

[2016/10]

[science:talk] **nast consulting**  
Institut für Verkehrssystemplanung

# TRACE – Zur Modellierung der Routenwahl des Straßengüterverkehrs in Österreich

Finanziert im Rahmen  
des Programms  
„Mobilität der Zukunft“  
durch das bmvit.

Institut für Verkehrssystemplanung HAUGER  
[science:talk] KG

nast consulting ZT GmbH

Juli 2016



[science:talk], nast consulting

[science:talk]  
Institut für Verkehrssystemplanung

nast consulting

## Impressum

### Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und  
Technologie  
A- 1030 Wien, Radetzkystraße 2

### Programmverantwortung Mobilität der Zukunft

Abteilung III/I4 - Verkehrs- und  
Mobilitätstechnologien

### Ansprechpartnerin Gütermobilität

DI (FH) Sarah Krautsack  
Tel.: +43 (0)1 7116265 - 3211  
E-Mail: Sarah.Krautsack@bmvit.gv.at  
Website: [www.bmvit.gv.at](http://www.bmvit.gv.at)

### Programmmanagement Mobilität der Zukunft

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft  
mbH  
A – 1090 Wien, Sensengasse 1  
Ansprechpartnerin Gütermobilität  
Mag.(FH) Nicole Prikozovits  
Tel.: +43 (0) 57755 5033  
E-Mail: nicole.prikozovits@ffg.at  
Website: [www.ffg.at](http://www.ffg.at)

### Ergebnisanwender

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und  
Technologie, Abteilung II/Infra 5  
DI Christian Wampera  
Tel: +43 (1) 711 62 - 65 1103  
E-Mail: Christian.Wampera@bmvit.gv.at

### Inputgeber

AustriaTech  
Lucas Weiss, MSc  
Tel: +43 1 26 33 444-61  
E-Mail: Lucas.Weiss@austriatech.at

### Illustration und Layout

ASTNEBEL KG  
A – 1070 Wien, Zieglergasse 84/10

### Fotos

iStockfoto

## Für den Inhalt verantwortlich

### Institut für Verkehrssystemplanung

#### [science:talk] HAUGER KG

Rosental 2, 2500 Siegenfeld  
Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.Georg Hauger  
Tel.: +43 664 4247288  
E-Mail: [office@hauger.cc](mailto:office@hauger.cc)

### nast consulting ZT GmbH

Lindengasse 38, 1070 Wien  
Dipl.-Ing. Dr. techn. Friedrich Nadler  
Tel.: +43 1 523 47 33  
E-Mail: [office@nast.at](mailto:office@nast.at)  
Website: [www.nast.at](http://www.nast.at)

## Haftung

Die Inhalte dieser Publikation wurden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Die bereitgestellten Inhalte sind ohne Gewähr. Das Ministerium sowie die Autorinnen und Autoren übernehmen keine Haftung für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Inhalte dieser Publikation. Namentlich gekennzeichnete Beiträge externer Autorinnen und Autoren wurden nach Genehmigung veröffentlicht und bleiben in deren inhaltlicher Verantwortung.

## AutorInnen

### **Institut für Verkehrssystemplanung**

#### **[science:talk] HAUGER KG**

DI Dr. Georg Hauger

DI Tamara Vlč

#### **nast consulting ZT GmbH**

DI Daniel Elias

DI Anna König

DI Dr. Friedrich Nadler

DI Birgit Nadler

Johannes Stehno

## Unter der Mitwirkung der Beiratsmitglieder

### **Wirtschaftskammer Wien, Abteilung Stadtplanung und Verkehrspolitik**

DI Dr. Andreas Dillinger

DI Andrea Faast

### **Technische Universität Wien, Fachbereich Verkehrssystemplanung**

DI Dr. Bardo Hörl

### **Fachhochschule des bfi Wien, Transportwirtschaft und Logistik**

Rektor (FH) Prof. (FH) Mag. Dr. Andreas Breinbauer

Prof. (FH) Dr. Reinhold Schodl

### **PTV Planung Transport Verkehr AG**

Prof. Dr. Christoph Walther

### **Stadt Wien, Magistratsabteilung 18**

DI Roman Riedel

### **ASFINAG, Abteilung Verkehrsmanagement**

DI Ronald Pompl

## Und durch die Unterstützung der PraxispartnerInnen

### **STEKO-TRANS GmbH**

Dipl. Betriebswirtin Romana Steko-Papousek MBA

### **Gebrüder Weiss Gesellschaft m.b.H.**

Andreas Auer

### **AUGUSTIN QUEHENBERGER GROUP GmbH**

Dr. Marcus Einbock

### **REWE International Lager- und Transportgesellschaft m.b.H.**

Mag. Reinhard Wakolbinger

### **Ing. Eduard Pipal GmbH**

Ing. Gabriele Pipal

## INHALT

Abkürzungsverzeichnis	5
Kurzfassung	6
1. Einleitung	8
1.1 Aufbau des Handbuchs	8
1.2 Aufgabenstellung und Annahmen	8
1.3 Ziele und Nicht-Ziele	10
1.4 Begriffsverwendungen	10
2. Identifikation von Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren für die Routenwahl im Straßengüterverkehr	13
2.1 Strukturierung des Straßengüterverkehrs	13
2.2 Filterung von Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren bei der Routenwahl	16
2.3 Hinweise zur Weiterentwicklung einer für den Straßengüterverkehr geeigneten Kostenfunktion	23
2.4 Ablauf des Entscheidungsprozesses der Routenwahl im Güterverkehr	25
3. Methoden zur Sammlung von Informationen zur Modellierung von Routenwahlverhalten	27
3.1 Datensammlung für einzelne Attribute der Routenwahl und Übersetzung ins Verkehrsnachfragemodell	28
3.2 Erhebungsmethoden für die Datensammlung zur Nachbildung der Routenwahl der Stufe 1 des Entscheidungsfindungsprozesses (unter direkter Beteiligung von Akteuren)	33
3.3 Erhebungsmethoden für die Datensammlung zur Nachbildung der Routenwahl der Stufe 1 des Entscheidungsfindungsprozesses (allgemeine Datenquellen)	37
3.4 Erhebungsmethoden für die Datensammlung zur Nachbildung der Routenwahl der Stufe 2 des Entscheidungsfindungsprozesses (allgemeine Datenquellen)	39
3.5 Erhebungsmethoden– Qualitätssicherung (allgemeine Datenquellen)	40
3.6 Akteursgruppen	43
4. Übersetzung von Routenwahlverhalten im Straßengüterverkehr in Verkehrsnachfragemodellen	45
4.1 Methoden zur Übersetzung in Verkehrsnachfragemodellen	45
4.2 Maßgeblichkeit von Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren auf die Routenwahl anhand von Use Cases	46
4.3 Qualitätssicherung von Methoden zur Übersetzung in Verkehrsnachfragemodelle	50
5. Trends im Straßengüterverkehr mit Relevanz für die Routenwahl	54
6. Fazit und Ausblick	59
7. Quellenverzeichnis	60
8. Abbildungsverzeichnis	65
9. Tabellenverzeichnis	66

# Abkürzungsverzeichnis

A+S	Autobahn und Schnellstraße
AKLS	Automatisches Kennzeichentestsystem
ASFINAG	Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft
B2B	Business-to-business
B2C	Business-to-customer
BGBI	Bundesgesetzblatt
CAFT	Cross Alpine Freight Transport
CSR	Corporate Social Responsibility
DL	Dienstleistung
DSG	Datenschutzgesetz
DTV <sub>w</sub>	Durchschnittlicher täglicher Verkehr an Werktagen
EG	Europäische Gemeinschaft
ESGVS	Europäische Straßengüterverkehrsstatistik
F&E	Forschung und Entwicklung
FTL	Full Truckload
GIP	Graphenintegrations-Plattform
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
GüterBefG	Güterbeförderungsgesetz
IG-L	Immissionsschutzgesetz Luft
ITS	Intelligent Transportation Systems
JIS	Just in Sequence
JIT	Just in Time
KEP	Kurier-, Express- und Paketdienst
Lkw	Lastkraftwagen
LTL	Less than Truckload
NST	Nomenclature uniforme des marchandises pour les statistiques de transport
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
PWA	Prozentuale Wurzel der mittleren Abweichungsquadrate
RFID	Radio-frequency Identification
RVS	Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen
SGVS	Straßengüterverkehrsstatistik
StVO	Straßenverkehrsordnung
VAO	Verkehrsauskunft Österreich
VMÖ	Verkehrsmodell Österreich
WKO	Wirtschaftskammer Österreich

# Kurzfassung

Derzeit konzentrieren sich gängige Verkehrsnachfragemodelle im (letzten) Arbeitsschritt, in welcher die Verkehrsumlegung stattfindet, im Wesentlichen auf das Routenwahlverhalten im Personenverkehr. Dazu werden verschiedene Optimierungsalgorithmen herangezogen, die allerdings die spezifischen Routenwahlkriterien des Straßengüterverkehrs nicht oder nicht vollständig abbilden. Dies erschwert die zuverlässige Modellierung und Prognose des Straßengüterverkehrs mittels gängiger Verkehrsmodelle; die Abbildungsgenauigkeit der Routenwahl im Straßengüterverkehr ist daher stark limitiert, in Extremfällen sogar invalide. Invalide ist sie vor allem dann, wenn erforderliche Datengrundlagen wie v.a. zur Verkehrsverteilung des Straßengüterverkehrs nicht zur Verfügung stehen. Bislang wurden im deutschsprachigen Raum keine detaillierten Untersuchungen zur Beschreibung des Routenwahlverhaltens im Straßengüterverkehr durchgeführt. Bei der Modellierung der Routenwahl des Straßengüterverkehrs sind neben der Quell- und Zielbeziehungen bei zunehmend internationalisierte Transporten unterschiedlichste Routenvorhaben maßgebend, welche die nationale Routenwahl limitieren. Zu Berücksichtigung dieser Vorgaben sind daher geeigneten Datengrundlagen erforderlich. Relevante Informationen fehlen bislang.

Man kann davon ausgehen, dass die Routenwahl des Straßengüterverkehrs neben betriebswirtschaftlichen internen Faktoren vor allem auch von vielen externen Faktoren, speziell im internationalen Verkehr abhängig bzw. determiniert ist. Insbesondere jene Fahrzeuge, die Österreich nur als Transitland durchqueren, sind auf wenige bestimmte Routen im A+S-Netz beschränkt, wobei dies weniger von der Ausstattung oder Beschaffenheit der (Straßenverkehrs-)Infrastruktur abhängt, sondern viel mehr von der überörtlichen Quell- und Ziel-Wahl. Modelliert man bei feinerer Granularität, wie beispielsweise unter Berücksichtigung des Zubringernetzes, sind zunehmend lokale Faktoren wie beispielsweise sektorale Fahrverbote oder fahrerInnenspezifische Verkehrssicherheitsaspekte in Abhängigkeit der internen Betriebsvorgaben (z.B. Vermeidung von Wohngebieten, Linksabbiegeverbote) von Relevanz.

Die im Rahmen der Studie identifizierten Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren wurden in Hinblick auf die Verkehrsnachfragemodellierung des Straßengüterverkehrs bei grober Granularität gefiltert (siehe Abbildung 1).

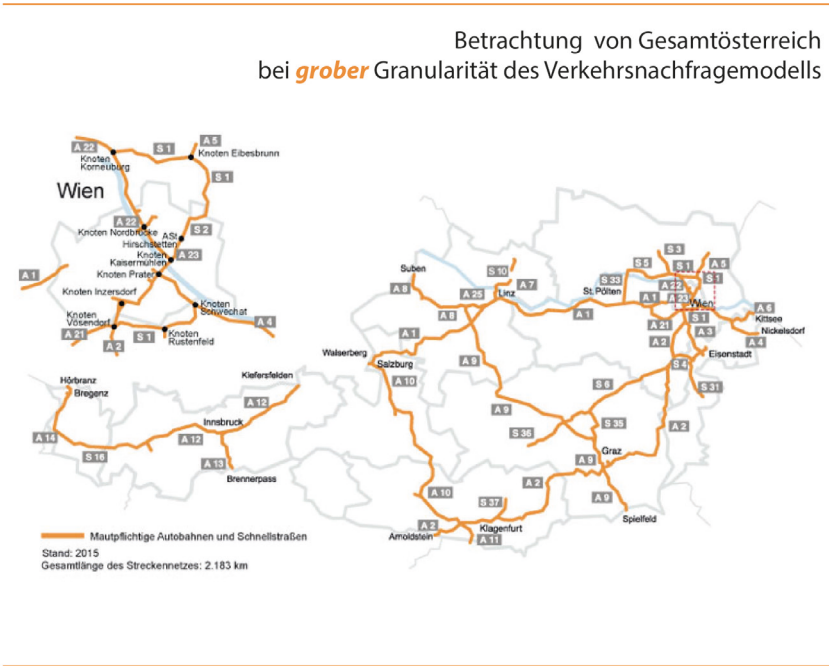
### Modellierbare Entscheidungskriterien

(Intern bzw. betrieblich)

- Wahl der kostenkünstigsten Route
- Wahl der schnellsten Route
- Wahl der umweltfreundlichsten Route
- Wahl der kürzesten Route

### Modellierbare (und relevante) externe Einflussfaktoren

- Straßenbenützungsgebühren
- Sektorale und temporale Straßensperren
- Meteorologische Gegebenheiten
- Straßengeometrie
- Sektorale und temporale Fahrverbote für Lkw und Lkw-Sondertransporte
- Echtzeitinformationen zum aktuellen Verkehrsablauf und der Zuverlässigkeit der Reisezeit



Quelle Kartengrundlage: ASFINAG 2015

Abbildung 1: Zusammenfassung modellierbarer Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren

Beim Schritt der Verkehrsumlegung erscheint (im Modell) die Abbildung der sogenannten „praktikablen Route“ (Planung einer Route entsprechend der Zustellzeiten mit möglichst hoher Kosten- und Zeit- bzw. Schadstoffeinsparung) als maßgebend. Als wichtigste Kriterien bei der Routenwahl konnten erwartungsgemäß Zeit, Geschwindigkeit, Distanz sowie die Zuverlässigkeit der Ankunfts- bzw. Reisezeit identifiziert werden und bestimmte Zwangspunkte (z.B. Switching Points oder Terminalabfolgen). In der Literatur wurden zudem weitere Aspekte wie z.B. Sicherheit (Knorring et al. 2005, Toledo et al. 2009, Russo et al. 2006), aber auch landschaftliche Reize sowie die Verfügbarkeit kommerzieller Einrichtungen wie bestimmte Tankstellen oder Einkaufsmöglichkeiten entlang einer Strecke als für die Routenwahlentscheidung mitentscheidend angeführt (Russo et al. 2006). Diese in erster Linie aus den USA stammenden Erkenntnisse konnten im Zuge der Recherche für Österreich nicht dezidiert bestätigt werden.

Im überregionalen Verkehr (vor allem im A+S-Netz) sind vor allem die externen Einflussfaktoren dafür verantwortlich, wie die grobe Routenwahl der Frächter/Transporteure erfolgt. Diese sollten daher auf die jeweiligen Knoten bzw. Kanten im Modell umgelegt werden und bestehen im Wesentlichen aus: Restriktionen (Gebote, Verbote, Einschränkungen, Beschränkungen), Baustellen und planmäßige Straßensperren, Straßengeometrie wie u.a. Neigung (im A+S-Netz).

Um nun tatsächlich an die geeigneten Informationen von FahrerInnen im österreichischen Straßenverkehrsnetz zu gelangen, müssten diese Informationen durch die Anwendung direkter oder indirekter Erhebungsmethoden gesammelt werden. Wesentlich hierfür sind einerseits Gespräche mit EntscheidungsträgerInnen der Unternehmen und ggf. die Befragung von LenkerInnen (im Zuge von bereits stattfindenden Erhebungen zur Straßengüterverkehrsstatistik wie z.B. Alpenquerender Güterverkehr). Ohne die exakte Kenntnis der Quell- und Zielpunkte einer Fahrt im Straßengüterverkehr, bleibt die Angabe von Entscheidungskriterien zur Routenwahl bzw. die alleinige Nachbildung der Routenwahl weiterhin vage.

Aus Sicht der Modellierung ist insbesondere für Prognosezwecke die Entscheidungslogik der Akteure im Güterverkehr für Trainingszwecke bzw. Validierungsschritte der Verkehrsmodellierung (Referenzdaten) relevant, um auf Basis von künftigen Quell-/Ziel-Beziehungen Belastungen in den diversen Netzabschnitten abschätzen zu können. Diese Verhaltensdaten sind weitgehend unbekannt. Zur Qualitätssicherung der Güterverkehrsmodellierung sind geeignete Kennzahlen zu entwickeln, welche über ein entsprechendes Monitoring zu validieren sind. In weiterer Folge ist die Modellgenauigkeit anhand realistischer Daten zu kalibrieren. Im Rahmen der Untersuchung werden allgemeine Methoden zur Sammlung relevanter Informationen aus Sicht der Modellierung vorgestellt. Anhand der Beurteilung von Use Cases kann festgestellt werden, dass einzelne Transportarten unter Berücksichtigung der verfügbaren Datengrundlagen in Modellen bereits jetzt sehr gut abbildbar sind. Bei hohem Einfluss von externen Rahmenbedingungen sind zusätzliche Datengrundlagen erforderlich, damit eine validierte Abbildbarkeit in Modellen erreicht werden kann.

# 1. Einleitung

Das vorliegende Handbuch basiert auf der Studie **TRACE**, welche im Rahmen der 5. Ausschreibung des Programms „Mobilität der Zukunft“ als F&E-Dienstleistung „2.2.4 Identifikation relevanter Entscheidungskriterien für die Routenwahl im Straßengüterverkehr und Erstellung eines Methodenhandbuchs“ (FFG 2014, S.29) ausgeschrieben war.

Verkehrsnachfragemodelle dienen der Modellierung realer und zukünftiger Verkehrsströme sowie für eine Reihe von planerischen Fragestellungen. Verkehrsnachfragemodelle wurden bis dato typischerweise vorwiegend für den Personenverkehr entwickelt, wobei die Grundstruktur zumeist auch für den (Straßen-)Güterverkehr angewendet wird. Es ist zu berücksichtigen, dass der Güterverkehr gegenüber dem Personenverkehr einer deutlich anderen Logik folgt und somit auch von der Ermittlung der Quell-Ziel-Matrizen über den Modal-Split bis hin zur Routenwahl grundsätzlich anders modelliert werden müsste.

Das Projektvorhaben adressiert speziell die sich stark zum Personenverkehr unterscheidenden Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren im Straßengüterverkehr in Hinblick auf die Routenwahl. Unter Entscheidungskriterien werden betriebliche und individuelle Entscheidungen (monetär bewertbare Größen des Ressourcenverkehrs und des betrieblichen Nutzens wie z.B. Betriebskosten, Reisezeit, Zuverlässigkeit der Reisezeit) bei der Routenwahl verstanden. Einflussfaktoren bezeichnen externe, für Unternehmen und FahrerInnen nicht veränderbare Rahmenbedingungen, die je nach Ausprägung (möglicherweise) Einfluss auf die Routenwahl wie z.B. gesetzliche Rahmenbedingungen, KundInnenanforderungen oder meteorologische Gegebenheiten haben. Im Rahmen der für die Verkehrsmodellierung in der Praxis üblicherweise angewandten „Vier-Stufen-Rakete“ bzw. „Vier-Stufen-Algorithmus“ (Cerwenka et al. 2007, S.162f.) bezieht sich das Handbuch auf die vierte und letzte Stufe der Verkehrswegewahl bzw. Verkehrsumlegung. Es wird davon ausgegangen, dass die relevanten Daten und Informationen zum Güterverkehr in den vorgelagerten Modellschritten 1) Verkehrserzeugung, 2) Verkehrsverteilung sowie 3) Verkehrsmittelwahl im Straßengüterverkehr „im Vorfeld“ der Modellierung der Routenwahl (Verkehrswegewahl) bekannt sind. Das sind sie allerdings in der Regel nicht, sondern werden auch dort nur abgeschätzt.

Im Handbuch werden Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren aufgezeigt und nach Datenverfügbarkeit und Modellrelevanz selektiert. Es wird außerdem dargelegt, wie diese in Verkehrsnachfragemodelle übersetzt werden können und welche Schritte zur Modellkalibrierung bzw. Qualitätssicherung erforderlich sind.

## 1.1 Aufbau des Handbuchs

Aufbauend auf der Beschreibung der konkreten Aufgabenstellung sowie der zugrundeliegenden Annahmen, den Zielen und Nicht-Zielen sowie der methodischen Vorgehensweise zur Erstellung des Handbuchs wird auf die relevanten Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren bei der Routenwahl im Straßengüterverkehr eingegangen. In weiterer Folge werden Methoden zur Sammlung der entsprechenden Daten, der Vor- und Nachteile der Daten- bzw. Informationsquellen sowie der für die Datenakquirierung zu adressierenden Akteursgruppen aufgezeigt. Um nachvollziehen zu können, wie die Übersetzung des Routenwahlverhaltens in Straßengüterverkehrsnachfragemodelle bestenfalls erfolgt, werden geeignete Methoden aufgezeigt und Maßnahmen zur Qualitätssicherung erläutert. Abschließend wird im Handbuch darauf eingegangen, inwiefern derzeitige und zukünftige Entwicklungen im Bereich der Gütermobilität Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren beeinflussen und welche Aspekte bei einer für den Straßengüterverkehr geeigneten Kostenfunktion zu berücksichtigen sind.

## 1.2 Aufgabenstellung und Annahmen

Derzeit konzentrieren sich Verkehrsnachfragemodellierungen (im makroökonomischen Sinne) im Zuge von verkehrstechnischen Gutachten und Untersuchungen im Arbeitsschritt der Verkehrsumlegung im Wesentlichen auf das Routenwahlverhalten im Personenverkehr. Anders als im Personenverkehr, erfolgt für den Straßengüterverkehr keine Nachfrageermittlung auf Basis einer Hochrechnung von Strukturdaten. Außerdem stehen für die Nachfragemodellierung des Straßengüterverkehrs keine standardisierten Werkzeuge zur Verfügung. Dazu werden verschiedene Optimierungsalgorithmen herangezogen, die allerdings die spezifischen Routenwahlkriterien des Straßengüterverkehrs nicht oder nur als (geschätzte) Teilmenge des Gesamtverkehrs abbilden. Dies erschwert die zuverlässige Prognose des Routenwahlverhaltens im Straßengüterverkehr bzw. verringert die Übereinstimmung der Modelle mit der Realität des Straßengüterverkehrs. Leider führt dies oft zu falschen Schätzungen der Querschnittsbelastungen im Netz, womit prognostische Aussagen aus Verkehrsnachfragemodellen die Realität nicht ausreichend widerspiegeln. Im realen Routenwahlverhalten des Straßengüterverkehrs spielen Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren eine Rolle, die derzeit nicht oder nicht ausreichend in Verkehrsnachfragemodelle integriert sind. Zudem fehlen geeignete Methoden zur qualitativen und quantitativen Erfassung ihrer Ausprägung und Intensität sowie geeignete Methoden zur Übersetzung in Verkehrsnachfragemodelle (siehe Abbildung 2). Für dieses Handbuch wird davon ausgegangen, dass die Modellschritte 1) bis 3) (siehe Kapitel 1) bekannt sind.



### Prinzipiskizze zur Problemstellung

von Routenwahlentscheidungen bis zur Verkehrsnachfragemodellierung

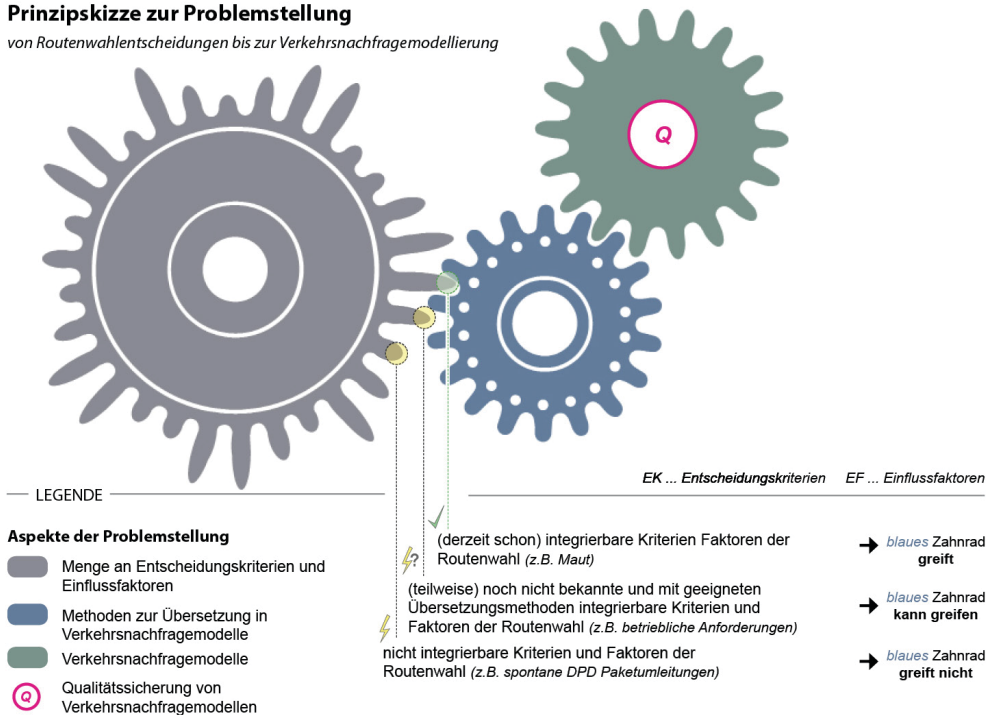


Abbildung 2: Prinzipiskizze zur Problemstellung bzw. Aufgabenstellung

Während manche Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren leicht in Verkehrsnachfragemodelle integriert werden können, müssen andere Entscheidungskriterien erst identifiziert und geeignete Methoden zur Integration benannt werden. Für manche Entscheidungskriterien wird es nicht gelingen, sie in Verkehrsnachfragemodelle zu integrieren.

Im Rahmen des Methodenhandbuchs werden Aussagen zu unterschiedlichen Anforderungen (diese werden weiter unten in einem Basis-Anwendungsszenario bzw. weiteren Anwendungsszenarien zusammengefasst; siehe Kapitel 4.1) aufbereitet. Entsprechend den Anforderungen des bmvit soll das Handbuch zur systematischen Identifikation von Einflussgrößen/-faktoren und deren Integration in die Modellierung von Bestandsverkehrsbelastungen und Verkehrsprognosen (z.B. Österreich 2025+) des Straßengüterverkehrs in Form von DTV<sub>w</sub> genutzt werden. Zusätzlich sollen Faktoren dargestellt werden, die für Modelle mit anderer Fokussierung wesentlich sein können; siehe Tabelle 1:

Tabelle 1: Möglichkeiten der Abbildung von bestimmten Anforderungen im Verkehrsnachfragemodell

Anforderungen an das Modell	Möglichkeiten der Abbildung im Verkehrsnachfragemodell
Darstellung des DTV <sub>w</sub> (Durchschnittlicher täglicher Verkehr Montag bis Freitag an Werktagen)	Betrachtung durchschnittlicher täglicher Verkehrssituationen an Werktagen als Grundlage für z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsatzentscheidungen für Planungen</li> </ul>
Unterscheidung nach saisonalen/witterungsspezifischen Gegebenheiten	Betrachtung von Schwankungen im Verkehrsablauf <ul style="list-style-type: none"> <li>• saisonal aufgrund von Urlaubs- und Reiseverkehr als Grundlage für z.B. Baustellenverkehrsführung</li> <li>• witterungsbedingt aufgrund von z.B. Häufigkeit und Auswirkungen von witterungsbedingten Sperren auf das umliegende Verkehrssystem</li> </ul>
Berücksichtigung von Echtzeitinformationen	Betrachtung der aktuellen Verkehrszustände in Echtzeit für z.B. Optimierung von Tourenplanungen
Unterscheidung nach umwelt- und ressourcenschonenden Gegebenheiten	Betrachtung von umwelt- und ressourcenschonenden Routen für z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltzertifizierungen (Wahl der umweltfreundlichsten Route)</li> <li>• Zufahrtsreglementierungen (in z.B. urbanen Zentren)</li> </ul>

### 1.3 Ziele und Nicht-Ziele

Übergeordnetes Ziel bei der Handbucherstellung war es, inhaltliche und methodische Annahmen zur Verkehrsumlegung (hier: Routenwahl) für Straßengüterverkehrsmodelle so aufzubereiten, dass künftig möglichst realistische Prognosen möglich sind. Dabei handelt es sich um Verkehrsnachfragemodelle, die im makroökonomischen Sinnen die Routenplanung des Straßengüterverkehrs abbilden. Agentenbasierte Systeme werden im vorliegenden Handbuch nicht betrachtet.

Das Methodenhandbuch hat Empfehlungscharakter und dient als Anleitung zur systematischen Sammlung und Gewichtung, Auswertung und Schätzung von Entscheidungskriterien zum Routenwahlverhalten im Straßengüterverkehr. Die Ziele und Nicht-Ziele, die bei der Erstellung des Handbuchs verfolgt bzw. nicht verfolgt wurden, werden in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Ziele und Nicht-Ziele im vorliegenden Methodenhandbuch

Ziele	Nicht-Ziele
Qualitative Herleitung und Festlegung relevanter Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren für die Routenwahl im Straßengüterverkehr in Österreich.	Quantitative Überprüfung der Eignung der hergeleiteten Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren für den Untersuchungsraum Österreich.
Empfehlung geeigneter Methoden zur Sammlung relevanter Informationen zur Routenwahl im Straßengüterverkehr.	Testung geeigneter Methoden zur Datensammlung anhand einer repräsentativen Stichprobe und dahingehende Ableitung verifizierter Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise.
Ableitung von Maßnahmen und Methoden zur Qualitätssicherung bzw. Kalibrierung von Verkehrsnachfragemodellen unter Berücksichtigung der Routenwahl.	Testung von Methoden zur Qualitätssicherung und Kalibrierung anhand bestehender Verkehrsnachfragemodelle und dahingehende Ableitung verifizierter Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise.
Ausblick auf relevante Trends im Straßengüterverkehr und deren mögliche Auswirkung auf die Routenwahl.	Verkehrsnachfragemodellierung möglicher Szenarien oder Trends im Straßengüterverkehr unter der Berücksichtigung verkehrspolitischer Zielsetzungen.
Bereitstellen von Hinweisen zur Erstellung einer für den Straßengüterverkehr in Österreich geeigneten Kostenfunktion	Ableitung einer konkreten Kostenfunktion.

### 1.4 Begriffsverwendungen

Die folgenden Begriffe werden in der Praxis bzw. in der internationalen Literatur teilweise unterschiedlich verwendet. Im vorliegenden Handbuch gelten die in den folgenden Aufzählungspunkten genannten Begriffsdefinitionen.

- **Straßengüterverkehr** wird grundsätzlich nach Werkverkehr und gewerblichem Verkehr unterschieden. Bei Werkverkehr handelt es sich um den Transport von Gütern, die vom transportierenden Unternehmen verkauft, gekauft, hergestellt oder bearbeitet werden (GütbefG, §10). Dabei müssen folgende fünf Voraussetzungen erfüllt werden):
  1. Die beförderten Güter müssen im Eigentum des Unternehmens stehen oder vom Unternehmen gekauft, verkauft, vermietet, gemietet, erzeugt, bearbeitet, oder ausgebessert werden.
  2. Die Beförderung der Güter muss der Heranschaffung zum Unternehmen, ihrer Fortschaffung vom Unternehmen oder ihrer Überführung innerhalb oder – zum Eigengebrauch - außerhalb des Unternehmens dienen.
  3. Die verwendeten Fahrzeuge müssen vom eigenen Personal des Unternehmers oder von Leihpersonal gelenkt werden (oder vom Unternehmer selbst).
  4. Die Kraftfahrzeuge müssen dem Unternehmen gehören (auch gemietete oder geleaste Fahrzeuge sowie kurzfristige Ersatzfahrzeuge sind möglich).
  5. Die Beförderung darf nur eine Hilfstätigkeit im Rahmen des gesamten Unternehmens darstellen.

Sofern nicht alle oben genannten Voraussetzungen erfüllt werden bzw. wenn Transporte im Rahmen eines Betriebes durchgeführt werden spricht man vom **gewerblichen Güterverkehr**. Darunter versteht man die Beförderung von Gütern gegen ein Frachttgelt. Zum gewerblichen Verkehr zählt somit jede Art von entgeltlicher Güterbeförderung, die nicht unter den Werkverkehr fällt. In der österreichischen Rechtsordnung wird der Straßengüterverkehr im Güterbeförderungsgesetz geregelt. Dieses behandelt vor allem den Transport von Gütern mit Kraftfahrzeugen mit einem höchst zulässigen Gesamtgewicht über 3,5t. (GütbefG, §1 Abs 1) Für den

Gütertransport mit Kraftfahrzeugen, die ein niedrigeres höchst zulässiges Gesamtgewicht aufweisen, ist das Gesetz in deutlich reduziertem Umfang anzuwenden (GütbefG, §1 Abs 1-3).

- Eine **Route** ist im Straßengüterverkehr durch die zurückgelegte Strecke zwischen einem Quellort sowie ein oder mehreren Zielorten definiert. Der raum- und zeitbezogene Verlauf einer Route kann entweder *pre-trip* vor Fahrtantritt festgelegt werden oder *on-trip*, sofern sich externe Einflussfaktoren wie z.B. Stau oder interne Einflussfaktoren wie z.B. FahrerInnen-Wechsel (spontan) verändern.
- **Einflussfaktoren (extern)** sind Rahmenbedingungen, die je nach Ausprägung möglicherweise Einfluss auf die Routenwahlentscheidung im Straßengüterverkehr haben und vom Unternehmen bzw. Logistikdienstleister per se nicht steuerbar sind. Es handelt sich dabei z.B. um anlagenbezogene, nutzungsbezogene, ordnungspolitische, preispolitische oder zum Zeitpunkt der Routenwahlentscheidung nicht kurzfristig änderbare Faktoren wie fahrzeugbezogene Einflussfaktoren (z.B. Größe, Höhe, Achsenzahl).
- Als **Entscheidungskriterien (intern)** für die Routenwahl im Straßengüterverkehr wird die Zusammensetzung aus (monetär) bewertbaren Elementen/Größen des Ressourcenverzehr und des betrieblichen Nutzens z.B. Betriebskosten, Pünktlichkeit, Reisezeit, Zuverlässigkeit, Verkehrssicherheit, Warensicherheit, CSR, Nachhaltigkeit bezeichnet. Entscheidungskriterien sind wesentlich für die Routenwahl, da diese in Abhängigkeit von etwaigen Einflussfaktoren von Unternehmen individuell abzustimmen sind.
- Als **Schwerverkehr** oder **schwere Nutzfahrzeuge** werden Kraftfahrzeuge oder Fahrzeugkombinationen bezeichnet, die ausschließlich für den Güterkraftverkehr bestimmt sind und deren zulässiges Gesamtgewicht mindestens 12t beträgt. Im Straßennetz der ASFINAG gilt für alle Kraftfahrzeuge über 3,5 Tonnen höchstzulässigem Gesamtgewicht eine fahrleistungsabhängige Maut. Die Tarife hängen von der Anzahl der Achsen sowie der EURO-Emissionsklasse der Fahrzeuge ab (siehe Tabelle 3). In Summe setzen sich die Kosten aus den zugrunde gelegten Tarifen und der zurückgelegten Fahrleistung ab). Auf den Sondermautstrecken und der A12 Inntal Autobahn im Unterinntal gelten höhere Tarife. Die Ermittlung der Fahrleistung erfolgt über eine im Lkw mitgeführte GO-Box. (ASFINAG, 2016 online)

Tabelle 3: Bemaung nach EURO-Emissionsklassen: Tarife 2016 (in EUR pro km, exkl. 20% USt)

Bemaung nach EURO-Emissionsklassen Tarife für Kfz über 3,5t hzG ab 01.01.2016			
	Kategorie 2 2 Achsen	Kategorie 3 3 Achsen	Kategorie 4+ 4 u. mehr Achsen
A EURO-Emissionsklasse EURO VI	0,157	0,2198	0,3297
B EURO-Emissionsklasse EURO EEV	0,172	0,2408	0,3612
C EURO-Emissionsklassen EURO IV u. V	0,190	0,2660	0,3990
D EURO-Emissionsklassen EURO 0 bis III	0,213	0,2982	0,4473

Quelle: ASFINAG, 2016 online.

- **Full Truck Load (FTL)** im Straßengüterverkehr bezeichnet eine volle Lkw-Ladung. Im deutschsprachigen Raum wird auch der Begriff Komplettladung verwendet. FTL bedeutet, dass der Auftraggeber einer Komplettladung den Inhalt eines gesamten Lkw an einen einzigen Empfänger schickt (TimoCom, 2016a online). Komplettladungsverkehr wird hauptsächlich bei konstanter Bedarfsnachfrage eingesetzt (Florian et al., 2010, S.20). Der Vorteil von FTL gegenüber Less Than Truckload Mengen besteht beim Transport von Waren, die fragil oder temperatursensitiv sind, in der kürzeren Transportzeit (da keine Zwischenpunkte mit Umschlagvorgängen angefahren werden) und aufgrund der Tatsache, dass insgesamt besser auf die Bedürfnisse der Kunden eingegangen werden kann (Schmidt, 2014 online).
- Als **Less Than Truckload (LTL)** wird eine Transportmenge bezeichnet, die keine volle Lkw-Ladung ausmacht. Da es sich nur um eine Teilmenge der gesamten Ladung handelt, spricht man auch von Teilladung. (TimoCom, 2016b online) LTL kombiniert den Versand von verschiedenen Auftraggebern, die Transportkosten richten sich nach Menge und Weglänge der transportierten Güter. Im Vergleich zu FTL dauert der Transport der Waren länger, die Kosten sind jedoch niedriger, da sie mit anderen Auftraggebern geteilt werden (Schmidt, 2014 online).
- Unter **Linienverkehr** (auch Sammelgutverkehr) versteht man im Straßengüterverkehr den regelmäßigen Transport von Gütern vom fix definierten Ort des Abtransportes zum Zielort und den Transport von Gütern wieder zurück zum Ausgangspunkt (UTL Logistik, o.J. online).

- Es kann zwischen dem Transport von **Standard- und Premiumprodukten** unterschieden werden. Als Premiumprodukte gelten Waren mit einem Wert von über € 500.000 je Lieferung. Das Hauptaugenmerk beim Transport von Premiumprodukten liegt auf der Sicherheit bzw. auf der Haftung der Waren. Charakteristika beim Transport von Premiumprodukten sind fix vorgegebene Routen und Örtlichkeiten für den FahrerInnenwechsel bzw. für Ruhepausen (es ist auch die Bestimmung der Parkplätze von Seiten der KundInnen nach Sicherheitskriterien wie Kameras, Securities etc. möglich), Real-Time Tracking, eine Sicherheitsnummer am Dach sowie die Registrierung von Änderungen am Fahrzeug, z.B. sobald eine Tür am Lkw aufgemacht wird.
- Unter **Kurier-, Express- und Paket (KEP)-Diensten** versteht man den Versand von Gütern (z.B. Briefe, Dokumente, Päckchen) mit relativ geringem Gewicht (bis ca. 30 kg) und Volumen. Durch die Restriktionen in Maß und Gewicht ist eine hohe Standardisierung in der Abwicklung möglich. Umschlag und Sortierung der Güter erfolgen (teil)automatisiert. Deshalb ist es für Kurier-, Express- und Paket-Dienste möglich, zuverlässig, in kurzer Zeit (24-Stunden-, 48-Stundenservice, Same-Day- bzw. Over-Night-Delivery) und mit hoher Wirtschaftlichkeit ihre Waren zuzustellen. (Springer Gabler Verlag (Hrsg.), o.J. online)
- **Just-in-Time (JIT)** bezeichnet eine Lieferart, bei der die benötigte Ware exakt zum Zeitpunkt des Bedarfs mengen genau geliefert wird. Das Ziel ist, die Lagerhaltung am Verarbeitungsort so gering wie möglich zu halten und unnötige Bestände abzubauen. (Dr.Thomas+Partner GmbH&Co. (Hrsg.), 2013a online) Die Just-in-Time Produktion setzt hohe Qualität und Zuverlässigkeit in der Lieferkette voraus, da andernfalls Probleme zu sofortigem Lieferverzug führen.
- **Just-in-Sequence (JIS)** weist in der Literatur mehrere Bedeutungen auf:
  - Unter Just-in-Sequence versteht man jene Art der Lieferung, bei der Waren zeit-, mengen- und artgenau an den richtigen Platz geliefert und sofort verarbeitet werden. Der Unterschied zur Just-in-Time-Lieferung ist, dass die Ware für die Weiterverarbeitung bereits in optimaler Position am Lkw angeliefert wird, das heißt der Zulieferer achtet beim Verpacken bereits auf die vom Abnehmer benötigte Reihenfolge. (Dr.Thomas+Partner GmbH&Co. (Hrsg.), 2013b online)
  - Die Anlieferung von Teilen erfolgt genau zu dem Zeitpunkt, in dem sie in der Montage verbaut werden (sequenzgenau). Die Genauigkeit liegt bei rund 90 Minuten. (VerkehrsRundschau, 2016 online)
- **Switchpoints** sind firmeninterne Standorte, an denen entweder LenkerInnen, Fahrzeuge oder Transportinhalte getauscht werden.
- Mithilfe von **Verkehrsdetektoren** können Informationen zur Verkehrslage, zu Reisezeiten und zur Klassifikation von Fahrzeugen gesammelt werden. Die generierten Daten stellen eine Grundlage für die Verkehrsüberwachung und das Verkehrsmanagement dar und dienen unter anderem auch zum Aufbau und zur Qualitätssicherung von Verkehrsmodellen. Die Erfassung erfolgt mittels unterschiedlicher Systeme.

# 2. Identifikation von Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren für die Routenwahl im Straßengüterverkehr

## 2.1 Strukturierung des Straßengüterverkehrs

Die vorgenommenen Strukturierungen des Straßengüterverkehrs (siehe Abbildung 3 bis Abbildung 6) dienen der Systemabgrenzung des Straßengüterverkehrs, wie sie gemäß Cerwenka et al. (2007, S.160) vorab einer Verkehrsnachfragemodellierung durchzuführen ist. Zudem müssen in Abhängigkeit der jeweiligen Strukturierungsmerkmale bzw. Abgrenzung des Straßengüterverkehrs möglicherweise andere Entscheidungskriterien und in weiterer Folge andere Kostenkomponenten bzw. Kostensätze sowie Funktionsverläufe unterstellt werden. Beispielsweise wirken sich Nah- und Fernverkehr unterschiedlich auf den Funktionsverlauf aus: Im Fernverkehr fallen höhere variable Kosten sowie Verwaltungskosten an wohingegen der FahrerInnen-Kostenanteil im Nahverkehr höher ist (Herry et al. 2001, S.28). Auch die Gefährlichkeit von Gütern z.B. beim Transport von chemischen Erzeugnissen (Strukturierungsmerkmal Gütergruppen, siehe Abbildung 6) wirkt sich auf die Zusammensetzung der Kosten im Bereich der Fahrpersonalkosten (z.B. in Abhängigkeit der Ausbildung des Fahrpersonals), der externen Sicherheitsvorkehrungen (z.B. Begleitfahrzeuge) sowie der Ladungssicherheit der transportierten Güter.

Im Zuge der Strukturierung des Straßengüterverkehrs wurden daher charakteristische Aspekte wie z.B. Raumbezug, temporale Muster oder Verkehrszwecke, die schätzungsweise unterschiedliche Ausprägungen von Routenwahlverhalten im Straßengüterverkehr bedingen, berücksichtigt. Es kann damit festgelegt werden, welche Aspekte bei der Identifikation von Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren sowie bei der Formulierung von Use Cases und in weiterer Folge im Zuge der Verkehrsnachfragemodellierung von Relevanz und/oder umsetzbar sind. Ist erst einmal festgelegt, in welchem Raum, entsprechend welcher temporalen Muster, nach welchen Verkehrsbeziehungen sowie Gütergruppen Straßengüterverkehr in Österreich simuliert werden soll, kann die Übersetzung relevanter Daten in das Verkehrsnachfragemodell erfolgen.

### Raumbezug

Im ersten Schritt der Modell-Konzeption ist es wichtig einzugrenzen, in welchem räumlichen Maßstab (z.B. Gesamtösterreich, Stadt Wien, Alpenraum) oder entlang welcher räumlichen Distanzen Überlegungen zur Routenwahl sowie deren Umlegung angestellt werden sollen. Unterscheidet man beispielsweise nach den Transportweiten Nah- und Fernverkehr ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die Zellen-Struktur im Modell. Im Bereich des Nahverkehrs bedarf es bei der Umlegung der Verkehrsmenge sowie die Zuordnung von Nachfragerelationen auf Netzabschnitte/Routen an sehr engmaschigen und im Detail verfügbaren Verkehrszellen.

Ähnliches gilt für die Unterscheidung Raumtyp (Stadt, Land) oder Verkehrsart (Binnen, Transit, Quelle-Ziel). Zudem ist im Bereich der Routenwahl neben direkten Quell-Ziel-Belieferungen auch relevant, ob zwischendurch ein Umschlag im selben Modus oder multimodal erfolgt. Hier ergeben sich Zwangspunkte, die einen wesentlichen Einflussfaktor auf die Routenwahl darstellen. Folgende Abbildung 3 veranschaulicht die zu berücksichtigenden räumlichen Aspekte bei der Routenwahlmodellierung:

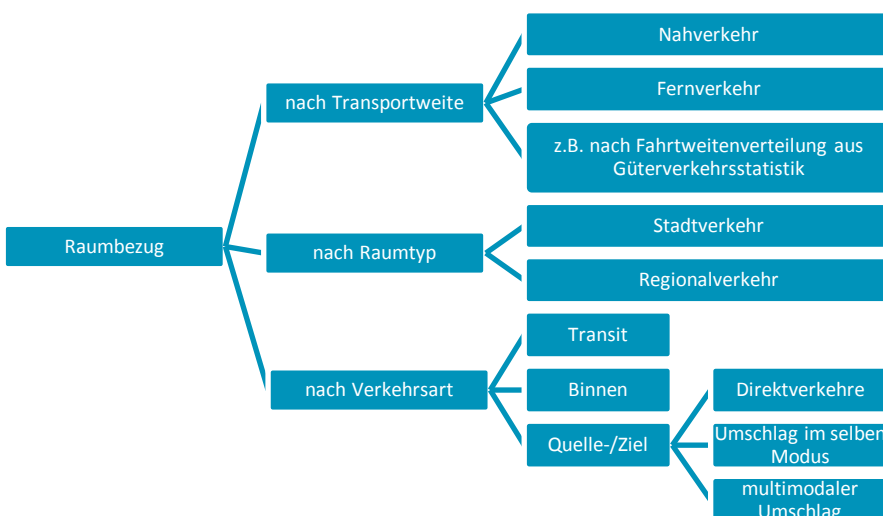


Abbildung 3: Annahmen zur Strukturierung des Straßengüterverkehrs nach Raumbezug

Die Unterscheidung des Routenwahlverhaltens nach räumlichen Aspekten drückt sich vor allem im Bereich der Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren aus, da diese vor allem hinsichtlich relevanter Kostenaspekte (Straßenbenützungsg Gebühr, Stellplatzgebühr), Restriktionen (Ladezonenmanagement, Umweltzonen, Fahrverbote, insbesondere Durchfahrverbote), Infrastrukturausstattungen (Stellplätze, Rastplätze, Tankstellen) oder KundInnenanforderungen und Park- bzw. Ladezonenverfügbarkeit unterschiedlich ausfallen. So sind im urbanen Güterverkehr vor allem jene Fahrzeuge zu berücksichtigen, die Stückgüter transportieren (KEP) sowie Fahrzeuge des Werkverkehrs (z.B. Lebensmittel), jedoch seltener Transitverkehre oder Gefahrguttransporte. Es kann davon ausgegangen werden, dass im Fernverkehr (insbesondere im Transit) eher das A+S-Netz genutzt wird. Im urbanen Bereich kommt es eher auf zeitliche Aspekte an, die es im Zusammenhang mit der Routenwahl des Straßengüterverkehrs zu berücksichtigen gilt wie z.B. tageszeitabhängige Lieferzeitfenster (hinsichtlich Ladezonen, Fahrberechtigungen) oder kurzfristige Änderungen von Zustellungsbedingungen.

**Temporale Muster**

Straßengüterverkehrsaufkommen und die damit verbundene Routenwahl von FahrerInnen kann neben räumlichen auch nach temporalen Mustern variieren. Einerseits können Fahrten periodisch (also täglich, werktäglich, jährlich, wöchentlich, saisonal) oder nicht periodisch (keine zeitlich definierbaren Muster) auftreten. Im Fall von Werkverkehr kommt es beispielsweise zu periodischen Mustern, da die Belieferung der verschiedensten Geschäftsstandorte erforderlich ist, wo im Gegensatz zu nicht-periodischen Transporten die Routenwahl schätzungsweise nach bekannten und immer wiederkehrenden Mustern stattfindet. Man geht davon aus, dass FahrerInnen aus dem Werkverkehr immer wieder dieselben Routen zurücklegen müssen und daher (entsprechend anderweitige konzerninterne Vorgaben) aufgrund von Erfahrungswerten die für das Unternehmen wirtschaftlichste Route wählen. Periodische Routen folgen einem wiederkehrenden Ablauf und sind bei Kenntnis der unternehmens-/leistungsspezifischen Gewohnheiten entsprechend nachvollziehbar darstellbar. Im Zuge einer Untersuchung des Routenwahlverhaltens mittels einer Kombination aus quantitativen (GPS-Detektion) und qualitativen Erhebungsmethoden (Beobachtungen, Befragungen) in zwei spanischen Städten (Soria, Madrid), wurden beispielsweise temporale Aspekte als Kriterium zur Klassifizierung einer Route berücksichtigt (Comendador et al., 2012 S.524). Abbildung 4 zeigt, gemäß welchen temporalen Mustern Straßengüterverkehr erzeugt werden kann.

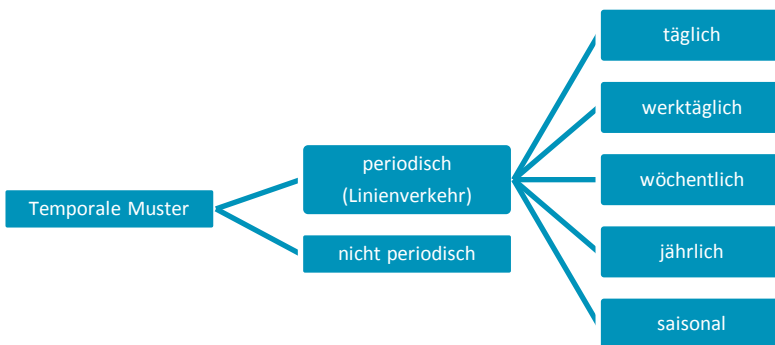


Abbildung 4: Annahmen zur Strukturierung des Straßengüterverkehrs nach temporalen Mustern

**Verkehrszwecke**

Unter dem Bereich der Verkehrszwecke sind jene Strukturierungsaspekte zu verstehen, die definieren aufgrund welcher wirtschaftlichen Güterbeförderungszwecke Verkehrsabläufe stattfinden. Hierbei kann zwischen Werkverkehr, gewerblichem Güterverkehr, Baustellenverkehr, landwirtschaftlichem und militärischem Verkehr unterschieden werden. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde festgelegt, dass für das vorliegende Handbuch der landwirtschaftliche sowie der militärische Verkehr nicht berücksichtigt werden. Zudem kann im Straßengüterverkehr auch nach Lieferbeziehungen unterschieden werden. Der Transport von Gütern kann zwischen Unternehmen (Business-to-business, B2B) und zwischen Unternehmen und KundInnen (Business-to-customer, B2C) stattfinden. Inwiefern Unterschiede bei den Entscheidungsgrundlagen und Einflussfaktoren auf die Routenwahl zwischen B2B und B2C gegeben sind, ist derzeit nicht bekannt. In Abbildung 5 sind die hierfür relevanten Strukturierungsmerkmale angeführt. Je komplexer die Lieferbeziehung (z.B. Same-day-delivery im Bereich B2C), desto schwieriger wird es, diese im Modell realitätsgetreu abbilden zu können.

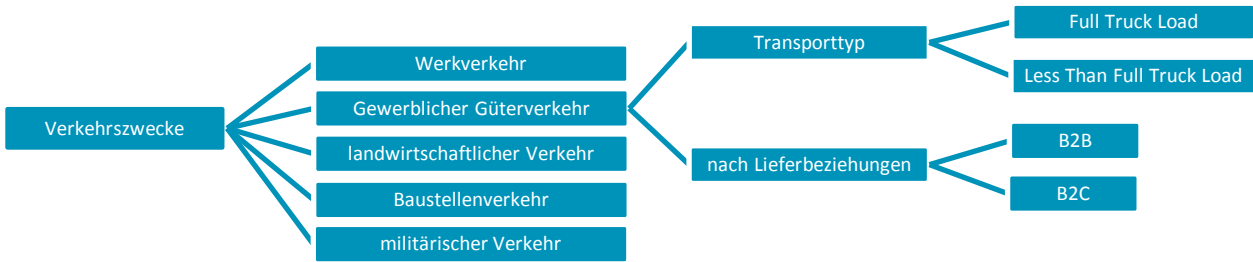


Abbildung 5: Annahmen zur Strukturierung des Straßengüterverkehrs nach Verkehrszwecken

### Gütergruppen

Eine Differenzierung nach Gütergruppen wurde nach der Güternomenklatur NTS 2007 vorgenommen. Die dabei berücksichtigten Erzeugnisse (z.B. Nahrungs- und Futtermittel, Baustoffe, Fahrzeuge) können bei der Routenwahlmodellierung je nach Transportaufkommen berücksichtigt werden. Vorausgesetzt wird auch hier, dass die Verkehrsnachfrage (die Quell-Ziel-Matrizen), bekannt sind. Abbildung 6 zeigt die Gütergruppen, die im Folgenden auch zum Teil für die exemplarische Darstellung von *Use Cases* verwendet werden.

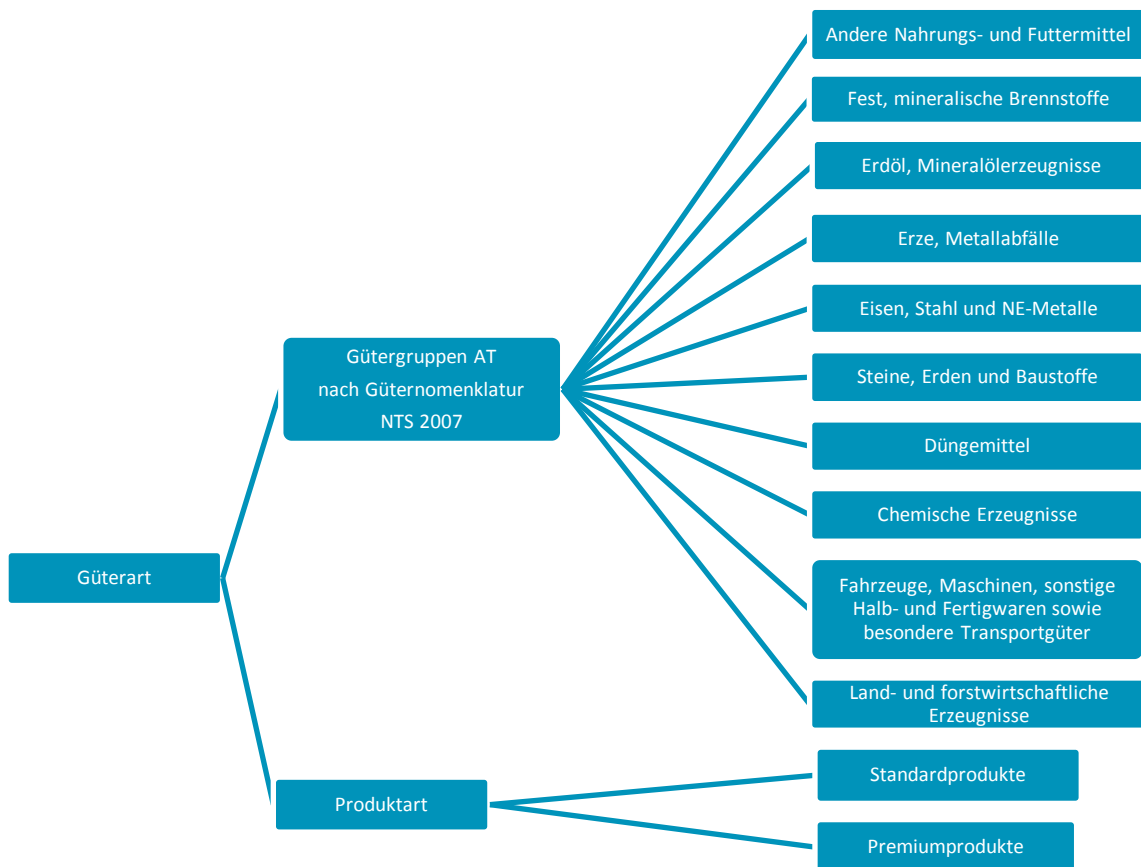


Abbildung 6: Annahmen zur Strukturierung des Straßengüterverkehrs nach Gütergruppen

## 2.2 Filterung von Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren bei der Routenwahl

Die Identifikation von Entscheidungskriterien und relevanten Einflussfaktoren bei der Routenwahl im Straßengüterverkehr dient als Grundlage für die Ermittlung einer für Österreich geeigneten Kostenfunktion im (Straßen-) Güterverkehr. Die reale Routenwahl zwischen dem Personenverkehr und dem Güterverkehr unterscheidet sich grundlegend. Bisher wurden vor allem für den Personenverkehr die wichtigsten Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren sowie unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten in Verkehrsnachfragemodellen erforscht.

Für den Straßengüterverkehr existieren zwar vereinzelt, jedoch kaum vergleichbare Kenntnisse. Derzeit bekannte Einflusskriterien für die Routenwahl im Straßengüterverkehr werden aufgrund ihrer enormen Komplexität, dem Mangel an belastbaren Daten sowie des vergleichsweise geringen Anteils des Straßengüterverkehrs am Gesamtstraßenverkehr meist nur in generalisierter bzw. stark vereinfachter Form in österreichischen Verkehrsumlegungsmodellen berücksichtigt. Zu berücksichtigen ist die Granularität von Verkehrsnachfragemodellen und der Anspruch an das Verkehrsnachfragemodell seitens dem/der BetrachterIn bzw. dem/der ModelliererIn. Modelle, die den Straßengüterverkehr im A+S-Netz abbilden, sind charakterisiert durch eine geringe Granularität und benötigen daher in erster Linie Informationen, die den übergeordneten Verkehr bzw. das übergeordnete Netz betreffen und weniger Detailinformationen zu beispielsweise Abbiegesituationen im urbanen Raum.

Anhand zweier sehr plakativer Beispiele soll gezeigt werden, inwiefern (1) Unkenntnis über die Bandbreite an Entscheidungskriterien (und Einflussfaktoren) für die Routenwahl im Straßengüterverkehr (siehe Abbildung 1) existiert und dass (2) massive Veränderungen in der Nachfrage (z.B. durch E-Commerce), einen Strukturwandel im Straßengüterverkehr herbeiführend das Routenwahlverhalten zunehmend beeinflussen (siehe Kapitel 5). Es wird veranschaulicht, weshalb gängige Modelle zumindest in Einzelfällen zwangsläufig irren können und inwieweit die tatsächliche Prüfung diverser Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren an Komplexität „leidet“:

- ad (1): UPS biegt bei Gegenverkehr nicht links ab (UPS Public Relations 2009 online): Das Routenwahlverhalten des weltweit tätigen KEP(Kurier-Express-Paket)-Dienstleisters UPS zeigt, wie spezifisch und (unternehmens-)individuell Routenwahlentscheidungen im Straßengüterverkehr getroffen werden können (siehe Abbildung 7).

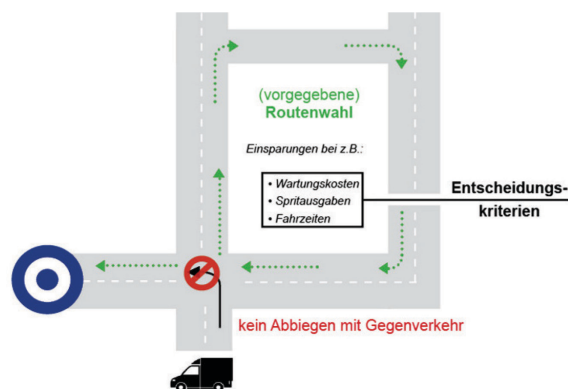


Abbildung 7: Beispiel Routenwahlverhalten UPS, USA

Da vor allem beim nachrangpflichtigen Linksabbiegen bei Gegenverkehr viel Zeit verloren gehen kann und ein erhöhtes Unfallrisiko (mit Zeitverlust) gegeben ist, entwickelte UPS bereits Anfang der 2000er Jahre eine Strategie, FahrerInnen dazu anzuhalten, bei Gegenverkehr nicht links abzubiegen. Im Hinblick auf die Straßengüterverkehrsmodellierung des A+S-Netzes spielt dies zwar keine Rolle, zeigt jedoch inwiefern sich die zu berücksichtigenden Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren bei differenzierter Granularität des Modells verändern. Selbiges gilt für Beispiel (2).

- ad (2): Der KEP-Dienstleister DPD ermöglicht seinen KundInnen mittels des Paket Navigators die kurzfristige Änderung des Zustellortes (auch bereits on-trip) und beeinflusst dadurch nicht unwesentlich das Routing des Güterfahrzeugs (DPD 2014 online). Die Zustellung von Paketen wird am Vortag der Lieferung bekanntgegeben und kann bei Bedarf mittels des Paket Navigators (App, Web-Interface) auch noch fünf Minuten vor der Zustellung umgeleitet werden (Sonnenberg 2014 online).

Es ist zu beachten, dass derartige (Sonder-)Fälle an Routenwahlverhalten u.a. aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit bzw. unzureichender Relevanz für das Gesamt-(güter-)Verkehrsaufkommen in Modellen noch nicht berücksichtigt werden können.



Da bislang wenig bis gar keine (vor allem im deutschsprachigen Raum) Untersuchungen zur Routenwahl im Straßengüterverkehr vorliegen, ist lediglich auf eine begrenzte Menge an Sekundärdaten zurückzugreifen. Bisher durchgeführte Studien beziehen sich vor allem auf den U.S.-amerikanischen Raum, eine deutlich geringere Anzahl wurde in europäischen Untersuchungsräumen durchgeführt. Im Folgenden werden wesentliche Erkenntnisse des für das Handbuch durchgeführten Literatur-Reviews dargelegt. Im Anschluss werden die für den Straßengüterverkehr mehr oder weniger relevanten Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren zusammengefasst bevor die für den in Österreich verursachten Straßengüterverkehr wesentlichen Faktoren und Kriterien gefiltert werden.

**(Externe) Einflussfaktoren** sind Rahmenbedingungen, die je nach Ausprägung Einfluss auf die Routenwahlentscheidung im Straßengüterverkehr haben und vom Unternehmen bzw. Logistikdienstleister per se nicht steuerbar sind. Es handelt sich dabei z.B. um anlagenbezogene, nutzungsbezogene, ordnungspolitische, preispolitische oder fahrzeugbezogene Einflussfaktoren. So lassen sich beispielsweise Treibstoffpreise oder Mautgebühren zwar politisch beeinflussen, jedoch nicht vom Transportunternehmen selbst. Daraus wird ein Routenwahlverhalten abgeleitet, welches je nach Nutzen-/Kostenabschätzung dazu führt, beispielsweise das sekundäre Straßennetz oder Umwege in Kauf zu nehmen. Auch innerbetriebliche Bestimmungen von Unternehmen, (logistische) Kooperationen und KundInnenanforderungen (z.B. Lieferslots, Sicherheitsvorkehrungen), die zur Routenwahl beitragen, wurden bislang nicht zur Gänze erfasst (Lange und Ruffini 2007, S.811). Unter Berücksichtigung unterschiedlicher Einflussfaktoren sowie der Zusammensetzung monetär bewertbarer Größen des Ressourcenverkehrs und des betrieblichen Nutzens z.B. Betriebskosten, Pünktlichkeit, Reisezeit, Zuverlässigkeit, Verkehrssicherheit, Warensicherheit wird eine **Routenwahlentscheidung** getroffen.

Als wichtigstes (internes) Entscheidungskriterium für die Routenwahl im Straßengüterverkehr erscheint die Minimierung der Transportkosten, welche sich u.a. aus Transportzeit, Verlässlichkeit, Flexibilität, Pünktlichkeit, Geschwindigkeit sowie der Umschlagzeit zusammensetzen (Lange und Ruffini 2007, S.811; Cullinane et al. 2000, S.48ff.; Bolis & Maggi 1999; Rudel, Abel, Maggi & Stoppa 2006).

Rein betriebswirtschaftlich betrachtet haben Profitmaximierung bzw. Verlustminimierung einen erheblichen Einfluss auf die Routenwahl. Dabei werden, anders als beim Personenverkehr, nicht Einzelrelationen, sondern die Gesamtroute mit einer spezifischen Lieferkette betrachtet (Köll et al., 2005). Nicht ausgeschlossen ist, dass bei lukrativer Fracht auf dem Hinweg auch ein Defizitgeschäft auf dem Rückweg in Kauf genommen wird (Köll et al. 2005, S.41). Fahrzeuge des Straßengüterverkehrs folgen dem Weg, der für Transportunternehmen bzw. (selbstständige) FahrerInnen der am wirtschaftlich attraktivsten ist (Lange und Ruffini 2007, S.811). Dieser basiert auf einer Vielzahl an Einflussfaktoren, welche sich je nach Kontext sowie der zu beliefernden KundInnen (Stichwort JIT-Produktion) unterscheiden.

Im Straßengüterverkehr stellen Mautgebühren oder Straßenbenutzungsentgelte einen wesentlichen Einflussfaktor – auch auf internationaler Ebene – dar. Für die Routenwahl im Straßengüterverkehr und dahingehende Entscheidungskriterien bedeutet dies, dass FahrerInnen oftmals Teilstrecken auf dem sekundären Straßennetz zurücklegen (Kleist und Doll 2005, S.190f.) und dies je nach Ladungsmengen und Anzahl der Stopps variieren kann. Dabei spielt nicht nur die Höhe, sondern auch die Art der Maut (Sondermaut vs. Streckenmaut) eine Rolle (Lange und Ruffini 2007, S.811).

Neben Reisezeit und Kosten spielen Einflussfaktoren wie z.B. Beförderungs- und Beschäftigungsbedingungen eine Rolle für die Routenwahl (Toledo et al. 2013, S.2). Gemeint ist damit die Rolle der Verantwortlichkeit über die finale Routenwahlentscheidung sowie die Kostenübernahme beim Durchführen einer Fahrt bzw. Zurücklegen einer Route. FahrerInnen, die entweder teilweise oder zur Gänze für die Treibstoffkostenübernahme verantwortlich sind, sind eher dazu befähigt, ihre Route selbst zu wählen (Toledo et al., 2013, S.9). In diesem Zusammenhang sei auch der Faktor Zeit als signifikantes Entscheidungskriterium bei der Routenwahl im Straßengüterverkehr genannt, welcher sich vor allem im Bereich der Kostenkomponente der Personalkosten niederschlägt (Knorrning et al., 2005, S.45f.). Wie aus einer Studie der Arbeiterkammer hervorgeht, machten die Fahrpersonalkosten im Jahr 2001 sowohl im Fernverkehr als auch im Nahverkehr einen mit 35 %igen Anteil an den Gesamtkosten erheblichen Kostenfaktor der Transportkosten aus, gefolgt von Treibstoffkosten von rund 15 % (Herry et al., 2001, S. 33).

Je nach Unternehmen hängt die Routenwahlentscheidung von den vorgegebenen räumlichen oder temporalen Rahmenbedingungen sowie Beschäftigungsverhältnissen (zwischen Unternehmen und FahrerIn) ab. Welche Person nun die finale Entscheidung zur Routenwahl trifft, hängt vom jeweiligen Arbeits- bzw. Werkvertrag ab. Beispielsweise gibt der KEP-Dienstleister TNT seinen FahrerInnen zwar die Reihenfolge der zu beliefernden Standorte mittels eines Run-Sheets vor, allerdings nicht die genaue Fahrroute (Braith, 2015). Im Gegensatz dazu werden z.B. im Liniengüterverkehr der schnell drehenden Waren (z.B. Konsumgüter des täglichen Bedarfs) eher fixe und bereits etablierte Routen (zwischen fixen Quell- und Ziel-Standorten) zurückgelegt (z.B. Lebensmittellieferanten bzw. Werksverkehr). Im Fall von UPS gibt das Unternehmen strikte Anweisungen zur Routenwahl zwischen den zu beliefernden Zwangspunkten.

Ergebnisse einer weiteren Studie zeigen, dass Lkw-LenkerInnen (im Nahverkehr) bereits dann Überlastungen/Stau vermeiden, wenn diese zu moderaten Verspätungen führen würden und, dass sie eine große Präferenz für Autobahnen gegenüber dem untergeordneten Straßennetz hegen (Arentze et al. 2012, S.1184). Im Rahmen der Studie zeigte sich, dass die Reisezeit das Attribut mit dem signifikantesten Einfluss auf die Routenwahl ist (Arentze et al. 2012, S.1184). Der Raumaspekt der urbane Gebiete spielte in der Untersuchung insofern eine Rolle bei der Routenwahl, als Wohngegenden und Schulzonen eher gemieden werden (Arentze et al. 2012, S.1185). Hingegen kamen Arentze et al. (2012, S.1185) zu dem Ergebnis, dass die Verfügbarkeit von Rastplätzen keinen signifikanten Einfluss auf die Routenwahl hat. Dies mag daran liegen, dass Rastplätze entlang einer Route im Kurzstreckenverkehr/Nahverkehr generell eine weit weniger wichtige Rolle spielen als im Langstreckenverkehr/Fernverkehr.

Um bereits relevante Entscheidungskriterien bei der Routenplanung und schlussendlich bei der Routendurchführung berücksichtigen zu können, greifen Unternehmen bzw. LenkerInnen auf Routensuchprogramme (im Fahrzeug) zurück. Trotz teilweise unbekannter Einflussfaktoren auf die Routenwahl im Straßengüterverkehr ist zumindest bekannt, dass FahrerInnen und/oder DisponentInnen mit unterschiedlichsten Routing Softwarelösungen arbeiten, um die wirtschaftlichste Route zu berechnen und diese (bestenfalls) je nach Verkehrslage (kurzfristig) anpassen können. Ergänzend zur Identifikation relevanter Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren aus der Literatur wurden daher gängige Routensuchprogramme auf die darin enthaltenen Routensuchparameter geprüft. Die einzelnen Parameter wurden entsprechend der jeweiligen Attribute in Tabelle 4 aufbereitet.

Die anlagen-, nutzungsbezogene sowie organisatorische Einflussfaktoren auf Routenwahl im Straßengüterverkehr finden sich in diversen (kommerziellen) Routensuchprogrammen wieder, die von LogistikerInnen bzw. Transportunternehmen für die Routenwahl üblicherweise eingesetzt werden.

Diese beinhalten unterschiedlichste Parameter wie z.B. Fahrzeugcharakteristika (u.a. Höhe, Länge, Gewicht), Straßenreglementierungen (u.a. Fahrverbote), Straßenbenutzungsentgelte (u.a. Maut) sowie Destinationen von hohem Interesse (z.B. Tankmöglichkeiten, Rastplätze) und berechnen eine praktikable Route für die jeweiligen FahrerInnen bzw. DisponentInnen. Viele Programme ermöglichen zudem die Eingabe von subjektiven Präferenzen entlang von Routen, wobei diese wiederum zu unterschiedlichsten Graden in ein (kommerzielles) Routensuchprogramm eingepflegt werden können.

Neben herkömmlichen, kommerziellen Routing-Softwares verwenden größere Logistik-Dienstleister wie DHL oder UPS (United Parcel Service) eigens entwickelte Routing-Programme. Durchschnittliche UPS-FahrerInnen haben in den USA rund 120 Stops an einem Tag, für deren Chronologie es nahezu unzählige Routing-Variationen gibt (Rosenbush und Stevens 2015 online). Mit Hilfe des von UPS entwickelten Algorithmus können basierend auf Heuristiken und kontinuierlich in das System eingepflegten Erfahrungswerten optimale Routen für FahrerInnen berechnet werden. Ein international bekannter Parameter dieser Software ist das limitierte bzw. untersagte Linksabbiegen. (Rosenbush und Stevens 2015 online)

Im Folgenden werden Parameter aufgezeigt, die in gängige Routensuchprogrammen bzw. -navigationen integriert sind und dazu beitragen, wie FahrerInnen und/oder DisponentInnen Routen im Straßengüterverkehr wählen (siehe Tabelle 4).

Informationen zu eingesetzten Softwareprogrammen wurden basierend auf der Literaturanalyse, vorhandenen Webinformationen von AnbieterInnen sowie ExpertInnen-/PraxispartnerInnenempfehlungen zusammengefasst. Es wurde darauf Wert gelegt, sowohl europäische als auch international angewandte Routensuchprogramme zu berücksichtigen.

**Tabelle 4: Darstellung von Routensuchprogrammen und integrierten Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren**

Anwendung und allgemeine Beschreibung	Entscheidungskriterien
<b>ORTEC (INTERN.)</b> ist ein international tätiger Anbieter von Planungs- und Optimierungsoftware im Logistik- und Transportbereich und bietet statische Programme wie ORTEC Route Scheduling oder ORTEC Tactical Routing Transport (ORTEC (Hrsg.), 2015 online).	Die verfügbaren Routenwahlmodi orientieren sich an routenspezifischen Attributen (z.B. „practical route“, schnellste und kürzeste Route) und der Minimierung der Treibstoffkosten.
<b>ORION (UPS) (INTERN.)</b> ist ein von UPS entwickeltes Programm, das sich vorwiegend die Routenoptimierung (z.B. practical route) und die Einsparung von Treibstoff zum Ziel gesetzt hat. Während der Testphase (2010 – 2012) der Software konnten durch umweltfreundliche Routenwahl ca. 11 Millionen Liter Treibstoff eingespart werden. (Konrad, 2013 online)	Es erfolgt eine Routenoptimierung (z.B. „practical route“), unter Berücksichtigung der Einsparung von Treibstoff. ORION verwendet zum Zeitpunkt der Erstellung des Methodenhandbuchs nur historische Daten, die Verwendung von real-time Daten ist geplant.

Fortsetzung Tabelle 4

Anwendung und allgemeine Beschreibung	Entscheidungskriterien
<p><b>PCMiller (USA)</b> ist ein in den USA entwickeltes on-board Routensuchprogramm, das eine speziell für Lkw entwickelte Navigationssoftware beinhaltet (PCMiller Navigator (Hrsg.), 2010 online).</p>	<p>Die möglichen Attribute sind routenspezifisch (z.B. practical route, schnellste Route, kürzeste Route), straßenseitig (z.B. Vermeidung bzw. Minimierung von Mautkosten, Vermeidung von gefährlichen Wendemanövern), fahrzeugseitig (z.B. Höhe bzw. Gewicht und Länge des Fahrzeugs), den Treibstoff (z.B. Minimierung der Treibstoffkosten) oder die Ausstattung (z.B. Verfügbarkeit von Stellplätzen, Tankstellen, Unterkünften entlang der Route).</p>
<p><b>RAND-MCNALLY (MILEMAKER®/INTELLIRoute®) (USA)</b> Das in den USA entwickelte on-board Routensuchprogramm berücksichtigt aktuelle Verkehrsaufkommen und Baustellen (RAND MCNALLY (Hrsg.), 2012 online).</p>	<p>Dieses Routensuchprogramm bietet routenspezifische, straßenseitige, fahrerseitige sowie Treibstoff und Ausstattung betreffende Attribute zur Unterstützung der Routenwahl an. Routing auf Strecken mit geringem Verkehrsaufkommen kann ausgewählt werden. Informationen zu aktuellen Baustellen und saisonalen Straßensperren werden in diesem Routensuchprogramm alle zwei Wochen aktualisiert.</p>
<p><b>PROPHECY® TRANSPORTATION SOFTWARE INC (USA)</b> bietet eine Vielzahl statischer Entscheidungskriterien für die Routenwahl (Prophecy On Demand (Hrsg.), 2011 online).</p>	<p>Es werden routenspezifische (z.B. kürzeste Route), straßenseitige bzw. verkehrsorganisatorische (z.B. Vermeidung von gefährlichen Wendemanövern, Restriktionen für Lkw z.B. Einbahnstraßen), fahrerseitige (z.B. bevorzugte Straßen/Strecken), fahrzeugseitige (z.B. Länge des Fahrzeugs), informationsseitige (z.B. Echtzeitinformationen zum Verkehrsablauf, Informationen zu aktuellen Baustellen und saisonalen Straßensperren), Treibstoff und Ausstattung betreffende Attribute verwendet.</p>
<p><b>PTV (GER)</b> bietet im Vergleich zu anderen Programmen individuelle Lösungen für Unternehmen an</p>	<p>Das Routensuchprogramm Map&amp;Guide kann anhand beliebig definierbarer Entscheidungskriterien wie z.B. kürzeste Route, schnellste Route, Höhe bzw. Länge und Gewicht des Fahrzeugs und unter Berücksichtigung von Restriktionen für Sondertransporte optimale Routen für Unternehmen bzw. FahrerInnen berechnen. Das Programm erlaubt die Berücksichtigung beliebiger Eingangsparameter der Routenwahl wie beispielsweise das Modul der umweltzertifizierten Routen (PTV Group (Hrsg.), 2016 online). Neben den bekannten Softwarelösungen bietet PTV ferner Online-Routensuchprogramme für die Vorbereitung der Fahrt an.</p>
<p><b>FLS Transport (Fast Lean Smart) (GER)</b> ist eine Software aus Deutschland, die neben der straßengenauen Routen- und Einsatzplanung der Transportfahrzeuge die Optimierung einer Route in Echtzeit ermöglicht (FLS (Hrsg.), 2016 online).</p>	<p>Berücksichtigt werden routenspezifische (z.B. practical route, schnellste Route), straßenseitige (Berücksichtigung von Restriktionen für Sondertransporte), fahrzeugseitige (z.B. Höhe, Gewicht, Länge des Fahrzeugs) sowie informationsseitige (z.B. Echtzeitinformationen zum Verkehrsablauf) Attribute.</p>
<p><b>TX-CONNECT MP (Transics) (BE)</b> arbeitet sowohl mit real-time als auch mit historischen Daten (Transics (Hrsg.), o.J.).</p>	<p>Neben routenspezifischen (z.B. practical route, schnellste Route) und straßenseitigen (z.B. Vermeidung bzw. Benutzung mautpflichtiger Straßen und Minimierung von Mautkosten, Nicht-/Exklusivrouting anhand selektiver Netzhierarchien) Attributen liefert TX-CONNECT MP Echtzeitinformationen zum Verkehrsablauf (u.a. Stau)</p>
<p><b>CarLo inTour (GER)</b> der Firma Soloplan in Deutschland ist eine Software zur Routenplanung und Mautkostenberechnung (Soloplan (Hrsg.), o.J.).</p>	<p>Das Routensuchprogramm arbeitet statisch und es können routenspezifische (z.B. kürzeste Route), straßenseitige (z.B. Vermeidung bzw. Benutzung mautpflichtiger Straßen, Nicht-/Exklusivrouting anhand selektiver Netzhierarchien) und fahrzeugseitige (z.B. Höhe, Länge, Gewicht des Fahrzeugs) Attribute ausgewählt werden.</p>

Kurz Zusammengefasst, werden folgende Faktoren zur Berechnung der Route mit dem geringsten Wegwiderstand (i.S. von Kostenminimierung, Zeiteinsparung, CO<sub>2</sub>-Einsparung) in den betrachteten Routensuchprogrammen berücksichtigt:

- Anlagenbezogen:
  - Straßengeometrie und bauliche Ausstattung (in Abstimmung mit den Fahrzeugspezifika)
  - Verfügbarkeit von kommerziellen Einrichtungen (z.B. kommerzielle Rastplätze, Tankstellen)
- Nutzungsbezogen
  - Verfügbarkeit von Verkehrsinformationen (historisch, Echtzeit)
  - Gewährleistung der Verkehrssicherheit (z.B. zur Vermeidung von gefährlichen Wendemanövern)
  - Mautkosten
- Ordnungspolitisch
  - Gesetzliche Rahmenbedingungen bei Lkw-Transporten (z.B. Fahrverbote)
  - Gesetzliche Rahmenbedingungen bei Sondertransporten (Gefahrgut, Schwertransport)
- Fahrzeugbezogen (on-trip als Einflussfaktor relevant; pre-trip unternehmensintern zu entscheiden/beeinflussen)
  - Gewicht des Fahrzeugs
  - Höhe, Länge, Breite des Fahrzeugs

Als ein weiterer wesentlicher Einflussfaktor bei der Beförderung von Gütern und der damit einhergehenden Routenwahl ist der rechtliche Rahmen bzw. die geltende Gesetzeslage zu erwähnen. Die Routenplanung bzw. -wahl sind durch unterschiedliche Richtlinien und Verordnungen zeitlich und räumlich determiniert. Dies inkludiert beispielsweise Nacht- oder Wochenend- bzw. Feiertagsfahrverbote auf nationaler Ebene, Ladezonenmanagement und Parkraumbewirtschaftung auf Gemeinde- oder Stadtebene sowie die Bepreisung der Infrastrukturnutzung (z.B. gesetzliche Maut). Bei den national geltenden Gesetzen, Richtlinien und Verordnungen handelt es sich um das Güterbeförderungsgesetz BGBl. Nr. 593/1995, die Verordnung (EG) Nr. 561/2006 zur Harmonisierung bestimmter Sozialvorschriften im Straßenverkehr sowie um die Europäische Richtlinie 2002/15/EG zur Regelung der Arbeitszeit von Personen, die Fahrtätigkeiten im Bereich des Straßentransportes durchführen. Als gesetzliche Grundlage für das Nacht- und Wochenendfahrverbot gilt der §42 StVO (BGBl. Nr. 159/1960).

Neben diversen sektoralen Fahrverboten (z.B. Holz, Abfall) gelten für ganz Österreich einheitliche Bestimmungen zu Lkw-Fahrverboten an Wochenenden und Feiertagen, wobei diese folgenden Bestimmungen zugrunde liegen (BGBl. Nr. 159/1960):

- Lastkraftwagen mit Anhänger bei >3,5t höchstzulässiges Gesamtgewicht
- Lastkraftwagen, Sattelkraftzeuge und selbstfahrende Arbeitsmaschinen mit >7,5t höchstzulässiges Gesamtgewicht
- Samstag von 15 Uhr bis 24 Uhr
- Sonntag und gesetzliche Feiertage 0 bis 22 Uhr
  - LKW-Nachfahrverbot von 22 Uhr bis 5 Uhr
  - Weitere LKW-Fahrverbote, sektorale LKW-Fahrverbote und Infos zur Abgasplakette

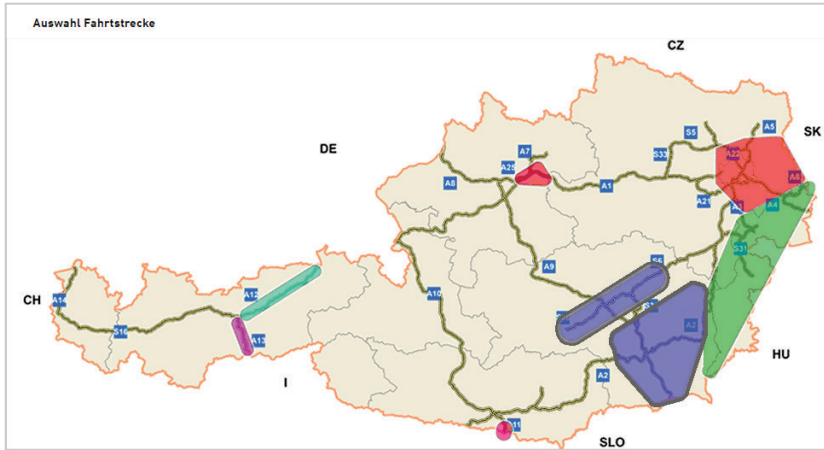
In Wien und im Osten von Niederösterreich gilt zudem seit 1. Jänner 2016 ein Fahrverbot für Lkw aller Gewichtsklassen, die einen Euro 2-Motor (oder schlechter) eingebaut haben (Wirtschaftskammer Österreich 2016b online), wobei es sich hierbei um Maßnahmen handelt, die aufgrund des Immissionsschutzgesetz - Luft (IG-L) von den beiden Bundesländern beschlossen wurden. Ausnahmen diesbezüglich gelten für Unternehmen, die im Werkverkehr tätig sind, dann wenn sie bestimmte Voraussetzungen erfüllen wie z.B. eine maximale Flottengröße von 4 Lkw (Wirtschaftskammer Österreich 2016b online).

Im Güterbeförderungsgesetz wird die gewerbsmäßige Beförderung von Gütern mit Kraftfahrzeugen und solchen mit Anhängern (3,5t höchstzulässiges Gesamtgewicht), den Werkverkehr mit solchen Kraftfahrzeugen sowie die Arbeitszeit von selbstständigen KraftfahrerInnen bei der gewerbsmäßigen Beförderung von Gütern mit solchen Kraftfahrzeugen geregelt (BGBl. Nr. 593/1995). In der Verordnung (EG) Nr. 561/2006 wird die Harmonisierung bestimmter Sozialvorschriften im Straßenverkehr geregelt. Mittels der Verordnung sollen die sozialen Bedingungen für ArbeitnehmerInnen (u.a. Fahrtzeitregelung) sowie die Straßenverkehrssicherheit verbessert werden (EG Nr. 561/2006, Art. 17).

Weiters gibt es die Richtlinie 2002/15/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Regelung der Arbeitszeit von Personen, die Fahrtätigkeiten im Bereich des Straßentransportes ausüben.

Die Europäische Verordnung Nr. 885/2013 behandelt Informationsdienste für sichere Parkplätze für Lastkraftwagen und andere gewerbliche Fahrzeuge und kann insofern als Einflussfaktor auf die Routenwahl angesehen werden, als die Verfügbarkeit von Informationen zu geeigneten (sicheren) Parkplätzen FahrerInnen in ihrem Fahrverhalten beeinflusst oder aber KundInnen beispielsweise im Segment der Premium-Produkte Routen dementsprechend vorgeben (Auswahl der sichersten Parkplätze).

Die Wirtschaftskammer Österreich (WKO) bietet hierzu einen Online-Ratgeber an, der auf jahresaktueller Basis aktuelle Fahrverbote für Lkw, Lkw mit Anhänger, Sattelkraftfahrzeuge und selbstfahrende Arbeitsmaschinen für das Autobahn- und Schnellstraßennetz in Österreich anzeigt (Wirtschaftskammer Österreich 2016a online). Um rechtmäßige Angaben zu Fahrverboten abrufen zu können, müssen neben der Fahrzeugart auch Angaben zum Gesamtgewicht, der Klasse des Motors (gemäß EURO-Emissionsklasse), die Auswahl der Fahrtstrecke (auf sehr disaggregierter Ebene, siehe Abbildung 8) getätigt werden. Wählt man die Fahrtstrecke (z.B. durch Klick auf das Autobahnnetz oder eine farblich gekennzeichnete Zone, siehe in Abbildung 8, aus, erhält man die in der dahinter Datenbank verfügbaren Lkw-Fahrverbote für einen ausgewählten Zeitraum.



Farblegende zu Abbildung 8:

Rot (groß): Feinstaubgebiet Wien-NÖ

Rot (klein): Feinstaubgebiet Linz

Grün: Feinstaubgebiet Burgenland

Blau: Feinstaubgebiet Steiermark

Türkis: A12 Inntalautobahn

Pink: Karawankentunnel

Lila: A13 Brennerautobahn

Abbildung 8: Screenshot Online-Ratgeber der WKO

Quelle: Wirtschaftskammer Österreich, 2016a online

Basierend auf den Erkenntnissen aus diversen wissenschaftlichen Publikationen und Studienberichten wurden folgende Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren für die Routenwahl im Straßengüterverkehr identifiziert (siehe Tabelle 5):

Tabelle 5: Sammlung an Einflussfaktoren und Entscheidungskriterien bei der Routenwahl im Straßengüterverkehr

<b>Einflussfaktoren</b> auf die Routenwahl im Straßengüterverkehr	anlagenbezogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maut bzw. Sondermaut</li> <li>Verfügbarkeit kommerzieller Einrichtungen (u.a. Tankstellen)</li> <li>Verfügbarkeit von Rast- bzw. Stellplätzen</li> <li>Straßengeometrie</li> <li>Geschwindigkeitsbegrenzungen</li> </ul>
	nutzungsbezogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkehrsaufkommen</li> <li>(Echtzeit-)Informationen zum (aktuellen) Verkehrsablauf</li> <li>(Echtzeit-)Informationen zu Baustellen und sektoralen/temporalen Straßensperren</li> <li>meteorologische Gegebenheiten</li> </ul>
	ordnungspolitisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>gesetzliche Rahmenbedingungen bei Lkw-Transporten</li> <li>gesetzliche Rahmenbedingungen bei Lkw-Sondertransporten (Gefahrgut, Schwertransport)</li> <li>gesetzliche Rahmenbedingungen zu Lenk- und Arbeitszeiten, einzuhaltende Lenkunterbrechungen und Ruhezeiten von FahrerInnen</li> </ul>
	fahrzeugbezogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gewicht des Fahrzeugs</li> <li>Höhe, Länge, Breite des Fahrzeugs</li> <li>Anhängerachsen</li> <li>Ladungsspezifika</li> <li>geladene Gütergruppen/-segmente</li> </ul>
	bezogen auf externe Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>KundInnenanforderungen (Empfängerseite)</li> <li>Anforderungen seitens des Versenders bzw. Verladere</li> </ul>

Fortsetzung Tabelle 5

<b>Entscheidungskriterien</b> bei der Routenwahl im Straßengüterverkehr	betrieblich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage von Switching Points (Zwangspunkte im eigenen Betrieb)</li> <li>• schnellste Route</li> <li>• kürzeste Route</li> <li>• kostengünstigste Route</li> <li>• praktikabelste Route</li> <li>• umweltschonendste Route</li> <li>• Vermeidung mautpflichtiger Straßen (sofern Kosten vom Unternehmen getragen werden)</li> <li>• Bevorzugung von Linkswendemanövern zur Erhöhung der Verkehrssicherheit</li> <li>• Verlässlichkeit der Reisezeit</li> <li>• Verlässlichkeit der Ankunftszeit</li> <li>• Sicherheit (Waren, Personen, Verkehr)</li> <li>• Vorgabe von Routen mit geringem Verkehrsaufkommen</li> <li>• Betriebliche Beförderungs- und Beschäftigungsbedingungen in Unternehmen</li> <li>• Vermeidung mautpflichtiger Straßen (sofern Fahrtvorgaben vom Betrieb erfolgen)</li> </ul>
	fahrerInnen-individuell	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermeidung mautpflichtiger Straßen (sofern von FahrerInnen die Betriebskosten selbst getragen werden)</li> <li>• Vermeidung von gefährlichen Wendemanövern</li> <li>• Nicht-/Exklusivrouting entlang selektiver Netzhierarchien (z.B. A+S-Netz)</li> <li>• Wahl von Routen mit geringem Verkehrsaufkommen (sofern die Betriebskosten von FahrerInnen selbst getragen werden)</li> <li>• Bevorzugung bestimmter landschaftlicher Reize</li> <li>• Bevorzugung von Autobahnen und Schnellstraßen</li> </ul>

Insbesondere die teilweise sehr subjektiven Kriterien, die entweder seitens der FahrerInnen oder DisponentInnen bei der Routenwahl tatsächlich ausschlaggebend sind, sind nur mittels Befragungen von EntscheidungsträgerInnen (und FahrerInnen) oder anhand von Revealed-preference-Untersuchungen des tatsächlichen Routenwahlverhaltens ermittelbar. Das Literaturreview zu bereits erhobenen Entscheidungskriterien stützt sich in erster Linie auf Studienergebnisse aus dem US-amerikanischen und australischen Raum sowie auf einige europäische Referenzen (Niederlande, Irland, Italien). Die bereits durchgeführten Studien zum Thema ersetzen daher keine Primärdatenerhebung für den Österreichischen Raum. Alleine schon räumliche Gegebenheiten wie z.B. Reisedistanzen sind im Falle von Österreich kaum bis gar nicht mit US-amerikanischen oder australischen Verhältnissen vergleichbar.

Um herauszufinden, welche Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren für die Routenwahl in Österreich zurückgelegter Transportleistungen relevant sind, gilt es anhand einer für den jeweiligen Untersuchungsraum repräsentativen Erhebung herauszufinden. Dies gelingt allerdings nur dann, wenn auf Basis belastbarer (statistischer) Daten (1) die Quell-Ziel-Beziehungen bekannt sind und in weiterer Folge (2) die gewählten Routen feststellbar sind.

Mithilfe welcher die sogenannten „Soft Facts“ (Faktoren und Kriterien, die nur durch direkte Befragungen von EntscheidungsträgerInnen determiniert werden können) und „Hard Facts“ (belastbares Datenmaterial zu gefahrenen Routen) bestenfalls erforscht werden, wird im Kapitel 4 dargestellt.

Wie bereits aus der Literatur bekannt, sind für die Routenwahlentscheidung vor allem jene Aspekte ausschlaggebend, die sich im Endeffekt in den Gesamtkosten niederschlagen. Entgegen den Erwartungen, auch andere Faktoren aufzudecken, die bei der Verkehrsnachfragemodellierung des Straßengüterverkehrs bislang nicht berücksichtigt wurden, ist davon auszugehen, dass Kosten in Abhängigkeit der Reisezeit oder der zurückgelegten Distanz, ausgedrückt durch Kostenkomponenten wie Fahrpersonalkosten, Treibstoffkosten, Maut, Zuverlässigkeit und (Verkehrs-, Ladungs-)Sicherheit (und auf makroskopischer Ebene sinnvollerweise abbildbar) die wesentlichen Entscheidungskriterien aus Sicht der involvierten EntscheidungsträgerInnen darstellen. Im folgenden Kapitel 3.3 werden demnach Hinweise für eine für den österreichischen Straßengüterverkehr geeigneten Kostenfunktion aufbereitet.

## 2.3 Hinweise zur Weiterentwicklung einer für den Straßengüterverkehr geeigneten Kostenfunktion

Es ist anzunehmen, dass im Bereich des überregionalen Straßengüterverkehrs im A+S-Netz die wirtschaftlich attraktivste bzw. die günstigste Route gewählt wird. Transportunternehmen (NutzerInnen der Verkehrsinfrastruktur) sind sich den betriebswirtschaftlichen Kosten, die beim Transport von Gütern auf der Straße entstehen, bewusst. Anders als beim Personenverkehr werden im (Straßen-)Güterverkehr alle betriebswirtschaftlich relevanten Kostenkomponenten bei der Verkehrsmittel- bzw. Verkehrsträgerwahl sowie Routenwahl von den EntscheidungsträgerInnen bzw. zahlenden Unternehmen deutlich stärker wahrgenommen. Besagte Kostenkomponenten sind entweder fahrleistungsabhängig oder fahrzeitabhängig. Fahrleistungsabhängige Kostenkomponenten (betriebswirtschaftlich) sind u.a. Fahrzeugbetriebskosten (bzw. Unterhaltskosten) oder Maut- bzw. Sondermautkosten. Fahrzeitabhängige Kostenkomponenten (betriebswirtschaftlich) sind beispielsweise Personalkosten. Investitionskosten des Rollmaterials werden zur Gänze als Betriebskosten verrechnet (Cerwenka et al. 2007, S.49). Hingegen sind im Bereich der Infrastruktur die Investitionskosten nutzungszeitbezogene Wertkomponenten der Investitionssumme (Cerwenka et al. 2007, S.49). Unfallkosten werden von Unternehmen indirekt in Form der Kosten der (Haft-)Pflichtversicherung wahrgenommen. Aus Sicht des Betreibers (Bereitsteller der Straßenverkehrsinfrastruktur) bzw. der Allgemeinheit (gesamtwirtschaftlicher Ansatz) sind vor allem externe Kosten die Umwelt (CO<sub>2</sub>-Emissionen) oder Verkehrssicherheit (z.B. Unfallkosten) betreffend zur Berechnung der Kosten des Straßengüterverkehrs relevant.

Derzeit werden weder betriebsinterne Kostenkomponenten noch anfallende Externalitäten in der Kostenfunktion zur Routenwahl im Straßengüterverkehr berücksichtigt. Es erscheint daher wichtig zu wissen, unter Berücksichtigung welcher fahrleistungsabhängigen und fahrzeitabhängigen Kostenkomponenten Unternehmen bzw. FahrerInnen die optimale bzw. praktikable Route wählen. Entscheidungskriterien werden also in Form von generalisierten zeit- oder fahrleistungsabhängigen Kostenkomponenten dargestellt und können auf diese Art und Weise in das Verkehrsnachfragemodell integriert werden.

In den meisten Verkehrsmodellen wird bei der Abbildung der Routenwahl des Straßengüterverkehrs die optimale Route im Sinne der kürzesten Route für Quell-Ziel-Beziehungen im Netz gesucht. Kritisiert wird jedoch, dass bei dieser Methode Randbedingungen wie z.B. Zuverlässigkeit nicht berücksichtigt werden. (Bundesamt für Raumentwicklung, 2014, S.63)

Das Routensuch- und Umlegungsverfahren im Verkehrsmodell Österreich ist derzeit auf den Personenverkehr optimiert und berücksichtigt den Straßengüterverkehr nicht in seiner möglichen Qualität: Mit Fokus auf den Personenverkehr erfolgt die Umlegung der Routenwahl im VMÖ über eine Kostenfunktion bestehend aus Mautkosten und Zeitkosten entsprechend der zurückgelegten Distanz (Käfer et al., 2009, S.19).

In Deutschland werden bei der Umlegung im Verkehrsmodell entsprechend der Minimalanforderungen im Bundesverkehrswegeplan Maut-, Zeit- und Betriebskosten berücksichtigt bei der Verkehrsumlegung berücksichtigt (Walther, 2016).

In Schweden kommt zur Modellierung des Güterverkehrs das Modell „SAMGODS“ zum Einsatz. Im SAMGODS werden über die LOS-Matrix Zeit, Distanz und Kosten abgebildet und OD-Verbindung entsprechend der geringsten Kosten einer Kante im Verkehrsmodell zugeordnet (Trafikverket, 2014, S.9). Die Gesamtdistanz, die im Land zurückgelegte Distanz sowie Maut und fahrzeugtypspezifische Kosten müssen in das Modell eingepflegt werden (Trafikverket, 2014, S.9).

Im Zuge der Aktualisierung der Personen- und Güterverkehrsprognose für den Brenner 2015 und 2025 erfolgte die Kostenbetrachtung aus Sicht der Verloader. Die Umrechnung des Transportaufkommens im Straßengüterverkehr für das Verkehrsnachfragemodell erfolgt anhand von spezifischen Auslastungsgraden nach Gütergruppen (NST/R). Bei der Umlegung werden neben der Geschwindigkeit auch die strecken- und verkehrssystemspezifischen Mautkosten berücksichtigt, wobei sich diese aus den länderspezifischen Mautkosten (inkl. Sondermaturen) sowie den Betriebskosten für das jeweilige Verkehrssystem zusammensetzen (Rommerskirchen et al. 2007, S.65). Bei der Umlegung der Routenwahl in das Verkehrsmodell gehen die den Strecken zugrunde gelegten Zeiten und Kosten ein (Rommerskirchen et al. 2007, S.65). Mit Hilfe des TRIBUT-Verfahrens werden sämtliche Zeiten in generalisierte Kosten umgerechnet, um auch streckenspezifische Straßenbenützungsgebühren berücksichtigen zu können (Rommerskirchen et al. 2007, S.16).

Bei den generalisierten Kosten unterscheidet das Verkehrsmodell nach (Rommerskirchen et al. 2007, S.15):

- entfernungsabhängige Kosten (Euro je Kilometer), u.a. Streckenmaturen, Netzmaturen, laufleistungsabhängige Betriebskosten (Verbrauch, Wartung etc.)
- zeitabhängige Kosten (Euro je Stunde), u.a. Wertverlust der Ware ohne Wertschöpfung, Qualitäts- und Handlingverluste je nach Verkehrsträger

Das TRIBUT Maut-Modell ist ein Modul für die Software „VISUM“, im Rahmen welcher für den motorisierten Individualverkehr ein Umlegungsverfahren für Straßenbenützungsgebühren angewandt wird. Zur Berücksichtigung der Straßenmaut wird ein konstanter Zeitwert angesetzt, womit die Mautkosten in Zeit umgerechnet werden. TRIBUT

verwendet einen zufallsverteilten Zeitwert und rechnet entsprechend sowohl in der Routensuche als auch in der Routenwahl mit zwei separaten Kriterien: Zeit und Kosten. (PTV Group, o.J., S.5)

Analog dazu könnte auch für den Straßengüterverkehr eine derartige Herangehensweise in Betracht gezogen werden: Zum Beispiel durch eine Erweiterung mit Hilfe von zufallsverteilten, generalisierten Kostenkomponenten.

Betriebskosten (aus Sicht der Transportunternehmen) werden üblicherweise in fixe (fahrzeitabhängige) und variable (fahrleistungsabhängige) Kosten unterteilt (Cerwenka et al. 2007, S.71). Grundsätzlich sind folgende in Tabelle 6 genannten Kostenkomponenten zu berücksichtigen:

**Tabelle 6: Kostenkomponenten im Straßengüterverkehr und deren Berücksichtigung in Verkehrsnachfragemodellen**

Kostenkomponenten im Straßengüterverkehr		Als Widerstandsparameter zu integrieren über	
		€/h	€/km
<b>Fahrzeitabhängige (fixe) Kosten</b>	Über die Zeit abgeschriebene Komponenten sowie Verzinsung der Anschaffungswerte der Fahrzeuge inklusive Normverbrauchsabgabe und Kfz-Zulassungsgebühr	x	-
	Motorbezogene Versicherungssteuer bzw. Kfz-Steuer	x	-
	Kfz-Haftpflichtversicherung	x	-
	„Pickerl“	x	-
	Garagierung und Parkgebühren	x	-
	Kosten des Fahr- und Begleitpersonals (Stundenlohn sowie ergänzende Sozialleistungen)	x	-
<b>Fahrleistungsabhängige (variable) Kosten</b>	Über die Fahrleistung abgeschriebene Komponente der Anschaffungswerte der Fahrzeuge (Abnutzung)	-	x
	Reifenverschleiß	-	x
	Wartungs- und Reparaturkosten	-	x
	Schmiermittelkosten	-	x
	Kraftstoffkosten (geschwindigkeitsabhängig)	-	x
	Maut	-	x
	Sondermaut	-	x

**Legende:** x ... trifft zu, - ... trifft nicht zu

Quelle: Cerwenka et al. 2007, S.72, adaptiert.

Es können zudem den Straßenkategorien zugehörige höchstzulässige Geschwindigkeiten in die Berechnung einbezogen werden. Dies erscheint aber auch nur dann sinnvoll, wenn genauere Daten zur Verkehrsverteilung (im A+S-Netz) verfügbar sind. Die Kosten je Straßenkategorie und dort geltender höchstzulässiger Geschwindigkeit dienen als Grundlage für die Berechnung der Zeitkosten im Straßengüterverkehr im Sinne der streckenspezifischen Fahrgeschwindigkeiten unter Berücksichtigung der unterschiedlichen zulässigen Höchstgeschwindigkeiten (Spiekermann & Wegener, 2005, S.11)

Sind entsprechende Datengrundlagen (noch) nicht (in aggregierter Form) verfügbar, können diese direkt von den Verursachern des Straßengüterverkehrs erhoben werden. So erfolgt dies beispielsweise in den USA durch das American Transportation Research Institute (ATRI). Das ATRI führt derzeit eine Umfrage unter Frächtern zur Erfassung der betriebsinternen Transportkosten durch (American Transportation Research Institute, 2016 online). BefragungsteilnehmerInnen tätigen im Rahmen der Umfrage Angaben zum häufig eingesetzten LKW-Ladungstyp (z.B. FTL, LTL), den im vergangenen Jahr transportierten Gütern nach Klassen (z.B. Automotive, Gefahrgut), der Flottengröße, der Antriebsform (z.B. Benzin, Diesel, Elektro), dem Treibstoffverbrauch (per Meile in Gallonen) der gesamten Flotte über ein Jahr oder etwa zum „jahrestypischen“ Transportgewicht. Ergänzend werden die Befragten um folgende detailliertere Kostenangaben gebeten (ATRI, 2016 online):



- Art und Höhe der Bezahlung der FahrerInnen (z.B. per Stunde, per Meile) sowie hierfür aufgewandte Sozialleistungen
- Höhe zusätzlicher Zahlungen
- sowie Art und Höhe weiterer Ausgaben (per Meile im Jahresdurchschnitt) bezogen auf
  - Reparatur und Instandhaltung
  - Reifen
  - Treibstoff
  - Versicherungsprämien
  - fahrzeug- und anhängerbezugene Miet- oder Erwerbsausgaben
  - Maut
  - Zulassung/Fahr- bzw. Parkerlaubnis oder Lizenzen
  - sowie Sonstige Kosten

## 2.4 Ablauf des Entscheidungsprozesses der Routenwahl im Güterverkehr

Im Rahmen der Abstimmungen mit den ExpertInnen wurden unterschiedliche Motive und Entscheidungsgrundlagen für die Routenwahl erörtert. Im Straßengüterverkehr findet der Entscheidungsprozess zur Routenwahl im Rahmen mehrerer aufeinanderfolgender Prozessschritte in überwiegendem Maße bereits vor Antritt der Fahrt statt. Auf Basis der verfügbaren Grundlagen und Meinungen der Experten wurde für die weitere Bearbeitung ein zweistufiger Prozessablauf für die Routenwahlfindung definiert (siehe Abbildung 9).

In der Abbildung 9 ist erkennbar, dass in diesem zweistufigen Entscheidungsprozess in der Stufe 1 Zwangspunkte und externe Rahmenbedingungen für den individuellen Transport festgelegt werden, welche die Vielzahl an möglichen Routenkombinationen bereits im Vorfeld reduziert. Diese spielen vor allem im internationalen Güterverkehr (Quell-/Zielverkehr und Transitverkehr) eine wesentliche Rolle und stellen eine dominierende Grundlage für die darauf aufbauende Routenwahl in Österreich dar. Externe Rahmenbedingungen umfassen Entscheidungen rund um die bestmögliche Ausnutzung der gesetzlichen Vorgaben (u.a. Ruhezeiten, Nachtfahrverbote), an die sich die DisponentInnen bzw. FahrerInnen halten müssen. Die Zwangspunkte umfassen einerseits Kundenvorgaben wie erforderliche Pünktlichkeit z.B. Lieferslots (JIT/JIS) und weitere firmeninterne Entscheidungen, um unter den gegebenen Rahmenbedingungen den Lieferverkehr möglichst gewinnbringend und effizient abwickeln zu können. Zu diesen internen Entscheidungen zählen Entscheidungen aufgrund der Frachtart (damit verbunden Wertminderung der Fracht pro Zeiteinheit), Entscheidungen bezüglich möglicher anfahrbarer Terminals und Hubs zwischen den Quell-, Zwischen- und Zielpunkten sowie die Zuverlässigkeit einzelner Strecken im In- und Ausland.

Folgende Beispiele verdeutlichen die Entscheidungskriterien in der Stufe 1:

- Produktart: die Routenwahl hängt in erster Linie von den beförderten Produkten ab; explizite Vorgaben für Premiumprodukte (Definition siehe Kapitel 1.4), geringere Vorgaben für Standardprodukte
- Linienverkehr: sehr zeitsensibel; die Routenwahl hat aufgrund der Vorgabe der Terminalabfolgen geringe Ermessensspielräume, im Bedarfsfall wird lediglich während der Fahrt lokal auf Störungen reagiert, die Routenwahl bei nicht periodisch auftretendem Güterverkehr wird flexibel auf den aktuell verfügbaren Transportbedarf entlang der geplanten Route angepasst

Auf Basis der Entscheidungen in der Stufe 1 erfolgt eine detailliertere Routenwahl unter Berücksichtigung der berechneten Reisezeit, aufkommenden Kosten sowie weiterer Entscheidungskriterien (kürzeste Strecke, Sicherheit, Treibstoffverbrauch; allgemein generalisierte Kosten). Dazu werden aktuelle und historische Datengrundlagen zugrunde gelegt, welche in unterschiedlicher Qualität vorhanden sind. Zusätzlich werden Routenempfehlungen auf Basis von firmeninternen Flottenmanagementsystemen berechnet und bei getrennter Aufgabenverteilung von den DisponentInnen mehr oder weniger strikte Routenvorgaben an FahrerInnen erteilt, welche die letzten Wahlmöglichkeiten der Routenwahl im Rahmen des Geofencing vorfinden. Sollte im Rahmen der Stufe 2 der Transport unter den gegebenen Rahmenbedingungen nicht sinnvoll umsetzbar sein, werden Änderungen in dem darüber gelagerten Prozessschritt vorgenommen.

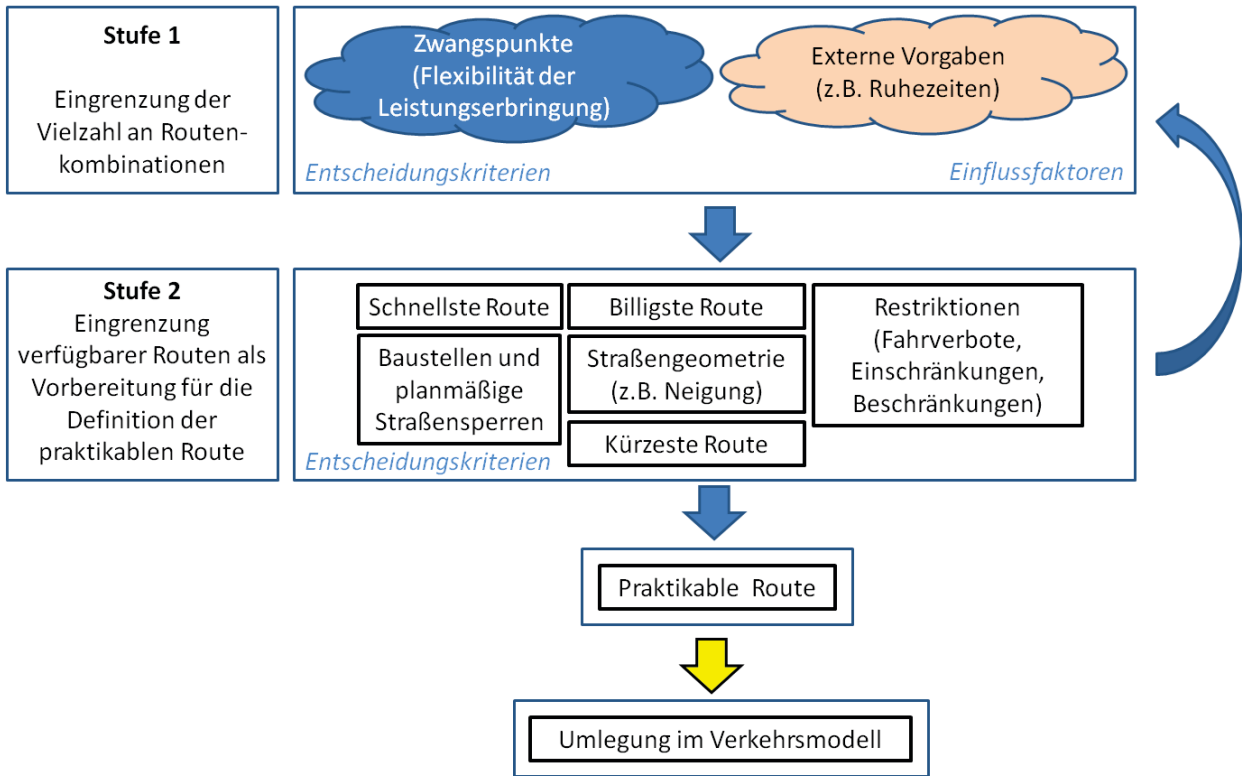


Abbildung 9: Ablauf des Entscheidungsprozesses der Routenwahl im Güterverkehr

Aus Sicht der Modellierung ist insbesondere für Prognosezwecke die Entscheidungslogik der Akteure im Güterverkehr interessant, um auf Basis von künftigen Quell-/Ziel-Beziehungen Belastungen in den diversen Netzabschnitten abschätzen zu können. Diese Verhaltensdaten sind weitgehend unbekannt.

Zur Qualitätssicherung der Güterverkehrsmodellierung sind geeignete Kennzahlen zu entwickeln, welche über ein entsprechendes Monitoring zu erfassen sind. In weiterer Folge ist die Modellgenauigkeit anhand realistischer Daten zu überprüfen. Der folgende Abschnitt befasst sich mit Methoden zur Sammlung relevanter Informationen aus Sicht der Modellierung.

### 3. Methoden zur Sammlung von Informationen zur Modellierung von Routenwahlverhalten

Im Rahmen der nächsten Unterkapitel werden Aussagen zu den unterschiedlichen Fragestellungen bzw. Anforderungen (siehe Kapitel 1.2) aufbereitet, die aus Sicht der Datenerfordernisse größtenteils auf dem Basis-Anwendungsszenario aufbauen. Entsprechend der einzelnen Fragestellungen sind Daten zu unterschiedlichen Entscheidungskriterien maßgebend (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Erforderliche Datengrundlagen der einzelnen Fragestellungen (Anwendungsszenarien)

Entscheidungskriterien bzw. Einflussfaktoren	Fragestellung (Anwendungsszenario)				
	DTVw (Basis-Anwendungsszenario)	Verkehr saisonal Witterungs-spezifisch	Echtzeitfähiges Routing	Verkehr umwelt- und ressourcenschonend	Berücksichtigung im bestehenden Verkehrsmodell Österreich
Zwangspunkte	x	x	x	x	nein
Einflussfaktoren	x	x	x	x	ja
Restriktionen (Gebote, Verbote, Einschränkungen, Beschränkungen)	x	x	x	x	nein
Schnellste Route	x	x	x	-	ja
Billigste Route	x	x	x	-	ja
Baustellen und planmäßige Straßensperren	x	x	x	x	nein
Straßengeometrie wie u.a. Neigung	x	x	x	x	nein
Kürzeste Route	x	x	x	-	ja
Summe relevanter Entscheidungskriterien zur Ableitung einer "Praktikablen Route"	x	x	x	-	nein
Echtzeit-Informationen zu nicht planbaren Straßensperren (wetter- und ereignisbedingt)	-	x	x	-	nein
Echtzeit-information zum Verkehrsablauf (u.a. Stau), Reisezuverlässigkeit	-	x	x	-	nein
Umweltdaten (Datenquellen, anhand derer ökologisch verträgliche Routen abgeleitet werden können)	-	-	-	x	nein

Legende: x ... trifft zu, - ... trifft nicht zu

In den folgenden Unterkapiteln werden Methoden vorgestellt, um Daten für die Abbildung der Routenwahl im Straßengüterverkehr gewinnen zu können. Weiters werden mögliche Akteursgruppen zur Datenakquise vorgestellt.

### 3.1 Datensammlung für einzelne Attribute der Routenwahl und Übersetzung ins Verkehrsnachfragemodell

#### Attribute des Basis-Anwendungsszenarios DTV<sub>w</sub> (Durchschnittlicher täglicher Verkehr Montag bis Freitag an Werktagen)

Für die Berechnung und Modellierung des durchschnittlichen täglichen Verkehrs Montag bis Freitag an Werktagen der Bestandssituation und für Verkehrsprognosen ist in der Stufe 1 der Routenmodellierung die Datenakquise mehrerer unterschiedlicher Datengrundlagen erforderlich, die vorwiegend die Abschätzung der Quell-, Zwischen- und Zielpunkte sowie die Zuteilung von Verkehrsströmen zu einzelnen Verkehrsträgern und Güterarten umfasst. (siehe Tabelle 8 und Tabelle 9).

Tabelle 8: Relevante Attribute bei der Routenwahl (Basis-Anwendungsszenario) und Darstellung von Datengrundlagen der Stufe 1

Entscheidungskriterien bzw. Einflussfaktoren	Beschreibung	Informationsbereinsteller	Information	Datenverfügbarkeit historisch/online	Erhebungsmethode
Zwangspunkte	Zwangspunkte umfassen einerseits Kundenvorgaben wie z.B. Lieferslots (Just in Time/ Just in Sequence) und weitere firmeninterne Entscheidungen, um unter den gegebenen Rahmenbedingungen möglichst gewinnbringend und effizient zu wirtschaften. Zu diesen internen Entscheidungen zählen z.B. mögliche anfahrbare Terminals und Hubs.	Logistiker, Spediteure	Quell-, Zwischen- und Zielpunkte, Verkehrsmatrizen als Grundlage für die Zuteilung der Verkehrsströme zu einzelnen Verkehrsträgern und Güterarten	G / G	Befragung
Behelfsdaten für die Abschätzung der Zwangspunkte		Etablierter Berechnungsansatz des bmvit zur Ableitung von Quell- und Zielbeziehungen		H / H	deduktiv
Einflussfaktoren	Hierbei handelt es sich um externe Rahmenbedingungen, auf Basis derer die Routenwahl erfolgt. Die Routenwahl in Österreich kann nur bedingt Einfluss üben, da Entscheidungen vorwiegend auf internationaler Basis getroffen werden.	bmvit direkt bzw. dem bmvit indirekt bekannte Datenquellen	Reglementierungen	H / H	deduktiv

Subjektive Einschätzung aus Sicht der AutorInnen:

- G – geringe Verfügbarkeit (keine API, Aufbereitung erforderlich)
- M – Datenverfügbarkeit (standardisierte API, Zugangsbeschränkung)
- H – frei verfügbare Datenquellen (z.B. Open Data Kataloge)

Tabelle 9: Relevante Attribute bei der Routenwahl (Basis-Anwendungsszenario) und Darstellung von Datengrundlagen der Stufe 2

Entscheidungs-kriterien bzw. Einflussfaktoren	Beschreibung	Informations-bereitsteller	Information	Datenverfüg-barkeit historisch/online	Erhebungsmethode
Restriktionen (Gebote, Verbote, Einschränkungen, Beschränkungen)	Datengrundlagen für Restriktionen z.B. Einbahnstraßen, Abbiegeverbote, Durchfahrtsbeschränkungen (Brückenhöhe, Gewichtsobergrenze bzw. -zulassung) sind österreichweit abrufbar.	Verkehrsauskunft Österreich	GIP österreichweit definiert	G / H	deduktiv
Schnellste Route	Datengrundlagen für die Berechnung der schnellsten Route sind österreichweit abrufbar.	Verkehrsauskunft Österreich	GIP österreichweit als VMAX enthalten (GIP-Katalogbeschreibung 4.2.2 Geschwindigkeit)	G / H	deduktiv
Billigste Route im Sinne von Mautkosten	Datengrundlage für die Selektion mautpflichtiger Straßen sind österreichweit vorhanden. Als verallgemeinerbare Grundlage kann festgehalten werden, dass bei Transitfahrten aufgrund der zeitlichen Limitierungen und der Wahl der kürzesten bzw. schnellsten Route im Regelfall nur das A+S-Netz befahren wird.	Verkehrsauskunft Österreich	GIP österreichweit mit Usecondition 130 versehen (GIP-Katalogbeschreibung 4.2.9 Bemaftung)	G / H	deduktiv
		Straßen- und Schieneninfrastruktur-betreiber	Mautkosten (Grundlage für Kostensatz-berechnung)	H / H	deduktiv
Baustellen und planmäßige Straßensperren	Informationen können von den einzelnen Landesdienststellen bzw. der ASFINAG periodisch abgefragt werden.	Straßen- und Schieneninfrastruktur-betreiber Verkehrsauskunft Österreich	GIP österreichweit definiert: Staus (Straße), Betriebsstörungen (Schiene, Wasser, Luftverkehr), Baustellen, Sperren (Veranstaltungen)	H / H	deduktiv
Straßengeometrie wie u.a. Neigung	Datengrundlagen für detaillierte Berechnungen sind österreichweit abrufbar.	Verkehrsauskunft Österreich	GIP österreichweit definiert	G / H	deduktiv
Kürzeste Route	Datengrundlagen für die Berechnung der schnellsten Route sind österreichweit abrufbar.	Verkehrsauskunft Österreich	GIP österreichweit automatische Berechnung auf Basis des georeferenzierten Verkehrsgraphen möglich	G / H	deduktiv
Praktikable Route	Ergebnis des Entscheidungsprozesses für einzelne Transporte auf Basis der bisher erwähnten Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren. Die Festlegung des Mix ist auf Basis einer subjektiven Definition erforderlich.	Logistiker, Spediteure	Grundlagen für die Entscheidungsfindung	G / G	Befragung

Subjektive Einschätzung aus Sicht der AutorInnen:

- G – geringe Verfügbarkeit (keine API, Aufbereitung erforderlich)
- M – Datenverfügbarkeit (standardisierte API, Zugangsbeschränkung)
- H – frei verfügbare Datenquellen (z.B. Open Data Kataloge)

**Attribute des Anwendungsszenario Verkehr saisonal oder witterungsspezifisch**

Für Modellierungen in geringerer Aggregationstiefe als  $DTV_w$  sind zusätzlich zu den Attributen des Basis-Anwendungsszenarios weitere Datenquellen erforderlich, die Aufschluss über jahreszeitliche Schwankungen der Verkehrsdaten bzw. meteorologischen Bedingungen geben (siehe Tabelle 10 und Tabelle 11).

**Tabelle 10: Relevante Attribute bei der Routenwahl (Verkehr saisonal / witterungsspezifisch) und Darstellung von Datengrundlagen der Stufe 1**

Entscheidungs-kriterien bzw. Einflussfaktoren	Beschreibung	Informations-bereitsteller	Information	Datenverfüg-barkeit historisch/online	Erhebungsmethode
Schwankungen der KundInnen-anforderungen	Aussagen zu z.B. saisonalen Schwankungen der Absatzmärkte der einzelnen Güter. Es kann zwischen periodischen Schwankungen und unregelmäßigen, kurzfristigen Veränderungen unterschieden werden.	Logistiker, Spediteure Wirtschaftsdaten	Ableitung von Frühindikatoren zu Aussagen der Schwankungen der Warenströme periodisch <sup>1)</sup> : Erfahrungswerte der Spediteure	G / G	Befragung

<sup>1)</sup> nicht regelhafte Schwankungen sind im Rahmen der Abbildung von Prognosen kaum modellierbar

Subjektive Einschätzung aus Sicht der AutorInnen: G – geringe Verfügbarkeit (keine API, Aufbereitung erforderlich)  
 M – Datenverfügbarkeit (standardisierte API, Zugangsbeschränkung)  
 H – frei verfügbare Datenquellen (z.B. Open Data Kataloge)

**Tabelle 11: Relevante Attribute bei der Routenwahl (Verkehr saisonal / witterungsspezifisch) und Darstellung von Datengrundlagen der Stufe 2**

Entscheidungs-kriterien bzw. Einflussfaktoren	Beschreibung	Informations-bereitsteller	Information	Datenverfüg-barkeit historisch/online	Erhebungsmethode
Datengrundlagen zu Ereignissen mit Auswirkungen auf die Verkehrssituation	Datengrundlagen zu saisonalen Schwankungen des Verkehrs	Straßen- und Schieneninfrastruktur-betreiber	Ganglinien in unterschiedlichen Aggregationsstufen	H / H	deduktiv
	Historische Ereignismeldungen		Meldungen zu Bau-stellen, Wechselwegweisungen, Straßensperren sowie Betriebsstörungen (Schiene, Wasser, Luftverkehr)	H / H	deduktiv
Datengrundlagen zu Auswirkungen meteorologisch Bedingungen (Witterungsbedingungen) auf die Verkehrssituation	Historische Ereignismeldungen				

Subjektive Einschätzung aus Sicht der AutorInnen: G – geringe Verfügbarkeit (keine API, Aufbereitung erforderlich)  
 M – Datenverfügbarkeit (standardisierte API, Zugangsbeschränkung)  
 H – frei verfügbare Datenquellen (z.B. Open Data Kataloge)

**Attribute des Anwendungsszenario echtzeitfähige Routenwahl**

Für echtzeitfähige Modellierungen bzw. Routenwahlentscheidungen auf Basis des aktuellen Verkehrsgeschehens sowie der meteorologischen Bedingungen sind zusätzlich zu den Attributen des Basis-Anwendungsszenarios weitere Datenquellen erforderlich, die teilweise auch für das Anwendungsszenario Verkehr saisonal oder witterungsspezifisch bereits angeführt wurden (siehe Tabelle 12). Diese umfassen vorwiegend Echtzeitinformationen, die von unterschiedlichen Akteuren derzeit bereits zur Verfügung gestellt werden können.

**Tabelle 12: Relevante Attribute bei der Routenwahl (Echtzeitfähiges Routing) und Darstellung von Datengrundlagen der Stufen 1 und 2**

Entscheidungs-kriterien bzw. Einflussfaktoren	Beschreibung	Informations-bereitsteller	Information	Datenverfüg-barkeit historisch/online	Erhebungsmethode
Echtzeitinformationen zu nicht planbaren Straßensperrungen (wetter- und ereignisbedingt)	Datengrundlagen zur Berücksichtigung von Wetterdaten bei der Routenwahl sind von unterschiedlichen AnbieterInnen beziehbar.	Straßen- und Schieneninfrastrukturbetreiber	Staus (Straße), Betriebsstörungen (Schiene, Wasser, Luftverkehr), Baustellen, Sperren (Veranstaltungen)	H / H	deduktiv
		Wetterdienste	Wetterdaten	M / M	
		Bereitsteller von Verkehrs- und Navigationsdaten	Staus (Straße), Echtzeit Verkehrsdichte, Echtzeit Verkehrsfluss	M / M	
Echtzeitinformation zum Verkehrsablauf (u.a. Stau), Reisezuverlässigkeit	Für das hochrangige Straßennetz liegen Daten unterschiedlicher Verkehrsdiensteanbieter mit hoher Qualität grundsätzlich vor. Im Bereich der Routensuche des Quell- und Zielverkehrs sind Verkehrsdaten auf Strecken mit geringem Verkehrsaufkommen in begrenzter Datenqualität verfügbar. Eine Datengrundlage für Echtzeitinformation zum Verkehrsablauf (u.a. Stau) bzw. der Reisezuverlässigkeit ist offline möglich, online jedoch kaum, da Verkehrsstärken für das Gesamtstraßennetzwerk in Österreich nicht verfügbar sind.	Straßen- und Schieneninfrastrukturbetreiber	Staus (Straße), Betriebsstörungen (Schiene, Wasser, Luftverkehr), Baustellen, Sperren (Veranstaltungen)	M / M	deduktiv
		Bereitsteller von Verkehrs- und Navigationsdaten	Staus (Straße), Echtzeit Verkehrsdichte, Echtzeit Verkehrsfluss	G / M	

Subjektive Einschätzung aus Sicht der AutorInnen: G – geringe Verfügbarkeit (keine API, Aufbereitung erforderlich)  
 M – Datenverfügbarkeit (standardisierte API, Zugangsbeschränkung)  
 H – frei verfügbare Datenquellen (z.B. Open Data Kataloge)

**Attribute des Anwendungsszenario Verkehr umwelt- und ressourcenschonend**

Für die Berechnung der Routenwahl nach umwelt- und ressourcenschonenden Kriterien sind im Gegensatz zu den vorigen Fragestellungen andere Datengrundlagen erforderlich (siehe Tabelle 13), die sich vorwiegend mit der Beurteilung der Umweltauswirkungen einzelner Transporte und deren Routenwahl befassen. Diese sind aus derzeitiger Sicht insbesondere online kaum vorhanden.

**Tabelle 13: Relevante Attribute bei der Routenwahl nach umwelt- und ressourcenschonenden Kriterien und Darstellung von Datengrundlagen der Stufen 1 und 2**

Entscheidungs-kriterien bzw. Einflussfaktoren	Beschreibung	Informations-bereitsteller	Information	Datenverfüg-barkeit historisch/online	Erhebungsmethode
Umweltdaten	Für die Beurteilung der Umweltauswirkungen einzelner Transporte und deren Routenwahl sind eine Vielzahl an unterschiedlichen Datenquellen unter dem Sammelbegriff „Umweltdaten“ erforderlich, damit daraus ökologisch verträgliche Routen abgeleitet werden können.  Diese sind aus derzeitiger Sicht insbesondere online kaum vorhanden.	Güterknoten-betreiber	Öffnungszeiten	H / H	deduktiv
		Straßen- und Schienen-infrastruktur-betreiber	Staus (Straße), Betriebsstörungen (Schiene, Wasser, Luftverkehr), Baustellen, Sperren (Veranstaltungen) Ankomst- und Abfahrts-bzw. Abflugdaten der unterschiedlichen Verkehrsträger	M / M	
		Terminalbetreiber	AVISO Daten	G / G	
		Universitäten und Dienstleister	Messungen von Luftschadstoffen	H / H	deduktiv
			Analyse von Luftschadstoffmessungen	H / H	deduktiv
		Umweltbundesamt, Gebietskörper-schaften	Studien und Auswertungen zu unterschiedlichen Themenschwerpunkten	M / M	deduktiv
		Webbasierte Serviceplattformen	Berechnung von Emissionen und CO <sub>2</sub> -Einsparungspotenzialen	M / M	deduktiv

Subjektive Einschätzung aus Sicht der AutorInnen:

- G – geringe Verfügbarkeit (keine API, Aufbereitung erforderlich)
- M – Datenverfügbarkeit (standardisierte API, Zugangsbeschränkung)
- H – frei verfügbare Datenquellen (z.B. Open Data Kataloge)



### 3.2 Erhebungsmethoden für die Datensammlung zur Nachbildung der Routenwahl der Stufe 1 des Entscheidungsfindungsprozesses (unter direkter Beteiligung von Akteuren)

Im Folgenden werden gängige Erhebungsmethoden für die Datensammlung vorgestellt, die bei der Erfassung relevanter Routen(-wahl)-Informationen Anwendung finden können. Mit manchen dieser Methoden werden bereits jetzt statistische Daten zum Güterverkehr erfasst. Grundsätzlich kann zwischen

- allgemeinen Datenquellen (Daten werden vom Straßenerhalter erhoben),
- Ableitungen aus bereits etablierten Datenströmen (z.B. Sendungsdaten, Mobilfunkdaten) und
- direkten (aktive Einbindung der eben genannten Akteure) Erhebungen unterschieden werden. Darüber hinaus unterscheiden sich die genannten Methoden hinsichtlich der zu involvierenden bzw. zu befragenden Personengruppen.

Es folgen die Beschreibung der einzelnen Datenquellen sowie der Vergleich der Datenquellen nach ausgewählten Kriterien. Das Kriterium „Ausgangssituation“ zeigt, inwieweit (zum Zeitpunkt der Handbucheinstellung) die jeweiligen Datenquellen verfügbar, die Erhebungsmethoden bereits angewandt werden und wer über die Daten verfügt. Unter zeitlichen und räumlichen Voraussetzungen sind jene Aspekte zu verstehen, die eine Datenerhebung sowie die (zeitaktuelle) Datenauslese kennzeichnen und in gewisser Weise einschränken (können). Die Einschätzung des finanziellen Aufwandes (Kosten) erfolgt grob und kann erst durch einen direkten Vergleich in der Anwendung berechnet werden. Das Kriterium „Zeitaufwand“ beschreibt die Dauer für die Vorbereitung und Durchführung der Erhebung und die anschließende Auswertung der Daten. Die Angaben zur Rücklaufwahrscheinlichkeit stellen dar, in welchem qualitativen und quantitativen Umfang mit Informationen zu rechnen ist. Im Bereich der Datenqualität werden Vor- und Nachteile der jeweiligen Datenquelle oder Erhebungsmethode beschrieben.

#### Schriftliche Befragungen

Eine gängige Erhebungsmethode zur Sammlung von Informationen zum Straßengüterverkehr ist die Aussendung eines Fragebogens an Unternehmen, denen Informationen zu Fahrten und transportierenden Gütern vorliegen (siehe Tabelle 14). Bei einer Erhebung mittels Fragebogen wird zwischen dem Territorialitätsprinzip und dem Nationalitätsprinzip unterschieden: Bei einer Erhebung nach dem Territorialitätsprinzip fließen alle Daten einer Fahrt ein, die auf einem bestimmten Territorium stattgefunden hat. Beim Nationalitätsprinzip werden alle Fahrten eines in Österreich gemeldeten Fahrzeugs erfasst. (Statistik Austria, 2015a, S.12)

Ein Beispiel für eine mittels Fragebögen generierte Datensammlung zum Straßengüterverkehr stellt die Österreichische Straßengüterverkehrsstatistik dar. Die Datengrundlage dafür ist eine Stichprobenerhebung, bei der aus rund 66.000 Fahrzeugen eine nach Nutzlastklassen, Bundesländern und Wirtschaftszweigen geschichtete Stichprobe von rund 26.000 Fahrzeugen gezogen wird (Statistik Austria, 2015a, S.4). Die Auswahl der Kraftfahrzeuge erfolgt quartalsweise: Pro Quartal werden 6.500 Kraftfahrzeuge ausgewählt, insgesamt kann somit die Berichterstattung von einer Woche pro Quartal erforderlich sein (Statistik Austria, 2015b, S.3f.). Für die ausgewählten Fahrzeuge sind je Berichtswoche Informationen zu Fahrzeughalter bzw. Fahrzeugmerkmale (z.B. Fahrzeugart, Nutzlast in kg, Kilometerstand am Beginn und Ende der Berichtswoche) und Fahrtmerkmale (z.B. Be- und Entladeort der Ware, transitierte Bundesländer/Staaten, Grenzübertritte „Deutsches Eck“, Verpackungsart) im Fragebogen anzuführen (Statistik Austria, 2015a, S.22f). Die Auskünfte können entweder elektronisch (Web-Fragebogen bzw. individualisiertes Excel-Formular) übermittelt oder über einen Papierfragebogen bereitgestellt werden. Der Anteil der elektronisch ausgefüllten Fragebogen ist in den letzten Jahren angestiegen und betrug im ersten Halbjahr 2014 rund 43%. (Statistik Austria, 2015a, S.4)

Im derzeit laufenden vom bmvit finanzierten Forschungsprojekt „AutoStat“ wird eine App (für Android Smartphones und Tablets) entwickelt, die es den Befragten erlaubt, die erforderlichen statistischen Daten digital aufzuzeichnen. Die Datenaufzeichnung erfolgt direkt durch die LenkerInnen während des Zurücklegens einer Tour. Die Daten verbleiben solange beim Unternehmen, bis diese in anonymisierter Form an die Statistik Austria übermittelt werden.

**Tabelle 14: Annahmen zur Erhebungsmethode der schriftlichen Befragungen**

Ausgangssituation	Unterschiedliche Motivation vorhanden: Unterscheidung zwischen gesetzlicher Meldepflicht, Verfügbarkeit von Incentives für Befragte, Umfang, Wahrnehmung durch Befragte
Zeitliche und räumliche Voraussetzungen	Genehmigung für die Befragung erforderlich Für die Befragung von ausländischen Unternehmen bzw. FahrerInnen: Erstellung des Fragebogens in verschiedenen Sprachen notwendig
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeitsstunden für die Erstellung und Auswertung des Fragebogens</li> <li>Postversand</li> </ul>
Zeitaufwand	Erstellung standardisierter Antwortmöglichkeiten und Gewährleistung der einfachen Verständlichkeit; Je standardisierter und geschlossener die Antwortmöglichkeiten desto geringer der Zeitaufwand und desto höher die Motivation für künftige Teilnahmen
Rücklaufwahrscheinlichkeit	abhängig von Umfang
Datenqualität	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>standardisierte Informationen zu ausgewählten Themen verfügbar</li> </ul> <p>Nachteile:</p> <p>Bei komplexen Fragebogen kann angenommen werden, dass dieser nicht immer korrekt ausgefüllt bzw. vereinfachend vorgegangen wird (z.B. Vereinfachung bei Lieferketten mit vielen kurzen Fahrten, Angabe einer Leerfahrt oder keiner Fahrt ist weniger aufwändig und kann ohne digitale Datenbank der Unternehmer nachträglich nicht kontrolliert werden</p>
Referenz	Straßengüterverkehrsstatistik Österreich
Entscheidungskriterien (in Anlehnung an Kapitel 3.1)	Zwangspunkte, Praktikable Route, Schwankungen der KundInnenanforderungen

**(Leitfadenbasierte) Mündliche Befragungen**

Eine Erhebungsmethode um statistische Daten zum Straßengüterverkehr und mögliche Entscheidungskriterien bei der Routenwahl zu erfassen, ist die Befragung von Lkw-LenkerInnen (siehe auch Tabelle 15). Erfasst werden können dabei diverse Merkmale der Lkw-Fahrt sowie des verwendeten Fahrzeugs wie die Anzahl der Achsen des Fahrzeugs, das Zulassungsland, die Route, Quell- und Zielort der Fahrt sowie die transportierte Warengruppe. Die Befragung findet in der Regel an ausgewählten Alpenpässen, Grenzübergängen, Mautstationen, Rastplätzen oder Verkehrskontrollplätzen statt. Bei der Befragung können entweder alle Lkw (z.B. mit einem höchstzulässigen Gesamtgewicht von  $\geq 3,5$  Tonnen) erfasst oder es kann eine Schichtung der Stichprobe nach Größe oder Herkunftsland vorgenommen werden. Um den Transitverkehr vollständig zu erfassen ist die Erhebung an Grenzstellen vorgesehen. Wenn auf Basis von Befragungen Fahrtenmatrizen erstellt werden, muss berücksichtigt werden, dass ein Lkw bei einer Fahrt mehrere Erhebungsstellen passieren kann. Ein Beispiel für eine Befragung von Lkw-LenkerInnen ist die CAFT-Erhebung, bei der alle fünf Jahre der alpenquerende Güterverkehr mittels Querschnittserhebungen erhoben wird. (Sammer et al., 2014, S.32f)

**Tabelle 15: Annahmen zur Erhebungsmethode der (leitfadenbasierten) mündlichen Befragung**

Ausgangssituation	Befragung typischerweise zu bestimmten Zeiten/Saisonen an ausgewählten Standorten (z.B. Grenzübergängen), direkt bei betroffenen Unternehmen oder im Rahmen von Workshops/Fokusgruppen durch Ladung des Auftraggebers
Zeitliche und räumliche Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Befragungen vor Ort: Genehmigung für die Befragung erforderlich</li> <li>Für die Befragung von ausländischen Unternehmen bzw. FahrerInnen: Erstellung des Fragebogens in verschiedenen Sprachen notwendig</li> <li>Bei Befragungen im Unternehmen: Bereitschaft zur Teilnahme seitens Unternehmen</li> <li>Bei Workshops/Fokusgruppen: Terminfindung zur Einbindung unterschiedlicher TeilnehmerInnen</li> </ul>
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personalkosten für die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Befragung</li> </ul>
Zeitaufwand	Dauer der mündlichen Befragung, Zeitaufwand für Auswertung hängt vom Grad der standardisierten Antwortmöglichkeit ab
Rücklaufwahrscheinlichkeit	Die Bereitschaft von LKW-LenkerInnen bzw. weiteren Akteuren der Logistik an Befragungen teilzunehmen ist aus unterschiedlichen Motiven sehr stark eingeschränkt, da für die jeweiligen Akteure in den meisten Fällen kein direkter Nutzen erkennbar ist (Hauger et al., 2012)

Fortsetzung Tabelle 15

Datenqualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorteil: Genaue Informationen zu einer repräsentativen Stichprobe</li> <li>• Nachteil: Mündliche Befragung als Erhebungsmethode liegt in der möglichen Diskrepanz zwischen Stated Preferences und Revealed Preferences. So kann zwischen dem mitgeteilten und dem tatsächlich ausgeübten Verhalten ein bewusster bzw. unbewusster Unterschied gegeben sein. Die erfassten Datengrundlagen, vor allem bei entsprechenden Hochrechnungen von Stichproben, entsprechen in diesem Fall nur bedingt den realen Gegebenheiten. (Hauger et al., 2012)</li> </ul>
Referenz	<p>Arentze et al. (2012) führten in den Niederlanden ein Stated-choice-Experiment unter der Teilnahme von 78 Befragten mit Fokus auf dem Nahtransport (10-30 km) durch. Zur Sammlung von Daten wurden qualitative Tiefeninterviews mit ExpertInnen abgehalten. Ergebnisse zeigten, dass LenkerInnen das übergeordnete Straßennetz bevorzugen und Wohngegenden eher meiden.</p> <p>Russo et al. (2006) führten 280 Interviews zum Wahlverhalten von Lkw-FahrerInnen in Italien durch und modellierten im Anschluss anhand eines „choice models“ in zwei Schritten die Routenwahl von Lkw-LenkerInnen. Neben den Faktoren Reisezeit und Distanz erwiesen sich auch weitere Aspekte wie Transportkosten, Verkehrssicherheit, landschaftliche Attraktivität und Infrastrukturverfügbarkeit entlang einer Strecke sowie Straßenqualität i.S. der geometrischen und baulichen Charakteristik einer Straße (z.B. Bevorzugung von Straßen mit weiteren Kurven).</p> <p>Toledo et al. (2013) erforschten im Rahmen einer Studie in den USA das Routenwahlverhalten von Lkw-FahrerInnen bzw. EntscheidungsträgerInnen. Im Zuge der Studie wurden mit LenkerInnen Interviews „vor Ort“ (z.B. an LKW-Stellplätzen) und zusätzlich eine Stated-Preference-Befragungen mit zwei vorgeschlagenen Routenalternativen (Stadtzentrum vs. Umfahrung) durchgeführt. Die befragten LenkerInnen gaben an, dass zusätzlich zur Reisezeit die Vorhersagbarkeit der Reisezeit, die Verfügbarkeit von Parkplätzen sowie Tankstellen relevant bei der Routenwahl sind. Abgesehen davon hängt die Wahl der Route stark von dem Beschäftigungs- und Bezahlungsmodell des jeweiligen Transporteurs/LenkerIn ab.</p>
Entscheidungskriterien (in Anlehnung an Kapitel 3.1)	Zwangspunkte, Praktikable Route, Schwankungen der KundInnenanforderungen

**GPS-Erfassung (z.B. im Rahmen von Statistik Austria Erhebungen AutoStat)**

Mit Hilfe der quantitativen Sammlung von GPS-Daten können Fahrten respektive Routen hinsichtlich Standortgenauigkeit erfasst werden. Dazu können entweder eigens dafür vorgesehene GPS-Detektorgeräte oder Smartphones eingesetzt werden. Verantwortlich für die Aufzeichnung der Route sind dabei die FahrerInnen selbst. Neben Quell- und Zielstandort können Zwischenstops sowie FahrerInnen- bzw. Fahrzeugcharakteristika erhoben werden. Voraussetzung ist, dass sich Transportunternehmen (und FahrerInnen) bereit erklären an der Erhebung teilzunehmen.

Tabelle 16: Annahmen zur GPS-Erfassung

Ausgangssituation	Erhebungen je nach Bedarf in ausgewählten Untersuchungsräumen bzw. entlang ausgewählter Untersuchungsstrecken; Zustimmung seitens Unternehmen sowie Ausstattung von Fahrzeugen bzw. FahrerInnen erforderlich
Zeitliche und räumliche Voraussetzungen	Genehmigung und Beteiligungsbereitschaft von Unternehmen und FahrerInnen notwendig
Kosten	Kosten für Entwicklung und Installation von GPS-fähigen Geräten bzw. Programmen für mobile Endgeräte, Incentivierung für Unternehmen und/oder Vereinbarung zu Nutzungsbedingungen
Zeitaufwand	Minimaler Zeitaufwand für FahrerInnen: Route wird entweder automatisch ohne zwischenzeitliche Betätigung des Gerätes aufgezeichnet, Zeitaufwand lediglich bei Ein- und Ausschalten des Geräts; zusätzlicher Zeitaufwand für die Bedienung des Gerätes je nach Qualitätsansprüche an Datenerhebung
Rücklaufwahrscheinlichkeit	Aufgrund der bereits im Vorfeld der Erhebung erklärten Teilnahmebereitschaft mit hohem Rücklauf zu rechnen; je einfacher die Bedienung, desto höher die Teilnahmebereitschaft; Mängel im Datensatz bei Erfassung und Übertragung der Daten möglich

Fortsetzung Tabelle 16

Datenqualität	Standortgenaue Informationen zur Route (Start, Ziel, Entfernung, Geschwindigkeit), allerdings keine Informationen zu Entscheidungskriterien und/oder Einflussfaktoren
Referenz	<p>Comendador et al., 2012, nutzten die Methode der GPS-Erfassung zur Untersuchung homogener bzw. heterogener Muster in der Routenwahl von 20 Vans (einzuordnen in KEP) in den spanischen Städten Soria und Madrid im Jahr 2011.</p> <p>Rowell et al., 2012, sammelten im Zeitraum zwischen Oktober 2008 und August 2009 Bewegungsdaten von rund 2500 Lkw in den USA. Nach Sammlung der Rohdaten wurden diese durch die Verwendung eines Algorithmus mit Quell- und Zielstandortinformationen versehen. Weiters wurden die Daten mit Hilfe des Programms ArcGis Geo-referenziert. Anhand der von Rowell et al., 2012, durchgeführten Studie wurde die Eignung der Verwendung von GPS-Daten zur Identifikation von Lkw-Routen sowie der Zusammenhang von Routen-Attributen und gewählter Routen anhand von zwei Case Studies untersucht. Bezugnehmend auf die Routenwahl konnten äußere Einflussfaktoren wie beispielsweise das Verkehrsgeschehen/Überlastung/Stau durch den direkten Vergleich des Fahrverhaltens auf derselben Strecke an unterschiedlichen Tagen bzw. zu unterschiedlichen Zeitpunkten beobachtet werden. Hingegen stellte sich heraus, dass die Methode nicht geeignet ist, um (intrinsisch motivierte) Entscheidungskriterien darzulegen.</p> <p>Knorring et al., 2005, nutzten die Methode der GPS-Erfassung um zu überprüfen, ob US-amerikanische Lkw-LenkerInnen während der Routenwahl rationale Entscheidungen im Sinne von Zeit- und Kosteneffizienz treffen. Mittels des umfangreichen Datensatzes verglichen Knorring et al., 2005, wann/ob Lkw-LenkerInnen die direkte Route durch bzw. in das Stadtzentrum wählen und wann diese die (kürzere) Bypass-Route am Rande der Stadt wählen. Die Nutzenabwägung zwischen Distanz und Zeit konnte somit untersucht werden. Ergebnisse zeigen, dass die Wahl zwischen zwei ähnlichen Routen in erster Linie auf persönlichen Einschätzungen (bisherige Erfahrungen auf der Route, Tageszeit, aktuelles Verkehrsgeschehen, Kenntnis der Route) der Lkw-LenkerInnen basieren. Es wurde diejenige Route gewählt, die gemäß der persönlichen Einschätzung als die zeitlich Schnellere wahrgenommen wurde. (Knorring et al., 2005 S.59f.)</p>
Entscheidungskriterien (in Anlehnung an Kapitel 3.1)	Zwangspunkte, Praktikable Route

**Auslesen von Sendungsdaten**

Bei dieser Erhebungsmethode werden die Daten des Güterflusses (z.B. Paketverfolgung/RFID) mit teilweise Geo-Referenzierung ausgelesen und daraus Informationen zur Routenwahl generiert (siehe Tabelle 17).

Tabelle 17: Annahmen zum Auslesen von Sendungsdaten

Ausgangssituation	Verwendung von RFID zur Paketverfolgung
Zeitliche und räumliche Voraussetzungen	Datenbereitstellung durch jeweilige Unternehmen erforderlich, Verfügbarkeit einer Schnittstelle zum Auslesen bzw. Anonymisieren der Daten
Kosten	Kosten für die Bereitstellung der Daten abhängig vom Unternehmen
Zeitaufwand	-
Rücklaufwahrscheinlichkeit	bei Paketverfolgung Erfassung aller Sendungen
Datenqualität	Genauere Informationen zu einer repräsentativen Stichprobe
Referenz	-
Entscheidungskriterien (in Anlehnung an Kapitel 3.1)	Praktikable Route, Schwankungen der KundInnenanforderungen

### 3.3 Erhebungsmethoden für die Datensammlung zur Nachbildung der Routenwahl der Stufe 1 des Entscheidungsfindungsprozesses (allgemeine Datenquellen)

#### Auswertung der Österreichischen Straßengüterverkehrsstatistik (SGVS)

Die Erhebung des österreichischen Straßengüterverkehrs erfolgt durch die Statistik Austria. Es handelt sich dabei um eine Stichprobenerhebung nach dem Nationalitätsprinzip, das heißt es werden nur Fahrten von in Österreich registrierten Lastkraftwagen ab 2 Tonnen Nutzlast sowie Sattelzugmaschinen erhoben. Die Grundgesamtheit der Stichprobe sind die rund 70.000 in Österreich registrierten Lastkraftwägen ab einer höchstzulässigen Nutzlast von 2 Tonnen bzw. Sattelzugmaschinen. Aus dieser Grundgesamtheit wird eine geschichtete Stichprobe (Nutzlastklassen, Bundesländer sowie fuhrgewerblicher vs. Werkverkehr) von 26.000 Güterkraftfahrzeugen gezogen. Für diese Fahrzeuge sind für eine Berichtswoche alle Fahrten zu melden. (Kärner et al., 2012, S.3)

Als transport-relevante Variablen enthält die österreichische Straßengüterverkehrsstatistik das Lkw-Verkehrsaufkommen (Lkw-Fahrten/Zeiteinheit), das Transportaufkommen (Tonnen/Zeiteinheit) sowie die Transportleistung (Tonnenkilometer/Zeiteinheit) (Sammer et al., 2014, S.27).

#### Auswertung der Europäischen Straßengüterverkehrsstatistik (ESGVS)

Das statistische Amt der Europäischen Union (Eurostat) erhält von allen EU-Mitgliedsländern sowie Norwegen, der Schweiz und Liechtenstein die nationale Straßengüterverkehrsstatistik auf NUTS-3 Ebene. Die Einzeldatensätze werden geprüft und aggregiert und als europäische Straßengüterverkehrsstatistik zur Verfügung gestellt.

Die österreichische Straßengüterverkehrsstatistik geht direkt in die europäische Straßengüterverkehrsstatistik ein, beide Statistiken enthalten daher dieselben transport-relevanten Variablen (Lkw-Verkehrsaufkommen, Transportaufkommen, Transportleistung).

#### Auswertung der Mautdaten der ASFINAG (Quell- Zielbeziehungen)

In Österreich ist die Benutzung von Autobahnen und Schnellstraßen für Fahrzeuge über 3,5 Tonnen höchstzulässiges Gesamtgewicht mautpflichtig. An einer Mautbrücke, die im Regelfall zwischen zwei Anschlussstellen liegt, erfolgt die elektronische Erfassung des mautpflichtigen Fahrzeuges, sofern dieses mit der vorschrittmäßigen Übertragungsbox (Go-Box) ausgestattet ist. An Mautbrücken wird die Identifikationsnummer des durchfahrenden Fahrzeuges erfasst, über welche die Achsanzahl und Emissionsklasse ermittelt werden können. Nicht registriert wird die Güterklasse und Beladung des Fahrzeuges. (Sammer et al., 2014, S.36)

Aufgrund des Datenschutzes werden in Österreich von der ASFINAG nur aggregierte und anonymisierte Mautdaten für Verkehrsuntersuchungen und andere Aufgabenstellungen zur Verfügung gestellt – kennzeichenspezifische Datensätze sind aus Gründen des Datenschutzes nicht beziehbar, da die Nachverfolgung des Zulassungsbesitzers möglich wäre. Bei entsprechender Verschlüsselung der erfassten Daten wäre grundsätzlich auch eine Ableitung von Quell- und Zielbeziehungen im A+S-Netz möglich und in das Verkehrsnachfragemodell integrierbar (siehe Tabelle 18).

Tabelle 18: Annahme zur Datenquelle der Mautdaten

Ausgangssituation	Daten der pflichtmäßigen Ausstattung der Fahrzeuge (> 3,5 t) mit einer Go-Box, Datenbereitstellung durch ASFINAG
Zeitliche und räumliche Voraussetzungen	Berücksichtigung einer langen Vorlaufzeit für die Einrichtung einer Datennutzungsvereinbarung mit dem Betreiber
Kosten	-
Zeitaufwand:	Koordination mit Betreiber
Rücklaufwahrscheinlichkeit	Erfassung aller mit einer Go-Box ausgestatteten Fahrzeuge (hoher Rücklauf)
Datenqualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorteil: Aggregierte Daten (Reisezeiten, Anzahl der Fahrten zwischen beliebigen Mautquerschnitten) für das A+S-Netz verfügbar</li> <li>Nachteil: Keine fahrzeug- bzw. fahrerInnenspezifischen Aussagen verfügbar (z.B. Güterklasse und/oder Beladung des Fahrzeuges). Fahrzeuge unter 3,5t werden nicht erhoben, zählen aber in der österreichischen Straßengüterverkehrsstatistik (ab 2t Nutzlast) zum Straßengüterverkehr (Statistik Austria, 2015a, S.11).</li> </ul>
Referenz	-
Entscheidungskriterien (in Anlehnung an Kapitel 3.1)	Behelfsdaten für die Abschätzung der Zwangspunkte

### Kennzeichenerfassung

Die Kennzeichenerfassung stellt eine Erhebungsmethode dar, mithilfe derer eine umfangreiche Datensammlung (bei Berücksichtigung automatisierter Methoden) möglich wäre, die aber aus Gründen der Datensicherheit und des Datenschutzes nur schwer möglich bzw. zugänglich gemacht werden kann (siehe Tabelle 19). Manuelle Erfassungen sind vorwiegend für lokal begrenzte Einsatzgebiete geeignet.

Die Erhebung der Kennzeichen erfolgt über ein automatisches Kennzeichenlesesystem (AKLS) in stationären Kameras oder mobilen Systeme. Mittels Infrarotlicht werden, auch über mehrere Fahrspuren hinweg, Kennzeichen von Fahrzeugen aufgenommen. Mithilfe einer Software wird das Nummernschild eines Fahrzeugs auf dem Bild erfasst, anschließend wird durch Filter die Bildqualität verbessert und Fehler wie Unschärfen beseitigt. Der letzte Schritt ist die Zeichenerkennung (Optical Character Recognition), die dem Erkennungsprogramm eines Textscanners ähnlich ist.

Mit der Erfassung von Kennzeichen ist ein Rückschluss auf den Fahrzeughalter möglich und es werden somit auch personenbezogene Daten erfasst. Was mit den Aufnahmen der erfassten Kennzeichen geschieht, wie lange die Aufnahmen gespeichert werden und wer diese Daten einsehen darf, ist je nach (Bundes-)Land unterschiedlich. (FAZ (Hrsg.), 2008 online)

Grundsätzlich ist laut Datenschutzrichtlinie der Europäischen Kommission das Sammeln und Auswerten von persönlichen Daten nur erlaubt, wenn die betroffenen Personen informiert wurden und eindeutig ihre Zustimmung gegeben haben (European Commission (Hrsg.), 2016 online). In Österreich ist seitens des Bundesministeriums für Inneres auf der Rechtsgrundlage des §54 Abs. 4b Sicherheitspolizeigesetz die Verwendung von Kennzeichenerkennungsgeräte für Zwecke der Fahndung erlaubt (RIS (Hrsg.), 2016 online). EBE Solutions und das Austrian Institute of Technology haben ein System entwickelt, das es ermöglicht, auf Basis von verschlüsselten Kennzeichen Verkehrsströme und Verkehrszählungen in Echtzeit zu analysieren. Die dafür verwendete Kennzeichenerkennungssoftware ermöglicht die Klassifizierung der Fahrzeuge nach Land und politischem Bezirk. Um die Datensicherheit zu gewährleisten werden alle Kennzeichen sofort nach der Aufnahme verschlüsselt. (EBE Solutions (Hrsg.), 2016 online) Denn die Aufbewahrung personenbezogener Daten ist nur solange erlaubt, wie diese für die Zweckerreichung, für die sie übermittelt wurden, erforderlich ist, danach müssen sie physisch gelöscht werden (DSG 2000, §§6, 7 u. 50a – 59e). Zudem müsste der eindeutige und rechtmäßige Zweck der Verwendung der aus der Kennzeichenerfassung gewonnenen Daten bzw. Informationen vorab den Betroffenen bekannt gegeben werden müssen (DSG 2000, §§6, 7 u. 50a – 59e).

Tabelle 19: Annahmen zur Kennzeichenerfassung

Ausgangssituation	Automatisches Kennzeichenlesesystem (AKLS) in stationären Kameras bzw. manuelle Erfassung der Kennzeichen mit entsprechender Anonymisierung
Zeitliche und räumliche Voraussetzungen	Belange der Datensicherheit und des Datenschutzes müssen gewährleistet sein (System, um Verkehrsströme und Verkehrszählungen auf Basis von verschlüsselten Kennzeichen zu analysieren), damit die Ergebnisse für Untersuchungen als Grundlage verwendet werden können; Genehmigung für die Aufstellung und Erfassung der Daten erforderlich
Kosten	Geringe Kosten bei automatischer Erfassung Personalkosten für ZählerInnen
Zeitaufwand	-
Rücklaufwahrscheinlichkeit	Erfassung eines hohen Prozentsatzes aller einen Straßenquerschnitt passierenden Fahrzeuge
Datenqualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorteil: Grundsätzlich umfangreiche Datensammlung möglich, aus der Quelle-/Zielbeziehungen abgeleitet werden können</li> <li>Nachteil: Hoher Aufwand für die Sicherung des Datenschutzes; ibs. bei manuell (hoher Aufwand für die Datenauswertung erforderlich)</li> </ul>
Referenz	-
Entscheidungskriterien (in Anlehnung an Kapitel 3.1)	Zwangspunkte

### Analyse von Mobilfunkdaten/Floating Car Data/Floating Phone Data/GSM Data/Bluetooth Daten

Bei entsprechender Datenverfügbarkeit können anonymisierte Mobilfunkbenutzer im Straßengüterverkehr mit hoher Zuverlässigkeit identifiziert werden (siehe Tabelle 20). Problematisch ist in jedem Fall die Rückrechnung der Gesamtgröße von der jeweiligen Stichprobengröße. In unterschiedlichen Themenbereichen werden VerkehrsteilnehmerInnen indirekt detektiert wie z.B. Bluetooth von Fahrzeugen/Geräten, Positionen von Mobilfunkgeräten. Ähnlich wie bei der Kennzeichenerfassung gilt auch hier, dass gewonnene Daten nur dann für einen

entsprechenden eindeutigen und rechtmäßigen Zweck, der zuvor den Betroffenen bekanntgegeben wurde, generiert bzw. gesammelt werden dürfen (DSG 2000, §§6, 7 u. 50a – 59e).

**Tabelle 20: Annahmen zu Mobilfunkdaten/Floating Car Data/Floating Phone Data/GSM Data/Bluetooth Daten**

Ausgangssituation	Daten aus bestehenden Datenübertragungstechnologien werden automatisiert an unterschiedlichen Schnittstellen ausgelesen
Zeitliche und räumliche Voraussetzungen	Verfügbarkeit von entsprechenden Datensätzen (z.B. Mobilfunkdaten) und aktiven Schnittstellen (z.B. Bluetooth in Fahrzeugen)
Kosten	Unterschiedliche Beschaffungskosten in Abhängigkeit der entsprechenden Technologie: Mobilfunkdaten, Floating Phone Data, GSM Data, Floating Car Data, Bluetooth Daten
Zeitaufwand	Gering, da automatisiert
Rücklaufwahrscheinlichkeit	Erfassung einer Teilmenge aller VerkehrsteilnehmerInnen
Datenqualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorteil: bei Mobilfunkdaten österreichweit flächendeckende Aussagen zu Quell-/Zielbeziehungen ableitbar)</li> <li>• Nachteil: Wegespezifische Aussagen basieren auf Interpretationen (keine Angaben zu einzelnen VerkehrsteilnehmerInnen, Verkehrsmodi, Wegezwecken und preferences verfügbar</li> </ul>
Referenz	-
Entscheidungskriterien (in Anlehnung an Kapitel 3.1)	Zwangspunkte, Praktikable Route, Schwankungen der KundInnenanforderungen

**Auswertung von Datenbanken einzelner Akteure**

Für echtzeitfähiges Routing können Verkehrsmeldungen als weitere Datengrundlage herangezogen, die aus entsprechenden Meldungsdatenbanken generiert werden.

Im folgenden Kapitel wird auf mögliche Datengrundlagen der festgelegten Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren eingegangen. Die Gliederung der Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren erfolgt dabei nach routenspezifischen, straßenseitigen, verkehrsorganisatorischen, fahrerseitigen, fahrzeugseitigen, informationsseitigen Attributen bzw. beinhaltet die Kategorien Treibstoff, Ausstattung und Sonstiges.

**3.4 Erhebungsmethoden für die Datensammlung zur Nachbildung der Routenwahl der Stufe 2 des Entscheidungsfindungsprozesses (allgemeine Datenquellen)**

**Automatisierte Berücksichtigung der Daten der Graphenintegrations-Plattform (GIP) der Verkehrsauskunft Österreich (VAO)**

Die **Verkehrsauskunft Österreich (VAO)** ist eine Verkehrsmittel übergreifende Verkehrsauskunft, die das Verkehrsgeschehen von ganz Österreich abdeckt. Seit dem Jahr 2014 werden Routinginformationen und andere Informationsinhalte unter Einbeziehung von Verkehrsmeldungen (Stau, Unfall, Glätte, Baustelle etc.) auf dem hoch- und niederrangigen Straßennetz zur Verfügung gestellt. Mithilfe von Verkehrskameras können Informationen über die aktuelle Verkehrslage heruntergeladen sowie eine Prognose der Verkehrslage erstellt werden. Für die Verkehrsauskunft Österreich wurde keine eigene Plattform geschaffen, sämtliche Informationen von der Routenwahl bis hin zu Verzögerungen sind über die Websites von Partnern wie z.B. dem Routenplaner von ASFINAG, VOR, AnachB, ÖAMTC sowie der Verkehrsauskunft von ausgewählten Bundesländern zugänglich. (Verkehrsauskunft Österreich (Hrsg.), 2014 und bmvit (Hrsg.), 2015 online)

Die Erstellung einer **Graphenintegrations-Plattform (GIP)** ist ein gemeinsames Projekt der österreichischen Bundesländer, ASFINAG, ÖBB Infrastruktur, bmvit und des Partners ITS Vienna Region. Ziel der Graphenintegrations-Plattform ist die einheitliche, digitale Verwaltung von Verkehrsdaten. Die Graphenintegrations-Plattform stellt somit den gemeinsamen, „amtlichen“ Referenzgraph dar, auf den sich alle verschiedenen Systeme der Verwaltungseinheiten beziehen und die somit verknüpft werden. Auf der Plattform werden alle Verkehrsarten (Motorisierter Individualverkehr, Öffentlicher Verkehr, Radverkehr, Fußgängerverkehr) berücksichtigt und intermodal verknüpft. Ein Datennutzungsvertrag regelt den Datenaustausch der einzelnen Gebietskörperschaften, die Datenhoheiten bleiben dadurch erhalten. Über E-Government Prozesse und einen Netzclient wird die Graphenintegrations-Plattform aktuell gehalten. Der Vorteil der

Graphenintegrations-Plattform ist, dass die öffentliche Verwaltung und die Behörden durch die Bündelung der Informationen einen Überblick über die gesamte Verkehrsinfrastruktur erhalten. Über die Graphenintegrations-Plattform kann ohne großen Aufwand überprüft werden, ob eine behördliche Anordnung bzw. eine Maßnahme der StVO entspricht oder ob sie im Widerspruch zu anderen behördlichen Anordnungen steht. Es können Wirkungen von Verkehrszeichen auf den Verkehrsfluss abgebildet werden, sie bildet die Basis für die Berichtspflichten des Umweltmonitoring im Verkehrsbereich und bietet zudem die Grundlage für Routengenehmigungen für Sondertransporte und Gefahrguttransporte. (GIP (Hrsg.), 2016 online)

Die beiden Datenquellen GIP und VAO beinhalten Informationen zu Einflussfaktoren wie z.B. Restriktionen, schnellste/biligste/kürzeste Routen (basierend auf dem Echtzeitverkehrsgeschehen) und stellen für Österreich eine wesentliche Datengrundlage dar, die basierend auf den Modellierungsergebnissen die Auswirkungen auf die Verkehrssituation abbilden.

### 3.5 Erhebungsmethoden– Qualitätssicherung (allgemeine Datenquellen)

#### Analyse der Zählstellendaten der Straßenbetreiber

Bei Zählstellen kann zwischen Langzeitzählungen (automatische Dauerzählstellen an fixen Standorten) und Kurzzeitzählungen (an fixen und variablen Standorten) unterscheiden werden (siehe auch Tabelle 21). Betrieb, Datensammlung und -auswertung erfolgt im Normalfall durch den jeweiligen Straßenerhalter (Länder oder ASFINAG). Die ASFINAG stellt die monatlichen Zählstellendaten für die Jahre 2008 laufend auf ihrer Website (<http://www.asfinag.at/unterwegs/dauerzaehlstellen>) zum Download zur Verfügung. Bundesweite Auswertungen werden vom bmvit zusammengestellt. Grundsätzlich erfolgt eine kontinuierliche Erfassung mit unterschiedlicher Differenzierung in einzelne Fahrzeugkategorien und –gruppen gemäß RVS 02.01.12. Der Straßengüterverkehr kann lediglich in der Kategorisierung 8+1 eindeutig sauber referenziert werden. In allen anderen Aggregationsstufen wie z.B. 2, 3 und 5+1 zählen die Lieferwagen als Unterkategorie des Güterverkehrs gemäß RVS 02.01.12 zu der Kategorie Pkw-ähnliche Fahrzeuge. Für die Kalibrierung und Qualitätssicherung der Modellierungen sind daher vorwiegend die Daten der 8+1 Zählstellen anwendbar.

Tabelle 21: Annahmen zur Datenquelle der Zählstellendaten

Ausgangssituation	Zurverfügungstellung der Daten vom jeweiligen Straßenerhalter (Länder oder ASFINAG) bzw. Auswertungen vom bmvit (Kurzzeit- und Langzeitzählungen, teilweise Datvalidierung). Je nach Zählstelle können historische Daten (der verfügbare Zeitraum ist unterschiedlich) und aktuelle Daten ausgelesen werden.
Zeitliche und räumliche Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eignung der räumlichen Verortung der Zählstellen im Netz</li> <li>• (zeitaktuelle) Verfügbarkeit und Aktualität der Daten</li> <li>• Datenauslesemöglichkeit bei den jeweiligen Zählstandorten</li> </ul>
Kosten	Zusätzliche Kosten können bei individuellen Auslesevorgängen anfallen – aggregierte Ergebnisse der Auswertungen der automatischen Dauerzählstellen stehen kostenfrei zur Verfügung.
Zeitaufwand	-
Rücklaufwahrscheinlichkeit	Qualitätsgesicherte Erfassung aller einen Straßenquerschnitt passierenden Fahrzeuge und Verfügbarkeit von unterschiedlichen Fahrzeugkategorien je nach Detektortyp
Datenqualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorteile                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Genaue Klassifizierung in unterschiedlichen Fahrzeuggruppen gemäß RVS 02.01.12</li> </ul> </li> <li>• Nachteile                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ A+S-Netz: Validierung der Datenqualität der Verkehrsdaten nicht flächendeckend verfügbar</li> <li>○ Sonstige Straßen: Zählstellenstandorte flächendeckend österreichweit nicht verfügbar, Klassifizierung nicht durchgehend gegeben</li> </ul> </li> </ul>
Referenz	-
Entscheidungskriterien (in Anlehnung an Kapitel 3.1)	Datengrundlagen zu Ereignissen mit Auswirkungen auf die Verkehrssituation, Im Hinblick auf jahreszeitliche Schwankungen (Information zum Verkehrsablauf (u.a. Stau), Reisezuverlässigkeit)



Tabelle 22 zeigt eine Gegenüberstellung der oben genannten Erhebungsmethoden und Datenquellen differenziert nach unterschiedlichen Kriterien im Kontext der Routenwahl im Straßengüterverkehr in Österreich. Anhand der Tabelle kann auf einen Blick festgestellt werden, inwieweit Erhebungsmethoden und Datenquellen (1) verfügbar, (2) aussagekräftig, (3) relevant für die Umlegung im Verkehrsnachfragemodell, (4) relevant für die Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen sowie (5) essentiell für eine für Österreich geeignete Kostenfunktion im Straßengüterverkehr sind.

**Tabelle 22: Gegenüberstellung der Erhebungsmethoden und Datenquellen**

Kriterien zur Charakterisierung einzelner Erhebungsmethoden im Kontext der Routenwahl im Straßengüterverkehr in Österreich		Zählstelldaten	Mautdaten	Schriftliche Fragebögen	Mündliche Befragungen	GPS-Erfassung	Sendungsdaten	Kennzeichenerfassung	Mobilfunkdaten
Verfügbarkeit	Quantitative Informationen verfügbar	x	x	-	-	x	x	x	x
	Qualitative Informationen verfügbar	-	-	x	x	-	-	-	-
	Daten bereits jetzt verfügbar	x	x	-	-	-	x	(x)	(x)
	Daten (laufend/neu) zu erheben	-	-	x	x	x	-	x	x
	Datenhoheit beim Bund bzw. staatsnahen Unternehmen	x	x	-	-	-	-	-	-
	Datenhoheit bei Privatunternehmen	-	-	x	x	x	x	x	x
	Datenhoheit bei Auftraggeber/Auftragnehmer im jeweiligen Anwendungsfall	-	-	x	x	x	-	-	-
	Datenschutzrechtlich unproblematisch, da Generierung/Erhebung von Informationen zu einem eindeutigen, vorab festgelegtem Zweck erfolgt	x	-	x	x	-	x	-	x
	Datenschutzrechtlich problematisch, da Daten/Informationen aufgrund deren Generierung/Erhebung für andere Zwecke zwar verfügbar jedoch nicht nutzbar für vorab nicht definierten Zweck	-	x	-	-	x	-	x	-
Aussagekraft	Aussagekraft zu Quell-/Ziel-Standorten von Fahrten – quantitativ	-	x	x	x	x	x	x	x
	Aussagekraft zu Quell-/Ziel-Standorten von einzelnen Fahrten – qualitativ	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aussagekraft zu Teilabschnitten von Fahrten im Netz - quantitativ	x	x	-	-	-	-	x	x
	Aussagekraft zum Transportaufkommen an einem Querschnitt	x	x	-	-	-	-	x	x
	Aussagekraft zur Transportleistung (von Unternehmen) – disaggregiert	-	x	x	x	x	x	-	-

Fortsetzung Tabelle 22

Kriterien zur Charakterisierung einzelner Erhebungsmethoden im Kontext der Routenwahl im Straßengüterverkehr in Österreich		Zählstellendaten	Mautdaten	Schriftliche Fragebögen	Mündliche Befragungen	GPS-Erfassung	Sendungsdaten	Kennzeichenerfassung	Mobilfunkdaten
Aussagekraft	Aussagekraft zu Entscheidungskriterien der Routenwahl – quantitative Informationen wie Zeit und Distanz	-	x	x	x	x	x	x	x
	Aussagekraft zu Entscheidungskriterien der Routenwahl – qualitative Informationen wie Reisezuverlässigkeit und Sicherheit	-	-	x	x	-	-	-	-
	Aussagekraft zu Einflussfaktoren– bekannte Einflussfaktoren wie räumlich und zeitlich determinierte Verbote- und Gebote	-	x	x	x	x	x	x	x
	Aussagekraft zu Einflussfaktoren – „unbekannte“ Einflussfaktoren wie KundInnenanforderungen oder FahrerInnen-spezifische Präferenzen/Vorlieben	-	-	x	x	-	x	-	x

Legende: x ... trifft zu, (x) ... trifft bedingt zu, - ... trifft nicht zu

Entsprechend den beiden Tabellen ist sichtbar, dass jene Informationen, die man für die fundierte Feststellung relevanter Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren benötigt, mit derzeitig eingesetzten und herkömmlichen Methoden zur statistischen Datenerfassung nicht möglich ist. Zwar könnte man mit Maut-Daten neben den Quell-Ziel-Beziehungen auch Rückschlüsse auf Zeit- und Distanzwerte bei der Routenwahl ziehen. Aufgrund des bekannten Datenmangels ist dies jedoch nicht möglich. Möchte man nun die individuellen und teils sehr spezifischen Entscheidungscharakteristika von Unternehmensseite erfahren, hat man dies im Rahmen von Befragungen (mündlich, schriftlich) zu erheben. Es erscheint allerdings nicht zweckmäßig, eine derartige Untersuchung „isoliert“ nur für die Routenwahl, durchzuführen. Im Anschluss werden nun jene Erhebungsmethoden dargestellt, anhand derer die für die Routenwahl relevanten Attribute erfasst und ins Verkehrsnachfragemodell übersetzt werden können.

### 3.6 Akteursgruppen

Für die Datengewinnung im Straßengüterverkehr steht eine Vielzahl datenbereitstellender Akteure zur Verfügung, die je nach Art und Umfang der erforderlichen Informationen gezielt angesprochen und beteiligt werden können (siehe Tabelle 23).

Tabelle 23: Bereitstellende Akteure, Art und Umfang der verfügbaren Informationen

Akteurhaupt- und -untergruppen, welche die Daten bereitstellen können	Verfügbare Informationen	Datenverfügbarkeit <sup>1</sup>	
		historisch	online
<b>Güterknotenbetreiber (Terminal, Hafen, Hubs, Güterverteilzentren)</b>			
Standortbetreiber	Öffnungszeiten	H	H
<b>Öffentliche Hand</b>			
Verkehrspolitik (Verkehrsministerium, weitere Gebietskörperschaften wie z.B. Länder)	Soziale Medien	G	G
	Externe Rahmenbedingungen	H	M
	Open Data Kataloge	G	H
	Verkehrsgraph GIP/VAO	G	H
Europäische Güterverkehrsstatistik / Statistik Austria	Verkehrsquellen / Verkehrssenken	M	M
	Güterarten	G	G
Wirtschaftskammern	Wirtschaftsdaten (z.B. zur Ableitung von Frühindikatoren für Schwankungen der Absatzmärkte)	M	M
Wirtschaftspolitik	Externe Rahmenbedingungen	H	M
<b>Infrastrukturbetreiber</b>			
Straßen- und Schieneninfrastrukturbetreiber	Staus (Straße), Störungen (Schiene, Wasser, Luftverkehr)	M	M
	Baustellen, Sperren (Veranstaltungen)	M	M
	Mautdaten (Reisezeiten)	M	M
	Zugdaten (inkl. Nummern der Ladeeinheiten)	G	G
	Störungen (Betrieb)	G	G
Betreiber von Terminals	AVISO Daten (inkl. Kennzeichen)	G	G
<b>Verlader (Frachteeigentümer)</b>			
Logistiker (in den Industrie-, Handels-, Gewinnungsbetrieben,...), reiner (klassischer) Spediteur, Kraftwagen-Spediteur	Unternehmensstammdaten	M	M
	Flottenstrukturdaten (Art und Anzahl von Fahrzeugen)	M	M
	Fahrzeugdepots (inkl. Kapazität / Fahrzeugzuordnung)	M	M
	Kundenstammdaten	G	G
	Kundenanforderung (z.B. Zeitfenster, JIT/JIS)	G	G
	Umschlagspunkte	M	M
	Liefermenge	G	G
	Güterzustand (Temperatur, etc.)	G	G
	Fahrzeugpositionsdaten	G	G
	Beladepläne	G	G
	Geplante Route / Tour	G	G

<sup>1</sup> H (hoch, allgemein verfügbar), M (über standardisierte Datenschnittstelle & Genehmigung verfügbar), G (gering, nur intern verfügbar)

Fortsetzung Tabelle 23

Akteurshaupt- und -untergruppen	Verfügbare Informationen	Datenverfügbarkeit <sup>1</sup>	
		historisch	online
<b>Logistik- und Transportunternehmen</b>			
Frächter	Fahrzeugpositionsdaten	G	G
Bahnbetreiber	Waggondaten via RFID	M	M
<b>Dienstleister</b>			
Bereitsteller von Verkehrs- und Navigationsdaten	Staus (Straße), Störungen (Schiene, Wasser, Luftverkehr)	M	M
	Echtzeit Verkehrsdichte	M	M
	Echtzeit Verkehrsfluss	M	M
Bereitsteller von Kommunikationsinfrastruktur	Mobilfunkdaten	G	G
Wetterdienst	Wetterdaten	M	M
<b>Hersteller von Transportmitteln</b>			
Straßenfahrzeug-Hersteller	Abgasemissionen (CO, HC, NOx, NO2, Partikel und CO2)	G	G
	Fahrdynamik Einzelfahrzeug	G	G
	C2V	G	G
<b>Sonstige</b>			
KundInnen z.B. Werke, Produktionsstätten	Produktionssystem / Produktionsregeln	G	G

<sup>1</sup> H (hoch, allgemein verfügbar), M (über standardisierte Datenschnittstelle & Genehmigung verfügbar), G (gering, nur intern)

# 4. Übersetzung von Routenwahlverhalten im Straßengüterverkehr in Verkehrsnachfragemodellen

## 4.1 Methoden zur Übersetzung in Verkehrsnachfragemodellen

Die bisher überwiegend verwendeten Software zur für Verkehrsanalysen, Verkehrsprognosen und eine GIS-orientierte Datenverwaltung (z.B. VISUM) dienen vor allem als Entscheidungsgrundlage für den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur des motorisierten Individualverkehrs (MIV). Der Güterverkehr an Verkehrsbeziehungen und -strömen wird in makroskopischen Modellen meist untergeordnet in Form von Prozentansätzen des Gesamtverkehrs berücksichtigt. Gängige Modelle klassifizieren den Straßengüterverkehr lediglich nach wenigen Fahrzeugkategorien. Dies ist allerdings zu ungenau, um die Routenwahl des Straßengüterverkehrs der Realität (z.B. Lieferwagen, Leicht-Lkw) entsprechend in Widerstandsparameter für Modelle zu übersetzen. Der Einsatz mathematischer Optimierung gehört längst zum State-of-the-Art im aktuellen Transportlogistik-Umfeld. Die in der wissenschaftlichen Literatur vorhandenen Modelle und Methoden decken aber oft nur einen Teil der in der Praxis auftretenden Ziele und Anforderungen ab.

Folgende Tabelle 24 veranschaulicht, wie die unterschiedlichen Entscheidungsvorgänge zur Routenwahl (z.B. Wahl der schnellsten Route, Wahl der billigsten Route) sowie ausgewählte Einflussfaktoren in das Graphennetz des Verkehrsnachfragemodells integriert werden können, um die Routenwahl modellieren zu können. Die Modellierung einer praktikablen Route weist die größten Herausforderungen auf. Die übrigen Kriterien sind mit geringem Aufwand implementierbar.

Tabelle 24: Umlegung von Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren in Verkehrsnachfragemodelle

Entscheidungskriterien	Umlegung im Verkehrsnachfragemodell (in Form von Widerstandsparametern)
Restriktionen (Gebote, Verbote, Einschränkungen, Beschränkungen)	<u>Knoten/Abbiegerelationen:</u> Hinterlegung der Restriktionen <u>Kanten:</u> Hinterlegung der Restriktionen
Schnellste Route	<u>Knoten/Abbiegerelationen:</u> Pauschalierte Verlustzeiten für Sondersituationen auf Basis vorhandener Grapheninformation <u>Kanten:</u> Fahrzeit auf Basis vorhandener Grapheninformation
Billigste Route im Sinne von Mautkosten	<u>Knoten/Abbiegerelationen:</u> Zusätzliche Variable mit Faktor für Kostengewichtung <u>Kanten:</u> Zusätzliche Variable mit Faktor für Kostengewichtung
Baustellen und planmäßige Straßensperren	<u>Knoten/Abbiegerelationen:</u> Ausschlusskriterium <u>Kanten:</u> Ausschlusskriterium Zusätzliche Variable mit Faktor für max. Geschwindigkeit
Straßengeometrie wie u.a. Neigung	<u>Knoten:</u> - <u>Kanten:</u> Zusätzliche Variable mit Faktor für max. Geschwindigkeit Zusätzliche Variable mit Faktor für Kostengewichtung
Kürzeste Route	Berechnung auf Basis der übrigen Variablen
"Praktikable Route"	<u>Knoten:</u> Kostensatz inkl. Sondermaut Pauschalierte Verlustzeiten für Sondersituationen auf Basis vorhandener Grapheninformation <u>Kanten:</u> Kostensatz [pro km] inkl. Maut Fahrzeit auf Basis vorhandener Grapheninformation <u>Mix:</u> Definition auf Basis von Befragungen

## 4.2 Maßgeblichkeit von Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren auf die Routenwahl anhand von Use Cases

Als Grundlage für die erste Auswahl der Use Cases diente die von der Statistik Austria veröffentlichte Güternomenklatur NST/R 2007, die eine Kategorisierung der Gütergruppen AT in 10 Kapitel beinhaltet. Als Use Cases wurden jene vier Gütergruppen ausgewählt, deren Anteil an der Gesamttransportleistung in Österreich am größten ist (siehe Tabelle 25). Die übrigen Gütergruppen wurden bei der Betrachtung der Use Cases aufgrund des geringen Anteils der Transportleistung nicht detailliert betrachtet.

Tabelle 25: Gütergruppen AT nach Güternomenklatur NST 2007

Gütergruppen AT nach Güternomenklatur NST 2007	Anteil an Gesamttransportleistung	Beispiel
9 Fahrzeuge, Maschinen, sonstige Halb- und Fertigwaren sowie besondere Transportgüter	30%	Werksverkehr zu Montagestandorten, Fertigungsstellen, Fabriken KEP-Dienste
6 Steine und Erden und Baustoffe	27%	Baustellentransport
0 Land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse und lebende Tiere	16%	Tier- und Milchtransport
1 Andere Nahrungs- und Futtermittel	14%	Anlieferung Supermarktketten Futtermittelanlieferung
3 Erdöl, Mineralölerzeugnisse	4%	Tankstellenlieferanten
5 Eisen, Stahl und NE-Metalle (einschl. Halbzeug)	4%	Stahltransporte zu Montagestandorten, Fertigungsstellen, Fabriken und Baustellen
8 Chemische Erzeugnisse	3%	Transporte zu Montagestandorten, Fertigungsstellen und Fabriken
4 Erze und Metallabfälle	1%	Schrotttransport
7 Düngemittel	< 1%	Anlieferung Landwirtschaft
2 Feste mineralische Brennstoffe	< 1%	-

blau: entfallen aufgrund des geringen Anteils der Transportleistung für die detaillierte Betrachtung

Quelle: Statistik Austria, 2015a online

Für jeden der vier Use Cases wurden Verkehrsart (z.B. Quell- und Zielverkehr), Raumtyp (z.B. regional) und Kategorisierung in Fern- oder Nahverkehr angeführt. Im Rahmen der inhaltlichen Projektbearbeitungen erfolgte eine Revision der Use Cases, da davon ausgegangen werden kann, dass generelle Entscheidungskriterien unabhängig vom Transportgut zur Anwendung kommen und das Transportgut nach Durchlaufen der generellen Entscheidungskriterien keinen wesentlichen Einfluss mehr auf die Routenwahl im Straßengüterverkehr hat.

Folgende Entscheidungskriterien werden aus Sicht der an der Formulierung der handbuchtuglichen Empfehlungen als maßgebend für die Routenwahl in Österreich verantwortlichen Beteiligten empfunden:

- Verfügbare Zeit bzw. Zeitslots (Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit)
- Kürzeste Entfernung
- Mautkosten
- Fahrzeug- oder ladungsabhängige Faktoren (Sondertransporte)
- Erfahrungswerte der FahrerInnen (.z.B. Verkehrssituationen in Spitzenzeiten)

Folgende Einflussfaktoren werden aus Sicht der PraxispartnerInnen als maßgebend für die Routenwahl empfunden:

- Extern:
  - gesetzliche Rahmenbedingungen z.B. Zufahrtsbeschränkungen, Parkplätze und Ruhepausen
  - Anforderungen der KundInnen, Restriktionen seitens EmpfängerIn/ VerladerIn
  - Typ der Dienstleistung- bzw. Warenwert (z.B. Premiumdienste)
  - Überlastungen/ Stau, Retourwaren bzw. Rücktransporte
- Intern:
  - Switchpoints (Definition siehe Kapitel 1.4) und Unternehmensstandorte
  - Güterarten (z.B. Linienverkehr)
  - Schadstoffklassen der Lkw

Die finalen Use Cases orientieren sich an Dienstleistungsprodukten, wodurch das Spektrum an diversen Transportarten besser abgedeckt werden kann. Die Use Cases, mithilfe derer die festgelegten Einflussfaktoren und Entscheidungskriterien auf ihre Gültigkeit geprüft werden, sind:

- FTL (Full Truck Load)
- LTL (Less Than Truckload)
- Zulieferverkehr Supermarkt
- Zulieferverkehr Automobilwerk Just-in-Time
- Linienverkehr
- Premium-Produkte
- Tiertransport
- Futtermitteltransport
- Betonanlieferung
- KEP-Dienst

Die folgenden Tabellen (Tabelle 26 und Tabelle 27) zeigen die Maßgeblichkeit der Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren für die Routenwahl anhand dieser Use Cases.

**Tabelle 26: Maßgeblichkeit der Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren für die Routenwahl anhand von Use Cases (Differenzierung der Use Cases nach ausgewähltem Verkehrszweck und temporalem Muster), Teil 1**

Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren	FTL - Full Truck Load im internationalen Verkehr		LTL - Less Than Truckload im internationalen Verkehr		Zulieferung Supermarkt im regionalen Verkehr		Zulieferverkehr Automobilwerk im internationalen Verkehr		Liniendienste im internationalen Verkehr	
Zwangspunkte	-	Entscheidung der Disponenten Komplettladung angepasst an den konkreten Bedarf Konkrete Q-Z Verbindung ohne Zwangspunkte	X	Entscheidung in Abhängigkeit des aktuellen Transportbedarfs entlang der Strecken	X	Entscheidung in Abhängigkeit der zu beliefernden Standorte	X	Entscheidung der Disponenten Komplettladung angepasst an den konkreten Bedarf Konkrete Q-Z Verbindung ohne Zwischenpunkte	-	Konkrete Q-Z Verbindung mit entsprechenden Terminalabfolgen (Zwischenpunkte)
Externe, für Unternehmen und FahrerInnen nicht veränderbare Rahmenbedingungen	X	Routenwahl auf internationaler Ebene mit Wahlmöglichkeiten	X	Routenwahl auf internationaler Ebene mit Wahlmöglichkeiten	X	Routenwahl in Abhängigkeit der lokalen Reglementierungen	X	Routenwahl auf internationaler Ebene mit Wahlmöglichkeiten	X	Liniendienst wird aufgrund der Terminalabfolgen festgelegt
Restriktionen (Gebote, Verbote, Einschränkungen, Beschränkungen)	-	Routenwahl auf internationaler Ebene mit Wahlmöglichkeiten	-	Routenwahl auf internationaler Ebene mit Wahlmöglichkeiten	X	Routenwahl in Abhängigkeit der lokalen Reglementierungen	-	Routenwahl auf internationaler Ebene mit Wahlmöglichkeiten	-	Routenwahl auf internationaler Ebene mit Wahlmöglichkeiten
Schnellste Route	-	nicht zwangsläufig erforderlich, in der Regel Vorgabe an den Kunden	-	nicht zwangsläufig erforderlich	-	nicht möglich aufgrund der Zielabfolge	X	Vorgaben für Just-In-Time Lieferungen	-	nicht möglich aufgrund der Zielabfolge
Billigste Route im Sinne von Mautkosten	X	ist maßgebend da Gewinnmaximierung unter vorgegebenen Rahmenbedingungen möglich ist	X	ist maßgebend da Gewinnmaximierung unter vorgegebenen Rahmenbedingungen möglich ist	-	nicht möglich aufgrund der Zielabfolge	-	nicht möglich aufgrund der Vorgaben	-	nicht möglich aufgrund der Zielabfolge
Baustellen und planmäßige Straßensperren	-	Routenwahl auf internationaler Ebene mit Wahlmöglichkeiten	-	aus wirtschaftlicher Sicht nicht tragbar, wenn dadurch Transportaufträge entfallen	X	Entscheidungshilfe zur Planung der zu beliefernden Standorte	X	Entscheidungshilfe zur Planung der zu beliefernden Standorte	X	Entscheidungshilfe zur planmäßigen Durchführung der Dienste
Straßengeometrie wie u.a. Neigung	X	Routenwahl auf internationaler Ebene – Optimierungspotenzial vor Fahrtantritt	-	aus wirtschaftlicher Sicht nicht tragbar, wenn dadurch Transportaufträge entfallen	-	nicht möglich aufgrund der Zielabfolge	-	nicht möglich aufgrund der Vorgaben	-	nicht möglich aufgrund der Zielabfolge
Kürzeste Route	-	nicht zwangsläufig erforderlich	X	aus wirtschaftlicher Sicht nicht tragbar, wenn dadurch Transportaufträge entfallen	-	nicht möglich aufgrund der Zielabfolge	X	Vorgaben für Just-In-Time Lieferungen	-	nicht möglich aufgrund der Zielabfolge
Möglichkeit der Ableitung einer "Praktikablen Route"		Auf Basis verfügbarer Daten gut abbildbar		Mix aus unterschiedlichen Motiven – nur bedingt abbildbar		Mix aus unterschiedlichen Motiven – nur bedingt abbildbar		Mix aus unterschiedlichen Motiven – nur bedingt abbildbar		Auf Basis verfügbarer Daten gut abbildbar

Legende: X ... maßgebend; - ... nicht maßgebend

Erläuterung „mit Wahlmöglichkeiten“: es stehen mehrere Routen auf Basis der verfügbaren Terminals, Zwischenziele, Switchpoints und weiteren Rahmenbedingungen zur Verfügung

Die obige Tabelle zeigt, dass lediglich zwei der fünf nach Verkehrszweck und temporalem Muster definierten Use Cases bereits im Bestand gut abbildbar sind. Für die restlichen Use Cases sind zusätzliche Datengrundlagen erforderlich, da bei der Routenwahl in Mix aus unterschiedlichen Motiven maßgebend ist, deren Nachbildung auf Basis derzeitig verfügbarer Informationen nicht detailliert möglich ist.



**Tabelle 27: Maßgeblichkeit der Entscheidungskriterien Einflussfaktoren für die Routenwahl anhand von Use Cases (Differenzierung der Use Cases nach ausgewählten Gütergruppen), Teil 2**

Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren	Premium-Produkte im internationalen Verkehr	Tiertransport im regionalen Verkehr	Futtermitteltransport im internationalen Verkehr	Betonanlieferung im regionalen Verkehr	KEP-Dienst im regionalen Verkehr
Zwangspunkte	X Konkrete Vorgaben bezüglich der Tour und Zwischenstopps	- Entscheidung der Disponenten Komplettladung angepasst an den konkreten Bedarf Konkrete Q-Z Verbindung ohne Zwischenpunkte	- Entscheidung der Disponenten angepasst an den konkreten Bedarf Konkrete Q-Z Verbindung ohne Zwischenpunkte	- Entscheidung angepasst an den konkreten Bedarf Konkrete Q-Z Verbindung ohne Zwischenpunkte	X Entscheidung in Abhängigkeit des aktuellen Transportbedarfs entlang der Strecken
Externe, für Unternehmen und FahrerInnen nicht veränderbare Rahmenbedingungen	X Liniendienst wird aufgrund der Terminalabfolgen festgelegt	X Routenwahl in Abhängigkeit der lokalen Reglementierungen	X Routenwahl auf internationaler Ebene mit Wahlmöglichkeiten	X Routenwahl in Abhängigkeit der lokalen Reglementierungen	X Routenwahl in Abhängigkeit der lokalen Reglementierungen
Restriktionen (Gebote, Verbote, Einschränkungen, Beschränkungen)	- Routenwahl auf internationaler Ebene mit Wahlmöglichkeiten	- Routenwahl in Abhängigkeit der lokalen Reglementierungen	- Routenwahl auf internationaler Ebene mit Wahlmöglichkeiten	X Routenwahl in Abhängigkeit der lokalen Reglementierungen	X Routenwahl in Abhängigkeit der lokalen Reglementierungen
Schnellste Route	- nicht zwangsläufig erforderlich	X Kurze Transportzeiten	- nicht zwangsläufig erforderlich	X Kurze Transportzeiten	- nicht zwangsläufig erforderlich
Billigste Route im Sinne von Mautkosten	- nicht zwangsläufig erforderlich	- nicht zwangsläufig erforderlich	X ist maßgebend da Gewinnmaximierung unter vorgegebenen Rahmenbedingungen möglich ist	- nicht zwangsläufig erforderlich	- nicht zwangsläufig erforderlich
Baustellen und planmäßige Straßensperren	- nicht zwangsläufig erforderlich	X Entscheidungshilfe zur planmäßigen Durchführung der Dienste	- nicht zwangsläufig erforderlich	- nicht zwangsläufig erforderlich	- aus wirtschaftlicher Sicht nicht tragbar, wenn dadurch Transportaufträge entfallen
Straßengeometrie wie u.a. Neigung	- nicht zwangsläufig erforderlich	- nicht zwangsläufig erforderlich	X ist maßgebend da Gewinnmaximierung unter vorgegebenen Rahmenbedingungen möglich ist	- nicht zwangsläufig erforderlich	- aus wirtschaftlicher Sicht nicht tragbar, wenn dadurch Transportaufträge entfallen
Kürzeste Route	- nicht zwangsläufig erforderlich	- nicht zwangsläufig erforderlich	- nicht zwangsläufig erforderlich	- nicht zwangsläufig erforderlich	- nicht zwangsläufig erforderlich
Möglichkeit der Ableitung einer "Praktikablen Route"	Mix aus unterschiedlichen Motiven – nur bedingt abbildbar	Auf Basis verfügbarer Daten gut abbildbar	Auf Basis verfügbarer Daten gut abbildbar	Auf Basis verfügbarer Daten gut abbildbar	Mix aus unterschiedlichen Motiven – nur bedingt abbildbar

Legende: X ... maßgebend; - ... nicht maßgebend

Erläuterung „mit Wahlmöglichkeiten“: es stehen mehrere Routen auf Basis der verfügbaren Terminals, Zwischenziele, Switchpoints und weiteren Rahmenbedingungen zur Verfügung

Jene Faktoren, die bereits vor Fahrtantritt bekannt sind und in jedem Fall eine Basis für die Routenwahl darstellen (z.B. Restriktionen, Straßengeometrie, Baustellen) sind bei der Summierung der relevanten Entscheidungskriterien zur Ableitung einer „praktikablen Route“ nicht miteinberechnet, da sie in jedem Fall für alle betrachteten Use Cases eine hohe Relevanz aufweisen.

Anhand der betrachteten Use Cases ist erkennbar, dass einzelne Transportarten unter Berücksichtigung der verfügbaren Datengrundlagen in Modellen bereits jetzt gut abbildbar sind. Bei hohem Einfluss von externen Rahmenbedingungen sind zusätzliche Datengrundlagen erforderlich, damit eine validierte Abbildbarkeit in Modellen erreicht werden kann.

### 4.3 Qualitätssicherung von Methoden zur Übersetzung in Verkehrsnachfragemodelle

Wie bereits in Kapitel 4.1. dargestellt, wird der Güterverkehr in makroskopischen Modellen meist nur untergeordnet in Form von Prozentansätzen des Gesamtverkehrs berücksichtigt, da die Kostenfunktion schlicht nicht bekannt ist. Zudem klassifizieren gängige Modelle den Straßengüterverkehr lediglich nach wenigen Fahrzeugkategorien. Dies ist allerdings zu ungenau, um die Routenwahl des Straßengüterverkehrs der Realität entsprechend in Widerstandsparameter für Modelle zu übersetzen. Besonders groß sind die Unsicherheiten im untergeordneten Netz und im Zubringernetz zum A+S-Netz.

Derzeit sind keine konkreten Forschungsvorhaben bekannt, die sich der analytischen Ausprägung sowie empirischen Überprüfung und Absicherung einer sowohl allgemein anwendbaren als auch für Verkehrsnachfragemodelle geeigneten Kostenfunktion widmen.

Aktuell bemüht man sich vor allem um die bessere Kalibrierung der Modelle sowie durch ein etwa in UVP-Bescheiden immer häufiger vorgeschriebenes Monitoring eine gute empirische Datenbasis zu haben, um die Modellqualität zu verbessern.

Durch die Kalibrierung von Verkehrsnachfragemodellen soll die Qualität, Genauigkeit, Abbildungs- und Ergebnisplausibilität erhöht werden. Das Ziel ist nicht nur die bestmögliche Genauigkeit des Modells, sondern auch eine nachvollziehbare Dokumentation des Prozesses der Verkehrsnachfragemodellierung. (Sammer et al., 2010, S.26ff.)

Im Folgenden soll ein Überblick über verschiedene Methoden zur Kalibrierung und Validierung von Verkehrsnachfragemodellen gegeben werden.

#### Indikator Reiseweite bzw. Reisezeit: Mittelwert, Streuung, Schiefe und Koinzidenz-Verhältnis

Durch die Berechnung von Mittelwert, Streuung und Schiefe von modellierter und erhobener Reiseweiten bzw. Reisezeitenverteilung und dem Vergleich der Ergebnisse kann überprüft werden, ob die Verteilung der Verkehrsnachfrage im Modell valide abgebildet ist. Voraussetzung für die Ermittlung ist die Verfügbarkeit und Vergleichbarkeit von erhobenen Daten zu Reiseweite und Reisezeit.

Das Ziel im Rahmen der Qualitätssicherung ist die größtmögliche Übereinstimmung der berechneten Kennwerte von erhobener und modellierter Reiseweite. Die bei Sammer et al., 2010, S.104 angeführte Beurteilung „sehr gute Übereinstimmung“ liegt bei unter 15% der maximalen Abweichung aller drei Kennwerte, für eine Abweichung unter 30% lautet die Beurteilung „vertretbare Abbildungsqualität“. (Sammer et al., 2010, S.104)

Kennwerte	Reiseweite		
	erhoben	modelliert	
	absolut	absolut	relative Differenz zur modellierten Verteilung
Mittelwert	13,6	17,2	26,5%
Standardabweichung	27,2	22,9	-15,8%
Schiefe	9,8	8,2	-16,3%

Abbildung 10: Beispiel für den Vergleich (Mittelwert, Standardabweichung, Schiefe) von erhobener und modellierter Reiseweite

Quelle: Sammer et al., 2010, S.104 (absolut-Angaben in [km])

Als weiterer Indikator für die Übereinstimmung von erhobenen und modellierten Verteilungen (z.B. von Reisezeit- und Reiseweiten) kann das Koinzidenz-Verhältnis berechnet werden (siehe Abbildung 10). (Sammer et al., 2010, S.104)

$$KV_{mbV} = \sum_k RH_{\min, k} [-]$$

Abbildung 11: Berechnung des Koinzidenz-Verhältnisses von erhobener und modellierter Reiseweiten- bzw. Reisezeitenverteilung

Quelle: Sammer et al., 2010, S.105

- $KV_{mbV}$  Koinzidenz-Verhältnis von modellierter und beobachteter Verteilung
- $RH_{\min, k}$  kleinerer Wert der relativen Häufigkeit beider Entfernungsklassen k
- k Anzahl der Entfernungsklassen; für stetige Verteilungen wird die Klassenanzahl mit 50 empfohlen

Das Ergebnis der Berechnung des Koinzidenz-Verhältnisses liegt zwischen 0 und 1,0. Ein Wert von 1,0 bedeutet die komplette Übereinstimmung von erhobener und modellierter Verteilung und stellt das Optimum dar. Ein Wert von 0 bedeutet, dass es keine Übereinstimmung zwischen den beiden Verteilungen gibt. Das Koinzidenz-Verhältnis kann auch

relativ ausgedrückt werden, der Wert gibt dann die Übereinstimmung der Verteilungen in Prozent an. (Sammer et al., 2010, S.104)

Einfluss auf das Ergebnis des Koinzidenz-Verhältnisses hat die Anzahl der Entfernungsklassen, die durch die Festlegung der Klassenbreiten von Reiseweite bzw. Reisezeit gesteuert werden. Je kleiner die Klassenbreiten und infolge dessen größer die Anzahl der verwendeten Klassen sind, desto geringer werden die Übereinstimmung und das Koinzidenz-Verhältnis. Um die Vergleichbarkeit innerhalb eines Verkehrsmodells sicherzustellen, ist eine standardisierte Festlegung von Klassenanzahl und Klassenbreite notwendig. (Sammer et al., 2010, S.104)

Bei Sammer et al., 2010, S.104 wird die Festlegung folgender Standards vorgeschlagen:

- Verkehrsmodell-Anwendung mit hauptsächlich „Ballungsraumverkehr im Nahverkehrsbereich“: Klassenbreite 2 km für Fahrtweiten und 5 Minuten für Fahrtzeiten
- Verkehrsmodell-Anwendung mit hauptsächlich „regionaler und Fernverkehr“: Klassenbreite 5 km für Fahrtweiten und 10 Minuten für Fahrtzeiten

**GEH-Qualitätsindikator**

Der GEH-Qualitätsindikator ist eine dem Chi-Quadrat Test ähnliche, mathematische Formel, mithilfe der die Qualität der Anpassung eines Modells dargestellt werden kann. Dabei werden die modellierten Verkehrsstärken einzelner Relationen den gemessenen Verkehrsstärken gegenübergestellt. Die Berechnungen liefern einen Wert, der einzelnen vordefinierten Ausprägungsbereichen gegenübergestellt wird, die eine sehr gute, brauchbare bzw. nicht akzeptable Qualität repräsentieren.

Wenn der GEH<sub>i</sub>-Wert einer Kontrollzählstelle j unter 5,0 liegt, dann ist die Qualität der modellierten Verkehrsstärke als sehr gut zu bezeichnen, wenn der Wert zwischen 5,0 und 10,0 liegt, so ist die Qualität des Ergebnisses als brauchbar einzustufen und wenn der Wert größer als 10,0 ist, dann ist die modellierte Verkehrsstärke Qualität der modellierten Verkehrsstärke nicht akzeptabel bzw. deutet das Ergebnis auf eine hohe Abweichung zwischen modellierten und beobachteten Verkehrsstärken hin. Für die Beurteilung der Genauigkeit eines gesamten Modells nach den angeführten Ausprägungsbereichen (< 5,0; 5,0 > 10,0; > 10,0) werden 85% der am besten übereinstimmenden modellierten und beobachteten Verkehrsstärken der insgesamt verfügbaren Kontrollzählstellen verwendet. Das bedeutet, dass 85% der Kontrollzählstellen im Bereich mit guter Qualität (GEH<sub>i</sub> < 5,0) liegen sollen, damit eine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen modellierten und beobachteten Verkehrsstärken gegeben ist. (Sammer et al., 2010, S.107f und Feldman, 2012, S.1)

$$GEH_i = \left[ \frac{2(V_{m,i} - V_{b,i})^2}{V_{m,i} + V_{b,i}} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Abbildung 12: Formel zur Ermittlung des GEH-Qualitätsindikators

Quelle: Sammer et al., 2010, S.108

GEH <sub>i</sub>	Qualitätsindikator der Zählstelle j	
V <sub>m,i</sub>	modellierte Verkehrsstärke an der Kontrollzählstelle i	
V <sub>b,i</sub>	beobachtete Verkehrsstärke der Kontrollzählstelle i	
Beurteilungsskala GEH <sub>i</sub> :	< 5,0	sehr gute Qualität
	5,0 - 10,0	brauchbare Qualität
	> 10,0	nicht akzeptable Qualität

**Qualitätssicherung für die Anwendung von Verkehrsnachfragemodellen und Verkehrsprognosen (QUALIVERMO)**

Das Ziel des Projekts QUALIVERMO, das von der ASFINAG und vom bmvit in Auftrag gegeben wurde, war die Erstellung eines standardisierten, von der Fachwelt akzeptierten Konzepts für das Qualitätsmanagement und die Qualitätssicherung für Anwendungen von Verkehrsnachfragemodellen und Verkehrsprognosen. Die Einführung von Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement im Bereich von Verkehrsnachfragemodellierung und Verkehrsprognosen soll einerseits zu höherer Qualität führen, andererseits durch Definition von Qualitätsstandards und Qualitätsindikatoren für mehr Transparenz (Vermeidung von „Black-Box-Anwendungen“) und Wettbewerbsfairness sowie insgesamt zu einer Hebung des Stellenwerts und des Bewusstseins für Qualitätsmanagement sorgen. Im Rahmen des Projekts wurden standardisierte Qualitätsindikatoren sowie Arbeitsschritte für ein prozessbegleitendes Qualitätsmanagement und eine damit verbundene Qualitätssicherung entwickelt. (Sammer et al., 2010, S.10)

Im Rahmen des Projekts QUALIVERMO wurde das entwickelte Verfahren für die Qualitätssicherung und das Qualitätsmanagement anhand von Fallstudien getestet und abschließend wurde ein Merkblattvorentwurf für ein standardisiertes Qualitätsmanagement verfasst (Sammer et al., 2010, S.10). Die im Merkblattvorentwurf angeführten Arbeitsschritte können grundsätzlich bei allen Verkehrsnachfragemodellen und Verkehrsprognosen des makroskopischen Bereichs zur Modellierung der Verkehrsnachfrage in Wegenetzen zur Anwendung kommen (Sammer et al., 2010, S.20). Genauere Aussagen zur Anwendung der Projektergebnisse und des Merkblatts konnten zum Zeitpunkt der Berichterstellung nicht bereitgestellt werden.

## **Weiterführung des Merkblattentwurfs und Fertigstellung der RVS zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen und Verkehrsprognosen**

Auf die Ergebnisse des Projekts QUALIVERMO bezugnehmend wurde festgelegt, dass im Jahr 2016 durch den Arbeitsausschuss Verkehrsnachfrage der Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr in Zusammenarbeit mit den Deutschen und Schweizerischen Schwestervereinen ein Merkblatt für die RVS 02.01.31 erarbeitet wird. Inhaltlich soll das Merkblatt als Hilfsmittel für die konkrete Anwendung dienen, der Fokus soll auf der praktischen Anwendung zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen und Verkehrsprognosen liegen. (Herry, 2015, S.771)

### **Software for Quality Assurance for Traffic Modelling and Prediction (SQUATRA)**

Aufbauend auf dem Projekt QUALIVERMO wurde das Austrian Institute of Technology (AIT) mit dem Forschungsprojekt SQUATRA beauftragt. Die in QUALIVERMO angeführten Maßnahmen (Berechnung der Qualitätsindikatoren etc.) zur Qualitätssicherung erfordern ohne Softwareunterstützung einen großen Aufwand. Das Ziel von SQUATRA ist es daher, eine neutrale Softwareapplikation zu entwickeln, die die im Projekt QUALIVERMO entwickelten Qualitätsindikatoren in standardisierter Form aus dem Output von am Markt vorhandenen Verkehrsmodellierungsprogrammen ermittelt. Die im Projekt QUALIVERMO festgelegten Maßnahmen zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen und Verkehrsprognosen beinhalten die vollständige Dokumentation aller Stufen der Modellbildung, der verwendeten Daten und getroffenen Annahmen sowie die Berechnung von Indikatoren des Qualitätsmanagements für Verkehrsnachfragemodellanwendungen (Prozentuale Wurzel der mittleren Abweichung PWA, Konfidenzintervall etc.). Diese Qualitätssicherungsmaßnahmen soll das für das Forschungsprojekt SQUATRA entwickelte Tool großteils automatisiert beinhalten. Im ersten Schritt ist die Software auf die Verkehrsmodellierungsprogramme PTV Visum und MATSim zugeschnitten, in Zukunft soll die Möglichkeit bestehen, das Tool so anzupassen, dass auch der Output anderer Verkehrsmodellierungsprogramme verarbeitet werden kann. (Herry, 2015, S.771f)

## 5. Trends im Straßengüterverkehr mit Relevanz für die Routenwahl

Veränderungen in der Struktur und Menge KonsumentInnen-Nachfrage wie z.B. durch E-Commerce und der damit verbundene Umbruch des (Straßen-)Güterverkehrs wird in derzeit verwendeten Straßengüterverkehrsmodellen nicht berücksichtigt. Trends, im Sinne von technologischen Entwicklungen, die sich möglicherweise auf die Routenwahl im Straßengüterverkehr auswirken werden, bewegen sich vor allem im Bereich der JIT-Zustellung bzw. Same Day Delivery sowie im Bereich des Einsatzes von automatisierten und umweltschonenden Fahrzeugen bzw. Fahrten (u.a. Platooning, Hybrid-Lkw).

Ein weiterer Trend sind die insgesamt höheren Frachtvolumina bei abnehmendem Volumen pro Sendung. Das bedeutet, dass die Anzahl an Sendungen, welche kommissioniert, verpackt und verschickt werden, stark zunimmt. In diesem Zusammenhang wird es deutliche Unterschiede zwischen Nahverkehr und Fernverkehr geben, belastbares Zahlenmaterial dazu liegt derzeit nicht vor. Des Weiteren steigt nicht nur der Anteil an Sendungen durch E-Commerce, sondern auch die Rücksendung von Waren deutlich an. Für Logistkdienstleister ergeben sich dadurch neue Geschäftsfelder und damit möglicherweise auch neue Chancen sowie Limitierungen hinsichtlich der Routenwahl. Tabelle 28 stellt stichwortartig die berücksichtigten Trends und Entwicklungen im Straßengüterverkehr dar.

Tabelle 28: Short Facts zum Ausblick und Trends

- 1) **Platooning und Hybrid-Lkw mit Oberleitung** als maßgebender Faktor für die Wahl von (Teil-)Routen im A+S-Netz
- 2) **Augmented Reality** zur effizienteren Abwicklung von Waren im Lager, aber auch auf der Straße → Verfügbarkeit von und Zugänglichkeit zu Verkehrs- bzw. Tourenplanungsinformationen
- 3) Das Geschäftsmodell der **Same Day Delivery** kann einerseits sehr kurzfristige Routenänderungen und andererseits Just-in-time-Zustellungen mit kurzem Planungshorizont für die Routenwahl bedingen
- 4) **Umweltorientierung** und Kommittent zur **nachhaltigen Supply-Chain** von Unternehmen zielen auf die Wahl der umweltfreundlichsten Route ab und tragen so zu den gesellschafts- und umweltpolitischen Zielsetzung der Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bei
- 5) Etablierung der **Sharing-Economy** und Kombination von privaten und kommerziellen Fahrten im Bereich des Straßengüterverkehrs mit der Zielsetzung zur Kosten- und Schadstoffeinsparung

Die gegenwärtigen und teils sehr schnelllebigen Betreiber- bzw. Geschäftsmodelle, die zum größten Teil in der Privatwirtschaft ihren Ursprung haben und den jeweiligen AnbieterInnen (z.B. Amazon, DHL, UPS) zur Marktführerschaft verhelfen, beeinflussen nicht nur direkt (z.B. Einsatz von unternehmensinternen Zustelloptionen oder Routensuchalgorithmen) sondern auch indirekt das Transportaufkommen im Straßengüterverkehr und in gewisser Weise auch die Routenplanung bzw. -wahl. KundInnen werden laufend mit neuartigen Liefer- bzw. Zustelloptionen und einer (teils sehr individualisierten) Optimierung des Services konfrontiert und nutzen diese Angebote (verständlicherweise) zu ihren Gunsten und zur Befriedigung ihrer individuellen Bedürfnisse (u.a. Bequemlichkeit, Zeiteinsparung). Daneben versuchen auch Logistiker ihre unternehmensinternen Prozesse so zu optimieren, dass diversen Ansprüchen wie Kostenminimierung oder Minimierung der Umweltbelastungen mit geeigneten Lösungen genügt werden kann. Durch den Einsatz unterschiedlicher (Transport-)Technologien versuchen Unternehmen Prozesse zu optimieren und die Marktführerschaft auszubauen bzw. zu halten.

Die ausgewählten Trends werden im Folgenden kurz beschrieben und in den jeweiligen Tabellen deren möglicher Einfluss auf die Routenwahl sowie dahingehende Implikationen auf die Kostenfunktion im Straßengüterverkehr dargestellt. Es wird nicht näher auf die Auswirkungen von Trends und Entwicklungen auf die Veränderung im Bereich der Verkehrserzeugung bzw. Verkehrsverteilung eingegangen.

Bei einem der ausgewählten Trends im Bereich des Straßengüterverkehrs handelt es sich um Platooning, dem teilautonomen Fahren in einer Kolonne von und für Lkw im A+S-Netz. Ziel ist es, dass Lkw möglichst dicht hintereinander fahren, um die Kapazitäten auf der Straße zu erhöhen und möglichst im Windschatten zu fahren, sodass weniger Treibstoff verbraucht und weniger Schadstoffe ausgestoßen werden (Pluta, 2016 online). Um Unfälle zu vermeiden, kommunizieren im Anwendungsfall Platooning die Lkw über GPS, WLAN sowie Assistenzsystemen für autonomes Fahren miteinander, wobei der erste Lkw in der Kolonne das sogenannte Führungsfahrzeug ist und Richtung sowie Geschwindigkeit bestimmt (Pluta, 2016 online). Diese Form des Transportes beeinflusst insofern die Routenwahl, als Routen dann nicht mehr dem schnellsten oder kürzesten Weg folgen, sondern eine Route durch die Verfügbarkeit und Abstimmung von Platooning-Kolonnen determiniert ist. Ähnliches gilt für den Hybrid-Lkw, welcher u.a. an eine Oberleitung gebunden ist und mit Hilfe alternativer Antriebstechnologien unterwegs ist. Hierzu finden derzeit Testbetriebe in u.a. Deutschland, Schweden und den USA statt. Weitere Informationen zu beiden genannten Beispielen können Tabelle 29 entnommen werden.

Tabelle 29: Trend 1) „Platooning und Hybrid-Lkw“

Ausgewählte Entwicklungen und Trends mit Anwendungsbeispiel	Einfluss auf die Routenwahl	Bedeutung für Kosten-/ bzw. Widerstandsfunktion
Halb- und Vollautomatisierung des Fahrtbetriebs im A+S-Netz am Beispiel <b>Platooning</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsparungen im Bereich der Energiekosten wahrscheinlich und daher Adaptierung der Routenwahl an Platooning-taugliche Infrastrukturen bzw. Fahrzeuge</li> <li>- Routing nur auf zertifizierten bzw. genehmigten Strecken/Korridoren und somit für das Modell leicht nachvollziehbar</li> <li>- Ruhezeiten während Fahrtbetrieb bei Eintreten von Stufe 4 Vollautomatisierung des Fahrtbetriebs (von Lkw) und Entfall des Einflussfaktors Rastplätze (Adaptierung des Kraftfahrzeuggesetzes im Anlauf, derzeit noch nicht hinsichtlich des teilautomatisierten Betriebs adaptiert)</li> <li>- Anpassung von Route an Platooning-Optionen im Straßenverkehrsnetz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsparung der Energiekosten</li> <li>- (vorerst) keine Einsparung bei Personalkosten i.S. der Überbrückung von Ruhezeiten während des Fahrtbetriebs</li> </ul>
Alternative Antriebstechnologien am Beispiel von <b>Hybrid-Lkw mit Oberleitung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfluss auf Routenwahl ähnlich wie bei Eco-Routing → Umwelt- sowie Energieeinsparungsaspekte stehen im Vordergrund</li> <li>- Gefahren wird dort, wo Oberleitung zur Verfügung steht</li> <li>- In Österreich derzeit (noch) nicht relevant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relevant i.S. der fahrleistungsabhängigen Energiekosten sowie der Minimierung externer, negativer Effekte auf die Umwelt</li> </ul>

Neben der Infrastruktur bzw. den straßenseitigen Rahmenbedingungen sind auch Technologien, die sich direkt im Fahrzeug befinden, wie beispielsweise Augmented Reality von Relevanz für Transportunternehmen bzw. beim Routing dienlich. Durch den Einsatz von Augmented-Reality-Technologien versucht man in der Logistik Produktions- und Zustellungsprozesse besser zu koordinieren und schließlich zu optimieren. Im Rahmen eines Pilotbetriebs in den Niederlanden den Einsatz von Augmented Reality Applikationen (hier: Brillen) bei der logistischen Abwicklung von Paketsendungen (DHL Customer Solutions & Innovation, 2016, S.3). Im Pilotbetrieb erzielte man eine 25-prozentige Effizienzsteigerung und eine geringere Fehlerquote bei der Abwicklung von Paketen („Vision Picking“) im Warenlager (DHL International GmbH, 2015 online). Derartige Brillen können unter Einhaltung entsprechender Verkehrssicherheitsaspekte auch während einer Fahrt zum Erhalt aktueller Verkehrsinformationen oder Routenangaben eingesetzt werden (weitere Informationen siehe Tabelle 30). Anders als bei herkömmlichen Navigationsgeräten ermöglichen Augmented-Reality-Technologien in Form von Heads-up-Lösungen den Blick auf das Straßengeschehen beizubehalten und mindern somit das Unfallrisiko (durch Ablenkung). Im Zuge der Routenwahl ermöglicht die Echtzeitergänzung von zusätzlichen Informationen beispielweise die bessere Planbarkeit von Fahrten sowie Lade- oder Parkaufenthalt (u.a. Weitergabe von Lade- bzw. Parkinformationen über Augmented-Reality-fähige Geräte).

**Tabelle 30: Trend 2) „Augmented Reality“**

Ausgewählte Entwicklungen und Trends mit Anwendungsbeispiel	Einfluss auf die Routenwahl	Bedeutung für Kosten-/ bzw. Widerstandsfunktion
Effizientere Abwicklung von Sendungen im Warenlager bzw. auf der Straße am Beispiel „ <b>Augmented Reality</b> “	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfügbarkeit von Echtzeitinformationen und raschere Reaktionsfähigkeit im Falle von Stau, Unfall, Überlastung, Straßensperren durch die Verfügbarkeit von Augmented-Reality-Anzeigen</li> <li>- Von der Funktionsweise her ähnlichen Einfluss auf das Routenwahlverhalten wie Navigationsgeräte</li> <li>- möglicherweise schnellere Adaptionfähigkeit an „reale Umstände“ durch Echtzeit-Beobachtung der realen Umwelt und Einspeisung in das Informationssystem</li> <li>- Einsatz mittels Brillen für FahrerInnen bzw. alternativ als Projektion auch auf die Windschutzscheibe (Straight, 2014 online) außerhalb des Sichtfeldes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsparung bei den fahrzeitabhängigen Kosten wie u.a. Fahrpersonalkosten</li> <li>- Einsparung bei den fahrleistungsabhängigen Kosten wie u.a. Energiekosten durch rechtzeitige Verfügbarkeit von Verkehrsinformationen → Reisezuverlässigkeit als Widerstandsparameter im Verkehrsmodell und Kostenkomponente</li> </ul>

Im Bereich der Zustellung und Abholung von Gütern setzt man vor allem im KEP-Bereich immer mehr auf eine kurzfristig plan- und durchführbare Abwicklung. Amazon bietet für seine Amazon Prime Kunden eine kostenlose Same Day Delivery in ausgewählten Metropolregionen, in Berlin sogar ein einstündiges Lieferfenster für (ausgewählte) Lebensmittel bzw. „frische“ Produkte. Die Nachfrage nach Same-Day-Delivery-Zustellung hält sich entsprechend einer Umfrage in Deutschland im April 2016 noch in Grenzen: 13% der 1.001 Befragten haben Same Day Delivery schon genutzt, 87% haben diesen Dienst noch nie genutzt (Statista, 2016 online). Als die drei ausschlaggebendsten Begründungen gegen die Nutzung von Same Day Delivery nennen die Befragten, dass normale Lieferzeiten ausreichend seien, eine Same Day Delivery zu teuer sei sowie ausreichend stationäres Angebot zur Verfügung stehe (Statista, 2016 online). Nichtsdestotrotz häufen sich bereits jetzt die Angebote von Unternehmen, insbesondere in urbanen Räumen in sehr kurzfristigen Zeitspannen Güter zuzustellen. Für die Routenwahl bedeutet dies konkret, dass die planmäßige Abfolge einer Tour laut Run Sheet erschwert wird und stattdessen kurzfristige Reaktionsfähigkeit auf Bestellungen zur raschen Belieferungen notwendig sind. In diesem Sinne fällt vermutlich die Wahl der umweltfreundlichsten Route der zeitschnellsten Route „zum Opfer“. Zudem impliziert dies eine noch größere Erfordernis nach Echtzeitverkehrsinformationen i.S. der Abschätzung und Gewährleistung der Reisezuverlässigkeit. Weitere Informationen können Tabelle 31 entnommen werden.

**Tabelle 31: Trend 3) „Same Day Delivery“**

Ausgewählte Entwicklungen und Trends mit Anwendungsbeispiel	Einfluss auf die Routenwahl	Bedeutung für Kosten-/ bzw. Widerstandsfunktion
KundInnenorientierte und äußerst flexible Zustellung am Beispiel <b>Same Day Delivery</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfordernis geeigneter Routensuchalgorithmen aus Sicht des Transporteurs → Wahl der praktikabelsten Route entsprechend der zu beliefernden Zeitfenster</li> <li>- Erhöhte Zahlungsbereitschaft seitens der KundInnen bei Same Day Delivery und dementsprechende Anpassung der „optimalen“ Route</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zeit als ausschlaggebende Kostenkomponente</li> <li>- Erhöhung der Fahrtbetriebskosten (Abnutzung) der Energiekosten durch häufiger stattfindende Fahrten bei geringer Transportmenge sowie der € pro Sendung</li> <li>- Quell-Ziel-Beziehungen als ausschlaggebender Faktor</li> </ul>

Ein weiterer Entwicklungstrend, der sich möglicherweise auf die Routenwahl im Straßengüterverkehr auswirkt, ist die klimaschonende bzw. nachhaltige Supply Chain. Die Richtlinie 2014/95/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 verpflichtet, Unternehmen und Gruppen mit mehr als 500 Beschäftigten, relevante und nützliche Informationen über ihre Strategien, Risiken und Ergebnisse zu Themen wie u.a. Umwelt und soziale und Arbeitnehmerbelange veröffentlichen (Europäische Union (Hrsg.), 2016 online). Beim Klimaschutzgipfel in Paris Ende des Jahres 2015 haben die Mitgliedsstaaten, so auch Österreich, ein Abkommen unterzeichnet, welches die Vertragsparteien u.a. verpflichtet, ihre Beiträge zu Klimaschutzmaßnahmen vorzulegen und regelmäßig zu aktualisieren (Ministerium für ein lebenswertes Österreich, 2016 online). Österreichische Transportunternehmen geben diesbezügliche



Statements zu Ihrer Nachhaltigkeitsstrategie bzw. den Maßnahmen, die zur Erreichung einer klimaschonenderen Transportwirtschaft gesetzt werden, ab (siehe Tabelle 32):

**Tabelle 32: Beispielhafte Darstellung der nachhaltigen Entwicklungsziele von Transportunternehmen mit Verweis auf die Routenwahl**

Unternehmen	Statement mit Relevanz für die Routenwahl im Straßengüterverkehr
Österreichische Post AG	„von 2010 bis 2015 soll der CO <sub>2</sub> -Ausstoß unter Einschluss der vom Unternehmen beauftragten Frächter um 20% reduziert werden. Dieses Ziel soll unter anderem durch „eine optimierte <b>Routenplanung</b> “ erreicht werden. (Österreichische Post AG, 2014, S.13) „Dazu gehört unter anderem eine kontinuierliche <b>Optimierung der Routenplanung</b> : Leerfahrten werden vermieden und die Auslastung der eingesetzten Fahrzeuge konsequent verbessert.“ (Österreichische Post AG, 2014, S.73) Bis dato gibt es keine Validierung der Bestrebungen den CO <sub>2</sub> -Ausstoß durch eine optimierte Routenplanung zu reduzieren seitens der Post AG.
DPD Austria GmbH	„Ein zentraler Bereich für DPD als Logistikdienstleister ist die Reduktion von Emissionen. [...] Aber auch <b>intelligente Routenplanung</b> , Eco-Driving Trainings sowie die Ergänzung der modernen Dieseltransportflotte durch Erdgasfahrzeuge tragen dazu bei.“ (DPD Austria GmbH (Hrsg.), o.J., S.12) „Auch die <b>Routen</b> der DPD Fahrer sind so geplant, dass alle Kunden in kurzer Zeit und mit möglichst wenig zurückgelegten Kilometern erreicht werden können. In zwei Depots werden dafür bereits Telematiksysteme eingesetzt, die einerseits die ideale Tour vorgeben und andererseits den Spritverbrauch messen. Mit Hilfe dieser Daten können die Routen so angepasst und über einen Vergleich der reinen Kilometeranzahl hinaus verbessert werden.“ (DPD Austria GmbH (Hrsg.), o.J., S.14)
Gebrüder Weiss GmbH	„Um den Bedarf nach knappen Ressourcen und damit ebenfalls das Abhängigkeitsverhältnis und die Kosten langfristig reduzieren zu können, bedarf es neuer Technologien und Transportkonzepte sowie der laufenden Optimierung von Transporten und <b>Routen</b> .“ (Gebrüder Weiss GmbH (Hrsg.), 2012, S.21)

Nur wenige Transportunternehmen veröffentlichen einen Nachhaltigkeitsbericht bzw. tätigen konkrete Aussagen zur Routenwahl im Sinne einer umweltfreundlicheren Unternehmenspolitik. Zwar wird von „intelligenter“ und „optimierter“ Routenwahl gesprochen, Details zu den optimierten Parametern werden jedoch bis auf den Faktor Treibstoffeinsparung (möglicherweise hier auch im Sinne der Vermeidung von Steigungen) und die Minimierung an zurückzulegenden Kilometern nicht erwähnt. Bekannt ist auch, dass PTV Group gemeinsam mit dem TÜV Süd ein Modul für die Routenplanungssoftware Map&Guide entwickelt und zertifizieren lassen, anhand dessen LenkerInnen die umweltschonendste Route wählen können. Wie genau und von wie vielen EndnutzerInnen die Software in dieser Art und Weise genutzt wird, ist nicht bekannt.

Interessant für das Routenwahlmodell wäre es, zu wissen, nach welchen Kriterien die Unternehmen ihre Routen, den Wagen- und Personaleinsatz optimieren. Nur so kann das zu erstelnde Modell die Routenwahl (bzw. die Reaktion auf diverse Verkehrsplanungs-Maßnahmen) realitätsgerecht abbilden. Insbesondere wenn es darum geht, herauszufinden, inwiefern die nachhaltige Supply Chain tatsächlich umgesetzt bzw. welche Maßnahmen hierzu gesetzt werden, ist eine genauere Betrachtung der Routenwahlentscheidungen von Unternehmensseite erforderlich (siehe auch Tabelle 33).

**Tabelle 33: Trend 4) „Umweltorientierung bzw. nachhaltige Supply Chain“**

Ausgewählte Entwicklungen und Trends mit Anwendungsbeispiel	Einfluss auf die Routenwahl	Bedeutung für Kosten-/ bzw. Widerstandsfunktion
Zunehmende <b>Umweltorientierung</b> & Kommitment zur nachhaltigen Produktions- und Lieferkette	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eco-Routing i.S. der Wahl der umweltfreundlichsten Route: Minimierung von Energieeinsatz bzw. CO<sub>2</sub>-Ausstoß</li> <li>- Umweltzertifizierte Routenwahl mittels geeigneter Routenplanungssoftware (z.B. PTV Map&amp;Guide)</li> <li>- Adaptierung der Routenwahl entsprechend der energie- bzw. CO<sub>2</sub>-ärmsten Route</li> <li>- Berücksichtigung geeigneter Tankstellen bzw. Ladestationen bei Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien</li> </ul>	- Veränderung von fahrleistungsabhängigen (z.B. geringerer Energiebedarf) sowie fahrzeitabhängigen Kostenkomponenten (z.B. erhöhter Zeitaufwand)

Ein weiterer Entwicklungstrend, der sich auch in der Gütermobilität bzw. Logistik zunehmend durchsetzen kann (sofern die Gesetzeslage es zulässt und sich wirtschaftlich für AnbieterInnen rentiert), ist jener der Sharing Economy. (Duong et al., 2016, S.45). Sharing im Güterverkehr bedeutet, Teilen von Flächen und Fahrzeugen im Bereich des gewerblichen Güterverkehrs. Bereits im Jahr 2011 hat das Fraunhofer-Institut eine prototypische Softwareplattform entwickelt, in der

mehrere AnbieterInnen und AbnehmerInnen Touren zeitgleich kombinieren können (Duong et al., 2016, S.53). Derartige Entwicklungen sind erstens bei fehlenden Informationen zu Quell- und Ziel-Verbindungen und zweitens bei extrem kurzfristiger und heterogener Planungsmuster seitens der Transportunternehmen kaum bis gar nicht der Realität entsprechend im Verkehrsnachfragemodell abzubilden. Je nach Fahrzeugeinsatz und Betreibermodell kann sich das Konzept der Sharing-Economy im Güterverkehr auf die Auslastung des Straßenraums, das Nutzungsverhalten (Reisedistanz, FahrerInnen-Einsatz, Routenwahl entlang veränderter Zwangspunkte) sowie die Umwelt (je nach eingesetzter Antriebstechnologie und Auslastung von Fahrten bzw. Fahrzeugen) auswirken (Duong et al., 2016, S.75).

Nicht nur im Bereich des Fahrzeug-Sharing, sondern auch im Bereich des Fahrten-Sharings etablieren sich (außerhalb von Österreich) neue Wege, um KundInnenbedürfnisse zu befriedigen und ohnehin bestehende Services für unterschiedliche Zwecke – also sowohl Privat- als auch Güterverkehrstransporte – zu nutzen. Das Unternehmen Uber bietet seit geraumer Zeit in drei US-amerikanischen Städten ein Kurierservice als Pendant zu den im Personenverkehr zum Einsatz kommenden Chauffeur- und Taxidiensten an (Uber Technologies Inc., 2016 online). Durch die Nutzung der digitalen Applikation Uber Rush werden Klein- und Großunternehmen mit FahrerInnen, die eine Lieferung durchführen, verbunden, wobei nur Güter transportiert werden dürfen, die nicht mehr als 30 Pounds wiegen. Neben motorisierten Kfz besteht auch die Möglichkeit, Liefersdienstleistungen zu Fuß oder per Fahrrad durchzuführen bzw. zu bestellen. Uber operiert im Bereich der Personen- wie Güterbeförderung nach dem Prinzip des „Surge Pricing“, das für den Endkunden der Fahr-/Beförderungspreis mit steigender Nachfrage zunimmt. Damit sollen mehr FahrerInnen auf die Straßen gebracht und somit das Angebot an Uber-Fahrzeugen im Verkehrsnetz erhöht werden. (Diakopoulos, 2015 online) Sofern dieses Geschäftsmodell auf die Nutzung von Güterverkehrsfahrzeugen (zumindest 3,5t) ausgeweitet wird, sollte man sich überlegen, inwiefern zum Erlangen relevanter Informationen (zur Routenwahl) zusätzliche (bisher „unbekannte“ AkteurInnen) einzubinden sind. Überlegungen zur Sharing Economy und dem möglichen Einfluss auf die Routenwahl und Kosten- bzw. Widerstandsfunktion im Straßengüterverkehr sind in Tabelle 34 dargestellt.

Tabelle 34: Trend 5) „Sharing Economy“

Ausgewählte Entwicklungen und Trends mit Anwendungsbeispiel	Einfluss auf die Routenwahl	Bedeutung für Kosten-/ bzw. Widerstandsfunktion
Etablierung der <b>Sharing Economy</b> im Straßengüterverkehr	- Routenwahl folgt selben Prinzipien i.S. einer Minimierung der Kosten (und Umweltauswirkungen)	- Potentielle Kosteneinsparung im Hinblick auf die Fahrzeugbetriebskosten, Fahrpersonalkosten und Energiekosten
Kombination von <b>Personenfahrten im IV</b> mit Gütertransporten am Beispiel von Uber Rush sowie Check Robin	- Wahl der schnellsten bzw. kürzesten Route gemäß der Entscheidungs rationalität im Personenverkehr - Routenberechnung auf Basis der zurückgelegten Distanz bzw. benötigten Zeit und auf Basis des geringsten Preises	- Am ehesten relevant im KEP-Bereich, da kaum Kfz über 3,5t zum Einsatz kommen - Wenig relevant für Kostenfunktion im Straßengüterverkehr, da Entscheidungskalkül bei privaten FahrerInnen im Bereich des Personenverkehrs angesiedelt ist

## 6. Fazit und Ausblick

Die fokussierte Betrachtung der Einflussfaktoren und Entscheidungskriterien der Routenwahl im Straßengüterverkehr zeigt, dass zu deren Modellierung noch ein erheblicher Forschungsbedarf besteht. Insbesondere durch die Tatsache, dass die konkrete Kostenfunktion weitgehend unbekannt ist, leidet die realitätsnahe Modellierung, welche diese als Widerstandsfunktion benötigt. Die Routenwahl in Österreich ist im A+S-Netz vorwiegend durch internationale Vorgaben auf ein Minimum an Wahlmöglichkeiten reduziert und kann detailliert (zeitlich und räumlich) nur modelliert werden, wenn die Beweggründe für die konkrete Routenwahl bekannt sind.

Anzunehmen ist, dass unter Berücksichtigung der Gesamtkostenminimierung Routen entsprechend gewählt werden und dies über eine geeignete, aber derzeit unbekannte Kostenfunktion in das Verkehrsnachfragemodell zu integrieren ist. Anders als im Personenverkehr, spielen in der Logistik nämlich zahlreiche weitere Kostenkomponenten (Lieferfenster, Just in Time, Just in Sequence, Abstimmungserfordernisse etc.) eine große Rolle.

Methoden zur Modellierung der Routenwahl im Straßengüterverkehr können nämlich nur durch die Kenntnis empirisch noch zu erfassender Entscheidungskriterien und darunter liegenden relevanten Einflussfaktoren realitätsgetreu im Verkehrsnachfragemodell abgebildet werden.

Durch Gespräche mit EntscheidungsträgerInnen aus der Praxis und der tatsächlichen Anwendung von Erhebungsmethoden wäre es möglich, den aktuellen Wissensstand zur Routenwahl im Straßengüterverkehr zu erweitern. Bedenken dahingehend sind hinsichtlich der Datenfreigabe und Befragungsbereitschaft von Unternehmen bzw. FahrerInnen zu äußern – insbesondere wenn man Erkenntnisse auf disaggregierter Ebene erhalten möchte.

Jene Faktoren, die bereits vor Fahrtantritt bekannt sind und in jedem Fall eine Basis für die Routenwahl darstellen (z.B. Restriktionen, Straßengeometrie, Baustellen) sind für alle betrachteten Transportarten anhand der exemplarischen Beurteilung im Rahmen der Use Cases von hoher Relevanz.

Anhand der betrachteten Use Cases ist erkennbar, dass einzelne Transportarten unter Berücksichtigung der verfügbaren Datengrundlagen in Modellen bereits jetzt sehr gut abbildbar sind. Bei hohem Einfluss von externen Rahmenbedingungen sind zusätzliche Datengrundlagen (u.a. Nachfragerelationen des Straßengüterverkehrs) erforderlich, damit eine validierte Abbildbarkeit der Routenwahl in Verkehrsnachfragemodellen erreicht werden kann.

Anzudenken wäre weiters, dass man die zum Teil vielversprechenden Ansätze, wie sie in Kapitel 2.3 beschrieben sind auf ganz konkreten Netzabschnitten in Österreich, wo man eine gute Datenbasis hat, in Pilotversuchen testet. Dabei könnte sich ja durchaus auch zeigen, dass etwa zufallsverteilte Entscheidungsvariablen zwar mikroskopisch betrachtet zu ungenau sind, makroskopisch aber aufgrund der hohen Fallzahlen durchaus praktikable und plausible Lösungen bringen.

## 7. Quellenverzeichnis

American Transportation Research Institute (2016 online): Operational costs of trucking survey. In: American Transportation Research Institute online, "Current surveys", abgerufen am 16. Juni 2016. URL: <http://atri-online.org/wp-content/uploads/2016/05/ATRI-Operational-Costs-Survey-2016.pdf>

Arentze, T.; Feng, T.; Timmermans, H.; Robroeks, J. (2012): Context-dependent influence of road attributes and pricing policies on route choice behavior of truck drivers: Results of a conjoint choice experiment. In: *Transportation* (2012):39, pp. 1173–1188.

ASFINAG (2015): Mautpflichtige Autobahnen und Schnellstraßen, abgerufen am 27. Juli 2016. URL: [http://baustelleninfo.asfinag.at/img/asfinag\\_strecken\\_04\\_2015\\_sm.jpg](http://baustelleninfo.asfinag.at/img/asfinag_strecken_04_2015_sm.jpg)

ASFINAG (2016 online): Maut für Lkw und Bus. In ASFINAG online, abgerufen am 27. April 2016. URL: <https://www.asfinag.at/maut/maut-fuer-lkw-und-bus>

bmvit (Hrsg.) (2014 online): Verkehrsauskunft Österreich (VAO) geht in Dauerbetrieb: bmvit, ASFINAG; ÖBB, Verkehrsverbände und ÖAMTC gründen die VAO GmbH. In: bmvit INFOTHEK, Kategorie Innovation&Technologie, veröffentlicht am 22. Oktober 2015, abgerufen am 5. April 2014. URL: <https://infothek.bmvit.gv.at/verkehrsauskunft-oesterreich-vao-geht-in-dauerbetrieb-bmvit-asfinag-oebb-verkehrsverbände-und-oeamtc-gründen-die-vao-gmbh/>

Braith, J. (2015): Gespräch mit einem Experten des Logistikdienstleisters TNT, Wien, am 20. Jänner 2015, durchgeführt von Hauger, Georg.

Bundesamt für Raumentwicklung (2014): Verkehrsmodell im UVEK: Evaluierung der nationalen Güterverkehrsmodellierung.

Bundesgesetz über den Schutz personenbezogener Daten (Datenschutzgesetz 2000 - DSG 2000) (BGBl I 1999/165, zuletzt geändert durch BGBl I 2013/57)

Bundesgesetz über die gewerbmäßige Beförderung von Gütern mit Kraftfahrzeugen (Güterbeförderungsgesetz 1995 - GütbefG) (BGBl. Nr. 593/1995, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 96/2013)

Bundesgesetz vom 6. Juli 1960, mit dem Vorschriften über die Straßenpolizei erlassen werden (Straßenverkehrsordnung 1960 – StVO. 1960).

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2007): Richtlinie zur Förderung der Anschaffung emissionsarmer schwerer Nutzfahrzeuge, abgerufen am 26. April 2016.

Cerwenka, P., Klamer, M., Hauger, G., Hörl, B. (Hg.) (2007): Handbuch der Verkehrssystemplanung. Wien, 2007.

Comendador, J.; López-Lambas, M.-E.; Monzón, A. (2012): A GPS Analysis for Urban Freight Distribution. In: *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 39 (2012): 521–33.

Delegierte Verordnung (EU) Nr. 885/2013 der Kommission vom 15. Mai 2013 zur Ergänzung der IVS-Richtlinie 2010/40/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Bereitstellung von Informationsdiensten für sichere Parkplätze für Lastkraftwagen und andere gewerbliche Fahrzeuge (Amtsblatt der Europäischen Union vom 18.9.2013)

DHL Customer Solutions & Innovation (Hrsg.) (2016): LOGISTICS TREND RADAR, Version 2016.

DHL International GmbH (2015 online): DHL successfully tests Augmented Reality application in warehouse. In: DHL online, "Press Release", veröffentlicht am 26. Januar 2015, abgerufen am 17. Juni 2016. URL: [http://www.dhl.com/en/press/releases/releases\\_2015/logistics/dhl\\_successfully\\_tests\\_augmented\\_reality\\_application\\_in\\_warehouse.html](http://www.dhl.com/en/press/releases/releases_2015/logistics/dhl_successfully_tests_augmented_reality_application_in_warehouse.html)

Diakopoulos, N. (2015 online): How uber surge pricing really works? In: The Washington Post online, veröffentlicht am 17. April 2015, abgerufen am 17. Juni 2016.

DPD (2014 online): DPD Paket Navigator. In: DPD online © 2014, abgerufen am 04. Februar 2015. URL: <https://www.paketnavigator.de/iuv/start.jsf;jsessionid=EB3D181A8CB3BB0D05355843965B83FB.node2>

DPD Austria GmbH (Hrsg.) (o.J.): Mit der Umwelt wachsen. DPD übernimmt Verantwortung.

- Dr.Thomas+Partner GmbH&Co. (Hrsg.), (2013a online): Beschaffungslogistik – Just-in-Time. In: Plattform Logistik KnowHow, abgerufen am 12. März 2016. URL: <https://logistikknowhow.com/beschaffungslogistik-just-in-time/>
- Dr.Thomas+Partner GmbH&Co. (Hrsg.), (2013b online): Beschaffungslogistik – Just-in-Sequence. In: Plattform Logistik KnowHow, abgerufen am 21. März 2016. URL: <https://logistikknowhow.com/beschaffungslogistik-just-in-sequence/>
- Duong, T. C., Foljanty, L., Kudella, C., Runge, D., Ruoff, P., Gossen, M., Scholl, G. (2016): Ergebnisbericht Projekt „ShareWay – Wege zur Weiterentwicklung von Shared Mobility zur dritten Generation“, Finanziert bzw. gefördert im Rahmen des Programms „Mobilität der Zukunft“, Ausschreibung Frühling 2014, durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Berlin, 2016.
- EBE Solutions (Hrsg.) (2016 online): VIONA – Video Identification and online analysis of traffic flows. In: EBE Solutions online, abgerufen am 4. Juni 2016. URL: <http://www.ebe-solutions.at/en/ebe-road/viona>
- European Commission (Hrsg.) (2016 online): Collecting and processing personal data: What is legal? In: European Commission online, abgerufen am 6. April 2016. URL: [http://ec.europa.eu/justice/data-protection/data-collection/legal/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/justice/data-protection/data-collection/legal/index_en.htm)
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2016 online): Offenlegung nichtfinanzieller Informationen. In: Europäische Kommission online, zuletzt aktualisiert am 1. Juli 2016, abgerufen am 26. Juli 2016. URL: [http://ec.europa.eu/finance/company-reporting/non-financial\\_reporting/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/finance/company-reporting/non-financial_reporting/index_de.htm)
- Feldman, O. (2012): The GEH Measure and Quality of the Highway Assignment Models. In: Transport for London, abgerufen am 3. Juni 2016. URL: [https://www.researchgate.net/profile/Olga\\_Feldman2/publication/263140653\\_THE\\_GEH\\_MEASURE\\_AND\\_QUALITY\\_OF\\_THE\\_HIGHWAY\\_ASSIGNMENT\\_MODELS/links/00b4953a02a66492fe000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Olga_Feldman2/publication/263140653_THE_GEH_MEASURE_AND_QUALITY_OF_THE_HIGHWAY_ASSIGNMENT_MODELS/links/00b4953a02a66492fe000000.pdf)
- FFG (2014): Mobilität der Zukunft, Ausschreibungsleitfaden 5. Ausschreibung, Gütermobilität neu organisieren Fahrzeugtechnologien alternativ entwickeln. In: FFG online, zuletzt abgerufen am 28. Jänner 2014, Wien. URL: [https://www.ffg.at/sites/default/files/allgemeine\\_downloads/thematische%20programme/Mobilitaet/mdz\\_as5\\_2\\_014\\_ausschreibungsleitfaden\\_20141020\\_final.pdf](https://www.ffg.at/sites/default/files/allgemeine_downloads/thematische%20programme/Mobilitaet/mdz_as5_2_014_ausschreibungsleitfaden_20141020_final.pdf)
- Florian, M.; Kemper, J.; Sihm, W. (2010): Reduktion des Transportaufkommens durch eine integrierte Planung von Transport und Terminierung. In: WINGbusiness, Ausgabe 4/2010, S.20 – 25, abgerufen am 21. März 2016. URL: [http://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat\\_191692.pdf](http://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_191692.pdf)
- FLS (Hrsg.), (2016 online): FLS Transport – Kostenoptimale Transportplanung. In: FLS – FASTLEANSMART online, abgerufen am 22. März 2016. URL: <http://www.fastleansmart.com/produkte/fls-transport/>
- Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ) (Hrsg.) (2008 online): So funktioniert die automatische Kennzeichenkontrolle. In: FAZ online, veröffentlicht am 11. März 2008, abgerufen am 6. April 2016. URL: <http://www.faz.net/aktuell/politik/technik-so-funktioniert-die-automatische-kennzeichenkontrolle-1512090.html#elections>
- Gebrüder Weiss Gesellschaft m.b.H. (Hrsg.) (2013): Nachhaltigkeitsbericht 2012.
- Graphenintegrations-Plattform (GIP) (Hrsg.) (2016 online): Projektbeschreibung – Projektpartner – Motivation und Ziele – Technische Details. In: GIP online, abgerufen am 6. April 2016. URL: <http://www.gip.gv.at/>
- Hauger, G.; Klamer, M.; Wanjek, M.; Cerwenka, P., Nadler, F.; Elias, D. (2012): Rastplatzkonzept Evaluierung Ausbauprogramm - Optimierung der LKW-Abstellplätze im ASFINAG-Netz Endbericht. Auftraggeber: ASFINAG Service GmbH.
- Herry, M. (2015): Squatra – Software for quality assurance for traffic modelling and prediction. Mitteilungen der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, S.771, abgerufen am 1. Juni 2016. URL: <http://www.fsv.at/shop/artikelshow.aspx?IDArt=1>
- Herry, M., Sedlacek, N., Schuster, M., Wolf, S., Fessler, T., Russ, M., Fabian, T., Snizek, S. (2001): Transportpreise und Transportkosten der verschiedenen Verkehrsträger im Güterverkehr. In: Verkehr und Infrastruktur Nr. 14, Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien (Hrsg.).

- Käfer, A., Steinger, K., Axhausen, K., Burian, E., Clees, L., Fritz, O., Fürst, B., Gebetsroither, B., Grubits, C., Huber, P., Kurzmann, R., Molitor, R., Ortis, G., Plame, G., Peherstorfer, H., Pfeiler, D., Schönfelder, S., Siller, K., Streicher, G., Thaller, O., Wiederin, S., Zakarias, G. (2009): Verkehrsprognose Österreich 2025+ Endbericht, Kapitel 3 „Beschreibung des Verkehrsmodells“ (Personenverkehr und Güterverkehr). Auftraggeber: BMVIT, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien, Juni 2009.
- Karner, T.; Scharl, S.; Gabsdiel, S. (2012): Straßengüterverkehrsstatistik – Die Diskrepanz zwischen technischen Innovationen und deren Nutzen für die Statistik. Posterpräsentation auf der Statistischen Woche 2012 (18. bis 21.09.2012 an der Technischen Universität Wien). Herausgegeben von Statistik Austria. URL: [http://wko.at/statistik/Verkehr\\_EMS/Kurzstudie%20Stra%C3%9Feng%C3%BCterverkehrsstatistik.pdf](http://wko.at/statistik/Verkehr_EMS/Kurzstudie%20Stra%C3%9Feng%C3%BCterverkehrsstatistik.pdf)
- Knorrung, J.; He, R.; Kornhauser, A. (2005): Analysis of Route Choice Decisions by Long-Haul Truck Drivers. In: Transportation Research Records, vol. 1923, pp. 46–60.
- Köll, H., Bader, M., Hafele, R. (2005): Die Entwicklung des Alpenquerenden Straßengüterverkehrs: Schlussbericht, Monitraf.
- Konrad, A. (2013 online): Meet ORION, Software That Will Save UPS Millions By Improving Drivers' Routes. In: Forbes online, veröffentlicht am 1. November 2013, abgerufen am 22. März 2016. URL: <http://www.forbes.com/sites/alexkonrad/2013/11/01/meet-orion-software-that-will-save-ups-millions-by-improving-drivers-routes/#6e8a1261383e>
- Lange, S., Ruffini, F.V. (2007): Alpenquerender Güterverkehr: Entwicklungen und Herausforderungen unter besonderer Berücksichtigung des Umwegeverkehrs, Real Corp 007: Tagungsband, Wien.
- Ministerium für ein lebenswertes Österreich (2016 online): Die Klimakonferenz COP 21 in Paris, veröffentlicht am 23. November 2015, abgerufen am 23. Juni 2016.
- ORTEC (Hrsg.) (2015 online): Touren-, Transportplanung und Disposition. In: ORTEC online, abgerufen am 22. März 2016. URL: <http://ortec.com/de-de/>
- Österreichische Post AG (2014): Nachhaltigkeitsbericht 2014.
- PCMiler Navigator (Hrsg.) (2010 online): PCMiler Navigator 50 Series. YouTube-Video, veröffentlicht am 08. Oktober 2010, abgerufen am 22. März 2016. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=xRjKkAbbUWA>
- Pluta, W. (2016 online): Automatisierte Lkw-Sternfahrt nach Rotterdam. In: golem.de IT-News für Profis, veröffentlicht am 5. April 2016, abgerufen am 29. Juni 2016. URL: <http://www.golem.de/news/european-truck-platooning-challenge-automatisierte-lkw-sternfahrt-nach-rotterdam-1604-120138.html>
- Prophesy On Demand (Hrsg.) (2011 online): Powerful Software for Small Trucking Companies. In: YouTube, veröffentlicht am 10. Mai 2011, abgerufen am 22. März 2016. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=SawFzFNx328>
- PTV Group (Hrsg.) (2016 online): Der PTV Navigator – Die professionelle Navigationslösung für LKW Flotten. In: PTV Group online, abgerufen am 26. April 2016. URL: <http://navigator.ptvgroup.com/DE/>
- PTV Group (o.J.): PTV VISUM – Module. URL: [http://vision-traffic.ptvgroup.com/fileadmin/files\\_ptvvision/Downloads\\_N/0\\_General/2\\_Products/1\\_PTV\\_Visum/Module\\_PTVVisum\\_DE.pdf](http://vision-traffic.ptvgroup.com/fileadmin/files_ptvvision/Downloads_N/0_General/2_Products/1_PTV_Visum/Module_PTVVisum_DE.pdf)
- RAND MCNALLY (Hrsg.) (2012 online): Adjusting Preferences. Youtube-Video, veröffentlicht am 20. Juli 2012, abgerufen am 22. März 2016. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=o3rDb1dXfQ0>
- Rechtsinformationssystem (RIS) (Hrsg.) (2016 online): Sicherheitspolizeigesetz §54 Abs. 4b, abgerufen am 6. April 2016. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/Dokument.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Dokumentnummer=NOR40136947>
- Richtlinie 2014/95/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 zur Änderung der Richtlinie 2013/34/EU im Hinblick auf die Angabe nichtfinanzieller und die Diversität betreffender Informationen durch bestimmte große Unternehmen und Gruppen (Amtsblatt der Europäischen Union vom 15.11.2014)
- Rommerskirchen, S., Ickert, L., Weyand, E. (2007): Aktualisierung der Personen- und Güterverkehrsprognose für den Brenner 2015 und 2025. Schlussbericht zur 2. Aktualisierung in Phase II. Auftraggeber: Brenner Basistunnel BBT SE, vertreten durch Bergmeister, K., Facchin, E., Kofler, W., Esposito, A.
- Rosenbush, S. und Stevens, L. (2015 online): At UPS, the Algorithm Is the Driver. In: The Wall Street Journal online, veröffentlicht am 16. Februar 2015, abgerufen am 27. Oktober 2015.

Rowell, M.; Gagliano, A.; Wang, Z.; Goodchild, A.; Sage, J.; Jessup, E. (2012): Improving statewide freight routing capabilities for sub-national commodity flows. Final Research Report, October 2012.

Russo, F.; Vitetta, A.; Quattrone, A. (2006): Route Choice Modelling for Freight Transport at National Level. Association for European Transport and contributors 2006.

URL: [http://stuff.mit.edu/afs/athena/course/11/11.951/oldstuff/albacete/Other\\_Documents/Europe Transport Conference/freight\\_and\\_logistics/route\\_choice\\_model1578.pdf](http://stuff.mit.edu/afs/athena/course/11/11.951/oldstuff/albacete/Other_Documents/Europe_Transport_Conference/freight_and_logistics/route_choice_model1578.pdf).

Sammer, G., Link, C., Roeder, O., Bauer, R., Schachinger, W., Vogelauer, C., Neumann, A., Schubert, A. (2014): IMoVe-Güter. Innovative Modellierung zur Verbesserung der Grundlage der Güterverkehrsstatistik für Österreich. Finanziert im Rahmen der Programmlinie I2V des Forschungsförderungsprogramms IV2Splus, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.

Sammer, G.; Röschel, G.; Gruber, C.; (2010): Qualitätssicherung für die Anwendung von Verkehrsnachfragemodellen und Verkehrsprognosen. Entwurf eines Merkblattes, Projekt QUALIVERMO, Forschungsbericht, Graz.

Schmidt, S. (2014 online): What are the Differences between LTL and FTL Shipping? In: JBT Transport Blog, abgerufen am 21. März 2016. URL: <http://www.jbttransport.com/what-are-the-differences-between-ltl-and-ftl-shipping/>

Soloplan (Hrsg.) (o.J.): CarLo inTour, Produktinfo. In: Soloplan online, abgerufen am 22. März 2016. URL: <http://www.soloplan.de/carlo-intour/#LKW-Routenplanung>

Sonnenberg, V. (2014 online): DPD liefert mit dem neuen Paketnavigator das „digitale Paket“. In: MM Logistik online, veröffentlicht am 13. August 2014, abgerufen am 4. Februar 2015. URL: <http://www.mm-logistik.vogel.de/distributionslogistik/articles/455710/>

Spiekermann & Wenger (2005): Raumstrukturelle Auswirkungen einer Internalisierung externer Kosten des Verkehrs in Sachsen. Teilstudie im Rahmen des Projekts „Auswirkungen einer Internalisierung externer Kosten des Verkehrs in Sachsen“ Im Auftrage des Freistaates Sachsen vertreten durch das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Verkehrsökologie Technische Universität Dresden.

Springer Gabler Verlag (Hrsg.) Gabler Wirtschaftslexikon (o.J. online): Stichwort: KEP-Dienst, abgerufen am 21. März 2016. URL: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/83496/kep-dienst-v8.html>

Statista (2016 online): Was spricht gegen Same Day Delivery? In: Statista online, veröffentlicht im April 2016, abgerufen am 23. Juni 2016. URL: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/550454/umfrage/gruende-gegen-die-nutzung-von-same-day-delivery-angeboten-in-deutschland/>

Statistik Austria (Hrsg.) (2015a): Standard-Dokumentation Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zur Statistik des Straßengüterverkehrs. In: Statistik Austria online, letzte Änderung am 16. Juni 2015, abgerufen am 5 April 2016. URL: [http://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET\\_PDF\\_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=102882](http://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_PDF_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=102882)

Statistik Austria (Hrsg.) (2015b): Verkehrsstatistik 2014. Güterverkehr – Verkehrsleistungen. Schnellbericht 3.6, abgerufen am 3. Juni 2016. URL: [http://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET\\_PDF\\_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=103068](http://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_PDF_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=103068)

Straight, B. (2014 online): Why trucking needs to care about augmented reality. In: Fleet Owner, Trucking Straight Talk, veröffentlicht am 30 Juli 2014, abgerufen am 17. Juni 2016. URL: <http://fleetowner.com/blog/why-trucking-needs-care-about-augmented-reality>

TimoCom (2016a online): Transportlexikon: FTL. In: TimoCom online, abgerufen am 21. März 2016. URL: <https://www.timocom.de/?lexicon=807301026066981|FTL|transportlexikon>

TimoCom (2016b online): Transportlexikon: FTL. In: TimoCom online, abgerufen am 21. März 2016. URL: <http://www.timocom.de/?lexicon=807301028066542|LTL|transportlexikon>

Toledo, T.; Sun, Y.; Rosa, K.; Ben-Akiva, M.-E.; Flanagan, K.; Sanchez, R.; Spissu, E. (2013): Decision making processes and factors affecting truck routing.

Trafikverket (2014): Samgods User Manual.

Transics (Hrsg.) (o.J.): TX-CONNECT MP, Produktinfo. In: Transics online, abgerufen am 22. März 2016.  
URL: <http://www.transics.com/de/produkt/tx-connect-mp/>

Uber Technologies Inc. (2016 online): UBER RUSH. URL: <https://rush.uber.com/how-it-works>, abgerufen am 17. Juni 2016.

UPS Public Relations (2009 online): Saving Fuel: UPS Saves Fuel and Reduces Emissions the "Right" Way by Avoiding Left Turns. In: UPS online, veröffentlicht am 4. August 2009, abgerufen am 28. Jänner 2015, Wien. URL: <http://www.pressroom.ups.com/Fact+Sheets/Saving+Fuel%3A+UPS+Saves+Fuel+and+Reduces+Emissions+the+%22Right%22+Way+by+Avoiding+Left+Turns>

UTL Logistik (o.J. online): Begriffsdefinitionen für die Spedition und Logistik Branche. URL: <http://www.utl-logistik.eu/uploads/media/Branchendefinitionen.pdf> (abgerufen am 21. März 2016)

Verkehrsauskunft Österreich (Hrsg.) (2014 online): Für alle, sicher, nachhaltig, Partner. In: Verkehrsauskunft Österreich online, abgerufen am 5. April 2016. URL: <http://www.verkehrsauskunft.at/>

Verkehrsrundschau (2016 online): Lexikon, Stichwort Just-in-sequence. In: Verkehrsrundschau, das Portal für Spedition, Transport und Logistik online, abgerufen am 25. April 2016. URL: [http://www.verkehrsrundschau.de/just-in-sequence-jis-694414-vkr\\_lexikon.html](http://www.verkehrsrundschau.de/just-in-sequence-jis-694414-vkr_lexikon.html)

Verordnung (EG) Nr. 561/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. März 2006 zur Harmonisierung bestimmter Sozialvorschriften im Straßenverkehr und zur Änderung der Verordnungen (EWG) Nr. 3821/85 und (EG) Nr. 2135/98 des Rates sowie zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 3820/85 des Rates (Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.4.2006)

Walther, C. (2016): Telefongespräch mit Beiratsmitglied Christoph Walther, durchgeführt am 20. Juni 2016, 10:00 bis 10:30 Uhr, Wien, im Rahmen von „TRACE“.

Wampera, C. (2016): Wortmeldung von Christian Wampera in Seminar 2, durchgeführt am 15. Juni 2016, 10:00 bis 11:00 Uhr, Wien, im Rahmen von „TRACE“.

Wirtschaftskammer Österreich (2016a online): WKO Online Ratgeber, In: WKO online, abgerufen am 30. Mai 2016. URL: <http://lkwfahrverbot.wkoratgeber.at/>

Wirtschaftskammer Österreich (2016b online): Werkverkehrsausnahmen vom LKW-Fahrverbot in Wien und NÖ. In: WKO online, abgerufen am 2. Juni 2016. URL: [https://www.wko.at/Content.Node/Service/Verkehr-und-Betriebsstandort/Verkehr-allgemein/Verkehrsrecht/LKW\\_Fahrverbot\\_Werkverkehr.html](https://www.wko.at/Content.Node/Service/Verkehr-und-Betriebsstandort/Verkehr-allgemein/Verkehrsrecht/LKW_Fahrverbot_Werkverkehr.html)



## 8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zusammenfassung modellierbarer Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren .....	6
Abbildung 2: Prinzipskizze zur Problemstellung bzw. Aufgabenstellung .....	9
Abbildung 3: Annahmen zur Strukturierung des Straßengüterverkehrs nach Raumbezug .....	13
Abbildung 4: Annahmen zur Strukturierung des Straßengüterverkehrs nach temporalen Mustern .....	14
Abbildung 5: Annahmen zur Strukturierung des Straßengüterverkehrs nach Verkehrszwecken .....	15
Abbildung 6: Annahmen zur Strukturierung des Straßengüterverkehrs nach Gütergruppen .....	15
Abbildung 7: Beispiel Routenwahlverhalten UPS, USA .....	16
Abbildung 8: Screenshot Online-Ratgeber der WKO .....	21
Abbildung 9: Ablauf des Entscheidungsprozesses der Routenwahl im Güterverkehr .....	26
Abbildung 10: Beispiel für den Vergleich (Mittelwert, Standardabweichung, Schiefe) von erhobener und modellierter Reiseweite .....	50
Abbildung 11: Berechnung des Koinzidenz-Verhältnisses von erhobener und modellierter Reiseweiten- bzw. Reisezeitenverteilung .....	50
Abbildung 12: Formel zur Ermittlung des GEH-Qualitätsindikators .....	52

# 9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Möglichkeiten der Abbildung von bestimmten Anforderungen im Verkehrsnachfragemodell..... 9

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Ziele und Nicht-Ziele im vorliegenden Methodenhandbuch .....10

Tabelle 3: Bemautung nach EURO-Emissionsklassen: Tarife 2016 (in EUR pro km, exkl. 20% USt)..... 11

Tabelle 4: Darstellung von Routensuchprogrammen und integrierten Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren .....18

Tabelle 5: Sammlung an Einflussfaktoren und Entscheidungskriterien bei der Routenwahl im Straßengüterverkehr.....21

Tabelle 6: Kostenkomponenten im Straßengüterverkehr und deren Berücksichtigung in Verkehrsnachfragemodellen....24

Tabelle 7: Erforderliche Datengrundlagen der einzelnen Fragestellungen (Anwendungsszenarien) .....27

Tabelle 8: Relevante Attribute bei der Routenwahl (Basis-Anwendungsszenario) und Darstellung von Datengrundlagen der Stufe 1 .....28

Tabelle 9: Relevante Attribute bei der Routenwahl (Basis-Anwendungsszenario) und Darstellung von Datengrundlagen der Stufe 2 .....29

Tabelle 10: Relevante Attribute bei der Routenwahl (Verkehr saisonal / witterungsspezifisch) und Darstellung von Datengrundlagen der Stufe 1 .....30

Tabelle 11: Relevante Attribute bei der Routenwahl (Verkehr saisonal / witterungsspezifisch) und Darstellung von Datengrundlagen der Stufe 2 .....30

Tabelle 12: Relevante Attribute bei der Routenwahl (Echtzeitfähiges Routing) und Darstellung von Datengrundlagen der Stufen 1 und 2.....31

Tabelle 13: Relevante Attribute bei der Routenwahl nach umwelt- und ressourcenschonenden Kriterien und Darstellung von Datengrundlagen der Stufen 1 und 2.....32

Tabelle 14: Annahmen zur Erhebungsmethode der schriftlichen Befragungen .....34

Tabelle 15: Annahmen zur Erhebungsmethode der (leitfadenbasierten) mündlichen Befragung .....34

Tabelle 16: Annahmen zur GPS-Erfassung .....35

Tabelle 17: Annahmen zum Auslesen von Sendungsdaten .....36

Tabelle 18: Annahme zur Datenquelle der Mautdaten .....37

Tabelle 19: Annahmen zur Kennzeichenerfassung .....38

Tabelle 20: Annahmen zu Mobilfunkdaten/Floating Car Data/Floating Phone Data/GSM Data/Bluetooth Daten .....39

Tabelle 21: Annahmen zur Datenquelle der Zählstelldaten .....40

Tabelle 22: Gegenüberstellung der Erhebungsmethoden und Datenquellen .....41

Tabelle 23: Bereitstellende Akteure, Art und Umfang der verfügbaren Informationen .....43

Tabelle 24: Umlegung von Entscheidungskriterien und Einflussfaktoren in Verkehrsnachfragemodelle.....45

Tabelle 25: Gütergruppen AT nach Güternomenklatur NST 2007 .....46

Tabelle 26: Maßgeblichkeit der Einflussfaktoren für die Routenwahl anhand von Use Cases (Differenzierung der Use Cases nach ausgewähltem Verkehrszweck und temporalem Muster), Teil 1.....48

Tabelle 27: Maßgeblichkeit der Einflussfaktoren für die Routenwahl anhand von Use Cases (Differenzierung der Use Cases nach ausgewählten Gütergruppen), Teil 2.....49

Tabelle 28: Short Facts zum Ausblick und Trends.....54

Tabelle 29: Trend 1) „Platooning und Hybrid-Lkw“ .....55

Tabelle 30: Trend 2) „Augmented Reality“ .....56

Tabelle 31: Trend 3) "Same Day Delivery".....56

Tabelle 32: Beispielhafte Darstellung der nachhaltigen Entwicklungsziele von Transportunternehmen mit Verweis auf die Routenwahl .....57

Tabelle 33: Trend 4) „Umweltorientierung bzw. nachhaltige Supply Chain“ .....57

Tabelle 34: Trend 5) „Sharing Economy“ .....58