten der Tank- und Ladevorgänge	29
	5.2	Privat zugängliche Tank- oder Ladeinfrastruktur	31
	5.3	Öffentlich zugängliche Tank- oder Ladeinfrastruktur	34
6		Cases für klimafreundliche Nutzfahrzeuge zur Steuerung des bundesv	
	6.1	Use Cases im Nutzungsszenario #1 "Distribution KMU" N1	40
	6.2	Use Cases im Nutzungsszenario #2 "Distribution KMU" N2	42
	6.3	Use Cases im Nutzungsszenario #3 "Paketdienste Last Mile" N1	44
	6.4	Use Cases im Nutzungsszenario #4 "Paketdienste Last Mile" N2	46
	6.5	Use Cases im Nutzungsszenario #5 "Kommunale Servicebetriebe" N1	48
	6.6	Use Cases im Nutzungsszenario #6 "Stückgut Nahverkehr" N2	50
	6.7	Use Cases im Nutzungsszenario #7 "Ladungsverkehr Linie" N3	52
	6.8	Use Cases im Nutzungsszenario #8 "KEP/Stückgut Fernverkehr" N3	54

	6.9	Use Cases im Nutzungsszenario #9 "Distribution LEH" N1	. 56
	6.10	Use Cases im Nutzungsszenario #10 "Distribution LEH" N2	. 58
	6.11	Use Cases im Nutzungsszenario #11 "Distribution LEH" N3	. 60
	6.12	Use Cases im Nutzungsszenario #12 "Produktionsversorgung JIT" N2	. 62
	6.13	Use Cases im Nutzungsszenario #13 "Produktionsversorgung JIT" N3	. 64
	6.14	Use Cases im Nutzungsszenario #14 "Entsorgung" N3	. 67
	6.15	Use Cases im Nutzungsszenario #15 "Hafen-Hinterlandverkehr" N3	. 69
	6.16	Use Cases im Nutzungsszenario #16 "Service KMU" N1	. 72
	6.17	Use Cases im Nutzungsszenario #17 "Bau und Handwerk KMU" N1	. 74
	6.18	Use Cases im Nutzungsszenario #18 "Kipper" N2	. 76
	6.19	Use Cases im Nutzungsszenario #19 "Kipper" N3	. 78
	6.20	Use Cases im Nutzungsszenario #20 "Milkrun – konsolidierter Lieferverkehr" N3	. 80
	6.21	Use Cases im Nutzungsszenario #21 "Abschleppwagen, Schuttcontainer etc." N3	. 83
	6.22	Use Cases im Nutzungsszenario #22 "Luftfracht" N2	. 85
7	Ablei	itungen und Ausblick	. 87
Re	eferen	zen	. 91
Ar	nhang		. 93

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Bestand an Nutzfahrzeugen und Anteil der CO ₂ -Emissionen	12
Abbildung 2:	Use Cases als Kombination aus Nutzungs- und Tank- bzw. Ladeszenarien	14
Abbildung 3:	Vorgehensweise zur Bildung der Nutzungsszenarien	15
Abbildung 4:	Überblick über die Dimensionen der Tank- und Ladeszenarien	17
Abbildung 5:	Die 22 Nutzungsszenarien nach Einsatzzweck und Fahrzeugklasse	19
Abbildung 6:	Dimensionen der Tank- und Ladeinfrastruktur bzwszenarien	28
Abbildung 7:	Matrix der Use Cases als Kombination der Nutzungsszenarien und der Tank-/Ladeszenarien	39
Abbildung 8:	Nutzungsszenario #1 "Distribution KMU" N1	40
Abbildung 9:	Use Cases im Nutzungsszenario #1 "Distribution KMU" N1	41
Abbildung 10:	Nutzungsszenario #2 "Distribution KMU" N2	42
Abbildung 11:	Use Cases im Nutzungsszenario #2 "Distribution KMU" N2	43
Abbildung 12:	Nutzungsszenario #3 "Paketdienste Last Mile" N1	44
Abbildung 13:	Use Cases im Nutzungsszenario #3 "Paketdienste Last Mile" N1	45
Abbildung 14:	Nutzungsszenario #4 "Paketdienste Last Mile" N2	46
Abbildung 15:	Use Cases im Nutzungsszenario #4 "Paketdienste Last Mile" N2	47
Abbildung 16:	Nutzungsszenario #5 "Kommunale Servicebetriebe" N1	48
Abbildung 17:	Use Cases im Nutzungsszenario #5 "Kommunale Servicebetriebe" N1	49
Abbildung 18:	Nutzungsszenario #6 "Stückgut Nahverkehr" N2	50
Abbildung 19:	Use Cases im Nutzungsszenario #6 "Stückgut Nahverkehr" N2	51
Abbildung 20:	Nutzungsszenario #7 "Ladungsverkehr Linie" N3	52
Abbildung 21:	Use Cases im Nutzungsszenario #7 "Ladungsverkehr Linie" N3	53
Abbildung 22:	Nutzungsszenario #8 "KEP/Stückgut Fernverkehr" N3	54
Abbildung 23:	Use Cases im Nutzungsszenario #8 "KEP/Stückgut Fernverkehr" N3	55
Abbildung 24:	Nutzungsszenario #9 "Distribution LEH" N1	56
Abbildung 25:	Use Cases im Nutzungsszenario #9 "Distribution LEH" N1	57
Abbildung 26:	Nutzungsszenario #10 "Distribution LEH" N2	58
Abbildung 27:	Use Cases im Nutzungsszenario #10 "Distribution LEH" N2	59
Abbildung 28:	Nutzungsszenario #11 "Distribution LEH" N3	60
Abbildung 29:	Use Cases im Nutzungsszenario #11 "Distribution LEH" N3	61
Abbildung 30:	Nutzungsszenario #12 "Produktionsversorgung JIT" N2	62
Abbildung 31:	Use Cases im Nutzungsszenario #12 "Produktionsversorgung JIT" N2	63
Abbildung 32:	Nutzungsszenario #13 "Produktionsversorgung JIT" N3	64
Abbildung 33:	Use Cases im Nutzungsszenario #13 "Produktionsversorgung JIT" N3	65
Abbildung 34:	Nutzungsszenario #14 "Entsorgung" N3	67
Abbildung 35:	Use Cases im Nutzungsszenario #14 "Entsorgung" N3	68
Abbildung 36:	Nutzungsszenario #15 "Hafen-Hinterlandverkehr" N3	69

Abbildung 37:	Use Cases im Nutzungsszenario #15 "Hafen-Hinterlandverkehr" N3	70
Abbildung 38:	Nutzungsszenario #16 "Service KMU" N1	72
Abbildung 39:	Use Cases im Nutzungsszenario #16 "Service KMU" N1	73
Abbildung 40:	Nutzungsszenario #17 "Bau und Handwerk KMU" N1	74
Abbildung 41:	Use Cases im Nutzungsszenario #17 "Bau und Handwerk KMU" N1	75
Abbildung 42:	Nutzungsszenario #18 "Kipper" N2	76
Abbildung 43:	Use Cases im Nutzungsszenario #18 "Kipper" N2	77
Abbildung 44:	Nutzungsszenario #19 "Kipper" N3	78
Abbildung 45:	Use Cases im Nutzungsszenario #19 "Kipper" N3	79
Abbildung 46:	Nutzungsszenario #20 "Milkrun – konsolidierter Lieferverkehr" N3	80
Abbildung 47:	Use Cases im Nutzungsszenario #20 "Milkrun – konsolidierter Lieferverkehr" N3	82
Abbildung 48:	Nutzungsszenario #21 "Abschleppwagen, Schuttcontainer etc." N3	83
Abbildung 49:	Use Cases im Nutzungsszenario #21 "Abschleppwagen, Schuttcontair etc." N3	
Abbildung 50:	Nutzungsszenario #22 "Luftfracht" N2	85
Abbildung 51:	Use Cases im Nutzungsszenario #21 "Abschleppdienste etc." N3	86
Abbildung 52:	Matrix der Use Cases als Kombination der Nutzungsszenarien	88

12	hal	IAN	verzei	hni	10
	UCI		V GI ZGI		

Tabelle 1: Kurzbeschreibung der 22 identifizierten Nutzungsszenarien22

Symbolverzeichnis

* = In Verbindung mit Lastmanagement

Abkürzungsverzeichnis

AC = Wechselstrom (alternating current)

B2C = Business-to-Consumer

B2B = Business-to-Business

BMVI = Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

 CO_2 = Kohlendioxid

DC = Gleichstrom (direct current)

GVZ = Güterverkehrszentrum

 H_2 = Wasserstoff

 H_2 -BZ = Wasserstoff-Brennstoffzellen(-Fahrzeug)

JIT = Just-in-Time

KEP = Kurier, Express und Paket

KMU = Kleine und mittlere Unternehmen

kW = Kilowatt

kWh = Kilowattstunden

LEH = Lebensmitteleinzelhandel

LH₂ = Flüssigwasserstoff (liquid hydrogen)

Milkrun = Sammelkonzept

MKS = Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie

Mio. = Millionen

Nfz = Nutzfahrzeug

N1 = EG-Nutzfahrzeuggrößenklasse <3,5 t zGG

N2 = EG-Nutzfahrzeuggrößenklasse 3,5 t – 12 t zGG

N3 = EG-Nutzfahrzeuggrößenklasse 12 t – 44 t zGG

OH = Oberleitungshybrid(-Fahrzeug)

OH-BEV= Oberleitungshybrid-Batterie(-Fahrzeug)

OH-BZ = Oberleitungshybrid-Brennstoffzellen(-Fahrzeug)

TLIS = Tank- und Ladeinfrastruktur

T = Tonnen

zGG = zulässiges Gesamtgewicht

Executive Summary

Die Zielsetzung des Vorhabens ist die Identifizierung von Use Cases für klimafreundliche Nutzfahrzeuge im Rahmen der Umsetzung des Gesamtkonzepts klimafreundliche Nutzfahrzeuge (BMVI 2020). Ein Use Case wird im Rahmen dieser Studie als die (zukünftig) technisch mögliche und betrieblich geeignete Kombination aus einem der 22 identifizierten Nutzungsszenarien von Straßenfahrzeugen im Wirtschaftsverkehr und der 43 untersuchten Tank- und Ladeszenarien verstanden. Die Use Cases dienen als Grundlage, um nutzerseitige Anforderungen an den Straßenwirtschaftsverkehr im Planungsprozess adäquat berücksichtigen zu können. Hierfür wurden einerseits Nutzungsszenarien von Nutzfahrzeugen in Prozessen der Transport-, Speditions- und Logistikbranche und im Werkverkehr u. a. gemeinsam mit Praxisakteuren definiert. Andererseits wurden Tank- und Ladeszenarien alternativer Antriebstechnologien (batterieelektrische Antriebe, Wasserstoff-Brennstoffzellenantriebe und Oberleitungshybridantriebe) im Straßenwirtschaftsverkehr herausgearbeitet.

Die Studie zeigt, dass für jedes Unternehmen eine individuell passende Lösung für den Einsatz von Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben existiert. Damit liefert diese Untersuchung gleichermaßen Antworten auf die Fragen der Anwender von Nutzfahrzeugen, welche klimafreundlichen Technologien zu ihrem betrieblichen Fahrzeugeinsatz passen. Dies ist ein wichtiger Schritt im Rahmen der Umsetzung des Gesamtkonzepts klimafreundliche Nutzfahrzeuge.

Zudem werden in der Studie **nutzerseitige Anforderungen** hinsichtlich der Standorte und der Dimensionierungen der Tank- und Ladeinfrastrukturen beschrieben. Diese können in den zu treffenden Entscheidungen berücksichtigt werden.

Insgesamt macht die Studie deutlich, dass bei entsprechendem Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Antriebe, Wasserstoff-Brennstoffzellenantriebe und Oberleitungshybridantriebe eine vollständige Elektrifizierung der Wirtschaftsverkehrsflotte möglich wäre.

1 Ausgangslage

Das erste Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes sieht eine Minderung der verkehrsbedingten Emissionen auf 85 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente bis zum Jahr 2030 und Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 vor (Deutscher Bundestag 2021). Für das Handlungsfeld "Nutzfahrzeuge" wurde im Rahmen des Klimaschutzprogramms 2030 das Ziel von einem Drittel elektrischer oder auf Basis strombasierter Kraftstoffe realisierter Fahrleistung im schweren Straßengüterverkehr in 2030 vereinbart.

In Deutschland sind rund 3,3 Mio. Nutzfahrzeuge zugelassen. Diese unterteilen sich laut Kraftfahrtbundesamt (2020b) in

- 2,75 Mio. Nutzfahrzeuge der Größenklassen N1 (<3,5 t zGG),
- 0,30 Mio. Nutzfahrzeuge der Größenklasse N2 (3,5 t 12 t zGG) sowie
- 0,26 Mio. Nutzfahrzeuge der Größenklasse N3 (12 t 44 t zGG).

Eine Übersicht zur Aufteilung des Anteils am Bestand nach den unterschiedlichen Fahrzeugklassen sowie der erzeugten CO₂-Emissionen ist in Abbildung 1 dargestellt. Auch wenn der Großteil der Nutzfahrzeuge leichte Nutzfahrzeuge sind, entfällt der Großteil der Treibhausgasemissionen auf schwere Nutzfahrzeuge. Von den CO₂-Emissionen werden

- Ca. 20 % durch N1-Fahrzeuge,
- Ca. 12 % durch N2-Fahrzeuge und
- Ca. 68 % durch N3-Fahrzeuge erzeugt.



In Deutschland sind 3,31 Mio. Nutzfahrzeuge im Einsatz (laut KBA).

Abbildung 1: Bestand an Nutzfahrzeugen und Anteil der CO₂-Emissionen nach KBA 2020b, Plötz et al. 2018

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) hat mit dem Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge im November 2020 einen Fahrplan für die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen im Straßengüterverkehr bis zum Jahr 2030 vorgelegt. Im Fokus des Gesamtkonzeptes stehen alternative Antriebstechnologien für schwere Nutzfahrzeuge (N2 und N3). Betrachtet werden Batterie-Fahrzeuge, Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge sowie Oberleitungshybrid-Fahrzeuge (BMVI 2020, S. 16). Alle alternativen Antriebstechnologien weisen dabei spezifische Vor- und Nachteile auf, die nicht immer für alle Nutzungsszenarien gleichermaßen passen. Im Rahmen der Umsetzung des Gesamtkonzeptes hat daher das BMVI das wissenschaftliche Begleitkonsortium der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) beauftragt, geeignete "Use Cases" für klimafreundliche Nutzfahrzeuge zu identifizieren, um vertiefte Erkenntnisse zu gewinnen. Ein **Use Case** wird hierbei verstanden als eine **geeignete Kombination aus alternativer Antriebstechnologie und deren Infrastruktur zur Lösung einer praktischen Transportaufgabe**. Im Mittelpunkt der Analyse stehen also die Anforderungen der Fahrzeugnutzenden, um den Aufbau der Tankund Ladeinfrastruktur nutzungsorientiert zu planen.

2 Methodisches Vorgehen

Ziel der Studie ist die Identifikation von "Use Cases" für den Wirtschaftsverkehr mit elektrifizierten Nutzfahrzeugen. Wie die Abbildung 2 zeigt, werden dafür zunächst Nutzungsszenarien (oben) sowie Tank- und Ladeszenarien (links) identifiziert:

- Ein **Nutzungsszenario** fasst vergleichbare Einsatzprofile einer Fahrzeuggrößenklasse, Tourenmuster und zeitliche Betriebsabläufe zusammen.
- Ein **Tank- und Ladeszenario** beschreibt technisch mögliche Tank- und Ladetechnologien für ausgewählte alternative Antriebstechnologien.
- Ein **Use Case** ist eine geeignete Kombination aus alternativer Antriebstechnologie und deren Tank- bzw. Ladeinfrastruktur zur Lösung einer praktischen Transportaufgabe.

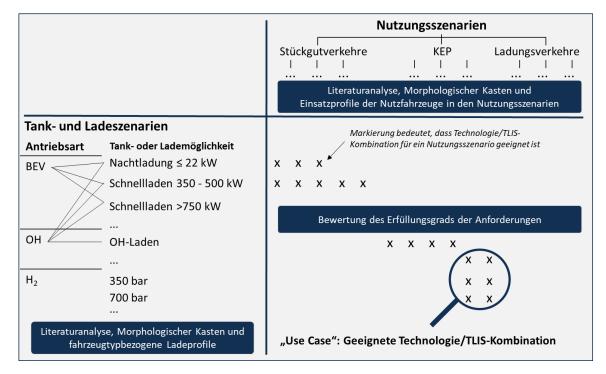


Abbildung 2: Use Cases als Kombination aus Nutzungs- und Tank- bzw. Ladeszenarien

Im Folgenden wird dieses methodische Vorgehen einführend beschrieben. Insbesondere werden die Untersuchungsgrenzen der Studie gezogen und die genutzten Daten- und Informationsgrundlagen genannt.

2.1 Identifizierung von Nutzungsszenarien

Nutzfahrzeuge weisen verschiedene Größen auf (siehe exemplarisch die EG-Nutzfahrzeuggrößenklassen N1 (<3,5 t zGG), N2 (3,5 t – 12 t zGG) und N3 (12 t – 44 t zGG)). Zusätzlich führen vor allem die verschiedenen zeitlichen (Einsatzdauer, Einsatzfrequenz, Wartezeiten usw.) und räumlichen (Fahrtlängen, Radius usw.) Einsatzzwecke der Nutzfahrzeuge zu Rahmenbedingungen, die die Nutzung bestimmter alternativen Antriebsformen

einschränken oder eventuell ausschließen. Für die Identifikation von Nutzungsszenarien wurden folgende Datengrundlagen herangezogen:

- 1. die Logistiksegmente der Top 100 der Logistik zur Analyse des Einsatzes der Fahrzeuge nach Geschäftsmodellen (vgl. Schwemmer et al. 2020),
- 2. der Einsatzbereich der Nutzfahrzeuge nach Wirtschaftszweigen zur Analyse der Anforderungen seitens der Nutzenden (vgl. Kraftfahrtbundesamt 2020a),
- 3. das Gewicht und die einzelnen Aufbauten der Nutzfahrzeuge zur Analyse der eingesetzten Arten von Nutzfahrzeugen (vgl. Kraftfahrtbundesamt 2020b) sowie
- 4. die Unternehmensstrukturen der Flottenbetreiber zur Analyse der zu berücksichtigenden Flottengrößen (vgl. Bundesamt für Güterverkehr 2017).

Mit diesen vier Datenquellen werden die Rahmenbedingungen des Einsatzes von Nutzfahrzeugen abgeleitet und die überwiegende Art der Nutzung bestimmt. Sie dienen wie in der Abbildung 3 dargestellt als Grundlage für die spätere Ableitung der Use Cases. Die Ergebnisse werden u. a. mit Praxisvertretern diskutiert und validiert.

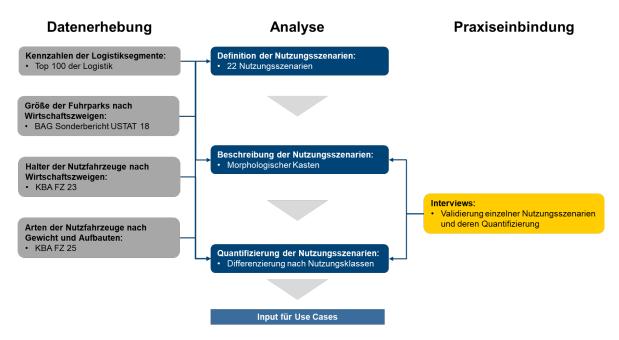


Abbildung 3: Vorgehensweise zur Bildung der Nutzungsszenarien

Um die Nutzungsszenarien strukturiert darstellen zu können, werden die in der Analyse identifizierten und als relevant erkannten 38 Kriterien mit jeweils zwei bis maximal acht Ausprägungen als Basis der Beschreibung verwendet.

2.2 Berücksichtigte alternative Antriebstechnologien

Mit dem Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge wurde ein Fahrplan festgelegt, wie Nutzfahrzeuge mit alternativen Antrieben zur Reduzierung der CO₂-Emissionen im Straßenwirtschaftsverkehr beitragen können (BMVI 2020). Die dort aufgeführten batterie-elektrischen Fahrzeuge, Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge sowie Oberleitungshybrid-Fahrzeuge werden im Kapitel 4 beschrieben. Die Technologie wird mit dem Stand der Technik im Sommer 2021 bzw. den entsprechenden angekündigten technischen Entwicklungen dargestellt. Zudem wird erläutert, wann sich für die einzelne Technologie eine geeignete Elektrifizierungslösung für den betrieblichen Einsatzfall ergibt.

2.3 Identifikation von Tank- und Ladeszenarien

Der zweite Analyseschritt in dieser Studie umfasst die Untersuchung möglicher Tank- und Ladeszenarien für die im **Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge** (BMVI 2020) aufgeführten drei Antriebstechnologien. Die Kombination einer Antriebstechnologie mit einer Tank- bzw. Ladetechnologien ergibt ein Lade- bzw. Tankprofil. Ein Profil kann dann durch verschiedene Parameter beschrieben werden, die sich beispielsweise aus den Fahrzeugeigenschaften und den Spezifika der verschiedenen Antriebstechnologien, wie die Fahrzeuggrößenklasse oder die technologischen Komponenteneigenschaften, wie z. B. die Tank- und Batteriegröße bzw. die Reichweite, ergeben. Die Vielzahl an Tank- und Ladeoptionen kann anhand der in der Abbildung 4 aufgeführten **Dimensionen** beschrieben werden:

- Die Antriebstechnologie
- Die Art der Tank- bzw. Ladetechnologie
- Privat zugängliche Tank- und Ladeinfrastruktur
- Öffentlich zugängliche Tank- und Ladeinfrastruktur
- Die zeitliche Integration der Tank- und Ladevorgänge

Ein Tank- und Ladeszenario besteht aus der in der Realität vorzufindenden Kombination der Merkmalsausprägungen dieser Dimensionen. Diese Form der Darstellung im Anhang A.1, in der alle anzunehmenden Ausprägungen eines Merkmals aufgeführt werden, ist auch bekannt als morphologischer Kasten.

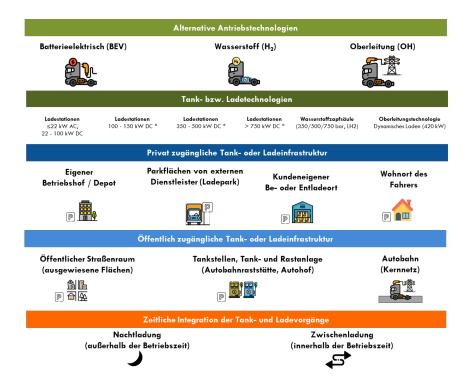


Abbildung 4: Überblick über die Dimensionen der Tank- und Ladeszenarien

2.4 Identifizierung und Bewertung von Use Cases

Im dritten und abschließenden Schritt werden Use Cases identifiziert und bewertet. Eine schematische Darstellung der Kombination aus den Entscheidungskriterien ist in Abbildung 2 auf der Seite 14 aufgeführt. Ein geeigneter Use Case ist die (zukünftig) technisch mögliche und betrieblich sinnvolle Kombination aus dem Einsatzprofil eines **Nutzungsszenarios** und eines, aus der als geeignet eingeschätzten **alternativen Antriebsform** resultierenden, **Tank- bzw. Ladeszenarios**. Teilweise eignen sich für einzelne Nutzungsszenarien verschiedene alternative Antriebe, so dass sich mehrere Use Cases durch die Kombination eines Nutzungsszenarios mit unterschiedlichen Tank- bzw. Ladeszenarien ergeben.

Die Entscheidungskriterien für die Bewertung der Use Cases basieren auf den Ausprägungen der vorherigen Analyseschritte. Bei der Identifizierung und Bewertung werden für jedes einzelne Nutzungsszenario mögliche Use Cases für Batterie-Fahrzeuge, Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge sowie Oberleitungshybrid-Fahrzeuge bewertet. Die Bewertung der Use Cases bestimmt sich aus dem Erfüllungsgrad der aus den Nutzungsparametern eines Nutzungsszenarios resultierenden Anforderungen an alternative Antriebstechnologien und deren spezifische Fahrzeugprofile sowie an die zugehörigen Tank- und Ladeszenarien. D. h., der Erfüllungsgrad der alternativen Antriebe wird in Bezug auf die entsprechenden Anforderungen der Nutzenden bzw. Unternehmen an das Fahrzeug, an die Tankund Ladeinfrastruktur und an die Integration in die betrieblichen Abläufe vorgenommen.

3 Beschreibung der Nutzungsszenarien

Ein Ziel der Studie ist es, die Anforderungen der Unternehmen an alternative Antriebstechnologien von Nutzfahrzeugen unabhängig von der Unternehmensgröße und -organisation, dem Geschäftsmodell und den lokalen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Die identifizierten Nutzungsszenarien repräsentieren wesentliche Einsatzmöglichkeiten aller Größenklassen von Nutzfahrzeugen in Deutschland und basieren auf den in der Abbildung 3 auf Seite 15 aufgeführten Datengrundlagen. Die in der Analyse identifizierten und als relevant erkannten 38 Kriterien mit jeweils zwei bis maximal acht Ausprägungen werden als Basis der Beschreibung der Nutzungsszenarien verwendet. Auch hierfür wurde der morphologische Kasten als Darstellungsform genutzt. Im Anhang A.2 sind alle anzunehmenden Ausprägungen der identifizierten Merkmale aufgeführt. Im Folgenden werden diese Kriterien und Ausprägungen vorgestellt. Eine detaillierte Beschreibung der Nutzungsszenarien selbst erfolgt bei der Beschreibung der Use Cases in Kapitel 6, um eine Dopplung zu vermeiden und gleichermaßen den Zusammenhang von Nutzendengruppen und Einsatzprofil von Fahrzeugen und der geeigneten Antriebstechnologie und Tank- bzw. Ladeinfrastruktur zu verdeutlichen.

Die Abbildung 5 gibt eine Übersicht über die abgegrenzten **22 Nutzungsszenarien**, die die unterschiedlichen Anforderungen aus dem täglichen Betrieb von Nutzfahrzeugen verschiedener Größenklassen widerspiegeln. Die Nutzungsszenarien repräsentieren 99 Prozent der Nutzfahrzeuge der Klasse N3, 90 Prozent der Klasse N2 und 75 Prozent der Klasse N1.

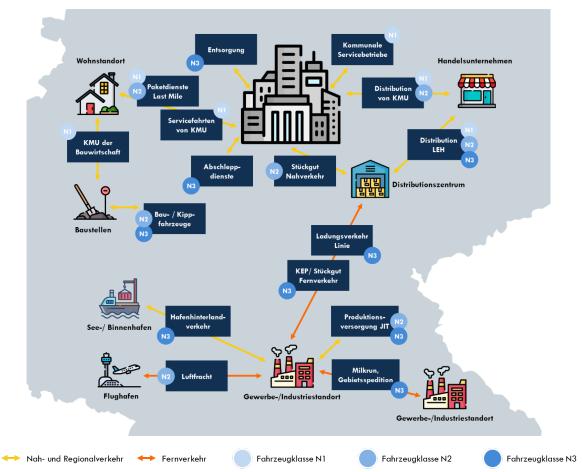


Abbildung 5: Die 22 Nutzungsszenarien nach Einsatzzweck und Fahrzeugklasse

Die Ableitung der Nutzungsszenarien erfolgt durch die Charakterisierung der Nutzendengruppe, der Erstellung generalisierter Einsatzprofile und spezifischer Parameterausprägungen auf Basis von Daten des Kraftfahrtbundesamts (2020a, 2020b) sowie des Bundesamts für Güterverkehr (2017). Ein Nutzungsszenario besteht aus der in der Realität vorzufindenden Kombination dieser Merkmalsausprägungen. So ist jedes Nutzungsszenario zugleich anhand von Kriterien und deren Ausprägungen systematisch beschrieben, um Angaben zu tank- und laderelevanten Parametern für die Bewertung von Use Cases vorliegen zu haben. Die jeweiligen Ausprägungen sind in den Anhängen A.3 bis A.24 jeweils hellgrün markiert. Die dunkelgrünen Ausprägungen wurden zur Beschreibung des jeweiligen Nutzungsszenarios herangezogen. Praxispartner wurden kontinuierlich eingebunden, um die Ergebnisse zu plausibilisieren.

Die **Nutzendengruppen** werden bestimmt durch das Logistiksegment, z. B. allgemeiner Stückgutverkehr, Ladungsverkehr oder KMU Logistik, oder dem Transportsystem, wie z. B. Systemverkehr, Direktverkehr oder Umlauf-/Milkrun-Verkehre, aber auch durch die Unternehmens- und die Fuhrparkgröße. Dafür wurden zunächst die im Rahmen der Studie "Top 100 der Logistik" (vgl. Schwemmer et al. 2020) abgeleiteten Logistiksegmente für die hier vorliegende Fragestellung auf ihre Konsistenz hin geprüft. Bei der Identifikation der Nutzungsszenarien wurde der gesamte Wirtschaftsverkehr berücksichtigt, der nicht nur den

Gütertransport, sondern auch die Serviceverkehre, also auch den Personenwirtschaftsverkehr, umfasst. Hinzu kommen die **Nutzungsparameter** des Fahrzeugeinsatzes. Dazu gehören das Tour-/Fahrmuster, wie z. B. Pendelfahrten, Sammel- und Verteilfahrten, sowie dessen Planbarkeit, Fahrtzielregelmäßigkeit, Lieferzeitfenster und natürlich die entsprechenden Fahrtziele selbst, wie z.B. der eigene Betriebshof bzw. das Depot, der kundeneigene Be- oder Entladeort oder Ziele im öffentlichen Straßenraum.

Das **Einsatzprofil** der Nutzfahrzeuge wird durch die Fahrzeugeigenschaften der Fahrzeuggrößenklasse, deren Aufbauten und den Fahrzeugbesitz sowie durch das Verkehrssystem, in dem diese eingesetzt werden, beschrieben. Hinsichtlich des Verkehrssystems wird z. B. der Einsatz im gewerblichen Verkehr oder Werkverkehr und nach Entfernungsbereichen in Nah- (<50 km), Regional- (50 – 150 km) und Fernverkehr (>150 km) untergliedert. Das Einsatzprofil bestimmt die resultierenden Nutzungsparameter in Bezug auf die Anforderungen der Fahrzeuge und damit die fahrtbedingten tank- und laderelevanten Ausprägungen, wie z. B. der Tagesfahrleistung, Fahrtlängen, Anzahl und Länge der Stopps auf den Touren, Anteil an Autobahnfahrten und Fahrzeugeinsatzstunden pro Tag. Die zeitliche Integration von möglichen Tank- und Ladevorgängen wird durch die Zeiträume bestimmt, in denen das Fahrzeug potenziell planmäßig steht. Zum einen können das die während der Betriebszeit entstehenden Zeitfenster sein, wie z. B. die gesetzlichen Lenkzeitunterbrechungen für Ruhepausen, oder die Stand- oder Wartezeit bei der Beladung/Abholung, der Entladung/Zustellung oder beim Umschlag. Zum anderen bestehen häufig Zeiträume für Tank- und Ladevorgänge außerhalb der Betriebszeiten meist über Nacht.

Bei der Definition der Nutzungsszenarien wurde darauf geachtet, dass auf der einen Seite alle in der Praxis vorkommenden Kombinationen der Rahmenbedingungen gemäß den Erkenntnissen des morphologischen Kastens (vgl. Anhang A.1) abgebildet sind. Auf der anderen Seite wurden ähnliche Gegebenheiten zusammengefasst, um eine handhabbare Komplexität zu erreichen. So sind die **Anforderungen an ein Nutzfahrzeug** auf der Letzten Meile des Paketversands gänzlich andere als bei einem Einsatz im Fernverkehr. In der Entsorgung liegen andere **Tourencharakteristika** vor als in der Bauwirtschaft. Auch die Rahmenbedingungen für die **Bereitstellung von Ladeinfrastrukturen** gestalten sich bei den kommunalen Servicebetrieben anders als bei Speditionen des Ladungsverkehrs. Die **Unternehmensstrukturen** unterscheiden sich bei Gebietsspeditionen deutlich von denen in der Distribution im Lebensmitteleinzelhandel. Gerade diese individuellen Anforderungen aus dem täglichen Betrieb wurden nach Diskussionen mit Praxisvertretern abgeleitet.

Hinter den 22 Nutzungsszenarien verbergen sich zahlreiche Unternehmen und auch Geschäftsmodelle. Auch wenn die Anzahl der Nutzungsszenarien bereits die Heterogenität des Wirtschafts- bzw. Güterverkehrsmarkts verdeutlicht, sind zahlreiche weitere Ausprägungen des operativen Einsatzes von Nutzfahrzeugen in jedem Nutzungsszenario zu finden. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass sich eine Transportkette vom Versand bis Empfang auch aus mehreren Nutzungsszenarien zusammensetzen kann. Beispielsweise setzt

sich der Paketversand aus den Nutzungsszenarien "Paketdienste Last Mile" und "KEP/Stückgut Fernverkehr" zusammen oder die Beschaffungslogistik der Industrie besteht aus einer Kombination aus "Produktionsversorgung JIT" und "Ladungsverkehr Linie" mit evtl. auch "Milkrun und Gebietsspedition". In der Tabelle 1 sind neben der Nummer und des Namens des Nutzungsszenarios beispielhaft Unternehmen beschrieben, die dem jeweiligen Nutzungsszenario zugeschrieben werden können. Weiterhin sind für die Ableitung der Use Cases die Nutzfahrzeugklasse und für die Tank- und Ladeszenarien relevante Eigenschaften zu finden. In Kapitel 6 werden weitere Informationen in Form von Steckbriefen bereitgestellt.

Nr.	Nutzungs- szenario	Beschreibung anhand Beispiel	Hauptsächliche Fahrzeugklasse	Besondere Eigenschaften
1	Distribution KMU N1	Kleine Handelsunternehmen und Handwerksbetriebe mit Filialen (bspw. Bäckereien)	≤3,5t zGG (N1)	Eigener Fuhrpark, Betriebshof, geringe Fahrleistung pro Schicht, Nahverkehr
2	Distribution KMU N2	Mittelständische Handelsunternehmen und Handwerksbetriebe mit Filialen in der Region (bspw. Bäckereien)	>3,5 t - 7,5 t zGG (N2)	Eigener Fuhrpark, Betriebshof, Regionalverkehr
3	Paketdienste Last Mile N1	Auslieferung von Paketen (B2C und B2B), kurzer Aufenthalt beim Kunden	≤3,5t zGG (N1)	Eigener Fuhrpark, große Flotte, auch Subunternehmer, Nahver- kehr
4	Paketdienste Last Mile N2	Auslieferung von Paketen und größeren Sendungen (B2C und B2B), kurzer Aufenthalt beim Kunden	>3,5 t - 7,5 t zGG (N2)	Eigener Fuhrpark, große Flotte
5	Kommunale Servicebetriebe	Servicebetriebe der öffentlichen Hand wie z.B. Autobahnmeisterei, Land- schaftspflege etc. Viele planbare Stopps, kurze Aufenthalte	≤3,5t zGG (N1)	Eigener Fuhrpark, Betriebshof, un- und regelmäßige Touren, Nahverkehr
6	Stückgut Nahverkehr N2	Mittelständisches Speditionsunternehmen mit eigenem Fuhrpark organisiert in einer Kooperation	>3,5 t - 7,5 t zGG (N2)	Eigener Fuhrpark, Betriebshof, Rundlauf, kurzer Aufenthalt beim Kunden, Nahverkehr
7	Ladungsverkehr Linie N3	Linienverkehre mit Planenauflieger in- nerhalb Deutschlands und Europas	>30 t - 44 t zGG (N3)	Linienverkehr, national, Betriebs- hof, feste Start- und Zielregion, Pausen während der Fahrt, Fern- verkehr
8	KEP/Stückgut Fernverkehr N3	Hauptlauf zwischen Umschlagszen- tren in Wechselbrücken, kein Begeg- nungsverkehr mit engen Zeitfenstern	>20 t - 30 t zGG (N3)	Standardisiertes Equipment, Fernverkehr, Ladezeit zwischen Schichten
9	Distribution LEH N1	Verteilung für den Lebensmitteleinzel- handel von den Verteilzentren zu den Filialen oder direkt zu den Endkunden	≤3,5t zGG (N1)	Eigener Fuhrpark, Betriebshof, Regionalverkehr
10	Distribution LEH N2	Verteilung für den Lebensmitteleinzel- handel von den Regionalzentren zu den Filialen	>7,5 t - 12 t zGG (N2)	Eigener Fuhrpark, Betriebshof, Regionalverkehr
11	Distribution LEH N3	Verteilung für den Lebensmitteleinzel- handel von den Zentral- und Regio- nalzentren zu den Filialen	>30 t - 44 t zGG (N3)	Eigener Fuhrpark, Betriebshof, Regionalverkehr
12	Produktionsversor- gung JIT N2	Versorgung der Produktionsstätten auf Kurzstrecke von Logistikzentrum	>7,5 t - 12 t zGG (N2)	Eigener Fuhrpark, kleine Flotte, Lademöglichkeit bei Be- und Ent- ladung, Regionalverkehr
13	Produktionsversor- gung JIT N3	Versorgung der Produktionsstätten auf Kurzstrecke von Logistikzentrum	>30 t - 44 t zGG (N3)	Eigener Fuhrpark, kleine Flotte, Lademöglichkeit bei Be- und Ent- ladung, Regionalverkehr
14	Entsorgung	Sammelfahrten der Entsorgungsbetriebe	>12 t - 20 t zGG (N3)	Eigener Fuhrpark, Betriebshof, Nahverkehr
15	Hafen-Hinterland- verkehre	Transport von Containern zwischen Häfen und nächstliegender Stufe in Logistikkette	>30 t - 44 t zGG (N3)	Linienverkehr, eigener Fuhrpark, kleine Flotte, Regionalverkehr
16	Service KMU	Servicefahrten von Handwerksbetrie- ben und technischen Diensten	≤3,5t zGG (N1)	Eigener Fuhrpark, Betriebshof, geringe Fahrleistung, längerer Aufenthalt beim Kunden, Nahver- kehr
17	Bau und Handwerk KMU	Ver- und Entsorgung von Baustellen von kleineren Handwerksbetrieben auch mit Sonderaufbauten	≤3,5t zGG (N1)	Eigener Fuhrpark, Betriebshof, längerer Aufenthalt beim Kunden, Nahverkehr
18	Kipper N2	Baustellenfahrzeuge kleiner Hand- werksbetriebe mit Kippvorrichtung	>3,5 t - 7,5 t zGG (N2)	Eigener Fuhrpark, KMU, Nahver- kehr
19	Kipper N3	Schüttgutkippfahrzeuge von mittel- ständischen Bauunternehmen	>20 t - 30 t zGG (N3)	Eigener Fuhrpark, tendenziell kleine Flotte, enge Taktung, Nah- verkehr
20	Milkrun – konsolidier- ter Lieferverkehr	Gebietsspedition und Zubringer in die Produktion (Quellgebietskonsolidie- rung)	>30 t - 44 t zGG (N3)	Eigner Fuhrpark, Sammel-/Zu- stelltouren, Fern- und Regional- verkehr
21	Abschleppwagen, Schuttcontainer etc.	Spezialaufbauten wie Abschlepp- dienst oder Schuttcontainer mit regio- nalem Aktionskreis	>20 t - 30 t zGG (N3)	Eigener Fuhrpark, Nahverkehr
22	Luftfracht	Transporte von Luftfracht zu den Flug- häfen oder zwischen den Flughäfen (Luftfrachtersatzverkehr)	>3,5 t - 7,5 t zGG (N2)	Eigener Fuhrpark, kleine Flotte, Fernverkehr

Tabelle 1: Kurzbeschreibung der 22 identifizierten Nutzungsszenarien

4 Betrachtete alternative Antriebstechnologien

Im Folgenden werden zunächst die betrachteten alternativen Antriebstechnologien in den Nutzfahrzeugklassen (N1, N2 und N3) mit ihren für die hier vorliegende Fragestellung wichtigen Eigenschaften beschrieben. Betrachtet werden Batterie-Fahrzeuge, Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge sowie Oberleitungshybrid-Fahrzeuge.

Die Technologie wird mit dem Stand der Technik im Sommer 2021 bzw. die entsprechenden angekündigten technischen Entwicklungen dargestellt. Zudem wird erläutert, wann sich ein Use Case, also eine geeignete Elektrifizierungslösung für den betrieblichen Einsatzfall, ergibt.

Die eigentliche Prüfung der Integrierbarkeit in den bestehenden Logistikprozess jedes Nutzungsszenarios wird im Kapitel 6 geprüft. Dafür werden die spezifischen Anforderungen der Fahrzeugnutzenden in den jeweiligen Klassen, also den Nutzungsszenarien (Kapitel 3), den sich aus den verschiedenen Technologieoptionen ergebenen Rahmenbedingungen (Kapitel 5) gegenübergestellt.

Batterieelektrische Fahrzeuge (BEV)

Im Vergleich zum konventionellen Verbrennungsfahrzeug verfügen **batterieelektrische Fahrzeuge** über einen Elektromotor und ein Batteriesystem. Die heute genutzten Lithiumlonen-Batterien dienen als Stromspeicher und können von außen an Ladestationen wiederaufgeladen werden.

Die Ladeinfrastruktur, wie z. B. Wallboxen oder Ladestationen, unterscheiden sich in der Ladeleistung und des Ladeverfahrens in Wechselstromladen (AC) oder Gleichstromladen (DC). In Verbindung mit der Batteriekapazität und der Ladeleistung des Fahrzeugs ergibt sich die benötigte Ladedauer für eine Vollladung.

In den **unterschiedlichen Fahrzeugklassen** der Transporter, Lkw und Sattelzugmaschinen sind den Anforderungen entsprechend leistungsstarke Elektromotoren und Batteriekapazitäten verfügbar. Aktuell sind Umrüstungen, Prototypen, Kleinserien und Serienmodelle der jeweiligen Fahrzeugklassen erhältlich. Ein möglicher Markthochlauf für batterieelektrische Lkw für den Verteil- und Regionalverkehr hat bereits im Jahr 2021 begonnen. Für die schweren Lkw und Sattelzugmaschinen wird dieser ab Ende des Jahres 2023 erwartet (NPM 2020, S. 17-19).

- Transporter der Fahrzeugklasse N1 (≤3,5 t zGG) sind Stand 7/2021 mit einer Motorleistung bis zu 100 kW, einer Batteriegröße von 13 bis 80 kWh und einer elektrisch gefahrenen Reichweite zwischen 120 bis 350 km verfügbar.
- Leichte Lkw und Lastzüge der Fahrzeugklasse N2 (>3,5 12 t zGG) sind Stand
 7/2021 mit einer Motorleistung von ca. 80 bis 150 kW, einer Batteriegröße von ca.

60 bis 150 kWh und einer elektrisch gefahrenen Reichweite zwischen 100 bis 350 km verfügbar oder angekündigt.

• Schwere Lkw und Sattelzugmaschinen der Fahrzeugklasse N3 (>12 – 44 t zGG) sind Stand 7/2021 mit einer Motorleistung von ca. 150 bis 600 kW, einer Batteriegröße von ca. 150 bis 540 kWh und einer elektrisch gefahrenen Reichweite zwischen ca. 200 bis 380 km verfügbar oder angekündigt (NOW 2021).

Weitere Modellkonfigurationen sind von den Herstellern angekündigt und befinden sich in der Entwicklung, um die Anforderungen der Nutzerinnen und Nutzer an höhere Reichweiten in Zukunft bestmöglich zu erfüllen.

Für gewerbliche Nutzerinnen und Nutzer von batterieelektrischen Fahrzeugen entscheidet die Ladedauer über den Zeitraum, in dem das Fahrzeug nicht für die Erbringung der wirtschaftlichen Tätigkeit genutzt werden kann. Die Ladedauer gilt es in die Betriebszeiten sowie die Stand- und Wartezeiten der Nutzenden bzw. Unternehmen durch **Nachtladungen** und **Zwischenladungen** zeitlich in die betrieblichen Abläufe zu integrieren.

Ein Use Case für batterieelektrische Fahrzeuge für Nutzende bzw. Unternehmen ergibt sich, wenn die Anforderungen im **Nutzungsszenario** durch die zeitliche Integration von Ladevorgängen an entsprechenden Lademöglichkeiten erfüllt werden können. Die Ladeinfrastruktur gilt es, entlang der Einsatzorte der Fahrzeuge ggf. selbst aufzubauen, wie z. B. am eigenen **Betriebshof bzw. Depot**, oder den Zugang zu fremdaufgebauter Ladeinfrastruktur ermöglicht zu bekommen, wie z. B. an **kundeneigenen Be- oder Entladeorten**, **Tankstellen** oder im **öffentlichen Straßenraum**.

Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge (H2-BZ-Fahrzeuge)

Im Vergleich zum konventionellen Verbrennungsfahrzeug verfügt ein wasserstoffbetriebenes Fahrzeug über einen Elektromotor, der mit Strom angetrieben wird. Die Stromerzeugung erfolgt dabei im Fahrzeug durch eine Brennstoffzelle, welche Wasserstoff mit Luftsauerstoff in Strom umwandelt. Der benötigte Wasserstoff (H₂) wird in einem Druckgastank mit 350 bis 700 bar komprimiert oder in einem Flüssiggastank bei Temperaturen von –253 °C in flüssiger Form (LH₂) gespeichert. Bei H₂-BZ-Fahrzeugen mit höheren Lastanforderungen wird eine Batterie verbaut, welche zusätzlich den Elektromotor unterstützt.

Die Tankinfrastruktur, wie z. B. eine Wasserstoffzapfsäule an einer Tankstelle, unterscheidet sich im H₂-Speicher und somit in Abhängigkeit vom Betankungsdruck bzw. der Temperatur der erforderlichen Kühlung. Die verschiedenen H₂-Optionen (gasförmig oder flüssig), der Betrieb von H₂-Tankstellen sowie die Versorgung bzw. der H₂-Transport wird in den kommenden Jahren erprobt. Eine Standardisierung der Tankinfrastruktur soll bis zum Jahr 2025 erfolgen (NPM 2020, S. 18-19).

In den **unterschiedlichen Fahrzeugklassen** der Transporter, Lkw und Sattelzugmaschinen sind den Anforderungen entsprechend leistungsstarke Brennstoffzellen und geeignete Wasserstofftanks erforderlich. Aktuell sind noch sehr wenige Umrüstungen, Prototypen, Kleinserien und Serienmodelle der jeweiligen Fahrzeugklassen erhältlich. Ein möglicher Markthochlauf für H₂-BZ-Fahrzeuge wird ab dem Jahr 2027 erwartet (NPM 2020, S. 18-19).

- Transporter der Fahrzeugklasse N1 (≤3,5 t zGG) sind Stand 7/2021 mit einer Motorleistung von 100 kW, einer Brennstoffzelle mit 45 kW, einer Tankgröße von 4,4 kg H₂ bei 700 bar und einer elektrisch gefahrenen Reichweite von mehr als 400 km angekündigt.
- **Leichte Lkw** und Lastzüge der Fahrzeugklasse N2 (>3,5 12 t zGG) sind Stand 7/2021 nicht verfügbar. Erste Testfahrzeuge werden in Piloten erprobt. Serienfahrzeuge sind nach 2030 zu erwarten.
- Schwere Lkw und Sattelzugmaschinen der Fahrzeugklasse N3 (>12 44 t zGG) sind Stand 7/2021 mit einer Motorleistung von ca. 200 bis 350 kW, einer Brennstoffzelle mit 90 bis 190 kW, einer Batteriegröße von ca. 50 bis 120 kWh, einer Tankgröße von 30 bis 33 kg H₂ bei 350 bar und einer elektrisch gefahrenen Reichweite von ca. 400 500 km verfügbar (NOW 2021).

Weitere Fahrzeugmodelle¹ sind von den Herstellern angekündigt und befinden sich in der Entwicklung, um die Anforderungen der Nutzenden an höhere Reichweiten in Zukunft bestmöglich zu erfüllen.

Ein Use Case für H₂-BZ-Fahrzeuge für Nutzende bzw. Unternehmen ergibt sich, wenn die Anforderungen im **Nutzungsszenario** durch die zeitliche Integration von Betankungen an entsprechende Tankmöglichkeiten erfüllt werden können. Die Tankinfrastruktur gilt es entlang der Einsatzorte der Fahrzeuge ggf. selbst aufzubauen, wie z. B. am eigenen **Betriebshof bzw. Depot**, oder den Zugang zu fremdaufgebauter Tankinfrastruktur ermöglicht zu bekommen, wie z. B. an **kundeneigenen Be- oder Entladeorten** oder an öffentlichen **Wasserstofftankstellen**.

Oberleitungshybrid-Fahrzeuge (OH-Fahrzeuge)

Im Vergleich zum konventionellen Verbrennungsfahrzeug verfügen Oberleitungshybrid-Fahrzeuge (OH-Fahrzeuge) über eine Kombination aus zwei Antriebstechnologien. Ein Oberleitungshybrid-Fahrzeug kann z. B. über einen Elektromotor und eine Batterie (OH-BEV), einen Elektromotor, eine Brennstoffzelle sowie Batterie und Wasserstofftank (OH-BZ) oder einen zusätzlichen, parallel geschalteten, konventionellen Verbrennungsmotor

¹ In einer Fahrzeugdatenbank der NOW werden diese aktuellen Entwicklungen laufend erfasst (https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/praxis/fahrzeugdatenbank/).

und Kraftstofftank (OH-Diesel) verfügen. Der Stromabnehmer bzw. Pantograph dient als Verbindung zur Oberleitungsinfrastruktur, wodurch der Elektromotor angetrieben wird.

Die Batterie kann streckenseitig während der Fahrt durch die **Oberleitungsinfrastruktur**, wie z. B. an geeigneten Stecken auf Autobahnen, dynamisch geladen werden. Zusätzlich ist eine stationäre Tank- oder Lademöglichkeit, wie z. B. eine Ladestation oder eine Dieselzapfsäule am **Betriebshof** oder an **Tankstellen**, erforderlich.

- Oberleitungshybrid-Fahrzeuge werden aktuell nicht für alle Fahrzeugklassen entwickelt. Transporter der Fahrzeugklasse N1 (≤3,5 t zGG) und leichte Lkw und Lastzüge der Fahrzeugklasse N2 (>3,5 12 t zGG) sind mit dieser Antriebstechnologie derzeit nicht angekündigt. Schwere Lkw und Sattelzugmaschinen der Fahrzeugklasse N3 (>12 44 t zGG) werden als Oberleitungshybrid-Fahrzeuge bisher weltweit von nur wenigen Herstellern entwickelt. Ein möglicher Markthochlauf für OH-Fahrzeuge wird ab dem Jahr 2025 erwartet. Voraussetzung ist der Aufbau einer entsprechenden Oberleitungsinfrastruktur (NPM 2020, S. 18-19).
- Der Einsatz schwerer Lkw und Sattelzugmaschinen der Fahrzeugklasse N3 wird von einem Demonstrationsfahrzeug (OH-Diesel) auf ausgewählten Teststrecken erprobt. Das Fahrzeug verfügt über eine Dieselmotorleistung von 331 kW und Elektromotorleistung von 130 kW, einer Batteriekapazität von 18,5 kWh (7,4 kWh nutzbar) und einer elektrisch gefahrenen Reichweite zwischen 10 bis 15 km für die Vorund Nachlaufstrecken (NOW 2021, Stand 07/2021).

Fahrzeugmodelle, vor allem als OH-BEV bzw. OH-BZ, die als batterieelektrische oder wasserstoffbetriebene-Fahrzeuge die Oberleitungstechnologie als dynamische Ladeoption nutzen, müssten durch die Hersteller erst entwickelt werden, um die Anforderungen der Nutzerinnen und Nutzer an höhere Reichweiten für den Vor- und Nachlauf in Zukunft bestmöglich zu erfüllen. Aufgrund des aktuell auf Prototypen ausgerichteten Angebots werden die Anforderungen der Unternehmen noch nicht ausreichend bedient.

Ein Use Case für Oberleitungshybrid-Fahrzeuge bei Nutzenden bzw. Unternehmen ergibt sich, wenn eine Oberleitungsinfrastruktur entlang der Strecke verfügbar ist und die Anforderungen im **Nutzungsszenario** durch die gegebenenfalls notwendig werdende Integration von Tank- oder Lademöglichkeiten erfüllt werden können. Die Tank- oder Ladeinfrastruktur gilt es dann entlang der Einsatzorte der Fahrzeuge selbst aufzubauen, wie z. B. am eigenen **Betriebshof bzw. Depot**, oder der Zugang zu fremdaufgebauter Infrastruktur muss ermöglicht werden, wie z. B. an **kundeneigenen Be- oder Entladeorten**, **Tankstellen** oder im **öffentlichen Straßenraum**.

Die streckenseitige Ladung wird durch den Aufbau von **Oberleitungsinfrastruktur** entlang von Autobahnen ermöglicht. Zunächst wird dies mit Pendelstrecken erprobt, mit der Option langfristig ein innerdeutsches Kernnetz mit Anbindung ans Ausland aufzubauen.

5 Beschreibung der Tank- und Ladeszenarien und deren zeitliche Integration in betriebliche Abläufe

Die Analyse der Nutzungsszenarien hat gezeigt, dass die vielfältigen Anforderungen des Fahrzeugeinsatzes einer für den jeweiligen Fall passenden Infrastrukturlösung und -verfügbarkeit bedürfen. Je nach betrieblichem Anforderungsprofil sind unterschiedliche alternative Antriebstechnologien und Tank- bzw. Ladeoptionen denkbar. Die Vielzahl an Tank- und Ladeoptionen kann anhand der in der Abbildung 6 aufgeführten **Dimensionen** beschrieben werden. Es ergeben sich alternative Tank- und Ladeszenarien, die im Detail durch folgende Dimensionen und Ausprägungen gekennzeichnet sind und als morphologischer Kasten im Anhang A.1 dargestellt sind:

- 1. Antriebstechnologie: batterieelektrische Antriebe, Wasserstoff-Brennstoffzellenantriebe sowie deren Kombination mit dem dynamischen Laden mittels Oberleitung.
- 2. Art der Tank- bzw. Ladetechnologie: Niedrige Ladeleistung von ≤ 22 kW AC, Schnellladungen mit einer niedrigen Ladeleistung von 22 100 kW DC, mittleren Ladeleistung von 100 150 kW DC, hohen Ladeleistung von 350 500 kW DC oder sehr hohen Ladeleistung >750 kW DC für batterieelektrische Fahrzeuge, gasförmiger Wasserstoff mit 350/500/700 bar komprimiert oder in flüssiger Form (LH₂) bei Temperaturen von –253 °C für Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge sowie dynamisches Laden (420 kW) mittels Oberleitungstechnologie.
- 3. Privat zugängliche Tank- und Ladeinfrastruktur: Auf dem eigenen Betriebshof bzw. Depot, auf Flächen von externen Dienstleistern, auf kundeneigenen Be- oder Entladeorten oder am Wohnort der Fahrerinnen und Fahrer.
- 4. Öffentlich zugängliche Tank- und Ladeinfrastruktur: Auf ausgewiesenen Flächen im öffentlichen Straßenraum, an Tankstellen, an Tank- oder Rastplätzen oder durch eine streckenseitige Ladung während der Fahrt an Oberleitungen.
- Die zeitliche Integration der Tank- und Ladevorgänge: Nachtladung außerhalb der Betriebszeiten und Zwischenladung im Betriebsablauf.

Um geeignete Infrastrukturen für jeden Anwendungsfall identifizieren zu können, wurde zunächst die Vielzahl der Tank- und Ladeoptionen in Tank- oder Ladeszenarien zusammengefasst. Theoretisch sind 62 Kombinationen aus Ort und Ausprägung der Tank- bzw. Ladeinfrastruktur unter Berücksichtigung der Tourencharakteristika (vgl. Kapitel 3) und der Antriebstechnologie (vgl. Kapitel 4) möglich (siehe Abbildung 6). Zudem spielt die zeitliche Integration des Tank- oder Ladevorgangs eine wichtige Rolle. Die Fahrzeuge können etwa während der Betriebszeit zwischengeladen bzw. betankt werden oder die Ladung bzw. Betankung erfolgt über Nacht.

Beispielsweise kann:

- ein wasserstoffbetriebenes Fahrzeug innerhalb der Betriebszeit an einer Tankstelle betankt werden oder während der Ruhezeit auf Tank- und Rastanlagen bzw. auf Flächen von externen Dienstleistern betankt werden.
- ein Oberleitungshybrid-Lkw während des Betriebs auf der Autobahn an der Oberleitungsinfrastruktur dynamisch geladen werden und die Nachtladung am Betriebshof oder auf Tank- und Rastanlagen durchführen.
- ein batterieelektrisches Fahrzeug, das Standzeiten für eine Zwischenladung mit hoher Ladeleistung am kundeneigenen Be- und Entladeort oder während der Lenkzeitunterbrechung auf geeigneten Flächen im öffentlichen Straßenraum nutzt oder das den Ladezustand mit niedriger Ladeleistung über Nacht am Betriebshof vollständig wiederherstellt.

Es schließen sich wie erwähnt einige Kombinationen aus (so bspw. die Nachtladung außerhalb der Betriebszeit bei Oberleitung oder die Tankmöglichkeit von Wasserstoff am Wohnort). Insgesamt ergeben sich durch die Kombination aus Einsatz, Antrieb und Tankbzw. Lademöglichkeit 43 plausible und im Betrieb realisierbare Tank- bzw. Ladeszenarien (in Abbildung 6 grau hervorgehobene Kombinationen).

Dabei wurde berücksichtigt, welche Kombinationen in der Praxis vorkommen werden. So erfolgt das Laden über Oberleitungen ausschließlich während der Fahrt. Auch werden Ladestationen mit hoher Leistung weniger am Wohnort der Fahrenden zu finden sein.

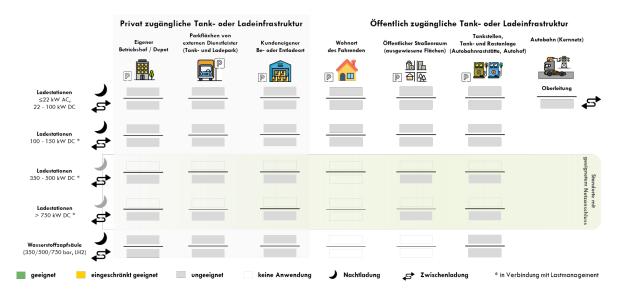


Abbildung 6: Dimensionen der Tank- und Ladeinfrastruktur bzw. -szenarien

5.1 Zeitliche Integrationsmöglichkeiten der Tank- und Ladevorgänge

Die für das Laden bzw. Tanken vorzusehende Zeit unterscheidet sich hinsichtlich der verschiedenen alternativen Antriebstechnologien. Der Einsatz von Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien erfordert zur Sicherung eines hohen Nutzungsgrades der Fahrzeuge daher ggf. eine genaue Planung der zeitlichen Integration der Tank- und Ladevorgänge in die eigenen Betriebsprozesse und individuellen Betriebszeiten. Auch bei der Nutzung einer gemeinsamen oder öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur durch mehrere Nutzerinnen oder Nutzer kann diese zeitlich eingeschränkt verfügbar sein. Nutzende und Unternehmen versuchen unproduktive Zeiten zu vermeiden und daher die bestehenden Stand- und Wartezeiten oder Lenkzeitunterbrechungen für entsprechende Betankungen oder Ladungen zu nutzen. Zusätzlich entstehende tank- oder ladebedingte Standzeiten für die Fahrzeuge gilt es möglichst gering zu halten.

Die grundsätzlichen Möglichkeiten der zeitlichen Integration der Tank- bzw. Ladevorgänge werden im Folgenden als Nacht- und Zwischenladungen bezeichnet und in Abhängigkeit von der alternativen Antriebstechnologie, der Fahrzeuggrößenklasse und der Zugänglichkeit der adäquaten Tank- und Ladeinfrastruktur beschrieben.

Nachtladungen (außerhalb der Betriebszeiten)

Jedes Unternehmen kann den Anfang und das Ende der eigenen täglichen Betriebs- und Ruhezeiten festlegen. Die Gesetze zur Regelung der Arbeitszeiten² und die Straßenverkehrs-Ordnung haben einen wesentlichen Einfluss auf den Zeitraum, in dem Fahrzeuge für Transportaufgaben oder die Erbringung von Dienstleistungen zum Einsatz kommen. Bei Lkw-Fahrerinnen und Lkw-Fahrer ist die gesetzliche Tagesruhezeit von 11 Stunden zu berücksichtigen. Die Nutzung der Standzeiten der Fahrzeuge in der Ruhezeit zum Laden, also außerhalb der Betriebszeit, wird im Folgenden als Nachtladung bezeichnet.

Die Nachtladungen von **batterieelektrischen Fahrzeugen** insbesondere der Größenklassen N1 und N2 können in der Regel aufgrund von längeren Standzeiten mit niedrigeren Ladeleistungen von ≤22 kW AC bzw. 22 – 100 kW DC* in ca. 8 bis 12 Stunden durchgeführt werden (siehe die Herstellerangaben aufgeführt in NOW 2021). Das Sternchen ("*") wird in dieser Studie als Kennzeichnung verwendet, welche auf den Betrieb einer Lademöglichkeit in Verbindung mit dem Lastmanagement des Stromnetzes hinweist. Bei batterieelektrischen Fahrzeugen mit oder ohne Oberleitungstechnologie der schwereren Größenklasse N3 kann auf Grund der höheren Batteriekapazität und teilweise in Verbindung mit geringe-

² Geregelt durch das Arbeitszeitgesetz, das KrFArbZG (Gesetz zur Regelung der Arbeitszeit von selbständigen Kraftfahrern) und das AETR-Abkommen (Europäisches Übereinkommen über die Arbeit des im internationalen Straßenverkehr beschäftigten Fahrpersonals).

ren Standzeiten, z. B. im Schichtbetrieb mit bis zu 22 Stunden Einsatzzeit, eine Ladeleistung von 100 – 150 kW DC* erforderlich sein. In diesen Fällen sind die Fahrzeuge je nach Batteriekapazität in ca. 1 bis 4 Stunden wieder für den Einsatz bereit (NOW 2021).

Die Betankung von **Wasserstofffahrzeugen** kann zu Beginn oder am Ende der Betriebszeit oder ggf. auch in die Betriebsabläufe integriert werden. Je nach Fassungsvermögen des Wasserstofftanks dauert die Betankung zwischen 3 und 30 Minuten (NOW 2021; Göckeler et al. 2020).

Zwischenladungen (innerhalb der Betriebszeiten)

Reichen Tank- und Ladevorgänge außerhalb der Betriebszeiten für die Erbringung der benötigten Tagesfahrleistung nicht aus, müssen Zwischenladungen in betriebliche Prozesse integriert werden. Beispiele können hohe Tagesfahrleistungen, welche die Reichweite der Fahrzeuge übersteigen, oder eine kurze Standzeit über Nacht sein, wenn die Fahrzeuge beispielsweise im Schichtbetrieb eingesetzt werden. Für Zwischenladungen bzw. Betankungen müssen dann während der Betriebszeit zusätzliche Zeiträume für die Durchführung von Tank- und Ladevorgängen eingeplant werden.

Ein Ziel der Nutzenden bzw. Unternehmen ist es, möglichst keine zusätzlichen Zeiträume nur für das Tanken oder Laden einplanen zu müssen. Idealerweise werden bestehende Zeiträume, wie z. B. geplante Standzeiten oder notwendig werdende Wartezeiten am **Betriebshof** oder am **kundeneigenen Be- oder Entladeort**, bestmöglich genutzt. Während einige Fahrzeuge nur sehr kurze Aufenthalte von wenigen Minuten am Be- oder Entladeort haben, kann bei anderen Einsatzprofilen die Standdauer bis zu mehreren Stunden betragen. Dasselbe gilt für Wartezeiten vor der eigentlichen Be- oder Entladung.

Des Weiteren können die gesetzlich geregelten Lenkzeitunterbrechungen - nach 4,5 Stunden Fahrt, für Ruhepausen von 45 Minuten bzw. zwei Pausen von 15 und 30 Minuten - genutzt werden. Ist der angesteuerte Be- oder Entladeort zu diesem Zeitpunkt nicht erreicht, können **Tankstellen bzw. Tank- und Rastanlagen** (Autobahnraststätten oder Autohöfe) oder für die Fahrzeugklasse angemessene Stellflächen im **öffentlichen Straßenraum** für Zwischenladungen genutzt werden.

Im Gegensatz zur **Nachtladung** sollte für die Zwischenladung von **batterieelektrischen Fahrzeugen** eine möglichst hohe Ladeleistung zur Verfügung stehen. Um die Stand- und Wartzeiten u. a. beim Be- und Entladen bestmöglich nutzen zu können, sind Schnellladestation mit einer Ladeleistung von 100 – 150 kW DC* und einer Ladedauer von ca. 1 bis 2 Stunden (Ladezustand bis 80 %) für alle Fahrzeugklassen geeignet (NOW 2021). Bei Fahrzeugen der Fahrzeugklasse N3 (>12 bis 44 t zGG) mit größeren Batteriekapazitäten sind sehr hohe Ladeleistungen von 350 – 500 kW DC* bzw. >750 kW DC* erforderlich, um niedrigere Ladedauern von ca. 30 bis 60 Minuten zu erreichen. Das Megawatt Charging System für Ladeleistungen >750 kW DC befindet sich aktuell in der Entwicklung und wird voraus-

sichtlich bis zum Jahr 2023 fertiggestellt sein (NPM 2021, S. 11). Aber auch niedrige Ladeleistungen von ≤22 kW AC bzw. 22 – 100 kW DC* können ausreichend sein, wenn das Fahrzeug zwischen den Fahrten laden kann und die Fahrzeuge hauptsächlich über Nacht vollgeladen werden.

Oberleitungshybrid-Lkw können die Lenkzeit während der Fahrt zur dynamischen Ladung an Strecken mit **Oberleitungsinfrastruktur** nutzen sowie stationäre Ladestationen während der Stand-, Warte- und Ruhezeiten.

Die Betankung von **Wasserstofffahrzeugen** dauert je nach Fassungsvermögen des Wasserstofftanks zwischen ca. 3 und 30 Minuten (NOW 2021; Göckeler et al. 2020). Unter Berücksichtigung der Stand- und Ruhezeiten kann die Betankung zu Beginn oder am Ende der Betriebszeit oder ggf. auch direkt in die Betriebsabläufe integriert werden.

5.2 Privat zugängliche Tank- oder Ladeinfrastruktur

Die zeitliche Integration der Tank- und Ladevorgänge in die Betriebsabläufe benötigt geeignete Standorte von Tank- und Ladeinfrastruktur. Diese Integration der Tank- und Ladevorgänge in die betrieblichen Prozesse bietet sich an den Start- und Zielpunkten einer Fahrt, beispielsweise bei der Be- oder Entladung oder bei anderen wirtschaftlichen Tätigkeiten an. In Abhängigkeit von den Spezifika der Standorte sowie der Stand- und Wartezeiten der Fahrzeuge können unterschiedliche Ladeleistungen oder Betankungskapazitäten erforderlich sein. Bei dem Zugang zum Standort kann zwischen privat und öffentlich zugänglicher Tank- oder Ladeinfrastruktur unterschieden werden. Für die Tank- und Ladeorte sind unterschiedliche Ladeleistungen oder Tankkapazitäten der Fahrzeuge notwendig. Folgende Orte mit privat zugänglicher Tank- oder Ladeinfrastruktur werden im Folgenden erläutert:

- Eigener Betriebshof bzw. Depot
- Parkflächen von externen Dienstleistern (Tank- und Ladepark)
- Kundeneigener Be- oder Entladeort
- Wohnort der Fahrerinnen und Fahrer

Eigener Betriebshof bzw. Depot

Der Betriebshof bzw. das Depot als betriebseigener Be- und Entladeort ist für viele Nutzenden bzw. Unternehmen der zentrale Start- und Zielpunkt ihrer Tätigkeiten. Der Einsatz von Nutzfahrzeugen aller Fahrzeugklassen mit alternativen Antrieben kann den Aufbau eigener Tank- bzw. Ladeinfrastruktur vom Unternehmen erfordern.

Betriebshöfe können z. B. Depots, Niederlassungen, regionale oder zentrale Hubs, Umschlagspunkte oder kommunale Liegenschaften sein. Aufgrund der Funktion und Flächennutzung des Betriebsgeländes kann die Flächenverfügbarkeit sehr unterschiedlich sein.

Diese bestimmt wiederum die Möglichkeiten der zeitlichen Integration der Tank- und Ladevorgänge und damit letztlich die Anzahl und Verteilung der Infrastruktur am Standort.

Es können Stellplätze bzw. Flächen erforderlich sein, welche vor allem für die Tank- und Ladevorgänge außerhalb der Betriebszeit verwendet werden. Bei **batterieelektrischen Fahrzeugen** sind in der Regel **Nachtladungen** an Ladeinfrastruktur mit niedriger Ladeleistung ausreichend. Hierbei können Ladestationen oder Wallboxen mit ≤22 kW AC bzw. 22 − 100 kW DC verwendet werden.

Zusätzlich können gesonderte Stellplätze bzw. Flächen, die eine Be- oder Entladefunktion haben, wie z. B. Laderampen, mit Tank- und Ladeinfrastruktur ausgestattet werden. Für **Zwischenladungen** während der Standzeit kann die Investition in Schnellladeinfrastruktur mit höheren Ladeleistungen von 100 – 150 kW DC vorteilhaft sein, um die begrenzten Zeitfenster optimal ausnutzen zu können. Unternehmen mit sehr hohen Anforderungen an eine möglichst kurze Ladedauer können die Anschaffung einer angemessenen Anzahl von Schnellladestationen mit 350 – 500 kW DC in Betracht ziehen.

Beim Aufbau und Betrieb einer Vielzahl an Ladestationen mit sehr hohen Ladeleistungen ist die Eignung des Netzanschlusses am Betriebshof bzw. Depot zu prüfen. Eine gegebenenfalls notwendige Verstärkung des Netzanschlusses muss bei dem Aufbau berücksichtigt werden.

Der Aufbau von **Tankstellen** für Wasserstoff am Betriebshof bzw. Depot kann bei entsprechender Fuhrparkgröße und Unternehmensstruktur wie z. B. bei Großunternehmen mit einer großen Fahrzeugflotte geeignet sein. An den Tankstellen auf dem Betriebsgelände kann die Betankungen ebenfalls während oder an den Randzeiten des Fahrzeugbetriebs integriert werden. Eine Versorgung des Betriebsgeländes erfordert die Anlieferungen durch H₂-Trailer oder durch eine eigene Pipeline.

Flächen von externen Dienstleistern (Tank- und Ladepark)

Nicht jede Nutzerin oder Nutzer bzw. jedes Unternehmen verfügt über einen eigenen Betriebshof oder hat ein geeignetes Betriebsgelände für den Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur sowie der dafür notwendigen Stellflächen.

Externe Dienstleister können an nahegelegenen und dafür geeigneten Standorten, wie z. B. an Gewerbe- oder Industriestandorten, Parkflächen anbieten und diese mit einer hohen Anzahl an gewerblich nutzbarer Tank- und Ladeinfrastruktur ausstatten. Der externe Dienstleister hat dabei die Eignung des Netzanschlusses am Standort sicherzustellen.

Das Betreiben von nahegelegenen Tank- und Ladeparks an Quellen und Senken von Güterverkehrsflüssen ist vor allem für die Anforderungen der Fahrzeugklassen N2 (>3,5 bis 12 t zGG) und N3 (>12 bis 44 t zGG) erforderlich, welchen im **öffentlichen Straßenraum** nur eingeschränkt Parkflächen über Nacht zur Verfügung stehen.

Die batterieelektrischen Nutzfahrzeuge benötigen vor allem reservierbare Parkflächen für **Nachtladungen** außerhalb der eigenen Betriebszeiten. In der Regel ist Ladeinfrastruktur mit niedriger Ladeleistung von ≤22 kW AC bzw. 22 − 100 kW DC ausreichend, um die Ladevorgänge in den 11 Stunden Ruhezeit der Lkw-Fahrerinnen und -Fahrer durchzuführen. Eine höhere Ladeleistung über Nacht von 100 − 150 kW DC kann bei der Fahrzeuggrößenklasse N3, im Schichtbetrieb oder bei sehr größer Batteriekapazität sinnvoll sein.

Bei wasserstoffbetriebenen Nutzfahrzeugen mit Sonderanforderungen oder Wasserstofftanks mit großem Fassungsvermögen können externe Dienstleister ebenfalls eine Alternative zu herkömmlichen **Tankstellen** darstellen.

Die Standorte der externen Dienstleister müssen ebenfalls über eine Anbindung an den ÖPNV oder über Stellflächen und Lademöglichkeiten für die privaten Pkw der Lkw-Fahrerinnen und Lkw-Fahrer verfügen.

Kundeneigener Be- oder Entladeort

Im gewerblichen Straßengüterverkehr stellt der Standort des Versendenden bzw. Empfangenden den Start- bzw. Zielpunkt beim Einsatz von Nutzfahrzeugen dar. Während der Beoder Entladung von Nutzfahrzeugen oder beim Umschlag entstehen Stand- und Wartezeiten. Diese Zeiträume können durch Investitionen an Kundenstandorten in Tank- und Ladeinfrastruktur prinzipiell für **Zwischenladungen** genutzt werden.

Voraussetzung sind entsprechende vorher reservierbare oder vor Ort zugewiesene Stellplätze bzw. Flächen. Diese haben entweder eine Be- oder Entladefunktion für Güter, wie z. B. Laderampen, oder eine Wartefunktion.

Die Nutzenden bzw. Transportunternehmen können auf die Gestaltung kundeneigener Beoder Entladeorte jedoch keinen bzw. wenig Einfluss nehmen. In Bezug auf die Anzahl und räumliche Anordnung der Tank- und Ladeinfrastruktur sind sie auf die Kunden angewiesen.

An Standorten von Kunden mit einer ausreichend großen Bündelungsfunktion, wie z. B. Güterverkehrszentren, Flughäfen, Seeschiff- und Binnenschifffahrtshäfen oder Produktionsstandorte bzw. Werke, kann der Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur zur gemeinsamen Nutzung von verschiedenen Transportunternehmen sinnvoll sein. Die Stand- und Wartezeit an bzw. vor diesen Orten kann häufig mehrere Stunden betragen.

Für die Zwischenladungen während der Stand- und Wartezeiten kann die Investition in Schnellladeinfrastruktur mit höheren Ladeleistungen von 100 – 150 kW DC oder einer eigenen Wasserstofftankstelle vorteilhaft sein, um die begrenzten und variierenden Zeitfenster bestmöglich ausnutzen zu können. Hiervon würden hauptsächlich Nutzfahrzeuge der Fahrzeugklasse N3 (>12 bis 44 t zGG) profitieren.

Der Aufbau von Tank- und Ladeinfrastruktur an kundeneigenen Be- oder Entladeorten würde vor allem Transportunternehmen ohne eigenen Betriebshof den Einsatz von Nutzfahrzeugen mit alternativen Antrieben ermöglichen.

Kundeneigene Be- oder Entladeorte, an denen nur sehr kurze Stand- bzw. Wartezeiten realisiert werden (können), sind für eine zeitliche Integration von Zwischenladungen ungeeignet. Hier müsste genauso wie an Standorten ohne geeignete Flächen für Lademöglichkeiten, auf Tank- und Ladeinfrastruktur im **öffentlichen Straßenraum** zurückgegriffen werden.

Wohnort der Fahrerinnen und Fahrer

Der Wohnort der Fahrerinnen und Fahrer stellt eine Möglichkeit für Tank- oder Ladeinfrastruktur dar, wenn ein Fahrzeug mit alternativem Antrieb zusätzlich zur betrieblichen Nutzung auch privat verwendet wird. Dies ist hauptsächlich bei Fahrzeugen der Fahrzeugklasse N1 (≤3,5 t zGG) üblich.

Für die Ladung von batterieelektrischen Nutzfahrzeugen am Wohnort ist der **private Aufbau** durch die Nutzerin oder den Nutzer notwendig. Entsprechende Zugänglichkeit haben z. B. Garage bzw. Tiefgarage, Carport oder auch eine separate Auffahrt oder ein anliegender gekennzeichneter Stellplatz.

Am Wohnort der Fahrerin bzw. des Fahrers werden hauptsächlich **Nachtladungen** außerhalb der Betriebszeiten mit niedriger Ladeleistung durchgeführt. Für die Ladevorgänge reicht in der Regel die Anschaffung von Wallboxen oder Ladestationen mit einer niedrigen Ladeleistung von ≤22 kW AC.

Der Aufbau von privaten **Tankstellen** für Wasserstoff am Wohnort wird auf Grund der meistens fehlenden Versorgungsmöglichkeiten und hohen Kosten nicht berücksichtigt.

5.3 Öffentlich zugängliche Tank- oder Ladeinfrastruktur

Der bedarfsgerechte Aufbau von öffentlich zugänglicher Tank- und Ladeinfrastruktur ermöglicht den Nutzenden bzw. Unternehmen ohne private Tank- oder Lademöglichkeiten, den Einsatz von Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien. Ein flächendeckender Aufbau von öffentlichen Tank- und Lademöglichkeiten ist zudem die Voraussetzung für viele Use Cases, bei denen ein Zwischenladen oder eine Betankung notwendig ist. Folgende Orte mit öffentlich zugänglicher Tank- oder Ladeinfrastruktur und werden im Folgenden erläutert:

- Öffentlicher Straßenraum (ausgewiesene Flächen)
- Tankstellen, Tank- und Rastanlage (Autobahnraststätte, Autohof)
- Autobahn (Kernnetz)

Öffentlicher Straßenraum (ausgewiesene Flächen)

Ausgewiesene Parkplätze am Straßenrand und gekennzeichnete Parkflächen im städtischen Gebiet und im ländlichen Raum können mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden. Der öffentliche Straßenraum ist für alle Nutzerinnen und Nutzer von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben gleichermaßen zugänglich.

Die Nutzfahrzeuge der Fahrzeugklasse N1 (≤3,5 t zGG) können sich die Ladestationen im öffentlichen Straßenraum mit den batteriebetriebenen privaten Pkw teilen. Diese Ladestationen bieten eine Möglichkeit, notwendige **Zwischenladungen** durchzuführen oder zu laden, wenn die Lage der Parkfläche und der Ladezustand dies gestatten.

In der Regel ist die Ladeinfrastruktur am Straßenrand mit niedriger Ladeleistung von ≤22 kW AC bzw. 22 – 100 kW DC* ausgestattet. Je nach Stand- und Wartezeit am Aufenthaltsort können kurze Zwischenladungen genutzt werden, um den Ladezustand der Nutzfahrzeuge anzuheben. Ebenso kann die Ladeinfrastruktur für **Nachtladungen** genutzt werden. Für gewerbliche Nutzerinnen und Nutzer ist dies teilweise geeignet, da eine Verfügbarkeit dieser Ladeinfrastruktur nicht verlässlich gegeben ist. Der öffentliche Straßenraum bietet jedoch eine Alternative für alle Nutzerinnen und Nutzer ohne eigenen **Betriebshof** mit Ladeinfrastruktur.

Im städtischen Gebiet und ländlichen Raum sind für die Fahrzeugklassen N2 (>3,5 bis 12 t zGG) und N3 (>12 bis 44 t zGG) gesondert gekennzeichnete Parkflächen im öffentlichen Straßenraum mit Ladeinfrastruktur auszustatten. Die Nutzfahrzeuge dieser Fahrzeugklassen benötigen ebenfalls höhere Ladeleistungen von 100 – 150 kW DC*, um mögliche Stand- und Wartezeiten z. B. während Lenkzeitunterbrechungen bzw. Ruhepausen oder während der Wartezeiten in der Nähe von potenziellen Be- oder Entladeorten, besser nutzen zu können.

Zusätzlich könnten öffentlich ausgewiesene Flächen als Alternative zu **Tankstellen** auf dedizierten Parkflächen an Hauptverkehrsachsen bzw. Knoten mit Schnellladeinfrastruktur von bis zu 350 – 500 kW DC* und sogar punktuell mit >750 kW DC* ausgestattet werden. Dies ermöglicht die bestmögliche Nutzung der planmäßigen Stand- und Wartezeiten ohne eine ladebedingte Verlängerung. Dies betrifft vor allem die Fahrzeugklasse N3 im Fernverkehr ohne Möglichkeit am Betriebshof bzw. Depot oder am Be- oder Entladeort zu laden.

Die Nutzenden von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen werden zukünftig öffentliche Tankstellen mit geeigneten Wasserstoffzapfsäulen aufsuchen (siehe folgenden Abschnitt). Der Aufbau von öffentlichen Wasserstoffzapfsäulen am Straßenrand oder ausgewiesenen Flächen wurde auf Grund der aufwändig herzustellenden Versorgungsmöglichkeiten bei gleichzeitig nur geringer Nachfrage und damit fehlendem Betreiber verworfen.

Tankstellen, Tank- und Rastanlage (Autobahnraststätte, Autohof)

Betreiber von Tankstellen sowie Tank- und Rastanlagen ermöglichen vielen Nutzenden einen öffentlichen Zugang. Die Betreiber versuchen dabei ein möglichst flächendeckendes Tankstellennetz mit gebündelter Tank- und Lademöglichkeiten aufzubauen, um die unterschiedlichen Anforderungen der Nutzerinnen und Nutzer erfüllen zu können. Diese Möglichkeit wird beim Einsatz der Nutzfahrzeuge zwischen den **Be- oder Entladeorten** in Anspruch genommen.

Wasserstofftankstellen sind durch die kurze Betankungsdauer von ca. 3 bis 10 Minuten bei Transportern (Fahrzeugklasse N1), ca. 5 bis 15 Minuten bei leichten Lkw (N2) und ca. 15 bis 30 Minuten bei schweren Lkw und Sattelzugmaschinen (N3) für Betankungen während der Touren um die Lenkzeitunterbrechungen herum sehr gut geeignet.

Innerstädtische Tankstellen oder im ländlichen Raum bieten vor allem den Nutzenden von batterieelektrischen und wasserstoffbetriebenen Nutzfahrzeugen der Fahrzeugklasse N1 (≤3,5 t zGG) und N2 (>3,5 bis 12 t zGG) die Möglichkeit einer **Zwischenladung**. Es ist mittelfristig zu erwarten, dass ein Wasserstoff-Tankstellennetz voraussichtlich getrennt für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (700 bar) und für die Fahrzeugklasse N3 (Busse und Lkw) (350 bar) entstehen wird.

Tankstellen sowie Tank- und Rastanlagen an Fernstraßen bieten vor allem Nutzfahrzeugen der Fahrzeuggrößenklasse N3 (>12 bis 44 t zGG) aber auch der Klasse N1 und N2 die notwendige Gelegenheit für **Zwischenladungen** im Fernverkehr. An den Tankstellen oder Tank- und Rastanlagen bedarf es nicht nur Wasserstoffzapfsäulen, sondern auch eine Vielzahl von Schnellladestationen bei sehr hohen Ladeleistungen und geforderten kurzen Ladedauern. Bei Ladestationen an Tankstellen sind Ladeleistungen von 22 – 100 kW DC oder Schnellladestationen mit 100 – 150 kW geeignet, um die Standzeiten der Fahrzeuge möglichst gering zu halten. Auf Grund der hohen Nachfrage durch die Anzahl von Nutzfahrzeugen mit potenziell großen Batteriekapazitäten der Fahrzeugklasse N3 werden an Autobahntankstellen oder Tank- und Rastanlagen Ladeleistungen von 350 – 500 kW DC* und entlang der Hauptverkehrsachsen von >750 kW DC* notwendig. Das Megawatt Charging System für Ladeleistungen >750 kW DC befindet sich aktuell in der Entwicklung und wird voraussichtlich bis zum Jahr 2023 fertiggestellt sein (NPM 2021, S. 11). Die Standzeiten an Tankstellen von ca. 30 bis 60 Minuten (bis 80 % Ladezustand) können die Nutzenden für Lenkzeitunterbrechungen oder Ruhepausen während der Betriebszeit nutzen.

Der Aufbau von Ladeinfrastruktur an Autobahnraststätten und Autohöfen ist ebenfalls für die **Nachtladungen** im Fernverkehr notwendig. Um die Ladevorgänge in den 11 Stunden Ruhezeit der Lkw-Fahrerinnen und Lkw-Fahrer durchzuführen, ist in der Regel Ladeinfrastruktur mit niedriger Ladeleistung von ≤22 kW AC bzw. 22 − 100 kW DC* ausreichend. Allerdings muss diese möglichst reservierbar sein, um eine sichere Versorgung zu gewähr-

leisten. Eine höhere Ladeleistung über Nacht von 100 – 150 kW DC* kann für die Fahrzeuggrößenklasse N3 sinnvoll sein. Ein bestehender Stellplatzmangel muss bei dem Ausbau der Tank- und Ladeinfrastruktur beachtet werden.

Autobahn (Kernnetz)

Im Vergleich zu den stationären Lademöglichkeiten kann eine dynamische Ladung durch eine streckenseitige Oberleitungsinfrastruktur und einem auf dem Fahrzeug verbauten Stromabnehmer bzw. Pantograph während der Fahrt erfolgen.

Bei verbundenem Stromabnehmer wird der Elektromotor angetrieben und zusätzlich die Batterie aufgeladen. Der oberleitungselektrische Fahranteil bestimmt somit die streckenseitige Ladedauer beim Einsatz der Fahrzeuge. Die Lenkzeit kann dementsprechend für die Ladevorgänge verwendet werden. Eine gegebenenfalls zusätzlich erforderliche stationäre Betankung oder Ladung, wie z. B. am **Betriebshof bzw. Depot** oder an **Tankstellen**, ergibt sich aus der Länge der Vor- und Nachlaufstrecken.

In Deutschland befinden sich aktuell drei Teststrecken im Betrieb: Auf der Bundesstraße B462 in Baden-Württemberg sind beidseitig 4 km (eWayBW) sowie auf den Autobahnen A5 in Hessen (ELISA) und der A1 in Schleswig-Holstein (FESH) jeweils 5 km elektrifiziert.

Ein Aufbau eines Teilnetzes oder von geeigneten Pendelstrecken würde den Praxistest mit dem Fokus auf logistische Prozesse ermöglichen. Perspektivisch kann ein langfristig nutzbares innerdeutsches Kernnetz mit Anbindung an das Ausland für die Nutzerinnen und Nutzer des dynamischen Ladens mittels Oberleitungsinfrastruktur entstehen.

Wie zielgerichtet eine Tank- und Ladeinfrastruktur aufgebaut werden kann, ergibt sich aus der Kombination der Nachfrage (Nutzungsszenarien) und der Technologie (Tank- und Ladeszenarien), die in den Use Cases des folgenden Kapitels abgebildet sind.

6 Use Cases für klimafreundliche Nutzfahrzeuge zur Steuerung des bundesweiten Tank- und Ladeinfrastrukturaufbaus

Im Folgenden werden Use Cases für die Nutzung von klimafreundlichen Nutzfahrzeugen für die identifizierten Nutzungsszenarien abgeleitet und damit eine Grundlage zur Vorbereitung des bundesweiten Roll-outs klimafreundlicher Nutzfahrzeuge gelegt. Ein Use Case liegt vor, wenn der Einsatz eines Nutzfahrzeugs mit alternativem Antrieb in den logistischen Betriebsablauf eines der 22 identifizierten Nutzungsszenarien (siehe Kapitel 3) integrierbar ist (z. B. aufgrund der Tourenlänge) und eine adäquate Tank- bzw. Lademöglichkeit (siehe Kapitel 5) zugeordnet werden konnte. Dafür wurden die Anforderungen der Nachfrage (Nutzungsszenarien) mit den Möglichkeiten des Angebots (Antriebstechnologie und Tank- bzw. Ladeinfrastruktur) abgeglichen.

Die Grundlage für die Ableitung der Use Cases der Nutzungsszenarien stellt die Kombinatorik in Abbildung 2 auf Seite 14 dar. Daraus abgeleitet ergibt sich die Matrix in der Abbildung 7 auf Seite 39, in der die zu prüfenden Use Cases in grau eingefärbt sind. Die Use Cases ohne technisch oder betrieblich realistische Anwendung sind weiß eingefärbt.

Im Folgenden werden die Nutzungsszenarien charakterisiert, indem typische Tour-/Fahrmuster dargestellt und in Form von Steckbriefen die Use Cases beschrieben werden, die als geeignete Kombinationen aus Antriebstechnologien und Tank-/Lademöglichkeiten zur Lösung praktischer Transportaufgaben identifiziert wurden. In jedem Nutzungsszenario werden mögliche Use Cases für Batterie-Fahrzeuge, Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge sowie Oberleitungshybrid-Fahrzeuge betrachtet.

Für jedes Nutzungsszenario konnte eine geeignete Kombination von Antriebstechnologie und Tank-/Ladeinfrastruktur gefunden werden. Diese sind in der Übersichtsgrafik grün markiert. Es wurden auch Kombinationen berücksichtigt, die nur eingeschränkt, d. h. unter bestimmten dort aufgeführten Rahmenbedingungen, geeignet sind. Diese sind in den Übersichtsgrafiken gelb markiert. Es ergeben sich damit für die einzelnen Nutzungsszenarien meist mehrere Use Cases, die sich aus der Kombination aus Antriebstechnologie und Tank-/Ladeinfrastruktur ergeben.

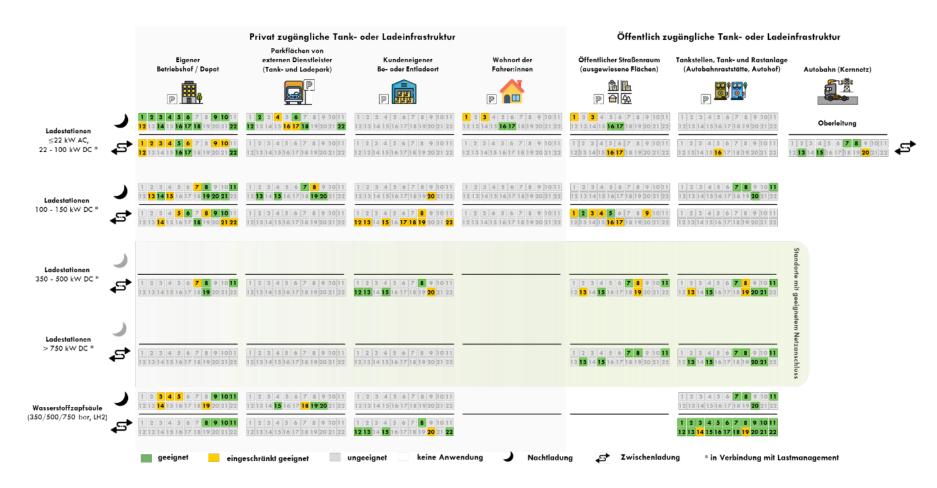


Abbildung 7: Matrix der Use Cases als Kombination der Nutzungsszenarien und der Tank-/Ladeszenarien

6.1 Use Cases im Nutzungsszenario #1 "Distribution KMU" N1

Das Nutzungsszenario #1 ist in Abbildung 8 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Kleinere Betriebe mit Filialen, hauptsächlich aus dem Lebensmittelbereich (z. B. Bäckereien)
- Tendenziell Fahrzeuge der Klasse N1
- Eigener Fuhrpark
- Rundlauf mit Start- und Zielpunkt "Betriebshof", gegebenenfalls mehrmals am Tag
- Kurzer Aufenthalt beim Entladen
- Fahrzeuge stehen über Nacht meist auf Betriebshof oder am Wohnort der Fahrenden



Abbildung 8: Nutzungsszenario #1 "Distribution KMU" N1

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 9 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur (Tank- und Ladeszenario) im Nutzungsszenario #1:

- Für die Distribution durch KMU mit der Fahrzeugklasse N1 bietet sich insbesondere im städtischen Gebiet an, batterieelektrische Nutzfahrzeuge einzusetzen, die über Nacht geladen werden. Durch die lange Standzeit außerhalb der Betriebszeiten ist die Investition in Ladeinfrastruktur mit niedriger Ladeleistung von ≤22 kW AC auf dem Betriebshof ausreichend.
- Werden die Fahrzeuge ebenfalls privat für den Arbeitsweg verwendet, kann eine Investition in Ladeinfrastruktur mit niedriger Ladeleistung am Wohnort des Fahrenden sinnvoll sein. Alternativ sollte im umliegenden Straßenraum eine öffentlich zugängliche Ladestation für die Nachtladung aufgesucht werden.
- Die meisten Verteilfahrten benötigen in der Regel keine Zwischenladungen. Falls diese jedoch erforderlich sind, sollte die Standzeit während der Beladung am Betriebshof zwischen mehreren Touren genutzt werden, da die Aufenthalte an den Entladeorten kurz sind.

 Insbesondere bei Verteilfahrten im ländlichen Raum mit großen Entfernungen zwischen den Start- und Zielpunkt stellen Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge eine Möglichkeit dar, ein größeres Servicegebiet abzudecken. Für KMU sind hauptsächlich öffentliche Wasserstofftankstellen zum Betanken der Fahrzeuge geeignet.

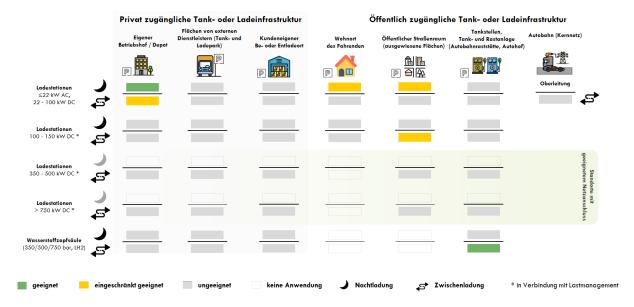


Abbildung 9: Use Cases im Nutzungsszenario #1 "Distribution KMU" N1

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #1 ist in Anhang A.3 aufgeführt.

6.2 Use Cases im Nutzungsszenario #2 "Distribution KMU" N2

Das Nutzungsszenario #2 ist in Abbildung 10 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Mittelständische Betriebe mit Filialen, hauptsächlich aus dem Lebensmittelbereich
 (z. B. Großbäckereien)
- Fahrzeuge der Klasse N2
- Regionale Umlauftouren bis zu 300 km pro Tag
- Eigener Fuhrpark
- Rundlauf mit Start- und Zielpunkt "Betriebshof"
- Kurzer Aufenthalt beim Entladen
- Über Nacht parken auf Betriebshof

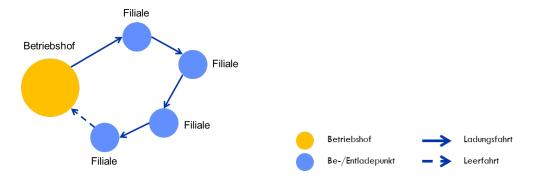


Abbildung 10: Nutzungsszenario #2 "Distribution KMU" N2

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 11 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #2:

- Für die Distribution von KMU mit der Fahrzeugklasse N2 ist der Einsatz von batterieelektrischen Nutzfahrzeugen sinnvoll. Eine niedrige Ladeleistung von ≤22 kW AC bzw.
 22 100 kW DC* reicht in der Regel aus, um die Fahrzeuge in kleinen Flotten über Nacht wiederaufzuladen.
- Die primär gewerbliche Nutzung in der Fahrzeugklasse N2 macht den Betriebshof zum zentralen Ladeort. Alternativ bieten sich nahegelegene betriebsfremde Flächen von externen Dienstleistern an, insbesondere wenn es sich bei den Nutzern bzw. Unternehmen um Kleinst- und Kleinunternehmen handelt, bei denen keine Ladeinfrastruktur am eigenen Betriebshof errichtet werden kann.
- Die meisten Verteilfahrten der KMU benötigen in der Regel keine Zwischenladungen. Falls diese jedoch erforderlich sind, könnte gerade für KMU das Schnellladen an öffentlichen Ladestationen mit einer Ladeleistung von 100 – 150 kW in einer der Lenkzeitunterbrechungen des Fahrenden eine geeignete Möglichkeit bieten.

 Insbesondere bei Verteilfahrten im ländlichen Raum mit großen Entfernungen zwischen den Start- und Zielpunkt oder bei einem größeren Servicegebiet bieten sich Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge an. Für KMU sind hauptsächlich öffentliche Wasserstofftankstellen zum Betanken der Fahrzeuge geeignet.

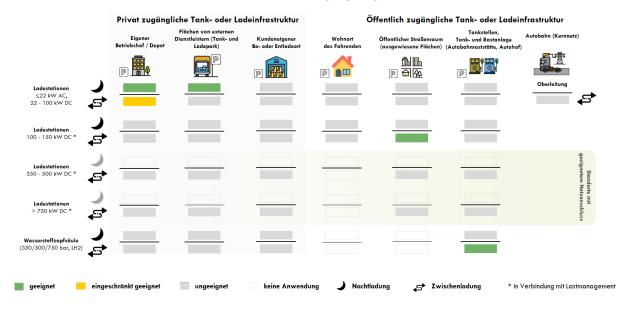


Abbildung 11: Use Cases im Nutzungsszenario #2 "Distribution KMU" N2

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #2 ist in Anhang A.4 aufgeführt.

6.3 Use Cases im Nutzungsszenario #3 "Paketdienste Last Mile" N1

Das Nutzungsszenario #3 ist in Abbildung 12 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Auslieferung von Paketen, B2B und B2C
- Fahrzeuge der Klasse N1
- Eigener Fuhrpark, große Flotte
- Beauftragte Subunternehmer
- Rundlauf mit Start- und Zielpunkt "Betriebshof", Zustell- und Sammeltouren oft zeitlich getrennt
- Sehr kurzer Aufenthalt beim Kunden
- Abstellen der Fahrzeuge auf Betriebshof oder am Wohnort des Subunternehmers



Abbildung 12: Nutzungsszenario #3 "Paketdienste Last Mile" N1

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 13 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #3:

- Für den Paketdienst mit der Fahrzeugklasse N1 bietet es sich insbesondere im städtischen Gebiet an, batterieelektrische Nutzfahrzeuge einzusetzen, die über Nacht geladen werden.
- Durch die relativ kleinen Fahrzeuge der Klasse N1 und die meist langen Standzeiten ist die Investition in Ladeinfrastruktur mit niedriger Ladeleistung von ≤22 kW AC auf dem Betriebshof ausreichend.
- Fahrzeuge von Subunternehmen werden über Nacht vor allem am Wohnort des Fahrenden oder an einer privaten oder im umliegenden Straßenraum öffentlich zugänglichen Ladestation geladen.
- Auf Grund der geringen Tagesfahrleistung sind Zwischenladungen während der Betriebszeit nur eingeschränkt geeignet. Falls diese jedoch erforderlich sind, sollte die Standzeit zwischen mehreren Touren auf dem Betriebshof zur Beladung genutzt werden. Notfallladungen bei sehr niedrigem Ladezustand wären im öffentlichen Straßenraum möglich. Aus betrieblicher Perspektive gilt es diese jedoch zu vermeiden.

Insbesondere bei Bedienung ländlicher Räume mit langen Touren kann es sinnvoll sein,
 Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge einzusetzen, die bei öffentlichen Tankstellen oder - bei ausreichender Größe des wasserstoffangetriebenen Fuhrparks - auf dem Betriebshof betankt werden können.



Abbildung 13: Use Cases im Nutzungsszenario #3 "Paketdienste Last Mile" N1

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #3 ist in Anhang A.5 aufgeführt.

6.4 Use Cases im Nutzungsszenario #4 "Paketdienste Last Mile" N2

Das Nutzungsszenario #4 ist in Abbildung 14 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Auslieferung von Paketen und größeren Sendungen, B2B und B2C
- Fahrzeuge der Klasse N2
- Eigener Fuhrpark, große Flotte
- Rundlauf mit Start- und Zielpunkt "Betriebshof", Zustell- und Sammeltouren oft zeitlich getrennt
- Sehr kurzer Aufenthalt beim Kunden
- Abstellen der Fahrzeuge auf Betriebshof



Abbildung 14: Nutzungsszenario #4 "Paketdienste Last Mile" N2

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 15 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #4:

- Für den Paketdienst mit der Fahrzeugklasse N2 bietet sich der Einsatz von batterieelektrischen Nutzfahrzeugen an. Insbesondere in städtischen Gebieten können die
 Fahrzeuge mit niedriger Ladeleistung von ≤22 kW AC bzw. 22 100 kW DC* über
 Nacht am Betriebshof geladen werden. Bei größeren Fuhrparks ist jedoch ein Lastmanagementsystem sinnvoll, welches die verschiedenen Fahrzeuge gleichermaßen auflädt.
- Für N2-Fahrzeuge von Subunternehmen kann es sich mit eignen, über Nacht Parkflächen von externen Dienstleistern aufzusuchen, auch wenn diese aufgrund der gegebenenfalls bestehenden Entfernung zum Standort der Nutzer eingeschränkt sinnvoll sind.
- Die meisten Servicegebiete der Paketdienste werden aufgrund der kurzen Tourenlänge ohne Zwischenladungen bedient werden können. Wo dies nicht möglich ist, kann jedoch eine angemessene Anzahl an Ladestationen mit einer Ladeleistung von 100 – 150 kW für Schnellladungen vorgehalten werden.

• Insbesondere bei der Bedienung ländlicher Räume oder in größeren Servicegebieten kann es sinnvoll sein, **Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge** einzusetzen, die bei öffentlichen **Tankstellen** oder - bei ausreichender Größe des wasserstoffangetriebenen Fuhrparks - auf dem **Betriebshof** betankt werden können.



Abbildung 15: Use Cases im Nutzungsszenario #4 "Paketdienste Last Mile" N2

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #4 ist in Anhang A.6 aufgeführt.

6.5 Use Cases im Nutzungsszenario #5 "Kommunale Servicebetriebe" N1

Das Nutzungsszenario #5 ist in Abbildung 16 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Servicebetriebe der öffentlichen Hand (z. B. Straßenreinigung)
- Fahrzeuge der Klasse N1
- Eigener Fuhrpark
- Rundlauf mit Start- und Zielpunkt "Betriebshof", oft mehrmalig
- Viele planbare Stopps, kurze Aufenthalte
- Übernachtparken auf Betriebshof

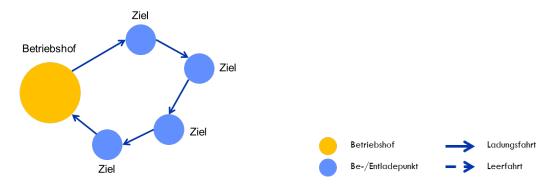


Abbildung 16: Nutzungsszenario #5 "Kommunale Servicebetriebe" N1

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 16 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #5:

- Der Betriebshof von kommunalen Servicebetrieben eignet sich insbesondere bei batterieelektrischen Nutzfahrzeugen der Fahrzeugklasse N1 für mehrere kurze Ladevorgänge am Tag. Jede Gelegenheit kann bei mehrfacher Rückkehr zum Betriebshof für kurze Zwischenladungen genutzt werden. Die Fahrzeuge können auf Grund der naheliegenden Ziele konstant auf einem hohen Ladezustand gehalten und über Nacht wieder vollständig aufladen werden. Durch die Standzeiten ist die Investition in Ladeinfrastruktur mit niedriger Ladeleistung ≤22 kW AC bzw. 22 100 kW DC* auf dem Betriebsgelände ausreichend.
- Der öffentliche Straßenraum kann die zusätzliche Möglichkeit von Schnellladungen bieten.
- Für größere kommunale Servicebetriebe oder in einem großen Servicegebiet kann der Einsatz von Fahrzeugen vorteilhaft sein, die bei öffentlichen Tankstellen betankt werden. Bei ausreichender Größe des wasserstoffangetriebenen Fuhrparks wäre auch auf dem Betriebshof eine Betankung mit einer kleinen Tankstelle denkbar.

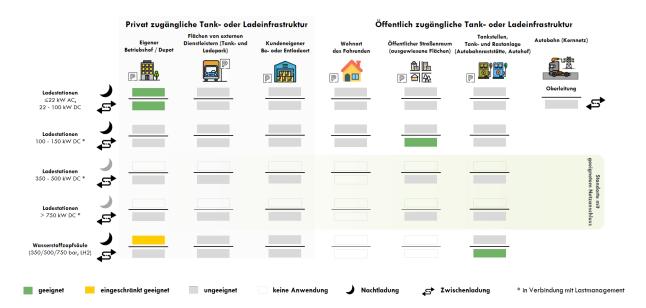


Abbildung 17: Use Cases im Nutzungsszenario #5 "Kommunale Servicebetriebe" N1 Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #5 ist in Anhang A.7 aufgeführt.

6.6 Use Cases im Nutzungsszenario #6 "Stückgut Nahverkehr" N2

Das Nutzungsszenario #6 ist in Abbildung 18 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Ausliefer- und Sammeltouren von Speditionen mit meist palettierten Sendungen im Nahverkehr, hauptsächlich B2B
- Fahrzeuge der Klasse N2
- Eigener Fuhrpark
- Rundlauf mit Start- und Zielpunkt "Betriebshof", gegebenenfalls mehrmalig, einschließlich Sammeltour
- Kurzer Aufenthalt beim Kunden



Abbildung 18: Nutzungsszenario #6 "Stückgut Nahverkehr" N2

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 19 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #6:

- Für die Speditionsunternehmen im Stückgut-Nahverkehr sind batterieelektrische leichte Lkw der Fahrzeugklasse N2 (12 t zGG) für die Verteil- und Sammeltouren geeignet.
- Der Betriebshof bzw. das Depot stellt für die Nutzer bzw. Unternehmen den primären Ladeort dar. Die Reichweite der batterieelektrischen Fahrzeuge reicht in der Regel für die benötigte Tagesfahrleistung in den festen Tourengebieten aus. Die Ladevorgänge der Fahrzeuge können täglich über Nacht mit einer niedrigen Ladeleistung von ≤22 kW AC bzw. 22 – 100 kW DC* erfolgen.
- Die meisten Verteil- und Sammeltouren benötigen keine Zwischenladungen. Falls diese jedoch erforderlich sind, sollte die Standzeit während der Beladung am Betriebshof (30 bis 60 Minuten) zwischen mehreren Touren genutzt werden, weil die Aufenthalte an den Entladeorten bei den verschiedenen Kunden zu kurz sind.
- Die Speditionsunternehmen sind teilweise in Kooperationen organisiert. Für Kooperationspartner ohne eigenen Betriebshof können reservierbare Flächen von externen

Dienstleistern für die Nachtladung geeignet sein oder eine Möglichkeit der geteilten Nutzung der Ladeinfrastruktur an einem gemeinsamen Depot.

- Das Laden im öffentlichen Straßenraum ist in der Fahrzeugklasse N2 eingeschränkt geeignet, da selten eine ausreichend große Parkfläche gekennzeichnet ist.
- Der Einsatz von Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeugen ist für die Nutzer ebenfalls geeignet. Durch die Reichweite und kurze Betankungsdauer von 5 bis 15 Minuten kann dies an öffentlichen **Tankstellen** erfolgen.



Abbildung 19: Use Cases im Nutzungsszenario #6 "Stückgut Nahverkehr" N2

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #6 ist in Anhang A.8 aufgeführt.

6.7 Use Cases im Nutzungsszenario #7 "Ladungsverkehr Linie" N3

Das Nutzungsszenario #7 ist in Abbildung 20 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Fernverkehr zwischen Versender und Empfänger durch Speditionen bzw. Frachtführer
- Teil- und Ganzladungen mit gegebenenfalls mehreren Versendern und Empfängern
- Fahrzeuge der Klasse N3
- Eigener Fuhrpark, tendenziell kleine Flotte
- Hin- und Rückfahrt zwischen Start- und Zielpunkt, "Betriebshof" separat
- Feste Start- und Zielregionen
- Fahrtpausen meist auf Tank- und Rastanlagen



Abbildung 20: Nutzungsszenario #7 "Ladungsverkehr Linie" N3

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 21 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #7:

- Der Ladungsverkehr Linie mit Sattelzugmaschinen der Fahrzeugklasse N3 (30 44 t zGG) stellt aktuell ein anspruchsvolles Nutzungsszenario dar, insbesondere auf Grund der hohen Tagesfahrleistung im innerdeutschen Fernverkehr und langen Einsatzzeiten im Umlauf ohne Rückkehr zum Betriebshof. Perspektivisch können jedoch alle drei Antriebstechnologien geeignete Use Cases ermöglichen.
- Oberleitungshybrid-Fahrzeuge, die das Laden während der Fahrt durch Oberleitungen nutzen, eigenen sich für den Einsatz aufgrund der festen Relationen und Lieferzeiten auf den Pendelstrecken sowie aufgrund des hohen Autobahnanteils zwischen den Start- und Zielregionen. Dies bietet die Möglichkeit einer streckenseitigen Ladung durch die Oberleitungsinfrastruktur während der Lenkzeit und einer stationären Betankung bzw. Ladung an Tank- und Rastanlagen in den Lenkzeitunterbrechungen oder über Nacht.
- Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge sind in der Fahrzeugklasse N3 auf Grund der ausreichenden Reichweite für eine Richtung der Pendelstrecke mit üblicherweise mehreren hundert Kilometern und kurzen Betankungszeiten von ca. 15 bis 30 Minuten an geeigneten Wasserstofftankstellen für den Einsatz geeignet.

Das Laden von batterieelektrischen Fahrzeugen während der Lenk- und Ruhezeitenmit großen Batteriekapazitäten (ca. 500 – 600 kWh) und sehr hohen Ladeleistungen von mindestens 350 – 500 kW DC* bzw. am besten >750 kW DC* bedarf einer Ladeinfrastruktur an Tank- und Rastanlagen oder auf ausgewiesenen Flächen im öffentlichen Straßenraum. Die Zwischenladungen können dann mit einer entsprechend niedrigen Ladedauer von 30 bis 45 Minuten in den Lenkzeitunterbrechungen durchgeführt werden. Für die Nachtladungen an diesen Orten ist eine Ladeleistung von 100 – 150 kW DC* erforderlich. Der Betriebshof ist auf Grund der separaten Rückkehr außerhalb der Touren nur eingeschränkt für die Ladevorgänge geeignet. Für Unternehmen ohne Betriebshof, die im Auftrag der Kunden transportieren, können sich Flächen von externen Dienstleistern in den Start- oder Zielregionen für Nachtladungen eignen.

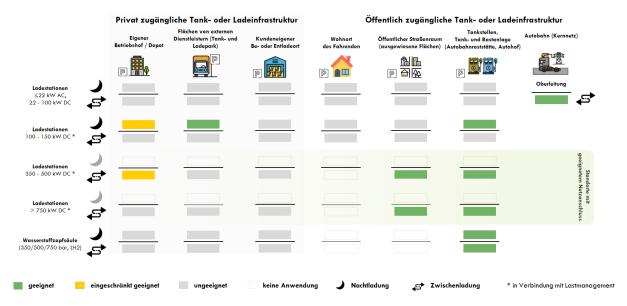


Abbildung 21: Use Cases im Nutzungsszenario #7 "Ladungsverkehr Linie" N3

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #7 ist in Anhang A.9 aufgeführt.

6.8 Use Cases im Nutzungsszenario #8 "KEP/Stückgut Fernverkehr" N3

Das Nutzungsszenario #8 ist in Abbildung 22 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Fernverkehr von Paketdiensten und Logistikdienstleistern zwischen Depots/Niederlassungen und Umschlagsknoten/Sortierzentren, im Auftrag
- Fahrzeuge der Klasse N3
- Eigener Fuhrpark, tendenziell kleine Flotte
- Hin- und Rückfahrt zwischen Start- und Zielpunkt, "Betriebshof" separat
- Enge Zeitfenster hinsichtlich Ankunft und Abfahrt; Standzeiten bei Be- und Entladung bis zu mehreren Stunden



Abbildung 22: Nutzungsszenario #8 "KEP/Stückgut Fernverkehr" N3

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 23 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #8:

- Der KEP/Stückgut Fernverkehr zwischen den Umschlags- und Sortierzentren, Depots und Hubs der Paket- und Stückgutnetze mit schweren Lkw der Fahrzeugklasse N3 (20 – 30 t zGG) stellt, auf Grund der hohen Tagesfahrleistung und langen Einsatzzeiten teilweise im Zweischichtbetrieb, aktuell ein anspruchsvolles Nutzungsszenario dar. Perspektivisch können jedoch alle drei Antriebstechnologien geeignete Use Cases ermöglichen.
- Oberleitungshybrid-Fahrzeuge, die das Laden während der Fahrt durch Oberleitungen nutzen, eigenen sich für den Einsatz durch die festen Relationen und Lieferzeiten auf den Pendelstrecken sowie dem hohen Autobahnanteil zwischen den Umschlags- oder Sortierzentren.
- Dies bietet die Möglichkeit einer streckenseitigen Ladung durch die Oberleitungsinfrastruktur während der Lenkzeit und einer stationären Betankung bzw. Ladung am Betriebshof oder an Tank- und Rastanlagen in den Lenkzeitunterbrechungen.
- Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge in der Fahrzeugklasse N3 sind auf Grund der ausreichenden Reichweite für eine Richtung der Pendelstrecke und kurzen Betan-

kungszeiten von ca. 10 bis 20 Minuten für den Einsatz geeignet. Für entsprechende Betankungen wären vor allem die Stand- und Wartezeiten am kundeneigenen Be- oder Entladeort sowie an nahgelegenen öffentlichen Tankstellen oder die Lenkzeitunterbrechungen an Tank- und Rastanlagen über Nacht geeignet. An zentralen betriebseigenen Depots und bei einer ausreichend großen wasserstoffangetriebenen Fuhrparkgröße kann ebenfalls der Betrieb einer unternehmenseigenen Wasserstofftankstelle sinnvoll sein.

• Das Laden von batterieelektrischen Fahrzeugen mit großen Batteriekapazitäten (ca. 350 – 600 kWh) und sehr hohen Ladeleistungen von mindestens 350 – 500 kW DC* bzw. am besten >750 kW DC* bedarf einer Ladeinfrastruktur an Tank- und Rastanlagen oder auf ausgewiesenen Flächen im öffentlichen Straßenraum. Die Zwischenladungen können dann mit einer entsprechend niedrigen Ladedauer von 30 bis 45 Minuten in den Lenkzeitunterbrechungen durchgeführt werden. Längere Stand- und Wartezeiten von 1 bis 3 Stunden am kundeneigenen Be- oder Entladeladeort (sofern Subunternehmen die Transporte übernehmen) bzw. am betriebseigenen Depot könnten mit einer Ladeleistung von 300 – 500 kW DC genutzt werden. Für die Nachtladungen ist eine Ladeleistung von 100 – 150 kW DC* erforderlich. Der eigene Betriebshof bzw. das Depot sind als hauptsächlicher Ladeort über Nacht geeignet. Für Unternehmen ohne Betriebshof, die im Auftrag der Kunden transportieren, sind Parkflächen von externen Dienstleistern in den Start- oder Zielregionen eingeschränkt geeignet.

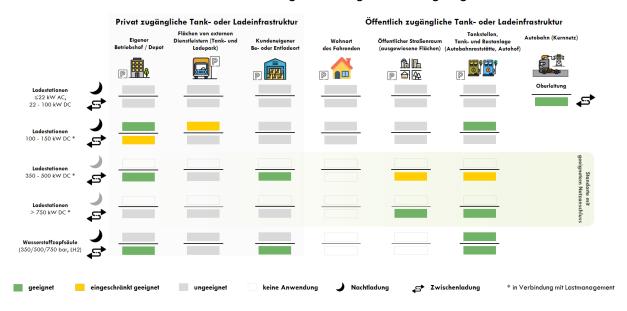


Abbildung 23: Use Cases im Nutzungsszenario #8 "KEP/Stückgut Fernverkehr" N3

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #8 ist in Anhang A.10 aufgeführt.

6.9 Use Cases im Nutzungsszenario #9 "Distribution LEH" N1

Das Nutzungsszenario #9 ist in Abbildung 24 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Supermarktketten mit eigenen Filialen; Belieferung von den regionalen Verteilzentren zu den Filialen und Endkunden
- Fahrzeuge der Klasse N1 (insbesondere Direktbelieferung von Lieferanten)
- Eigener Fuhrpark
- Rundlauf mit Start- und Zielpunkt "Betriebshof", oft mehrmalig
- Mittlerer Aufenthalt beim Entladen

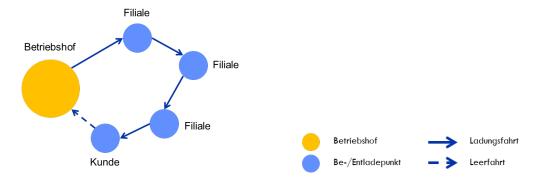


Abbildung 24: Nutzungsszenario #9 "Distribution LEH" N1

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 25 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #9:

- Für die Verteilverkehre im Lebensmitteleinzelhandel bzw. Großhandel von den betriebseigenen Verteilzentren bzw. Depots zu den Filialen und Einzelhandels- oder Endkunden sind batterieelektrische oder bei längeren Strecken wasserstoffbetriebene Transporter mit isoliertem Aufbau und Kühlung der Fahrzeugklasse N1 geeignet. Diese kleineren Nutzfahrzeuge kommen hauptsächlich für die Versorgung sehr ländlicher Gebiete bzw. kleinerer Filialen und für die direkte Endkundenbelieferung durch den aufkommenden Lebensmittel-E-Commerce zum Einsatz.
- Der Betriebshof bzw. das Depot der großen Lebensmitteleinzelhändler sind wegen der großen Fuhrparks für den Aufbau unternehmenseigener Tank- und Ladeinfrastruktur geeignet. Für die Transporter sind niedrige Ladeleistungen von ≤22 kW AC über Nacht ausreichend. Bei einem größeren Servicegebiet oder einer Vielzahl von Filialen bzw. Kunden im ländlichen Raum können Zwischenladungen mit 22 100 kW DC* in den Standzeiten am Betriebshof bzw. Depot während der erneuten Beladung zwischen mehreren Touren genutzt werden. Ladevorgänge während der Entladung an den Filialen sind auf Grund der kurzen Aufenthaltsdauer nicht geeignet.

 Durch die Unternehmensstruktur eignet sich der filialisierte Lebensmitteleinzelhandel zum Betrieb unternehmenseigener Wasserstofftankstellen. Bei einer ausreichend wasserstoffangetriebenen Fuhrparkgröße kann die Betankung direkt in den betriebseigenen Verteilzentren vor oder während der Beladung durchgeführt werden. Alternativ sind durch die sehr kurzen Tankdauern von 3 bis 5 Minuten auch öffentliche Tankstellen geeignet.

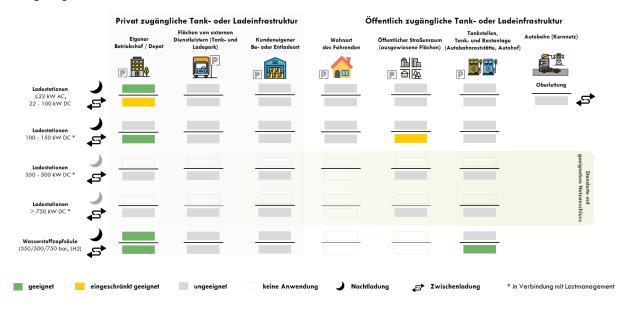


Abbildung 25: Use Cases im Nutzungsszenario #9 "Distribution LEH" N1

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #9 ist in Anhang A.11 aufgeführt.

6.10 Use Cases im Nutzungsszenario #10 "Distribution LEH" N2

Das Nutzungsszenario #10 ist in Abbildung 26 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Supermarktketten bzw. Großhandel mit eigenen Filialen, Belieferung von den regionalen Distributionszentren zu den Filialen; teils auch von anderen Kunden
- Tendenziell Fahrzeuge der Klasse N2, teilweise mit Anhänger
- Eigener Fuhrpark
- Rundlauf mit Start- und Zielpunkt "Betriebshof", oft mehrmalig
- Mittlerer Aufenthalt beim Be- oder Entladen

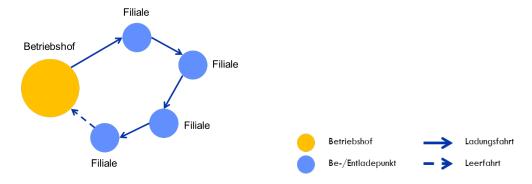


Abbildung 26: Nutzungsszenario #10 "Distribution LEH" N2

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 27 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #10:

- Für die Verteilverkehre im Lebensmitteleinzelhandel bzw. Großhandel von den betriebseigenen Verteilzentren bzw. Depots zu den Filialen und Einzelhandelskunden sind batterieelektrische oder bei längeren Strecken wasserstoffbetriebene leichte Lkw mit isoliertem Aufbau und Kühlung der Fahrzeugklasse N2 geeignet. Diese Größenklasse wird hauptsächlich im Lebensmitteleinzelhandel oft auch in Kombination mit Anhängern eingesetzt.
- Der Betriebshof bzw. das Depot der großen Lebensmitteleinzelhändler sind wegen der großen Fuhrparks für den Aufbau unternehmenseigener Tank- und Ladeinfrastruktur geeignet. Für die leichten Lkws sind niedrige Ladeleistungen von ≤22 kW AC bzw. 22 100 kW DC* über Nacht ausreichend. Bei einem größeren Servicegebiet oder einer Vielzahl von Filialen bzw. Kunden im ländlichen Raum können Zwischenladungen mit 100 150 kW DC* in den Standzeiten am Betriebshof bzw. Depot während der erneuten Beladung zwischen mehreren Touren genutzt werden. Ladevorgänge während der Entladung an den Filialen sind auf Grund der kurzen Aufenthaltsdauer nicht geeignet.

 Durch die Unternehmensstruktur eignet sich der Lebensmitteleinzelhandel zum Betrieb unternehmenseigener Wasserstofftankstellen. Bei einer ausreichend wasserstoffangetriebenen Fuhrparkgröße kann die Betankung direkt in den betriebseigenen Verteilzentren vor oder während der Beladung durchgeführt werden. Alternativ sind durch die sehr kurzen Tankdauern der Transporter von 3 bis 5 Minuten auch öffentliche Tankstellen während der Touren in den Lenkzeitunterbrechungen geeignet.

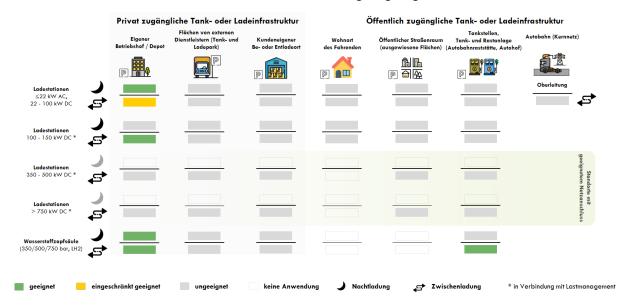


Abbildung 27: Use Cases im Nutzungsszenario #10 "Distribution LEH" N2

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #10 ist in Anhang A.12 aufgeführt.

6.11 Use Cases im Nutzungsszenario #11 "Distribution LEH" N3

Das Nutzungsszenario #11 ist in Abbildung 28 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Supermarktketten bzw. Großhandel mit eigenen Filialen, Belieferung von den zentralen oder regionalen Distributionszentren zu den Regionalzentren und/oder Filialen
- Tendenziell Fahrzeuge der Klasse N3, teilweise mit Anhänger
- Eigener Fuhrpark
- Rundlauf mit Start- und Zielpunkt "Betriebshof", oft mehrmalig
- Feste planbare Ausliefertouren mit filialspezifischen Großmengen
- Mittlerer Aufenthalt beim Be- oder Entladen

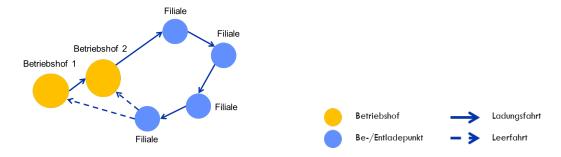


Abbildung 28: Nutzungsszenario #11 "Distribution LEH" N3

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 29 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #11:

- Für die Verteilverkehre im Lebensmitteleinzelhandel bzw. Großhandel von den betriebseigenen Zentral- und Regionalzentren zu den Filialen sind batterieelektrische oder wasserstoffbetriebene schwere Lkw der Fahrzeugklasse N3 (20 30 t zGG) geeignet. Diese meist als Sattelauflieger verkehrenden Lkw werden besonders bei der Versorgung von Discounter-Standorten oder großen Supermärkten eingesetzt.
- Der Betriebshof bzw. das Depot der großen Lebensmitteleinzelhändler sind wegen der großen Fuhrparks für den Aufbau unternehmenseigener Tank- und Ladeinfrastruktur geeignet. Für die schweren Lkws können Ladungen mit 100 150 kW DC* über Nacht vorteilhaft sein, um die größeren Fuhrparks teilweise sequentiell zu laden. Bei einem größeren Servicegebiet oder einer Vielzahl von Filialen bzw. Kunden im ländlichen Raum können Zwischenladungen mit 350 500 kW DC* erforderlich sein, um in den Standzeiten am Betriebshof bzw. Depot, die begrenzten Zeitfenster während der erneuten Beladung zwischen mehreren Touren bestmöglich zu nutzen. Ladevorgänge während der Entladung an den Filialen sind auf Grund der kurzen Aufenthaltsdauer nicht geeignet.

- Bei geeigneter Lage im Servicegebiet können auch Ladestationen mit mindestens 350

 500 kW DC* bzw. am besten >750 kW DC* auf ausgewiesenen Flächen im öffentlichen Straßenraum oder an Tank- und Rastanlagen in den gesetzlichen Lenkzeitunterbrechungen genutzt werden, da diese Lkw in den meisten Fällen längere Strecken zurücklegen als andere des LEH.
- Durch die Unternehmensstruktur eignet sich der Lebensmitteleinzelhandel zum Betrieb unternehmenseigener Wasserstofftankstellen. Bei einer ausreichend wasserstoffangetriebenen Fuhrparkgröße kann die Betankung direkt in den betriebseigenen Verteilzentren vor oder während der Beladung durchgeführt werden. Alternativ sind durch die sehr kurzen Tankdauern der schweren Lkw von 15 bis 30 Minuten auch öffentliche Tankstellen während der Touren in den Lenkzeitunterbrechungen geeignet.

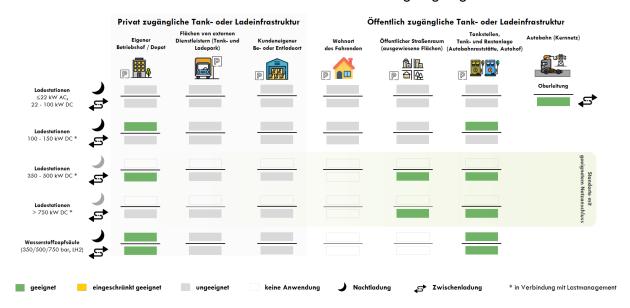


Abbildung 29: Use Cases im Nutzungsszenario #11 "Distribution LEH" N3

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #11 ist in Anhang A.13 aufgeführt.

6.12 Use Cases im Nutzungsszenario #12 "Produktionsversorgung JIT" N2

Das Nutzungsszenario #12 ist in Abbildung 30 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Nahverkehr zwischen Logistikzentrum und Produktion durchgeführt von Speditionen
 bzw. Frachtführern im Pendelverkehr
- Fahrzeuge der Klasse N2
- Eigener Fuhrpark, tendenziell kleine Flotte
- Hin- und Rückfahrt zwischen Start- und Zielpunkt, "Betriebshof" separat, Leerfahrt
- Feste Start- und Zielpunkte, enge Taktung und genaue Zeitvorgaben, Mehrschichtbetrieb
- Standzeiten außerhalb des Schichtbetriebes im Betriebshof



Abbildung 30: Nutzungsszenario #12 "Produktionsversorgung JIT" N2

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 31 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #12:

- Die Produktionsversorgung mit der Fahrzeugklasse N2 (12 t zGG) stellt für die Nutzer der Fahrzeuge als ausführende Transportunternehmen, aktuell ein anspruchsvolles Nutzungsszenario dar, vor allem auf Grund der engen Taktung mit genauen Zeitvorgaben und langen Einsatzzeiten im Mehrschichtbetrieb bei kurzen Standzeiten. Perspektivisch können jedoch wasserstoffbetriebene und batterieelektrische Fahrzeuge geeignete Use Cases ermöglichen.
- Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge sind durch die kurzen Betankungsdauern von ca. 10 bis 15 Minuten in der Fahrzeugklasse N2 für den Einsatz in der Produktionsversorgung gut geeignet. Durch die Bündelungsfunktion am Verteilzentrum bzw. Depot und am Produktionsstandort mehrerer Transportunternehmen kann der Aufbau und Betrieb von kundeneigenen Wasserstofftankstellen geeignet sein. Die Tankinfrastruktur muss eine geeignete H2-Versorgung, wie z. B. durch eine H2-Pipline, mit umfassen. Alternativ können die Betankungen an nahegelegenen öffentlichen Wasserstofftankstellen erfolgen.

- Der Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen ist bei einer sehr hohen Ladeleistung von 350 500 kW DC* am kundeneigenen Be- oder Entladeort geeignet. Die Ladeinfrastruktur kann sowohl am Verteilzentrum bzw. Depot als auch am Produktionsstandort aufgebaut sein. An beiden Pendelorten können die Stand- oder Wartezeiten von ca. 30 bis 60 Minuten während der Be- oder Entladung genutzt werden. Bei niedrigerer Ladeleistung von 100 150 kW DC* müssen mehr Ladevorgänge eingeplant werden. Durch die Vielzahl an unterschiedlichen Transportunternehmen an den Be- oder Entladeorten ist eine zentrale Reservierung bzw. Vergabe der Infrastrukturnutzung erforderlich.
- Die Nutzenden der Fahrzeuge die ausführenden Transportunternehmen sind auf die leistungsfähige Ladeinfrastruktur angewiesen. Sie verfügen meist nicht über einen eigenen Betriebshof oder die Flächenverfügbarkeit lässt einen Aufbau von Infrastruktur nicht oder nur eingeschränkt zu. Der eigene Betriebshof ist daher nur eingeschränkt für Zwischenladungen oder Ladungen über Nacht geeignet.

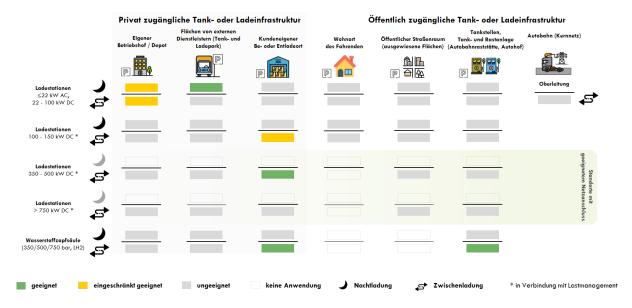


Abbildung 31: Use Cases im Nutzungsszenario #12 "Produktionsversorgung JIT" N2

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #12 ist in Anhang A.14 aufgeführt.

6.13 Use Cases im Nutzungsszenario #13 "Produktionsversorgung JIT" N3

Das Nutzungsszenario #13 ist in Abbildung 32 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Nahverkehr zwischen Logistikzentrum und Produktion durchgeführt von Speditionen
 bzw. Frachtführern im Pendelverkehr
- Fahrzeuge der Klasse N3
- Eigener Fuhrpark, tendenziell kleine Flotte
- Hin- und Rückfahrt zwischen Start- und Zielpunkt, "Betriebshof" separat, Leerfahrt
- Feste Start- und Zielpunkte, enge Taktung und genaue Zeitvorgaben, Mehrschichtbetrieb
- Mittlere Standzeiten im Logistikzentrum, außerhalb des Schichtbetriebes Standzeiten im Betriebshof



Abbildung 32: Nutzungsszenario #13 "Produktionsversorgung JIT" N3

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 33 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #13:

- Die Produktionsversorgung mit der Fahrzeugklasse N3 (30 44 t zGG) im Nah- oder Regionalverkehr stellt aktuell ein anspruchsvolles Nutzungsszenario dar, vor allem auf Grund der engen Taktung mit genauen Zeitvorgaben und langen Einsatzzeiten im Mehrschichtbetrieb bei kurzen Standzeiten. Perspektivisch können alle drei Antriebstechnologien für die Nutzer als ausführende Transportunternehmen jedoch geeignete Use Cases ermöglichen.
- Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge sind durch die kurzen Betankungsdauern von ca. 15 bis 30 Minuten in der Fahrzeugklasse N3 für den Einsatz in der Produktionsversorgung gut geeignet. Durch die Bündelungsfunktion am Verteilzentrum bzw. Depot und am Produktionsstandort mehrere Transportunternehmen kann der Aufbau und Betrieb von kundeneigenen Wasserstofftankstellen geeignet sein. Die Tankinfrastruktur muss über eine geeignete H₂-Versorgung, wie z. B. durch eine H₂-Pipline, verfügen. Alternativ können die Betankungen an nahegelegenen öffentlichen Wasserstofftankstellen erfolgen.

- Der Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen ist bei einer sehr hohen Ladeleistung von 350 500 kW DC* am kundeneigenen Be- oder Entladeort geeignet. Die Ladeinfrastruktur kann sowohl am Verteilzentrum bzw. Depot als auch am Produktionsstandort aufgebaut sein. An beiden Pendelorten können die Stand- oder Wartezeiten von ca. 30 bis 60 Minuten während der Be- oder Entladung genutzt werden. Durch die Vielzahl an unterschiedlichen Transportunternehmen an den Be- oder Entladeorten ist eine zentrale Reservierung bzw. Vergabe der Infrastrukturnutzung erforderlich.
- Eine sehr leistungsfähige Ladeinfrastruktur an ausgewiesenen Flächen im öffentlichen Straßenraum oder an Tankstellen an Hauptverkehrsachsen mit >750 kW DC* könnten kurze Zwischenladungen in den Lenkzeitunterbrechungen ermöglichen.
- Die ausführenden Transportunternehmen sind auf die leistungsfähige Ladeinfrastruktur angewiesen. Der eigene Betriebshof ist nur eingeschränkt für Zwischenladungen oder Ladungen über Nacht geeignet.
- Bei der Nutzung von batterieelektrischen Oberleitungshybrid-Fahrzeugen kann der Betriebshof geeignet sein, um die meist kleineren Batterien über Nacht aufzuladen. Andernfalls sollte ebenfalls der kundeneigene Be- oder Entladeort für die Zwischenladungen genutzt werden. Der Einsatz der OH-Fahrzeuge ist im Nah- und Regionalverkehr nur geeignet, wenn ein ausreichend langer Teilabschnitt der Pendelstrecke über die Autobahn mit Oberleitungsinfrastruktur führt. Eine dedizierte Investition in ausschließlich für die Produktionsversorgung aufgebaute Oberleitungsinfrastruktur ist nicht immer sinnvoll. Eine Kombination mit anderen Use Cases bzw. Nutzungsszenarien, wie z. B. Ladungsverkehr Linie, sollte geprüft werden, um eine unternehmensbezogene Förderung auszuschließen.

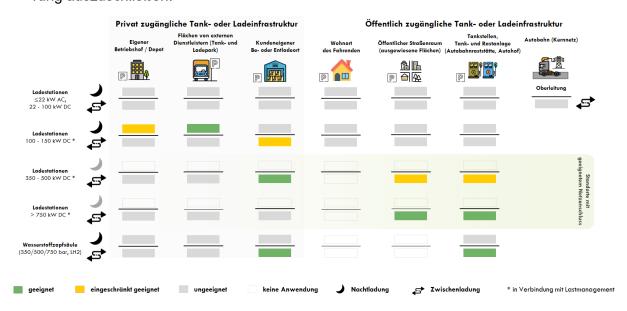


Abbildung 33: Use Cases im Nutzungsszenario #13 "Produktionsversorgung JIT" N3

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #13 ist in Anhang A.15 aufgeführt.

6.14 Use Cases im Nutzungsszenario #14 "Entsorgung" N3

Das Nutzungsszenario #14 ist in Abbildung 34 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Entsorgungsbetriebe der öffentlichen Hand
- Tendenziell Fahrzeuge der Klasse N3
- Eigener Fuhrpark
- Rundlauf mit Start- und Zielpunkt "Betriebshof", oft mehrmalige Touren
- Viele Stopps, kurze Aufenthalte
- Nachtparken im Betriebshof, feste Nutzungszeiten



Abbildung 34: Nutzungsszenario #14 "Entsorgung" N3

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 35 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #14:

- Für die Sammelfahrten der Entsorgungsfahrzeuge mit speziellen Aufbauten sind batterieelektrische und wasserstoffbetriebene Fahrzeuge der Fahrzeugklasse N3 (12 – 18 t bzw. 26 – 32 t zGG) geeignet.
- Die Nutzer der verantwortlichen Kommunen oder Entsorgungsunternehmen können geeignete batterieelektrische Fahrzeugmodelle außerhalb der Betriebszeiten laden. Die Fahrzeuge starten die Sammeltouren täglich am Betriebshof und können über Nacht mit einer niedrigen Ladeleistung von ≤22 kW AC bzw. 22 100 kW DC* wiederaufgeladen werden. Für die größeren Entsorgungsfahrzeuge kann eine angemessene Anzahl an Ladestationen mit einer Ladeleistung von 100 150 kW DC* vorteilhaft sein, um die größeren Fuhrparks teilweise sequentiell zu laden. Auf Grund des hohen Energieverbrauchs sind größere Batteriekapazitäten (ca. 200 300 kWh) notwendig, auch wenn die Tagesfahrleistung im Nahverkehr der Servicegebiete vergleichsweise niedrig ist.
- Die meisten Sammelfahrten benötigen in der Regel keine Zwischenladungen. Falls diese jedoch erforderlich sind, sollten diese mit einer Ladeleistung von 100 – 150 kW DC* durchgeführt werden.

- Insbesondere beim Einsatz von Entsorgungsfahrzeugen im ländlichen Raum oder bei einem größeren Servicegebiet bieten sich **Wasserstofffahrzeuge** an.
- Bei ausreichender Größe des wasserstoffangetriebenen Fuhrparks sowie Größe der verantwortlichen Kommune oder des Entsorgungsunternehmens wäre auch auf dem Betriebshof die Betankung mit einer eigenen Wasserstofftankstelle denkbar. Die Nutzung
 von geeigneten öffentlichen Tankstellen kann unter Berücksichtigung der Fahrzeugmaße eingeschränkt geeignet sein.

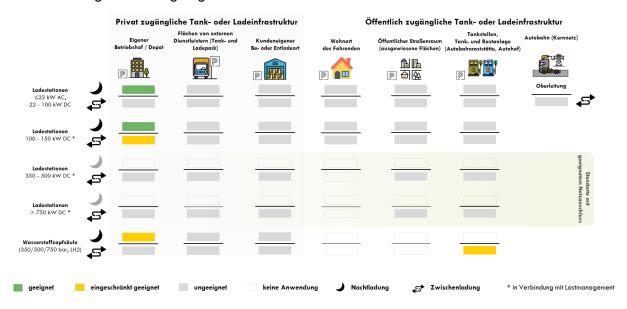


Abbildung 35: Use Cases im Nutzungsszenario #14 "Entsorgung" N3

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #14 ist in Anhang A.16 aufgeführt.

6.15 Use Cases im Nutzungsszenario #15 "Hafen-Hinterlandverkehr" N3

Das Nutzungsszenario #15 ist in Abbildung 36 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Regionalverkehr zwischen Hafen und Logistikzentrum bzw. Güterverkehrszentrum (GVZ) im Hinterland durchgeführt von Speditionen bzw. Frachtführern im Pendelverkehr
- Fahrzeuge der Klasse N3 (Containertransporte)
- Eigener Fuhrpark, tendenziell kleine Flotte
- Hin- und Rückfahrt zwischen Start- und Zielpunkt, "Betriebshof" separat, Leerfahrt, gegebenenfalls mehrmalig als Pendelverkehr
- Fester Startpunkt, gegebenenfalls mehrere Zielpunkte
- Mittlere Standzeiten Abholung/Zustellung; Übernachtparken im Betriebshof



Abbildung 36: Nutzungsszenario #15 "Hafen-Hinterlandverkehr" N3

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 37 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #15:

- Die Häfen werden aus dem Hinterland mit Exportgütern von regionalen Logistikzentren bzw. Güterverkehrszentren versorgt und entsprechende Importgüter im Auftrag der Kunden durch die Transportunternehmen abtransportiert. Der Hafen-Hinterlandverkehr ist durch Sattelzugmaschinen der Fahrzeugklasse N3 (30 – 44 t zGG) geprägt, welche im kombinierten Verkehr mit Containern zwischen den Umschlagspunkten mehrfach täglich pendeln. Perspektivisch können alle drei Antriebstechnologien geeignete Use Cases ermöglichen.
- Oberleitungshybrid-Fahrzeuge, die das Laden während der Fahrt durch Oberleitungen nutzen, eigenen sich für den Einsatz, wenn die Pendelstrecke zwischen dem Hafen und einem zentralen Güterverkehrszentrum eine feste Relation ist. Dies bietet die Möglichkeit einer streckenseitigen Ladung durch die Oberleitungsinfrastruktur während der Lenkzeit und einer stationären Betankung bzw. Ladung am Hafen oder GVZ in der Stand- oder Wartezeit am Be- oder Entladeort. Ebenso ist die Nutzung von Lenkzeitunterbrechungen an Tank- und Rastanlagen möglich. Bei einer Anbindung der Häfen an

das Oberleitungsinfrastrukturnetz können die Vor- und Nachlaufstrecken bis zu einer Autobahnauffahrt möglichst kurzgehalten werden.

- Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge sind in der Fahrzeugklasse N3 auf Grund der ausreichenden Reichweite im Regionalverkehr zwischen den Pendelorten und den kurzen Betankungszeiten von ca. 15 bis 30 Minuten an Wasserstofftankstellen für den Einsatz geeignet. Durch die Bündelungsfunktion am Hafen und am GVZ kann der Aufbau und Betrieb von kundeneigenen Wasserstofftankstellen an den jeweiligen Orten geeignet sein. Die Tankinfrastruktur muss über eine geeignete H₂-Versorgung, wie z. B. durch eine H₂-Pipline, verfügen. Alternativ können die Betankungen an nahegelegenen öffentlichen Wasserstofftankstellen erfolgen.
- Der Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen im Hafen-Hinterlandverkehr erfordert sehr große Batteriekapazitäten und sehr hohe Ladeleistungen von mindestens 350 500 kW DC* bzw. am besten >750 kW DC*. Auf ausgewiesenen Flächen im öffentlichen Straßenraum in der Nähe der Häfen oder des GVZ können leistungsstarke Lademöglichkeiten geschaffen werden. Die Zwischenladungen können dann mit einer entsprechend kürzeren Ladedauer von 30 bis 45 Minuten in den Lenkzeitunterbrechungen bzw. in den Stand- und Wartezeiten am Hafen oder am GVZ durchgeführt werden. Ebenso ist die Nutzung von Lenkzeitunterbrechungen an Tank- und Rastanlagen möglich, wenn dort die entsprechend leistungsstarke Ladeinfrastruktur vorhanden ist. Für die Nachtladungen an diesen Orten ist eine Ladeleistung von 100 150 kW DC* erforderlich. Dies gilt auch für den Betriebshof, wenn der nur außerhalb der Touren angefahren wird. Er ist daher nur eingeschränkt für Ladevorgänge geeignet. Für Unternehmen ohne Betriebshof, die im Auftrag der Kunden transportieren, können sich Flächen von externen Dienstleistern in den Start- oder Zielregionen für Nachtladungen eignen.



Abbildung 37: Use Cases im Nutzungsszenario #15 "Hafen-Hinterlandverkehr" N3

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #15 ist in Anhang A.17 aufgeführt.

6.16 Use Cases im Nutzungsszenario #16 "Service KMU" N1

Das Nutzungsszenario #16 ist in Abbildung 38 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Servicefahrten von kleineren Handwerksbetrieben und technischen Diensten
- Fahrzeuge der Klasse N1
- Eigener Fuhrpark
- Rundlauf mit Start- und Zielpunkt "Betriebshof"; Abstellen der Fahrzeuge am Wohnort der Fahrerin bzw. des Fahrers oder auf dem Betriebshof
- Längerer Aufenthalt beim Kunden; teils nur 1-2 Kunden pro Tag



Abbildung 38: Nutzungsszenario #16 "Service KMU" N1

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 39 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #16:

- Für die Service KMU bietet sich der Einsatz von batterieelektrischen Transportern der Fahrzeugklasse N1 an, die hauptsächlich über Nacht geladen werden. Durch die lange Standzeit außerhalb der Betriebszeiten ist die Investition in Ladeinfrastruktur mit niedriger Ladeleistung von ≤22 kW AC auf dem Betriebshof ausreichend.
- Werden die Transporter durch die Nutzer ebenfalls privat für den Arbeitsweg verwendet, kann eine private Ladeinfrastruktur, wie z. B. eine Wallbox mit niedriger Ladeleistung von ≤22 kW AC, am Wohnort des Fahrenden installiert werden. KMU ohne geeigneten Betriebshof können, insbesondere im städtischen Gebiet, ebenfalls eine öffentlich zugängliche Ladestation für die Nachtladung aufsuchen.
- Falls Zwischenladungen benötigt werden, kann die Standzeit während der Erbringung der Dienstleistungen (ca. 30 bis 60 Minuten) genutzt werden. Schnellladung mit 22 – 100 kW DC oder 100 – 150 kW DC* am Zielort kann unter Berücksichtigung der eingeschränkten Verfügbarkeit geeignet sein. Für Zwischenladungen kann auch Ladeinfrastruktur im öffentlichen Straßenraum oder an Tankstellen genutzt werden.
- Insbesondere für KMU im ländlichen Raum stellen Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge eine Möglichkeit dar, ein größeres Servicegebiet abzudecken. Für KMU sind

hauptsächlich öffentliche **Wasserstofftankstellen**, mit einer Tankdauer von 3 bis 5 Minuten, zum Betanken der Fahrzeuge geeignet.



Abbildung 39: Use Cases im Nutzungsszenario #16 "Service KMU" N1

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #16 ist in Anhang A.18 aufgeführt.

6.17 Use Cases im Nutzungsszenario #17 "Bau und Handwerk KMU" N1

Das Nutzungsszenario #17 ist in Abbildung 40 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Fahrten von kleineren Handwerksbetrieben zu den Baustellen
- Fahrzeuge der Klasse N1
- Eigener Fuhrpark
- Verschiedene Fahrten, Start- und Zielpunkt "Betriebshof"
- Längerer Aufenthalt beim Kunden
- Übernachtparken im Betriebshof



Abbildung 40: Nutzungsszenario #17 "Bau und Handwerk KMU" N1

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 41 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #17:

- Handwerksbetriebe und andere kleine Bauunternehmen verkehren mit Fahrzeugen der Gewichtsklasse N1 zwischen dem Betriebshof oder ihrem Wohnort, den Kunden und Fachhandel o. ä. Je nach Art des Gewerkes kann sich die Verweildauer beim Kunden auf mehrere Stunden belaufen. Die Kunden sind zum Großteil im Nahbereich, viele im Regionalbereich, eher wenige im Fernbereich zu finden. Die zu fahrenden Strecken sind damit tendenziell kurz. Ein batterieelektrischer Antrieb bietet sich hierbei aufgrund des Stands der Technik an.
- Dieses Nutzungsszenario ist von kleinen Unternehmen geprägt, die nicht nur einen eigenen Betriebshof haben, sondern auch von ihrem Wohnort aus operieren. Entsprechend bietet sich eine Ladeinfrastruktur an diesen Stellen an. Auch die Infrastruktur im öffentlichen Straßenraum ist für eine Ladung sinnvoll, insbesondere für Zwischenladungen. Durch die Möglichkeit der Nachtladung, der Gewichtsklasse N1 und den größtenteils geringen Wegstrecken ist eine Ladeinfrastruktur mit <22 kW AC bzw. 22 150 kW DC ausreichend.
- Insbesondere bei Einsätzen mit längeren Fahrten ist ein Wasserstoffantrieb besser geeignet. Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge können wie die aktuell genutzten Fahrzeuge

mit Verbrennungsmotoren an öffentlichen **Tankstellen, Tank- und Rastanlagen** betankt werden. Sobald eine ausreichend flächendeckende Infrastruktur besteht, steigt die Attraktivität dieses Antriebs, da keine Umwege gefahren werden müssen.



Abbildung 41: Use Cases im Nutzungsszenario #17 "Bau und Handwerk KMU" N1

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #17 ist in Anhang A.19 aufgeführt.

6.18 Use Cases im Nutzungsszenario #18 "Kipper" N2

Das Nutzungsszenario #18 ist in Abbildung 42 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Fahrten von kleineren/mittleren Handwerksbetrieben zu den Baustellen
- Fahrzeuge der Klasse N2
- Eigener Fuhrpark
- Verschiedene Fahrten, Start- und Zielpunkt "Betriebshof"
- Längerer Aufenthalt beim Kunden



Abbildung 42: Nutzungsszenario #18 "Kipper" N2

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 43 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #18:

- Kleinere Baustellen und Gewerke werden mit Kippfahrzeugen ver- und entsorgt, die der Nutzungsklasse N2 zugeordnet werden können. Die hier eingesetzten Fahrzeuge verkehren zwischen dem Betriebshof bzw. der Ablade- oder Beladestelle und den Kunden. Durch die geringen Strecken im Nahbereich bieten sich batterieelektrische Nutzfahrzeuge an, die über Nacht aufgrund der Ruhezeit geladen werden können. Die Standzeit ist ausreichend lang, um mit niedrigen Ladeleistungen zurecht zu kommen.
- Zum Laden sind der Betriebshof oder ein zentraler Standort eines Dienstleisters sehr geeignet, da die Fahrzeuge in der Regel zum Standort zurückkehren. Durch die langen Standzeiten über Nacht kann die Ladeleistung bei <22 kW AC, 22 100 kW DC* liegen. Damit wären verhältnismäßig geringe Investitionskosten für die Bauunternehmer verbunden. Die Möglichkeit der Zwischenladung am Betriebshof im Zuge einer Beladung des Fahrzeugs sollte nur dann in Erwägung gezogen werden, wenn eine größere Ladeleistung zur Verfügung steht und die Zeit der Beladung länger als nur wenige Minuten in Anspruch nimmt.</p>
- Der Einsatz von Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeugen kann sinnvoll sein, insbesondere wenn das Geschäftsmodell auf kontinuierlicher Ver- und Entsorgung fußt und

entsprechend das Fahrzeug nicht an der Baustelle beim Kunden mit dem Personal verweilt. Die Tankvorgänge sind an öffentlichen **Tankstellen, Tank- und Rastanlagen** vorzusehen.



Abbildung 43: Use Cases im Nutzungsszenario #18 "Kipper" N2

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #18 ist in Anhang A.20 aufgeführt.

6.19 Use Cases im Nutzungsszenario #19 "Kipper" N3

Das Nutzungsszenario #19 ist in Abbildung 44 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Fahrten von Bauunternehmen zur Versorgung mit Baustoffen (Massengut) oder Entsorgung von Schutt
- Nahverkehr zwischen Betriebshof und Verwendungsort
- Fahrzeuge der Klasse N3
- Eigener Fuhrpark, tendenziell kleine Flotte
- Hin- und Rückfahrt zwischen Betriebshof und Verwendungsort, Leerfahrt, mehrmals pro Tag
- Feste Start- und Zielpunkte, enge Taktung und genaue Zeitvorgaben, Mehrschichtbetrieb



Abbildung 44: Nutzungsszenario #19 "Kipper" N3

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 45 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #19:

- Die Bauwirtschaft ist neben den kleinen Kippern, die hauptsächlich bei kleinen Baustellen bspw. im privaten Wohnungsbau zum Einsatz kommen, durch Nutzfahrzeuge der Klasse N3 geprägt. Diese schweren Nutzfahrzeuge verkehren kontinuierlich zwischen Baustelle, Be- bzw. Entladepunkt sowie Betriebshof. Grundsätzlich verweilen sie für eine längere Dauer nur außerhalb der Betriebszeiten, hauptsächlich nachts. Eine Zwischenladung muss innerhalb kurzer Zeit erfolgen. Durch die nahräumigen Verkehre sind batterieelektrische Antriebe möglich, aber mit Stand 7/2021 nur in Verbindung mit leistungsstarker Ladeinfrastruktur sinnvoll. Aufgrund des hohen Gewichts und des kontinuierlichen Betriebs sind wasserstoffbetriebene Fahrzeuge geeigneter.
- Die Beladung der ausreichend großen Batterien kann mit einer Ladeleistung von 100 –
 150 kW DC* über Nacht am Betriebshof oder einem zentralen Standort eines Dienstleisters erfolgen. Zwischenladungen sollten vorgesehen werden, da das Gesamtgewicht
 relativ hoch ist. Dies sollte aufgrund der geringen Standzeiten während der Betriebszeit
 mit einer Ladeleistung von 350 500 kW DC* erfolgen.

Die Betankung der wasserstoffbetriebenen Fahrzeuge erfolgt außerhalb der Betriebszeiten. Die durch einen Dienstleister betriebenen Tankmöglichkeiten sind in der Nähe des Betriebshofes zu finden. Zwischenbetankungen können an öffentlichen Tankstellen, Tank- und Rastanlagen vorgenommen werden, sind jedoch aufgrund des kontinuierlichen Betriebs nur im Notfall einzuplanen, da sie tendenziell außerhalb der disponierten Routen zu finden sind.

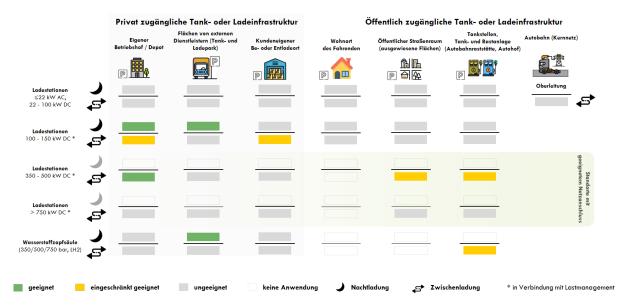


Abbildung 45: Use Cases im Nutzungsszenario #19 "Kipper" N3

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #19 ist in Anhang A.21 aufgeführt.

6.20 Use Cases im Nutzungsszenario #20 "Milkrun – konsolidierter Lieferverkehr" N3

Das Nutzungsszenario #20 ist in Abbildung 46 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Sammel-/Zustelltouren von vollen/leeren Ladungsträgern durch Speditionen bzw.
 Frachtführern im Regionalverkehr (Gebietsspedition/"Quellgebietskonsolidierung"/Beschaffungslogistik) und anschließender Zubringer im Fernverkehr in die Produktion als Ladungsverkehr mit Fahrzeugen der Klasse N 3
- Eigener Fuhrpark
- "Hauptläufe" aus der Region zu den Produktionswerken/Distributionszentren des Handels mind. 200 – 300 km
- Keine Leerfahrten, guter Auslastungsgrad
- Mittlerer Aufenthalt bei den Lieferanten
- Übernachtstandzeiten im Betriebshof

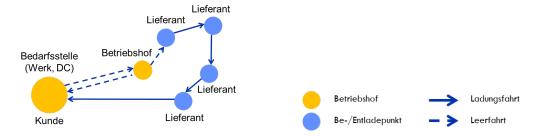


Abbildung 46: Nutzungsszenario #20 "Milkrun – konsolidierter Lieferverkehr" N3

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 47 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #20:

- Die Beschaffungslogistik vieler deutscher Schlüsselbranchen wie Automobilwirtschaft, Maschinenbau und auch der Lebensmitteleinzelhandel ist im großen Umfang als Milkrun-System oft gekoppelt mit Gebietsspediteuren organisiert. Eine derartige Quellgebietskonsolidierung erfolgt mit großen Nutzfahrzeugen der Fahrzeugklasse N3 (bis zu 30 t 44 t zGG), meist von lokal ansässigen Logistik-Dienstleistern. Nach den regionalen Sammeltouren erfolgt der Hauptlauf über eine längere Entfernung (mind. 200 300 km) als Ganzladungsverkehr zum Empfangsort (z. B. Werk, Zentrallager, Distributionslager). Nach Entladung erfolgt anschließend eine Beladung mit Leergebinden und Rückfahrt in die Abholregion, um dort erneut Waren von den Lieferanten aufzunehmen.
- Diese schweren Nutzfahrzeuge verkehren regelmäßig zwischen Beladepunkt in der Region und dem Betriebshof des Transportunternehmers sowie zwischen Entladepunkt und Betriebshof. Grundsätzlich verweilen sie für eine längere Dauer nur außerhalb der Betriebszeiten, hauptsächlich nachts. Eine Zwischenladung könnte eingeschränkt wäh-

rend der Standzeiten beim Empfänger innerhalb kurzer Zeit erfolgen. Es sind batterieelektrische Antriebe möglich, aber nur in Verbindung mit leistungsstarker Ladeinfrastruktur. Aufgrund des hohen Gewichts und des regelmäßigen Betriebs sind wasserstoffbetriebene Fahrzeuge geeigneter.

- Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge sind auf Grund der ausreichenden Reichweite für eine Richtung zum Empfangspunkt oder Rückfahrt in die Region und kurzen Betankungszeiten von ca. 10 bis 20 Minuten in der Fahrzeugklasse N3 für den Einsatz geeignet. Für entsprechende Betankungen wären vor allem die Stand- und Wartezeiten am kundeneigenen Be- oder Entladeort sowie an nahgelegenen öffentlichen Tankstellen oder die Lenkzeitunterbrechungen an Tank- und Rastanlagen über Nacht geeignet. Die Betankung bei externen Dienstleistern (Tank- und Ladeparks) in Nähe des Empfängers oder in der Quellregion kann auch tagsüber erfolgen.
- Der Einsatz von batterieelektrischen Fahrzeugen kann sehr gut durch Nachtladungen bei einer Ladeleistung von 100 150 kW DC* realisiert werden. Der eigene Betriebshof bzw. das Depot sind als hauptsächlicher Ladeort über Nacht geeignet. Für Unternehmen ohne Betriebshof, die im Auftrag der Kunden transportieren, sind Flächen von externen Dienstleistern in den Start- oder Zielregionen, wie in der Quellregion der kundennahen Tankstellen bzw. Tank- und Raststätten für Nachladungen ebenso geeignet. Zwischenladungen sollten vorgesehen werden, da die durchschnittlichen Entfernungen in die Quell-/Zielregion über 300 km und anschließender Abholungen insgesamt mit einer Tagesfahrleistung über 500 km entsprechend zeitlich umfänglich ist. Dies sollte aufgrund der geringen Standzeiten z. B. bei der Entladung während der Betriebszeit mit einer Ladeleistung von 350 500 kW DC* erfolgen. Zwischenladungen können idealerweise insbesondere an öffentlichen Tankstellen, Tank- und Rastanlagen für eine Ladeleistung von 350 500 kW oder ab 2023 mit >750 kW erfolgen.
- Oberleitungshybrid-Fahrzeuge, die das Laden während der Fahrt durch Oberleitungen nutzen, sind nur eingeschränkt geeignet. Es bestehen zwar feste Relationen und Lieferzeiten auf den Hauptläufen mit einem hohen Autobahnanteil zwischen den Start- und Zielrelation, diese sind aber nicht alle von idealer Distanz (einige über 300 km, aber auch viele unter 200 km). Zudem ergeben sich aus den Milkruns in der Region außerhalb des Autobahnnetzes weitere umfassende Fahrtstrecken. Eine streckenseitige Ladung durch die Oberleitungsinfrastruktur während der Lenkzeit ist bei längeren Hauptläufen sinnvoll und durch eine stationäre Betankung bzw. Ladung an Tank- und Rastanlagen in den Lenkzeitunterbrechungen oder über Nacht zu ergänzen.

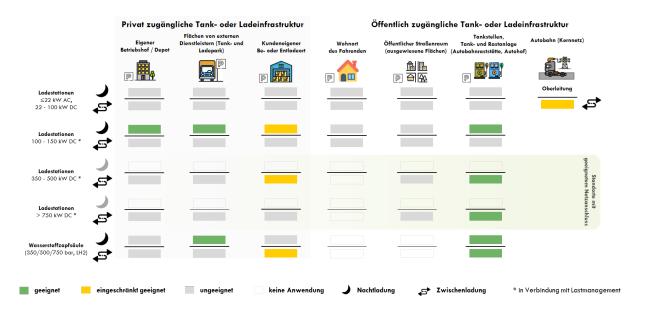


Abbildung 47: Use Cases im Nutzungsszenario #20 "Milkrun – konsolidierter Lieferverkehr" N3

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #20 ist in Anhang A.22 aufgeführt.

6.21 Use Cases im Nutzungsszenario #21 "Abschleppwagen, Schuttcontainer etc." N3

Das Nutzungsszenario #21 ist in Abbildung 48 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Fahrten von Abschleppunternehmen, Baustoffunternehmen o. ä. Nutzern von Fahrzeugen mit besonderen Aufbauten in ähnlichem Einsatzbereich
- Fahrzeuge der Klasse N3
- Eigener Fuhrpark
- Verschiedene Fahrten, Start- und Zielpunkt "Betriebshof"
- Längerer Aufenthalt beim Kunden
- Übernachtparken im Betriebshof, mittlere Abstellzeiten außerhalb der Nutzung

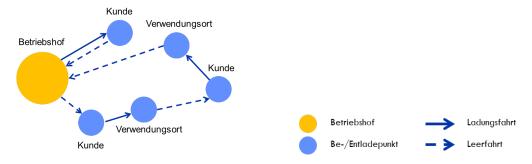


Abbildung 48: Nutzungsszenario #21 "Abschleppwagen, Schuttcontainer etc." N3

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 49 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #21:

- Abschleppdienste, Schuttcontainerbetriebe u. ä. mit der Fahrzeugklasse N3 verkehren in der Regel in einer definierten Region. Dabei variieren die Touren zwischen Rundlauf (von Betriebshof zu Bedarfsträger zu Verwendungsort zu Bedarfsträger etc.) und Sternfahrten (von Betriebshof zu Bedarfsträger und zurück). Der Grund ist bei den vertraglichen Rahmenbedingungen zu finden. Aufgrund der regionalen Verkehre ist trotz der Fahrzeugklasse und der schweren Nutzlast der batterieelektrische neben dem Wasserstoffantrieb bei kleinräumigen Verkehren sinnvoll.
- Der Betriebshof ist aufgrund der gesicherten Rückkehr der Fahrzeuge und der Möglichkeiten der dortigen Ladung für Ladeinfrastruktur mit 100 – 150 kW DC* geeignet. Für sehr hohe Ladeleistungen von 350 – 500 kW DC* bzw. >750 kW DC* ist das Aufsuchen von öffentlichen Tankstellen sinnvoll. Die hohen Ladeleistungen sind notwendig, da nicht nur ein Nutzfahrzeug mit hohem Gewicht vorliegt, sondern insbesondere bei Abschleppdiensten nicht mit Standzeiten von mehreren Stunden gerechnet werden kann. Ladungen während den Rundtouren sind nicht sinnvoll, da die Wartezeiten zu kurz sind.

 Beim Einsatz von Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeugen kann durch die flächigen Fahrten in der Region die Betankung an öffentlichen Tankstellen, Tank- und Rastanlagen eingeplant werden. Die Zeit der Betankung ist ausreichend gering. Auch können die Bedarfsträger im Großteil der Fälle diese Zeit warten (abgesehen bspw. von verkehrsbehindernden Unfällen).



Abbildung 49: Use Cases im Nutzungsszenario #21 "Abschleppwagen, Schuttcontainer etc." N3

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #21 ist in Anhang A.23 aufgeführt.

6.22 Use Cases im Nutzungsszenario #22 "Luftfracht" N2

Das Nutzungsszenario #22 ist in Abbildung 50 durch die folgenden Merkmale im Einsatz beschrieben:

- Fahrten zwischen Kunden und Flughafen durch Speditionen bzw. Frachtführern, teilweise Luftfrachtersatzverkehre
- Fahrzeuge der Klasse N2, gegebenenfalls N3 oder N1
- Eigener Fuhrpark
- Hin- und Rückfahrt zwischen Start- und Zielpunkt, "Betriebshof" separat, tendenziell keine Leerfahrt
- Fester Startpunkt, gegebenenfalls mehrere Zielpunkte
- Mittlere Standzeiten



Abbildung 50: Nutzungsszenario #22 "Luftfracht" N2

Die identifizierten Use Cases in Abbildung 51 sind geeignete (grün) bzw. bedingt geeignete (gelb) Kombinationen aus Antriebstechnologie und Tank- oder Ladeinfrastruktur im Nutzungsszenario #22:

- Luftfrachtbezogene Straßengüterverkehre können in zwei Bereiche untergliedert werden: Zum einen die Zu- und Abläufe von Versendern bzw. zu Empfängern zu den Flughäfen sowie der Luftfrachtersatzverkehr, bei dem die Güter auf dem Landweg zum Zielort oder zumindest zu einem entfernter liegenden Flughafen transportiert werden. Für die Zu- und Abläufe werden in der Regel kleineren Fahrzeugen genutzt, die Strecken von wenigen hundert Kilometern zurücklegen, so dass der batterieelektrische Antrieb zum Einsatz kommen kann.
- Für den Großteil der Einsatzgebiete sind jedoch wasserstoffbetriebene Fahrzeuge sinnvoll, da sie zeitkritische Sendungen auf längeren Strecken bewegen müssen. Durch die wenigen definierten Knotenpunkte in Form der Flughäfen können dedizierte Wasserstofftankstellen installiert werden. Wahlweise ist die Betankung an öffentlichen Tankstellen, Tank- und Rastanlagen möglich. Es besteht die Möglichkeit, nach Aboder vor Beladung das Fahrzeug zu betanken. Aufgrund der geringen Dauer von 10 bis 15 Minuten ist dies in der Disponierung einplanbar.
- Die Ladung der batterieelektrisch betriebenen Fahrzeuge erfolgt am eigenen Betriebshof oder für kleine Flottenbetreiber auch auf Flächen externer Dienstleister. Bei den

hier hinterlegten Einsatzprofilen können Ladestationen mit geringer Ladeleistung <22 kW AC, 22 – 100 kW DC* zum Einsatz kommen. Sofern Zwischenladungen beispielsweise während der Wartezeiten im Betrieb erfolgen, sind höhere Ladeleistungen mit 100 – 150 kW DC* notwendig, die entweder am Betriebshof oder an den Flughäfen platziert sind.

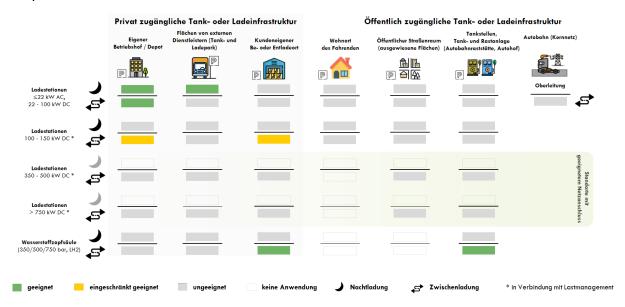


Abbildung 51: Use Cases im Nutzungsszenario #21 "Abschleppdienste etc." N3

Der zugrundeliegende morphologische Kasten für das Nutzungsszenario #22 ist in Anhang A.24 aufgeführt.

7 Ableitungen und Ausblick

Im Rahmen dieser Studie wurden 22 Nutzungsszenarien von Nutzfahrzeugen identifiziert (Kapitel 3) und für verschiedene alternative Antriebstechnologien (Kapitel 4) mögliche Tankund Ladeszenarien (Kapitel 5) zugeordnet. So konnten Use Cases, also für den betrieblichen Einsatzfall geeignete Elektrifizierungslösungen, identifiziert werden. Für jedes Nutzungsszenario konnte aufgezeigt werden, welche Straßenfahrzeuge im Wirtschaftsverkehr mit welchen Antriebstechnologien in der betrieblichen Praxis eingesetzt werden können und welche Kombination mit Tank- bzw. Lademöglichkeiten dafür geeignet sind. Für die Planung von Maßnahmen für einen Infrastrukturausbau ist dies eine grundlegende Orientierung.

Die folgende Abbildung 52 gibt einen Überblick über die identifizierten Use Cases in den Nutzungsszenarien, die jeweils durch eine Nummer repräsentiert werden. Es gibt demnach Nutzungsszenarien für die mehrere Tank- und Ladeszenarien in Frage kommen. Diese sind grün eingefärbt. Die gelben Tank- und Ladeszenarien sind nur bedingt geeignet, da durch deren Anwendung die betrieblichen Abläufe angepasst werden müssen oder diese sehr von Rahmenbedingungen abhängig sind, wie beispielsweise der Verfügbarkeit von Ladesäulen am Standort. Die ausgegrauten Tank- und Ladeszenarien sind entweder technisch nicht realisierbar und/oder betrieblich nicht geeignet.

Die Abbildung 52 kann aus drei Perspektiven gelesen werden, die beispielhaft folgendermaßen beschrieben werden können:

- Nutzendenperspektive: Als Unternehmen zugeordnet zum Nutzungsszenario #1
 "Distribution KMU N1" ist der Wechsel auf Fahrzeuge mit batterieelektrischem Antrieb, die in der Nacht am eigenen Betriebshof über eine Ladestation ≤22 kW AC bzw. 22 100 kW DC* geladen werden, oder auf Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb sinnvoll, die an einer öffentlichen Tankstelle, Tank- oder Rastanlage betankt werden.
- Antriebstechnologieperspektive: Nutzfahrzeuge, die beispielsweise über Oberleitungen laden, werden tendenziell von Unternehmen eingesetzt, die den Nutzungsszenarien #7 "Ladungsverkehr Linie N3", #8 "KEP/Stückgut Fernverkehr N3", #11 "Distribution LEH N3" und #15 "Hafen-Hinterlandverkehr" zugeordnet werden können.
- Tank- und Ladeinfrastrukturaufbauperspektive: Im öffentlichen Straßenraum sollten dort Ladestationen 100 150 kW DC* vorgesehen werden, wo Nutzfahrzeuge der Unternehmen der Nutzungsszenarien #2 "Distribution KMU N2" und #5 "Kommunale Servicebetriebe" potenziell zu einer Zwischenladung halten können.

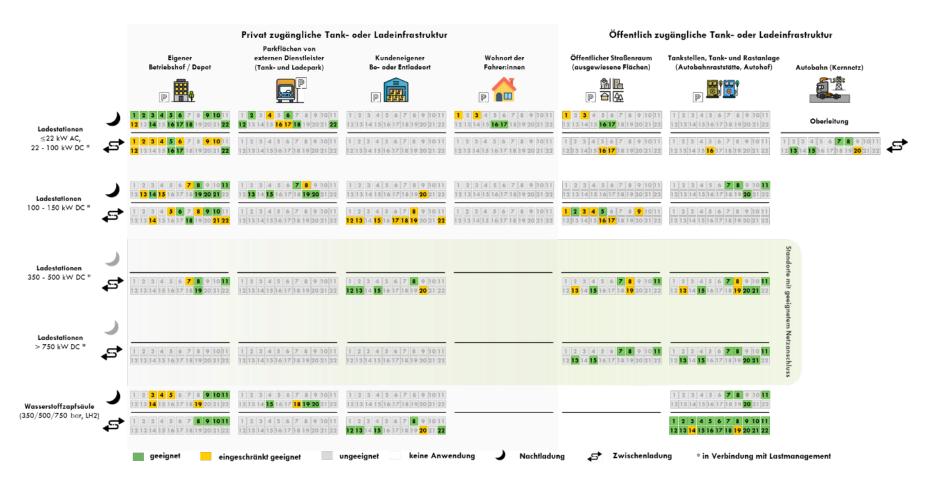


Abbildung 52: Matrix der Use Cases als Kombination der Nutzungsszenarien

Entsprechend unterstützt die Matrix der Use Cases eine Entscheidungsfindung auf drei Ebenen:

Entscheidungen der Unternehmen werden unterstützt, indem sie eine Handlungshilfe im Prozess der Umstellung auf alternative Antriebe erhalten. Die Nutzenden bzw. das Unternehmen des jeweiligen Nutzungsszenarios können der Übersicht entnehmen,

- a) welche alternative Antriebsart am besten für die wirtschaftliche Tätigkeit geeignet ist und
- b) welche Art und Ausprägung der Tank- bzw. Ladeinfrastruktur dafür genutzt werden sollte.

Diese Handlungshilfe ist zum Zeitpunkt der geplanten Investition durch betriebswirtschaftliche und technische Aspekte zu ergänzen.

Die Use Cases können ebenso eine Grundlage sein, um daraus Ableitungen seitens der öffentlichen Hand hinsichtlich geeigneter (Förder-)Maßnahmen zu entwickeln. Auf Basis der aus den Use Cases abgeleiteten Nachfrage können diese geografisch spezifisch definiert werden. Auch für die zeitliche Komponente ergibt sich ein Orientierungsrahmen, indem der Ausbau der Tank- und Ladeinfrastruktur z. B. dort priorisiert wird, wo die meisten Nutzfahrzeuge auf die entsprechende Infrastruktur potenziell zugreifen werden. Auf Basis der Use Cases lässt sich ableiten, welche Infrastruktur am ehesten in welchem Umfeld benötigt wird. Die Use Cases liefern damit einen Beitrag zur Entwicklung des Infrastrukturaufbaus und unterstützen Unternehmen in ihrem Entscheidungsprozess zur Umstellung auf alternative Antriebe.

Als dritte Gruppe können Hersteller ihre Einschätzung des potenziellen Bedarfs anhand der Use Cases reflektieren.

Für fundierte Entscheidungen bestehen weitere Forschungsbedarfe, insbesondere

- bei der Beschreibung von Use Case Bündel, als Ergebnis der Zusammenfassung von Use Cases, die sich als Synergien zwischen mehreren Antriebstechnologien und/oder im Nutzungsszenario ergeben können,
- zur Quantifizierung von Mengenpotenzialen der geeigneten Use Cases/Use Case-Bündel,
- bei der standort- und streckenbezogenen Identifizierung spezifischer Infrastrukturmaßnahmen für die gebündelten Use Cases,
- zum effektiven Hochlauf der Tank- und Ladeinfrastruktur durch das Aufzeigen der Abhängigkeiten des Infrastrukturaufbaus, der Versorgungsszenarien mit Strom und Wasserstoff, der Verfügbarkeit der Fahrzeuge mit entsprechender Antriebstechnologie und der standortbezogenen Voraussetzungen und der Bereitschaft von Unternehmen, die Fahrzeugflotten entsprechend umzustellen,
- durch die Simulation der Kriterien unternehmerischer Entscheidungen mit betriebswirtschaftlicher und ökoeffizienter ganzheitliche Bewertung entlang der Use Cases.
- zur Identifizierung der wirksamsten Stellhebel bzw. Maßnahmen für die Sicherung der Umstellungsbereitschaft und Flankierung der Umstellung durch politische Instrumente und
- zur Abschätzung des THG-Minderungspotenzials entsprechend des Umstellungsfortschritts.

Referenzen

- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2020): Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge Mit alternativen Antrieben auf dem Weg zur Nullemissionslogistik auf der Straße. https://bmdv.bund.de/Shared-Docs/DE/Publikationen/G/gesamtkonzept-klimafreundlichenutzfahrzeuge.pdf? blob=publicationFile. Zugegriffen: 16. Juni 2021.
- Göckeler, Katharina; Hacker, Florian; Mottschall, Moritz; Blanck, Ruth; Görz, Wolf; Kasten, Peter; Bernecker, Tobias; Heinzelmann, Jonas (2020): Status quo und Perspektiven alternativer Antriebstechnologien für den schweren Straßengüterverkehr. Erster Teilbericht des Forschungs- und Dialogvorhabens "StratES: Strategie für die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs". Öko-Institut e. V., Hochschule Heilbronn. Berlin.
- Bundesamt für Güterverkehr (Hg.): Struktur der Unternehmen des gewerblichen Güterverkehrs und des Werkverkehrs. Band USTAT 18, November 2015. Köln, 2017.
- Deutscher Bundestag (2021) Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes. Drucksache 19/30230 19. Wahlperiode. 2.06.2021. https://dserver.bundestag.de/btd/19/302/1930230.pdf. Zugegriffen: 16. Juni 2021.
- Europäische Kommission (2020) VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/1999 (Europäisches Klimagesetz). COM/2020/80 final, Brüssel 04.03.2020 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020PC0080&from=DE. Zugegriffen: 8. Juli 2021.
- Kraftfahrtbundesamt (Hg.) (2020a): Fahrzeugzulassungen (FZ) Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Haltern, Wirtschaftszweigen. 1. Januar 2020. FZ 23, Flensburg, 2020.
- Kraftfahrtbundesamt (Hg.) (2020b): Fahrzeugzulassungen (FZ) Bestand an Nutzfahrzeugen, Kraftfahrzeugen insgesamt und Kraftfahrzeuganhängern nach technischen Daten (Größenklassen, Motorisierung, Fahrzeugklassen und Aufbauten). 1. Januar 2020. FZ 25, Flensburg, 2020.
- Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (NPM) (2020): Werkstattbericht Antriebswechsel Nutzfahrzeuge Wege zur Dekarbonisierung schwerer Lkw mit Fokus der Elektrifizierung. AG1. Zwischenbericht 12/2020.
- Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (NPM) (2021): Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Lkw. AG5. Zwischenbericht 03/2021.

- Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) (2021): Fahrzeugdatenbank. https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/praxis/fahrzeugdatenbank/, Zugegriffen: 14. Juli 2021.
- Plötz, Patrick; Gnann, Till; Wietschel, Martin; Kluschke, Philipp; Doll, Claus; Hacker, Florian; Blanck, Ruth; Kühnel, Sven; Jöhrens, Julius; Helms, Hinrich; Lambrecht, Udo; Dünnebeil, Frank (2018): Alternative Antriebe und Kraftstoffe im Straßengüterverkehr. Handlungsempfehlungen für Deutschland. Fraunhofer ISI, Öko-Institut e. V., ifeu. Karlsruhe, Berlin, Heidelberg.
- Schwemmer, Martin; Dürrbeck, Konrad; Klaus, Peter (2020): Top 100 der Logistik. DVV Media Group, Hamburg, 2020.

Anhang

A.1 Morphologischer Kasten der Tank- und Ladeszenarien

Merkmale					-	Ausprä	gungen					
Fahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 t :	rGG (N1)	3,5 t - 7,5	t zGG (N2)	7,5 t - 12	zGG (N2)	12 t - 20 t	t zGG (N3)	20 t - 30	t zGG (N3)	30 t - 44	zGG (N3)
Antriebstechnologie		Batterieelektrisches	Fahrzeug (BEV)			Brennstoffzellen-	Fahrzeug (H ₂ -BZ)			Oberleitungshyb	rid-Fahrzeug (OH)	
Motorleistung Elektromotor [kW]	<150 kW	150 - 200	kW	200 - 2	250 kW	250 - 3	150 kW	350 - 4	150 kW	>45	0 kW	Kein Elektromotor
Motorleistung Verbrennungsmotor [kW]	<150 kW	150 - 200	kW	200 - 2	250 kW	250 - 3	150 kW	350 - 4	150 kW	>45	0 kW	Kein Verbrennungsmoto
Batteriekapazität [kWh]	<50 kWh	50 - 150	(Wh	150 - 2	50 kWh	250 - 3	50 kWh	350 - 5	00 kWh	>500) kWh	Keine Batterie
Batteriegewicht [t] 1	<0,25 t (<0,19 t)	0,25 - 0,75 t (0,	19 - 0,56 t)	0,75 - 1,25 t	(0,56 - 0,93 t)	1,25 - 1,75 1	(0,93 - 1,3 t)	1,75 - 2,5 t	(1,3 - 1,85 t)	>2,5 t	(>1,8 t)	Keine Batterie
Brennstoffzelle [kW]	<5) kW	50 - 1	00 kW	100 -	50 kW	150 - :	200 kW		>200 kW		Keine Brennstoffzelle
Wasserstofftankart		Druckgastank (350 bar)			Druckgastank (500 bar)			Druckgastank (700 bar)		Flüssig	gasstank	Kein Wasserstofftank
Wasserstofftankgröße [kg]	<1	0 kg	10 -	20 kg	20 -	30 kg	30 -	40 kg		>40 kg		Kein Wasserstofftank
Batterielektrische Reichweite [km]	<5	0 km	50 - 1	50 km	150 - :	250 km	250 -	350 km	350 -	500 km	>50	0 km
Streckenseitige Lademöglichkeit			keine Ladung	an Oberleitung					Ladung an	Oberleitung		
Stationäre Tank- oder Lademöglichkeit		Ladestation			Wasserstoffzapfsäule			Dieselzapfsäule			Keine Lademöglichkeit	
Zugänglichkeit der Ladeinfrastruktur		Privat			Privat mit öffentlichem Zugang			Halböffentlich			Öffentlich	
Verfügbarkeit der Tank- oder Lademöglichkeit		Sofortiger Zugang	Reservierung)			Reihenfolge o	hne Wartezeit			Reihenfolge	mit Wartezeit	
Wartezeit an Ladeinfrastruktur 2	<1:	5 min	15 - 3	30 min	30 - 6	0 min	60 - 1	20 min	>12	0 min	keine V	Vartezeit
Lastmanagement (Ladereihenfolge/-leistung)		Vorrangige N	lutzung			Gleichgeste	ilte Nutzung			Nachrangi	ge Nutzung	
Mehrfache Tank- oder Ladevorgänge pro Tag				Ja					N	ein		
Primärer Tank- oder Ladeort	Betriebshof	Betriebsfremdes Gelände (externer Dienstleister)	Betriebseigener Be- oder Entladeort	Kundeneigener Be- oder Entladeort	Güterverteilungszentrum	Güterverkehrszentrum	Tankstelle	Tank- und Rastanlage (Autobahnraststätte, Autohof)	Autobahn (Oberleitung)	Wohnort des Fahrers	Öffentliche Ladestation	
Sekundärer Tank- oder Ladeort	Betriebshof	Betriebsfremdes Gelände (externer Dienstleister)	Betriebseigener Be- oder Entladeort	Kundeneigener Be- oder Entladeort	Güterverteilungszentrum	Güterverkehrszentrum	Tankstelle	Tank- und Rastanlage (Autobahnraststätte, Autohof)	Autobahn (Oberleitung)	Wohnort des Fahrers	Öffentliche Ladestation	Keine sekundäre Ladung
Tertiärer Tank- oder Ladeort	Betriebshof	Betriebsfremdes Gelände (externer Dienstleister)	Betriebseigener Be- oder Entladeort	Kundeneigener Be- oder Entladeort	Güterverteilungszentrum	Güterverkehrszentrum	Tankstelle	Tank- und Rastanlage (Autobahnraststätte, Autohof)	Autobahn (Oberleitung)	Wohnort des Fahrers	Öffentliche Ladestation	Keine tertiäre Ladung
Primärer Tank- oder Ladezeitpunkt	Ruhezeit (Übernacht)	Während Be- oder Entladung		zeitunterbrechnung Four (45 Minuten)	Gesetzliche Lenk: zwischen Tour	eitunterbrechnung en (45 Minuten)		zeitunterbrechnung our (>45 Minuten)		zeitunterbrechnung en (>45 Minuten)	Während der Lenkzeit (Oberleitung)	
Sekundärer Tank- oder Ladezeitpunkt	Ruhezeit (Übernacht)	Während Be- oder Entladung		zeitunterbrechnung Four (45 Minuten)	Gesetzliche Lenk: zwischen Tour	eitunterbrechnung en (45 Minuten)		zeitunterbrechnung our (>45 Minuten)		zeitunterbrechnung en (>45 Minuten)	Während der Lenkzeit (Oberleitung)	Keine sekundäre Ladun
Tertiärer Tank- oder Ladezeitpunkt	Ruhezeit (Übernacht)	Während Be- oder Entladung		zeitunterbrechnung Four (45 Minuten)	Gesetzliche Lenk: zwischen Tour	eitunterbrechnung en (45 Minuten)		zeitunterbrechnung our (>45 Minuten)		zeitunterbrechnung en (>45 Minuten)	Während der Lenkzeit (Oberleitung)	Keine tertiäre Ladung
Primäre Ladeleistung (Ladestation)	≤22 kW AC	22 - 100 k ¹	W DC	150 k	W DC	350 k	W DC	500 k	W DC	750 k	W DC	
Sekundäre Ladeleistung (Ladestation)	≤22 kW AC	22 - 100 k ¹	W DC	150 k	W DC	350 k	W DC	500 k	W DC	750 k	W DC	Keine sekundäre Ladun
Tertiäre Ladeleistung (Ladestation)	≤22 kW AC	22 - 100 k ¹	W DC	150 k	W DC	350 k	W DC	500 k	W DC	750 k	W DC	Keine tertiäre Ladung
Primäre Tank- oder Ladedauer [min]	<15 min	15 - 30 min	30 - 45 min	45 - 9	0 min	90 - 1	B0 min	3 -	6 h	6 -	8 h	
Sekundärere Tank- oder Ladedauer [min]	<15 min	15 - 30 min	30 - 45 min	45 - 9	0 min	90 - 1	B0 min	3 -	6 h	6 -	8 h	Keine sekundäre Ladun
Tertiäre Tank- oder Ladedauer [min]	<15 min	15 - 30 min	30 - 45 min	45 - 9	10 min	90 - 1	B0 min	3 -	6 h	6 -	8 h	Keine tertiäre Ladung

Batteriegewicht von 200 Wh/kg (270 Wh/kg)

 $^{^2}$ Wartezeit inkl. Verzögerungen am Be- oder Entladeort, Druckwiederherstellung Wasserstoffspeicher, etc.

A.2 Morphologischer Kasten der Nutzungsszenarien

	Merkmale						Ausprä	gungen					
	Logistiksegmente	Kurrier, Express-	und Paketdienste	Allgemeine Sti	ickgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre	Allgemeine La	dungsverkehre	Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik	Terminal und \	Varehouselogistik	KMU Logistik
	Verkehrssystem	System	verkehr	Direkt	verkehr	Umläufe (lange	Jnterwegszeiten)	Relationsverkeh	re (wiederkehrend)	Trampverke	hre	Beg	gegnungsverkehr
	Kombinierter Verkehr			J	a	•				Nein			
əddr	Unternehmensgröße [Beschäftigte]	K	(leinstunternehmen (0-9 B.)	К	leine Unternehmen (10-49 l	3.)	М	littlere Unternehmen (50-249	B.)		Große Unternehmen (≥250 B.)
argrı	Fuhrparkgröße [Fahrzeuge]		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			Großer Fuhrpark (≥	50 F.)
ţţ	Geschäftsmodell		Asset	-based			Asse	t-light			non	-Asset	
1	Geschäftsbeziehungen der Transporte			Business-to-B	usiness (B2B)	•				Business-to-Consu	mer (B2C)		
	Jahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10.000	30.000 km	30.000 -	40.000 km	40.000 -	30.000 km	80.000 - 1	30.000 km	130.000 -	180.000 km	>180.000 km
	Einsatzstunden [h pro Jahr]	<2000) h/J		2000 - 2760 h/J		276) h/J	2880	0 h/J		<2880 h/J	
	Fahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 t z 0	GG (N1)	3,5 t - 7,5	t zGG (N2)	7,5 t - 12	zGG (N2)	12 t - 20	t zGG (N3)	20 t - 30 t z G G	(N3)	30	t - 44 t zGG (N3)
	Aufbauten	Standarda	iufbauten	Kip	per	Tank- und S	Silofahrzeuge	Wech	selbrücke	Großraum- und Schv	vertransport	Sı	pezialaufbauten
	Fahrzeugbesitz			Betriebseiger	nes Fahrzeug	•				Betriebsfremdes I	ahrzeug		
	Verkehrswege		Binnenverkehr		G	renzüberschreitender Versa	ind	G	Grenzüberschreitender Empfa	ang		Kabotage	
	Verkehrsorganisation			Gewerblich	ner Verkehr					Werkverke	hr		
	Entfernungsbereiche		Nahverkel	nr (<50 km)			Regionalverkel	nr (50 - 150 km)			Fernverke	hr (>150 km)	
	Straßen- / Raumkategorie		Stadts	straßen			Lands	traßen			Bundesa	autobahnen	
∉	Topographie			Fla	ach					Hügelich			
zbro	Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vo	rlauf			Hau	otlauf			Na	chlauf	
nsat	Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	ren (Pendelfahrten)	Rundtour (S	Sammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	nolung/Zustellung)	
Ξ	Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	ren (Pendelfahrten)	Rundtour (S	Sammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	nolung/Zustellung)	Kein sekundären Touren
	Primärer Standort während der Betriebszeit	Betriel	bshof	Betriebseigener Be	- oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Gütervertei	ilungszentrum	Güterverkehrsz	entrum	Öffent	licher Straßenraum
	Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betriel	bshof	Betriebseigener Be	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Gütervertei	ilungszentrum	Güterverkehrsz	entrum	Öffentlicher Straßer	raum Kein sekundärer Standor
	Standort außerhalb der Betriebszeit	Betriel	bshof	Betriebsfre	mdes Gelände (externer D	ienstleister)	Tank- und F	astanlage (Autobahnrasts	tätte, Autohof)	Wohnort des Fa	ahrers	Öffent	licher Straßenraum
	Planbarkeit	Feste	Relationen und Zeiten (de	finiert)	Flexible	e Relationen und Zeiten (dis	poniert)		Kurzfristig disponiert (Vortag	1)	Kurzfristi	g disponiert (gleicher T	ag bis cut off Zeit)
	Fahrtzielregelmäßigkeit			Wechse	Inde Ziele					Gleichbleibende	e Ziele		
	Lieferzeitfenster		Festes 2	Zeitfenster			Flexibles	Zeitfenster			Kein Z	eitfenster	
	Anpassungsbereitschaft von Standdauern			J	a					Nein			
	Anzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps			>30 Stopps
	Tagesfahrleistung	<120 km	120 -	150 km	150 -	300 km	300 -	500 km	500 - 7	700 km	700 -	1000 km	>1000 km
	Maximale Fahrtlänge	<50 km	50 - 1	20 km	120 -	150 km	150 - :	800 km	300 - 5	500 km	500 -	700 km	>700 km
eter	Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%			50%-80%			80%-100%	
ıram	Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	pro Tag			Zweima	pro Tag			Mehr als Zv	veimal pro Tag	
gsba	Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min			9 h	
tzm	Standzeiten Beladung/Abholung	<30	min	30 - 6	0 min	60 - 1	20 min	120 -	180 min	180 - 240 m	nin		>240 min
ž	Standzeiten Entladung/Zustellung	Wenige	Minuten	<30	min	30 - 6	60 min	60 -	120 min	120 - 180 m	nin		>180 min
	Standzeiten Umschlag	<30		30 - 6	0 min	60 - 1	20 min	120 -	180 min	180 - 240 m	nin		>240 min
	Fahrzeugeinsatzstunden		<8 h			8 - 10 h	T.		10 - 16 h			>16 h	
	Standdauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2 -	4 h	4 -	6 h	6 -	8 h	8 -	14 h	14	- 16 h	>16h

A.3 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #1 "Distribution KMU" N1

N	zungsszenarien						A	igungen					
\vdash	-	Kurrier, Express-	and Rakatdiansta	Allgorries Ct	ückgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre		adungsverkehre	Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik	Tormine!! 14	/arehouselogistik	KMU Logistik
<u>-</u>	stiksegmente	Kurner, Express-		-	verkehr		ļ <u>-</u>			Massengutlogistik Trampy		_	_
	kehrssystem nbinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)	System	verkeri		verkehr Ja	Umiaure (lange	Unterwegszeiten)	Kelationsverkehr	e (wiederkehrend)	Irampy		Begegnun	gsverkefif
				J	1						ein		
₹ —	emehmensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternehmen (0-9 B.)		1	Kleine Unternehmen (10-49 B.)		littlere Unternehmen (50-249 E	3.)		Große Unternehmen (≥250 B.)	
ı i	rparkgröße [Fahrzeuge]		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			Großer Fuhrpark (≥50 F.)	
2	chäftsmodell		Asset				Asse	nt-light				Asset	
l -	chäftsbeziehungen der Transporte	1		Business-to-B	1		ı			Business-to-Co			
l -	resfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km		80.000 km	30.000 - 4	10.000 km		80.000 km		30.000 km	130.000 -	180.000 km	>180.000 km
-	satzstunden [h pro Jahr]	<200			2000 - 2760 h/J	I		0 h/J		0 h/J		<2880 h/J	
Fahr	zeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 t z0			t zGG (N2)	7,5 t - 12		12 t - 20 t		20 t - 30 t		30 t - 44 t	
Aufb	auten	Standarda	aufbauten	Kip	<u> </u>	Tank- und S	ilofahrzeuge	Wechse	elbrücke		Schwertransport	Speziala	ufbauten
Fahr	zeugbesitz			Betriebseige	nes Fahrzeug						des Fahrzeug		
Verk	sehrswege		Binnenverkehr			Grenzüberschreitender Versand	1		Grenzüberschreitender Empfan	9		Kabotage	
Verk	kehrsorganisation			Gewerblich	her Verkehr					Werk	verkehr		
Entfe	ernungsbereiche		Nahverkel	nr (<50 km)			Regionalverke	hr (50 - 150 km)			Fernverkel	hr (>150 km)	
Strai	ßen- / Raumkategorie		Stadts	traßen			Lands	straßen			Bundesa	utobahnen	
_Œ Topα	ographie			Fl	ach					Hüg	elich		
Abs	chnitt der Transport- und Lieferkette		Vo	rlauf			Hau	ptlauf			Nac		
Prim	näres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	ren (Pendelfahrten)	Rundtour (S	iammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samm	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abhi		
Seki	undärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	ren (Pendelfahrten)	Rundtour (S	iammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samm	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	Kein sekundären Touren	
Print	närer Standort während der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebseigener B	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Güterverteil	ungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher S	Straßenraum
Seki	undärer Standort während der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebseigener B	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Güterverteil	ungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Standort
Stan	ndort außerhalb der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebs	fremdes Gelände (externer Dier	nstleister)	Tank- und	Rastanlage (Autobahnraststätte	e, Autohof)	Wohnort d	es Fahrers	Offentlicher S	Straßenraum
Plan	barkeit	Fes	te Relationen und Zeiten (defin	iert)	Flexil	ble Relationen und Zeiten (dispo	oniert)		Kurzfristig disponiert (Vortag)		Kurzfrist	ig disponiert (gleicher Tag bis cu	t off Zeit)
Fahr	rtzielregelmäßigkeit			Wechsel	Inde Ziele					Gleichbleit	pende Ziele		
Liefe	erzeitfenster		Festes Z	eitfenster			Flexibles	Zeitfenster			Kein Ze	eitfenster	
Anpa	assungsbereitschaft von Standdauern			J	Ja					N	ein		
Anza	ahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps		>30 Si	lopps
Tage	esfahrleistung	<120 km	120 -	150 km	150 - 3	300 km	300 -	500 km	500 -	700 km	700 - 1	1000 km	>1000 km
Max	imale Fahrtlänge	<50 km	50 - 1	20 km	120 - 1	150 km	150 -	300 km	300 -	500 km	500 -	700 km	>700 km
Ante	il Autobahn		<20 %			20% - 50%			50%-80%			80%-100%	
Häuf	figkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	pro Tag			Zweima	l pro Tag			Mehr als Zw	eimal pro Tag	
Dau Dau	er von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min			9 h	
Stan	ndzeiten Beladung/Abholung	<30	min	30 - 6	60 min	60 - 1	20 min	120 - 1	80 min	180 - 2	240 min	>240	min
Stan	ndzeiten Entladung/Zustellung	Wenige	Minuten	⊲0) min	30 - 6	60 min	60 - 1	20 min	120 - 1	180 min	>180	min
Stan	ndzeiten Umschlag	<30	min	30 - 6	60 min	60 - 1	20 min	120 - 1	80 min	180 - 2	240 min	>240	min
Z Fahr	zeugeinsatzstunden		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h			>16 h	
Stan	nddauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2 -	4 h	4-	6 h	6-	8 h	8-	14 h	14	- 16 h	>16h
Fahr	zeugagglomeration am primären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
—	zeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
_	zeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
ı dili	200guggomoration am otanuori ausemaio dei 24tile0828tt		-0 i dinzougo			5 - 20 1 dis200g6		l	20 - 40 1 01120090			- 40 1 011220090	

A.4 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #2 "Distribution KMU" N2

	1												
_	Nutzungsszenarien						Ausprä		1				
	Logistiksegmente	Kurrier, Express-		Allgemeine St		Spezielle Stückgütverkehre	Allgemeine La		Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik		arehouselogistik	KMU Logistik
	Verkehrssystem	System	verkehr	Direkt		Umläufe (lange Unterw	egszeiten)	Relationsverkeh	re (wiederkehrend)	Trampw		Begegnu	ungsverkehr
	Kombinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)			J	_					Ne			
ddn	Unternehmensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternehmen (0-9 B.)		ı	Kleine Unternehmen (10-49 B.)		ı	Mittlere Unternehmen (50-249 E	3.)		Große Unternehmen (≥250 B.)
Sergi	Fuhrparkgröße [Fahrzeuge]		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			Großer Fuhrpark (≥50 F.)	
ž	Geschäftsmodell		Asset-	based			Asse	t-light			non-	Asset	
	Geschäftsbeziehungen der Transporte			Business-to-B	usiness (B2B)				-	Business-to-Co	onsumer (B2C)		
	Jahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10.000 - 3	0.000 km	30.000 - 4	10.000 km	40.000 - 8	10.000 km	80.000 - 1	30.000 km	130.000 -	180.000 km	>180.000 km
	Einsatzstunden [h pro Jahr]	<2000	0 h/J		2000 - 2760 h/J		2760) h/J	288	0 h/J		<2880 h/J	
	Fahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 t z0	3G (N1)	3,5 t - 7,5	tzGG (N2)	7,5 t - 12 t zGG (N2)	12 t - 20	t zGG (N3)	20 t - 30 t	zGG (N3)	30 t - 44	t zGG (N3)
	Aufbauten	Standarda	aufbauten	Kip	per	Tank- und Silofahra	zeuge	Wechs	selbrücke	Großraum- und S	Schwertransport	Spezial	laufbauten
	Fahrzeugbesitz			Betriebseige	nes Fahrzeug					Betriebsfremo	des Fahrzeug		
	Verkehrswege		Binnenverkehr			Grenzüberschreitender Versand			Grenzüberschreitender Empfan	g		Kabotage	
	Verkehrsorganisation			Gewerblich	ner Verkehr					Werkw	erkehr		
	Entfernungsbereiche		Nahverkeh	r (<50 km)			Regionalverkel	nr (50 - 150 km)			Fernverkeh	r (>150 km)	
	Straßen- / Raumkategorie		Stadts	traßen			Lands	traßen			Bundesa	utobahnen	
-	Topographie			Fla	ach					Hüge	elich		
brof	Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vor	lauf			Haup	otlauf			Nac	hlauf	
rsatz	Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour (/erteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abho	olung/Zustellung)	
ü	Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour (/erteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abho	olung/Zustellung)	Kein sekundären Touren
	Primärer Standort während der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebseigener Be	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be- oder	Entladeort	Güterverte	ilungszentrum	Güterverkel	hrszentrum	Öffentlicher	r Straßenraum
	Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebseigener Be	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be- oder	Entladeort	Güterverte	ilungszentrum	Güterverkel	hrszentrum	Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Standort
	Standort außerhalb der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebs	fremdes Gelände (externer Dier	nstleister)	Tank- und	Rastanlage (Autobahnraststät	te, Autohof)	Wohnort de	es Fahrers	Öffentlicher	r Straßenraum
	Planbarkeit	Fes	ste Relationen und Zeiten (defin	ert)	Flexit	ole Relationen und Zeiten (disponiert)			Kurzfristig disponiert (Vortag)		Kurzfristi	g disponiert (gleicher Tag bis o	cut off Zeit)
	Fahrtzielregelmäßigkeit			Wechsel	Inde Ziele					Gleichbleib	ende Ziele		
	Lieferzeitfenster		Festes Z	eitfenster			Flexibles	Zeitfenster			Kein Ze	eitfenster	
	Anpassungsbereitschaft von Standdauern			J	la					Ne	ein		
	Anzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps		>30	Stopps
	Tagesfahrleistung	<120 km	120 - 1	50 km	150 - 3	300 km	300 - 5	500 km	500 - 1	700 km	700 - 1	000 km	>1000 km
	Maximale Fahrtlänge	<50 km	50 - 1			150 km		300 km		500 km		700 km	>700 km
	Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%			50%-80%			80%-100%	<u></u>
	Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	pro Tag			Zweimal	pro Tag		'	Mehr als Zw	eimal pro Tag	
eter	Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min	' I		9 h	
aram	Standzeiten Beladung/Abholung	<30	min	30 - 6	60 min	60 - 120 min	1	120 -	180 min	180 - 2	40 min		40 min
dsb	Standzeiten Entladung/Zustellung	Wenige			min	30 - 60 min			120 min	120 - 1			30 min
utznı	Standzeiten Umschlag	<30		30 - 6		60 - 120 min			180 min	180 - 2			40 min
ž	Fahrzeugeinsatzstunden		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h	<u> </u>		>16 h	
	Standdauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2-	4 h	4-	6 h	6 -	8 h		14 h	14 -	16 h	>16h
	Fahrzeugagglomeration am primären Standort	,,	<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	1
	Fahrzeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
	Fahrzeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
_	an acceptage of the latter and the latter and the latter state and the l		-0 i diszougo		l				20 - 40 1 01120090			- 40 / 6/12/09/2	

A.5 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #3 "Paketdienste Last Mile" N1

Nutzungsszenarien						Ausprä	gungen						
Logistiksegmente	Kurrier, Express- un	nd Paketdienste	Allgemeine St	ückgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre	Allgemeine La	dungsverkehre	Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik	Terminal und W	'arehouselogistik	KMU Logistik	
Verkehrssystem	Systemve	erkehr	Direkt	verkehr	Umläufe (lange l	Interwegszeiten)	Relationsverkehr	e (wiederkehrend)	Tramp	verkehre	Begegnu	ıngsverkehr	
Kombinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)			J	la	•				,	Vein			
Unternehmensgröße [Beschäftigte]	1	Kleinstunternehmen (0-9 B.)			Kleine Unternehmen (10-49 B.)			Mittlere Unternehmen (50-249 B	3.)		Große Unternehmen (≥250 B.)	
Fuhrparkgröße [Fahrzeuge]		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			Großer Fuhrpark (≥50 F.)		
Geschäftsmodell		Asset-	based			Asse	it-light			non-	Asset		
Geschäftsbeziehungen der Transporte			Business-to-B	Jusiness (B2B)					Business-to-0	Consumer (B2C)			
Jahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10.000 - 3	0.000 km	30.000 -	40.000 km	40.000 -	80.000 km	80.000 - 1	130.000 km	130.000 -	180.000 km	>180.000 km	
Einsatzstunden [h pro Jahr]	<2000	h/J		2000 - 2760 h/J		276	0 h/J	288	30 h/J		<2880 h/J		
Fahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 t zG0	G (N1)	3,5 t - 7,5	tzGG (N2)	7,5 t - 12 t	zGG (N2)	12 t - 20	tzGG (N3)	20 t - 30	tzGG (N3)	30 t - 44	t zGG (N3)	
Aufbauten	Standardau	ıfbauten	Kip	per	Tank- und S	ilofahrzeuge	Wechs	elbrücke	Großraum- und	i Schwertransport	Spezia	laufbauten	
Fahrzeugbesitz			Betriebseige	nes Fahrzeug	•				Betriebsfren	ndes Fahrzeug			
Verkehrswege		Binnenverkehr			Grenzüberschreitender Versand			Grenzüberschreitender Empfan	ng		Kabotage		
Verkehrsorganisation			Gewerblich	her Verkehr					Werk	verkehr			
Entfernungsbereiche		Nahverkeh	r (<50 km)			Regionalverke	hr (50 - 150 km)			Fernverkel	r (>150 km)		
Straßen- / Raumkategorie		Stadts	traßen			Lands	traßen			Bundesa	utobahnen		
Topographie			Fla	ach					Hü	gelich			
Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vor	auf			Hau	ptlauf			Nac	chlauf		
Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltour	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	Sammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abho	olung/Zustellung)		
Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltour	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	Sammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abho	olung/Zustellung)	Kein sekundären Toure	
Primärer Standort während der Betriebszeit	Betriebs	shof	Betriebseigener Be	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Gütervertei	lungszentrum	Güterverk	ehrszentrum	Öffentlicher	Straßenraum	
Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betriebs	shof	Betriebseigener Be	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Gütervertei	lungszentrum	Güterverk	ehrszentrum	Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Stand	
Standort außerhalb der Betriebszeit	Betriebs	shof	Betriebsl	fremdes Gelände (externer Die	nstleister)	Tank- und	Rastanlage (Autobahnraststätt	e, Autohof)	Wohnort	des Fahrers	Öffentlicher	Straßenraum	
Planbarkeit	Feste	Relationen und Zeiten (defini	ert)	Flexi	ble Relationen und Zeiten (dispo	niert)		Kurzfristig disponiert (Vortag)	i	Kurzfristi	g disponiert (gleicher Tag bis	cut off Zeit)	
Fahrtzielregelmäßigkeit			Wechsel	Inde Ziele					Gleichble	ibende Ziele			
Lieferzeitfenster		Festes Z	eitfenster			Flexibles	Zeitfenster			Kein Ze	eitfenster		
Anpassungsbereitschaft von Standdauern			J	a					1	Vein			
Anzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps		>30	Stopps	
Tagesfahrleistung	<120 km	120 - 1	50 km	150 - :	300 km	300 -	500 km	500 -	700 km	700 - 1	000 km	>1000 km	
Maximale Fahrtlänge	<50 km	50 - 1:	20 km	120 -	150 km	150 -	300 km	300 -	500 km	500 -	700 km	>700 km	
Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%			50%-80%			80%-100%	•	
Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	oro Tag			Zweima	I pro Tag			Mehr als Zw	eimal pro Tag		
Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min	•		9 h		
Standzeiten Beladung/Abholung	<30 m	nin	30 - 6	60 min	60 - 1	20 min	120 -	180 min	180 -	240 min	>24	I0 min	
Standzeiten Entladung/Zustellung	Wenige M	finuten	<30	min	30 - 6	0 min	60 - 1	120 min	120 -	180 min	>18	30 min	
Standzeiten Umschlag	<30 m	nin	30 - €	60 min	60 - 1	20 min	120 -	180 min	180 -	240 min	>24	10 min	
Fahrzeugeinsatzstunden		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h			>16 h		
Standdauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2 -	4 h	4 -	6 h	6-	8 h	8 -	14 h	14 -	16 h	>16h	
Fahrzeugagglomeration am primären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge		
Fahrzeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge		
Fahrzeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			Offentlicher Staßerrax		

A.6 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #4 "Paketdienste Last Mile" N2

	Nutzungsszenarien						Auspr	igungen						
	Logistiksegmente	Kurrier, Express- u	und Paketdienste	Allgemeine S	tückgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre	Allgemeine L	dungsverkehre	Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik	Terminal und W	arehouselogistik	KMU Logistik	
	Verkehrssystem	Systemy	verkehr	Direkt	tverkehr	Umläufe (lange	Unterwegszeiten)	Relationsverke	hre (wiederkehrend)	Trampv	verkehre	Begegr	ungsverkehr	
	Kombinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)				Ja					Ne	ein			
ddr	Unternehmensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternehmen (0-9 B.)			Kleine Unternehmen (10-49 B.)		Mittlere Unternehmen (50-249 B	.)		Große Unternehmen (≥250 E	3.)	
rg	Fuhrparkgröße [Fahrzeuge]		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			Großer Fuhrpark (≥50 F.)		
ntze	Geschäftsmodell		Asset-	based			Ass	rt-light			non-	Asset		
ž	Geschäftsbeziehungen der Transporte			Business-to-E	Business (B2B)					Business-to-Co	onsumer (B2C)			
	Jahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10.000 - 3	10.000 km	30.000 - 4	10.000 km	40.000 -	80.000 km	80.000 - 1	30.000 km	130.000 -	180.000 km	>180.000 km	
	Einsatzstunden [h pro Jahr]	<2000	D h/J		2000 - 2760 h/J		27	0 h/J	288	D h/J		<2880 h/J	·	
	Fahrzeuggrößenklasse [tzGG]	<3,5 t zG	GG (N1)	3,5 t - 7,5	t zGG (N2)	7,5 t - 12	t zGG (N2)	12 t - 2	0 t zGG (N3)	20 t - 30 t	zGG (N3)	30 t - 4	4 t zGG (N3)	
	Aufbauten	Standarda	aufbauten	Kij	pper	Tank- und S	Silofahrzeuge	Wech	nselbrücke	Großraum- und	Schwertransport	Spezi	alaufbauten	
	Fahrzeugbesitz			Betriebseige	enes Fahrzeug					Betriebsfrem	des Fahrzeug	•		
	Verkehrswege		Binnenverkehr			Grenzüberschreitender Versan	d		Grenzüberschreitender Empfang	9		Kabotage		
	Verkehrsorganisation			Gewerblic	her Verkehr					Werkv	verkehr			
	Entfernungsbereiche		Nahverkeh	r (<50 km)			Regionalverke	hr (50 - 150 km)			Fernverkel	r (>150 km)		
	Straßen- / Raumkategorie		Stadts	traßen			Land	straßen			Bundesa	utobahnen		
∉	Topographie			FI	lach					Hüg	elich			
zbro	Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vor	lauf			Ha	ptlauf			Nac	chlauf		
sat	Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour	Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	I- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)		
늅	Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour	Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	I- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)	Kein sekundären Touren	
	Primärer Standort während der Betriebszeit	Betrieb	bshof	Betriebseigener B	le- oder Entladeort	Kundeneigener Be	e- oder Entladeort	Gütervert	eilungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentliche	er Straßenraum	
	Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betrieb	bshof	Betriebseigener B	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	e- oder Entladeort	Gütervert	eilungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Standort	
	Standort außerhalb der Betriebszeit	Betriet	bshof	Betriebs	sfremdes Gelände (externer Dier	nstleister)	Tank- un	Rastanlage (Autobahnraststä	itte, Autohof)	Wohnort d	les Fahrers	Öffentlich	er Straßenraum	
	Planbarkeit	Fest	te Relationen und Zeiten (defin	ert)	Flexit	ole Relationen und Zeiten (disp	oniert)		Kurzfristig disponiert (Vortag)		Kurzfrist	ig disponiert (gleicher Tag bis	cut off Zeit)	
	Fahrtzielregelmäßigkeit			Wechse	Inde Ziele					Gleichbleib	oende Ziele			
	Lieferzeitfenster		Festes Z	eitfenster			Flexibles	Zeitfenster			Kein Ze	eitfenster		
	Anpassungsbereitschaft von Standdauern				Ja					Ne	ein			
	Anzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps		>30) Stopps	
	Tagesfahrleistung	<120 km	120 - 1	50 km	150 - 3	800 km	300 -	500 km	500 - 7	'00 km	700 - 1	000 km	>1000 km	
	Maximale Fahrtlänge	<50 km	50 - 1	20 km	120 - 1	150 km	150 -	300 km	300 - 5	500 km	500 -	700 km	>700 km	
	Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%			50%-80%			80%-100%		
5	Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	pro Tag			Zweim	l pro Tag			Mehr als Zw	eimal pro Tag		
met a	Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min			9 h		
para	Standzeiten Beladung/Abholung	<30 i	min	30 -	60 min	60 - 1	120 min	120	- 180 min	180 - 2	240 min	>2	40 min	
ıgsı	Standzeiten Entladung/Zustellung	Wenige !	Minuten	<30	0 min	30 - 6	60 min	60 -	- 120 min	120 - 1	180 min	>1	80 min	
tz m	Standzeiten Umschlag	<30 r	min	30 -	60 min	60 - 1	120 min	120	- 180 min	180 - 2	240 min	>2	40 min	
ž	Fahrzeugeinsatzstunden		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h			>16 h		
	Standdauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2-	4 h	4 -	6 h	6	8 h	8 - 1	14 h	14 -	16 h	>16h	
	Fahrzeugagglomeration am primären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge		
	Fahrzeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge		
	Fahrzeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge	<u> </u>		20 - 40 Fahrzeuge			Sent Zeitfenster Sent Zeitfe		

A.7 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #5 "Kommunale Servicebetriebe" N1

	T												1	
	Nutzungsszenarien			1			Ausprä		1	ı	ı			
	Logistiksegmente	Kurrier, Express-		Allgemeine Stür		Spezielle Stückgütverkehre	Allgemeine La		Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik		Varehouselogistik	KMU Logistik	
	Verkehrssystem	System	iverkehr	Direktve		Umläufe (lange l	Jnterwegszeiten)	Relationsverkehr	e (wiederkehrend)		verkehre	Begegnu	ngsverkehr	
	Kombinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)			Ja	ı					N	ein			
addn	Unternehmensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternehmen (0-9 B.)		H	Kleine Unternehmen (10-49 B.)	1		Mittlere Unternehmen (50-249 B	.)		Große Unternehmen (≥250 B.)	
Zergi	Fuhrparkgröße [Fahrzeuge]		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)	•		Großer Fuhrpark (≥50 F.)		
N	Geschäftsmodell		Asset	-based			Asse	t-light			non	-Asset		
	Geschäftsbeziehungen der Transporte			Business-to-Bu	isiness (B2B)					Business-to-C	onsumer (B2C)			
	Jahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10.000 -	30.000 km	30.000 - 40	0.000 km	40.000 - 8	80.000 km	80.000 - 1	30.000 km	130.000 -	180.000 km	>180.000 km	
	Einsatzstunden [h pro Jahr]	<200	00 h/J		2000 - 2760 h/J		276	0 h/J	288	0 h/J		<2880 h/J		
	Fahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 t z	GG (N1)	3,5 t - 7,5 t	zGG (N2)	7,5 t - 12 t	tzGG (N2)	12 t - 20 t	zGG (N3)	20 t - 30 t	tzGG (N3)	30 t - 44	tzGG (N3)	
	Aufbauten	Standard	aufbauten	Кірр	per	Tank- und S	ilofahrzeuge	Wechs	elbrücke	Großraum- und	Schwertransport	Spezial	aufbauten	
	Fahrzeugbesitz			Betriebseigen	es Fahrzeug					Betriebsfrem	des Fahrzeug	•		
	Verkehrswege		Binnerwerkehr		G	Grenzüberschreitender Versand	1		Grenzüberschreitender Empfan	9		Kabotage		
	Verkehrsorganisation			Gewerbliche	er Verkehr					Werk	verkehr			
	Entfernungsbereiche		Nahverke	nr (<50 km)			Regionalverkel	nr (50 - 150 km)			Fernverke	hr (>150 km)		
	Straßen- / Raumkategorie		Stadt	straßen			Lands	traßen			Bundesa	utobahnen		
_	Topographie			Flac	ch					Hüg	elich			
zprof	Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vo	rlauf			Hau	otlauf			Na	chlauf		
insat	Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	ren (Pendelfahrten)	Rundtour (Sa	ammelfahrt)	Rundtour (1	/erteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)		
ш	Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	ren (Pendelfahrten)	Rundtour (Sa	ammelfahrt)	Rundtour (1	/erteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)	Kein sekundären Touren	
	Primärer Standort während der Betriebszeit	Betrie	ebshof	Betriebseigener Be-	oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Güterverteil	ungszentrum	Güterverke	ehrszentrum	Öffentlicher	Straßenraum	
	Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betrie	ebshof	Betriebseigener Be-	oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Güterverteil	ungszentrum	Güterverke	ehrszentrum	Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Standort	
	Standort außerhalb der Betriebszeit	Betrie	ebshof	Betriebsfr	emdes Gelände (externer Diens	stleister)	Tank- und	Rastanlage (Autobahnraststätt	e, Autohof)	Wohnort d	les Fahrers	Öffentlicher	Straßenraum	
	Planbarkeit	Fer	ste Relationen und Zeiten (defir	iert)	Flexible	le Relationen und Zeiten (dispo	oniert)		Kurzfristig disponiert (Vortag)		Kurzfris	tig disponiert (gleicher Tag bis o	cut off Zeit)	
	Fahrtzielregelmäßigkeit			Wechseln	de Ziele					Gleichbleit	bende Ziele			
	Lieferzeitfenster		Festes 2	Ceitfenster			Flexibles	Zeitfenster			Kein Z	eitfenster		
	Anpassungsbereitschaft von Standdauern			Ja						N	ein			
	Anzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps		>30	Stopps	
	Tagesfahrleistung	<120 km	120 -	150 km	150 - 30	00 km	300 - 5	600 km	500 - 1	700 km	700 -	1000 km	>1000 km	
	Maximale Fahrtlänge	<50 km	50 - 1	20 km	120 - 15	50 km	150 - 3	800 km	300 -	500 km	500 -	700 km	>700 km	
	Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%	•		50%-80%			80%-100%		
	Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	pro Tag			Zweima	I pro Tag			Mehr als Zw	eimal pro Tag		
ne ter	Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min			9 h		
oaran	Standzeiten Beladung/Abholung	<30	min	30 - 60) min	60 - 1	20 min	120 - 1	180 min	180 - 2	240 min	>24	0 min	
dsbur	Standzeiten Entladung/Zustellung	Wenige	Minuten	<301	min	30 - 6	60 min	60 - 1	20 min	120 - 1	180 min	>18	0 min	
Nutzı	Standzeiten Umschlag	<30	min	30 - 60) min	60 - 1	20 min	120 - 1	180 min	180 - 2	240 min	>24	0 min	
	Fahrzeugeinsatzstunden		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h			>16 h		
	Standdauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2 -	4 h	4 - 6	Sh	6-	8 h	8 -	14 h	14	- 16 h	>16h	
	Fahrzeugagglomeration am primären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	1	
	Fahrzeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge		
	Fahrzeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			700 - 1000 km : 500 - 700 km : 80% - 100% Mehr als Zweimal pro Tag		
ш						-					1	>240 min >16 h 14 - 16 h >40 Fahtzeuge >40 Fahtzeuge		

A.8 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #6 "Stückgut Nahverkehr" N2

	Nutzungsszenarien						Ausprä	igungen					
	Logistiksegmente	Kurrier, Express- u	ind Paketdienste	Allgemeine St	ückgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre	Allgemeine La	adungsverkehre	Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik	Terminal und W	/arehouselogistik	KMU Logistik
	Verkehrssystem	System	erkehr	Direkt		-	Unterwegszeiten)		e (wiederkehrend)	Trampv	erkehre	Begegnu	ingsverkehr
	Kombinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)			J	Ja					Ne	ein		
bbe	Unternehmensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternehmen (0-9 B.)			Kleine Unternehmen (10-49 B.))		Mittlere Unternehmen (50-249 B	i.)		Große Unternehmen (≥250 B.)
rgu	Fuhrparkgröße [Fahrzeuge]		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			Großer Fuhrpark (≥50 F.)	
Nutz	Geschäftsmodell		Asset-I	pased			Asse	et-light			non-	Asset	
	Geschäftsbeziehungen der Transporte			Business-to-B	Business (B2B)					Business-to-Co	onsumer (B2C)		
	Jahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10.000 - 3	0.000 km	30.000 -	40.000 km	40.000 -	80.000 km	80.000 - 1	30.000 km	130.000 -	180.000 km	>180.000 km
	Einsatzstunden [h pro Jahr]	<2000) h/J		2000 - 2760 h/J		276	0 h/J	288	0 h/J		<2880 h/J	
	Fahrzeuggrößenklasse [tzGG]	<3,5 t zG	iG (N1)	3,5 t - 7,5	t zGG (N2)	7,5 t - 12	tzGG (N2)	12 t - 20 t	zGG (N3)	20 t - 30 t	zGG (N3)	30 t - 44	tzGG (N3)
	Aufbauten	Standarda	ufbauten	Kip	pper	Tank- und S	ilofahrzeuge	Wechse	elbrücke	Großraum- und	Schwertransport	Spezial	laufbauten
	Fahrzeugbesitz			Betriebseige	nes Fahrzeug					Betriebsfrem	des Fahrzeug		
	Verkehrswege		Binnenverkehr			Grenzüberschreitender Versand	i		Grenzüberschreitender Empfan	g		Kabotage	
	Verkehrsorganisation			Gewerblich	her Verkehr					Werky	erkehr		
	Entfernungsbereiche		Nahwerkehi	(<50 km)			Regionalverke	hr (50 - 150 km)			Fernverke	hr (>150 km)	
	Straßen- / Raumkategorie		Stadtst	raßen			Lands	straßen			Bundesa	utobahnen	
	Topographie			Fla	ach					Hüg	elich		
zpro	Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vorl	auf			Hau	ptlauf			Na	chlauf	
insa	Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltour	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	iammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samm	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)	
"	Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltour	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	iammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samm	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)	Kein sekundären Touren
	Primärer Standort während der Betriebszeit	Betriel	oshof	Betriebseigener Be	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	e- oder Entladeort	Güterverteil	ungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher	Straßenraum
	Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betriel	oshof	Betriebseigener Be	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	e- oder Entladeort	Güterverteil	ungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Standort
	Standort außerhalb der Betriebszeit	Betriel			fremdes Gelände (externer Dier			Rastanlage (Autobahnraststätt		Wohnort de			Straßenraum
	Planbarkeit	Fest	e Relationen und Zeiten (definie	ert)	Flexi	ble Relationen und Zeiten (dispo	oniert)		Kurzfristig disponiert (Vortag)			ig disponiert (gleicher Tag bis o	ut off Zeit)
	Fahrtzielregelmäßigkeit			Wechsel	Inde Ziele					Gleichbleib			
	Lieferzeitfenster		Festes Ze				Flexibles	Zeitfenster				eitfenster	
Ш	Anpassungsbereitschaft von Standdauern				la	I				Ne	ein		
	Anzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps	T		5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps			Stopps
	Tagesfahrleistung	<120 km	120 - 1		150 - 3			500 km		700 km		1000 km	>1000 km
	Maximale Fahrtlänge	<50 km	50 - 12	10 km	120 -	150 km	150 -	300 km		500 km	500 -	700 km	>700 km
	Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%			50%-80%	1		80%-100%	
-e	Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal p	oro Tag	I		Zweima	l pro Tag			Mehr als Zw	eimal pro Tag	
amet	Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen	-	15 min			30 min			45 min			9 h	
spar	Standzeiten Beladung/Abholung	<30 i			30 min		20 min		180 min	180 - 2			10 min
Sunz	Standzeiten Entladung/Zustellung	Wenige I) min		00 min		20 min	120 - 1			30 min
N N	Standzeiten Umschlag	<30		30 - 6	60 min		20 min	120 - 1	180 min	180 - 2	40 min		I0 min
	Fahrzeugeinsatzstunden		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h	***		>16 h	
	Standdauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2-4	≀n	4 -		6-	8 h		14 h	14 -	- 16 h	>16h
	Fahrzeugagglomeration am primären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
	Fahrzeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
Ш	Fahrzeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	

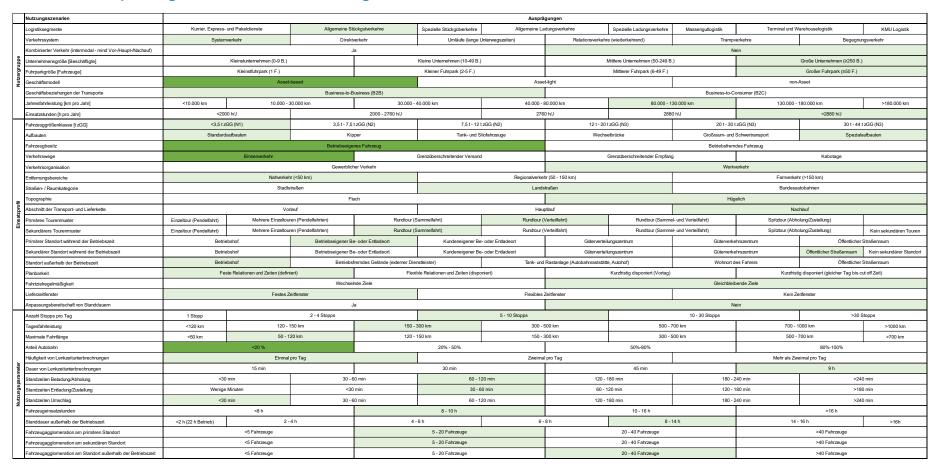
A.9 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #7 "Ladungsverkehr Linie" N3

	Nutzungsszenarien						Ausprä	gungen					
	Logistiksegmente	Kurrier, Express-	und Paketdienste	Allgemeine St	tückgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre	Allgemeine La	dungsverkehre	Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik	Terminal und W	/arehouselogistik	KMU Logistik
	Verkehrssystem	System	verkehr	Direkt	verkehr	Umläufe (lange l	Jnterwegszeiten)	Relationsverkeh	re (wiederkehrend)	Trampv	erkehre	Begegnu	ingsverkehr
	Kombinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)				Ja					Ne	ein		
bbe	Unternehmensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternehmen (0-9 B.)			Kleine Unternehmen (10-49 B.)			Mittlere Unternehmen (50-249 B	.)		Große Unternehmen (≥250 B.)
ergru	Fuhrparkgröße (Fahrzeuge)		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			Großer Fuhrpark (≥50 F.)	
Nutz	Geschäftsmodell		Asset	-based			Asse	t-light			non-	Asset	
	Geschäftsbeziehungen der Transporte			Business-to-B	Business (B2B)					Business-to-Co	onsumer (B2C)		
	Jahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10.000 -	30.000 km	30.000 -	40.000 km	40.000 - 8	0.000 km	80.000 - 1	30.000 km	130.000 -	180.000 km	>180.000 km
	Einsatzstunden [h pro Jahr]	<200	0 h/J		2000 - 2760 h/J		276) NJ	288	0 h/J		>2880 h/J	
	Fahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 t z0	3G (N1)	3,5 t - 7,5	tzGG (N2)	7,5 t - 12	zGG (N2)	12 t - 20	t zGG (N3)	20 t - 30 t	zGG (N3)	30 t - 44	tzGG (N3)
	Aufbauten	Standarda	aufbauten	Kip	oper	Tank- und S	ilofahrzeuge	Wechs	selbrücke	Großraum- und S	Schwertransport	Spezial	laufbauten
	Fahrzeugbesitz			Betriebseige	enes Fahrzeug					Betriebsfremo	des Fahrzeug		
	Verkehrswege		Binnenverkehr			Grenzüberschreitender Versand			Grenzüberschreitender Empfan	9		Kabotage	
	Verkehrsorganisation			Gewerblic	her Verkehr					Werkv	erkehr		
	Entfernungsbereiche		Nahverkel	hr (<50 km)			Regionalverkel	nr (50 - 150 km)			Fernverkel	hr (>150 km)	
	Straßen- / Raumkategorie		Stadts	straßen			Lands	traßen			Bundesa	utobahnen	
E	Topographie			FI	ach					Hüge	elich		
zbro	Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vo	rlauf			Haup	otlauf			Na	chlauf	
insat	Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	ren (Pendelfahrten)	Rundtour (S	Sammelfahrt)	Rundtour (V	/erteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)	
ш	Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	ren (Pendelfahrten)	Rundtour (S	Sammelfahrt)	Rundtour (V	/erteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)	Kein sekundären Touren
	Primärer Standort während der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebseigener B	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Gütervertei	ilungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher	Straßenraum
	Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebseigener B	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Gütervertei	ilungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Standort
	Standort außerhalb der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebs	fremdes Gelände (externer Die	nstleister)	Tank- und	Rastanlage (Autobahnraststät	tte, Autohof)	Wohnort de	es Fahrers	Offentlicher	Straßenraum
	Planbarkeit	Fes	te Relationen und Zeiten (defin	iert)	Flexi	ble Relationen und Zeiten (dispo	niert)		Kurzfristig disponiert (Vortag)		Kurzfrist	ig disponiert (gleicher Tag bis o	ut off Zeit)
	Fahrtzielregelmäßigkeit			Wechse	Inde Ziele					Gleichbleib	ende Ziele		
	Lieferzeitfenster		Festes 2	Zeitfenster			Flexibles 2	Zeitfenster			Kein Zi	eitfenster	
	Anpassungsbereitschaft von Standdauern				Ja					Ne	ein		
	Anzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps		>30	Stopps
	Tagesfahrleistung	<120 km		150 km		300 km	300 - 5			700 km		1000 km	>1000 km
	Maximale Fahrtlänge	<50 km		20 km	120 -	150 km	150 - 3	100 km		500 km	500 -	700 km	>700 km
	Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%			50%-80%			80%-100%	
	Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen			pro Tag	1		Zweimal	pro Tag				eimal pro Tag	1
met	Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min	T		30 min			45 min) h	
spara	Standzeiten Beladung/Abholung	<30			60 min	60 - 1			180 min	180 - 2		 	IO min
:Bun	Standzeiten Entladung/Zustellung	Wenige) min	30 - 6			120 min	120 - 1			30 min
N	Standzeiten Umschlag	<30		30 - 6	60 min		20 min	120 -	180 min	180 - 2	40 min		10 min
	Fahrzeugeinsatzstunden	1	<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h			>16 h	1
	Standdauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)		4 h	4 -	6 h	6-	8 h		14 h	14	- 16 h	>16h
	Fahrzeugagglomeration am primären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
	Fahrzeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
	Fahrzeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	

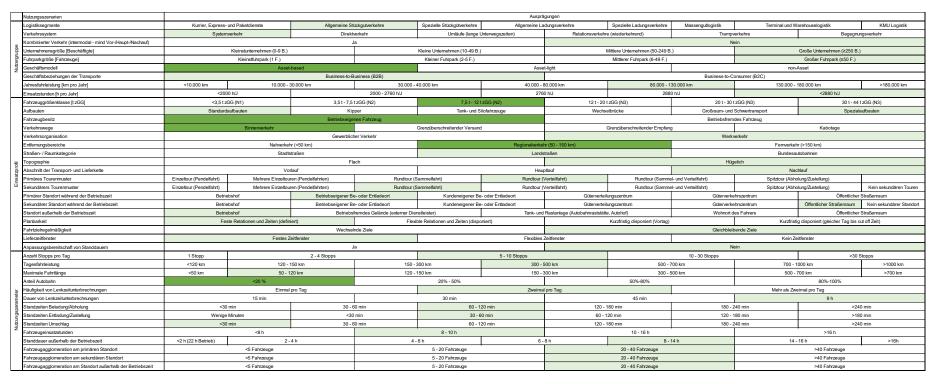
A.10 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #8 "KEP/Stückgut Fernverkehr" N3

Nutzungsszenarien							Ausnr	ägungen					
		Kurrier, Express-	and Deletelianete	Alli Ca	tückgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre		adungsverkehre	Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik	Taminal and M	Varehouselogistik	KMU Logistik
Logistiksegmente Verkehrssystem		System			verkehr	Umläufe (lange L			(wiederkehrend)	Trampy			Begegnungsverkehr
	intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)	Зумент	VOIKOII	Dilekt		Offiadie (larige C	Jilletwegszeitett)	T Veldil O I S VET KET I E	(wiederkerreid)	Ne		· '	oogogiiuigoveikeiii
Unternehmensgröße [Be			Kleinstunternehmen (0-9 B.)			leine Unternehmen (10-49 B.)			Aittlere Unternehmen (50-249 B		3111	Große Unternehmen (>250 R)
Fuhrparkgröße (Fahrzeu			Kleinstfuhrpark (1 F.)		R	Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)	.,		Großer Fuhrpark (2	
Geschäftsmodell	ugej		Asset-	hanad		recinci rumpun (2-01.)	Ann	et-light	macion anpark (0-401.)		200	-Asset	501.)
Geschäftsbeziehungen d	dar Transports		7,050.		Business (B2B)		7100	- I		Business-to-Co		710001	
Jahresfahrleistung [km pi		<10.000 km	10.000 - 3		30.000 - 40.	000 km	40,000 -	80.000 km	80.000 - 1	30.000 km		180.000 km	>180.000 km
Einsatzstunden [h pro Ja		<200		0.000 KIII	2000 - 2760 h/J	.000 1411		50 h/J		0 h/J	100.000	>2880 h/J	- 100.000 1011
Fahrzeuggrößenklasse [t	-	<3,5 t z0		3,5 t - 7,5		7,5 t - 12 t		12 t - 20 t		20 t - 30 t	7GG (N3)		30 t - 44 t zGG (N3)
Aufbauten	[120]	Standarda			oper .	Tank- und S		Wechse		Großraum- und			Spezialaufbauten
Fahrzeugbesitz					enes Fahrzeug					Betriebsfrem	•	I.	
Verkehrswege			Binnerwerkehr	Delitebookge		enzüberschreitender Versand		-	Grenzüberschreitender Empfan			Kabotage	
Verkehrsorganisation			Distribution	Gewerblic		7618618618617618618		 		9 Werky	erkehr	rasotage	
Entfernungsbereiche			Nahverkeh				Regionalverke	ehr (50 - 150 km)				hr (>150 km)	
Straßen- / Raumkategori	vie		Stadts					straßen				utobahnen	
_ Topographie			Oudu		ach		Luna	Januari -		Hüg		and the same of th	
Abschnitt der Transport-	t- und Lieferkette		Vor		don		Hai	ptlauf		Tilly		chlauf	
Primäres Tourenmuster		Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltour		Rundtour (Sar	nmelfahrt)		(Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)		olung/Zustellung)	
Sekundärers Tourenmus		Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltour		Rundtour (Sar			(Verteilfahrt)	-	el- und Verteilfahrt)		olung/Zustellung)	Kein sekundären Toure
Primärer Standort währe		Betrie		Betriebseigener B	1	Kunden	eigener	Kunden Be- oder Entladeort. Inc		Güterverke			entlicher Straßenraum
Sekundärer Standort wäl		Betrie		Betriebseigener B		Be- oder Entla Kundeneigener Be	deort, singulär	Be- oder Entladeort, Inc Güterverteili		Güterverke		Öffentlicher Straße	
Standort außerhalb der E		Betrie			fremdes Gelände (externer Dienst			d Rastanlage (Autobahnraststätte		Wohnort d			entlicher Straßenraum
Planbarkeit			ste Relationen und Zeiten (defini			Relationen und Zeiten (dispo			Kurzfristig disponiert (Vortag)		Kurzfrist	ig disponiert (gleicher	
Fahrtzielregelmäßigkeit	t			Wechsel	Inde Ziele		•		3 1 (3)	Gleichbleib		5 1 15	<u> </u>
Lieferzeitfenster			Festes Zi				Flexibles	Zeitfenster				eitfenster	
Anpassungsbereitschaft	ft von Standdauern			J	Ja					Ne Ne	ein		
Anzahl Stopps pro Tag		1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps			>30 Stopps
Tagesfahrleistung		<120 km	120 - 1	50 km	150 - 30	0 km	300 -	500 km	500 -	700 km	700 - 1	1000 km	>1000 km
Maximale Fahrtlänge		<50 km	50 - 12	20 km	120 - 15	0 km	150 -	300 km	300 -	500 km	500 -	700 km	>700 km
Anteil Autobahn			<20 %			20% - 50%			50%-80%			80%-100%	
Häufigkeit von Lenkzeitu	tunterbrechnungen		Einmal	pro Tag			Zweim	al pro Tag			Mehr als Zw	eimal pro Tag	
Dauer von Lenkzeituntert	erbrechnungen		15 min			30 min			45 min			9 h	
Standzeiten Beladung/Al	Abholung	<30	min	30 - 6	60 min	60 - 1:	20 min	120 - 1	80 min	180 - 2	40 min		>240 min
Standzeiten Entladung/Z	Zustellung	Wenige	Minuten	<30) min	30 - 6	0 min	60 - 1	20 min	120 - 1	80 min		>180 min
Standzeiten Umschlag		<30	min	30 - €	60 min	60 - 1:	20 min	120 - 1	80 min	180 - 2	40 min		>240 min
Fahrzeugeinsatzstunden	n		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h			>16 h	
Standdauer außerhalb de	der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2	4 h	4-6	h	6	-8 h	8-	14 h	14	- 16 h	>16h
Fahrzeugagglomeration	n am primären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge	-		20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeug	e
Fahrzeugagglomeration	n am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeug	e
Fahrzeugagglomeration	n am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeug	e

A.11 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #9 "Distribution LEH" N1



A.12 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #10 "Distribution LEH" N2



A.13 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #11 "Distribution LEH" N3



A.14 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #12 "Produktionsversorgung JIT" N2

	Nutzungsszenarien						Ausprä	gungen					
	Logistiksegmente	Kurrier, Express-	nd Paketdienste	Allnemeine S	tückgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre	Allgemeine La		Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik	Terminal und V	/arehouselogistik	KMU Logistik
	Verkehrssystem	System			tverkehr		Unterwegszeiten)		re (wiederkehrend)		erkehre	_	ıngsverkehr
	Kombinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)	- Cysiciii	CITCH!		Ja	Omadic (ange	Ontorwoguzzitany	Todasonotonom	o (wicdaniana)	N		Dogogia	angovernera
8	Unternehmensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternehmen (0-9 B.)			Kleine Unternehmen (10-49 B.)		Mittlere Unternehmen (50-249 B			Große Unternehmen (≥250 B.)
grup	Fuhrparkgröße [Fahrzeuge]		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)	,	'	Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)	-,		Großer Fuhrpark (≥50 F.)	-/
utze	Geschäftsmodell			-based			Asse	t-light			non	-Asset	
Z	Geschäftsbeziehungen der Transporte		710000		Business (B2B)		71000	r ng n		Business-to-C		710001	
	Jahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10,000 -:	30.000 km	30.000 - 4	IO 000 km	40.000 - 8	30 000 km	80 000 - 1	30.000 km		180.000 km	>180.000 km
	Einsatzstunden [h pro Jahr]	<200			2000 - 2760 h/J		276			0 h/J		>2880 h/J	- 100.000 km
-	Fahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 t z0		35t-75	t zGG (N2)	7.5.t - 12	tzGG (N2)		tzGG (N3)	20 t - 30 t	zGG (N3)	1	tzGG (N3)
	Aufbauten	Standarda			pper		Silofahrzeuge		elbrücke	Großraum- und			laufbauten
	Fahrzeugbesitz				enes Fahrzeug						des Fahrzeug		
	Verkehrswege		Binnenverkehr			Grenzüberschreitender Versan	d		Grenzüberschreitender Empfan			Kabotage	
	Verkehrsorganisation			Gewerblin	her Verkehr		-			Werky	erkehr	Jougo	
	Entfernungsbereiche		Nahverkel	r (<50 km)			Regionalverkel	hr (50 - 150 km)		Truiki		hr (>150 km)	
	Straßen- / Raumkategorie			straßen			Lands					utobahnen	
	Topographie				lach					Hila	elich		
ıı	Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vo	rlauf	MOIT		Hau	otlauf		Ting	Na:		
satzb	Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)		ren (Pendelfahrten)	Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour (*		Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)		olung/Zustellung)	
ᇤ	Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)		ren (Pendelfahrten)	Rundtour (S		Rundtour (*		Rundtour (Samme	•		olung/Zustellung)	Kein sekundären Touren
	Primärer Standort während der Betriebszeit	Betrie			e- oder Entladeort	Kundeneigener Be			lungszentrum	Güterverke		1	r Straßenraum
	Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betrie			e- oder Entladeort	Kundeneigener Be			lungszentrum	Güterverke		Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Standort
	Standort außerhalb der Betriebszeit	Betrie			sfremdes Gelände (externer Dier			Rastanlage (Autobahnraststätt			es Fahrers		r Straßenraum
	Planbarkeit		te Relationen und Zeiten (defin			ole Relationen und Zeiten (disp			Kurzfristig disponiert (Vortag)			ig disponiert (gleicher Tag bis o	
	Fahrtzielregelmäßigkeit			•	Inde Ziele		,			Gleichhleit	pende Ziele	3	
	Lieferzeitfenster		Festes Z		III do Lloid		Flexibles	Zeitfenster		Oldidible		eitfenster	
	Anpassungsbereitschaft von Standdauern		1 0000 1		Ja		T IONIDICO.	E CONTROL OF CONTROL O		N		Distribution	
-	Anzahi Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps	ou .		5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps		>30	Stopps
	Tagesfahrleistung	<120 km	120 -	150 km	150 - 3	100 km	300 -	500 km	500 -	700 km	700 -	1000 km	>1000 km
	Maximale Fahrtlänge	<50 km		20 km	120 - 1		150 - 3			500 km		700 km	>700 km
	Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%			50%-80%			80%-100%	
	Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen			pro Tag			Zweima	I pro Tag			Mehr als Zw	eimal pro Tag	
ate	Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min		-	45 min			9 h	
aram	Standzeiten Beladung/Abholung	<30	min	30 -	60 min		120 min	120 -	180 min	180 - 2	240 min		10 min
dsb	Standzeiten Entladung/Zustellung	Wenige	Minuten	<3	0 min	30 - 6	60 min	60 - 1	120 min	120 - 1	80 min	>18	30 min
utzn	Standzeiten Umschlag	<30		30 -	60 min	60 - 1	120 min	120 -	180 min	180 - 2	240 min	>24	10 min
ž	Fahrzeugeinsatzstunden		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h			>16 h	
	Standdauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2 -	4 h	4 -	6 h	6 -	8 h	8-	14 h	14	- 16 h	>16h
	Fahrzeugagglomeration am primären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	'
	Fahrzeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
	Fahrzeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
	5 55		- ·g-			,		l .			l .		

A.15 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #13 "Produktionsversorgung JIT" N3

	Nutzungsszenarien						Ausprä	igungen					
	Logistiksegmente	Kurrier, Express-	and Paketdienste	Allgemeine S	tückgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre	Allgemeine La	dungsverkehre	Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik	Terminal und W	/arehouselogistik	KMU Logistik
	Verkehrssystem	System	verkehr	Direkt	tverkehr	Umläufe (lange l			e (wiederkehrend)		verkehre	Begegnu	ngsverkehr
	Kombinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)			,	Ja					N	ein		
bbe	Unternehmensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternehmen (0-9 B.)			Kleine Unternehmen (10-49 B.)		,	Mittlere Unternehmen (50-249 B	.)		Große Unternehmen (≥250 B.	
ng.	Fuhrparkgröße [Fahrzeuge]		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			Großer Fuhrpark (≥50 F.)	
N LEZ	Geschäftsmodell		Asset-	based			Asse	rt-light			non-	Asset	
-	Geschäftsbeziehungen der Transporte			Business-to-B	Business (B2B)					Business-to-C	onsumer (B2C)		
	Jahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10.000 - 3	0.000 km	30.000 -	40.000 km	40.000 - 8	80.000 km	80.000 - 1	30.000 km	130.000 -	180.000 km	>180.000 km
	Einsatzstunden [h pro Jahr]	<200	0 h/J		2000 - 2760 h/J		276	0 h/J	288	0 h/J		>2880 h/J	
	Fahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 t z0	GG (N1)	3,5 t - 7,5	5 t zGG (N2)	7,5 t - 12	zGG (N2)	12 t - 20 t	zGG (N3)	20 t - 30	tzGG (N3)	30 t - 44	zGG (N3)
	Aufbauten	Standarda	aufbauten	Kij	pper	Tank- und S	ilofahrzeuge	Wechse	elbrücke	Großraum- und	Schwertransport	Spezial	aufbauten
	Fahrzeugbesitz			Betriebseige	enes Fahrzeug	•				Betriebsfrem	ides Fahrzeug		
	Verkehrswege		Binnenverkehr			Grenzüberschreitender Versand			Grenzüberschreitender Empfan			Kabotage	
	Verkehrsorganisation			Gewerblic	cher Verkehr					Werk	verkehr		
	Entfernungsbereiche		Nahverkeh	r (<50 km)			Regionalverkel	hr (50 - 150 km)			Fernverkel	nr (>150 km)	
	Straßen- / Raumkategorie		Stadts	traßen			Lands	straßen			Bundesa	utobahnen	
æ	Topographie			FI	lach					Hüg	gelich		
zbro	Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vor	lauf			Hau	ptlauf			Nac	chlauf	
insaf	Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltour	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	Sammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abho	olung/Zustellung)	
ш	Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltour	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	Sammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abho	olung/Zustellung)	Kein sekundären Touren
	Primärer Standort während der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebseigener B	Be- oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Güterverteil	ungszentrum	Güterverke	ehrszentrum	Öffentlicher	Straßenraum
	Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebseigener B	Be- oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Güterverteil	ungszentrum	Güterverke	ehrszentrum	Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Standort
	Standort außerhalb der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebs	sfremdes Gelände (externer Die	nstleister)	Tank- und	Rastanlage (Autobahnraststätte	e, Autohof)	Wohnort d	les Fahrers	Öffentlicher	Straßenraum
	Planbarkeit	Fes	te Relationen und Zeiten (defini	ert)	Flexi	ble Relationen und Zeiten (dispo	niert)		Kurzfristig disponiert (Vortag)		Kurzfristi	ig disponiert (gleicher Tag bis o	ut off Zeit)
	Fahrtzielregelmäßigkeit			Wechse	alnde Ziele					Gleichbleil	bende Ziele		
	Lieferzeitfenster		Festes Ze	eitfenster			Flexibles	Zeitfenster			Kein Ze	eitfenster	
	Anpassungsbereitschaft von Standdauern				Ja					N	ein		
	Anzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps	1	>30	Stopps
	Tagesfahrleistung	<120 km	120 - 1	50 km	150 -	300 km	300 - 5	500 km	500 -	700 km	700 - 1	000 km	>1000 km
	Maximale Fahrtlänge	<50 km	50 - 12	20 km	120 -	150 km	150 - 3	300 km		500 km	500 - 1	700 km	>700 km
	Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%			50%-80%			80%-100%	
-	Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	oro Tag	ı		Zweima	l pro Tag			Mehr als Zw	eimal pro Tag	
mete	Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min	ı		9 h	
spara	Standzeiten Beladung/Abholung	<30			60 min		20 min		180 min		240 min		0 min
inug	Standzeiten Entladung/Zustellung	Wenige			0 min		0 min		20 min		180 min		0 min
Nutz	Standzeiten Umschlag	<30		30 -	60 min		20 min	120 - 1	180 min	180 - 2	240 min		0 min
	Fahrzeugeinsatzstunden		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h			>16 h	1
	Standdauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2	4 h	4 -	6 h	6 -	8 h	8-	14 h	14 -	16 h	>16h
	Fahrzeugagglomeration am primären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
	Fahrzeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	
	Fahrzeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	

A.16 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #14 "Entsorgung" N3

_														
	Nutzungsszenarien						Ausprä							
	Logistiksegmente	Kurrier, Express-	und Paketdienste	Allgemeine St	tückgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre	Allgemeine La	dungsverkehre Spezielle Ladungsverkehre		Massengutlogistik	Terminal und V	Varehouselogistik	KMU Logistik	
	Verkehrssystem	System	verkehr	Direkt	verkehr	Umläufe (lange	Unterwegszeiten)	Relationsverkehr	e (wiederkehrend)	Trampv	erkehre	Begegnu	ngsverkehr	
	Kombinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)				Ja					Ne	ein			
eddn	Unternehmensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternehmen (0-9 B.)			Kleine Unternehmen (10-49 B.)	1	Vittlere Unternehmen (50-249 B	.)		Große Unternehmen (≥250 B.)	
ergr	Fuhrparkgröße [Fahrzeuge]		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			Großer Fuhrpark (≥50 F.)		
Nut	Geschäftsmodell		Asset-	based			Asse	t-light			non	-Asset		
	Geschäftsbeziehungen der Transporte			Business-to-B	Business (B2B)					Business-to-Co	onsumer (B2C)			
	Jahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10.000 - 3	80.000 km	30.000 -	40.000 km	40.000 - 8	80.000 km	80.000 - 1	30.000 km	130.000 -	180.000 km	>180.000 km	
	Einsatzstunden [h pro Jahr]	<2000 hU		2000 - 2760 h/J		276	0 h/J	288	0 h/J		<2880 h/J			
	Fahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 t z0	GG (N1)	3,5 t - 7,5	tzGG (N2)	7,5 t - 12	tzGG (N2)	12 t - 20 t	zGG (N3)	20 t - 30 t	zGG (N3)	30 t - 44	t zGG (N3)	
	Aufbauten	Standarda	aufbauten	Kip	oper	Tank- und S	Silofahrzeuge	Wechselbrücke Großraum- un			Schwertransport	Spezia	aufbauten	
	Fahrzeugbesitz			Betriebseige	enes Fahrzeug					Betriebsfrem	des Fahrzeug	•		
	Verkehrswege		Binnenverkehr			Grenzüberschreitender Versan	d		Grenzüberschreitender Empfang	9		Kabotage		
	Verkehrsorganisation			Gewerblic	her Verkehr					Werkv	erkehr			
	Entfernungsbereiche		Nahverkeh	ır (<50 km)			Regionalverkel	nr (50 - 150 km)			Fernverke	hr (>150 km)		
	Straßen-/Raumkategorie	Stadtstraßen					Lands	traßen			Bundesa	utobahnen		
=	Topographie			FI	ach	•				Hüg	elich			
puda	Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vor	lauf			Hau	otlauf			Na	chlauf		
nsat	Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltour	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	Sammelfahrt)	Rundtour (/erteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)		
ü	Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltour	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	Sammelfahrt)	Rundtour (*	/erteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)	Kein sekundären Touren	
	Primärer Standort während der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebseigener B	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	e- oder Entladeort	Güterverteil	ungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher	Straßenraum	
	Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betriebshof Betrieb		Betriebseigener B	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	e- oder Entladeort	Güterverteil	ungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Standort	
	Standort außerhalb der Betriebszeit	Betriebshof Betrieb		fremdes Gelände (externer Die	nstleister)	Tank- und	Rastanlage (Autobahnraststätti	e, Autohof)	Wohnort d	es Fahrers	Öffentlicher	Straßenraum		
	Planbarkeit	Feste Relationen und Zeiten (definiert)			Flexi	ble Relationen und Zeiten (disp	oniert)		Kurzfristig disponiert (Vortag)		Kurzfris	tig disponiert (gleicher Tag bis	cut off Zeit)	
	Fahrtzielregelmäßigkeit			Wechse	Inde Ziele					Gleichbleib	ende Ziele			
	Lieferzeitfenster		Festes Zi	eitfenster			Flexibles	Zeitfenster			Kein Z	Öffentlicher Straßenraum		
	Anpassungsbereitschaft von Standdauern				Ja	!				Ne	ein			
	Anzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps		>30	Stopps	
	Tagesfahrleistung	<120 km	120 - 1	50 km	150	300 km	300 - 5	500 km	500 - 7	700 km	700 -	1000 km	>1000 km	
	Maximale Fahrtlänge	<50 km	50 - 12	20 km	120 -	150 km	150 - 3	800 km	300 - 5	500 km	500 -	700 km	>700 km	
	Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%	•		50%-80%			80%-100%	•	
1.	Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	pro Tag	•		Zweima	pro Tag			Mehr als Zw	reimal pro Tag		
neter	Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min			9 h		
aran	Standzeiten Beladung/Abholung	<30	min	30 - 6	60 min	60 - 1	20 min	120 - 1	80 min	180 - 2	40 min	>24	0 min	
ngs	Standzeiten Entladung/Zustellung	Wenige	Minuten	<30) min	30 - 0	60 min	60 - 1	20 min	120 - 1	80 min	>18	0 min	
lutzn	Standzeiten Umschlag	<30	min	30 - 6	60 min	60 - 1	120 min	120 - 1	180 min	180 - 2	40 min	>24	0 min	
Z	Fahrzeugeinsatzstunden		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h			>16 h		
	Standdauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2	4 h	4 -	-6 h	6 -	8 h	8 -	14 h	14	- 16 h	>16h	
	Fahrzeugagglomeration am primären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	+	
	Fahrzeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge		
	Fahrzeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge		
_	* **				1						l .			

A.17 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #15 "Hafen-Hinterlandverkehr" N3

Vertachrasystem Systemverkehr Direktverkehr Umitude (large Untervegazieten) Relationsverkehrer (wiederkehrend) Trampverkehre	Separation
Variable Transporter Variable (International - mind Vor-Atlaugh-Naichaud) Transporter (International	Begenungsverkehr
Non-interferent Verkerbr (intermodal - mind Vor-Haupt-Niachaud) Ja Nein-student (0-9 B.) Nein-	Große Urternehmen (2:250 B.) Großer Fuhrpark (2:50 F.) non-Asset 000 - 180 000 km
Unternehmentagroßle [Beschäftigte] Neinsturtementmen (10-49 B.) Neine Unternehmen (10-249 B.) Neine Unternehmen (10-249 B.)	Großer Fuhrpark (250 F.)
Full parkgrig/Obs [Faltzauge] Mileterer Fultrpark (1 F.) Mileterer Fultrpark (2-0 F.) Mileterer Fultrpark (2-0 F.)	Großer Fuhrpark (250 F.)
Asset-light	non-Asset 000 - 180 000 km
Contraction Part Contraction Business-to-Business (B2B) Business-to-Consumer (B2C)	000 - 180.000 km >180.000 km <2880 hJ 30 t - 44 t xGG (N3) Spezialau/bauden Kabotage verkehr (>150 km) desautobahren
Jahresfathrieistung [mm pro Jahr]	<2880 hJ 30 t - 44 t xGG (N3) Spezialaufbauten Kabotage verkehr (>150 km) rdesautobahnen
Erisatzsänden (h pro Jahr)	<2880 hJ 30 t - 44 t xGG (N3) Spezialaufbauten Kabotage verkehr (>150 km) rdesautobahnen
Fairzaugn/Genkiasse (t.s/GG)	30 t - 44 t xGG (N3) Spezialaufbauten Kabotage verkehr (>150 km) rdesautobahnen
Aufbauten Standardaufbauten Kipper Tark- und Sichahzauge Wechsehrücke Großnam- und Schwertransport Fahrzeugbesitz Betriebsgienes Fahrzeug Verkehrsverge Binnerverkehr Grenzüberschreitender Versand Grenzüberschreitender Empfang Verkehrsvorganisation Gewerblicher Verkehr Werkehr Grenzüberschreitender (50 - 150 km) Entferungspierziche Nahwerkehr (-50 km) Straßen- / Raumkatagorie Stadstraßen Budschrießen B	Spezialaubauten Kabotage verkehr (>150 km) ndesautobahnen
Faitzsugbesitz Betriebsrigenes Faitzsug Betriebsrigenes Faitzsug Betriebsrigenes Faitzsug Betriebsrigenes Faitzsug Betriebsrigenes Faitzsug Grendberschreitender Versand Grendberschreitender Empfang Verkerbrisonganisation Gewerblicher Verkehr Werkerheit Herrungsbereiche Nahmerkeit (<0 km) Regionalverkeit (50 - 150 km) Fem Stadlen Gewerblicher Verkehr Begionalverkeit (50 - 150 km) Fem Grendberschreitender Versand Gewerblicher Verkehr Hügelsch Flach Hügelsch Hügelsch Hügelsch Hügelsch Hügelsch Högelsch Vorlauf Heispfang Grendberschreitender Versand Grendberschreitender Empfang Metroerbeit (50 - 150 km) Fem Grendberschreitender Fem Grendberschreitender Fem Grendberschreitender Fem Grendberschreitender Versand Grendberschreitender Fem Grendb	Kabolage verkehr (>150 km) desaudobahnen
Verkerhravoge Birnenverkehr Geverzüberschreitender Versand Gerenzüberschreitender Empfang Verkerhravoganistation Gewerhücher Verkehr Erferrungsbereiche Nährerkehr (<00 km) Regionalverkehr (00 - 150 km) Ferm Straßen (Straßender) Straßen Landstraßen Bu Topographie Flach Hügelich Abschritt der Tramsport- und Lieferkeite Vorlauf Hauptauf	verkehr (>150 km) ndesautobahnen
Vorkerbrangsraisation Gewerblicher Verkehr Werknehren Enflernungsbereiche Nahnerkehr (<50 km)	verkehr (>150 km) ndesautobahnen
Enfermungsbereiche Nahrerkehr (<50 km) Regionalverkehr (50 -150 km) Fem Skräßen- / Raumkategorie Stadisträßen Landsträßen Bu Topographie Fläch Hügelich Abschritt der Transport- und Lieferkette Vortauf Hauptauf	ndesautobahnen
Straßen - / Raumkategorie Stadtsträßen Landstraßen Bur Topographie Flach Hügelich Abschritt der Transport- und Lieferkette Vorlauf Hauptlauf	ndesautobahnen
Topographie Flach Hügelich Abschritt der Transport- und Lieferkette Vorlauf Hauptauf	
Abschritt der Transport- und Lieferkette Vorlauf Hauptlauf	Nachlauf
	Nachlauf
Primáres Tourenmuster Einzelbour (Pendefahrtr) Mehrere Einzelbouren (Pendefahrtre) Rundbour (Sammelfahrt) Rundbour (Verteilfahrt) Rundbour (Verteilfahrt) Spitzbou	
	(Abholung/Zustellung)
Sekundares Tourermuster Einzeltour (Pendefahrt) Mehrere Einzeltouren (Pendefahrten) Rundtour (Sammelfahrt) Rundtour (Verteilfahrt) Rundtour (Verteilfahrt) Spitztou	(Abholung/Zustellung) Kein sekundären Touren
Primärer Standort während der Betriebszeit Betriebstof Betriebseigener Be- oder Entladeort Kundeneigener Be- oder Entladeort Gülenverfeilungszentrum Gülenverkehrszentrum	Öffentlicher Straßenraum
Sekundarer Standort während der Betriebszeit Betriebstrof Betriebseigener Be- oder Entladeort Kundeneigener Be- oder Entladeort Gülerverfeilungszenthum Gülerverkehrszenthum	Öffentlicher Straßenraum Kein sekundärer Standort
Standort außerhalb der Betriebszeit Betriebstof Betriebstermdes Gelände (externer Dienstleister) Tank- und Rastantage (Autobahnnaststäte, Autohof) Wohrort des Fahrers	Öffentlicher Straßenraum
Planbarkeit Feste Relationen und Zeiten (definiert) Flexible Relationen und Zeiten (disporiert) Kurzfristig disporiert (Vortag) Ki	rzfristig disponiert (gleicher Tag bis cut off Zeit)
Fahrtzieltegelmäßigkeit Wechsehde Ziele Gleichbliebende Ziele	
Lieferzeifenster Festes Zeifenster Flexibles Zeifenster R	ein Zeitfenster
Arpassurgsbereitschaft von Standdauem Ja Nein	
Arcani Stopps pro Tag 1 Stopp 2 - 4 Stopps 5 - 10 Stopps 10 - 30 Stopps	>30 Stopps
Tagesfahrfeistung <120 km 120 -150 km 150 -300 km 300 -500 km 500 -700 km	700 - 1000 km >1000 km
Maximale Faintlinge	500 - 700 km >700 km
Anteil Audolahn < 20 % 20% - 50% 50% 80%	80%-100%
Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen Einmal pro Tag Zweimal pro Tag Mehr	als Zweimal pro Tag
Boser von Lenkceistunferbrechungen 15 min 30 min 45 min	9 h
Standzeilen Beladung/Abholung <30 min 30 -60 min 60 -120 min 120 -180 min 180 -240 min	>240 min
Sendzeilen Entladung/Zustellung	>180 min
Standzeilen Umschlag < 0 min 30 - 60 min 60 - 120 min 120 - 180 min 180 - 240 min	>240 min
Z Feitzeugeinsatzstunden	>16 h
Standsur außerhalb der Betriebszeit <2h(22 h Betrieb) 2 - 4 h 4 - 6 h 6 - 8 h 8 - 14 h	14 - 16 h >16h
Fehrzeugegjomeration am primitiren Standort <\$ Fehrzeuge 5 - 20 Fehrzeuge 20 - 40 Fehrzeuge	>40 Fahrzeuge
Fahrzaugagojomeration am sekundáren Standort <s -="" 20="" 40="" 5="" fahrzauge="" fahrzauge<="" td=""><td>>40 Fahrzeuge</td></s>	>40 Fahrzeuge
Fahrzaugagojomeration am Standort außerhab der Betriebszeit < Fahrzauge 5 - 20 Fahrzauge 20 - 40 Fahrzauge	>40 Fahrzeuge

A.18 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #16 "Service KMU" N1

	-													
<u> </u>	Nutzungsszenarien						Ausprä		1				1	
	Logistiksegmente	Kurrier, Express- u	and Paketdienste	Allgemeine St	ückgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre	Allgemeine La	dungsverkehre	Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik	Terminal und W	arehouselogistik	KMU Logistik	
	Verkehrssystem	System	erkehr	Direkt	verkehr	Umläufe (lange l	Unterwegszeiten)	Relationsverkeh	re (wiederkehrend)	Trampv	erkehre	Begegnu	ngsverkehr	
	Kombinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)			J	la					Ne	ein			
addn	Unternehmensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternehmen (0-9 B.)			Kleine Unternehmen (10-49 B.)	1		Mittlere Unternehmen (50-249 B	.)		Große Unternehmen (≥250 B.))	
ergu	Fuhrparkgröße [Fahrzeuge]		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			Großer Fuhrpark (≥50 F.)		
N UEZ	Geschäftsmodell		Asset	based			Asse	t-light			non-	Asset		
	Geschäftsbeziehungen der Transporte			Business-to-B	lusiness (B2B)					Business-to-Co	onsumer (B2C)			
	Jahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10.000 - 3	0.000 km	30.000 - 4	0.000 km	40.000 - 8	80.000 km	80.000 - 1	30.000 km	130.000 -	180.000 km	>180.000 km	
	Einsatzstunden [h pro Jahr]	<2000) h/J		2000 - 2760 h/J		276	0 h/J	288	D N/J		<2880 h/J		
	Fahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 tzGG (N1)			t zGG (N2)	7,5 t - 12	tzGG (N2)	12 t - 20	t zGG (N3)	20 t - 30 t	zGG (N3)	30 t - 44	tzGG (N3)	
	Aufbauten	Standarda	ufbauten	Kip	er Tank- und Silofahrzeuge			Wechs	selbrücke	Großraum- und	Schwertransport	Spezial	aufbauten	
	Fahrzeugbesitz			Betriebseige	nes Fahrzeug					Betriebsfrem	des Fahrzeug	•		
	Verkehrswege		Binnenverkehr		(Grenzüberschreitender Versand	i		Grenzüberschreitender Empfan	1		Kabotage		
	Verkehrsorganisation			Gewerblich	ner Verkehr					Werky	verkehr			
	Entfernungsbereiche		Nahverkeh	r (<50 km)			Regionalverkel	nr (50 - 150 km)			Fernverkehr (>150 km)			
	Straßen- / Raumkategorie		Stadts	traßen			Lands	traßen			Bundesa	bahnen suf ng/Zustellung)		
_	Topographie			Fla	ach					Hüg	elich			
gud:	Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vor	lauf			Haup	otlauf			Nac	hlauf		
usatz	Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour (/erteilfahrt)	Rundtour (Samme	I- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)		
ü	Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt) Mehrere Einzeltouren (Pendelfahrten)			Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour (/erteilfahrt)	Rundtour (Samme	I- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)	Kein sekundären Touren	
	Primärer Standort während der Betriebszeit	Betriebshof Betriebseigener Be			e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Gütervertei	ilungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher	Straßenraum	
	Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betriebshof Betriebseigener Be			e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	- oder Entladeort	Gütervertei	ilungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher Straßenraum Kein sekundärer Stand		
	Standort außerhalb der Betriebszeit	Betriebshof Betriebs			fremdes Gelände (externer Dier	stleister)	Tank- und	Rastanlage (Autobahnraststätt	te, Autohof)	Wohnort de	es Fahrers	Öffentlicher	Straßenraum	
	Planbarkeit	Fes	te Relationen und Zeiten (defin	ert)	Flexit	ole Relationen und Zeiten (dispo	oniert)		Kurzfristig disponiert (Vortag)		Kurzfrist	g disponiert (gleicher Tag bis o	ut off Zeit)	
	Fahrtzielregelmäßigkeit			Wechsel	Inde Ziele					Gleichbleib	ende Ziele			
	Lieferzeitfenster		Festes Z	eitfenster			Flexibles 2	Zeitfenster	Kein Zeitfenster					
	Anpassungsbereitschaft von Standdauern			J	la	Nein					ein			
	Anzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps		>30	Stopps	
	Tagesfahrleistung	<120 km	120 - 1	50 km	150 - 3	100 km	300 - 5	500 km	500 - 1	700 km	700 - 1	000 km	>1000 km	
	Maximale Fahrtlänge	<50 km	50 - 1	20 km	120 - 1	50 km	150 - 3	800 km	300 - 5	500 km	500 -	700 km	>700 km	
	Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%			50%-80%			80%-100%	•	
	Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	pro Tag			Zweimal	pro Tag			Mehr als Zw	eimal pro Tag		
neter	Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min			9 h		
aram	Standzeiten Beladung/Abholung	<30	min	30 - 6	60 min	60 - 1	20 min	120 -	180 min	180 - 2	240 min	>24	0 min	
dsbu	Standzeiten Entladung/Zustellung	Wenige I	Minuten	<30	min	30 - 6	60 min	60 -	120 min	120 - 1	80 min	>18	0 min	
ntzn	Standzeiten Umschlag	<30	min	30 - 6	60 min	60 - 1	20 min	120 -	180 min	180 - 2	240 min	>24	0 min	
z	Fahrzeugeinsatzstunden	<8 h				8 - 10 h			10 - 16 h			>16 h		
	Standdauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb) 2 - 4 h		4 h	4 -	6 h	6-	8 h	8 -	14 h	14 -	16 h	>16h	
	Fahrzeugagglomeration am primären Standort	. ,	<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	•	
	Fahrzeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge		
	Fahrzeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge		
Ь_									20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fallizauge		

A.19 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #17 "Bau und Handwerk KMU" N1

Nutzunge	sszenarien						Aueneä	Ausprägungen							
		Kurrier, Express- u	and Delectric and	Aller-seier St	ückgutverkehre								KMU Logistik		
Logistikse				-			· -								
Verkehrssy		System	verkehr	Direkt	verkehr	Umläufe (lange	Unterwegszeiten)	Relationsverkehre	(wiederkehrend)	Irampy		Begegnu	ngsverkehr		
	rter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)		Kleinstunternehmen (0-9 B.)	•		Kleine Unternehmen (10-49 B.			Mittlere Unternehmen (50-249 B		ain	Große Unternehmen (≥250 B.)			
7	nensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternenmen (0-9 B.) Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleine Unternenmen (10-49 B. Kleiner Fuhrpark (2-5 F.))	N		.)			1		
8	röße [Fahrzeuge]	Asset-based Business-to-Business <10.000 km 10.000 - 30.000 km						Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			Großer Fuhrpark (≥50 F.)				
Geschäftsr					Asset-lig			t-light	non-Asset						
	beziehungen der Transporte									Consumer (B2C)					
l -	rleistung [km pro Jahr]					10.000 km	40.000 - 8			30.000 km	130.000 - 180.000 km		>180.000 km		
	inden [h pro Jahr]				2000 - 2760 h/J		276			0 h/J					
	größenklasse [t zGG]	<3,5 t zG			t zGG (N2)		t zGG (N2)	12 t - 20 t		20 t - 30 t			tzGG (N3)		
Aufbauten		Standarda	aufbauten		pper	Tank- und S	Silofahrzeuge	Wechse	lbrücke	Großraum- und	•	Spezial	aufbauten		
Fahrzeugb				Betriebseige	enes Fahrzeug					Betriebsfrem	des Fahrzeug				
Verkehrsw	-	Binnerverkehr				Grenzüberschreitender Versan	d	(Grenzüberschreitender Empfan			Kabotage			
Verkehrson	rganisation				her Verkehr					Werky					
_	sbereiche			r (<50 km)			-	hr (50 - 150 km)				-			
Straßen- / I	Raumkategorie		Stadts	straßen			Lands	traßen			Bundesa	Öffentlicher Straßenraum Öffentlicher Straßenraum Kein sekundärer Stando			
Topograph	hie			FI	ach					Hüg	elich				
Abschnitt d	der Transport- und Lieferkette		Vo	rlauf			Hauj	otlauf			Nac	chlauf			
Primāres T	Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	ren (Pendelfahrten)	Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour (*	Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)			
Sekundäre	ers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	ren (Pendelfahrten)	Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)	Kein sekundären Touren		
Primärer S	Standort während der Betriebszeit	Betriel	bshof	Betriebseigener B	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	e- oder Entladeort	Güterverteilu	ıngszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher Straßenraum			
Sekundäre	er Standort während der Betriebszeit	Betriel	bshof	Betriebseigener B	e- oder Entladeort	Kundeneigener Be	e- oder Entladeort	Güterverteilu	ıngszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Standort		
Standort a	ußerhalb der Betriebszeit	Betriebshof Betriebs		fremdes Gelände (externer Dier	nstleister)	Tank- und	Rastanlage (Autobahnraststätte	e, Autohof)	Wohnort d	es Fahrers	Öffentlicher	Straßenraum			
Planbarkei	it	Fes	te Relationen und Zeiten (defin	iert)	Flexible Relationen und Zeiten (disponiert)				Kurzfristig disponiert (Vortag)		Kurzfrist	ig disponiert (gleicher Tag bis c	ut off Zeit)		
Fahrtzielre	gelmäßigkeit			Wechse	selnde Ziele			Gleichbleibende Ziele							
Lieferzeitfe	enster		Festes Z	eitfenster		Flexibles Zeitfenster				Kein Zeitfenster					
Anpassung	gsbereitschaft von Standdauern				la					Nein					
Anzahl Sto	opps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps		>30 5	Stopps		
Tagesfahrl	leistung	<120 km	120 -	150 km	150 - 3	300 km	300 - 5	500 km	500 - 1	700 km	700 - 1	1000 km	>1000 km		
Maximale I	Fahrtlänge	<50 km	50 - 1	20 km	120 - 1	150 km	150 - 3	300 km	300 -	500 km	500 - 700 km >		>700 km		
Anteil Auto	obahn		<20 %			20% - 50%			50%-80%			(>150 km) obahnen lauf lauf Ing/Zustellung) Offendicher Straßerraum Offendicher Straßerraum Offendicher Straßerraum offendicher Tag bis out off Zeit) fenster >30 Stopps 00 km >1000 km 00 km >700 km 80%-100% mal pro Tag			
Häufigkeit	von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	pro Tag			Zweima	l pro Tag			Mehr als Zw	eimal pro Tag			
Dauer von	Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min			9 h			
Standzeite	en Beladung/Abholung	<30 ⋅	min	30 - 6	60 min	60 - 1	120 min	120 - 1	80 min	180 - 2	40 min	>24	0 min		
Standzeite	en Entladung/Zustellung	Wenige I	Minuten	<30) min	30 - 6	60 min	60 - 12	20 min	120 - 1	80 min	>18	0 min		
Standzeite	en Umschlag	<30 min 30 - 60 r		60 min	60 - 1	120 min	120 - 1	80 min	180 - 2	40 min	>24	0 min			
Fahrzeuge	einsatzstunden		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h			>16 h			
Standdaue	er außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2-	4 h	4 -	6 h	6 -	8 h	8 -	14 h	14 - 16 h		>16h		
Fahrzeuga	agglomeration am primären Standort	'	<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge		>40 Fahrzeuge				
Fahrzeuga	agglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge			
Fahrzeuga	agglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge			
								20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge				

A.20 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #18 "Kipper" N2

Part							Augosinuscon									
Part	\perp									1	1	1				
Part							-							KMU Logistik		
Management of plants Management of plant		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	System	verkehr			Umläufe (lange	Unterwegszeiten)	Relationsverkeh	re (wiederkehrend)			Begeg	iungsverkehr		
Part					J							ein T				
March Marc	ddn)		•	3.)		•	-		
Part	zerg						Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)						
Part	ž			Asset-				Asse	t-light				Asset			
Part		Geschäftsbeziehungen der Transporte				` '						,				
Part		Jahresfahrleistung [km pro Jahr]			0.000 km		10.000 km			80.000 - 1	30.000 km	130.000 -		>180.000 km		
Marchane Standardstandown	Ш		<2000	D h/J		2000 - 2760 h/J		276	0 h/J	288	0 h/J	<2880 h/J				
Participancy Part		Fahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 t zG	GG (N1)	3,5 t - 7,5 t	t zGG (N2)	7,5 t - 12	tzGG (N2)	12 t - 20	tzGG (N3)	20 t - 30 t	zGG (N3)	30 t - 4	4 t zGG (N3)		
Productionage		Aufbauten	Standarda	aufbauten	Kip	per	Tank- und S	Silofahrzeuge	Wechs	selbrücke	Großraum- und	Schwertransport	Spezi	alaufbauten		
Verland trianguestation Conventidate Verland Conventidate Ver		Fahrzeugbesitz			Betriebseiger	nes Fahrzeug					Betriebsfrem	des Fahrzeug				
Editional position		Verkehrswege		Binnenverkehr		(Grenzüberschreitender Versan	sand Grenzüberschreitender Empfang Kr								
Stadion Reunshalogoin Stadional Stadional Stadional Stadional Stadional Stadional Stadional Stadional Stadional Stadional Stadional		Verkehrsorganisation			Gewerblich	ner Verkehr					Werkv	verkehr				
Topigraphia		Entfernungsbereiche	Nahverkehr (<50 km)					Regionalverkel	hr (50 - 150 km)			Fernverke				
Nacional dum Transport and Liefenstein		Straßen- / Raumkategorie		Stadts	traßen			Lands	traßen			Bundesa	ohlauf olung/Zustellung)			
Finalizar (Pendelativi) Melvere Einesbour (Pendelativin) Rundour (Sammelativi) Rundour (Varielilativi) Rundour (Sammelativi) Rundour (Sammelativi) Rundour (Varielilativi) Rundour (Sammelativi) Rundour (Varielilativi) Rundour (Sammelativi) Rundour (Varielilativi) Rundour (Sammelativi) Rundour (Varielilativi) Rundour (Varielilativi) Spitzour (Abbolurg/Zustellung) Rundour (Varielilativi) Ru	_	Topographie			Fla	ach					Hügelich					
Selectricities Empirity Methylery Empirity Methylery Empirity Selectricity Selectric	prof	Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vor	lauf			Haup	ptlauf			Na	chlauf			
Primairer Standort walterend der Beteinbazzeit Beteinbatzeit Beteinbatze	nsat	Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltour	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)			
Sekundare Standort wathrend der Betriebuzzeit Betriebbarzeit Betrieb	ū	Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltour	en (Pendelfahrten)	Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)	Kein sekundären Touren		
Standort außerhab der Betriebzneit Betriebtreit		Primärer Standort während der Betriebszeit	Betriebshof Betriebseigener B			e- oder Entladeort	Kundeneigener B	e- oder Entladeort	Gütervertei	ilungszentrum	Güterverke	ehrszentrum	Öffentlich	er Straßenraum		
Planbarkeit Feste Relationen und Zeiten (deliproier) Flexible Relationen und Zeiten (disponiert) Kurzfristig disponiert (Vortag) Kurzfristig disponiert (gleicher Tag bits cut off Zeiten		Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betriebshof Betriebseigener B			e- oder Entladeort	Kundeneigener B	e- oder Entladeort	Gütervertei	ilungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Standort		
Faintzleitegelmäßigkeit Sezies Zeitfenster Feates Zeitfenster Fe		Standort außerhalb der Betriebszeit	Betriebshof Betriebs			fremdes Gelände (externer Dier	nstleister)	Tank- und	Rastanlage (Autobahnraststätt	te, Autohof)	Wohnort de	les Fahrers				
Leferzoelfenster		Planbarkeit	Fes	te Relationen und Zeiten (defini	ert)	Flexit	ole Relationen und Zeiten (disp	oniert)		Kurzfristig disponiert (Vortag)		Kurzfrist	ig disponiert (gleicher Tag bi	cut off Zeit)		
Apassungsbereitschaft von Standdausum		Fahrtzielregelmäßigkeit			Wechseli	Inde Ziele	Gleichbleibende Ziele									
Arzahl Stopps pro Tag		Lieferzeitfenster		Festes Z	eitfenster			Flexibles 2	Zeitfenster Kein Zeitfenster							
Tagesfarteficiaturg		Anpassungsbereitschaft von Standdauern			J	la					Ne	ein				
Maximale Fairstriange		Anzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps		>3) Stopps		
Anteil Autobahr		Tagesfahrleistung	<120 km	120 - 1	50 km	150 - 3	300 km	300 - 5	500 km	500 -	700 km	700 - 1	000 km	>1000 km		
Haldigleelt von Lerkzeitunterbrechrungen Beladung/Abrolung Sammi		Maximale Fahrtlänge	<50 km	50 - 1:	20 km	120 - 1	150 km	150 - 3	300 km	300 -	500 km	500 -	700 km	>700 km		
Hatifigieit von Lerkzeitunterbrechrungen <u>Einmal pro Tag</u> <u>Zweimal pro Tag</u> <u>Mehr als Zweimal pro Tag</u> Deuer von Lerkzeitunterbrechrungen <u>15 min</u> <u>30 min</u> <u>45 min</u> <u>9 h</u> Sandzeiten Beladung/Abriotung <u>30 min</u> 50 - 120 min 120 - 180 min 180 - 240 min		Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%	•		50%-80%			80%-100%			
Send-zeiten Beladurgi/Abholung 430 min 30-60 min 60-120 min 120-180 min 120-180 min 180-240 min >240 min		Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	oro Tag			Zweimal	I pro Tag			Mehr als Zw	eimal pro Tag	-		
Standzeiten Entladurg/Zunteilung Werige Minuten 430 min 30 -60 min 60 -120 min 120 -180 min >180 min >180 min >180 min >180 min >240	neter	Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min	'		9 h			
	aram	Standzeiten Beladung/Abholung	<30	min	30 - 6	60 min	60 - 1	120 min	120 -	180 min	180 - 2	240 min	>:	240 min		
	dsbr	Standzeiten Entladung/Zustellung	Wenige I	Minuten	<30	min	30 -	60 min	60 - 1	120 min	120 - 1	180 min	>	180 min		
ž ·	utzn		<30	min	30 - 6	60 min	60 - 1	120 min	120 -	180 min	180 - 2	240 min	>:	240 min		
	Z	Fahrzeugeinsatzstunden		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h	1		>16 h			
					4 h	4-		6-	8 h		14 h	14		>16h		
Fahrzaugagjomeration am primitere Standort <fahrzauge -="" 20="" 40="" 5="" fahrzauge="">40 Fahrzauge</fahrzauge>			` '				5 - 20 Fahrzeuge	1		20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge	-1		
Fahrzaugagolmeration an sekurdáren Standort																
Fahrzauge 5-20 Fahrzauge 20-40 Fahrzauge 20-40 Fahrzauge 3-10 Fahrzauge 5-20 Fahr										-						

A.21 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #19 "Kipper" N3

N	utzungsszenarien					Ausprägungen									
L	ogistiksegmente	Kurrier, Express-	und Paketdienste	Allgemeine St	ückgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre	Allgemeine La		Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik	Terminal und V	Varehouselogistik	KMU Logistik		
H	erkehrssystem	System			verkehr		Unterwegszeiten)	-	e (wiederkehrend)	Trampy			nungsverkehr		
	ombinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)	-,			Ja				- (ein				
_	nternehmensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternehmen (0-9 B.)			Kleine Unternehmen (10-49 B.)		Mittlere Unternehmen (50-249 B	.)		Große Unternehmen (≥250 B	3.)		
15 -	uhrparkgröße (Fahrzeuge)		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)	,		Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	·		
%	eschäftsmodell		Asset	based		1 (7	Asse	t-light			non	-Asset			
Z	eschäftsbeziehungen der Transporte	Business-to-Business							Business-to-Co	Consumer (B2C)					
-	ahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10.000 - 3	10 000 km	30.000 - 4	i0 000 km	40.000 - 8	0 000 km	80 000 - 1	30.000 km	130,000 - 180,000 km		>180 000 km		
	insatzstunden [h pro Jahr]	<2000 h/J			2000 - 2760 h/J		2760			0 h/J	<2880 h/J				
-	ahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 tz0		3.5 t - 7.5	t zGG (N2)	7.5 t - 12	tzGG (N2)		tzGG (N3)	20 t - 30 t	zGG (N3)	30 t - 44	4 t zGG (N3)		
_	ufbauten	35 1.77				Kipper Tank- und Silofahrzeuge			elbrücke	Großraum- und S					
- ⊢	ahrzeugbesitz				nes Fahrzeug					Betriebsfremo	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
H	erkehrswege		Binnenverkehr		-	Grenzüberschreitender Versan	d		Grenzüberschreitender Empfan	9		Kabotage			
H	erkehrsorganisation			Gewerblic	her Verkehr	-				Werky	verkehr				
H	ntfernungsbereiche		Nahverkel	r (<50 km)			Regionalverkeh	ır (50 - 150 km)			Fernverke	hr (>150 km)			
H	traßen- / Raumkategorie		Stadts				Lands					180,000 km			
H	ppographie				ach					Hüge					
- F	bschnitt der Transport- und Lieferkette		Voi	lauf			Haup	tlauf			Nachlauf				
其	rimäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou		Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour (\		Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)			1		
I iii ⊢	ekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou		Rundtour (S	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Rundtour (\			el- und Verteilfahrt)			Kein sekundären Touren		
H	rimärer Standort während der Betriebszeit	Betriebshof Betriebseigener Be				Kundeneigener B	-		ungszentrum	Güterverke					
H	ekundärer Standort während der Betriebszeit	Betriebshof Betriebseigener B				Kundeneigener B		Güterverteil		Güterverke					
 -	tandort außerhalb der Betriebszeit	-			fremdes Gelände (externer Dien			Rastanlage (Autobahnraststätte		Wohnort de	es Fahrers				
⊢	lanbarkeit	Fes	ste Relationen und Zeiten (defin			ole Relationen und Zeiten (disp			Kurzfristig disponiert (Vortag)		Kurzfris	tig disponiert (gleicher Tag bis	cut off Zeit)		
 -	ahrtzielregelmäßigkeit		,	Wechsel			,		3 1 (3/	Gleichbleib		5 , 6 5 ,			
 -	eferzeitfenster		Festes Z		Flexibles Zeitfl			Zeitfenster	Kein Zeitfenster						
-	npassungsbereitschaft von Standdauern			J	Ja					Nein					
А	nzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps								
H	agesfahrleistung	<120 km	120 - 1		150 - 3	100 km	300 - 5	i00 km	500 - 1	700 km	700 -	1000 km			
H	aximale Fahrtlänge	<50 km	50 - 1	20 km	120 - 1	50 km	150 - 3	00 km	300 - 8	500 km	500 -	700 km	>700 km		
A	nteil Autobahn		<20 %			20% - 50%	'		50%-80%			80%-100%	-		
Н	äufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	pro Tag			Zweimal	pro Tag			Mehr als Zv	veimal pro Tag	-		
D D	auer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min			9 h			
Saran	tandzeiten Beladung/Abholung	<30	min	30 - 6	60 min	60 - 1	120 min	120 - 1	180 min	180 - 2	240 min	>2	240 min		
ds S	tandzeiten Entladung/Zustellung	Wenige	Minuten	<30) min	30 -	60 min	60 - 1	20 min	120 - 1	80 min	>1	180 min		
ntzn s	tandzeiten Umschlag	<30	min	30 - 6	30 min	60 - 1	120 min	120 - 1	180 min	180 - 2	40 min	>2	240 min		
Z F	ahrzeugeinsatzstunden		<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h	,		>16 h			
s	tanddauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)	2 -	4 h	4 -	6 h	6-	8 h	8-	14 h	14 - 16 h		>16h		
F	ahrzeugagglomeration am primären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge	·		20 - 40 Fahrzeuge		>40 Fahrzeuge				
F	ahrzeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge			
F	ahrzeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge			
	an and a supplied the supplied of the supplied		-5 : G. 126 Ug 6			0 - 20 i dilizeuge		20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge				

A.22 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #20 "Milkrun – konsolidierter Lieferverkehr" N3

	Nutzungsszenarien					Ausprägungen									
	Logistiksegmente	Kurrier, Express-	und Paketdienste	Allgemeine Stü	ickgutverkehre	Spezielle Stückgütverkehre		adungsverkehre	Spezielle Ladungsverkehre	Massengutlogistik	Terminal und V	Varehouselogistik	KMU Logistik		
	Verkehrssystem	System	verkehr	Direktv	erkehr	Umläufe (lange l	Unterwegszeiten)	Relationsverkehre	e (wiederkehrend)		verkehre	Begegnu	ngsverkehr		
	Kombinierter Verkehr (intermodal - mind Vor-/Haupt-/Nachauf)			Ji	3					Ne	ein	1			
edd	Unternehmensgröße [Beschäftigte]		Kleinstunternehmen (0-9 B.)			Kleine Unternehmen (10-49 B.))	h.	Mittlere Unternehmen (50-249 B	.)		Große Unternehmen (≥250 B.))		
ıgı	Fuhrparkgröße [Fahrzeuge]		Kleinstfuhrpark (1 F.)			Kleiner Fuhrpark (2-5 F.)			Mittlerer Fuhrpark (6-49 F.)			Großer Fuhrpark (≥50 F.)			
Autze	Geschäftsmodell		Asset	-based			Asse	et-light			non	-Asset			
-	Geschäftsbeziehungen der Transporte			Business-to-B	usiness (B2B)					Business-to-Co	onsumer (B2C)				
	Jahresfahrleistung [km pro Jahr]	<10.000 km	10.000 -	30.000 km	30.000 - 4	I0.000 km	40.000 - 4	80.000 km	80.000 - 1	30.000 km	130.000 -	180.000 km	>180.000 km		
	Einsatzstunden [h pro Jahr]	<200	0 h/J		2000 - 2760 h/J		276	i0 h/J	288	0 h/J		>2880 h/J			
	Fahrzeuggrößenklasse [t zGG]	<3,5 t z0	3G (N1)	3,5 t - 7,5 t	zGG (N2)	7,5 t - 12	tzGG (N2)	12 t - 20 t	zGG (N3)	20 t - 30 t	zGG (N3)	30 t - 44	tzGG (N3)		
	Aufbauten	Standarda	aufbauten	Kip	per	Tank- und S	Tank- und Silofahrzeuge Wechsellbrücke Großraum- und Schwertransport						aufbauten		
	Fahrzeugbesitz			Betriebseiger	nes Fahrzeug	-	Betriebsfremdes Fahrzeug					•			
	Verkehrswege		Binnerwerkehr		1	Grenzüberschreitender Versand	i	(Grenzüberschreitender Empfang Kabotage						
	Verkehrsorganisation			Gewerblich	er Verkehr					Werkverkehr					
	Entfernungsbereiche		Nahverke	hr (<50 km)			Regionalverkel	hr (50 - 150 km)			Fernverke	Fernverkehr (>150 km) Bundesautobahnen			
	Straßen- / Raumkategorie		Stadt	straßen			Lands	straßen			Bundesa	n-Asset -180.000 km >180.000 km >2880 NJ 301-441zGG(N3) Spezialaufbaufen Kabotage eltr (>150 km) audobahnen schlauf holung/Zusteilung) holung/Zusteilung) Kein sekundärer Stan Öffertlicher Straßernaum Öffertlicher Straßernaum Kein sekundärer Stan Öffertlicher Straßernaum Stig disporiert (gleicher Tag bis cut off Zeit) Zeitfenster >30 Stopps -1000 km >1000 km			
-	Topographie			Fla	ch					Hüg	elich				
zprof	Abschnitt der Transport- und Lieferkette		Vo	rlauf			Hau	ptlauf			Na	chlauf			
nsat	Primäres Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	ren (Pendelfahrten)	Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)			
ш	Sekundärers Tourenmuster	Einzeltour (Pendelfahrt)	Mehrere Einzeltou	ren (Pendelfahrten)	Rundtour (S	ammelfahrt)	Rundtour (Verteilfahrt)	Rundtour (Samme	el- und Verteilfahrt)	Spitztour (Abh	olung/Zustellung)	Kein sekundären Touren		
	Primärer Standort während der Betriebszeit	Betriebshof Betriebseigener Be			- oder Entladeort	Kundeneigener Be	e- oder Entladeort	Güterverteile	ungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Abholung/Zustellung) Kein sekundäre Öffentlicher Straßenraum			
	Sekundärer Standort während der Betriebszeit	Betriebshof Betriebseigener Be			- oder Entladeort	Kundeneigener Be	e- oder Entladeort	Güterverteile	ungszentrum	Güterverke	hrszentrum	Öffentlicher Straßenraum	Kein sekundärer Standort		
	Standort außerhalb der Betriebszeit	Betrie	bshof	Betriebsf	remdes Gelände (externer Dier	stleister)	Tank- und	Rastanlage (Autobahnraststätte	e, Autohof)	Wohnort d	les Fahrers	Öffentlicher			
	Planbarkeit	Fes	te Relationen und Zeiten (defir	niert)	Flexit	ole Relationen und Zeiten (dispo	oniert)		Kurzfristig disponiert (Vortag)	•	Kurzfris	tig disponiert (gleicher Tag bis o	ut off Zeit)		
	Fahrtzielregelmäßigkeit			Wechselr	nde Ziele	Gleichbleibende Ziele									
	Lieferzeitfenster		Festes 2	Zeitfenster			Flexibles	Zeitfenster			Kein Zeitfenster				
	Anpassungsbereitschaft von Standdauern			Ja	3					Ne	ein				
	Anzahl Stopps pro Tag	1 Stopp		2 - 4 Stopps			5 - 10 Stopps			10 - 30 Stopps		>30 5	Stopps		
	Tagesfahrleistung	<120 km	120 -	150 km	150 - 3	100 km	300 -	500 km	500 - 7	700 km	700 -	1000 km	>1000 km		
	Maximale Fahrtlänge	<50 km	50 - 1	120 km	120 - 1	50 km	150 - 3	300 km	300 - 500 km		500 - 700 km		>700 km		
	Anteil Autobahn		<20 %			20% - 50%			50%-80%			80%-100%			
l.	Häufigkeit von Lenkzeitunterbrechnungen		Einmal	pro Tag			Zweima	l pro Tag			Mehr als Zv	veimal pro Tag			
mete	Dauer von Lenkzeitunterbrechnungen		15 min			30 min			45 min			9 h			
para	Standzeiten Beladung/Abholung	<30	min	30 - 6	0 min	60 - 1	20 min	120 - 1	180 min	180 - 2	240 min	>24	0 min		
sgun	Standzeiten Entladung/Zustellung		Wenige Minuten <30		min	30 - 6	60 min	60 - 1	20 min	120 - 1	180 min		0 min		
N	Standzeiten Umschlag	<30		30 - 6	0 min		20 min	120 - 1	180 min	180 - 2	240 min		0 min		
	Fahrzeugeinsatzstunden	T	<8 h			8 - 10 h			10 - 16 h		>16 h				
	Standdauer außerhalb der Betriebszeit	<2 h (22 h Betrieb)		4 h	4 -		6 -	8 h		14 h	14	- 16 h	>16h		
	Fahrzeugagglomeration am primären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge			
	Fahrzeugagglomeration am sekundären Standort		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge			
	Fahrzeugagglomeration am Standort außerhalb der Betriebszeit		<5 Fahrzeuge			5 - 20 Fahrzeuge			20 - 40 Fahrzeuge			>40 Fahrzeuge			

A.23 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #21 "Abschleppwagen, Schuttcontainer etc." N3



A.24 Morphologischer Kasten: Nutzungsszenario #22 "Luftfracht" N2

