



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Office fédéral du développement territorial ARE
Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE
Uffizi federal da svilup dal territori ARE

b a s e s

Aggregierte Methode Güterverkehr (AMG)

Methodenbeschrieb

Impressum

Herausgeber

Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Raumentwicklung ARE

Projektbegleitung ARE

Andreas Justen (Leitung)
Matthias Kowald (Stv. Leitung)
Helmut Honermann
Nicole Mathys
Christian Schiller (TU Dresden, Beratung)

Autoren

Lutz Ickert (INFRAS, Leitung)
Cuno Bieler (INFRAS)
Markus Maibach (INFRAS)
Wolfgang Röhling (TCI Röhling, Stv. Leitung)
Stefan Schrempp (TCI Röhling)

Begleitgruppe

Dorina Markus (ASTRA)
Christoph Schreyer / Matthias Wagner (BAV)
Martin Babst (BFE)
Philippe Marti (BFS)
Nadine Wirnitzer / Isabelle Aberegg (SBB)

Produktion

Stabsstelle Information, ARE

Zitierweise

ARE (2015), Aggregierte Methode Güterverkehr (AMG) – Methodenbeschrieb, Bundesamt für Raumentwicklung, Bern.

Bezugsquelle

www.are.admin.ch

Bern / Waldkirch, 09.2015

Inhalt

Abstract (Deutsch, Français, Italiano)	5
Zusammenfassung	7
Résumé	8
Riassunto	9
0. Hintergrund und Berichterstattung	10
1. Gesamtkonzept	11
1.1. Teilmodell 1	12
1.2. Teilmodell 2	13
1.3. Szenariofähigkeit	14
2. Detailkonzept Teilmodell 1	19
2.1. Inhaltlicher Bezug	19
2.1.1. Betrachtungszeitraum	19
2.1.2. Verkehrsarten	20
2.1.3. Warenarten	20
2.1.4. Verkehrsträger und -mittel	23
2.1.5. Mehrfachdisaggregationen	23
2.2. Wirkungsmodell	24
2.2.1. Nachfrage	25
2.2.2. Modalsplit	31
2.2.3. Verkehrsleistungen	32
2.3. Datensatz Verkehr	32
2.3.1. Strassengüterverkehr	32
2.3.2. Schienengüterverkehr	33
2.3.3. Rheinschiffahrt	34
2.3.4. Rohrfernleitungen	34
2.3.5. Aussenhandel Italien	35
2.4. Leitdatensatz und sonstige externe Dateninputs	36
2.4.1. Strukturdaten	36
2.4.2. Angebotsbeschreibende Daten	38
3. Detailkonzept Teilmodell 2	40
3.1. Inhaltlicher Bezug	43
3.2. Wirkungsmodell	44
3.2.1. Strukturdatenmodell und „Verhaltensmodell“	44
3.2.2. Marginalansatz	45

3.2.3.	Wirkungsmechanismus Strukturdatenmodell _____	46
3.2.4.	Veränderung der Verkehrsströme _____	47
3.2.5.	Veränderung der Verkehrsmittelwahl (Modalsplit) _____	48
3.2.6.	Fahrzeugmodell für den Lkw-Transport _____	49
3.2.7.	Behandlung des kombinierten Verkehrs _____	51
3.2.8.	Lieferwagenmodell _____	51
3.2.9.	Disaggregation auf Feinzonen des NPVM _____	56
3.3.	Datensatz Verkehr _____	57
3.4.	Leitdatensatz und sonstige externe Dateninputs _____	58
3.4.1.	Strukturdaten _____	58
3.4.2.	Angebotsbeschreibende Daten _____	58
3.4.3.	Sonstige Eingangsgrößen _____	60
Annex	_____	62
Abkürzungen	_____	63
Literatur	_____	65
Datenquellen	_____	66

Abstract (Deutsch, Français, Italiano)

Deutsch

Zur Erweiterung der Verkehrsmodellierung im UVEK (VM-UVEK) wurde eine Aggregierte Methode Güterverkehr (AMG) erstellt und als Excel-basiertes Anwendungstool umgesetzt. Die AMG ermöglicht die Analyse und Prognose langfristiger Entwicklungen im Schweizer Güterverkehr sowie der Import-, Export- und Transitverkehre. Neben einer zeitreihenbasierten Betrachtung auf aggregierter, schweizweiter Ebene sind räumlich differenzierte Anwendungen auf Stufe von MS-Regionen möglich. Die AMG unterscheidet dabei nach allen landseitigen Verkehrsträgern, schweren und leichten Strassengüterverkehr, nach drei Produktionsarten im Schienengüterverkehr (WLV, KV, RoLa) sowie nach 10 Warengruppen (in Anlehnung an die NST-2007). Für Prognoserechnungen können die Wirkungen struktureller (z.B. Bevölkerungs- und Arbeitsplatzverteilung) wie auch relationspezifischer Veränderungen (z.B. Transportkosten, Zeiten) untersucht werden. Über eine ebenfalls strukturdatenbasierte Disaggregation kann die AMG Verkehrsstrommatrizen bis auf die Ebene der Verkehrszonen des VM-UVEK ausgeben. Die AMG ergänzt dabei das bestehende Instrumentarium im Güterverkehr und ermöglicht eine vergleichsweise einfache Analyse der Implikationen wichtiger struktureller Veränderungen im Güterverkehr.

Français

Afin d'étoffer la modélisation des transports du DETEC (VM-UVEK), il a été établi une méthode agrégée pour le trafic marchandises (MAM), mise en œuvre par une application fonctionnant sous Excel. La MAM permet d'analyser et de prévoir les évolutions modifiant à long terme le trafic marchandises en Suisse et le trafic marchandises d'import, d'export et de transit. Outre une considération en séries temporelles au niveau agrégé suisse, des applications spatialement différenciées sont possibles au niveau des régions MS. La MAM y permet une distinction entre tous les modes de transport terrestre, le transport de marchandises lourd et léger, trois types d'exploitation du transport de marchandises sur rail (TWC, TC, chaussée roulante), ainsi qu'entre 10 groupes de marchandises (selon la NST 2007). Pour les calculs prévisionnels, les effets de modifications structurelles (relatives à la répartition de la population et des emplois, p. ex.) ou spécifiques à certaines liaisons (p. ex. coûts et temps de transport) peuvent être sondés. Grâce à une désagrégation également basée sur les données structurelles, la MAM peut produire des matrices de flux de trafic jusqu'au niveau des zones de transport du VM-UVEK. En cela, la MAM complète l'instrumentaire existant pour le transport marchandises et permet une analyse relativement simple des implications que d'importantes modifications structurelles ont sur le trafic marchandises.

Italiano

Per ampliare la modellizzazione del traffico in seno al DATEC (MT-DATEC) è stato elaborato un metodo aggregato traffico merci (MATM) che può essere utilizzato sotto forma di tool applicativo basato su schede elettroniche del programma Excel. Il MATM permette di analizzare e di formulare previsioni circa gli sviluppi a lungo termine di tutti i tipi di traffico in Svizzera (interno,

d'importazione, di esportazione e di transito). Oltre a considerazioni sul piano nazionale basate su serie cronologiche aggregate, il metodo consente applicazioni territoriali differenziate per le regioni di mobilità spaziale, distinguendo tutti i vettori di trasporto (traffico merci leggero e pesante su strada), il traffico a carro completo, il trasporto combinato, il trasporto combinato accompagnato (traffico merci su rotaia), secondo dieci categorie di merci trasportate (facendo riferimento alla nomenclatura delle merci trasportate NST 2007). Per le previsioni sull'evoluzione del traffico merci, il metodo tiene conto anche degli effetti strutturali (come ad es. distribuzione della popolazione e dei posti di lavoro) e dei relativi cambiamenti specifici (come ad es. i costi dei trasporti e i tempi di percorrenza). Inoltre, grazie a una differenziazione basata su dati strutturali, il MATM rileva matrici dei flussi di traffico fino a livello delle zone di analisi della modellizzazione DATEC. Il metodo completa quindi lo strumentario esistente, riproducendo in modo relativamente semplice le implicazioni dei più importanti cambiamenti nel traffico merci.

Zusammenfassung

Zur Erweiterung der vom ARE betreuten Verkehrsmodellierung (VM-UVEK) wurde eine Aggregierte Methode Güterverkehr (AMG) erstellt und in Form eines Anwendungstools umgesetzt. Die AMG ergänzt das bestehende Modellinstrumentarium im Güterverkehr. Mit dem nationalen Güterverkehrsmodell (NGVM) steht bereits ein ausdifferenziertes Modell für Detailuntersuchungen zur Verfügung.

Die AMG ermöglicht erstmals, basierend auf einer aggregierten Sichtweise, alle Verkehrsarten in die Modellierung einzubeziehen (Binnen, Import, Export und Transit). Mit der AMG können die Implikationen wichtiger struktureller Veränderungen – wie bspw. bei Bevölkerung oder von wirtschaftlichen Rahmendaten – für den Güterverkehr vergleichsweise unkompliziert abgebildet werden. Ebenso berücksichtigt die AMG die Abbildung modalsplit- und leistungsrelevanter Kenngrössen (Transportkosten, Entfernungen und Geschwindigkeiten als Indikatoren von Infrastruktur- und Transportangeboten). Darüber hinaus stellt die AMG auf der Grundlage der in den offiziellen Statistiken verfügbaren Informationen einen harmonisierten Datensatz zur Güterverkehrsentwicklung zur Verfügung.

Die Konzeption der AMG verknüpft eine zeitreihenbasierte Betrachtung auf aggregierter Ebene (Eckwerte) mit einer räumlich differenzierten Querschnittssicht für ein Basisjahr und ausgewählte Prognosehorizonte. Die zeitreihenbasierte Betrachtung basiert auf segmentspezifischen Aggregaten, wobei neben den vier Verkehrsarten zehn Warengruppen und je nach Segment bis zu sieben Verkehrsmittel unterschieden werden. Diese Differenzierung wird in der Querschnittssicht beibehalten und auf Wunschlinienmatrizen nach 106 Schweizer MS-Regionen und 164 Auslandszonen übertragen. Für Prognoserechnungen können sowohl strukturelle Veränderungen – bspw. Bevölkerungs- oder Arbeitsplatzverteilungen – wie auch Veränderungen von modalsplit- und leistungsrelevanten Kenngrössen die Nachfragematrizen beeinflussen.

Zur Verknüpfung mit den bestehenden nationalen Verkehrsmodellen wurde mit der AMG zudem ein Schlüssel zur Differenzierung nach den mit 2'944 Schweizer Verkehrszonen räumlich deutlich feiner aufgelösten Modellen erarbeitet, so dass die entsprechenden Fahrzeugwunschlinien auch auf die Infrastrukturnetze umgelegt werden können.

Grundlage für die Basismatrizen zum Strassengüterverkehr sind Auswertungen von Erhebungsdaten der vom BFS publizierten Gütertransporterhebung (Jahre 2008 bis 2013), der Erhebung zum grenzquerenden Güterverkehr (2008) sowie der Lieferwagenerhebung (2014). Für die Basismatrizen zum Schienengüterverkehr konnten Daten aus dem Datawarehouse der SBB verwendet werden (2012-2014). Zur Umsetzung der AMG in einem Anwendungstool wurden zwei Teilmodelle konzipiert, wobei die zeitreihenbasierte Betrachtung in einem und die Querschnittssicht in einem zweiten Teilmodell enthalten sind. Das Anwendungstool ist mit Dateien des Tabellenkalkulationsprogramms Excel von Microsoft umgesetzt. Somit sind keine speziellen Applikationen erforderlich. Zur Benutzerführung steht den Benutzern ein Benutzerhandbuch mit Schritt-für-Schritt-Anleitungen und einer technischen Dokumentation zur Verfügung.

Résumé

Afin d'étoffer la modélisation des transports gérée par l'ARE (VM-UVEK), il a été établi une méthode agrégée pour le trafic marchandises (MAM), mise en œuvre sous forme d'une application. La MAM complète l'instrumentaire existant pour la modélisation du transport de marchandises. Le Modèle national de transport de marchandises (MNTM) offre déjà un modèle différencié permettant des analyses de détail.

Pour la première fois, la MAM donne la possibilité d'intégrer tous les types de transport (intérieur, import, export, transit) dans la modélisation, sur la base d'une approche agrégée. Grâce à la MAM, les implications que les modifications structurelles importantes – démographiques, par exemple, ou liées aux données économiques générales – ont sur le trafic marchandises peuvent être représentées assez simplement. De même, la MAM comprend la figuration de valeurs relatives à la répartition modale et aux distances parcourues (coûts de transport, distances, vitesses, utilisés comme indicateurs de l'offre en infrastructures et en transports). De plus, la MAM fournit un ensemble de données harmonisées sur l'évolution du trafic marchandises, en exploitant les informations disponibles dans les statistiques officielles. La MAM est conçue pour combiner une considération en séries temporelles au niveau de l'agrégation (valeurs de référence) à une vue transversale spatialement différenciée pour une année de base et des horizons de prévision choisis. La considération en séries temporelles repose sur des agrégats spécifiques par segment, où une distinction est faite d'après les quatre types de transport, dix groupes de marchandises et plusieurs modes de transport, jusqu'à sept pour certains segments. Cette distinction est conservée dans la vue transversale et reportée dans des matrices origine-destination selon 106 régions MS suisses et 164 zones situées à l'étranger. Les matrices de la demande utilisées pour des calculs prévisionnels peuvent être influencées tant par des changements structurels – répartition de la population ou des emplois, par exemple – que par des modifications de valeurs relatives à la répartition modale ou aux distances parcourues.

En outre, pour rendre possible la combinaison avec les modèles nationaux de transport existants, la MAM apporte aussi une clé de différenciation selon des modèles à maillage beaucoup plus fin, reposant sur les 2944 zones de transport en Suisse, de sorte que les matrices origine-destination des véhicules peuvent aussi être transposées aux réseaux d'infrastructures. Les matrices de base sur le transport de marchandises par route reposent sur des analyses de données issues des enquêtes suivantes publiées par l'OFS : enquête sur les transports de marchandises (années 2008 à 2013), enquête sur le trafic transfrontalier de marchandises (2008), enquête sur les véhicules utilitaires légers (2014). Pour les matrices de base sur le transport de marchandises par rail, des données de Data Warehouse des CFF (2012-2014) ont été utilisées. Pour la mise en œuvre de la MAM sous forme d'outil, deux modèles partiels ont été conçus, l'un contenant la considération en séries temporelles et l'autre la vue transversale. L'outil est mis en œuvre par des fichiers Excel, ce qui dispense de recourir à des applications spéciales. Les utilisateurs ont à leur disposition un manuel indiquant la marche à suivre étape par étape et une documentation technique.

Riassunto

Per ampliare la modellizzazione del traffico del DATEC, coordinata e gestita dall'ARE, è stato definito un metodo aggregato traffico merci (MATM) che può essere utilizzato sotto forma di tool applicativo. Il MATM completa lo strumentario esistente per le analisi e la modellizzazione del traffico merci. Il modello del traffico merci a livello nazionale (MTMN), infatti, costituisce già un modello differenziato per analisi approfondite del settore.

Sulla base di una prospettiva aggregata, il MATM permette di considerare per la prima volta nella modellizzazione tutti i tipi di traffico (interno, di importazione, di esportazione e di transito). Il Metodo consente inoltre di riprodurre in modo relativamente semplice le implicazioni sul traffico merci di importanti cambiamenti strutturali (come ad es. l'evoluzione demografica o i dati economici generali) ed è pure in grado di considerare e di rappresentare gli indicatori che influiscono sulle prestazioni e sulla ripartizione modale (costi dei trasporti, le distanze e la velocità come indicatori delle offerte infrastrutturali e di trasporto). Infine, sulla base delle informazioni disponibili nelle statistiche ufficiali, il MATM fornisce una serie di dati armonizzati sull'evoluzione del traffico merci.

Il nuovo metodo sviluppato combina considerazioni basate su serie cronologiche aggregate (parametri di base) con una visione territoriale trasversale relazionata a un anno di base e con un orizzonte previsionale prestabilito. L'analisi basata su serie cronologiche fa capo a un insieme di dati specifici relativi al segmento in questione con una differenziazione che, oltre ai quattro tipi di traffico secondo dieci categorie di merci trasportate, può confrontare fino a sette mezzi di trasporto a seconda del segmento considerato. Questa differenziazione viene mantenuta nella prospettiva trasversale e tradotta in matrici origine-destinazione in 106 regioni di mobilità spaziale (MS) in Svizzera e in 164 comprensori all'estero. Per il calcolo delle previsioni, le matrici della domanda possono essere influenzate da cambiamenti strutturali (ad es. distribuzione della popolazione o dei posti di lavoro) nonché da modifiche degli indicatori che influiscono sulle prestazioni e sulla ripartizione modale.

Per quanto riguarda il legame con i modelli di traffico nazionali esistenti, grazie al MATM si è potuto inoltre elaborare, sulla base delle 2 944 zone di analisi del traffico della Svizzera, una chiave per differenziare i modelli con una risoluzione nettamente più dettagliata a livello territoriale, così da poter computare le relative matrici origine-destinazione del veicolo anche sulle reti infrastrutturali.

Le matrici di base del traffico merci su strada sono state stabilite facendo riferimento ai dati rilevati nelle pubblicazioni dell'Ufficio federale di statistica sul trasporto merci (anni 2008 – 2013), sul trasporto internazionale di merci su strada (2008) e sui veicoli utilitari leggeri (2014). Le matrici di base del traffico merci su rotaia sono state invece calcolate ricorrendo ai dati del datawarehouse delle FFS (2012-2014). Per poter attuare il MATM in un tool applicativo sono stati creati due modelli parziali: il primo basato su serie cronologiche, il secondo su una prospettiva trasversale. Il tool applicativo si può utilizzare con cartelle di schede elettroniche del programma Excel, senza applicazioni speciali. L'utente ha pure a disposizione un manuale contenente una guida completa del programma e una documentazione tecnica.

0. Hintergrund und Berichterstattung

Dem Güterverkehr kommt für die Schweizer Wirtschaft sowie bei der Ver- und Entsorgung für die Bevölkerung eine hohe Bedeutung zu. Dabei werden die Infrastrukturen vielfältig in Anspruch genommen. Aufgrund der zentralen Lage der Schweiz in Europa überlagern sich die Transportströme mit direktem Bezug zur Schweiz noch mit denen des Transitverkehrs. Neben der Sicherstellung der Ver- und Entsorgung sowie der Erhaltung und Steigerung der Standortattraktivität rückt der Güterverkehr auch durch die mit ihm einhergehenden Folgen aus Sicht Umwelt, Energie und Infrastrukturkapazitäten in den Fokus der Verkehrspolitik. Zur Bewertung wirtschaftlicher und politischer Entwicklungen mit Wirkungen auf den Güterverkehr bedarf es belastbarer Entscheidungsgrundlagen in Form von Analysen und Prognosen.

Das UVEK hat mit der im ARE betreuten Verkehrsmodellierung (VM-UVEK) entsprechende Instrumentarien zur Analyse von Personen- und Güterverkehr geschaffen. Mit dem Nationalen Güterverkehrsmodell (NGVM) wurde bereits einmal der Binnengüterverkehr betrachtet, wobei die Komplexität des Modells, methodische Hintergründe und hohe Datenanforderungen die Handhabbarkeit des Modells einschränken.

Vor diesem Hintergrund und den Ergebnissen einer Bedürfnisanalyse wurde entschieden, dass eine etwas vereinfachte, jedoch den Gesamtverkehr so gut wie möglich umfassende Methode zur Analyse und Prognose des Güterverkehrs der nächste Schritt zur Verbesserung des VM-UVEK darstellt. Daher wurde eine „Aggregierte Methode Güterverkehr“ (AMG) konzipiert und im Rahmen eines handhabbaren Tools umgesetzt. Die AMG schliesst dabei eine Weiterentwicklung des bestehenden NGVM nicht aus. Ein zukünftiges Zusammenspiel der Modelle im Güterverkehr ist denkbar und wurde bei der Konzeption der AMG und ihrer Umsetzung in einem Anwendungstool berücksichtigt.

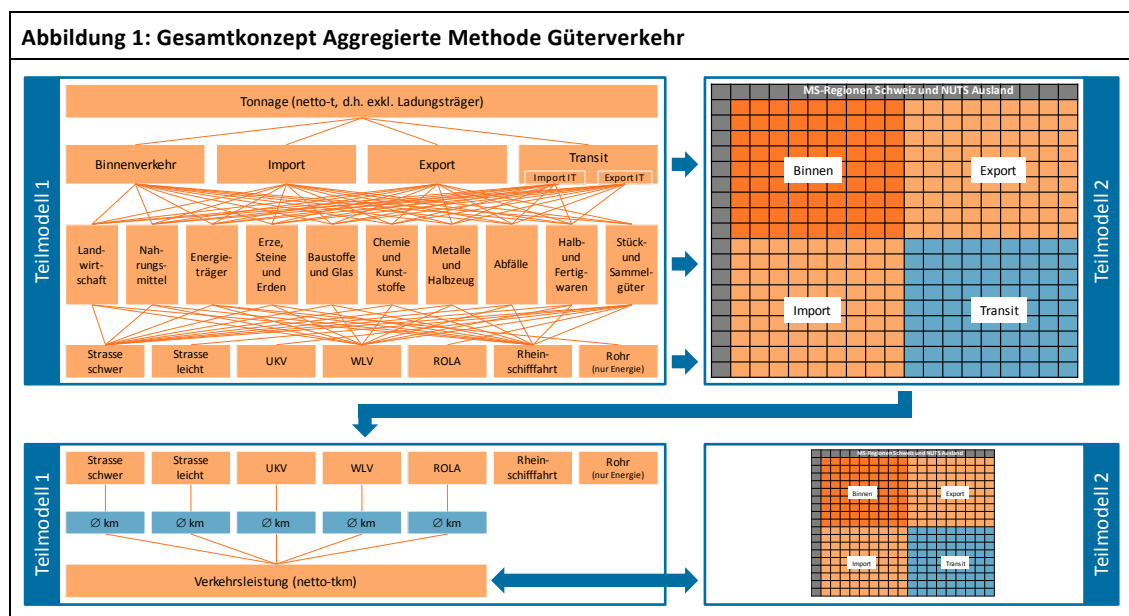
Der vorliegende Bericht ist Bestandteil der Dokumentation zur AMG. Diese Dokumentation ist auf zwei Handbücher aufgeteilt und stellt sich wie folgt dar:

Methodenbeschrieb (vorliegendes Dokument)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erläuterung der Methodik (Wirkungsmodell) ▪ Darstellung der Stellschrauben (Szenariofähigkeit) ▪ Datensatzbeschrieb ▪ Zielpublikum: AMG-Betreiber, interessierte Fachleute
Benutzeranleitung und technische Dokumentation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anwendung der AMG zur Analyse und Prognose ▪ Schritt-für-Schritt-Anleitungen ▪ Technische Dokumentation ▪ Zielpublikum: Anwender (UVEK-Ämter, Dritte)

1. Gesamtkonzept

Das Gesamtkonzept wird bereits vom Namen des Vorhabens sehr gut umschrieben: Aggregierte Methode. Das bedeutet, dass der Güterverkehr in aggregierten, d.h. sinnvoll zusammengestellten Gruppen, beschrieben, analysiert und modelliert wird. Weitere Disaggregationen, die für spezifische Anwendungsfälle benötigt werden, werden aus den jeweils zugehörigen Aggregaten abgeleitet.

Entsprechend dieser beiden Schwerpunkte wird die Methode – wie in Abbildung 1 dargestellt – in zwei Teilmodelle differenziert: Die aggregierte Betrachtung erfolgt im Teilmodell 1 (TM 1), das Teilmodell 2 (TM 2) beinhaltet die disaggregierten Ansichten. Umgesetzt wird die Methode in einem Anwendungs-Tool, das über das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel gesteuert werden kann.



Während das – die aggregierten Eckwerte liefernde – TM 1 eine zeitreihenbasierte Sicht einnimmt, betrachtet das TM 2 einen Querschnitt innerhalb dieser Zeitreihe. Die zeitreihenbasierte Sicht im TM 1 umfasst einen Retrospektivzeitraum zur Analyse und einen Prognosezeitraum zur Quantifizierung der künftigen Entwicklungen. Die Querschnittssicht des TM 2 beinhaltet ein Basis- und ein Prognosejahr, für welches die gesamtmodalen Eckwerte vom TM 1 übernommen werden.

1.1. Teilmodell 1

Das Teilmodell 1 analysiert und prognostiziert den Güterverkehr in verschiedenen Aggregaten. Diese Aggregationen entsprechen einer Marktsicht und geben die Teilmarktsegmente des Güterverkehrs wieder. Berücksichtigt werden dabei die drei Blickwinkel aus Verkehrsart (Binnen, Import, Export, Transit), Güterstruktur (10 Warengruppen mit entsprechenden Branchenbezügen) und Verkehrsträger (Strasse, Schiene, Rhein, Rohrfernleitungen).

Das Konzept zum TM 1 sieht vor, bei der Nachfrage – also auf der Tonnage-Ebene – zu starten. Dies geht auf den makroökonomischen Ansatz zurück, welcher den Güterverkehr „nur“ als das Resultat wirtschaftlicher Vorgänge einstuft. Nachfrage (nach Nahrungsmitteln, nach Konsumgütern, nach Vorprodukten etc.) entsteht beim industriellen oder privaten Endverbraucher oder Weiterverarbeiter – immer in Bezug zu entsprechenden Produktionsprozessen.¹ Diese Prozesse lassen sich (im Idealfall) mit sozioökonomischen Kenngrößen beschreiben (Bruttoinlandsprodukt, Branchenwertschöpfungen etc.).

Output der Nachfrage sind die zu transportierenden gesamtmodalen Aufkommensmengen. Im Anschluss wird die Bewältigung dieser Transportnachfrage diskutiert, indem zuerst die Aufteilung auf die (in Frage kommenden) Verkehrsträger erfolgt. Im Anschluss kommt die Leistungskomponente dazu, indem modal die mittlere Transportweite diskutiert und mit der Tonnage verbunden wird.

Grob gesehen entspricht dieses Vorgehen den „klassischen“ Verkehrsmodellen mit ihren vier Stufen, wobei die Zielwahlkomponente im engeren Sinne zwar ausgelassen, aber doch zumindest über die Verkehrsarten in vereinfachter Form berücksichtigt wird. Eine Routenwahl ist nicht Bestandteil der AMG – die Leistungsbestimmung der Tonnenkilometer wird aber mit entsprechend vereinfachten Methoden in TM 1 und TM 2 ermöglicht. Die eigentliche Routenwahl kann durch die im TM 2 bereitgestellte Disaggregation im Anschluss mit den Netzmodellen im VM-UVEK erfolgen.

Das Detailkonzept zum TM 1 wird im Kapitel 2 des vorliegenden Berichts dargestellt.

¹ Bei der Entstehung der Nachfragemenge kann es auch zu Wechselwirkungen hinsichtlich der Standorte von Erzeugern und Verbrauchern sowie hinsichtlich des Verkehrsmittelangebots kommen. Diese Wechselwirkungen werden jedoch im vorliegenden Wirkungsmodell als sekundär eingestuft und sind daher Bestandteil der nachfolgenden Glieder in der Wirkungskette (Bewältigung der Transportnachfrage).

1.2. Teilmodell 2

Das Teilmodell 2 hat die Aufgabe, die aggregierten Eckwert-Ergebnisse des Teilmodells 1 zu regionalisieren. Dabei wird die Struktur der Ergebnisse aus dem TM 1 im Hinblick auf die dortige Segmentierung nach Verkehrsarten, Warengruppen und Verkehrsträger beibehalten.

Das TM 2 dient in erster Linie dazu, Szenarien- und Massnahmenwirkungen, die mit dem TM 1 im Eckwert für die gesamte Schweiz ausgewiesen werden, auch regional darstellen zu können. Das TM 2 bildet dabei wiederum eine Zwischenstufe, da die Güterverkehrsströme von dieser Betrachtungsebene auf die Ebene der Nationalen Personen- und Güterverkehrsmodelle heruntergebrochen werden, um Umlegungsrechnungen im Feinnetz für die Schweiz durchführen zu können. Darüber hinaus kann ein Teil der Szenario- und Massnahmenwirkungen auch mit dem TM 2 quantifiziert – und ggf. auch an das TM 1 zurückgespielt – werden. Dies betrifft insb. solche Massnahmen, die einen Bezug zur im TM 2 erfolgenden Regionalisierung besitzen, bspw. strukturelle Verschiebungen von Arbeitsplätzen oder Bruttowertschöpfungen zwischen den Teilräumen oder Modalsplit-Wirkungen von relationalen, d.h. Matrix-gestützten Angebotsveränderungen.

Im TM 2 wird auf der empirischen Grundlage aus der Strassengüterverkehrsstatistik und dem Datawarehouse der Bahn eine Basismatrix für den Güterverkehr erstellt – in der Zonierung der 106 MS-Regionen² und den 164 Auslandszellen aus dem VM-UVEK. Diese Basismatrix beschreibt die Struktur der Güterverkehrsnachfrage für ein aktuelles Basisjahr und ist Ausgangspunkt für die weiteren Berechnungen.

Aus TM 1 werden Eckwerte in der entsprechenden Segmentierung über eine Schnittstelle an TM 2 übergeben und anteilig auf die Randsummen der Teilmatrizen der Basismatrix GV aufgeteilt. Die so neu bestimmten Randsummen werden mit den Randsummen der Basismatrix verglichen und Abweichungen, die sich z.B. aufgrund von Strukturdatenänderungen ergeben, festgestellt. Diese Veränderungen werden über einen Fortschreibungsalgorithmus auf die Basismatrix gegeben und ergeben die Zielmatrix, die voll kompatibel zu den Ergebnissen von TM 1 ist – nur regional aufgeteilt.

Mit Hilfe eines weiteren Aufteilungsmechanismus wird die Zielmatrix auf die 2'944 Verkehrszonen in der Schweiz und die 164 Auslandsregionen heruntergebrochen. Anschliessend können die Ströme in Fahrzeuge umgerechnet und auf das Netzmodell umgelegt werden.

Das Detailkonzept zum TM 2 wird im Kapitel 3 des vorliegenden Berichts dargestellt.

² MS = mobilité spatiale

1.3. Szenariofähigkeit

Mit der AMG können zwei Betrachtungsrichtungen zum Güterverkehr behandelt werden: Zum einen können Vergangenheitsentwicklungen dargestellt und analysiert werden. Zum anderen besteht die Möglichkeit, künftige oder alternative Entwicklungen zum Güterverkehr quantifizieren zu können.

Massnahmenabbildung

Die AMG versetzt die Anwender mit einem Tool in die Lage, verschiedene Bereiche unterschiedlichster Massnahmen abbilden zu können (s.a. Tabelle 1):

- Strukturelle Entwicklungen (so genannte externe Treiber),
- Verkehrspolitische Rahmenbedingungen (externe und interne Treiber),
- Veränderungen bei Transport und Logistik (interne Treiber).

Bei der Möglichkeit der Abbildung von Massnahmen steht immer der aggregierte Gedanke der Methode im Vordergrund. Die AMG fokussiert daher auch auf Massnahmen, die eher langfristige und über grosse Teile des Güterverkehrsmarktes determinierende Wirkungen besitzen. Es gilt jedoch auch: Da das AMG-Tool als datenoffenes Tool ausgestaltet ist, lassen sich alle mit der AMG verbundenen Sets an Inputdaten an entsprechende Vorgaben von Szenarien anpassen.

Tabelle 1: Massnahmenbereiche zur Abbildung von Szenarien			
Bereich		Umsetzung	Bezug zu den Teilmodellen
Strukturelle Entwicklungen	Bevölkerung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wohnbevölkerung als direkter Treiber in den funktionalen Zusammenhängen ▪ Bezug zu den Schweizer Quell- und Zielverkehren 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TM 1 ▪ TM 2 für teilräumliche strukturelle Verschiebungen zw. den MS-Regionen
	Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bruttoinlandsprodukt und Binnennachfrage ▪ Privater Konsum ▪ Aussenhandel ▪ branchenspezifische Bruttowertschöpfungen ▪ Bezug zu den Schweizer Quell- und Zielverkehren sowie zum italiengetriebenen Transitverkehr 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TM 1 ▪ TM 2 für teilräumliche strukturelle Verschiebungen (bei BWS) für CH-Quell-Ziel-Verkehr zw. den MS-Regionen

Tabelle 1: Massnahmenbereiche zur Abbildung von Szenarien			
Bereich		Umsetzung	Bezug zu den Teilmodellen
Verkehrspolitische Rahmenbedingungen	Infrastrukturen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ über relationale Kenngrössenveränderungen (Entfernungen, Fahrzeiten) bei den Transportkosten ▪ entweder direkt auf MS-Matrix-Ebene durch Kenngrössenveränderungen oder über Netzvariationen in den VISUM-Netzen ▪ vereinfacht auch über pauschale, vorher zu benennende Produktivitätsveränderungen infolge solcher Massnahmen und deren Wirkung auf das Kostendifferenzial 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TM 2 auf Ebene MS-Reg. ▪ TM 1 auf Ebene Verkehrsarten und Warengruppen über Kostendifferenziale
	Verlagerungspolitik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ vereinfacht auch über pauschale, vorher zu benennende Produktivitätsveränderungen infolge solcher Massnahmen und deren Wirkung auf das Kostendifferenzial ▪ oder über direkte Eingabe der Verlagerungswirkung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TM 2 auf Ebene MS-Reg. ▪ TM 1 auf Ebene Verkehrsarten und Warengruppen über Kostendifferenziale
	Regulativ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ analog Verlagerungspolitik (bspw. Produktivitätsveränderungen beim Einsatz von Gigalinern) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TM 2 auf Ebene MS-Reg. ▪ TM 1 auf Ebene Verkehrsarten und Warengruppen über Kostendifferenziale
Transport und Logistik	Kosten-/Preisveränderungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ durch direkte Abbildung der modalspezifischen Veränderung der Kostensätze (und ggf. implizit deren Veränderung infolge Detailanpassungen bei einzelnen Kostenkomponenten wie bspw. Personalkosten, Anlagenkosten, Betriebskosten) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TM 2 auf Ebene MS-Reg. ▪ TM 1 auf Ebene Verkehrsarten und Warengruppen über Kostendifferenziale
	Auslastung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fahrzeugmodell zur Umrechnung Tonnen in Fahrzeuge (mit entspr. Klassierungen) zur weiteren Umlageungsrechnung im Rahmen VM-UVEK 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TM 2
	Singuläre Verkehrs-erzeuger	<ul style="list-style-type: none"> ▪ freie Eingabe der (modalen) Umschlags-/Quell-/Zielverkehrsmengen der bestehenden Anlagen ▪ Löschen oder Ergänzen von Anlagen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TM 2 ▪ TM 1 ggf. durch Anpassung des shifts und der Transportweite
	Grossterminals	<ul style="list-style-type: none"> ▪ analog singuläre Verkehrserzeuger 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TM 2 ▪ TM 1 ggf. durch Anpassung des shifts und der Transportweite

Stellschrauben

Die oben skizzierten Massnahmenbereiche lassen sich mit verschiedenen Stellschrauben in der AMG quantifizieren. Als Stellschrauben verstehen sich dabei einerseits Sets an Inputdaten und andererseits manuelle Möglichkeiten zur Modifikation von Ergebnisgrössen. Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt alle in der AMG vorhandenen Stellschrauben.

Tabelle 2: Eingangsgrössen/Stellschrauben in die AMG			
Grösse	TM	Anwendung	Format
Strukturdaten			
Einwohner	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abbildung Bevölkerungsentwicklung je nach funktionalem Zusammenhang der Warengruppen ▪ Bestandteil der Plausibilisierung via Intensitäten 	2 Zeitreihen
	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abbildung struktureller Verschiebungen 	1 Wert je MS
BIP	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abbildung Wirtschaftsentwicklung je nach funktionalem Zusammenhang der Warengruppen ▪ Bestandteil der Plausibilisierung via Intensitäten 	2 Zeitreihen
Privater Konsum	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abbildung Wirtschaftsentwicklung je nach funktionalem Zusammenhang der Warengruppen ▪ Bestandteil der Plausibilisierung via Intensitäten 	2 Zeitreihen
Import (exkl. Dienstleistungen)	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abbildung Wirtschaftsentwicklung je nach funktionalem Zusammenhang der Warengruppen ▪ Bestandteil der Plausibilisierung via Intensitäten 	2 Zeitreihen
Export (exkl. Dienstleistungen)	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abbildung Wirtschaftsentwicklung je nach funktionalem Zusammenhang der Warengruppen ▪ Bestandteil der Plausibilisierung via Intensitäten 	2 Zeitreihen
Binnennachfrage	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abbildung Wirtschaftsentwicklung je nach funktionalem Zusammenhang der Warengruppen ▪ Bestandteil der Plausibilisierung via Intensitäten 	2 Zeitreihen
Branchen-BWS	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abbildung branchenspezifischer Wirtschaftsentwicklung je nach funktionalem Zusammenhang der Warengruppen ▪ Bestandteil der Plausibilisierung via Intensitäten 	47 Zeitreihen
	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abbildung struktureller Verschiebungen 	1 Wert je MS
Intensitäten			
Transport-Intensitäten	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kenngrösse zur Möglichkeit der manuellen Anpassung der funktional hergeleiteten Prognoseentwicklungen auf der Ebene der gesamtmodalen Aufkommen ▪ Einsatz von bis zu 5 Intensitäten je Warengruppe und Verkehrsart 	150 Werte CH 90 Werte IT
Angebotsbeschreibende Daten			
Entfernung Lkw	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entfernungstafel zum Strassengüterverkehr ▪ Grundlage zum Modalshift und zur Transportleistungsermittlung (Eckwert jedoch aus TM 1) 	Matrix
Entfernung Bahn	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entfernungstafel zum Schienengüterverkehr ▪ Grundlage zum Modalshift und zur Transportleistungsermittlung (Eckwert jedoch aus TM 1) 	Matrix
Geschwindigkeit Lkw	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faktor zur Ermittlung der Transportzeiten ▪ Grundlage zum Modalshift 	1 Wert
Geschwindigkeit Bahn	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faktor zur Ermittlung der Transportzeiten ▪ Grundlage zum Modalshift 	1 Wert
Kostensatz Lkw	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gesamtkostensatz nach Gutart (Logistiksystem) ▪ Grundlage zum Modalshift 	4 Werte
	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Veränderung des Gesamtkostensatzes nach Warengruppe im Strassengüterverkehr ▪ Hilfsfunktion zum Modalshift 	10 Werte
Kostensatz Bahn	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gesamtkostensatz nach Gutart (Logistiksystem) ▪ Grundlage zum Modalshift 	4 Werte
	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Veränderung des Gesamtkostensatzes nach Warengruppe im Schienengüterverkehr ▪ Hilfsfunktion zum Modalshift 	10 Werte
Zeit-Elastizität Lkw	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reaktionselastizität nach Gutart (Logistiksystem) 	4 Werte

Tabelle 2: Eingangsgrössen/Stellschrauben in die AMG			
Grösse	TM	Anwendung	Format
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundlage zum Modalshift 	
Zeit-Elastizität Bahn	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reaktionselastizität nach Gutart (Logistiksystem) ▪ Grundlage zum Modalshift 	4 Werte
Kosten-Elastizität Lkw	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reaktionselastizität nach Gutart (Logistiksystem) ▪ Grundlage zum Modalshift 	4 Werte
	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reaktionselastizität nach Warengruppe ▪ Hilfsfunktion zum Modalshift 	10 Werte
Kosten-Elastizität Bahn	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reaktionselastizität nach Gutart (Logistiksystem) ▪ Grundlage zum Modalshift 	4 Werte
	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reaktionselastizität nach Warengruppe ▪ Hilfsfunktion zum Modal shift 	10 Werte
Modalshift	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kenngrösse zur Möglichkeit der manuellen Anpassung der funktional hergeleiteten Prognoseentwicklungen auf der Ebene des Modalsplit (modale Aufkommen) ▪ Einsatz je nach Anzahl beteiligter Verkehrsträger nach Warenarten und Verkehrsart 	33 Werte CH 1 Wert IT
Transportweite	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kenngrösse zur Möglichkeit der manuellen Anpassung der funktional hergeleiteten Prognoseentwicklungen auf der Ebene der modalen Transportleistung ▪ Einsatz je nach Anzahl der Verkehrsträger nach Warenarten und Verkehrsart 	65 Werte CH
Routingshift	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kenngrösse zur Möglichkeit der manuellen Anpassung der funktional hergeleiteten Prognoseentwicklungen auf der Ebene der modalen Routenwahl im alpenquerenden Verkehr innerhalb des Alpenbogens B 	22 Werte
Sonstige Eingangsgrössen			
GTE/GQGV/LWE	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufkommensstruktur für die Nachfragewunschlinien im Strassengüterverkehr 	Matrix
Lkw-Auslastung	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ableitung der Anzahl an Fahrzeugen im Strassengüterverkehr ▪ nach Logistikklassen und Entfernungsstufen 	12 Werte
Leerfahrtenanteil	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Parameter zur Steuerung der Leerfahrten 	3 Werte
Tagesfaktor	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umrechnung der Jahres-Matrizen 	1 Wert
Abschneidewert	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grad der Berücksichtigung niedriger Nachfragerelationen 	1 Wert
Singuläre Verkehrserzeuger und Terminals	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Berücksichtigung zusätzl. modaler Aufkommensmengen für bis zu 20 singuläre Verkehrserzeuger ▪ differenziert nach Strasse und Schiene sowie nach Gutart (Logistiksystem) 	4 Werte

Modellgrenzen

Die Grenzen der AMG werden durch die Aggregationsstufe ihrer inhaltlichen Bezüge gesetzt (siehe jeweils Kapitel 3.1. und 4.1.). Vereinfachend ausgedrückt werden mit dem Grad der erforderlichen räumlichen oder strukturellen Auflösung aus der zu behandelnden Fragestellung die Grenzen vorgegeben – je feinräumlicher der Bezug sein soll, desto weniger wird die AMG hier unterstützen können. Mit den im TM 2 modellierten Massnahmen können modale Wirkun-

gen bis auf die Ebene der MS-Regionen abgebildet werden; im TM 1 müssen sich die Massnahmenwirkungen an den vier Verkehrsarten, den 10 Warengruppen und den vier Modi orientieren.

Darüber hinaus sind noch einige grundsätzliche Überlegungen zu den Möglichkeiten der Modellierung des Güterverkehrs zu beachten. Der Güterverkehr besitzt einen Grad an Komplexität, welcher einer Vereinfachung der Vorgänge im Rahmen von Modellen nicht unbedingt zuträglich ist. Dazu nur zwei Beispiele aus der Nachfrageerzeugung resp. Zielwahl und der Verkehrsmittelwahl:

- Die Nachfrageerzeugung basiert zumeist auf Kenngrössen des wirtschaftlichen Handelns. Dies können wertbezogene (Umsatz, Wertschöpfung etc.), personenbezogene (Beschäftigte) oder aber auch nutzungsbezogene (Flächen) Kenngrössen sein. Im gesamten Schweizer Güterverkehr (also in Bezug auf alle vier Verkehrsarten und über alle Modi) ist ca. ein Drittel der Gesamttonnage mit Bautätigkeiten verbunden. Diese jedoch haben naturgemäss keinen festen Standortbezug. Damit fehlen auch die oben benannten, räumlich verortbaren Kenngrössen.
- Der Leitfaden des deutschen Bundesverbandes für Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik (BME) hat über 80 Kriterien zur Auswahl des aus Sicht eines Verladers am besten geeigneten Verkehrsmittels identifiziert (BME 2014). Dabei ist dort nur die Sicht des Verladers – oder in Modelllogik gedacht: die Sicht der in der Nachfrageerzeugung generierten Ware in Form von Tonnen – berücksichtigt. Einfluss haben jedoch noch weitere Variablen je nach Anzahl der an einem Transport beteiligten Akteure (Spediteure, Operateure, Transporteure, allenfalls weitere physisch zur Wertschöpfung aktive oder nur virtuell agierende Dienstleister etc.).

Vielfach besteht das Problem darin, dass es an Kenngrössen (resp. entsprechende Datengrundlagen) fehlt, welche komplexe Zusammenhänge angemessen wiedergeben können. In der Konsequenz muss ein gewisser Grad der Abstraktion resp. Vereinfachung akzeptiert werden.

2. Detailkonzept Teilmodell 1

Die aggregierte Betrachtung beinhaltet vollständige Zeitreihen der im TM 1 berücksichtigten Segmente (inhaltlicher Bezug). Diese Zeitreihen besitzen einen retrospektiven und einen prospektiven Teil. Die Retrospektive basiert auf statistisch verfügbaren Informationen. Die Prospektive schätzt ab, wie die Entwicklungen der einzelnen Kenngrößen in einem Prognosezeitraum oder unter alternativen Rahmenbedingungen verlaufen könnten (Szenariofähigkeit). Dazu wird eine Methode benutzt, die den Zusammenhang aus güterverkehrsbeschreibenden Kenngrößen (Datensatz Verkehr) mit geeigneten anderen Kenngrößen auf der Basis von Vergangenheitsbeobachtungen herstellt (Wirkungsmodell). Das bedeutet auch, dass für die beschreibenden Kenngrößen entsprechende Prognosen vorliegen müssen (Leitdatensatz).

2.1. Inhaltlicher Bezug

Gegenstand des TM 1 sind aufkommens- und leistungsbezogene Kenngrößen, die sich immer auf 1 Jahr beziehen:

- Aufkommen in Tonnen (als netto-netto-Tonnen, d.h. exkl. Behälter- und Fahrzeuggewichte),
- Verkehrsleistung in Tonnen-Kilometer (ebenfalls netto-netto).

Diese Kenngrößen werden so aggregiert, dass sie unterschiedliche Segmente des Güterverkehrsmarktes wiedergeben:

- die Verkehrsarten,
- die Warenarten,
- die Verkehrsmittel.

2.1.1. Betrachtungszeitraum

Das TM 1 unterscheidet zwischen Retrospektivzeitraum und dem Prognosezeitraum. Mit der Retrospektive wird die Analyse resp. die ihr zur Verfügung stehenden Datenpaare determiniert. Generell ist dieser Zeitraum in der AMG flexibel gehalten, d.h. die Retrospektivreihen können bei Vorliegen entsprechender Daten ergänzt werden. Damit wird die AMG zu einem selbstlernenden System, indem der Analyse weitere Datenpaare hinzugefügt werden. Im Prinzip starten die Retrospektivreihen ab 1995; in Abweichung dazu starten Binnenverkehrsnachfrage und alle leistungsbezogenen Reihen aufgrund der Datenverfügbarkeit erst ab 2008 (s.a. Kapitel 2.3 mit Erläuterungen zum Datensatz Verkehr).

Die Prospektive erstreckt sich über einen Zeitraum von mind. 30 Jahren, höchstens jedoch bis zum Jahr 2060 (dies entspricht dem mit Stand 2015 verfügbaren Prognosehorizont der Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung vom BFS). Dabei ist der Startzeitpunkt dieser Prospektivreihen flexibel, indem er sich an der jeweiligen Retrospektivreihe ausrichtet und das darin vorkommende letzte Jahr berücksichtigt. Ausgewiesen wird die Prognose flexibel, d.h. letztes verfügbares Retrospektivjahr $t_r + x$ Jahre, wobei im Anwendungstool bis zu 3 Zwischenjahre frei

angegeben werden können. Damit wird vermieden, dass eine jahresgenaue Prognose eine Genauigkeit vortäuscht, die solchen Langfristprognosen nicht angemessen ist; gleichzeitig entkoppelt sich damit diese Langfristprognose von kurzfristigen, insb. konjunkturell bedingten Effekten.

2.1.2. Verkehrsarten

Die Unterscheidung nach Verkehrsarten erfolgt wie üblich entlang der Relation von der Quelle zum Ziel und dem Bezug zum Schweizer Territorium. Dabei wird differenziert nach Binnenverkehr, Import, Export und Transit. Beim Bezug auf alle Kenngrößen gilt im TM 1 das Territorialprinzip, d.h. es werden die im Inland resp. auf Schweizer Infrastrukturen erbrachten Verkehrsleistungen behandelt. Dieses Prinzip gilt auch für den Transit: Das Wirkungsmodell umfasst zwar mehr als nur die durch die Schweiz verkehrenden Transporte, schlussendlich werden jedoch nur die schweizquerenden Anteile ausgewiesen.

Bei der Darstellung des Aufkommens kann es zu Doppelerfassungen kommen: Eine Import-Ware wird im Basler Rheinhafen eingeführt und bei der Rheinschiffahrt entsprechend erfasst. Der Weitertransport – ohne jegliche Veränderung an der Wertschöpfung der Ware – erfolgt auf der Schiene und wird wohlmöglich als Binnenverkehr erfasst. Solche Doppelerfassungen betreffen nur das Aufkommen – die Verkehrsleistung wird über die Transportweite korrekt erfasst. Die Doppelerfassungen sind nicht das Ergebnis einer AMG-spezifischen Datenaufnahme, sondern methodisch bedingt in der Originär-Statistik des BFS enthalten; das Datenset bleibt damit kompatibel zur offiziellen Verkehrsstatistik des BFS.

2.1.3. Warenarten

Die Warenarten lassen sich auf der Grundlage des „Einheitlichen Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik“ (NST) unterscheiden. Dabei kommen die 20 Güterabteilungen nach NST 2007 zum Einsatz, die i.Ü. auch der höchstmöglichen Differenzierung entsprechen, welche im offiziellen Bezug möglich ist. Damit wird sichergestellt, dass zu einem späteren Zeitpunkt eine komplikationslose Aktualisierung der Retrospektivdaten möglich ist.

Im Rahmen der AMG werden die Warenarten aus der NST auf 10 Warengruppen, wie in der nachfolgenden Tabelle dargestellt, aggregiert.

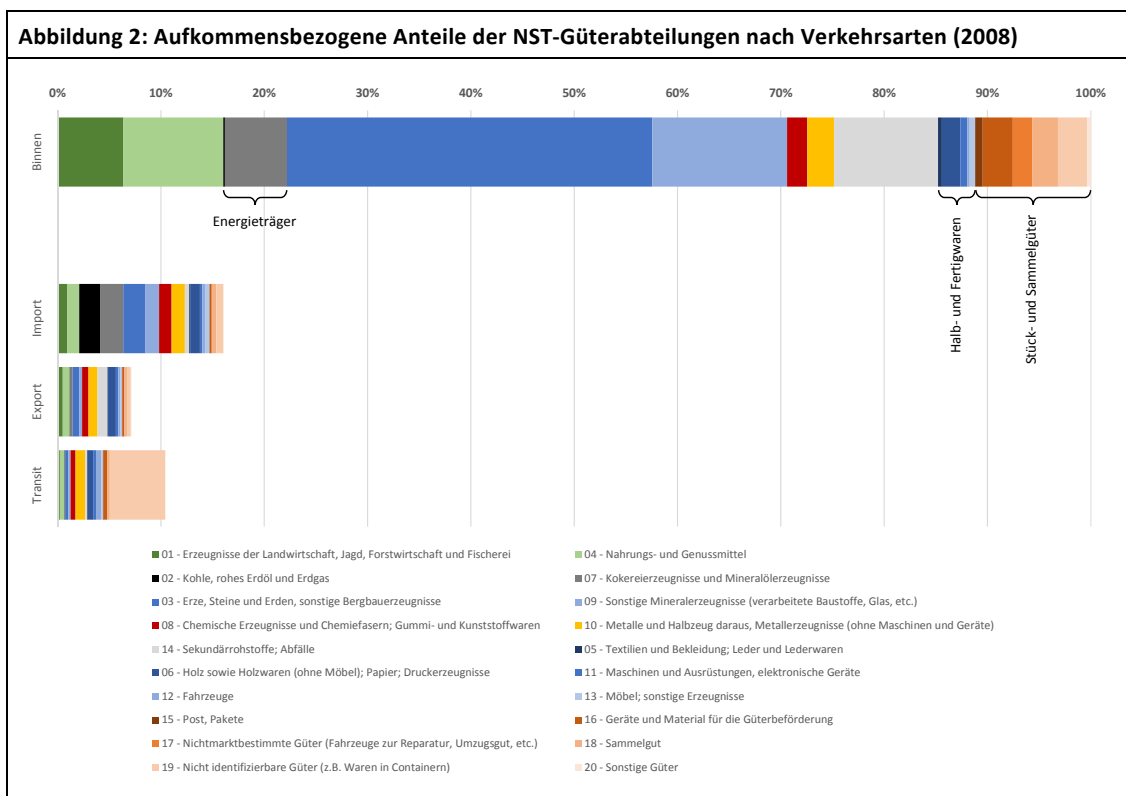
Tabelle 3: Aggregation der Warenarten	
Güterabteilungen nach NST-2007	Warengruppen AMG
01 - Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd, Forstwirtschaft und Fischerei	01 - Landwirtschaft
04 - Nahrungs- und Genussmittel	02 - Nahrungsmittel
02 - Kohle, rohes Erdöl und Erdgas	03 - Energieträger
07 - Kokereierzeugnisse und Mineralölerzeugnisse	
03 - Erze, Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	04 – Erze, Steine und Erden
09 - Sonstige Mineralerzeugnisse (verarbeitete Baustoffe, Glas, etc.)	05 - Baustoffe und Glas
08 - Chemische Erzeugnisse und Chemiefasern; Gummi- und Kunststoffwaren	06 - Chemie und Kunststoffe
10 - Metalle und Halbzeug daraus, Metallerzeugnisse (ohne Maschinen und Geräte)	07 - Metalle und Halbzeug
14 - Sekundärrohstoffe; Abfälle	08 - Abfälle
05 - Textilien und Bekleidung; Leder und Lederwaren	
06 - Holz sowie Holzwaren (ohne Möbel); Papier; Druckerzeugnisse	
11 - Maschinen und Ausrüstungen, elektronische Geräte	09 - Halb- und Fertigwaren
12 - Fahrzeuge	
13 - Möbel; sonstige Erzeugnisse	
15 - Post, Pakete	
16 - Geräte und Material für die Güterbeförderung	
17 - Nichtmarktbestimmte Güter (Fahrzeuge zur Reparatur, Umzugsgut, etc.)	
18 - Sammelgut	10 - Stück- und Sammelgüter
19 - Nicht identifizierbare Güter (z.B. Waren in Containern)	
20 - Sonstige Güter	

Die Aggregation auf diese 10 Warengruppen folgt sachlogischen Argumenten, d.h. es werden Waren mit ähnlichen Hintergründen (betreffend Erzeugung und/oder Verbrauch) zusammengefasst:

- Energieträger für Verkehr, Industrie, Wärme aus Erdöl und Mineralölerzeugnisse.
- Halb- und Fertigwaren aus Textilien, Holz, Papier oder aus den Bereichen Maschinen, Elektronik und Fahrzeuge sind entweder Vorprodukte zur weiteren Verarbeitung oder – und dies grösstenteils – Verbrauchsgüter zum unmittelbaren Konsum. Vielfach werden auch diese Waren bei den Stück- oder Sammelgütern ohne weitere Kennung erfasst. Die Anteile der noch direkt erfassten Waren sind jedoch in der Statistik gering (siehe nachfolgende Abbildung).
- Stück- und Sammelgüter inkl. Post- und Umzugsgut sowie Leermaterialtransporte umfassen nicht näher deklarierte Waren – vielfach in Transportgefässen mit der Möglichkeit zum kombinierten Verkehr. Es würde auf den ersten Blick nahe liegen, die Post- und Pakete-Abteilung separat zu betrachten und bspw. diese mit dem Lieferwagenmodell aus dem TM 2 in Verbindung zu bringen. Nur: Das minime Aufkommen rechtfertigt einen solchen Aufwand kaum.

Und: Im Lieferwagenverkehr ist weit mehr als nur Post und Pakete enthalten – er ist tatsächlich deutlich kompatibler zu den Stück- und Sammelgütern insgesamt und wird im TM 1 dementsprechend dieser Gesamtgruppe zugeordnet.

Eine weitergehende Differenzierung wäre inhaltlich gesehen durchaus wünschenswert, insb. bei den aufkommenstarken Güterabteilungen wie bspw. den Erzen, Steinen und Erden. Jedoch gibt die Verkehrsstatistik dazu keine Möglichkeit: Differenzierter werden die entsprechenden Warentransporte nicht erfasst. Andererseits ist im Rahmen einer AMG die Begrenzung der Komplexität nicht aus den Augen zu verlieren und bleibt mit dann insgesamt 10 Warengruppen und im Hinblick auf deren Kombination mit Verkehrsarten und Modi gerade noch gewahrt.



Indexierte Darstellung, wobei das kumulierte Binnenverkehrsaufkommen für 100% steht. Die Darstellung ist bewusst so gewählt, um die tatsächlichen Mengenverhältnisse plakativ veranschaulichen zu können.

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis BFS (GTE, GQGV, ÖV-Statistik), EZV und SRH

2.1.4. Verkehrsträger und -mittel

Zur modalen Unterscheidung werden alle in der Schweiz vertretenen Landverkehrsträger einbezogen. Dazu gehören neben Strasse und Schiene der Rhein sowie Rohrfernleitungen. Mit der Rheinschifffahrt werden entsprechende Im- und Exportvorgänge berücksichtigt; der Einbezug der Rohrfernleitungen stellt sicher, dass die mit ihnen verbundenen, nachfrageseitig bedeutsamen und allenfalls szenariosensitiven Erdölimporte abgebildet werden.

Der Schienengüterverkehr wird noch nach den beiden Produktionssystemen Kombiniertes Verkehr und Wagenladungsverkehr sowie nach ROLA unterschieden. Bei der Strasse werden in der Warengruppe der Stück- und Sammelgüter auch die Lieferfahrzeuge berücksichtigt.

Hinsichtlich der Aufkommensmenge ist auch hier anzumerken, dass es zu Mehrfacherfassungen kommen kann: Ein Transport vom Lager oder Produktionsort eines Grossverteilers zum Point of Sale kann bspw. in einem intermodalen Transportgefäss erfolgen. Zuerst wird die Ware auf der Strasse zum Terminal gebracht, dort im Kombinierten Verkehr transportiert und dann vom Terminal zum Zielort wieder auf der Strasse befördert. Die entsprechende Tonnage taucht dabei in der Statistik (mind.) 3x auf – obwohl es die gleiche Ware ist.³

2.1.5. Mehrfachdisaggregationen

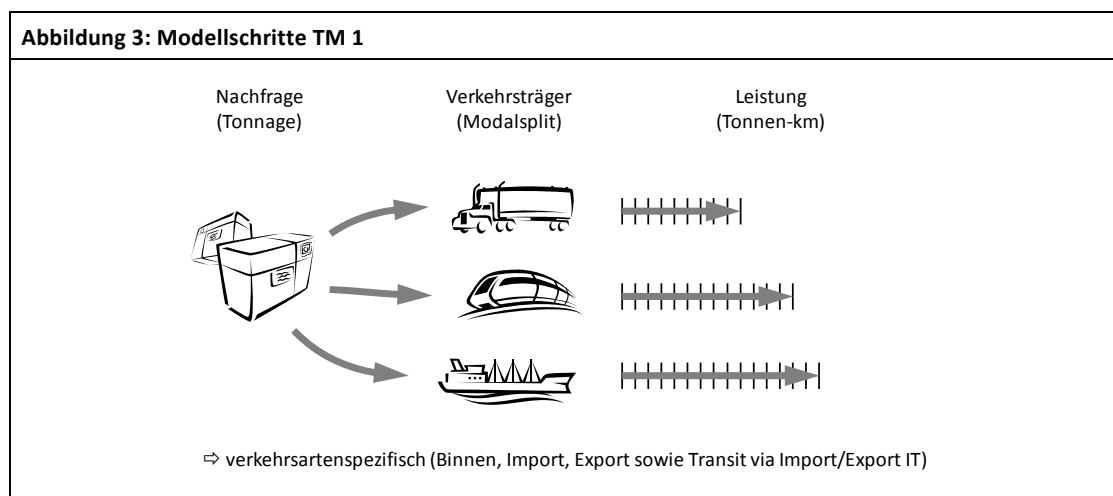
Der inhaltliche Bezug über die drei oben beschriebenen Grund-Segmente wird im TM 1 mehrfach disaggregiert hergestellt. D.h. ausgehend von der Verkehrsart wird darin nach Warengruppen und darin wiederum nach Verkehrsträger unterschieden. Diese Art der Dreifachdisaggregation wird für die Aufkommensmenge und für die Verkehrsleistung vollständig umgesetzt.

³ Um eine Vorstellung zur Grössenordnung solcher Mehrfacherfassungen zu bekommen: Bei den Stück- und Sammelgütern werden bspw. im Binnenverkehr ca. 1 Mio. Tonnen im UKV transportiert, von denen anzunehmen ist, dass sie einen strassenbasierten Vor- und Nachlauf besitzen. Damit würden 2 Mio. Tonnen als Mehrfacherfassung aufscheinen – das sind ca. 3% dieses Segments im Binnenverkehr, welches ca. ein Fünftel der gesamten Binnenverkehrsmenge ausmacht.

2.2. Wirkungsmodell

Das Konzept zum TM 1 sieht vor, bei der Nachfrage (in Tonnen) zu starten. Dies geht auf den makroökonomischen Ansatz zurück, welcher den Güterverkehr „nur“ als das Resultat wirtschaftlicher Vorgänge betrachtet. Nachfrage (nach Nahrungsmitteln, nach Konsumgütern, nach Vorprodukten etc.) entsteht beim Endverbraucher oder Weiterverarbeiter. Die damit verbundenen Produktionsprozesse lassen sich (im Idealfall) mit entsprechenden sozioökonomischen Kenngrößen beschreiben.

Output der Nachfrage sind die zu transportierenden Aufkommensmengen. Im Anschluss wird die Bewältigung dieser Transportnachfrage diskutiert, indem die Aufteilung auf die (in Frage kommenden) Verkehrsträger erfolgt. Erst danach kommt die Leistungskomponente dazu, indem modal die mittlere Transportweite diskutiert und mit der Tonnage verbunden wird.



Dieses Wirkungsmodell lässt sich auf verschiedenen Ebenen der einzelnen Segmente anwenden. Wir sprechen dann von einem bottom up-Modell, wenn dieses Vorgehen autonom für alle zehn Warengruppen und jeweils differenziert nach den vier Verkehrsarten durchgespielt wird. Hier kommt der Vorteil der Unterscheidung nach Warenarten ins Spiel, indem waren- und damit branchenspezifische Eigenheiten berücksichtigt werden können.

Die Summe aller in der AMG zusammengestellten Warengruppen ergibt dann die Gesamtnachfrage in den jeweiligen Verkehrsarten und deren Summe wiederum ergibt die Gesamtnachfrage im Güterverkehr. Diese Summen lassen sich mit dem gleichen Wirkungsmodell ebenfalls und autonom diskutieren – wir sprechen dann von einem top down-Modell. Idealerweise passen beide Modellwege aufeinander – in der Realität jedoch ergeben sich zumeist Differenzen, welche iterativ auszugleichen sind. Dabei kommt kein Automatismus zur Anwendung, stattdessen muss argumentativ überlegt werden, warum es Widersprüche gibt und an welcher Stelle – sowohl bottom up wie auch top down – eine Möglichkeit zur Nachjustierung besteht. Das Wirkungsmodell besteht damit wie oben schematisch dargestellt aus den drei nachfolgend erläuterten Teilschritten:

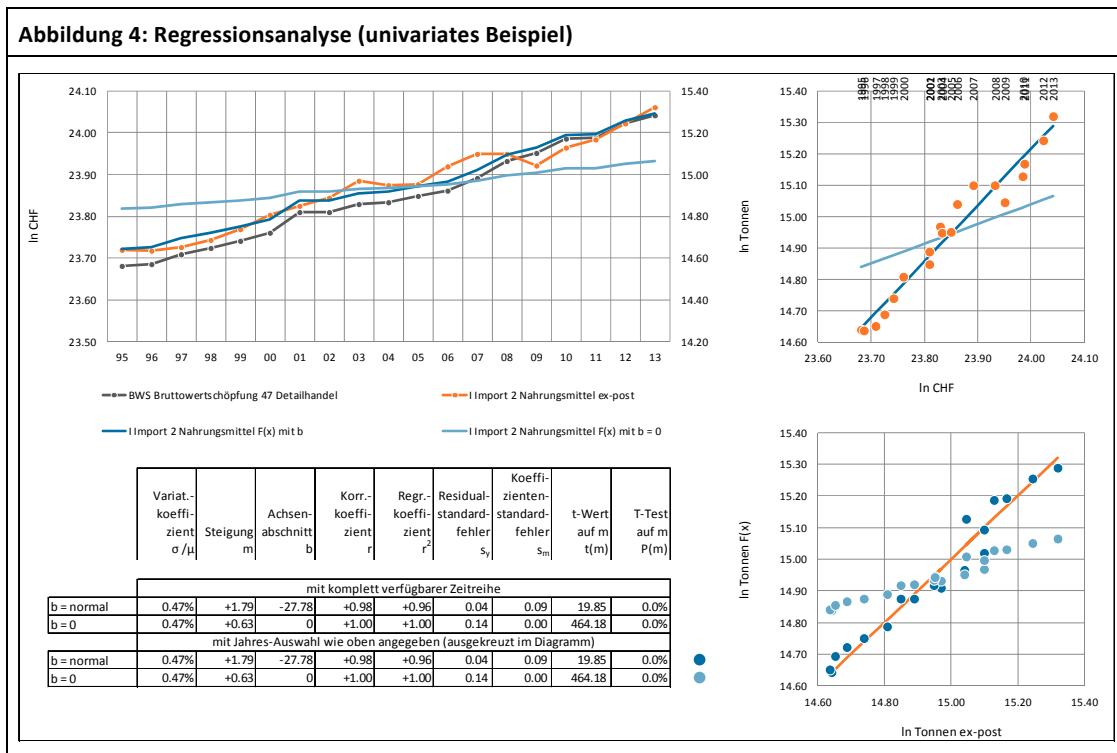
- Tonnageableitung (auf Basis Regressionsanalyse und Diskussion der Transportintensitäten),
- Verkehrsträgerwahl (durch Diskussion der weiteren Entwicklung des Modalsplit),

- Leistungsermittlung (durch Diskussion der Transportweiten).

2.2.1. Nachfrage

Funktionaler Zusammenhang

Zur Ableitung der Aufkommensmengen (Tonnage) wird ein Zusammenhang zwischen Treiber (erklärende Grösse) und Güterverkehrsnachfrage (zu erklärende Grösse) durch regressiv bestimmte Funktionen hergestellt. Dabei ist diese Regressionsanalyse eine Möglichkeit, um einen ersten, rechnergestützten Prognoseentwurf zu zeichnen. Denn: Die sonst in der Regressionsanalyse üblichen Datenmengen stehen hier bei weitem nicht zur Verfügung. Auszugehen ist faktisch von einem Retrospektivzeitraum, der frühestens 1995 einsetzt; davor sind a) die politischen Umbrüche in Europa zu massiv gewesen und b) die Datenlage kaum gewährleistet.



Die Regressionsanalyse ist theoretisch auf Basis der absoluten Zahlen, deren Logarithmen oder der jährlichen Veränderungsraten durchführbar. Im Rahmen der AMG werden die logarithmierten Daten eingesetzt, damit v.a. Dimensionsunterschiede zwischen erklärenden und zu erklärenden Grössen beseitigt werden können.

Zum Bezug der Tonnagen nach Warengruppen auf jeweils erklärende Grössen werden zwei voneinander unabhängige Wege vorgesehen:

- Bezug auf für Erzeugung und/oder Verbrauch relevante Branchenbruttowertschöpfungen,
- Bezug auf übergeordnete Leitdaten (BIP resp. Binnennachfrage, Konsum, Import, Export (beide exkl. Dienstleistungen), Bevölkerung).

Branchenbezug

Zum Bezug der Nachfragemengen der zehn Warengruppen auf Bruttowertschöpfungen (BWS) der Branchen stehen zwei Möglichkeiten offen:

- der sachlogische Bezug anhand der Wertschöpfungskette,
- der mathematisch hergeleitete Bezug durch systematische Regressionsanalysen.

In der AMG umgesetzt ist eine Kombination beider Möglichkeiten. Der sachlogische Bezug orientiert sich dabei an anderen Arbeiten (u.a. Studie VÖV 2012), in denen die jeweils relevanten Treiber sowohl auf der Produktions- wie auch auf der Verbrauchsseite diskutiert wurden.

Der mathematisch hergeleitete Bezug basiert auf statistischen Beurteilungsmassen (Koeffizienten, Standardfehler, Signifikanztests), die aus dem systematischen Bezug aller Nachfrage-reihen auf alle zur Verfügung stehenden volkswirtschaftlichen Kenngrößen gewonnen wurden.⁴

Die nachfolgende Tabelle fasst die zu ausgewählten Leitdaten zusammen. Es ist zu beachten, dass durch den Zeitreihenbezug die AMG als selbstlernendes System konzipiert ist. Neue Retrospektivdaten können unter Umständen zu neuen Erkenntnissen bei den funktionalen Zusammenhängen führen und einen Wechsel der hier dargestellten Bezüge notwendig erscheinen lassen; auf jeden Fall aber ändern sich mit neuen Datenpaaren auch die Parameter der einzelnen Zusammenhänge. Das Anwendungs-Tool versetzt mit seiner integrierten Analyse- und Prognosefunktionalität die Benutzer in die Lage, die Regressionsanalysen jederzeit nachvollziehen und ggf. die Parametrisierung verändern zu können.

⁴ Aufgrund ihres Umfangs ist die Dokumentation der Regressionsanalysen in einem separaten Anhang zum Methodenbeschrieb enthalten.

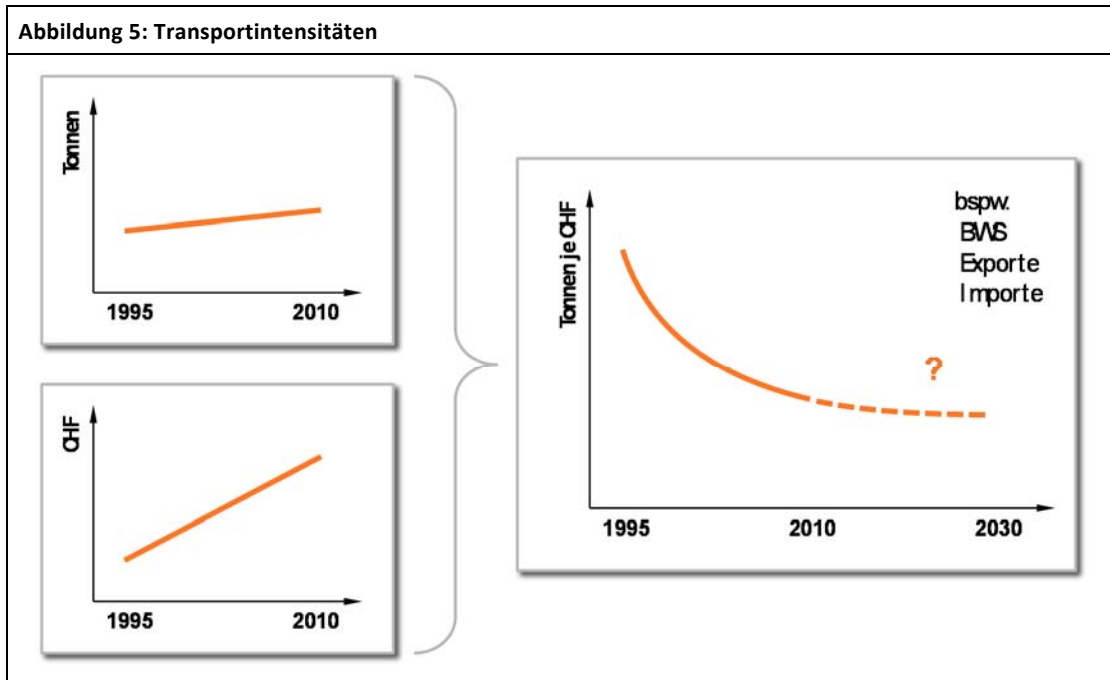
Tabelle 4: Bezüge in den funktionalen Zusammenhängen			
Waren- gruppe	Verkehrs- art	Branchen-Bezug (BWS)	Bezug zum überge- ordneten Leitdatum
01 - Landwirtschaft	Binnen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei (A) ▪ BWS Herstellung von Nahrungsmitteln (10-12) ▪ BWS Detailhandel (47) 	▪ Binnennachfrage
	Import	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Detailhandel (47) ▪ BWS Herstellung von Nahrungsmitteln (10-12) 	▪ Binnennachfrage
	Export	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei (A) 	▪ Exporte (CHF)
	Transit Import IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Detailhandel (47) ▪ BWS Herstellung von Nahrungsmitteln (10-12) 	▪ Importe (EURO)
	Transit Export IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei (A) 	▪ Exporte (EURO)
02 - Nahrungsmittel	Binnen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Detailhandel (47) ▪ BWS Herstellung von Nahrungsmitteln (10-12) ▪ BWS Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei (A) 	▪ Bevölkerung
	Import	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Detailhandel (47) 	▪ Bevölkerung
	Export	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von Nahrungsmitteln (10-12) 	▪ Exporte (CHF)
	Transit Import IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Detailhandel (47) 	▪ Bevölkerung
	Transit Export IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von Nahrungsmitteln (10-12) ▪ BWS Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei (A) 	▪ Exporte (EURO)
03 – Energieträger	Binnen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausnahme mit Binnennachfrage 	▪ Bevölkerung
	Import	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kokerei, Mineralölverarbeitung und Herstellung von chemischen Erzeugnissen (19-20) 	▪ Bevölkerung
	Export	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wasserversorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen (E) 	▪ Exporte (CHF)
	Transit Import IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kokerei, Mineralölverarbeitung (19) ▪ Energieversorgung (D) 	▪ Importe (EURO)
	Transit Export IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausnahme mit Binnennachfrage ▪ Kokerei, Mineralölverarbeitung (19) ▪ Energieversorgung (D) 	▪ Exporte (EURO)
04 – Erze, Steine und Erden	Binnen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Baugewerbe (F) ▪ BWS Bergbau/Gewinnung von Steinen und Erden (B) 	▪ Bevölkerung
	Import	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Baugewerbe (F) ▪ BWS Herstellung Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden (23) 	▪ Bevölkerung
	Export	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Baugewerbe (F) 	▪ Exporte (CHF)
	Transit Import IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Metallerzeugung und -bearbeitung (24) ▪ BWS Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden (23) 	▪ Importe (EURO)
	Transit Export IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Baugewerbe (F) 	▪ Exporte (EURO)

Tabelle 4: Bezüge in den funktionalen Zusammenhängen			
Waren- gruppe	Verkehrs- art	Branchen-Bezug (BWS)	Bezug zum überge- ordneten Leitdatum
05 - Baustoffe und Glas	Binnen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Baugewerbe (F) ▪ BWS Herstellung von Nahrungsmitteln (10-12) ▪ BWS Detailhandel (47) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bevölkerung
	Import	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Baugewerbe (F) ▪ BWS Herstellung von Nahrungsmitteln (10-12) ▪ BWS Detailhandel (47) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bevölkerung
	Export	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Baugewerbe (F) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exporte (CHF)
	Transit Import IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Baugewerbe (F) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Binnennachfrage
	Transit Export IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden (23) ▪ BWS Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden (B) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exporte (EURO)
06 - Chemie und Kunststoffe	Binnen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von pharm. Erzeugnissen (21) ▪ BWS Sonstiger Fahrzeugbau (30) ▪ BWS Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden (B) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Binnennachfrage
	Import	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von chemischen Erzeugnissen (20) ▪ BWS Herstellung von pharm. Erzeugnissen (21) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importe (CHF)
	Export	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von chemischen Erzeugnissen (20) ▪ BWS Herstellung von Gummi und Kunststoffwaren (22) ▪ BWS Herstellung von pharm. Erzeugnissen (21) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exporte (CHF)
	Transit Import IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von chemischen Erzeugnissen (20) ▪ BWS Herstellung von Gummi und Kunststoffwaren (22) ▪ BWS Herstellung von pharm. Erzeugnissen (21) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importe (EURO)
	Transit Export IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von chemischen Erzeugnissen (20) ▪ BWS Herstellung von Gummi und Kunststoffwaren (22) ▪ BWS Herstellung von pharm. Erzeugnissen (21) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exporte (EURO)
07 - Metalle und Halbzeug	Binnen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Metallerzeugung und -bearbeitung (24) ▪ BWS Herstellung v. Datenverarbeitungsgeräten, Uhren (26) ▪ BWS Herstellung von sonstigen Waren (32) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Binnennachfrage
	Import	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Metallerzeugung und -bearbeitung (24) ▪ BWS Herstellung v. Datenverarbeitungsgeräten, Uhren (26) ▪ BWS Herstellung von sonstigen Waren (32) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importe (CHF)
	Export	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von Metallerzeugnissen (25) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exporte (CHF)
	Transit Import IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Metallerzeugung und -bearbeitung (24) ▪ BWS Herstellung von Metallerzeugnissen (25) ▪ BWS Maschinenbau (28) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importe (EURO)
	Transit Export IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Metallerzeugung und -bearbeitung (24) ▪ BWS Herstellung von Metallerzeugnissen (25) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exporte (EURO)

Tabelle 4: Bezüge in den funktionalen Zusammenhängen			
Waren- gruppe	Verkehrs- art	Branchen-Bezug (BWS)	Bezug zum überge- ordneten Leitdatum
08 - Abfälle	Binnen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von Nahrungsmitteln (10-12) ▪ BWS Sonstiger Fahrzeugbau (30) ▪ BWS Landwirtschaft (A) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BIP
	Import	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen; Rückgewinnung (38) ▪ BWS Metallerzeugung und -bearbeitung (24) ▪ BWS Baugewerbe (F) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importe (CHF)
	Export	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Metallerzeugung und -bearbeitung (24) ▪ BWS Baugewerbe (F) ▪ BWS Detailhandel (47) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exporte (CHF)
	Transit Import IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Metallerzeugung und -bearbeitung (24) ▪ BWS Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen; Rückgewinnung (38) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importe (EURO)
	Transit Export IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von Metallerzeugnissen (25) ▪ BWS Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen; Rückgewinnung (38) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exporte (EURO)
09 - Halb- und Fertigwaren	Binnen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Maschinenbau (28) ▪ BWS Herstellung v. Druckerzeugnissen; Vervielfältigung (18) ▪ BWS Herstellung von Möbeln (31) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Binnennachfrage
	Import	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Detailhandel (47) ▪ BWS Herstellung v. Datenverarbeitungsgeräten, Uhren (26) ▪ BWS Sonstiger Fahrzeugbau (30) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importe (CHF)
	Export	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (27) ▪ BWS Herstellung v. Datenverarbeitungsgeräten, Uhren (26) ▪ BWS Sonstiger Fahrzeugbau (30) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exporte (CHF)
	Transit Import IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (27) ▪ BWS Herstellung v. Datenverarbeitungsgeräten, Uhren (26) ▪ BWS Maschinenbau (28) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importe (EURO)
	Transit Export IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Maschinenbau (28) ▪ BWS Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (27) ▪ BWS Herstellung von Automobilen und Automobilteilen (29) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exporte (EURO)
10 – Stück- und Sammelgüter	Binnen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Detailhandel (47) ▪ BWS Herstellung von Nahrungsmitteln (10-12) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bevölkerung
	Import	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Detailhandel (47) ▪ BWS Herstellung v. Datenverarbeitungsgeräten, Uhren (26) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importe (CHF)
	Export	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BWS Herstellung von pharm. Erzeugnissen (21) ▪ BWS Herstellung v. Datenverarbeitungsgeräten, Uhren (26) ▪ BWS Herstellung von Nahrungsmitteln (10-12) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exporte (CHF)
	Transit Import IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nicht relevant 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nicht relevant
	Transit Export IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nicht relevant 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nicht relevant

Transportintensitäten

Die funktionalen Zusammenhänge werden durch die Diskussion der Transportintensitäten gestützt. Die Transportintensitäten beziehen die Nachfrage auf die erklärende Grösse, also bspw. die Tonnen an landwirtschaftlichen (Roh-)Erzeugnissen auf die Bruttowertschöpfung der (sie verarbeitenden) Nahrungsmittelindustrie. Oder anders ausgedrückt beantwortet die Intensität die Frage, wieviel Tonnen generiert ein Franken Bruttowertschöpfung oder ein Kopf der Bevölkerung (gut vergleichbar zu den Mobilitätskennziffern in der Personenverkehrsmodellierung).



Die Transportintensitäten haben i.d.R. einen stetigen (d.h. wenig volatilen) Verlauf über die Zeit. Die Prognose auf Basis des regressiv bestimmten Zusammenhangs muss sich in diesen Verlauf einpassen, d.h. sie muss erklärbar bleiben. Bei dieser Diskussion sind (zwei bis drei) Argumente zu finden, welche die weitere Intensitätsentwicklung erklären (bspw. Güterstruktureffekt: die Waren werden leichter, aber wertvoller, d.h. die Intensität sinkt weiter ab). Mit dieser Art der Plausibilisierung kommt a) Transparenz in die gesamte Nachfrageprognose, wird b) bei den das Modell betreuenden/einsetzenden Personen das know-how über die Zusammenhänge im Güterverkehr gestärkt und c) eine inhaltlich und nicht ausschliesslich modelltechnisch, mathematisch orientierte Diskussion geführt. Liegen im Ergebnis dieser Diskussion Gründe vor, dass die (vorab rechnerisch ermittelte) Intensitätsentwicklung anzupassen wäre, so bietet das Modell die Möglichkeit, hier mit einer Expertenschätzung entsprechend „manuell“ einzugreifen und eine Korrektur vornehmen zu können.

Für den Bezug zu den übergeordneten Leitdaten, werden unabhängig von den Branchen-Bezügen immer zwei weitere Intensitätskurven berücksichtigt; diese beiden Intensitätskurven dienen dann als unabhängige Kontrollgrössen, da auch sie i.d.R. recht stetige Verläufe aufweisen:

- Bezug auf die Bevölkerung, d.h. Tonnen je Kopf,
- Bezug auf ein weiteres frei wählbares übergeordnetes Leitdatum.

Sonderfall Transit

Für den Transitverkehr erfolgt die exakt gleiche Vorgehensweise, nur mit dem Unterschied, dass hier ausnahmslos die Import- und Export-Ströme Italiens betrachtet werden. Faktisch wird damit ein eigenes „Italien-Modell“ für den Aussenhandel Italiens umgesetzt. Damit wird die gesamtmodale Nachfragemenge abgebildet, welche potenziell die Schweiz als Transitland durchqueren

könnte. In einem nachgelagerten Schritt wird eine Routenwahlprognose unter Einbezug aller im Italienverkehr relevanten Alpenübergänge vorgenommen. Daraus lassen sich die Entwicklungen für die Schweizer Alpenübergänge ablesen und auf die Zeitreihen des Transitverkehrs übertragen.⁵

2.2.2. Modalsplit

Im Anschluss an die Nachfragebestimmung wird die Aufteilung auf die Verkehrsträger vorgenommen (Modalsplit). Ein (belastbarer) funktionaler und v.a. inhaltlich begründeter Zusammenhang zur Entwicklung des Modalsplits resp. zur Aufteilung der Nachfrage auf die Verkehrsträger ist im Rahmen aggregierter Modelle faktisch nicht möglich. Hinzu kommt – wie in ARE 2014⁶ bereits festgestellt – dass die methodischen Möglichkeiten zur Modalsplit-Modellierung im Güterverkehr auf aggregierter Ebene äusserst beschränkt sind. Zwar lassen sich gewisse Zusammenhänge zu den Transportpreisen herstellen, die dazu verfügbare Datenlage ist jedoch nur gering (geringe Markttransparenz und äusserst breite, inhomogene Vertragslandschaft mit vielen Akteuren). Zumeist werden dann Kosten als Annäherung an die Preise verwendet. Dabei bleiben aber spezifische Produktionskonzepte der einzelnen Anbieter resp. der Modi unberücksichtigt.

Im TM 1 wird daher ein argumentativ geführtes Modalsplit-Modell angewendet. Dabei schlägt eine, wiederum selbstlernende, Trendfunktion (mit der Möglichkeit die zu berücksichtigenden Datenpaare vorab auszuwählen) basierend auf der Modalsplit-Entwicklung der (verfügbaren) Retrospektivdaten eine Fortführung dieser Entwicklung vor.

Diese ist dann – ähnlich wie bei den Transportintensitäten – inhaltlich zu diskutieren: Gibt es Argumente für eine Veränderung der Entwicklungen? Oder gar für einen Trendbruch? Dann kann „manuell“ eingegriffen und der Modalsplit mit einer Expertenschätzung (im Rahmen des sachlich möglichen) verändert werden. Gleichzeitig gibt diese Vorgehensweise Spielraum für die Abbildung von Modalsplit-Szenarien, wie sie bspw. im Rahmen der Perspektivarbeiten üblich sind. Die Unterscheidung nach Segmenten (verkehrsartenspezifische Warengruppen resp. deren Transporte) unterstützt hier die Diskussion, da je nach Segment verkehrsmittelspezifische Faktoren relevant sind (bspw. ist bei den Transporten von Steinen und Erden oder von Mineralerzeugnissen (d.h. überwiegend Baustoffe aller Art), die grösstenteils zu oder von den Baustellen erfolgen, die Bahn (abgesehen von einigen wenigen Grossbaustellen) kaum relevant).

Sonderfall Transit

Auch beim Modalsplit nimmt der Transit eine Sonderstellung ein. Hintergrund ist die unbefriedigende Datenbasis: Die Aussenhandelsdaten besitzen keinerlei Bezug zu den Verkehrsmitteln, da die (intraeuropäische) Aussenhandelsstatistik eine solche modale Differenzierung (nicht mehr) beinhaltet. Einzige Quelle mit entsprechendem Verkehrsmittelbezug ist die Erhebung

⁵ Diese Übertragung aus alpenquerendem Italienverkehr auf den gesamten Transitverkehr ist deswegen zulässig, da der alpenquerende Italienverkehr mehr als 95% des Transitverkehrs ausmacht.

⁶ ARE 2014: Evaluierung der nationalen Güterverkehrsmodellierung.

zum alpenquerenden Verkehr, die jedoch nur alle fünf Jahre und inzwischen auch nicht mehr koordiniert in allen Alpenländern durchgeführt wird.

Modale Informationen liegen jedoch aus dem Monitoring der flankierenden Massnahmen (BAV) vor; dazu dienen insb. die AlpInfo-Publikationen des BAV. Daraus lassen sich zumindest für den Alpenbogen mit Bezug zum italienischen Aussenhandel die Strassen- und Schienentonnagen herleiten. Daher erfolgt für den Transit beim Modalsplit eine Aggregation der zuvor disaggregiert betrachteten Warengruppen auf das Gesamttotal.

2.2.3. Verkehrsleistungen

Die Verkehrsleistungen in Tonnen-Kilometer werden mit einem zum Modalsplit-Modell vergleichbaren Verfahren ermittelt – hier jedoch mit der „Transmissionsgrösse“ der mittleren modalen und segmentspezifischen Transportweiten. Auch an dieser Stelle gibt eine selbstlernende, über die Auswahl der Datenpaare steuerbare Trendfunktion eine Entwicklung auf Basis der Vergangenheitsreihen vor und kann bei Bedarf – auf der Grundlage entsprechender Argumente – verändert werden.

2.3. Datensatz Verkehr

Der im Kapitel 2.1 aufgezeigte inhaltliche Bezug ist mit einem entsprechenden Datensatz herzustellen. Dabei muss gewährleistet sein, dass Retrospektivdaten ergänzt oder allenfalls sogar revidiert werden können. Aus diesem Grund wird nachfolgend das dazu notwendige Vorgehen verkehrsträgerspezifisch dargestellt.

Die Herausforderung besteht bei allen verkehrlichen Daten darin, die dreifache Disaggregation aus Verkehrsträger, Verkehrsart und Warengruppe für jedes Jahr abbilden zu können.

2.3.1. Strassengüterverkehr

Bei der Strasse erfüllen GTE und GQGV im Prinzip die Anforderungen an die Disaggregation. Dennoch bestehen einige Einschränkungen, die bedingen, dass die Daten aus unterschiedlichen Quellen bezogen und aufbereitet werden müssen. So deckt die GTE nur die im Inland immatrikulierten Fahrzeuge ab, während die GQGV ausländische Fahrzeuge erfasst. Die Daten der GTE sind ab 2008 kontinuierlich verfügbar, während die GQGV alle fünf Jahre durchgeführt wird. Im Detail stellen sich die Datenlage und die daraus bedingte Vorgehensweise wie folgt dar:

Quelle	Datenlage	Vorgehen
GTE (BFS) LWE (BFS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nur Schweizer Fahrzeuge erfasst, womit fast vollständig der Transit und zu grossen Teilen Import und Export <u>nicht</u> abgebildet werden; der Binnenverkehr hingegen dürfte (aufgrund des Kabotageverbots) vollständig erfasst sein ▪ Jahresdaten ab 2008 verfügbar, davor nur für 1998 und 2003, wobei jedoch die letzten beiden nur nach NST/R zur Verfügung stehen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Binnenverkehr <ul style="list-style-type: none"> ▪ direkt aus der GTE übernehmen ▪ zwischen 1998 und 2003 sowie 2003 und 2008 interpolieren anhand der Summenlinie der Gesamtstatistik (GTS) ▪ NST/R mit Destatis-Schlüssel in NST umrechnen ▪ Lieferwagenverkehr für Warengruppe der Stück- und Sammelgüter

Tabelle 5: Datenquellen Strasse und deren Verwendung		
Quelle	Datenlage	Vorgehen
GQGV (BFS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nur ausländische Fahrzeuge; womit jedoch Transit sowie Import und Export gut erfasst werden ▪ nur Daten für 1998, 2003 und 2008 verfügbar; 2014 wird z.Zt. erhoben 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Import und Export <ul style="list-style-type: none"> ▪ Summenlinien aus der Gesamtstatistik (GTS) übernehmen ▪ Struktur (Warengruppen) für die Erhebungsjahre direkt übertragen ▪ <u>Strukturentwicklungen</u> (Warengruppen) für die Zwischenjahre von der Aussenhandelsstatistik (EZV)
AH-Statistik (EZV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Warengruppen nach NST und Modi für Versand (Export) und Empfang (Import) ▪ Jahresdaten vollständig verfügbar 	
AQGV (BAV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ alpenquerendes Transit-Aufkommen in der Summe jahresweise verfügbar ▪ Warengruppen nach NST jedoch nur für die Erhebungsjahre (1998, 2004, 2009, 2014) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transit <ul style="list-style-type: none"> ▪ Summenlinie aus der Gesamtstatistik (GTS) übernehmen ▪ Struktur (Warengruppen) für die Erhebungsjahre direkt übertragen ▪ <u>Strukturentwicklungen</u> (Warengruppen) für die Zwischenjahre von der Transit-Statistik (EZV) übertragen
Transit-Statistik (EZV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Warengruppen nach NST und Modi ▪ Jahresdaten vollständig verfügbar 	

Zusammengefasst beinhaltet dieses Vorgehen die Übernahme der Gesamtnachfragereihen vom BFS. Die Warengruppenstrukturen werden jedoch bei Import, Export und Transit aus Sekundärquellen bezogen und auf die BFS-Ecken übertragen, wobei die vom BFS verfügbaren Strukturinformationen für einzelne Erhebungsjahre direkt übernommen werden. Für den Binnenverkehr kann ebenfalls ohne weitere Übertragungsvorschrift die GTE des BFS verwendet werden – jedoch stehen die vollständigen Zeitreihen hier erst ab 2008 zur Verfügung (während für IET ab 1995 Daten generiert werden konnten).

2.3.2. Schienengüterverkehr

Beim Schienengüterverkehr steht in den potenziellen Datenquellen die erforderliche Dreifachdisaggregation aus Verkehrsträger, Verkehrsart und Warengruppe nicht zur Verfügung. Daher müssen hier mit Sekundärinformationen entsprechende Herleitungen vorgenommen werden. Zur Kalibrierung werden jedoch die vom BFS publizierten Eckreihen verwendet.

Tabelle 6: Datenquellen Schiene und deren Verwendung		
Quelle	Datenlage	Vorgehen
Statistik öffentlicher Verkehr (BFS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jahresdaten ab 2008 verfügbar, davor nur für 1998 und 2003, wobei jedoch die letzten beiden nur nach NST/R zur Verfügung stehen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Import und Export <ul style="list-style-type: none"> ▪ Summenlinien aus der Statistik zum öffentlichen Verkehr übernehmen ▪ Struktur (Warengruppen) für das Basisjahr aus dem Datawarehouse SBB direkt übertragen ▪ <u>Strukturentwicklungen</u> (Warengruppen) für die Zwischenjahre von der Aussenhandelsstatistik (EZV)
AH-Statistik (EZV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Warengruppen nach NST und Modi für Versand (Export) und Empfang (Import) ▪ Jahresdaten vollständig verfügbar 	
AQGV (BAV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ alpenquerendes Transit-Aufkommen in der Summe jahresweise verfügbar ▪ Warengruppen nach NST jedoch nur für die Erhebungsjahre (1998, 2004, 2009, 2014) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transit <ul style="list-style-type: none"> ▪ Summenlinien aus der Statistik zum öffentlichen Verkehr übernehmen ▪ Struktur (Warengruppen) für das Basisjahr aus dem Datawarehouse SBB direkt übertragen
AH-Statistik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Warengruppen nach NST und Modi 	

Tabelle 6: Datenquellen Schiene und deren Verwendung		
Quelle	Datenlage	Vorgehen
(EZV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jahresdaten vollständig verfügbar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Strukturentwicklungen</u> (Warengruppen) für die Zwischenjahre von der Transit-Statistik (EZV) übertragen
Data-warehouse (SBB)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Warengruppen nach NHM, Umcodierung auf NST, und nach Verkehrsarten ▪ nur ein Basisjahr (2012) => diese Datenquelle ist zum künftigen Auffüllen der Retrospektivreihen nicht notwendig, sie kann allenfalls bei einer nächsten Version des AMG-Tools mit einem neuen Basisjahr eingehen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Binnenverkehr ▪ Summenlinien aus der Statistik zum öffentlichen Verkehr übernehmen ▪ Struktur (Warengruppen) für das Basisjahr aus dem Datawarehouse SBB direkt übertragen ▪ <u>Strukturentwicklungen</u> (Warengruppen) für die Zwischenjahre als Rest zwischen warengruppenspezifischen Gesamtsummen und den jeweiligen Summen aus IET

Zusammengefasst beinhaltet dieses Vorgehen die Übernahme der Gesamtnachfragerreihen vom BFS.⁷ Die Warengruppenstrukturen werden jedoch bei Import, Export und Transit aus Sekundärquellen bezogen und auf die BFS-Ecken übertragen, wobei die vom SBB-Datawarehouse verfügbaren Strukturinformationen für einzelne Erhebungsjahre direkt übernommen werden. Der Binnenverkehr wird als Restgrösse abgeleitet, jedoch an den BFS-Eckreihen kalibriert.

2.3.3. Rheinschifffahrt

Die mit Binnenschiffen über die Basler Rheinhäfen transportierten Nachfragemengen sind nur für die beiden Verkehrsarten Import und Export relevant. Die dazu notwendigen Informationen liegen an sich direkt vor, müssen jedoch noch von der veralteten NST/R-Klassifizierung in die bei den anderen Verkehrsträgern angewendete NST-Klassifikation überführt werden; die Berichterstattung der Binnenschifffahrt auf Basis der NST/R hat historische Gründe und wird vorerst nicht umgestellt.

Tabelle 7: Datenquelle Rheinschifffahrt und deren Verwendung		
Quelle	Datenlage	Vorgehen
Statistik zum Ankunfts- und Abgangsverkehr (SRH)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Warengruppen nach NST und Modi ▪ Jahresdaten vollständig verfügbar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ direkt übernehmen

2.3.4. Rohrfernleitungen

Das benötigte Datenset zu den Rohrfernleitungen ist insofern überschaubar als dass dieser Verkehrsträger nur in einer Warengruppe und nur beim Import eine Rolle spielt (Rohöl-Einfuhr als Energieträger). Die Datenlage ist dabei als unkompliziert einzustufen.

⁷ Dabei ist jedoch noch die Besonderheit der Differenzierung zwischen netto-Tonnage und einfacher Tonnage zu beachten. Für den Gesamtverkehr, d.h. für die Transporte aller Transportunternehmungen (TU) steht die netto-Information nur für die Gesamtverkehrsreihe zur Verfügung. Daher muss aus den detaillierten BFS-Informationen zum kombinierten Verkehr die nur dort relevante netto-Tonnage ermittelt und die im WLV relevante „einfache“ Tonnage abgeleitet werden; das AMG-Tool resp. das Handbuch zur Benutzeranleitung führt den User in seiner Inputtabelle durch die dazu notwendigen Schritte.

Tabelle 8: Datenquelle Rohrfernleitungen und deren Verwendung		
Quelle	Datenlage	Vorgehen
AH-Statistik (EZV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Warengruppen nach NST/R, umcodierbar auf NST, und nach Verkehrsarten ▪ Jahresdaten ab 1995 verfügbar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ direkt übernehmen ▪ Umcodierung von NST/R zu NST via entsprechend vorgegebenem Umrechnungsschlüssel

2.3.5. Aussenhandel Italien

Aus datentechnischen Gründen wird der Aussenhandel Italiens nicht verkehrsträgerbezogen erfasst, sondern unmittelbar aus der Handelsstatistik in Form gesamtmodaler Daten aufgenommen. Hintergrund ist die fehlende Verfügbarkeit modaler Daten(reihen) zum grenzüberschreitenden Verkehr Italiens in der Disaggregation nach Warengruppen. Der Modalsplit wird daher im Rahmen der AMG erst auf der Ebene der Summe aller Warengruppen betrachtet. Damit der Bezug zum Transit Schweiz resp. dem Nord-Süd-Verkehr im Alpenbogen B hoch ist, wird die Erfassung des Aussenhandels Italiens auf die intraeuropäischen Handelsrelationen beschränkt. Diese Relationen werden zu weiten Teilen im Landverkehr und damit über den Alpenbogen B abgewickelt.

Tabelle 9: Datenquelle Rohrfernleitungen und deren Verwendung		
Quelle	Datenlage	Vorgehen
AH-Statistik (Eurostat)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Warengruppen nach SITC ▪ Jahresdaten ab 1995 verfügbar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ direkt übernehmen ▪ Umcodierung von SITC zu NST via entsprechend vorgegebenem Umrechnungsschlüssel

2.4. Leitdatensatz und sonstige externe Dateninputs

Die Leitdaten dienen als (mögliche) erklärende Grössen für die mit der AMG zu erstellenden Prognosen. Im Rahmen des TM 1 sind dabei folgende Datenbereiche abzudecken:

- Strukturdaten,
- Auswahl angebotsbeschreibender Daten.

2.4.1. Strukturdaten

Zu den Strukturdaten zählen sozioökonomische Kenngrössen wie Anzahl an Einwohnern, Bruttoinlandsprodukt (BIP), Aussenhandelsvolumen aus Importen und Exporten exkl. Dienstleistungen, Konsum der privaten Haushalte sowie Binnennachfrage (als das so gut wie möglich um aussenhandelsbezogene Umsätze bereinigte BIP). Dazu kommen die Bruttowertschöpfungen (BWS) von einzelnen, transportrelevanten Branchen.

Anwendung

Die Strukturdaten sind im TM 1 die nachfrage-treibenden Variablen innerhalb der die gesamtmodale Nachfragemenge quantifizierenden funktionalen Zusammenhänge. Die Quantifizierung erfolgt differenziert nach Warengruppen und Verkehrsart – dementsprechend können unterschiedlichste Variablen(-Kombinationen) zur Anwendung gelangen. In die Analyse und damit in die funktionsbestimmenden Parameter gehen die retrospektiven Zeitreihen ein, während für die Prognose entsprechende Prospektivreihen benötigt werden. Der räumliche Bezug erfolgt auf Länderebene – einerseits die Schweiz (für die hier relevanten Quell- und Zielverkehrsarten Binnen, Import und Export), andererseits Italien (für die dortigen Quell- und Zielverkehre bei Im- und Export als Grundmenge für den Transit durch die Schweiz).

Einflussparameter

Die Entwicklung der Strukturdaten wird von verschiedensten exogenen Parametern gesteuert. Diese sind Bestandteil demografischer und volkswirtschaftlicher Prozesse. Deren Ausprägungen sollen nicht im Rahmen der AMG diskutiert werden. Stattdessen werden sie als Ergebnis externer Diskussionen aus entsprechenden Quellen übernommen.

Eingabe und Quelle(n)

Die Strukturdaten werden in einer eigens dafür angelegten Excel-Datei vorgehalten und eingegeben. Diese Datei enthält auch die Möglichkeit, allenfalls fehlende Strukturdaten mittels entsprechender übergeordneter Entwicklungen abzuleiten (Anteilsmodell Leitdaten); die User sind jedoch frei, zwischen abgeleitetem oder extern erstelltem Leitdateneinsatz zu entscheiden. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Herkunft der externen Datensätze.

Tabelle 10: Quelle(n) von Strukturdaten		
Kenngrosse	Quelle retrospektiv	Quelle prospektiv
Einwohner Schweiz	BFS: STATPOP	BFS: Szenarien der Bevölkerungsentwicklung
Einwohner Italien	DG EcFin: AMECO	DG EcFin: Ageing Reports
BIP Schweiz	SECO	SECO
BIP Italien	DG EcFin: AMECO	DG EcFin: Ageing Reports
Privater Konsum Schweiz	SECO	SECO alternativ: Anteilsmodell
Privater Konsum Italien	DG EcFin: AMECO	Anteilsmodell
Import Schweiz	SECO	SECO alternativ: Anteilsmodell
Import Italien	DG EcFin: AMECO	Anteilsmodell
Export Schweiz	SECO	SECO alternativ: Anteilsmodell
Export Italien	DG EcFin: AMECO	Anteilsmodell
Binnennachfrage	ermittelt aus BIP-(Exp-Imp)	ermittelt aus BIP-(Exp-Imp)
Branchen-BWS Schweiz	BFS: VGR	Ecoplan (ARE-Projekt REA) alternativ: Anteilsmodell
Branchen-BWS Italien	Eurostat: National Accounts	Anteilsmodell

Branchen-Differenzierung

Zur Branchen-Differenzierung wären faktisch nur die Branchen notwendig, welche in der Tabelle 4 bei der Zuordnung zu den jeweiligen Warengruppen aufgezählt sind. Diese basieren auf der NOGA-Systematik (NOGA 2008: Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige). Dabei wird in einigen Fällen auf die so genannten Abschnitte (Einsteller resp. Buchstaben) zurückgegriffen. In der Mehrzahl sind jedoch die so genannten Abteilungen (Zweisteller) notwendig. Diese beziehen sich auf die Abschnitte B, C, E, F und G. Die Abteilungen der dienstleistungsorientierten Abschnitte ab H bis S werden nicht benötigt.

Damit jedoch das im TM 1 umzusetzende Anteilsmodell entsprechende, BIP-abhängige Prognosen für die gesuchten Branchen-BWS erstellen kann, sind darin alle Branchen-BWS zu berücksichtigen. Damit ist sichergestellt, dass nicht einzelne Anteils-Prognosen erstellt werden, die ohne Kalibration auf die von der BIP-Prognose vorgegebene Randsumme über- oder untersteuernde Verläufe gegenüber 100% ergeben. Um den Aufwand jedoch zu kontrollieren, werden die Abschnitte A und F, sowie D und H bis S tatsächlich nur als Abschnitte in das Anteilsmodell eingesetzt, während in den Abschnitten B, C, E, F und G die darin vorkommenden 39 Abteilungen berücksichtigt werden. Das Anteilsmodell arbeitet wie folgt:

- Trendprognose des Anteils der Summe aller BWS am BIP⁸
=> via Regressionsfunktion mit $x = \text{BIP}$ und $y = \text{Summe aller BWS}$,
- autonome Trendprognosen für alle BWS
=> via Regressionsfunktion mit $x = \text{Summe aller BWS}$ und $y = \text{jeweils gesuchte BWS}$,
- Kalibration über die Anteile aller prognostizierten BWS an der Summe aller BWS
=> die Anteile müssen 100% ergeben,

⁸ Die Summe aller BWS ist aufgrund von Gütersteuern und Gütersubventionen ungleich resp. immer kleiner als das BIP.

=> Korrektur der prognostizierten BWS-Anteilsverläufe (abgeleitet aus den autonomen BWS-Trendprognosen).

2.4.2. Angebotsbeschreibende Daten

Die angebotsbeschreibenden Daten beinhalten transportbeschreibende Kenngrößen zum Strassen- und Schienengüterverkehr. Dazu gehören die von den Infrastrukturen vorgegebenen Entfernungen und, in Verbindung mit den Geschwindigkeiten, die resultierenden Transportzeiten. Des Weiteren gehören entfernungsbezogene Kostensätze (als Gesamtkostensatz) zu diesen Daten, damit in Verbindung mit Elastizitäten modale Aufkommensveränderungen abgeleitet werden können. Als explizite Stellschrauben können jedoch auch der Modalshift wie auch die Transportweite direkt modifiziert werden, was ebenfalls für den Routingshift gilt, mit dem allfällige Verschiebungen beim modalen Aufkommen der Alpenübergänge im Alpenbogen B eingestellt werden können.

Anwendung

Der Grossteil der angebotsbeschreibenden Daten findet prioritär Anwendung im TM 2 zur Ableitung von allfälligen Modalsplit-Verschiebungen (Modalshift) und zur Ermittlung von Veränderungen bei der Transportleistung im Prognosezeitraum. Im TM 1 werden die im TM 2 quantifizierten Modalshifts und Transportweitenveränderungen eingelesen.

Für Langfristprognosen kann es darüber hinaus sinnvoll sein, weitere Modalshifts und Transportweitenveränderungen einfließen zu lassen, die sich nicht mit den im TM 2 implementierten Berechnungen quantifizieren lassen. Beispielsweise kann die Umstellung von Lieferkonzepten zu (gewollten) Modalshifts führen, wenn ein Grossverteiler ein Zentrallager durch regionale Lager ersetzt, diese mit der Bahn anbindet und erst die lokale Belieferung auf der Strasse durchführt. Die Wirkung solcher Massnahmen können nur abgeschätzt oder aus entspr. Quellen entnommen werden; im TM 1 ist dann der zusätzliche Shift in Prozentpunkten gegenüber dem vom TM 2 ermittelten Modalsplit anzugeben. Insgesamt stehen dazu im Binnenverkehr für die Warengruppen 1 bis 9 je ein und in der Warengruppe 10 zwei Eingabemöglichkeiten (aus hier drei beteiligten Verkehrsmitteln) zur Verfügung; für den Import und Export sind es jeweils 22 Werte. Beim Transit ist ein bimodaler Shift bezogen auf den italienischen Im- und Export veränderbar. Prinzipiell gilt Gleiches für die Transportweite, die manuell in Kilometer verändert werden kann; hier sind insgesamt 65 Eingabemöglichkeiten vorhanden. Für den Routingshift sind je Modus bis zu 11 Anteilsverschiebungen zwischen den jeweils 12 Alpenübergängen im Alpenbogen B einzugeben, so dass im Ergebnis die Entwicklung des Transitverkehrsaufkommens anhand der Aufkommensentwicklungen der Schweizer Alpenübergänge abgeleitet werden kann.

Einflussparameter

Die Veränderung der hier behandelten Kenngrößen ergibt sich aus entsprechenden Angebotsveränderungen (neue Infrastrukturen oder veränderte Systemgeschwindigkeiten). Allfällige

Kostenveränderungen sind Annahmen im Rahmen eines Szenarios und können bspw. den bisherigen Trend aufnehmen oder bewusst ihm gegenüber variiert werden. Die Elastizitäten sollten nicht ohne triftigen Grund verändert werden. Die im TM 1 bestehende Möglichkeit der freien Veränderung von Modalshift, Transportweite und Routingshift muss analog der Intensitätsdiskussion mit sachlogischen Argumenten abgestützt werden. Bei Bedarf können so aber auch Zielszenarien quantifiziert werden.

Eingabe und Quelle(n)

Die angebotsbeschreibenden Daten werden im TM 2 vorgehalten; dazu sind entsprechende Tabellenblätter in diesem Teil des AMG-Tools angelegt. Die Möglichkeit der manuellen, zusätzlichen Modifizierung von Modalshift, Transportweite und Routingshift ist im TM 1 des AMG-Tools implementiert. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Herkunft der externen Datensätze.

Tabelle 11: Quelle(n) von angebotsbeschreibenden Daten	
Kenngrösse	Quelle retrospektiv
Kostensatz Lkw	BAV 2012 (NEAT-Studie) ⁹
Kostensatz Bahn	
Kosten-Elastizität Lkw	Es gibt verschiedene Studien zur Schätzung und Nutzung von Reaktionselastizitäten im Gütertransport. Bei der Durchsicht wird deutlich, dass es sehr grosse Varianzen in den geschätzten Elastizitätswerten gibt. Das hängt von den zugrundeliegenden empirischen Erhebungen, der Regionalisierung, der Fragestellung und der Segmentierung der Untersuchungsbereiche ab. Relevante Quellen sind u.a.: <ul style="list-style-type: none"> ▪ BVU, TNS Infratest 2014 ▪ Bolis S., R. Maggi et al. 2000 ▪ Significance / CE Delft 2010 (gute Übersicht zu internationalen Studien) ▪ SVI 2008 (die Publikation weist selbst auf gewisse Einschränkungen bei der Verwendbarkeit der darin ermittelten Elastizitäten hin; Vorteil aber ist, dass segmentspezifische Modellschätzungen vorliegen) ▪ ASTRA 2005 (die Studie bestätigt die Ergebnisse von NFP 41 aus 1999)
Kosten-Elastizität Bahn	
Modalshift	BFS: Transportstatistik BAV: AlpInfo
Transportweite	BFS: Transportstatistik
Routingshift	BAV: AlpInfo

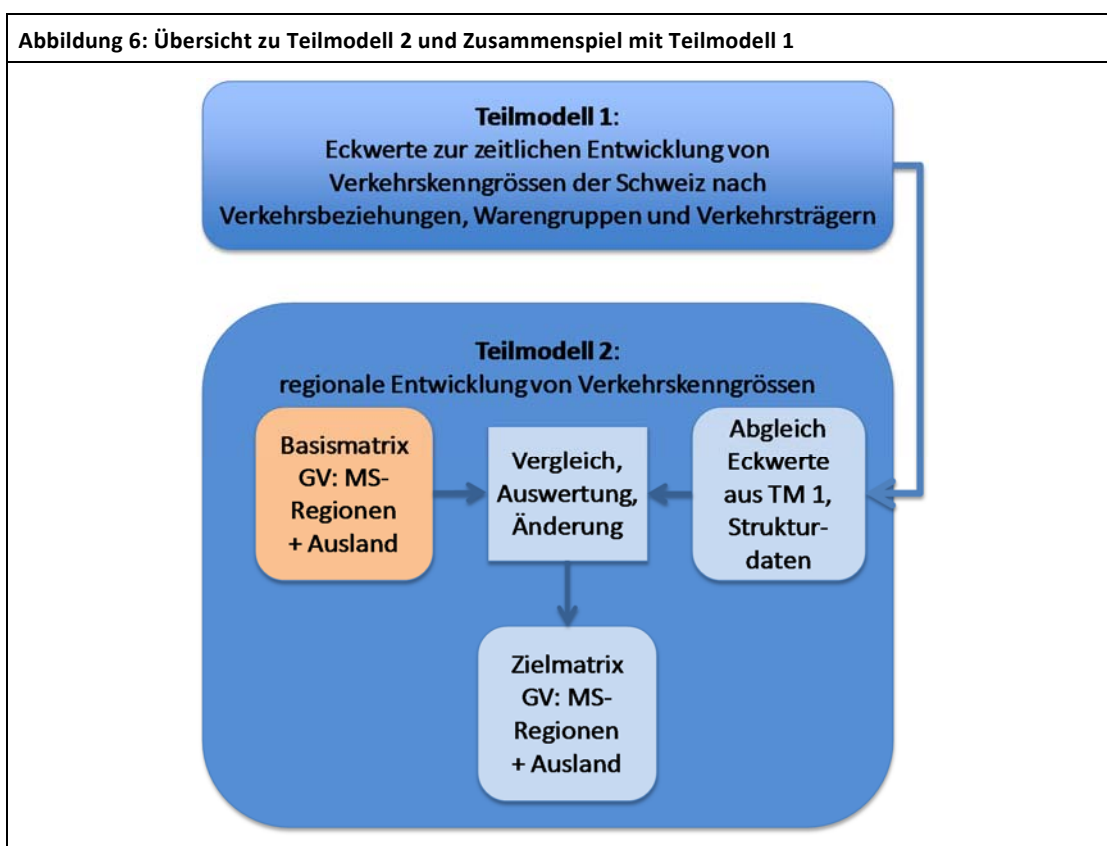
Generell sind alle Kostensätze und die zugehörigen Elastizitäten im Anwendungstool so flexibel berücksichtigt, dass sie bei Bedarf segmentspezifisch angegeben werden können.

⁹ In BAV 2012 sind verschiedene Quellen zu den einzelnen Kostensätzen zusammengetragen worden; Details sind der Studie an entsprechender Stelle zu entnehmen.

3. Detailkonzept Teilmodell 2

Das Teilmodell 2 (TM 2) hat die Aufgabe, die aggregierten Eckwert-Ergebnisse des Teilmodells 1 (TM 1) zu regionalisieren. Dabei wird die Struktur der Ergebnisse des TM 1 im Hinblick auf Verkehrsarten (Binnen-, Import-, Export-, Transitverkehr), Warengruppen und Verkehrsmittel beibehalten.

Das TM 2 dient dazu, Szenarien- und Massnahmenwirkungen, die im TM 1 im Eckwert für die gesamte Schweiz ausgewiesen werden, regional darstellen zu können. Das TM 2 bildet dabei wiederum eine Zwischenstufe, da die Güterverkehrsströme von dieser Betrachtungsebene auf die Ebene der Nationalen Personen- und Güterverkehrsmodelle heruntergebrochen werden, um Umlegungsrechnungen im Feinnetz für die Schweiz durchführen zu können.



Die Zusammenhänge zwischen TM 1 und TM 2 sind in der obigen Abbildung dargestellt. Im Rahmen der Erarbeitung von TM 2 wird eine Basismatrix für den Güterverkehr erstellt – in der Zonierung der 106 MS-Regionen und den 164 Auslandszellen aus dem NPVM. Diese Basismatrix beschreibt die Struktur der Güterverkehrsnachfrage für ein aktuelles Basisjahr und ist Ausgangspunkt für die weiteren Berechnungen.

Aus dem TM 1 werden Eckwerte z.B. eines Szenarios in der entsprechenden Segmentierung über eine Schnittstelle an das TM 2 übergeben. Zusätzlich werden die Strukturdaten aus dem TM 1 übergeben sowie die funktionalen Zusammenhänge zwischen Leitdaten und Strukturdaten. Mit diesen Informationen wird eine Fortschreibung der Basismatrix durchgeführt und anschliessend eine Normierung der regionalen Daten auf den TM 1-Eckwert vorgenommen. Damit ist eine Datenkonsistenz zwischen TM 1 und TM 2 gegeben.

Fortschreibungsalgorithmus

Fortschreibung bedeutet hier, dass auf bestehenden Matrixstrukturen aufgesetzt wird, um die Veränderungen der Verkehrsströme für ein Szenario oder einen Prognosezeitpunkt zu berechnen. Dazu werden Veränderungsfaktoren für jede Relation bestimmt, für die sich Prognose- oder Szenarienwirkungen einstellen. Mit diesen Faktoren werden die Basisströme der Matrix beaufschlagt. Anschliessend wird auf den TM 1-Eckwert normiert.

Bei diesem Vorgehen handelt es sich somit nicht um eine direkte Modellprognose, sondern um einen **Marginalansatz**, der nur Veränderungen weitergibt. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass der Modellfehler der Güterverkehrsmodelle eliminiert wird und nur die Veränderungen, die durch die Modelle in der Regel besser als das Niveau geschätzt werden, weitergegeben werden.

Mit Hilfe eines weiteren Aufteilungsmechanismus¹⁰ werden Basismatrix und Zielmatrix auf die 2'944 Verkehrszonen in der Schweiz und die 164 Auslandszonen des NPVM heruntergebrochen. Diese Feinmatrizen, die für die Verkehrsträger Strasse (gemessen in Lkw pro Tag) und Schiene (gemessen in transportierten Tonnen pro Jahr) aufbereitet werden, lassen Umlegungsrechnungen zu.

Eine Besonderheit stellen die Strassentransporte dar. Aufgrund der Projektanforderungen ist hierfür im TM 2 ein Lkw-Modell hinterlegt, das eine originäre Lkw-Fahrtenmatrix auf Stufe MS-Regionen erzeugt. Über Strukturdaten wird diese Fahrtenmatrix auf Feinzone disaggregiert. Diese Funktionalitäten wurden angelegt, um aus der auf MS-Stufe gepoolten GTE- und GQGV-Erhebung eine neue Lkw-Matrix auf Feinzoneebene für das Basisjahr 2012 erzeugen zu können.¹⁰ **Die Funktion Lkw-Modell sollte aber nur genutzt werden, wenn neue GTE/GQGV-Erhebungen vorliegen und eine aktualisierte Lkw-Feinmatrix, bspw. für ein aktuelleres Basisjahr, erzeugt werden soll.**

Bei der generelle Anwendung des TM 2 – z.B. im Rahmen der Verkehrsperspektiven – können somit aus den mit dem TM 2 gebildeten Lkw-Feinmatrizen für Basis und Prognosezeitpunkt die relationsspezifischen Veränderungen gebildet und auf die kalibrierten Feinmatrizen aufgerechnet werden. Mit TM 1 und TM 2 wird insgesamt ein geeignetes Instrumentarium für Prognosearbeiten bereitgestellt, das aggregierte Analysen und feinräumige Betrachtungen konsistent miteinander verbindet.

¹⁰ In einem externen Projekt wurden diese Feinzone-matrizen dann an Zählwerte kalibriert.

Im Überblick lässt sich das Konzept für das TM 2 wie folgt charakterisieren:

- TM 2 übernimmt die Eckwerte der Güterverkehrsnachfrage aus TM 1 und regionalisiert diese Eckwerte.
- TM 2 baut auf einer empirischen Basismatrix GV für Strasse und Schiene auf.
- Es findet ein Vergleich der aus TM 1 übernommenen Werte und denen der Basismatrix statt. Änderungen – z.B. hervorgerufen durch Strukturdatenänderungen oder Infrastrukturmassnahmen – werden über eine Fortschreibungsmethode auf die Basismatrix gegeben.
- Über eine weitere Disaggregation lassen sich Szenario-Wirkungen auch auf der Feinzonebene des NPVM darstellen und es sind Umlegungen im Feinnetz möglich.
- Durch diese Zusammenhänge und eindeutige Schnittstellen ist die Struktur der Güterverkehrsnachfrage auf allen Ebenen – TM 1, TM 2, Feinzonebene des NPVM – kompatibel.

Der Eckwertabgleich wird für jeden betrachteten Zeitpunkt – also auch für den Ist-Zustand – durchgeführt. Bei Anwendung des Strukturdatenmodells ergibt sich das automatisch. Bei Anwendung von Verhaltensmodellen (bspw. hinsichtlich der im TM 2 hinterlegten Elastizitäten auf die Transportkosten) werden Unterschiede in den Eckwerten von TM 1 und TM 2 nachrichtlich ausgewiesen und ein Eckwertabgleich der TM 1-Werte durchgeführt. Die Zusammenhänge werden in den nachfolgenden Kapiteln genauer beschrieben.

3.1. Inhaltlicher Bezug

Inhaltlich werden als Kenngrössen die Segmente aus dem TM 1 übernommen, d.h. es werden in TM 2 abgebildet:

- 10 Warengruppen (siehe TM 1),
- je Warengruppe die Verkehrsarten Binnenverkehr, Importe und Exporte sowie Transit,
- 6 Verkehrsträger:
 - Lieferwagen,
 - Lkw-Schwertransporte (im TM 2 wird die Unterteilung nach Lastwagen und Last-/Sattelzügen vorgenommen)
 - Schiene Wagenladungsverkehr,
 - Schiene unbegleiteter kombinierter Verkehr,
 - Schiene rollende Landstrasse (die Rollende Landstrasse wird als spezielle Angebotsform aufgenommen),
 - Binnenschiff (das Binnenschiff wird über die Singulären Verkehrserzeuger als Verkehrsaufkommen im Hafen Basel-Kleinhüningen spezifiziert).

Diese Segmente werden regionalisiert dargestellt auf der Ebene von 106 MS-Regionen und 164 Auslandszonen.

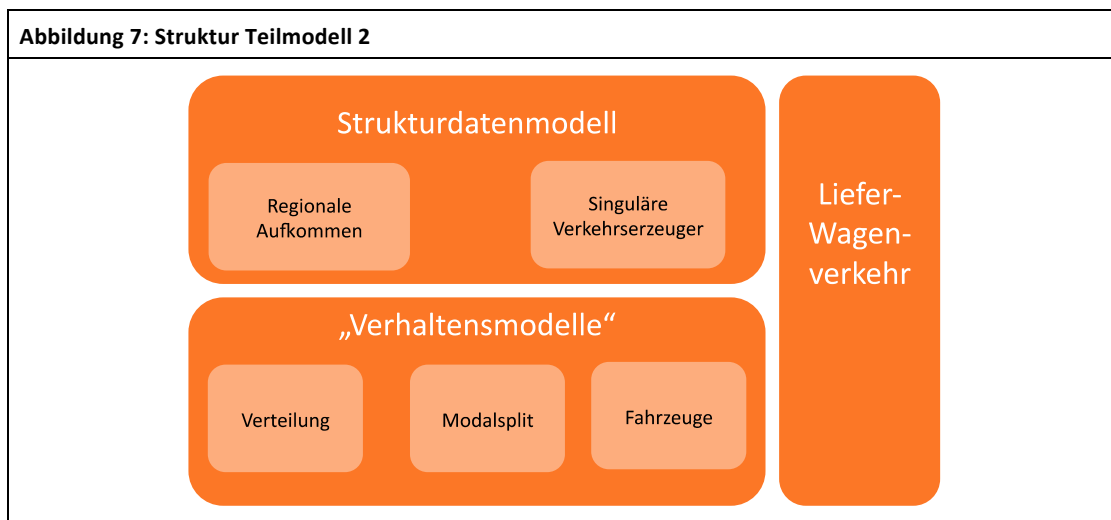
Eine weitere Ebene, die für die Umlegungsrechnungen benötigt wird, sind Fahrzeuge für die Strasse, um diese den Zählwerten im Netz gegenüber zu stellen. Der Vergleich – Umlegungsergebnis zu Zählwert an Netzkanten – ist dabei ein wichtiges Prüfkriterium für die Plausibilität der disaggregierten Ergebnisse aus dem TM 2; eine Kalibrierung der Matrizen des Strassengüterverkehrs war jedoch nicht Bestandteil der AMG-Entwicklung.

3.2. Wirkungsmodell

In diesem Kapitel werden die grundlegenden Wirkungszusammenhänge innerhalb des TM 2 dargestellt. Dies bezieht sich auf die einzelnen Module des TM 2 als auch auf das Zusammenwirken der Module.

3.2.1. Strukturdatenmodell und „Verhaltensmodell“

Ein wichtiger Punkt ist zunächst die Unterscheidung in Strukturdatenmodell und Verhaltensmodell – dargestellt in der folgenden Abbildung.



Wie der Begriff „**Strukturdatenmodell**“ andeutet, werden hier Änderungen der Güterverkehrsnachfrage aus Veränderungen der Strukturdaten – Beschäftigte, Wirtschaftsaktivitäten, Bevölkerung, neue singuläre Verkehrserzeuger – in der Prognose oder einem Szenario betrachtet. Letztlich sind hiermit die „Treiber“ der Güterverkehrsentwicklung gemeint, die im Fokus des TM 1 stehen. Eine Anwendung des Strukturdatenmodells im TM 2 verändert die regionale Struktur der Güterverkehre in dem Masse, wie sich die regional aufbereiteten Strukturdaten ändern. Die Zusammenhänge zwischen Strukturdaten und Güterverkehrsnachfrage werden dabei aus dem TM 1 übernommen und im TM 2 angewendet. Die Anwendung des Strukturdatenmodells ist immer der erste Schritt bei der Weiterverarbeitung der Ergebnisse aus dem TM 1. Letztlich reicht diese Anwendung des Strukturdatenmodells auch aus, wenn keinerlei Angebotsveränderungen im Verkehrssystem stattfinden. Wichtig ist hier zu betonen, dass das TM 1 die Wirkung von Strukturdatenänderungen auf die Güterverkehrsnachfrage bestimmt. Im TM 1 werden also die „Treiber“ der Güterverkehrsnachfrage identifiziert und angewendet. Das TM 2 übernimmt die Eckwerte für diese Güterverkehrsnachfrage sowie die regionalen Strukturdaten zum Zweck der Regionalisierung. Im TM 2 werden keine zusätzlichen „Treiber“ aus Strukturdaten berücksichtigt – mit Ausnahme der singulären Verkehrserzeuger.

Die „**Verhaltensmodelle**“ kommen in einem nächsten Schritt zum Zuge, wenn zusätzlich zu den Strukturdatenänderungen auch Angebotsveränderungen der Verkehrsträger gegeben sind:

Infrastrukturaus- und -neubauten, Änderungen der Nutzerkosten der Verkehrsträger oder zunehmende Kapazitätsengpässe in der Verkehrsinfrastruktur. Diese Einflüsse führen unter Umständen zu einer Verlagerung der Verkehrsnachfrage zwischen den Verkehrsträgern. Die Verhaltensmodelle im TM 2 bilden Mechanismen ab, die im TM 1 wegen der aggregierten Betrachtung nicht enthalten sein können: die Beeinflussung der Güterverkehrsnachfrage durch Angebotsveränderungen. Dies ist neben der Regionalisierung der zweite Fokus des TM 2. Die Instrumente dienen dabei einer groben Abschätzung der Wirkungszusammenhänge: Feinuntersuchungen von Modalsplit und Verteilung sind weiterhin dem feinräumigen NGVM vorbehalten.

Schliesslich sind als gesonderte Kategorie die „**Lieferwagenverkehre**“ zu nennen, die im TM 2 ebenfalls als Basismatrix enthalten sind. Diese werden durch Strukturdaten und Verhaltensdaten beeinflusst: Relevante Strukturdaten sind hier im Wesentlichen die regionale Bevölkerung und Beschäftigte., Verhaltensdaten steuern die logistischen Abläufe im Lieferwagenverkehr, beschrieben durch Parameter wie Mobilitätsraten fahraktiver Beschäftigter, Stopps je Tour und gefahrene Entfernungen. Basis für diese Matrix ist ein Lieferwagenmodell von TCI, das auf der aktuellen Lieferwagenerhebung in der Schweiz aufbaut (LWE 2014). Die LWE lieferte dabei die empirischen Parameter des Verhaltensmodells. Die Ergebnisse der Anwendung sind im TM 2 in Form einer Matrix gespeichert.

3.2.2. Marginalansatz

Ein wesentliches Merkmal der Modellimplementierung ist die Nutzung eines auf empirischen Daten aufbauenden Basisdatensatzes mit Güterströmen für das Jahr 2012. Die AMG berechnet die Veränderungen des empirischen Datensatzes in Abhängigkeit von Änderungen diverser Inputdaten. Es werden also nicht Niveaugrößen, sondern Veränderungen auf eine bestehende Basismatrix gegeben. Damit wird ein **Marginalansatz** für die AMG realisiert. Die Verwendung des Marginalansatzes hat sich aufgrund vielfältiger Erfahrungen in der Güterverkehrsmodellierung als zweckmässig herausgestellt und ist heute in der Güterverkehrsmodellierung „State of the Art“¹¹. Die Basismatrix kann dabei eine aktuelle Matrix für ein Basisjahr sein, z.B. um eine Prognosematrix zu erzeugen, als auch eine Bezugsfallmatrix für einen Prognosezeitpunkt sein, auf der z.B. Szenarienwirkungen aufgesetzt werden.

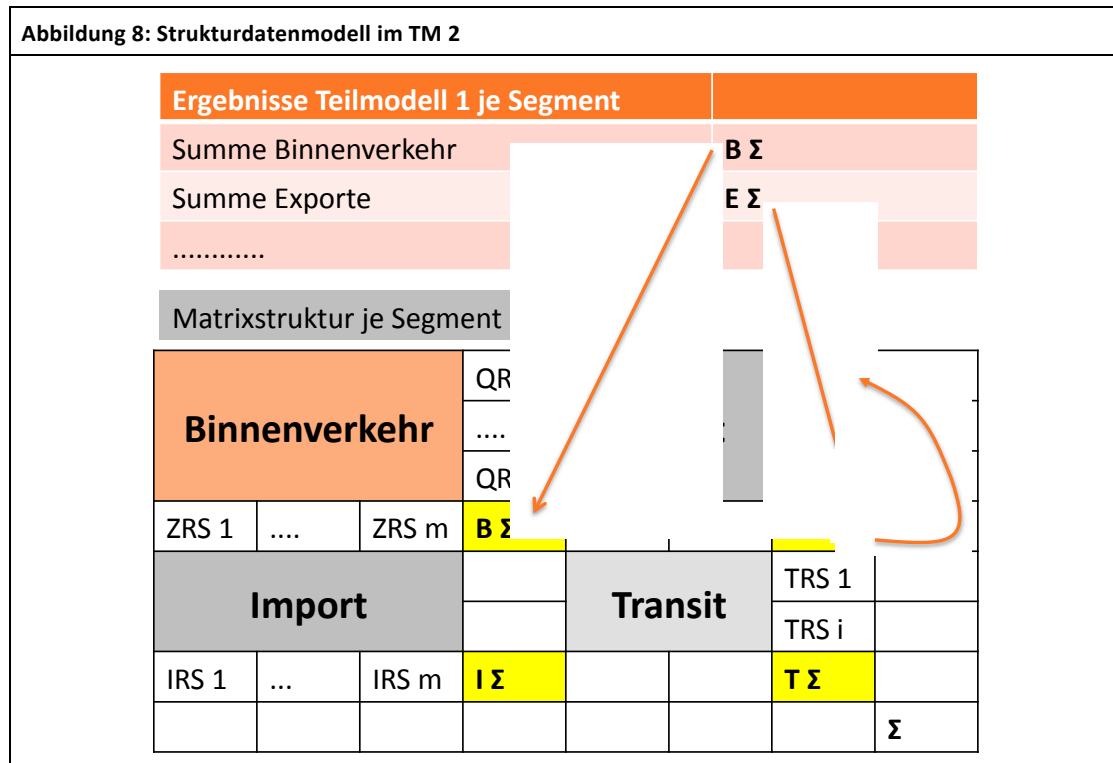
Zum Zeitpunkt der Modellerstellung dient die empirische Basismatrix zur Kalibrierung aller Modellelemente. Kalibrierung bedeutet dabei Parametrisierung der Verhaltens-, Regressions- und Trendansätze sowie Annäherung der Modellergebnisse an die empirischen Werte. Zum empirischen Datensatz gehören somit nicht nur die Güteraufkommen und Güterströme, sondern alle benötigten Inputdaten für die Modelle, d.h. alle regionalisierten Strukturdaten, Verkehrsmiteigenschaften und sonstige Rahmenbedingungen und Kenngrößen. Die Veränderungen dieser Daten, die im TM 2 von den Benutzern vorgenommen werden können, definie-

¹¹ Andere Ansätze, die eher individuellen Entscheidungen abbilden und damit dem agentenbasierten Ansatz in der Personenverkehrsmodellierung entsprechen, werden vielfach diskutiert. Anwendungen gibt es z.B. für das Norwegische Güterverkehrsmodell. Allerdings sind diese Ansätze eher noch im Forschungsstadium, da sie in der Regel sehr feinräumige individuelle Inputdaten benötigen, die in der Regel nicht vorliegen.

renden einen Planfall und sind die eigentlichen Stellschrauben des Modells. Das Anwendungstool zur AMG ist so angelegt, dass alle Inputdaten aus vorhandenen bzw. offiziellen Quellen ableitbar sind.

3.2.3. Wirkungsmechanismus Strukturdatenmodell

Das Strukturdatenmodell ist ein Aufteilungsmodell und lässt sich, wie in der folgenden Abbildung dargestellt, beschreiben.



Die Eckwertergebnisse aus dem TM 1 werden auf die Eckwerte der Teil-Matrizen der Basismatrix gegeben. Die Veränderungen zwischen neuem Ergebnis aus dem TM 1 und Basismatrix werden je Teil-Eckwert proportional auf die Randsummen der Teil-Matrizen verteilt und anschliessend auf die Innenwerte der Matrix übertragen. Damit wird die gesamte Matrix unter Beibehaltung der Nachfragestruktur an die neuen Eckwerte aus dem TM 1 angepasst. Diese Anwendung lässt sich für jeden Zeitpunkt einer Prognose sowie für Szenarien durchführen.

Ist davon auszugehen, dass sich eine Strukturdatenänderung – z.B. eine aktualisierte Bevölkerungsentwicklung – im Eckwert für die Schweiz unterschiedlich in den Regionen niederschlägt, so sind diese regionalen Effekte bei der Eckwertanpassung der Matrix zu berücksichtigen. Für die Darstellung einer Prognose ist dabei das Vorhandensein von regionalisierten Strukturdateninformationen eine zwingende Voraussetzung.

Es ist aus Konsistenzgründen vorgesehen, die im TM 1 ermittelten Zusammenhänge zwischen Strukturdaten und Aufkommen regional disaggregiert zu nutzen, so dass im TM 2 keine abweichenden Strukturdateneffekte auftreten. Im Ergebnis ergeben sich je Verkehrszone und Segment neue Randsummen für die Verkehrsaufkommen, die bei der Verteilung der Eckwerte

aus dem TM 1 berücksichtigt werden. Auch diese Änderungen der Randsummen werden als Marginalansatz realisiert. Für singuläre Verkehrserzeuger sind die Aufkommensänderungen exogen abzuschätzen und direkt in die Matrix einzubinden.

Exkurs: Singuläre Verkehrserzeuger

Als Singuläre Verkehrserzeuger werden Aufkommenspunkte bezeichnet, bei denen die Strukturdaten wie z.B. Beschäftigte nicht ausreichen, um das entstehende Güterverkehrsaufkommen durch einen Modellansatz zu erklären. Typische Beispiele sind Raffinerien und Tanklager (Collombey, Cressier, Rümang), Grossbaustellen oder Speditionshöfe für den Güterumschlag, bei denen mit wenigen Lageristen ein grosses Transport(-umschlags)-volumen erzeugt wird. In diesem Falle sind die zonenspezifischen Aufkommen mit dem geschätzten Aufkommen des singulären Verkehrserzeugers exogen anzureichern. Für einen Prognosezeitpunkt ist hierfür eine plausible Schätzung vorzunehmen.

Im TM 2 werden Singuläre Verkehrserzeuger durch Gewichtungsfaktoren für jede MS-Region realisiert. Der Wert für den Faktor muss abgeschätzt werden und kann im Rahmen der Umlagerungsrechnungen im Feinnetz plausibilisiert werden. Die Gewichtungsfaktoren sind in einer Tabelle hinterlegt, in denen die wichtigsten Singulären Verkehrserzeuger aufgeführt sind. Damit wird die dem TM 2 zugrundeliegende Methodik eines Strukturdatenmodells beibehalten. Diese Tabelle kann von den Benutzern des Tools verändert werden, indem zusätzliche singuläre Verkehrserzeuger aufgenommen und Gewichtungsfaktoren geändert werden. Auf Stufe der MS-Regionen spielt die Verortung der singulären Verkehrserzeuger keine so grosse Rolle, da die Schätzung der Verkehrsaufkommen in der Regel diese Verkehre einschliessen. Diese Aufkommen finden sich zudem in der GTE wieder, da davon ausgegangen werden kann, dass ein grosser Verkehrserzeuger auch in der Stichprobe häufiger gezogen wird. Bei der Feinaufteilung der Ströme im TM 2 werden die Aufkommen der Feinzelle, in der der Singuläre Verkehrserzeuger liegt, mit den eingegebenen Faktoren zusätzlich gewichtet.

3.2.4. Veränderung der Verkehrsströme

Ändern sich nur die Strukturdaten und damit die Aufkommenswerte der Teilmatrizen, dann werden diese Veränderungen je Segment mit Hilfe eines Matrix-Ausgleichsalgorithmus auf die Innenstruktur der Teilmatrizen – Binnen, Import, Export, Transit – gegeben. Damit verändern sich die Verkehrsströme proportional zur gegebenen Basismatrix.

Die Verkehrsverteilung wird somit durch die regionalen Strukturdaten und deren Veränderungen bestimmt. Werden also in einer Region in einem Szenario z.B. zusätzliche Gewerbegebiete und damit mehr Beschäftigte angesiedelt, werden Quell- und Zielverkehre entsprechend der funktionalen Zusammenhänge aus TM 1 verändert. Durch die Anpassung an den TM 1-Aufkommenseckwert wird diese Umverteilung auf den anderen Relationen der Matrix wirksam. Eine angebotsbedingte Zielwähländerung ist auf der regionalen Ebene des TM 2 nicht sinnvoll abzubilden.

3.2.5. Veränderung der Verkehrsmittelwahl (Modalsplit)

Ändern sich die relativen Angebotseigenschaften zwischen den Verkehrsträgern, so führt das unter Umständen zu Verlagerungen der Verkehrsnachfrage auf ein besser bewertetes Verkehrsmittel. Im Rahmen des TM 2 kann der Modalsplit approximativ geschätzt werden. Es ist kein eigenes Verkehrsmittelwahlmodell hinterlegt, sondern das Verkehrsmittelwahlverhalten im TM 2 wird mit Hilfe von empirischen Elastizitäten approximiert und berücksichtigt. Werden im Rahmen von Szenarien Kosten oder Wegezeiten für die Verkehrsmittel verändert, so können entsprechende Verkehrsverlagerungen abgebildet werden. Ein Ausgleichsalgorithmus sorgt dann dafür, dass die gesamtmodale Transportmenge auf einer Relation konstant bleibt. Da wie beim Strukturdatenmodell auch bei der Verkehrsmittelwahl nur Relationen berücksichtigt werden, die in der Matrix mit Werten besetzt sind, kann es nicht zu unplausiblen Verlagerungen kommen – z.B. Bahnverkehre im Kurzbereich, die so in der Stichprobe nicht vorhanden sind. Sollte sich aufgrund von Angebotsänderungen eine merkbare Änderung des Modalsplit einstellen, so ist dieses Ergebnis im Eckwert an das TM 1 zurückzuspielen, damit insgesamt ein konsistenter Datensatz erhalten bleibt.

Empirische Elastizitäten lassen sich aus der Fachliteratur ableiten. So finden sich in der aktuellen deutschen Bundesverkehrswegeplanung (BVWP2015) die in der folgenden Abbildung dargestellten Elastizitätswerte; diese Werte beruhen auf aktuellen Daten und liegen auch in der für das TM 2 erforderlichen Differenzierung vor. Es gibt verschiedene Studien zur Schätzung und Nutzung von Reaktionselastizitäten im Gütertransport (s.a. **Tabelle 11** im Kapitel 2.4.2). Bei der Durchsicht wird deutlich, dass es sehr grosse Varianzen in den geschätzten Elastizitätswerten gibt. Das hängt von den zugrundeliegenden empirischen Erhebungen, der Regionalisierung, der Fragestellung und der Segmentierung der Untersuchungsbereiche ab. Die genannten und unten dargestellten Elastizitäten aus dem BVWP 2015 sind aus einer Modellschätzung abgeleitet, die auf einer Individualstichprobe von Transportvorgängen aufbaut. Die Segmentierung lässt sich sehr gut für das TM 2 anwenden und wird als geeignet zur approximativen Abschätzung von Modal-Split Änderungen angesehen. Im Anwendungstool zur AMG sind sowohl beim TM 1 wie auch beim TM 2 segmentspezifische Elastizitäten hinterlegt, mit deren Hilfe im Falle von Angebotsänderungen eine Verlagerungswirkung abgeschätzt werden kann. Generell sind bei der Anwendung der beiden Teilmodelle die darin verwendeten Elastizitäten aufeinander abzustimmen.

Abbildung 9: Elastizitäten im Güterverkehr

		ZeitLkw	KostenLkw	ZeitBahn	KostenBahn
Land-, Forstwirtschaft	GB1	-0,006	-0,024	-0,605	-2,35
Nahrungsmittel	GB2	-0,006	-0,024	-0,605	-2,35
Energieträger	GB3	-0,048	-0,284	-0,321	-1,894
Steine, Erden	GB4	-0,015	-0,146	-0,276	-2,77
Baustoffe, Glas	GB5	-0,015	-0,146	-0,276	-2,77
Chemie, Kunststoff	GB6	-0,03	-0,186	-0,393	-2,475
Metall	GB7	-0,021	-0,101	-0,336	-1,592
Sekundärrohstoffe	GB8	-0,03	-0,186	-0,393	-2,475
Halb-, Fertigwaren	GB9	-0,012	-0,031	-0,608	-1,513
Stück-, Sammelgüter	GB10	-0,001	-0,048	-0,042	-1,55

Quelle: BVU, TNS Infratest 2014: Entwicklung eines Modells zur Berechnung von modalen Verlagerungen im Güterverkehr für die Ableitung konsistenter Bewertungssätze für die Bundesverkehrswegeplanung, Freiburg/München Januar 2014

Im Anwendungstool werden zunächst Basismatrizen für die Transportentfernungen zwischen Schweizer MS-Regionen hinterlegt. Diese leiten sich aus einer Umlegungsrechnung im Strassen-Feinnetz des NPVM ab.¹² Damit werden die Entfernungen des Binnenverkehrs erfasst. Die Entfernungen der grenzüberschreitenden Verkehre, die auf Schweizer Netz-Infrastruktur zurückgelegt werden, werden dadurch approximiert, dass der jeweiligen Auslandszone diejenige MS-Region zugeordnet wird, über die der Verkehrsstrom in die Schweiz hineinkommt bzw. diese verlässt. Die erforderlichen weiteren Eigenschaften wie Transportzeiten und Transportkosten, die ja proportional zu den Entfernungen sind, lassen sich dann mit Hilfe von Aufschlägen und multiplikativen Faktoren und Parametern berechnen.

Eine zweite Möglichkeit besteht darin, auch für die Transportzeiten und getrennt nach Strasse und Schiene die Eigenschaften aus Umlegungsrechnungen zu generieren und diese im TM 2 zu hinterlegen. Die Transportkosten werden dann auch mit Hilfe eines Kostensatzes je Tonnenkilometer geschätzt. Für Modalsplit-Rechnungen gehen die Kosten und Zeiten separat ein.

Im Falle der Verkehrsverlagerung an Alpenübergängen – z.B. bei Eröffnung einer neuen Verkehrsinfrastruktur (Brenner-Basistunnel) müssen allfällige Verteilungswirkungen auf die Verkehrsträger extern abgeschätzt und eingegeben werden.

3.2.6. Fahrzeugmodell für den Lkw-Transport

Schliesslich sind die Voraussetzungen für die Umlegung der Ströme im NPVM-Netz durchzuführen. Dazu werden mit Hilfe eines Fahrzeugmodells die Strassen-Güterströme, die in der Dimension Tonnen / Jahr vorliegen, in durchschnittliche werktägliche Fahrzeugströme umgerechnet. In der AMG werden die Fahrzeuge zunächst auf der Ebene von MS-Regionen gebildet und dann mit Hilfe von Strukturdaten auf die Feinzonenebene in der NPVM-Systematik disaggregiert. Dieses Vorgehen ist konsistent zu der gesamten Methodik.

¹² Nach Möglichkeit sind verkehrsträgerspezifische Entfernungstafeln für Strasse und Schiene zu hinterlegen. Die Ableitung von mittleren Entfernungen des Schienenverkehrs aus Strassennetzen sollte nur als Näherung dienen.

Grundlage des bei TCI vorhandenen Modells zur Generierung von Fahrten sind die durchschnittlichen Auslastungen der beladenen Fahrzeuge. Diese sind nach Entfernungsklassen spezifiziert. Für die Berechnung der Leerfahrten wird eine Leerfahrtenwahrscheinlichkeit benutzt, die eine funktionale Abhängigkeit zur Asymmetrie der beladenen Fahrzeugströme vorsieht: Je höher die Asymmetrie der Ströme desto höher ist der Anteil an Leerfahrten.

Da die Beladung im Hin- und Rücklauf nicht zwangsläufig die identische Gutart betrifft, wird das Fahrzeugmodell in einer aggregierten Gutartsegmentierung angewandt. Es werden hier folgende Gutartaggregate benutzt:

- Speditionsgüter,
- Massengut,
- Chemie,
- Mineralöl

Die Parameter bezüglich der Beladung sind flexibel einstellbar und in der Basisanwendung so gewählt, dass die empirischen Werte der GTE und GQGV annähernd getroffen werden. Die Leerfahrtenanteile ergeben sich durch eine iterative Angleichung zwischen Modellergebnis und Leerfahrten-Auswertungen der GTE: sie können nicht direkt geschätzt werden. Auslastungsfaktoren und Leerfahrtenanteil werden nach Binnenverkehr und grenzüberschreitendem Verkehr unterschieden.

Es ist die getrennte Ausgabe von Lastwagen und Last-/Sattelzügen vorgesehen. Eine konsistente Behandlung dieses Aspekts verlangt vorab eine Aufteilung der Güterströme nach genutzter Fahrzeugklasse, was ebenfalls nach Gutartaggregaten und Entfernungsklasse definiert wird und aus der GTE abgeleitet werden kann. Für den Verkehr mit dem Ausland werden die Daten der GQGV genutzt.

Im Laufe der Arbeiten hat sich gezeigt, dass die Implementierung eines Lkw-Modells in das TM 2 sinnvoll ist, da mit der Zusammenfassung der verfügbaren GTEs zu einer Matrix eine empirisch belastbare Grundlage für den Strassengüterverkehr in der Schweiz vorliegt. Da im TM 2 vorgesehen ist, dass neue Erhebungen zur GTE und GQGV ergänzt und damit die Strassengüterverkehrsmatrix aktualisiert werden kann, unterstützt die Implementierung eines Lkw-Modells in das TM 2 diese Flexibilität in der Anwendung. Die Lkw-Matrix bis auf die Feinzonenebene kann somit konsistent aktualisiert werden. Eine Feinkalibrierung muss dann allerdings erneut erfolgen, wobei aber die Anpassungsfaktoren aus der bisherigen Kalibrierung genutzt werden können.

Ein entsprechendes Fahrzeugmodell für den Schienenverkehr für die Umrechnung der Tonnage in Wagenströme und daraus wiederum pauschale Zugzahlen ist nicht vorgesehen. Möglich aber ist die Umlegung von Tonnenströmen nach Produktionsarten im Schienengüterverkehr (WLV, UKV, ROLA).

3.2.7. Behandlung des kombinierten Verkehrs

Der kombinierte Verkehr (KV) spielt im Schweizer Transportsystem eine besondere Rolle. In Angeboten des KV wird das Potenzial gesehen, eine grössere Transportmenge von der Strasse auf die Schiene zu verlagern und damit das von der Politik gesetzte Verlagerungsziel zu erreichen.

Die Einbindung der KV-Angebote in ein aggregiertes Modell ist schwierig, da erst die Berücksichtigung von detaillierten Angebotsmerkmalen die Abschätzung der Nutzung von KV-Angeboten gestattet. Wichtige Angebotsmerkmale sind die Kosten für den Gütertransport, aber auch die angebotenen Relationen und die Fahrpläne der KV-Züge an einem Standort. Diese Informationen stehen in einem aggregierten Modell, in dem Angebotsparameter pauschal festgelegt werden, nicht zur Verfügung. Um im TM 2 dennoch den KV sinnvoll abbilden zu können, wurde das nachfolgend erläuterte Vorgehen umgesetzt.

Da die Wagenströme aus dem SBB-Datwarehouse zur Aufbereitung der Matrix im Schienengüterverkehr genutzt werden, liegt für das Basisjahr eine Vollerfassung der KV-Verkehre auf der Schiene vor. Die entsprechenden Sammel- und Verteilverkehre finden sich durch das Zusammenführen verschiedener Jahre der Schweizer Güterverkehrserhebung in den Strassengüterverkehren wieder. Werden Modalsplit-Rechnungen durchgeführt oder wird das Strukturdatenmodell angewendet, so ist der KV voll in die Berechnungen und modalen Verlagerungen einbezogen – allerdings immer mit den Anteilen und den Relationen, die sich aus der Basismatrix ergeben. Verlagert werden die langlaufenden Gütertransporte. Durch das TM2 werden die Ströme in der Bahn- und Lkw-Matrix konsistent angepasst und die Lkw-Vor- und Nachläufe entsprechend ergänzt.

Die Berücksichtigung von Kapazitätserweiterungen eines KV-Terminals oder die Spezifizierung eines neuen KV-Terminals wird mit Hilfe der TM 2-Funktion „Singuläre Verkehrserzeuger“ ermöglicht. Dort lässt sich über regionale Auf- und Abschlagsfaktoren die Nachfragestruktur eines KV-Terminals spezifizieren. Bei Kapazitätserweiterungen wird sich der KV-Anteil in der Region, in der das KV-Terminal liegt, erhöhen, was durch einen entsprechenden Aufschlagfaktor operationalisiert wird. Für die Strassengüterverkehre muss dann ein entsprechender Abschlagsfaktor berücksichtigt werden.

Wird ein neues KV-Terminal etabliert, so ist das ebenfalls bei den Singulären Verkehrserzeugern als Parameter einzugeben. Allerdings liegen hierfür keine entsprechenden KV-Güterströme aus dem SBB-Datwarehouse vor. Somit müssen diese neuen KV-Ströme in der Matrix für den Schienengüterverkehr ergänzt werden. Die Abschläge für den Strassenverkehr der Zone können wie oben beschrieben eingegeben werden.

Insgesamt bietet das TM 2 die Möglichkeit einer flexiblen Gestaltung des KV-Angebotes auf Basis einer aggregierten Sichtweise – auch für Prognoserechnungen und Szenarien.

3.2.8. Lieferwagenmodell

Im Rahmen der Arbeiten zum TM 2 wird eine Matrix des Lieferwagenverkehrs auf Feinzonebene des NPVM als Basismatrix erzeugt. Innerhalb der AMG wird diese Matrix auf die MS-

Regionen aggregiert. Massnahmen- oder prognosebedingte Änderungen der Lieferwagenverkehre aus dem TM 1 werden dann über den bekannten Fortschreibungsalgorithmus auf Stufe MS-Regionen in das TM 2 integriert.

Die Erstellung der Basismatrix Lieferwagenverkehre erfolgte ausserhalb der AMG über die Anwendung eines TCI-eigenen Tools. Der methodische Ansatz und die Funktionsweise sind im Folgenden beschrieben; das Tool selbst ist aber nicht Bestandteil der AMG. Eine Aktualisierung der Lieferwagenmatrix bedingt entweder die Fortschreibung der vorliegenden Matrix, die neuerliche Anwendung des TCI-Tools oder eine extern anderweitig erzeugte Nachfrage im Lieferwagenverkehr.

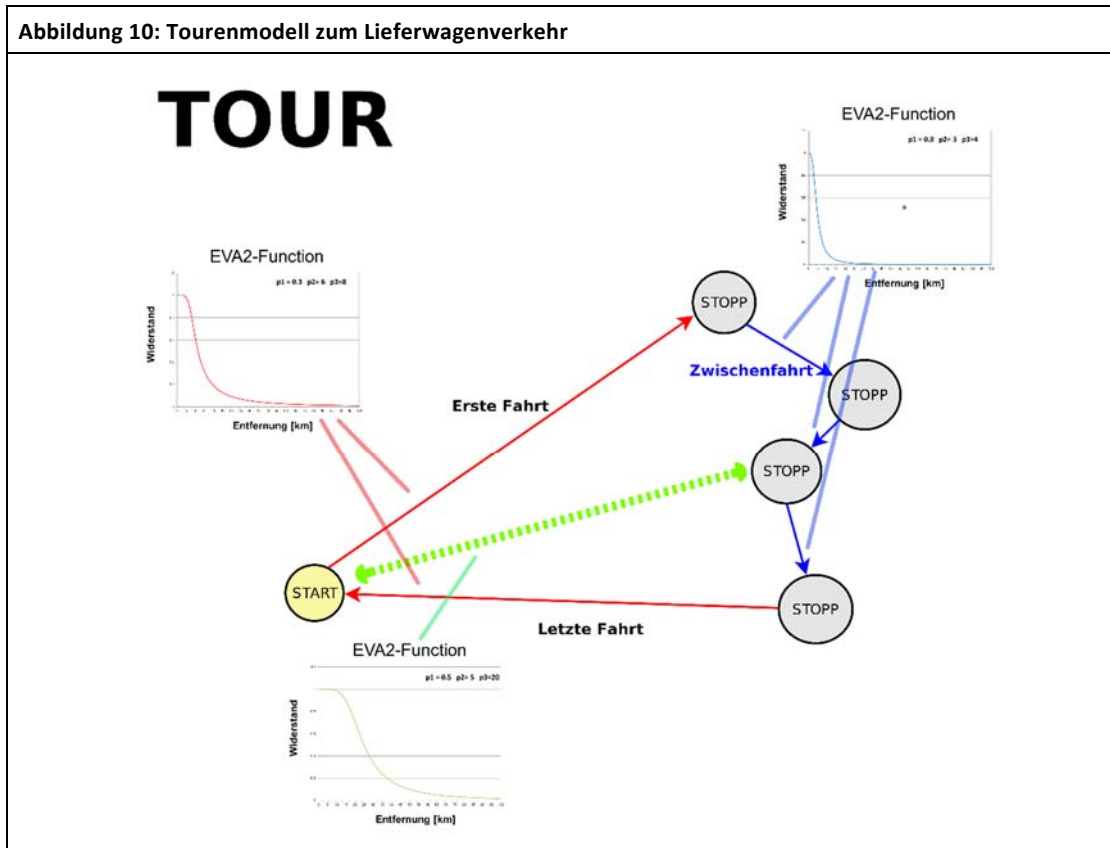
Für die Abbildung des Lieferwagenverkehrs in der Schweiz mit kleinen Lkw (d.h. Lieferwagen mit einem zulässigen Gesamtgewicht ≤ 3.5 Tonnen), wird das Modul TCI-GV-Regiotrans/Citytrans genutzt. Die Parametrisierung und Ermittlung von Kenngrössen für das Modell basiert auf der aktuellen Erhebung zum Lieferwagenverkehr „Erhebung leichter Nutzfahrzeuge“ in der Schweiz (LWE 2014).

Neben dem Lieferwagenverkehr wird auch der Personenwirtschaftsverkehr mit der Fahrzeugklasse Pkw/Kombi im Modell betrachtet. Die Lieferwagenverkehre werden auf Basis von Strukturdaten und Kenngrössen generiert. Ein wichtiger Parameter sind die fahraktiven Beschäftigten in einzelnen Branchen, die aus der Lieferwagenerhebung zusammen mit feinträumigen Strukturdaten abgeleitet werden. Es werden aus den Strukturdaten – Beschäftigte und Vollzeitäquivalente auf Basis STATENT-2011, Bevölkerung auf Basis STATPOP-2012 – die regional Beschäftigten in folgender Brancheneinteilung abgeleitet:

- Produktionssektor ohne Bau,
- Bau,
- Handel,
- Verkehr und Lagerei,
- Sonstiges.

Die oben genannten Wirtschaftsklassen bilden eine Segmentstufe für die Schätzung des Wirtschaftsverkehrs und werden jeweils den unten genannten Fahrtzwecken zugeordnet, um entsprechende Verhaltensparameter aus der Stichprobenerhebung zum Lieferwagenverkehr ableiten zu können.

Charakteristisch für den städtischen Wirtschaftsverkehr sind Touren, die aus einzelnen Fahrten zusammengesetzt sind. Diese Zusammenhänge sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Der Begriff Tour orientiert sich am Bild von typischen Sammel- bzw. Verteilfahrten im Lieferwagenverkehr. Von einem bestimmten Ort, im Idealfall dem eigenen Betrieb, startet das Fahrzeug die Tour, die durch die Rückkehr zum Startort beendet wird. Die Abschnitte zwischen den einzelnen Stopps einer Tour sind gemäss der vorherigen Definition „Fahrten“.

Im Modell wird pro Segment zwischen der ersten und letzten Fahrt einer Tour und den Fahrten zwischen zwei Stopps unterschieden. Für beide Fahrttypen werden unterschiedliche Entfernungsverteilungen angenommen. Damit kann z.B. für KEP-Fahrzeuge (KEP= Kurier, Express, Paket) abgebildet werden, dass die Fahrzeuge eine längere Strecke von ihren Logistikzentren bis zu ihren Auslieferungsräumen zurücklegen, wo sie dann nur noch sehr kurze Fahrten durchführen.

Je nach Segment haben die erste, die letzte sowie die Zwischenfahrten unterschiedliche Entfernungsverteilungen, die durch die flexiblen EVA-Funktionen¹³ abgebildet werden. Die Norm-Verteilungen, an denen das Modell je Segment kalibriert wird, werden aus der Stichprobenerhebung LWE 2014 ebenso abgeleitet wie die weiteren Steuerparameter

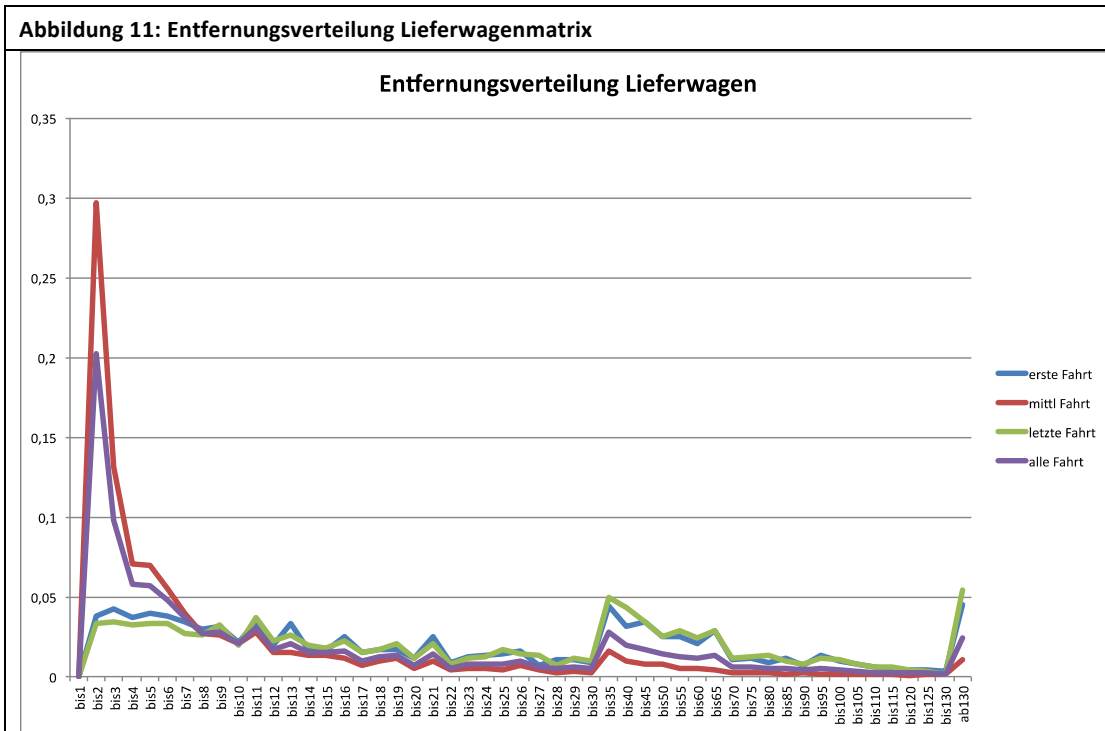
- Anzahl der Tourenstarts pro Tag je Segment,
- Mittlere Anzahl Stopps je Tour.

¹³ Flexible 3-parametrische Widerstandsfunktion (EVA= (Verkehrs-)Erzeugung, Verteilung, Aufteilung; von Prof. Dr. Lohse eingeführt (s. Schnabel/Lohse 2011).

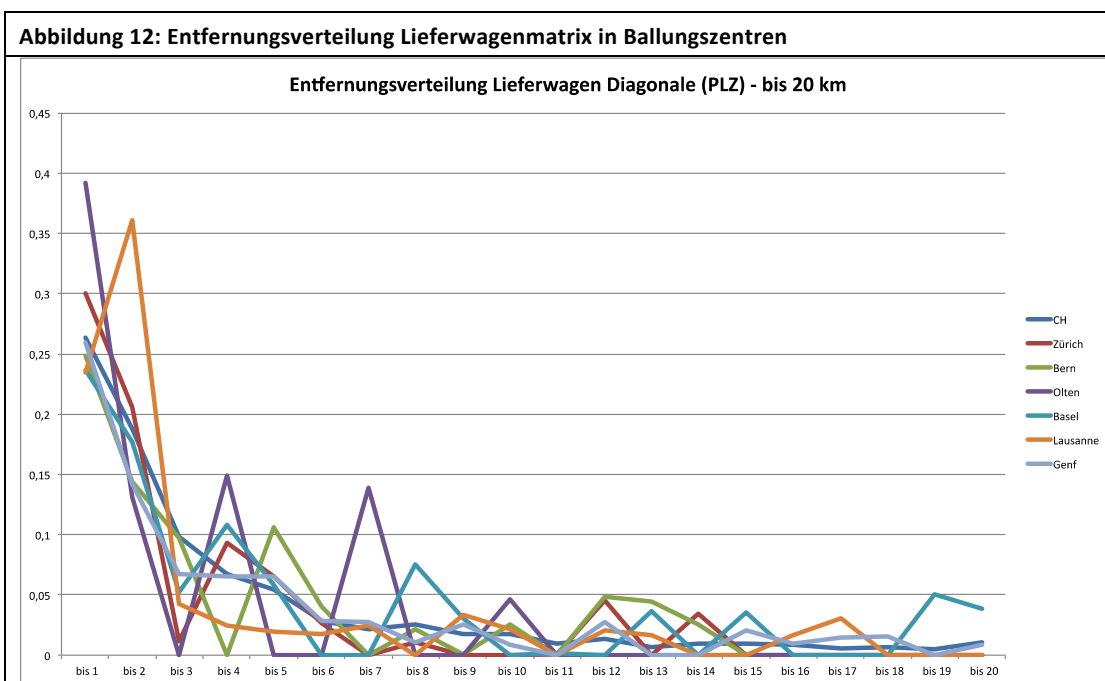
Weiterhin werden als Gewichtungsfaktoren für die Verteilung auf die Feinzonen die Art der Quelle und des Ziels sowie als weitere Differenzierung die Fahrtzwecke aus den Strukturdaten abgeleitet, entsprechend der folgenden Tabelle.

Tabelle 12: Zusammenhang zw. Fahrtzwecken und Art der Quellen/Ziele	
Art des Ziels / Art der Quelle	Fahrtzweck
Wohnung des ersten Fahrers	Holen, Bringen, Transportieren von Gütern, Waren, Material, Maschinen, Geräten, etc.
Umschlagpunkt (Bahnhof, Hafen, Spedition etc.)	Fahrt zur Erbringung beruflicher Leistung (Montage, Reparatur, Beratung, Besuch, Betreuung, etc.)
Baustelle	Holen, Bringen, Befördern von Personen (dienstlich/geschäftlich)
Land- oder forstwirtschaftliche Fläche	Sonstige dienstliche, geschäftliche Erledigung
Eigener Betrieb	Rückfahrt zum Betrieb/Stellplatz
Fremder Betrieb Industrie/Bau	Fahrt zum Arbeitsplatz
Fremder Betrieb Handel/Dienstleistung	Fahrt zur Ausbildung
Fremder Betrieb Sonstiges	Privater Einkauf
Kundenhaushalt	Freizeit, Erholung
Sonstiges dienstliches/geschäftliches Ziel	Holen, Bringen, Befördern von Personen (privat)
Privates Ziel	sonstige private Erledigung
	Fahrt nach Hause

Diese Gewichte werden durch Zuordnung der Strukturdaten approximiert. Es werden nun für jedes Segment Mobilitätsfaktoren entwickelt und somit die Zahl der Touren sowie der Tourenstopps je Segment bestimmt. Die Arten der Ziele werden mit vorhandenen Strukturdaten verknüpft (z.B. Umschlagpunkt mit Beschäftigten in der Branche Verkehr/ Spedition) und so die Matrix des Wirtschaftsverkehrs mit Hilfe der verkehrsbezirksspezifischen Ausprägungen der Strukturdaten aufgebaut. Steuergrößen sind hierfür die segmentspezifische Zahl der Touren je Beschäftigten einer Branche und die Zahl der Stopps. Kalibrierungsgrößen sind die segmentspezifischen Entfernungsverteilungen für die erste und die letzte Fahrt einer Tour sowie die Zwischenfahrten. Die Entfernungsverteilung, die sich aus der Lieferwagen-Erhebung ergibt, ist in der folgenden Abbildung dargestellt.



Es wird deutlich, dass sich ein Grossteil der Fahrten im niedrigen Entfernungsbereich bewegt. Auch für Verkehre in Ballungsräumen – ausgewählt sind Zürich, Bern, Olten, Basel, Lausanne, Genf – lässt sich eine entsprechende Entfernungsverteilung auswerten – siehe folgende Abbildung. Diese Information wird benötigt, um das Diagonalelement der Lieferwagenmatrix, das naturgemäss ein hohes Aufkommen hat, hinsichtlich der Verkehrsleistung richtig bemessen zu können.



Die Simulation der Lieferwagenströme mit Hilfe von TCI-GV wird iterativ durchgeführt. Dabei werden die Parameter, die die Entfernungsverteilung beeinflussen, so lange variiert, bis die simulierte der empirischen Entfernungsverteilung möglichst nahe kommt. Die Lieferwagenmatrix wurde extern mit dem entsprechenden Modell aus dem Programmsystem TCI-GV erstellt.

3.2.9. Disaggregation auf Feinzonen des NPVM

Lkw-Ströme

Das Fahrzeugmodell für Lkw (Lastwagen, Last-/Sattelzüge) wird auf der Ebene der MS-Regionen angewendet. Die so generierten Lkw-Fahrten werden dann mit Hilfe von Strukturgewichten auf die Feinzonen des NPVM heruntergebrochen. Dieser Aufteilungsschritt wird rein mechanistisch durchgeführt und schafft damit einen Link zu den nationalen Verkehrsmodellen. Für die Aufteilung werden als Strukturgewichte für die Feinzonen die Strukturgrößen

- Bevölkerung,
- Vollzeit-Beschäftigte,
- Verkaufsflächen

gewählt, wobei diese Größen über Gewichtungparameter zu einem Gewicht verbunden werden (siehe dazu die technische Dokumentation in der Benutzeranleitung).

Güterströme und Veränderungen

Vom TM 2 werden aus der Basismatrix und einem Szenario die Verkehrsströme – Lkw pro Tag für die Strassengüter- und Lieferwagenverkehre, Tonnen pro Jahr für die Schienengüterverkehre – in Form von Feinmatrizen bereit gestellt. Diese sind direkt als Input für die Umlegung in Feinnetzen geeignet. Sollen die Szenarienwirkungen auf vorkalibrierten Matrizen aufsetzen, so sind zunächst die Veränderungen Szenario – Basis zu bilden und diese dann auf die kalibrierten Matrizen aufzurechnen.

3.3. Datensatz Verkehr

Im Wesentlichen wird bei der Erstellung des TM 2 auf folgende Datensätze und Informationen zurückgegriffen:

Tabelle 13: Datensätze Verkehr im Teilmodell 2	
Datensatz	Erörterung und Verwendung
Nationales Personenverkehrsmodell NPVM	Diese Modelle geben im Wesentlichen die Zonierung sowie die Netzmodelle zur Erstellung von Distanzmatrizen vor.
Nationales Güterverkehrsmodell NGVM	
Gütertransporterhebung der Jahre 2008 bis 2013 (GTE)	Die GTE wird für die Aufstellung der Strassengüterverkehrsmatrix genutzt. Durch die Zusammenführung aller Erhebungsjahre konnte auf der Ebene der MS-Regionen eine empirische Matrix erzeugt werden. Auf Feinzonenebene ist das nicht möglich, da in der Feinräumigkeit die Stichproben nicht ausreichen und die meisten Relationen nicht besetzt sind. Bei der Auswertung der Daten zeigte sich das Problem, dass für eine Relation die Aufkommen über die Jahre stark schwanken können. Entsprechend wurde für die Basismatrix der Mittelwert einer Streckenbelastung über die Jahre 2008-2013 gebildet.
Erhebung der grenzüberschreitenden Güterverkehre 2008 (GQGV)	Ergänzt werden die Güterströme der GTE durch die der GQGV, so dass mit beiden Erhebungen eine vollständige Matrix der Güterströme erzeugt werden kann.
Veröffentlichungen der Deutschen Bundesverkehrswegeplanung (BVWP2015)	Aus der BVWP2015 lassen sich Informationen für die Binnenschiffsverkehre von und nach Basel sowie die grenzüberschreitenden Verkehre zwischen Deutschland und der Schweiz sowie zum Transitverkehr gewinnen.
Datawarehouse (SBB)	Aus dem Datawarehouse wird die Bahnmatrix für die Schweiz erzeugt.
Erhebung leichte Nutzfahrzeuge (LWE)	Diese Erhebung dient dazu, Kenngrößen für den Lieferwagenverkehr unter 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht abzuleiten. Diese sind Basis für die Erzeugung einer Matrix mit Lieferwagenverkehren.

3.4. Leitdatensatz und sonstige externe Dateninputs

Die Leitdaten dienen im TM 2 als erklärende Grössen für allfällige Verschiebungen bei der Zielwahl und der Verkehrsmittelwahl sowie implizit der Verkehrsleistung. Dabei sind folgende Datenbereiche abzudecken:

- Strukturdaten,
- angebotsbeschreibende Daten,
- sonstige Eingangsgrössen.

3.4.1. Strukturdaten

Zu den Strukturdaten zählen auch im TM 2 analog zum TM 1 sozioökonomische Kenngrössen. Diese werden jedoch auf Ebene der MS-Regionen benötigt. Benötigt werden Anzahl an Einwohnern sowie die Bruttowertschöpfungen (BWS) von einzelnen, transportrelevanten Branchen.

Anwendung

Im TM 2 werden die in den warengruppenspezifischen Funktionen eingehenden Branchen-BWS zur strukturellen Aufteilung des im TM 1 erzeugten Gesamtverkehrs verwendet. Dafür wird ein Wert je Zone benötigt¹⁴; hier also mit Bezug auf die MS-Regionen. Im Ergebnis können damit Aufkommensverschiebungen aufgrund räumlich differenzierter Strukturentwicklungen abgebildet werden.

Eingabe und Quelle(n)

Die Strukturdaten werden in der gleichen, eigens dafür angelegten Excel-Datei vorgehalten und eingegeben wie für das TM 1. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Herkunft der für das TM 2 relevanten externen Datensätze.

Tabelle 14: Quelle(n) von Strukturdaten		
Kenngrosse	Quelle retrospektiv	Quelle prospektiv
Einwohner MS-Regionen	BFS: STATPOP	ARE
Branchen-BWS MS-Regionen	BFS: STATENT	Ecoplan

3.4.2. Angebotsbeschreibende Daten

Die angebotsbeschreibenden Daten beinhalten transportbeschreibende Kenngrössen zum Strassen- und Schienengüterverkehr. Dazu gehören die von den Infrastrukturen vorgegebenen Entfernungen und, in Verbindung mit den Geschwindigkeiten, die resultierenden Transportzeiten. Des Weiteren gehören entfernungsbezogene Kostensätze (als Gesamtkostensatz) zu diesen Daten, damit in Verbindung mit Elastizitäten modale Aufkommensveränderungen abgeleitet werden können.

¹⁴ Zusätzlich wird vom TM 1 auch der Regressionskoeffizient an das TM 2 weitergegeben (als Parameter zur Gewichtung). Da dies aber intern passiert und keiner exogenen Eingabe bedarf, zählen wir diese Datenübergabe hier nicht als Eingangsgrösse auf.

Anwendung

Die angebotsbeschreibenden Daten finden prioritär Anwendung im TM 2 zur Ableitung von allfälligen Modalsplit-Verschiebungen (Modalshift) und zur Ermittlung von Veränderungen bei der Transportleistung im Prognosezeitraum. Mittels eingebbarer Zeit- und Kostenelastizitäten können Aufkommensverschiebungen zwischen Strassen- und Schienengüterverkehr quantifiziert werden. Grundlage sind die modalen Entfernungstafeln, welche aus den modellierten Netzen abgeleitet werden können. Daraus lassen sich dann auch allfällige Veränderungen der modalen (mittleren) Transportweiten ableiten, die zusätzlich noch durch strukturelle Veränderungen beeinflusst werden. Die Elastizitäten können modal für vier Gutarten, die Kostensätze¹⁵ als Durchschnittssätze variiert werden; die Geschwindigkeiten werden je Modus angegeben.

Einflussparameter

Die Veränderung der hier behandelten Kenngrößen ergibt sich aus entsprechenden Angebotsveränderungen (neue Infrastrukturen oder veränderte Systemgeschwindigkeiten). Allfällige Kostenveränderungen sind Annahmen im Rahmen eines Szenarios und können bspw. den bisherigen Trend aufnehmen oder bewusst ihm gegenüber variiert werden. Die im TM 2 hinterlegten Elastizitäten sollten nicht ohne triftigen Grund verändert werden.

Eingabe und Quelle(n)

Die angebotsbeschreibenden Daten werden im TM 2 vorgehalten; dazu sind entsprechende Tabellenblätter in diesem Teil des Anwendungstools angelegt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Herkunft der externen Datensätze zur Angebotsbeschreibung.

¹⁵ Dabei ist die absolute Ausprägung der Kostensätze nachrangig – relevant ist die Veränderung des jeweiligen Kostensatzes zwischen Basis- und Prognosejahr. Das Gedankenmodell übernimmt in diesem Fall die Transportkosten und setzt sie den Preisen (resp. der Veränderung der Preise) gleich, da nur diese nachfragesteuernde Wirkung besitzen. Dass die Preise aus den Kostenstrukturen resultieren ist naheliegend, muss aber nicht zwingend sein. Die Kostensätze sind als Gesamtkostensatz zu verstehen; allfällige Veränderungen der einzelnen Bestandteile dieses Kostensatzes können über entsprechende, vorgelagerte Gewichtungen berücksichtigt werden (bspw. wenn nur die Infrastrukturbenutzungsgebühren verändert werden sollen, so ist deren Anteil am Kilometerkostensatz aus der einschlägigen Literatur abzuschätzen und kann dann in eine gewichtete Gesamtveränderung eingebracht werden).

Tabelle 15: Quelle(n) von angebotsbeschreibenden Daten	
Kenngrosse	Quelle retrospektiv
Entfernung Lkw	VM-UVEK, transformiert auf MS-Regionen
Entfernung Bahn	
Geschwindigkeit Lkw	Annahme (mittlerer Erfahrungswert)
Geschwindigkeit Bahn	
Kostensatz Lkw	BAV 2012 (NEAT-Studie; inkl. Übersicht zu weiteren Quellen)
Kostensatz Bahn	
Zeit-Elastizität Lkw	Es gibt verschiedene Studien zur Schätzung und Nutzung von Reaktionselastizitäten im Gütertransport. Bei der Durchsicht wird deutlich, dass es sehr grosse Varianzen in den geschätzten Elastizitätswerten gibt. Das hängt von den zugrundeliegenden empirischen Erhebungen, der Regionalisierung, der Fragestellung und der Segmentierung der Untersuchungsbereiche ab. Relevante Quellen sind u.a.: <ul style="list-style-type: none"> ▪ BVU, TNS Infratest 2014 ▪ Bolis S., R. Maggi et al. 2000 ▪ Significance / CE Delft 2010 (gute Übersicht zu internationalen Studien) ▪ SVI 2008 (die Publikation weist selbst auf gewisse Einschränkungen bei der Verwendbarkeit der darin ermittelten Elastizitäten hin; Vorteil aber ist, dass segmentspezifische Modellschätzungen vorliegen) ▪ ASTRA 2005 (die Studie bestätigt die Ergebnisse von NFP 41 aus 1999)
Zeit-Elastizität Bahn	
Kosten-Elastizität Lkw	
Kosten-Elastizität Bahn	

3.4.3. Sonstige Eingangsgrössen

Über die bis hierher genannten Eingangsgrössen werden weitere spezielle Kenngrossen benötigt. Dazu zählt die empirische Datenbasis zum Strassengüterverkehr aus Gütertransporterhebung (GTE) und Erhebung grenzquerender Güterverkehr (GQGV) sowie die Erhebung zum Lieferwagenverkehr (LWE). Ebenso benötigt werden Lkw-Auslastungen und Leerfahrtenanteile. Zur Abbildung von spezifischen Aufkommensmengen singulärer Verkehrserzeuger können die entsprechenden Daten direkt eingegeben werden.

Anwendung

Die Erhebungsdaten aus GTE, GQGV und LI dienen einerseits der Aufstellung der Wunschlinienmatrizen zum Basisjahr und andererseits der Zuordnung dieser nach MS-Regionen differenzier-ten Matrizen zu den Zonen des NPVM. Die Datensätze der Erhebungen können mit dem AMG-Tool im TM 2 eingelesen und analysiert werden.

Mit der Lkw-Auslastung werden die Tonnage-Matrizen in Fahrzeuge umgerechnet, so dass sie anschliessend in die NPVM-Matrizen überführt werden können; für die AMG ist eine fahr-zeugbezogene Sichtweise (vorerst) nicht relevant. Die Auslastungsgrade können nach 4 Gutarten (Logistikklassen) und 3 Entfernungsstufen angegeben werden. Der Leerfahrtenanteil steuert die Zuordnung von Leerfahrten zu den Logistikklassen, so dass damit die Fahrzeug-Matrizen vervollständigt werden können. Diese Parameter sollten nur bei begründetem Bedarf verändert werden. Ebenfalls zur Ausgabe der Fahrzeug-Matrizen kann der Umrechnungsfaktor von jahresbezogenem Aufkommen auf den gewünschten Zeitbezug (Werktag, Durchschnittstag etc.) frei eingegeben werden. Sollte die Speicher-Grösse der Fahrzeug-Matrix kritische Bereiche

erreichen, kann noch mit dem Abschneidewert die Schwelle der zu berücksichtigenden Fahrzeuganzahl je Relation angegeben werden.

Für bis zu 200 singuläre Verkehrserzeuger besteht im TM 2 die Möglichkeit, deren modale Nachfragemengen – differenziert nach Quell- und Zielaufkommen – direkt anzugeben.

Einflussparameter

Die Einflüsse auf die sonstigen Kenngrößen sind eng begrenzt und können de facto nur bei den Auslastungen durch Veränderungen in den Güterstrukturen oder in den logistischen Prozessen beeinflusst werden.

Eingabe und Quelle(n)

Die angebotsbeschreibenden Daten werden im TM 2 vorgehalten; dazu sind entsprechende Tabellenblätter in diesem Teil des Anwendungstools angelegt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Herkunft der sonstigen Datensätze.

Tabelle 16: Quelle(n) von angebotsbeschreibenden Daten		
Kenngröße	Quelle retrospektiv	Quelle prospektiv
GTE/GQGV/LI	BFS: entspr. Erhebungen	nicht benötigt
Lkw-Auslastung	BFS: GTE/GQGV/LWE	je nach Szenario/Annahme
Leerfahrtenanteil	BFS: GTE/GQGV/LWE	je nach Szenario/Annahme
Tagesfaktor	freier Wert	keine Veränderung
Abschneidewert	freier Wert	keine Veränderung
Singuläre Verkehrserzeuger	ARE: NGVM	je nach Szenario/Annahme

Annex

Als Annex steht die separate Dokumentation der Zusammenhangsanalysen zwischen warengruppen- und verkehrsartenspezifischen Tonnagen und den Leitdaten zur Verfügung.

Abkürzungen

AMG	Aggregierte Methode Güterverkehr
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
AQGV	Alpenquerender Güterverkehr
AlpInfo	Statistik-Publikation des BAV zum AQGV
AMECO	Annual macro-economic database
BAV	Bundesamt für Verkehr
BFS	Bundesamt für Statistik
BIET	Verkehrsarten: Binnenverkehr, Import, Export, Transit
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BVWP	(deutsche) Bundesverkehrswegeplanung
BWS	Bruttowertschöpfung
CH	Schweiz
Comext	interaktive Datenbank von Eurostat zum Aussenhandel
DG EcFin	Direction General Economic and Financial Affairs
Dia	Diagramm
ESVG	Europäisches System volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen
EU	Europäische Union
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Union
EZV	Eidgenössische Zollverwaltung
GQGV	Grenzquerender Güterverkehr (Erhebung)
GTE	Gütertransporterhebung
GTS	Gütertransportstatistik
IT	Italien
LWE	Lieferwagenerhebung
LI	Lieferwagen
km	Kilometer
MS	Mobilité spatiale
NACE	Nomenclature Générale des Activités Economiques
NFP	Nationales Forschungsprogramm
NGVM	Nationales Güterverkehrsmodell
NOGA	Nomenclature Générale des Activités économiques

NPVM	Nationales Personenverkehrsmodell
NST	Nomenclature Uniforme de Marchandises pour les Statistiques de Transport
NST/R	Nomenclature Uniforme de Marchandises pour les Statistiques de Transport révisé
REA	Räumliche Entwicklung der Arbeitsplätze in der Schweiz bis 2040
ROLA	Rollende Landstrasse (im Schienengüterverkehr)
SECO	Secrétariat d'Etat à l'économie
SITC	Standard International Trade Classification
SN(F)	Schwere Nutzfahrzeuge
SRH	Schweizerische Rheinhäfen
STATPOP	Statistique de la population et des ménages
STAT-TAB	interaktive Datenbank des BFS
SwissImpex	interaktive Datenbank der EZV zum Aussenhandel
t	Tonnen
tkm	Tonnenkilometer
TM	Teilmodell
UI	Userinterface
UKV	Unbegleiteter kombinierter (Schienengüter-)Verkehr
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
VM-UVEK	Verkehrsmodellierung im UVEK
WLV	Wagenladungsverkehr (im Schienengüterverkehr)

Literatur

- ARE 2011:** Nationales Güterverkehrsmodell des UVEK, Basismodell 2005: Modellbeschreibung und Validierung, erstellt von Rapp Trans/PTV, Bundesamt für Raumentwicklung, Bern 2011.
- ARE 2014:** Evaluierung der nationalen Güterverkehrsmodellierung, erstellt von INFRAS/IVT ETH, Bundesamt für Raumentwicklung, Bern 2014.
- ASTRA 2005:** Bewertung von Qualitätsmerkmalen im Güterverkehr, Forschungsauftrag 2002/011 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI), erstellt von Università della Svizzera Italiana/Rapp Trans, Bundesamt für Strassen, Bern 2005.
- BAV 2012:** Auswirkungen der Fertigstellung der NEAT auf die Erreichung des Verlagerungsziels im Güterverkehr, Schlussbericht, erstellt durch INFRAS, Bundesamt für Verkehr, Bern 2012.
- BME 2014:** Leitfaden Optimale Verkehrsträgerwahl; in: Verkehrsrundschau Who is Who Logistik 2014, Springer Fachmedien München GmbH, München 2014.
- Bolis S., Maggi R. 1998:** Adaptive stated preference analysis of shippers' transport and logistics choice MecoP, Faculty of Economics, University of Lugano, Lugano 1998.
- Bolis S., Maggi R. et al 2000:** Multimodale Potenziale im transalpinen Güterverkehr, Nationales Forschungsprogramm NFP 41, MecoP Università della Svizzera Italiana in Zusammenarbeit mit INFRAS und IRE, Lugano 1998.
- BVU/TNS Infratest 2014:** Entwicklung eines Modells zur Berechnung von modalen Verlagerungen im Güterverkehr für die Ableitung konsistenter Bewertungssätze für die Bundesverkehrswegeplanung, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, Freiburg/München 2014.
- PTV 2011:** Güterverkehrsmodell Schweiz, Handbuch, PTV Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe 2011.
- PTV/TCI/VC Fröhlich/ProgTrans 2011:** Nationales Güterverkehrsmodell: Erstellung der Netze für den nationalen Güterverkehr auf Strasse und Schiene & Potenzial- und Verteilungsmodell für den nationalen Güterverkehr, Schlussbericht, PTV Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe/Freiburg/Zürich/Bern, 2007.
- Schnabel/Lohse 2011:** Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Band 2: Verkehrsplanung, 3. Auflage, Herausgeber: DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth/Kirschbaum, Berlin/Bonn 2011.
- Significance/CE Delft 2010:** Price sensitivity of European road freight transport – towards a better understanding of existing results; Significance CE Delft, Report 9012-1, Den Haag/Delft 2010.

SVI 2008: Modal Split Funktionen im Güterverkehr, Forschungsauftrag 2004/081 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI), erstellt von Rapp Trans/IVT ETH, Bundesamt für Strassen, Bern 2008.

TCI 2014: TCI-GV-Regiotrans/Citytrans, Modellbeschreibung, Freiburg 2014.

VÖV 2012: Marktanalyse und Marktprognose zum Schienengüterverkehr 2030, erstellt von INF-RAS/IVT/BAKBASEL, Verband öffentlicher Verkehr, Bern 2012.

VSS 2007: Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Zeitkosten im Güterverkehr, Schweizer Norm SN 641 823, Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, Zürich 2007.

Datenquellen

Publikation der Datenquellen wenn nicht anders angegeben: jährlich resp. online-Datenbanken mit laufenden Aktualisierungen.

Ageing Report: Economic and budgetary projections for the 28 EU Member States, Directorate-General for Economic and Financial Affairs, Brüssel.

AQGV: Güterverkehr auf Strasse und Schiene durch die Schweizer Alpen, erscheint fünfjährlich – letzte Erhebung 2009, Bundesamt für Verkehr/Bundesamt für Statistik, Bern/ Neuchâtel 2010.

AlpInfo: Alpenquerender Güterverkehr auf Strasse und Schiene, Bundesamt für Verkehr, Bern.

AMECO: Annual macro-economic database, Directorate-General for Economic and Financial Affairs, Brüssel.

Bevölkerungsszenarien: Szenarien der Bevölkerungsentwicklung für die Schweiz, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.

Comext: Aussenhandelsstatistik, Statistisches Amt der Europäischen Union, Luxemburg.

BVWP: Bundesverkehrswegeplanung 2030, Datensatz zur Verflechtungsprognose, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Clearingstelle Verkehr am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Berlin 2014.

DWH: Datawarehouse der Schweizerischen Bundesbahnen, nicht öffentliche Datenbank, Schweizerische Bundesbahnen, Bern.

GQGV: Erhebung grenzquerender Güterverkehr auf der Strasse, erscheint fünfjährlich – letzte Erhebung 2008, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel 2010.

GTE: Gütertransporterhebung, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.

GTS: Gütertransportstatistik, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.

LWE: Erhebung leichte Nutzfahrzeuge, erscheint fünfjährlich – letzte Erhebung für 2014, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel 2015.

NA: National Accounts, Statistisches Amt der Europäischen Union, Luxemburg.

OeV: Statistik des öffentlichen Verkehrs (inklusive Schienengüterverkehr), Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.

SRH: Jahresstatistik der Schweizerischen Rheinhäfen, Port of Switzerland, Basel.

STATENT: Statistik der Unternehmensstruktur, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.

STATPOP: Statistik der Bevölkerung und der Haushalte, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.

SwissImpex: Aussenhandels- und Transitstatistik, Eidgenössische Zollverwaltung, Bern.

VGR: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.