

BFS/ARE

WEITERENTWICKLUNG DER TRANSPORTRECHNUNG VERTIEFUNGSARBEITEN

Schlussbericht

Zürich/Bern, 20. August 2008

Markus Maibach, Stefan Suter, Daniel Sutter, Helen Lückge, Christoph Lieb

TRAKOS-VERTIEFUNG-METHODIK-SB_FINAL.DOC

ECOPLAN

THUNSTRASSE 22
CH-3005 BERN
t +41 31 356 61 61
F +41 31 356 61 60

POSTFACH, CH-6460-ALTDORF
t +41 41 870 90 60
F +41 41 872 10 63

WWW-ECOPLAN.CH



INFRAS

INFRAS

BINZSTRASSE 23
POSTFACH
CH-8045 ZÜRICH
t +41 44 205 95 95
f +41 44 205 95 99
ZUERICH@INFRAS.CH

MÜHLEMATTSTRASSE 45
CH-3007 BERN

WWW.INFRAS.CH

IMPRESSUM

Herausgeber

BFS, Bundesamt für Statistik

ARE, Bundesamt für Raumentwicklung

Autoren

INFRAS, Zürich

Ecoplan, Bern

Markus Maibach, Gesamtprojektleitung INFRAS

Daniel Sutter, INFRAS

Helen Lückge, INFRAS

Stefan Suter, Projektleiter Ecoplan

Christoph Lieb, Ecoplan

Begleitgruppe seitens des Auftraggebers

Jean-Marc Pittet, BFS (Leitung)

Andrea Lanz, BFS

Nathalie Carron, ARE

Ueli Balmer, ARE

Bernhard Wyss, ASTRA

Markus Giger, BAV

Christophe Beuret, BAV

Julie vom Berg, BAV

Zitierweise

Bundesamt für Statistik und Bundesamt für Raumentwicklung (2008)

Weiterentwicklung der Transportrechnung – Vertiefungsarbeiten

Anmerkung

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur die von den Auftraggebern beauftragten Autoren.

INHALT

IMPRESSUM	2
ZUSAMMENFASSUNG	5
RÉSUMÉ	11
1. AUSGANGSLAGE UND ZIEL	17
2. INFRASTRUKTURKOSTEN LOKALER ÖFFENTLICHER STRASSENVERKEHR	21
2.1. AKTUELLE SITUATION	21
2.2. VERFÜGBARE DATEN	26
2.3. METHODIK: EVALUATION MÖGLICHER VARIANTEN	31
2.4. VORGEHENSCHRITTE	36
2.4.1. Kostenerfassung	36
2.4.2. Kostenallokation	39
2.4.3. Machbarkeit und Aufwand	40
2.5. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	41
3. INFRASTRUKTURKOSTENALLOKATION IM SCHIENENVERKEHR	43
3.1. AUSGANGSLAGE	43
3.1.1. Fragestellung und Vorgehen	43
3.1.2. Vorgehen in der Transportrechnung 2003	43
3.2. METHODISCHE FRAGEN	44
3.2.1. Allokation der Infrastrukturkosten im Strassenverkehr	45
3.2.2. Denkmodell für eine Allokationsmethodik Schienenverkehr analog zum Strassenverkehr	48
3.3. DATENLAGE	52
3.4. MÖGLICHE ALLOKATIONSMETHODEN UND VORGEHENSVORSCHLAG	57
3.5. ZWEI MÖGLICHE UMSETZUNGEN DER ALLOKATIONSMETHODEN BASIEREND AUF VORHANDENEN DATEN	63
3.5.1. Berechnung der zwei Methoden für 2003	63
3.5.2. Würdigung der beiden Methoden	67
3.6. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	68
4. EINBEZUG DER STAU- UND VERSPÄTUNGSKOSTEN	71
4.1. AUSGANGSLAGE UND METHODISCHE FRAGEN	71
4.2. INTERPRETATION DER STAU- UND VERSPÄTUNGSKOSTEN	72

4.3.	ZWECKMÄSSIGKEIT DER GEWÄHLTEN METHODIK	74
4.3.1.	Strassenverkehr	74
4.3.2.	Schienenverkehr	77
4.4.	ERMITTLUNG DES EXTERNEN ANTEILS	79
4.4.1.	Variantenwahl	79
4.4.2.	Grobberechnung des externen Anteils der Staukosten	81
4.4.3.	Aggregation	84
4.5.	EINBEZUG IN DIE TRANSPORTRECHNUNG	87
4.6.	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	89
5.	AUFTEILUNG IN FIXE UND VARIABLE KOSTEN	93
5.1.	AUSGANGSLAGE	93
5.1.1.	Fragestellung und Vorgehen	93
5.1.2.	Definition der fixen und variablen Kosten	94
5.1.3.	Vorgehen in der Transportrechnung 2003	98
5.1.4.	Vorgehen in dieser Untersuchung	99
5.2.	BETRIEB VERKEHRSMITTEL	99
5.2.1.	Strassenverkehr	99
5.2.2.	Schienenverkehr	105
5.3.	INFRASTRUKTUR	116
5.3.1.	Strassenverkehr	116
5.3.2.	Schienenverkehr	121
5.4.	SICHERHEIT: UNFALLKOSTEN	129
5.5.	UMWELTKOSTEN	130
5.6.	STAU- UND VERSPÄTUNGSKOSTEN	133
5.7.	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	133
	LITERATUR	137
	ANHANG: EXTERNE UND INTERNE STAUKOSTEN	141

ZUSAMMENFASSUNG

1. Transportrechnung 2003 als Ausgangspunkt

Mit der Transportrechnung 2003 (BFS 2005) hat das BFS erstmals eine Verkehrsträgerrechnung für Strasse und Schiene vorgelegt, die alle wesentlichen Kosten (Betrieb, Infrastruktur, externe Kosten) den anrechenbaren Erträgen gegenüberstellt. Die Transportrechnung soll fortgeschrieben und weiterentwickelt werden. Dabei sind einzelne methodische Fragen aufgetaucht, die in diesem Bericht vertieft werden. Die Beantwortung der Fragen mündet in direkte Empfehlungen für die zukünftige Transportrechnung.

2. Infrastrukturkosten lokaler öffentlicher Strassenverkehr

Fragestellung

Im Gegensatz zu den Kosten des regionalen öffentlichen Strassenverkehrs (regionale Autobusse), sind die Infrastrukturkosten des städtischen öffentlichen Strassenverkehrs in der aktuellen Transportrechnung nur unvollständig erfasst. Deshalb stellt sich die Frage, wie diese fehlenden Kosten ermittelt und in die Transportrechnung eingebaut werden können.

Ergebnisse

Die Analyse der Infrastrukturkosten des gesamten öffentlichen Strassenverkehrs identifiziert drei Kostenkategorien, für die ein unterschiedlicher Handlungsbedarf besteht:

1. In der Strassenrechnung erhobene und angerechnete Kosten: Diese Kosten werden im Rahmen der Kategorienrechnung der Strassenrechnung den regionalen und städtischen Bussen zugewiesen und fliessen auch in die Transportrechnung ein (z.B. Infrastrukturkosten für Strassen und Plätze im Mischverkehr, Bushaldebuchten). Diese Kosten werden allerdings nicht auf einzelne Kategorien (d.h. Autobusse, Trolley, Tram) aufgeteilt.
2. In der Strassenrechnung erhobene, aber nicht angerechnete Kosten: Diese Kosten werden im Rahmen der BFS-Vollerhebung für die Strassenrechnung zwar erhoben. Weil es sich um Kosten handelt, die eindeutig dem öffentlichen Strassenverkehr zugeordnet werden können (z.B. Busperrons, Wendeschlaufen), werden sie ausgeschieden und fliessen nicht in die Strassenrechnung. Sie fehlen damit auch in der Transportrechnung. Die Grundlagendaten für diese Kostenkategorie liegen dem BFS jedoch bereits vor. Für einen Einbezug in der Transportrechnung müssen diese Kosten lediglich zusammengetragen und allenfalls auf einzelne Kategorien aufgeteilt werden.
3. In der Strassenrechnung nicht erhobene und nicht angerechnete Kosten: In dieser Kategorie besteht der grösste Handlungsbedarf. Von grösster Bedeutung sind Infrastrukturkosten für

Trolleybusse und Trams (z.B. Fahrleitungen, Gleisanlagen). Diese Kosten müssen durch das BFS im Rahmen einer neuen Erhebung ermittelt werden. Die Anlagenrechnungen und laufende Rechnungen der städtischen Transportunternehmen (z.T. auch integriert in Rechnungen der öffentlichen Hand) können als Grundlage dienen. Es bestehen jedoch keine einheitlichen Vorgaben für die Rechnungslegung (z.B. Abschreibungspraxis). Deshalb werden zusätzliche detailliertere Datenlieferungen von den TU nötig sein.

Das Zusammenführen dieser drei Kostenkategorien entspricht einem pragmatischen 'Patchwork-Ansatz', der auf verschiedenen Quellen beruht. Die Methode verknüpft konstruierte Ergebnisse (aus Strassenrechnung) mit Unternehmensdaten (TU). Die Gesamtkosten sollen schliesslich auf die vier Fahrzeugkategorien regionale Autobusse, Ortsbusse, Trolleybusse und Trams aufgeteilt werden.

Es gilt jedoch anzumerken, dass auf der Ertragsseite beim öffentlichen Nahverkehr eine Aufteilung der Einnahmen auf die Sparten Verkehr und Infrastruktur nicht möglich ist und somit keine Kostendeckungsgrade ausgewiesen werden können.

Empfehlungen

Für die nächste Publikation der Transportrechnung ergibt sich kein Handlungsbedarf. Auf die Problematik des (teilweise) fehlenden lokalen öffentlichen Strassenverkehrs soll aber hingewiesen werden.

Mittelfristig empfehlen wir, die Transportrechnung anzupassen, indem die fehlenden Elemente der Infrastrukturkosten des öffentlichen Strassenverkehrs einbezogen und die Kosten auf die einzelnen Fahrzeugkategorien alloziiert werden. Es macht Sinn, eine solche Erhebung zunächst im Rahmen einer **Pilotrechnung** durchzuführen, um Methodik und Datenverfügbarkeit (v.a. Infrastrukturkosten Tram und Trolleybusse aus den Rechnungen der TU) vertieft zu analysieren.

3. Infrastrukturkostenallokation im Schienenverkehr

Fragestellung

Für die Allokation der Kosten der Schieneninfrastruktur auf den Personen- und Güterverkehr soll eine Methode für die Schweiz entwickelt werden, um die bestehende Transportrechnung zu verbessern.

Ergebnisse

Im Strassenverkehr gibt es eine fundierte und datenseitig gut abgestützte Allokationsmethodik. Wir orientieren uns für den Schienenverkehr konzeptionell daran. Aufgrund von Lücken bei den

Kenntnissen von Wirkungszusammenhängen und bei der Datenlage muss aber ein vereinfachtes Verfahren gefunden werden.

Basierend auf aktuell verfügbaren Daten wird ein pragmatisches Vorgehen entwickelt: Zuerst werden die Kosten in Kategorien aufgegliedert (Fahrdienst, Energieverbrauch, laufender Unterhalt, Verwaltung, baulicher Unterhalt, Neu- und Ausbau). Jede Kategorie wird dann in fixe und variable Kosten aufgeteilt (vgl. unten). Alle fixen Kosten werden mit den Zugkm verteilt. Die variablen Kosten werden mit den entsprechenden Kostentreibern verteilt, d.h. die variablen Kosten des Fahrdienstes mit den Zugkm, die variablen Kosten des Energieverbrauchs mit dem Energieverbrauch (in kWh) und die variablen Unterhaltskosten mit den Btkm. Daraus ergibt sich für das Jahr 2003, dass **81.5% der Infrastrukturkosten dem Personenverkehr angelastet werden sollten und 18.5% dem Güterverkehr.**

Eine alternative Methode, in der nicht nur die variablen Kosten des Fahrdienstes, des Energieverbrauchs und des Unterhalts mit den entsprechenden Kostentreibern verteilt werden, sondern die gesamten Kosten dieser drei Kostenbereiche, führt zu vergleichbaren Grössenordnungen. Für eine genauere Analyse müsste allerdings eine Vertiefung vorgenommen werden. Aus theoretischer und praktischer Sicht schneidet die erste Methode besser ab, weil sie mit der Methodik des Trassenpreissystems der Schweiz übereinstimmt, d.h. die vom BAV bestimmten Kostensätze werden für die Transportrechnung übernommen.

Empfehlungen

Die hergeleitete, pragmatische Methode kann mit verfügbaren Daten und Informationen angewendet werden. Sie ist aber nicht wissenschaftlich abgestützt. Das BFS muss entscheiden, ob sie dem Genauigkeitsanspruch des BFS genügt oder ob sie zumindest noch mit Experten zu bereinigen ist.

Mit Vertiefungsstudien könnte die Methodik fachlich und datenseitig besser abgestützt werden:

1. Teilweise müssen die Daten geschätzt werden. Durch Neuerhebungen bei den Bahnen wären bessere Daten verfügbar. Dabei könnten die Daten weiter differenziert werden, was eine genauere Zuteilung in fixe und variable Kosten erlauben würde. Die variablen Kosten könnten dann auch besser mit den entsprechenden Kostentreibern verteilt werden.
2. Die variablen Unterhaltskosten müssen aufgrund fehlender Kenntnisse über die Wirkungszusammenhänge allein über die Btkm verteilt werden. In Vertiefungsstudien könnte auch überprüft werden, ob auch die Zugdichte sowie zu definierende Aggressivitätsfaktoren eine Rolle spielen könnten.

3. Die Fixkosten werden allein über die Zugkm verteilt. Es könnte analysiert werden, ob und wie die Bevorzugung des Personenverkehrs in der Netzzugangsverordnung zu berücksichtigen ist und ob es personen- oder güterverkehrsspezifische Kostenbestandteile gibt.

4. Stau- und Verspätungskosten

Fragestellung

Die Stau- und Verspätungskosten sind derzeit nicht in die Transportrechnung integriert. Deshalb stellt sich die Frage, ob überhaupt und wenn ja, wie die Kostenschätzungen in der Transportrechnung erwähnt werden sollen. Eine wichtige Frage ist dabei die Aufteilung zwischen externen und internen Staukosten.

Ergebnisse

Die aktuelle Ermittlung der Staukosten Strasse beruht auf einer gängigen Methodik. Sie betragen für 2005 im Strassenverkehr CHF 1'464 Mio. (INFRAS 2006). Ein Teil davon (Unfallkosten, Umweltkosten) ist bereits in der Transportrechnung integriert. Der andere, grössere Teil dieser Staukosten umfasst die Zeitkosten in der Grössenordnung von CHF 1'240 Mio. Aus Sicht Verkehrsträger sind diese Zeitkosten als intern zu betrachten. Aus Sicht Verkehrsteilnehmer hingegen entstehen auf Grund der Wechselwirkungen bei der Staubildung externe Anteile. Mit Hilfe eines top-down Ansatzes können die Staukosten gemäss der ökonomischen Wohlfahrtstheorie in interne und externe Kosten aufgeteilt werden. Informationen zu den dazu notwendigen Durchschnitts- und Grenzkostenkurven lassen sich aus den Capacity Restrain Funktionen des Verkehrsmodells UVEK ableiten. Die Analyse zeigt, dass aus Sicht Verkehrsteilnehmer ein grosser Teil (68% bzw. CHF 850 Mio.) als extern zu betrachten ist. Zudem ergeben sich durch Stau zusätzliche externe Energiekosten in Höhe von CHF 28 Mio.

Im Schienenverkehr betragen für 2006 die Kosten von Verspätungen CHF 397 Mio. (INFRAS/ Ecoplan 2007). Auch hier sind insbesondere die volkswirtschaftlichen Verspätungskosten (total CHF 207 Mio.) zu einem grossen Teil als extern zu betrachten.

Empfehlungen

Die heutige Transportrechnung nimmt die Sicht der Verkehrsträger ein. Aus dieser Sicht sind praktisch alle Stau- und Verspätungskosten **interner Natur**. Die Ermittlung der externen Anteile von Staukosten ist zwar für eine effiziente Preisbildung, nicht aber für die Transportrechnung relevant. Deshalb ist eine Aufnahme in die Transportrechnung nur in Form eines **Spezialkapitels** zielführend, das die jährlichen Ergebnisse und den Bezug zu den übrigen Kosten kommuniziert. Die Aufdatierung kann jährlich mit Hilfe der Stau- bzw. Verspätungsstatistik und aktualisierten Zeitsätzen erfolgen.

5. Aufteilung in fixe und variable Kosten

Fragestellung

Die Aufteilung in fixe und variable Kosten kann für verschiedene konkrete Fragestellungen von Interesse sein (Preissetzung, Kostenallokation (vgl. oben), verkehrliche und finanzielle Auswirkungenanalysen, etc.). Deshalb wird untersucht, wie eine Aufteilung der verschiedenen in der Transportrechnung unterschiedenen Kosten (Verkehrsmittel, Infrastruktur, Sicherheit, Umwelt) erfolgen kann.

Ergebnisse

Für jeden Kostenbereich wird untersucht, wie die Kosten in fixe und variable Kosten aufgeteilt werden können. In einigen Bereichen liegen dazu gute Grundlagen und Daten vor (z.B. Betrieb, Verkehrsmittel, Strasse), in anderen Bereichen sind jedoch nur sehr grobe Schätzungen aufgrund einiger weniger verfügbaren Daten möglich (z.B. Betrieb, Verkehrsmittel, Schiene, Güterverkehr), die dem Genauigkeitsanspruch des BFS nicht genügen können. Hier müssten Vertiefungsstudien folgen.

Von besonderer Bedeutung ist die Aufteilung der Infrastrukturkosten im Schienenverkehr, da diese benötigt wird für die Kostenallokation der Infrastrukturkosten auf den Personen- und Güterverkehr (vgl. oben). Basierend auf vorhandenen Daten stützt sich die Aufteilung auf das Trassenpreissystem Schweiz, in dem vom BAV die variablen Kostensätze bestimmt werden. Gemäss den Berechnungen für das Jahr 2003 sind 11% der gesamten Infrastrukturkosten variabel (18% der Betriebskosten). Allerdings liegen bezüglich der Aufteilung des Infrastrukturunterhalts in fixe und variable Kosten zwei Studien mit unterschiedlichen Ergebnissen vor. Das Ergebnis könnte auch tiefer ausfallen als die oben erwähnten 11%. Im Rahmen des EU-Projektes CATRIN wird dieser Frage vertieft nachgegangen.

Empfehlungen

Bei der Definition der fixen und variablen Kosten spielt einerseits der Zeithorizont eine wichtige Rolle (kurzfristig oder langfristig fixe Kosten?), andererseits die Veränderung der Verkehrsmenge (Zu- oder Abnahme, Ausmass der Veränderung, z.B. $\pm 10\%$ oder $\pm 100\%$?).

Die Frage nach der Aufteilung der gesamten Verkehrskosten in fixe und variable Kosten ist deshalb nur in einem konkreten Kontext und entsprechenden Annahmen relevant. Da der Transportrechnung als Statistik aber keine konkrete Fragestellung zur Grunde liegt und die aktuell verfügbare Datenlage teilweise schlecht ist, empfehlen wir, **in der Transportrechnung auf die Aufteilung in fixe und variable Kosten zu verzichten.**

RÉSUMÉ

1. Le compte des transports de 2003 comme point de départ

Avec le compte des transports de 2003 (OFS, 2005), l'OFS a présenté pour la première fois un bilan des coûts des transports sur route et sur rail, qui compare les coûts déterminants (d'exploitation, d'infrastructure, coûts externes) avec les recettes imputables. Il s'agit de poursuivre l'établissement du compte des transports et son développement. Plusieurs questions méthodologiques se sont posées, que nous traitons dans ce rapport. Les solutions adoptées donneront lieu à des recommandations pour le prochain compte des transports.

2. Coûts d'infrastructure des transports publics routiers locaux

Question traitée

Contrairement aux coûts des transports publics routiers régionaux (autobus régionaux), les coûts d'infrastructure des transports publics routiers municipaux ne sont relevés que de manière incomplète dans l'actuel compte des transports. Il s'agit par conséquent de déterminer comment les informations manquantes peuvent être collectées et intégrées au compte des transports.

Résultats

L'analyse des coûts d'infrastructure de l'ensemble des transports publics routiers fait ressortir trois catégories de coûts qui nécessitent une approche différenciée :

1. Les coûts relevés et imputés dans le compte des transports: ces coûts attribués aux bus régionaux et municipaux dans la répartition entre les différentes rubriques du compte routier sont également comptabilisés dans le compte des transports (par ex. coûts d'infrastructure du transport routier et places dans le trafic mixte, bandes d'arrêt des bus). Ils ne sont toutefois pas répartis entre les différentes catégories de véhicules (autobus, trolleybus, tram).
2. Les coûts qui sont relevés dans le compte des transports mais qui ne sont pas imputés : ces coûts sont relevés dans le cadre de l'enquête exhaustive de l'OFS pour le compte routier. Etant donné qu'ils sont imputables aux transports routiers publics (par ex. quais pour bus, boucles de retournement), ils ne sont pas considérés dans le compte routier. Par conséquent, ils ne figurent pas dans le compte des transports. L'OFS dispose cependant des données de base pour cette catégorie de coûts. Pour les intégrer au compte des transports, il suffirait de rassembler ces coûts et de les répartir entre les différentes catégories.
3. Les coûts qui ne sont ni relevés dans le compte des transports ni imputés : c'est dans cette catégorie que les lacunes sont les plus marquées. Les coûts d'infrastructure pour les trolleybus et les trams sont très importants (caténaires, voies ferrées, etc.). Ils doivent encore

être déterminés par l'OFS dans le cadre d'un nouveau relevé. Les comptes des immobilisations et les comptes courants des entreprises de transports municipales (intégrés en partie aussi aux comptes des pouvoirs publics) peuvent servir de base. Il n'existe toutefois pas de directives univoques pour l'établissement de ces comptes (par ex. comptabilisation des amortissements). Des données détaillées supplémentaires doivent par conséquent être livrées par les entreprises.

Cette approche pragmatique permet de réunir ces trois catégories de coûts disparates en un "patchwork" fondé sur différentes sources. Cette méthode combine des résultats construits (du compte routier) avec les données des entreprises de transport. Les coûts globaux sont répartis ensuite entre les quatre catégories de véhicules suivantes: autobus régionaux, bus locaux, trolleybus et trams.

Notons toutefois qu'il n'est pas possible, du côté des recettes, de répartir celles du trafic local entre les secteurs des transports et de l'infrastructure, de sorte qu'on ne peut établir le degré de couverture des coûts.

Recommandations

Aucune mesure n'est nécessaire ici en vue du prochain compte des transports. La question des indications (en partie) manquantes concernant les transports publics routiers locaux mérite toutefois d'être soulevée.

Nous recommandons à moyen terme d'adapter le compte des transports en y intégrant les éléments manquants des coûts d'infrastructure des transports publics routiers et en imputant les coûts aux catégories de véhicules correspondantes. Il est judicieux de réaliser une telle enquête en premier lieu dans le cadre d'un **compte pilote**, afin de pouvoir examiner de manière approfondie la méthodologie et la disponibilité des données (notamment sur les coûts d'infrastructure des trams et trolleybus figurant dans les comptes des entreprises de transport).

3. Allocation des coûts d'infrastructure du trafic ferroviaire

Question traitée

Il convient de développer pour la Suisse une méthode d'allocation des coûts de l'infrastructure ferroviaire aux trafics voyageurs et marchandises, afin d'améliorer l'actuel compte des transports.

Résultats

Dans le transport routier, il existe une méthode d'allocation reposant sur une solide base de données. Nous nous référons à ce concept pour le transport ferroviaire. Etant donné que les informa-

tions disponibles sur les rapports de cause à effet sont lacunaires, comme d'ailleurs les données disponibles, il faut cependant mettre au point une procédure simplifiée.

Un processus pragmatique doit donc être développé sur la base des données actuellement disponibles: tout d'abord, il s'agit de ventiler les coûts entre les catégories (prestations de transport, consommation d'énergie, entretien courant, administration, entretien des bâtiments, nouvelles constructions et agrandissements). Chaque catégorie doit ensuite être ventilée en coûts fixes et en coûts variables (cf. ci-après). Tous les coûts fixes sont à répartir en fonction des train-km. Les coûts variables sont à attribuer sur la base des inducteurs de coûts correspondants, c'est-à-dire des train-km pour les coûts variables des prestations de transport, de la consommation d'énergie (en kwh) pour les coûts variables de la consommation d'énergie et des kilomètres de tonnes brutes (kmtb) pour les coûts d'entretien variables. Pour l'année 2003, il ressort que **81,5% des coûts d'infrastructure sont imputables au trafic voyageurs et 18,5% au trafic marchandises.**

Une autre méthode, qui ne répartit pas seulement les coûts variables mais l'ensemble des coûts du transport ferroviaire, de la consommation d'énergie et de l'entretien entre les inducteurs de coûts correspondants, donne des résultats comparables. Pour obtenir des informations plus détaillées, il faudrait toutefois procéder à une étude d'approfondissement. D'un point de vue théorique et pratique, la première méthode serait préférable car elle coïncide avec la méthode du système des prix des sillons de la Suisse, ce qui signifie que les catégories de coûts définies par l'OFT seraient reprises pour le compte des transports.

Recommandations

La méthode pragmatique ainsi développée peut être utilisée avec les données et informations disponibles. Elle ne repose toutefois sur aucune base scientifique. L'OFS doit décider si elle satisfait à ses exigences en matière de précision ou si elle doit au moins être affinée avec l'aide d'experts.

Des études d'approfondissement permettraient d'améliorer la méthode au plan technique et au niveau des données disponibles.

- 1) Les données doivent être en partie estimées. Procéder à de nouveaux relevés dans le domaine des chemins de fer permettrait de disposer de meilleures données, plus différenciées, ce qui permettrait de répartir les résultats avec plus de précision entre les coûts fixes et les coûts variables. Il serait d'autant plus facile d'attribuer les coûts variables aux inducteurs de coûts correspondants.
- 2) Les informations disponibles au sujet des rapports de cause à effet étant lacunaires, les coûts d'entretien variables ne peuvent être répartis qu'en fonction des kmtb. En procédant à des études

d'approfondissement, on pourrait aussi vérifier si la densité de trains et certains facteurs d'agressivité à définir peuvent être déterminants.

3) Les coûts fixes sont répartis uniquement en fonction des train-km. Il serait possible d'évaluer dans quelle mesure il faudrait privilégier le trafic voyageurs dans l'ordonnance sur l'accès au réseau ferroviaire, et de déterminer si certaines composantes des coûts sont spécifiques au trafic voyageurs ou au trafic marchandises.

4. Coûts liés aux embouteillages et aux retards

Question traitée

Le compte des transports actuel ne considère pas les coûts liés aux embouteillages et aux retards. Il s'agit par conséquent de déterminer s'il faut y intégrer les estimations de ces coûts et, dans l'affirmative, comment procéder. On cherchera aussi à définir la proportion de coûts internes et celle de coûts externes dans les coûts liés aux embouteillages.

Résultats

Actuellement, les coûts liés aux embouteillages routiers sont déterminés à l'aide d'une méthode utilisée couramment. Ils se montent pour 2005 à 1464 millions de francs suisses pour le transport routier (INFRAS 2006). Une partie de ces coûts (coûts des accidents, coûts environnementaux) est déjà intégrée dans le compte des transports. Par ailleurs, les coûts en temps représentent quelque 1240 millions de francs. Du point de vue du mode de transport, ces coûts en temps sont à considérer comme des coûts internes. Du point de vue de l'utilisateur, les interactions liées à la formation d'embouteillages génèrent une part de coûts externes. A l'aide d'une approche "top-down" (en partant du niveau le plus élevé vers le niveau le plus bas), les coûts liés aux embouteillages peuvent être répartis en coûts internes et en coûts externes, conformément à la théorie économique du bien-être. Les informations requises sur la courbe des coûts moyens et celle des coûts limites sont fournies par les fonctions de limitation de la capacité (capacity restrain) du modèle de transport du DETEC. L'analyse montre que du point de vue des usagers, les coûts sont en bonne partie (68%, soit 850 millions de CHF) à considérer comme des coûts externes. De plus, les embouteillages génèrent des coûts énergétiques externes supplémentaires de l'ordre de 28 millions de francs.

Dans le trafic ferroviaire, les coûts induits par les retards s'élèvent pour 2006 à 397 millions de francs (INFRAS/Ecolplan 2007). Ici aussi, les coûts économiques liés aux retards notamment (qui s'élèvent au total à 207 millions de CHF) sont en grande partie des coûts externes.

Recommandations

L'optique choisie dans l'actuel compte des transports est celle du mode de transport. Ainsi, pratiquement tous les coûts liés aux embouteillages et aux retards sont **de nature interne**. Le calcul des parts externes des coûts liés aux embouteillages est certes déterminant pour fixer les prix de manière efficiente, mais il ne l'est pas pour le compte des transports. Par conséquent, il n'est judicieux d'intégrer ces coûts externes au compte des transports que sous la forme d'un **chapitre spécial** qui présente les résultats annuels et le lien avec les autres coûts. La mise à jour peut se faire annuellement à l'aide de la statistique des embouteillages ou des retards et avec des données temporelles actualisées.

5. Répartition entre coûts fixes et coûts variables

Question traitée

La répartition entre coûts fixes et coûts variables peut être intéressante dans certains cas concrets (fixation des prix, allocation des coûts susmentionnés, analyses des effets sur le trafic et sur les finances, etc.). Il s'agit donc d'examiner comment répartir les différents coûts présentés dans le compte des transports (moyens de transport, infrastructure, sécurité, environnement).

Résultats

Pour chaque catégorie de coûts, il s'agit d'examiner comment les coûts peuvent être subdivisés en coûts fixes et en coûts variables. Dans certains domaines, on se référera aux bases et données existantes (concernant par ex. l'exploitation des moyens de transport routiers), dans d'autres, il ne sera possible que d'effectuer des estimations très grossières sur la base des quelques données disponibles (par ex. sur l'exploitation des chemins de fer pour le trafic marchandises). Il faudrait procéder ici à des études d'approfondissement.

La répartition des coûts d'infrastructure du transport ferroviaire est particulièrement importante car elle est nécessaire pour l'allocation des coûts d'infrastructure entre le trafic voyageurs et le trafic marchandises (voir ci-dessus). Compte tenu des données existantes, on se réfère au système des prix des sillons, dans lequel l'OFT détermine les coûts variables. Conformément aux calculs établis pour l'année 2003, 11% des coûts d'infrastructure totaux sont des coûts variables (18% des coûts d'exploitation). En ce qui concerne la subdivision des coûts d'infrastructure en coûts fixes et en coûts variables, deux études ont été réalisées qui présentent des résultats contrastés : le résultat pourrait aussi être moins élevé que les 11% cités précédemment. Cette question sera abordée de manière plus approfondie dans le cadre du projet CATRIN de l'UE.

Recommandations

Pour la définition des coûts fixes et des coûts variables, l'horizon temporel joue un rôle important (coûts fixes à court ou à long terme ?), mais aussi la modification du volume des transports (augmentation et diminution, ampleur des variations, par ex. . $\pm 10\%$ ou $\pm 100\%$?).

La question de la subdivision des coûts totaux des transports en coûts fixes et en coûts variables ne se pose donc que dans certains cas concrets. Etant donné que le compte des transports ne repose, comme statistique, sur aucune question concrète et que les données actuellement disponibles sont lacunaires, nous recommandons de **renoncer à distinguer les coûts fixes et les coûts variables dans le compte des transports.**

1. AUSGANGSLAGE UND ZIEL

TRAKOS-Konzept und Pilotrechnung

Der TRAKOS-Bericht (INFRAS/Ecoplan 2006) hat das Rechnungskonzept entwickelt und eine Pilotrechnung für das Jahr 2003 erarbeitet. Das Konzept hat dabei folgende Rechnungsebenen und Inhalte aufgezeigt:

- › Gesamtrechnung der verschiedenen Kosten und anrechenbaren Erträge für die einzelnen Verkehrsträger (Gesamt- und Durchschnittskosten nach Verkehrsmittel, Kostendeckungsgrad).
- › Finanzflussrechnung, die die verkehrsrelevanten monetären Flüsse in Bezug auf den Finanzhaushalt von Bund, Kantonen und Gemeinden und die verschiedenen Fonds für Verkehrszwecke darstellt.
- › Regionalisierte Rechnung für Agglomerationen und einzelne Korridore.
- › Grenzkosten als Basis für die Preisbildung im Verkehr.
- › Differenzierung der Rechnung nach weiteren Verkehrsmitteln und Verkehrsträgern (insbesondere Luft- und Schiffsverkehr) und der Einbezug der Verkehrsqualität (Staukosten).

Die Transportrechnung hat in erster Linie eine Gesamtrechnung für die Verkehrsträger Strasse und Schiene erarbeitet. Diese Rechnung unterscheidet:

	Motorisierter Individualverkehr Strasse	Öffentlicher Verkehr Strasse und Schiene
Verkehrsmittel	Personenverkehr: Personenwagen (PW), Motorräder (MR), Cars Güterverkehr: Lastwagen (LKW), Lieferwagen	Personenverkehr: Öffentlicher Strassenverkehr, Personenschienenverkehr Güterverkehr: Schiene
Kostenarten	Betriebskosten Unterhaltskosten Kapitalkosten 1)	Betriebskosten Unterhaltskosten Kapitalkosten 1)
Kostenstellen	Verkehrsmittel (ohne individuelle Zeitkosten) 2) Strasseninfrastruktur Sicherheit (interne und externe Unfallkosten) Umwelt (externe Umweltkosten)	Verkehrsmittel: Rollmaterial inkl. Chauffeurkosten Schieneninfrastruktur, anrechenbare Strasseninfrastruktur Sicherheit (interne und externe Unfallkosten) Umwelt (externe Umweltkosten)
Anrechenbare Erträge	Eigenleistungen/Selbstfinanzierung, anrechenbare Abgaben für die Strasseninfrastruktur (zweckgebunden, nicht zweckgebunden)	ÖV-Tarifeinnahmen, Selbstfinanzierung und Nebenerträge, Abgeltungen für gemeinwirtschaftliche Leistungen Verkehr und Infrastruktur
Finale Kostenträger	Strassenbenutzer, öffentliche Hand, Allgemeinheit	ÖV-Benutzer, öffentliche Hand, Allgemeinheit

Tabelle 1 Übersicht über die wichtigsten Strukturelemente der Transportrechnung

1) Abschreibungen und Zinsen

2) Die individuellen Zeitkosten im Personenverkehr (Selbstfahrer) werden als Variante einbezogen, wenn privater und öffentlicher Verkehr (Kosten pro Personenkilometer) einander gegenübergestellt werden.

(Quelle Transportrechnung BFS 2006).

Dabei hat sich gezeigt, dass kontinuierliche Rechnungen ohne grossen Zusatzaufwand nur erstellt werden können, wenn eine hohe Kompatibilität mit den bestehenden Teilrechnungen (Strassenrechnung, Eisenbahnrechnung, Berechnung externer Kosten) erzielt werden kann. Auf dieser Basis soll nun auch jährlich eine Aufdatierung (Federführung BFS) vorgenommen werden.

Weiterentwicklungsbedarf und Fragestellungen

Obwohl die Transportrechnung als konsistent bezeichnet werden kann, sind einzelne Defizite sichtbar geworden, insbesondere in Bezug auf die Abgrenzung der Verkehrsträger (Vergleich Infrastruktur Strasse und Schiene), auf die Differenzierung der Kosten und den Einbezug von weiteren Kosten.

Auf Basis der Vorschläge des TRAKOS-Expertenberichts (INFRAS/Ecoplan 2006) und verschiedenen Diskussionen innerhalb des BFS und mit dem ARE ist der Weiterentwicklungsbedarf konkretisiert worden. Insgesamt sind vier Themen identifiziert worden:

1. **Infrastrukturkosten lokaler öffentlicher Strassenverkehr:** Während die Infrastrukturkosten des regionalen Strassenverkehrs (Bus) in der Strassenrechnung berücksichtigt sind, ist der Ortsverkehr nur punktuell erfasst und die tatsächlichen Infrastrukturkosten sind nicht ausgewiesen.
 ► Wie können die fehlenden Infrastrukturkosten des lokalen öffentlichen Strassenverkehrs ermittelt und in die Transportrechnung eingebaut werden?
2. **Infrastrukturkostenallokation im Schienenverkehr:** In der Transportrechnung ist eine einfache Allokation der Infrastrukturkosten auf Personen- und Güterverkehr (anhand der Spartenrechnungen und der Trassenpreiseinnahmen) vorgenommen worden. Eine eigentliche Methode (etwa in Analogie zur Strassenrechnung) existiert hingegen nicht.
 ► Mit welcher Methode können die Infrastrukturkosten des Schienenverkehrs auf Personen- und Güterverkehr aufgeteilt und in die Transportrechnung integriert werden?
3. **Einbezug der Stau- und Verspätungskosten:** Die Stau- und Verspätungskosten sind im TRAKOS-Expertenbericht als weitere Kostenelemente zwar aufgeführt, aber nicht direkt in die Gesamtrechnung einbezogen worden. Aufgrund ihres Charakters (Externalitäten aus Sicht des einzelnen Verkehrsteilnehmers, interne Kosten aus Sicht des Verkehrssystems) ist es notwendig, eine adäquate Form der Integration in die Transportrechnung zu finden.
 ► Wie können die Stau- und Verspätungskosten laufend erhoben und in die Transportrechnung integriert werden?
4. **Aufteilung in fixe und variable Kosten:** Die Aufteilung in fixe und variable Kosten ist vor allem im Hinblick auf eine mögliche Beeinflussung und Bepreisung der einzelnen Kostenelemente interessant. Die Pilotrechnung hat die Aufteilung nur sehr grob vorgenommen. Eine Verfeinerung der Methode drängt sich deshalb auf.
 ► Mit welcher Methode lässt sich eine laufende Aufteilung der verschiedenen Kosten (Verkehrsmittel, Infrastruktur, Sicherheit, Umwelt) vornehmen?

Berichtsaufbau

Der Bericht ist entlang den vier Teilaufgaben gegliedert und ähnlich aufgebaut:

- › Würdigung der bisher angewendeten Methodik und der Datenlage,
- › Diskussion von Methodik-Varianten und Evaluation einer Bestvariante mit einzelnen Schritten,
- › Applikation einer Methode mit aktuellen Zahlen im Sinne einer Pilotrechnung (sofern die Datengrundlage ausreichend ist),
- › Folgerungen und Empfehlungen für die Transportrechnung.

2. INFRASTRUKTURKOSTEN LOKALER ÖFFENTLICHER STRASSENVERKEHR

2.1. AKTUELLE SITUATION

Ortsverkehr (lokaler öffentlicher Verkehr)

Der Ortsverkehr umfasst Autobuslinien des Ortsverkehrs, Trolleybuslinien und Tramlinien. Sie funktionieren in der Regel im Mischbetrieb mit dem privaten Strassenverkehr und belasten die Infrastruktur in unterschiedlicher Weise:

- › Autobuslinien des Ortsverkehrs fahren entweder im vollständigen Mischbetrieb oder im teilweisen Mischbetrieb mit dem privaten Strassenverkehr mit eigenen Busspuren, eigenen Haltestellen (im Strassenbereich oder in Haltebuchten). Je nach Art des Betriebs können eigene Infrastrukturelemente isoliert betrachtet und direkt dem öffentlichen Strassenverkehr zugeordnet werden, oder aber bei gemeinsam genutzten Infrastrukturen können Schlüssel zur Aufteilung der Kosten angewendet werden.
- › Trolleybuslinien fahren wie Autobusse ebenfalls teilweise auf eigenen Trassen oder im Mischbetrieb. Zusätzlich fallen bei den Trolleybussen Infrastrukturkosten für die Oberleitungen und technische Einrichtungen an.
- › Trambahnen fahren auf eigenem Fahrweg mit Oberleitungen, ebenfalls teilweise im Mischbetrieb oder im vollständig getrennten Betrieb.

Diese Aufstellung zeigt, dass nur ein geringer Teil der Kosten (Oberleitungen, Tramschienen) direkt dem Ortsverkehr zugeordnet werden können.

Heutige Berücksichtigung in der Strassenrechnung

Die heutige Strassenrechnung weist in der Kategorienrechnung eine Kategorie ‚Öffentliche Cars / Busse‘ aus. Diese Zusage der Kosten in der Kategorienrechnung erfolgt mittels Fahrleistungen (sowie Achslastfaktoren). Für die Kategorie ‚Öffentliche Cars / Busse‘ werden gemäss Angaben des BFS die Fahrleistungen der regionalen Autobusse (abgeltungsberechtigt) sowie der lokalen Busse (Ortsverkehr) verwendet. Nicht berücksichtigt werden die Trolleybusse und Tram. Die Strassenrechnung weist also heute einem Teil des öffentlichen Strassenverkehrs, dem regionalen und lokalen Busverkehr, bereits einen Anteil der Strassenkosten zu.

Für die Datenerhebung (Kosten) werden heute in der Strassenrechnung nicht sämtliche Kosten des lokalen öffentlichen Strassenverkehrs ermittelt. Die Strassenrechnung basiert heute auf einer Analyse der Jahresrechnungen (laufende Rechnungen und Investitionsrechnungen) von ca. 150 Städten, rund 2'500 Gemeinden, den 26 Kantonen sowie des Bundes. Die Datenerhebung erfolgt also flächig und vollständig (Vollerhebung). Für die Strassenrechnung analysiert das

BFS die Rechnungen der Gemeinden, Städte, Kantone und des Bundes und scheidet die Kostenbereiche des Strassenverkehrs aus. Relevant sind dabei die Konten mit den Strassenausgaben (v.a. Konten 600 bis 630 gemäss Harmonisiertem Rechnungslegungsmodell HRM). Das BFS untersucht dabei im Detail für die Ausgabeposten im Strassenbereich, welche Kosten der Strasse anzurechnen sind und welche nicht.

Aktuelle Praxis bzgl. Abgrenzung der Strassenverkehrskosten durch das BFS:

Das BFS nimmt bei der Analyse der öffentlichen Rechnungen eine Abgrenzung vor zwischen Kosten, die der Strasse anrechenbar sind sowie nicht anrechenbaren Kosten. Nicht der Strasse angerechnet werden beispielsweise *artfremde* Kosten, wie Ausgaben für die Telekommunikation, Stromleitungen der Elektrizitätswerke, Abwasser (teilweise¹). Diese Kosten entstehen zwar im Rahmen von Strassenbauprojekten und tauchen deshalb oft in der Rechnung beim Strassenverkehr auf, können aber nicht dem Strassenverkehr angelastet werden. Kosten des Langsamverkehrs (Trottoir, Fahrradanlagen, Fussgängerzonen, etc.) werden in der Strassenrechnung dagegen angerechnet. Diese Kosten werden in der Strassenrechnung anschliessend über die sogenannte Anrechnungsquote (70% für Gemeindestrassen, 90% für Kantonsstrassen) wieder subtrahiert, und somit nicht dem motorisierten Verkehr angelastet.

Kostenelemente, die klar dem öffentlichen Strassenverkehr (Busverkehr) zugeteilt werden können, scheidet das BFS jedoch aus. Solche Kosten sind beispielsweise separate Busunterstände, Wendeschlaufen, Busperrons, sowie falls in der Rechnung ersichtlich Signale, Fahrleitungen von Trolleybussen (oder Trambahnen) sowie separate Fahrspuren, falls bekannt². Strassenanlagen mit gemischtem Verkehr werden hingegen vollständig in der Strassenrechnung angerechnet. Ebenfalls in der Strassenrechnung berücksichtigt werden Bushaltebuchten in unmittelbarer Strassennähe, da diese dem Verkehrsfluss dienen und deshalb sowohl dem Individualverkehr als auch dem öffentlichen Verkehr nutzen. Diese letzten beiden Kostenarten werden in der Kategorienrechnung der Strassenrechnung auf die einzelnen Fahrzeugkategorien verteilt. Damit wird ein Teil der Kosten dem öffentlichen Strassenverkehr (Kategorie 'Öffentliche Cars und Busse') und ein Teil dem MIV zugeordnet.

Ein Teil der Kosten des öffentlichen Strassenverkehrs (Autobusse, Trolleybusse, Tram) wird also im Rahmen der Erstellung der Strassenrechnung erhoben (über die Rechnungen der öffentlichen Hand), aber danach ausgeschieden. Ein Teil der Kosten des öffentlichen Strassen-

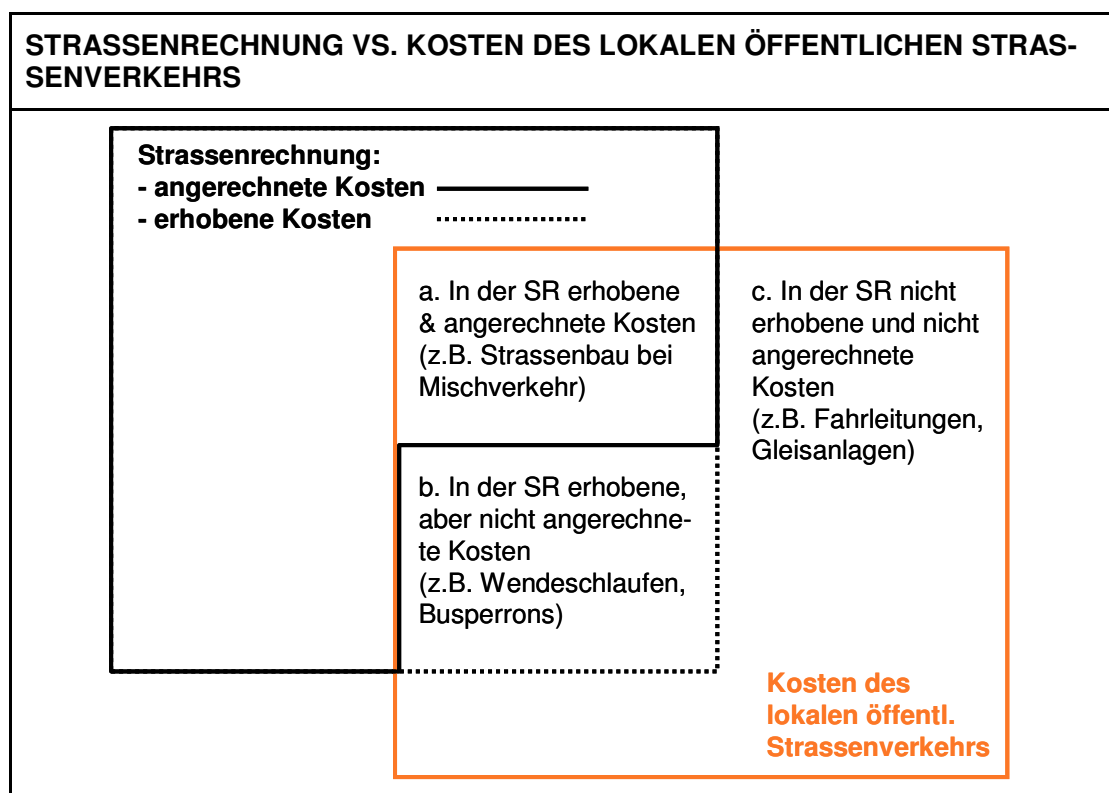
¹ Abwasser wird zu 20% der Strasse angerechnet.

² Meist ist aus den Rechnungen der öffentlichen Institutionen nicht ersichtlich, ob bei den Infrastrukturkosten für eine Strasse mit Mischverkehr (MIV, ÖV) auch separate Fahrspuren für Busse oder Tram vorhanden sind. In diesem Fall werden diese Kosten in der Strassenrechnung angerechnet (und dann über die Kategorienrechnung auf den MIV und den öffentlichen Strassenverkehr verteilt).

verkehrs wird allerdings im Prozess der Strassenrechnung gar nicht erhoben. Solche Kosten sind beispielsweise Ausgaben für Tramschienen, Fahrleitungen von Tram und Trolleybussen, Depotzufahrten. Diese Kosten werden in den öffentlichen Rechnungen direkt den ÖV-Anlagen zugeordnet oder aber erscheinen dort gar nicht, wenn die öffentlichen (städtischen) Verkehrsbetriebe eine eigenständige Rechnung haben. Will man die Kosten des lokalen öffentlichen Strassenverkehrs abdecken, müssen diese Ausgaben auch berücksichtigt werden.

Die folgende Figur 1 zeigt die oben beschriebene Logik der verschiedenen Kostenarten im Bereich des lokalen öffentlichen Strassenverkehrs:

- a. Im Rahmen der Erstellung der Strassenrechnung erhobene Kosten, die auch der Strassenrechnung angerechnet werden.
- b. Im Rahmen der Erstellung der Strassenrechnung erhobene Kosten, die nicht der Strassenrechnung angerechnet werden.
- c. Im Rahmen der Strassenrechnung nicht erhobene Kosten, die aber ebenfalls dem lokalen öffentlichen Strassenverkehr zuzurechnen sind.



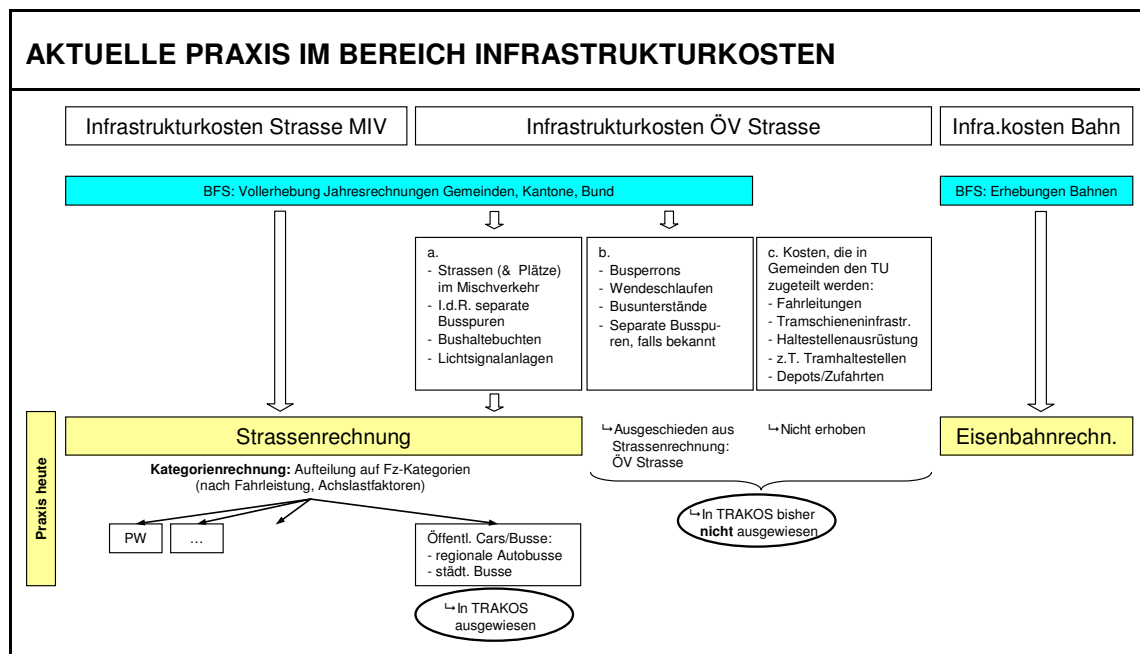
Figur 1

Die Tabelle 2 teilt verschiedene Kostenarten des lokalen öffentlichen Strassenverkehrs in die beschriebenen drei Kategorien a., b. und c. ein.

KOSTEN DES LOKALEN ÖFFENTL. STRASSENVERKEHRS: ALLOKATION IN DER STRASSENRECHNUNG	
Kategorie	Beispiele von Kosten
a. In der Strassenrechnung erhobene und angerechnete Kosten	<ul style="list-style-type: none"> › Strassen (Plätze) mit Mischverkehr, mit oder ohne separate Busspur › Bushaldebuchten › Lichtsignalanlagen (falls nicht teilbar)
b. In der Strassenrechnung erhobene, aber nicht angerechnete Kosten	<ul style="list-style-type: none"> › Busperrons › Wendeschlaufen › Bus-, Tramunterstände
c. In der Strassenrechnung nicht erhobene und nicht angerechnete Kosten	<p>Kosten, die in den Gemeinden / Kantonen dem ÖV bzw. den Transportunternehmen zugeteilt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Fahrleitungen Tram, Trolleybus und weitere technische Infrastruktur (Signale, Steuerungen, etc.) › Tramschieneninfrastruktur › Strassenbelag bei separaten Tramspuren › Depots inkl. Zufahrten › z.T. Tramhaltestellen/-unterstände › Haltestellenausrüstung (Schilder, Bänke, Automaten)

Tabelle 2

Da die Transportrechnung bisher für die Infrastrukturkosten die Ergebnisse der Strassenrechnung (sowie der Eisenbahnrechnung) berücksichtigt, fehlt in dieser Statistik ein Teil der Infrastrukturkosten des öffentlichen Strassenverkehrs – nämlich die oben beschriebenen Kategorien b. und c. Die Figur 2 zeigt die heutige Praxis für die Erhebung der Infrastrukturkosten im Strassen- und Schienenverkehr als Basis für die Transportrechnung. Die Darstellung zeigt zudem die Lücken beim öffentlichen Strassenverkehr (Kat. b. und c. – analog wie in Tabelle 2).



Figur 2

Heutige Praxis in Städten: Beispiel Zürich

Mit der Erhebung der Infrastrukturkosten im Bereich Strassenverkehr bei den Gemeinden, Kantonen und dem Bund deckt das BFS wie oben beschrieben einen Teil der Infrastrukturkosten des öffentlichen Strassenverkehrs nicht ab: Zum einen sind dies die Kosten, welche die Gemeinden in ihren Rechnungen nicht der Strasse sondern direkt dem ÖV zuordnen. Zum anderen sind es Infrastrukturkosten des öffentlichen Strassenverkehrs, die gar nicht in den Rechnungen der Gemeinden erscheinen, sondern bei den einzelnen Verkehrsunternehmen.

Die Praxis bezüglich der Aufteilung der Kosten zwischen Strasseneigentümer und öffentlichem Verkehr/Transportunternehmen ist in den verschiedenen Kantonen und Gemeinden nicht einheitlich. Es gibt vor allem in Detailfragen unterschiedliche Regelungen.

Am Beispiel des Kantons und der Stadt Zürich wird dargestellt, welche Praxis bezüglich Kostenaufteilung beim lokalen öffentlichen Strassenverkehr angewandt wird³. Im Kanton Zürich gilt der Grundsatz, dass alle Ausgaben und Investitionen des strassengebundenen ÖV vom Strasseneigentümer getragen werden. In diese Kategorie fallen sämtliche Strasseninvestitionen inklusive separater Busspuren oder Haltebuchten. Auf der anderen Seite werden sämtliche Ausgaben und Investitionen für den schienengebundenen ÖV (Tram) sowie für spezifische Infrastruktur

³ Die Ausführungen basieren auf Gesprächen mit Experten der Verkehrsbetriebe Zürich VBZ sowie des Zürcher Verkehrsverbundes ZVV.

(z.B. Fahrleitungen) dem öffentlichen Verkehr bzw. den Transportunternehmen zugeschrieben. In Detailfragen ist die Zuteilung etwas komplizierter. Für die wichtigsten Infrastrukturtypen des lokalen öffentlichen Strassenverkehrs sieht die Praxis bezüglich Kostenzuteilung folgendermassen aus:

› Auto- und Trolleybusse:

- › Strassen mit Mischverkehr (Unterbau, Belag, etc.): Strasse (Strasseneigentümer)
- › Separate Busspuren: Strasse („Widmung der Strasse“)
- › Bushaltebuchten/-haltestellen: Strasse
- › Haltestellenausrüstung (Schilder, Bänke, Automaten): ÖV
- › Fahrleitungen Trolleybusse und weitere busspezifische technische Infrastruktur: ÖV

› Tram:

- › Spezifische Schieneninfrastruktur: ÖV
- › Fahrleitungen Tram und weitere tramspezifische technische Infrastruktur: ÖV
- › Strassenbelag bei separaten Tramspuren: ÖV
- › Strassenbelag bei Mischverkehr: Strasse (nur Schiene und Schienenentwässerung zu ÖV)
- › Haltestellen: grundsätzlich Strasse
- › Haltestellenausrüstung (Schilder, Bänke, Automaten): ÖV

Alle der Strasse zugeordneten Kosten erscheinen demnach in den Rechnungen von Kantonen und Gemeinden bei den Strassenausgaben und fliessen somit in die BFS-Erhebung für die Strassenrechnung ein. Die dem ÖV zuordnenden Kosten dagegen werden entweder in den öffentlichen Rechnungen bei den ÖV-Ausgaben aufgeführt oder erscheinen direkt in den Rechnungen der jeweiligen Verkehrsunternehmen (siehe folgendes Kapitel). Sie fehlen in der Erhebung für die Strassenrechnung.

2.2. VERFÜGBARE DATEN

Für eine Erfassung der Infrastrukturkosten des lokalen öffentlichen Strassenverkehrs sind folgende Datengrundlagen relevant:

Rechnungen der öffentlichen Hand

Wie oben beschrieben bilden die Rechnungen der öffentlichen Hand die zentrale Datengrundlage für die Erstellung der Strassenrechnung.

- › Dem BFS liegen die Rechnungen sämtlicher Städte und Gemeinden vor, in denen es lokale öffentliche Verkehrsunternehmen hat. Damit sind diese Datengrundlagen grundsätzlich umfassend verfügbar.

- › Allerdings besteht im Bereich des lokalen öffentlichen Strassenverkehrs das Problem, dass die rechtliche bzw. institutionelle Stellung der Verkehrsbetriebe eine wichtige Rolle spielt, ob die entsprechenden Infrastrukturkosten in der öffentlichen Rechnung selbst erscheinen oder aber in der Rechnung der eigenständigen Verkehrsbetriebe.

Statistik des öffentlichen Verkehrs

In der Statistik des öffentlichen Verkehrs (,ÖV-Statistik') des BFS wird der öffentliche Strassenverkehr bisher folgendermassen ausgewiesen:

- › *Nahverkehr*: Kategorie umfasst Trambahnen, Trolleybusse und städtische Autobusse. Diese Kategorie umfasst 15 Transportunternehmen des lokalen ÖV:
 - › 6 dieser 15 TU haben Trambahnen (Basel, BLT, Bern, Genf, Zürich, Neuenburg)⁴
 - › 14 dieser 15 TU haben Trolleybusse (alle ausser BLT)
 - › Alle 15 TU haben Autobusse
- › *Automobilunternehmungen*: Diese Kategorie umfasst die konzessionierten Autobusbetriebe (z.B. Postauto sowie andere regionale Verkehrsbetriebe). Die BFS-Statistik weist für das Jahr 2005 101 solcher Unternehmungen aus.

Der Bereich *Nahverkehr* in der ÖV-Statistik umfasst zurzeit folgende 15 Transportunternehmen des städtischen Nahverkehrs, die entweder Trambahnen oder Trolleybusse haben:

- › Baselland: Baselland Transport (BLT)
- › Freiburg: Transports Publics Fribourgeois (TPF)
- › Basel: Basler Verkehrs-Betriebe (BVB)
- › Bern: Bernmobil
- › Genf: Transports Publics Genevois (TPG)
- › Neuenburg: Transports Publics du Littoral Neuchâtelois (TN)
- › Zürich: Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ)
- › Biel: Verkehrsbetriebe der Stadt Biel (VBB)
- › La Chaux-de-Fonds: Transports Régionaux Neuchâtelois (TRN)
- › Lausanne: Transports publics de la région lausannoise (TL)
- › Luzern: Verkehrsbetriebe Luzern (VBL)
- › St. Gallen: Verkehrsbetriebe der Stadt St.Gallen (VBSG)
- › Schaffhausen: Verkehrsbetriebe Schaffhausen (VBSH)

⁴ Das ,Tramway du Sud-Ouest Lausannois' wird in der BFS-Statistik in der Kategorie Eisenbahnen ausgewiesen

- › Vevey - Montreux - Chillon – Villeneuve: Transports Publics Vevey-Montreux-Chillon-Villeneuve (VMCV)
- › Winterthur: Stadtbus Winterthur

Obige Liste ist kompatibel mit der Eisenbahnrechnung, weil sie komplementär ist: Die aufgeführten 15 Transportunternehmen sind allesamt *nicht* Bestandteil der Eisenbahnrechnung (EBR) und sind damit gemäss der bisherigen Methodik der Transportrechnung nicht bzw. nur ungenügend abgedeckt (Infrastrukturkosten). Bei einigen Unternehmen (z.B. BLT, TN) scheint die Zuteilung allerdings etwas willkürlich, da diese Unternehmen mit Trambahnen aus Städten in die Agglomeration fahren, wie es andere 'Eisenbahnunternehmen' (gemäss EBR-Definition) auch tun (z.B. Forchbahn). Die Trambahnen der BLT gelten wie z.B. die Forchbahn oder der RBS als Regionalverkehr im Sinne des Eisenbahngesetzes (z.B. bzgl. Abgeltungen). Aus dieser Sicht kann die oben beschriebene Einteilung gemäss ÖV-Statistik und Eisenbahnrechnung natürlich in Frage gestellt werden. Eine Umteilung von BLT und TN in die Eisenbahnrechnung wäre möglicherweise sinnvoll. Diese Zuordnungsfrage kann jedoch nicht im Rahmen dieses Projekts geklärt werden, sondern muss vom BFS und dem BAV gemeinsam angegangen werden. Entscheidend ist jedoch, dass für Eisenbahnrechnung und ÖV-Statistik die gleiche Definition verwendet wird.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts ist entscheidend, dass für TRAKOS die Lücke zwischen Eisenbahnrechnung und Strassenrechnung geschlossen wird. Solange die Eisenbahnrechnung also BLT und TN nicht umfasst, ist die obige Liste mit 15 TU massgebend, um den lokalen öffentlichen Strassenverkehr abzudecken. Wichtig ist zudem, dass diese Zuteilung der Unternehmen in die Kategorien 'Eisenbahnen' und 'Nahverkehr' bei der ÖV-Statistik und der Eisenbahnrechnung identisch ist.

In der aktuellen ÖV-Statistik werden folgende Daten ausgewiesen:

- › Netzlängen (Betriebs- und Eigentümlängen): Tram (T), Trolleybusse (TB), städtische Autobusse (sAB), regionale Autobusbetriebe (rAB: Linienlänge)

Bei den Tram wird überdies differenziert ausgewiesen, welcher Anteil des Netzes auf der Strasse verläuft und welcher Anteil auf separaten Trassen. Angaben zum Anteil Mischbetrieb bzw. separaten Spuren werden jedoch keine gemacht.

- › Gleislänge: Tram
- › Fahrleitungslänge: Trolleybusse
- › Fahrleistungen (Wagen-km) und Verkehrsleistungen (Pkm): T, TB, sAB, rAB

- › Anzahl Stationen und Haltestellen: T, TB, sAB, rAB
- › Anzahl Linien: rAB
- › Wichtigste Kostenkategorien (Nicht aktivierbare Bau- und Erneuerungskosten, Kapitalkosten):
Nahverkehr insgesamt

Sämtliche Daten werden gesamthaft für die Schweiz ausgewiesen, jedoch nicht differenziert nach Unternehmen.

Zurzeit ist eine **Revision der ÖV-Statistik** im Gange. Nach der Revision wird bei den Finanzdaten unter anderem der Gesamtaufwand Infrastruktur separat ausgewiesen (d.h. der Aufwand wird aufgeteilt in Verkehrs- und Infrastrukturaufwand). Allerdings werden diese Daten nicht mehr nach einzelnen Fahrzeugkategorien ausgewiesen, sondern nur gesamthaft für den gesamten öffentlichen Strassenverkehr (Trambahnen, Trolleybusse und Autobusse). Auch die anderen Finanzdaten (Erträge) werden nach der Revision nicht mehr nach Fahrzeugkategorien differenziert ausgewiesen. Weiterhin differenziert ausgewiesen werden jedoch die Daten zu den Betriebslängen, Fahr- und Verkehrsleistungen sowie der Anzahl Stationen/Haltestellen.

Mit der Revision der ÖV-Statistik fällt dafür die Unterscheidung zwischen Nahverkehr und regionalem öffentlichen Strassenverkehr (Autobusse) weg. Es werden lediglich noch die drei Kategorien Trambahnen, Trolleybusse und Autobusse unterschieden.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Eckdaten des öffentlichen Strassenverkehrs. Dargestellt ist nicht nur der lokale öffentliche Strassenverkehr (Nahverkehr) sondern auch der regionale öffentliche Strassenverkehr.

ECKDATEN ÖFFENTLICHER STRASSENVERKEHR (2005)				
	Anzahl Unternehmen	Fahrleistung (in 1'000 Wagen-km)	Verkehrsleistung (in 1'000 Pkm)	Betriebslänge (km)
Trambahnen	6	41'477	1'457'453	201'918
Trolleybusse	15	29'643	722'062	314'989
Städtische Autobusse	16	62'020	888'821	1'998'877
<i>Lokaler öffentl. Strassenverkehr total (Nahverkehr)</i>	<i>16</i>	<i>133'140</i>	<i>3'068'336</i>	<i>2'515'784</i>
Regionale Autobusse (konzessioniert)	101	166'814	1'890'843	16'133'105 (Linienlänge)

Tabelle 3 Quelle: ÖV-Statistik des BFS für das Jahr 2005 (www.statistik.admin.ch)

Jahresberichte der Transportunternehmen

Für die Ermittlung von Kosteninformationen (Investitionskosten, laufende Kosten) sowie Netzdaten sind Informationen von Transportunternehmen hilfreich (Jahresberichte, -rechnungen).

- › *Netzdaten:* In der Regel werden nur beschränkt Netzdaten publiziert. Informationen zum Gesamtnetz (Tram, Trolleybusse, Autobusse) werden zwar meist in den Jahresberichten publiziert. Ebenso publiziert werden normalerweise Betriebsdaten (Fahrleistung, Verkehrsleistung). Detaillierte Daten z.B. zum Anteil Mischverkehr bzw. dem Anteil separater Busspuren, etc. sind dagegen kaum verfügbar. Innerhalb der Unternehmen existieren solche Informationen allerdings dennoch teilweise, wie eine Nachfrage bei den VBZ gezeigt hat (siehe Tabelle 4). Die Zugänglichkeit dieser Daten ist allerdings nicht ganz einfach. Zudem zeigt das Beispiel der VBZ, dass der Anteil Mischverkehr bzw. separate Fahrbahnen für das Tramnetz bekannt ist, für die Trolleybusse dagegen nicht.
 - › *Anlagenrechnungen:* Die städtischen Verkehrsbetriebe verfügen über eine Anlagenrechnung, die einzelne Anlagentypen (Unterbau, Oberbau, Depots etc.) einzelnen ausweist.
 - › *Kosten- und Ertragsdaten:* Infrastrukturbezogene Einnahmen und Ausgaben der öffentlichen Verkehrsbetriebe werden grundsätzlich publiziert (entweder in eigenen Jahresrechnungen oder aber im Rahmen der öffentlichen Rechnungen der Stadt/Gemeinde). Die öffentlich verfügbaren Kostendaten sind allerdings oft zu wenig detailliert bzw. nur aggregiert verfügbar. Ein Problem liegt zudem darin, dass die institutionelle Stellung (ausgelagerter Betrieb vs. Bereich innerhalb der Verwaltung) schwierig zu trennen ist.
- Für das Beispiel VBZ liegen die Rechnungsdaten jedoch genügend detailliert vor, um daraus die Infrastrukturkosten herausziehen zu können (weitere Details siehe Kapitel 2.4.1).

TRAMNETZ DER VERKEHRSBETRIEBE ZÜRICH (VBZ)		
Gleistyp	Gleislänge (in km)	Anteil an Gesamtnetz (in %)
Eigentrassee, baulich abgegrenzt	52.5	37.7%
Separates Tramtrassee, mit Sicherheits-/Leitlinien abgegrenzt	38.0	27.3%
Busspur auf Tramgleis	17.8	12.8%
Tramgleis in Fussgängerzonen	1.9	1.4%
Individualverkehr auf Tramgleis (Mischverkehr)	13.2	9.5%
Übrige Strecken	15.8	11.4%
<i>Total</i>	<i>139.2</i>	<i>100%</i>

Tabelle 4 Daten des Jahres 2004. Quelle: persönliche Angaben der VBZ.

Fazit

Die Ermittlung der Kosten- und Ertragsdaten für den lokalen öffentlichen Strassenverkehr ist nicht ganz einfach. Es scheint aber sinnvoll und möglich, an die bestehende Erhebungsmethodik des BFS für die Strassenrechnung anzuknüpfen. Die wichtigsten Datenquellen, die öffentlichen Rechnungen der einzelnen Städte und Gemeinden, liegen dem BFS vor, da diese die Grundlage für die Erstellung der Strassenrechnung bilden. Zusätzlich zu den Kosten des Strassenverkehrs müssen jedoch auch die Infrastrukturkosten des öffentlichen Verkehrs aus den Rechnungen der öffentlichen Hand bzw. den Verkehrsbetrieben berücksichtigt werden.

Am naheliegendsten ist es, diese Informationen aus den Rechnungen der Verkehrsbetriebe herauszulesen (siehe oben). Dieses Vorgehen ist zwar mit einem gewissen Aufwand verbunden, sollte aber auf Basis von Anlagerechnungen der Verkehrsbetriebe möglich sein.

2.3. METHODIK: EVALUATION MÖGLICHER VARIANTEN

Allokation der Kosten

Die Allokation der verschiedenen Kostenarten auf den lokalen öffentlichen Strassenverkehr ist für einige Kostenkategorien logisch und einfach, für andere dagegen nicht eindeutig. Für diese Kostenkategorien gibt es unterschiedliche Möglichkeiten der Allokation. In der Folge wird für die wichtigsten Kostenbereiche eine mögliche Kostenallokation vorgeschlagen:

- › Fahrleistungen (Tram und Trolleybusse): ÖV
- › Schieneninfrastruktur Trambahnen: ÖV
- › Weitere tram- und busspezifische technische Infrastruktur: ÖV
- › Haltestellen (Bushaldebuchten, Haltestelleninseln): ÖV und MIV Strasse.

Die Kosten werden wie bisher der Strassenrechnung zugeschrieben. In der Strassenrechnung werden sie anschliessend über die Kategorienrechnung dem ÖV Strasse *und* dem MIV zugeteilt (Verteilschlüssel auf Basis Fahrleistungen und Achslastfaktoren).

Begründung: Der gesamte Strassenverkehr macht die Erstellung von Haltebuchten und Inseln nötig (Verkehrsfluss sowie Sicherheit der Aus-/Einsteiger). Von den Haltebuchten und Inseln profitieren sowohl der individuelle als auch der öffentliche Strassenverkehr. Die Praxis der Stadt Zürich erfolgt nach diesem Muster: Die Kosten für Haltestellen werden der Strasse zugerechnet; in der Strassenrechnung des Bundes wird dann ein Teil dieser Kosten wieder dem ÖV Strasse zugeordnet.

- › Haltestellenausrüstung (Unterstände, Schilder, Bänke, Automaten): ÖV, da spezifische Anforderungen des ÖV
- › Depotzufahrten, Depots: ÖV

- › Strassen mit Mischverkehr (MIV/Bus, MIV/Tram, MIV/Bus/Tram): ÖV und MIV Strasse.

Die Kosten werden wie bisher der Strassenrechnung zugeschrieben. In der Strassenrechnung werden sie anschliessend über die Kategorienrechnung dem ÖV Strasse *und* dem MIV zugeteilt.

Begründung: Die Infrastruktur wird von MIV und ÖV Strasse gebraucht. In Städten (z.B. Zürich) sieht die Praxis ebenfalls so aus, dass diese Kosten dem Strassenaufwand zugeordnet werden; in der Strassenrechnung des Bundes wird dann ein Teil dieser Kosten wieder dem ÖV Strasse zugeteilt.

- › Separate Busspuren: *verschiedene Zuteilungsmöglichkeiten:*

- › alles zum ÖV.

Begründung: Vorgehen scheint logisch sinnvoll, da separate Busspuren dem ÖV dienen. Allerdings ist die Umsetzung sehr schwierig, da die Kostenanteile der separaten Busspur an den gesamten Strassenkosten in der Regel nicht ausgewiesen werden. Die Zusecheidung müsste über Flächenanteile vorgenommen werden, was wiederum die Schwierigkeit nach sich zieht, an die entsprechenden Daten zu gelangen. Oft ist bei den Detailkonten der Rechnungen der öffentlichen Hand gar nicht ausgewiesen, ob es sich um separate Fahrspuren handelt.

- › ÖV *und* MIV Strasse.

Empfohlene Variante: Die Zuteilung erfolgt pragmatisch nach dem gleichen Schema wie heute: Soweit separate Fahrspuren in den Rechnungen der öffentlichen Hand nicht extra ausgewiesen sind, fliessen diese Kosten in die Strassenrechnung (entspricht z.B. Praxis in Zürich). In der Kategorienrechnung werden sie anschliessend auf den MIV und den ÖV aufgeteilt. Werden separate Fahrspuren in den öffentlichen Rechnungen klar ausgewiesen, sollen sie direkt dem ÖV zugeteilt werden (d.h. nicht in die Strassenrechnung fliessen, aber zu den Infrastrukturkosten des öffentlichen Strassenverkehrs).

- › Separate Tramspuren: alles zum ÖV.

Begründung: Vorgehen ist logisch sinnvoll und wird in den Städten in der Regel auch so umgesetzt. Daher liegen die Kostendaten auch bereits so vor.

Ermittlung der Kosten

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten, wie die Infrastrukturkosten des öffentlichen Strassenverkehrs erfasst werden können:

- › *Direkte Kostenerfassung und -zuteilung gemäss Methodik Strassenrechnung:* Die Kosten werden wie bei der Strassenrechnung direkt und integral erfasst (über die Rechnungen der öffent-

lichen Hand sowie der Verkehrsbetriebe) und gemäss obigen Ausführungen zugeschrieben.

Dies bedingt eine Ausdehnung der Datenerhebung auf die städtischen Verkehrsbetriebe.

- › *Synthetische Kostenerfassung und -zuteilung über Kostensätze:* Die Kosten werden nicht umfassend erhoben, sondern auf der Basis von aktuellen Netzdaten sowie spezifischen Kostensätzen hochgerechnet.

Die wichtigsten Vorgehensschritte der beiden Methoden werden im Folgenden kurz dargestellt.

Direkte Kostenermittlung:

- › Erfassung der Ausgaben gemäss aktuellem BFS Konzept (Basis Rechnungen öffentliche Hand). Neu: Einbezug der Rechnungen für Verkehrsbetriebe/ÖV für die bisher nicht erfassten Kostenbereiche.
- › Anwendung der Allokationsregeln für die Zuteilung der Kosten auf den individuellen Strassenverkehr bzw. den lokalen öffentlichen Strassenverkehr. Die Allokation entspricht im Wesentlichen dem heutigen Vorgehen gemäss Strassenrechnung.
- › Kapitalisierung innerhalb der Strassenrechnung
- › Um einen repräsentativen Ausgabenstrom zu erzeugen, dürfte es notwendig sein, mindestens fünf Jahre zu erfassen

Synthetische Kostenermittlung:

- › Erfassung der heutigen Infrastruktur mit detaillierten Netz- und Betriebsdaten (differenziert nach Mischverkehr, separatem Verkehr, etc.)
- › Ermittlung von Kostensätzen pro km bzw. pro Einheit Netzteil.
- › Ermittlung des Vermögenswertes auf Basis der Kostensätze.

Erhebungsart

Sowohl bei der direkten als auch bei der synthetischen Kostenermittlung können die Daten auf zwei Arten ermittelt werden:

- › *Vollerhebung:* Vollständige Erfassung aller Städte und Gemeinden mit lokalem öffentlichen Strassenverkehr.
- › *Stichprobenkonzept:* Erfassung einer Auswahl der Städte und Gemeinden (Stichprobe) und anschliessende Hochrechnung der Daten (z.B. auf Basis der Gesamtnetzlänge oder Fahrleistung, etc.).

Resultierende Varianten

Aus obigen Überlegungen ergeben sich vier Möglichkeiten für die Ermittlung der Infrastrukturkosten des lokalen öffentlichen Strassenverkehrs: je zwei Varianten mit direkter (1 & 2) und mit synthetischer Kostenermittlung (3 & 4). Die Variante 1 wird zusätzlich noch in zwei Subvarianten unterteilt. Die Tabelle 5 gibt eine Übersicht über sämtliche Varianten:

- › Variante 1a: Direkt, Vollerhebung
- › Variante 1b: Direkt, Vollerhebung - ergänzt
- › Variante 2: Direkt, Stichprobe
- › Variante 3: Synthetisch, Vollerhebung
- › Variante 4: Synthetisch, Stichprobe

ÜBERSICHT ÜBER DIE VERSCHIEDENEN VARIANTEN				
Variante	Erhebungsart	Erfassung der Kosten	Kapitalisierung	Fortschreibung
1a Direkt: Vollerhebung	Gemäss heutiger Praxis Strassenrechnung (d.h. Vollerhebung)	Anwendung der Allokationsregeln pro Kostenelement	Einbau in die Strassenrechnung: Hochrechnen eines Ausgabestroms nach fünf Jahren	Laufend
1b Direkt: Vollerhebung ergänzt (Subvariante)	Wie 1a	Wie 1a	Einbezug der heutigen Kapitalkosten der Verkehrsunternehmungen	Einmalige Anpassung, danach laufend
2 Direkt: Stichprobe	Stichprobe: nur Erfassung der Kostendaten der grossen Städte, dann Hochrechnung	Anwendung der Allokationsregeln pro Kostenelement. Hochrechnung auf Basis von Netzdaten.	Zwei Möglichkeiten: wie 1a oder 1b	Zwei Möglichkeiten: wie 1a oder 1b
3 Synthetisch: Vollerhebung	Vollerhebung Schweiz: Erfassung aller Infrastrukturdaten (Netzdaten)	Mit Hilfe von Kostensätzen	Künstliche Berechnung der Abschreibung und der laufenden Kosten	Mit Hilfe von einzelnen Indikatoren
4 Synthetisch: Stichprobe	Stichprobe: Erfassung der Infrastrukturdaten der grossen Städte. Dann Clusterbildung und Hochrechnung.	Mit Hilfe von Kostensätzen	Künstliche Berechnung der Abschreibungen und der laufenden Kosten	Mit Hilfe von einzelnen Indikatoren

Tabelle 5

Beurteilung der Varianten

Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten auf.

VOR- UND NACHTEILE DER EINZELNEN VARIANTEN		
Variante	Vorteile	Nachteile
1a Direkt	<ul style="list-style-type: none"> › Umfassend und damit hohe Genauigkeit › Baut auf der Strassenrechnung auf: Kompatibilität gewährleistet › Gut dynamisierbar 	<ul style="list-style-type: none"> › Relativ aufwändige Erhebung › Repräsentativität: Basiert lediglich auf Daten von fünf Jahren › Schwierigkeit der Kostenallokation bei einigen Kostenbereichen (z.B. separate Bus- und Trampspuren)
1b Direkt: Vollerhebung ergänzt	<ul style="list-style-type: none"> › Umfassend und damit hohe Genauigkeit › Baut auf der Strassenrechnung auf: Kompatibilität gewährleistet › Repräsentativität dank Einbezug der heutigen Kapitalkosten › Gut dynamisierbar 	<ul style="list-style-type: none"> › Relativ aufwändige Erhebung › Einmaliger Zusatzaufwand für Ermittlung der heutigen Kapitalkosten
2 Direkt: Stichprobe	<ul style="list-style-type: none"> › Geringerer Aufwand für Datenerhebung als bei Var. 1. › Baut auf der Strassenrechnung auf: Kompatibilität gewährleistet › Gut dynamisierbar 	<ul style="list-style-type: none"> › Geringere Genauigkeit › Für Hochrechnung sind Netzdaten nötig (im Gegensatz zu Var. 1) › Kapitalisierung: je nach Vorgehen gleiche Nachteile wie bei 1a bzw. 1b
3 Synthetisch: Vollerhebung	<ul style="list-style-type: none"> › Einfachere Datenerhebung, da lediglich Netzdaten erforderlich sind › Dank Vollerhebung bessere Genauigkeit als Variante 2b 	<ul style="list-style-type: none"> › Schwierigkeit der Ermittlung der Kostensätze › Kompatibilität mit Strassenrechnung eingeschränkt
4 Synthetisch: Stichprobe	<ul style="list-style-type: none"> › Einfachere Datenerhebung, da lediglich Netzdaten erforderlich sind › Aufwand dank Stichprobenerhebung gering 	<ul style="list-style-type: none"> › Schwierigkeit der Ermittlung der Kostensätze › Genauigkeit markant eingeschränkt, weil lediglich Stichprobe und zudem auch nur Berechnung über Kostensätze › Kompatibilität mit Strassenrechnung eingeschränkt

Tabelle 6

Empfehlung

Aufgrund der Vor- und Nachteile der verschiedenen Varianten empfehlen wir die Variante 1 ‚direkte Kostenermittlung‘, wenn möglich ergänzt unter Einbezug der heutigen Kapitalkosten (Variante 1b, evtl. 1a). Es scheint sinnvoll und praktikabel, an der Methodik der heutigen Strassenrechnung anzuknüpfen, weil im Rahmen der Strassenrechnung bereits ein grosser Teil der Kostendaten erhoben wird. Weil das Vorgehen gemäss Variante 1 auf dem heutigen Vorgehen aufbaut, ist es pragmatisch und mit den geringsten Änderungen verbunden. Auch bezüglich Machbarkeit schneidet die Variante 1 gut ab. Für die ersten Jahre braucht es allerdings eine Übergangslösung.

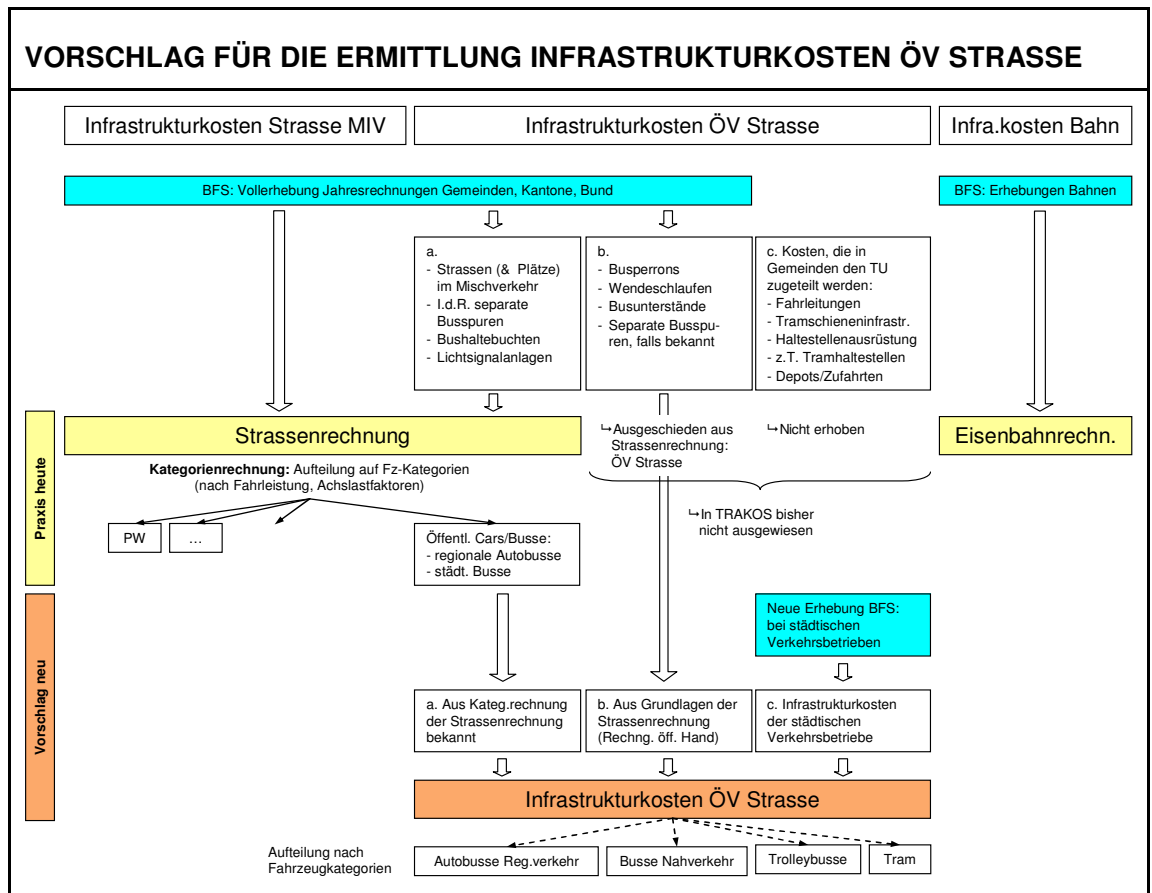
Ein Fragezeichen stellt sich bei der Verfügbarkeit der Daten und dem Erhebungsaufwand im Zusammenhang mit den ÖV-spezifischen Daten, die bisher im Rahmen der Strassenrechnung nicht erhoben werden (Infrastrukturkostendaten aus Rechnungen der Verkehrsbetriebe). Für das Beispiel der VBZ liegen Daten zur Anlagen- und Abschreibungsrechnung vor. Die Datenlage bei den anderen Transportunternehmen des städtischen Nahverkehrs muss jedoch im Detail zuerst abgeklärt werden.

2.4. VORGEHENSCHRITTE

2.4.1. KOSTENERFASSUNG

Nachdem sich gezeigt hat, dass die Variante 1 (a oder b) das pragmatischste Vorgehen darstellt und damit weiterverfolgt wird, soll diese Methodik noch detaillierter beschrieben werden.

Die Figur 3 zeigt wie das Vorgehen gemäss Variante 1 in die heutige Strassenrechnung eingebettet ist.



Figur 3

a. In der Strassenrechnung erhobene und angerechnete Kosten:

Dieser Teil der Infrastrukturkosten des öffentlichen Verkehrs fließt in die Strassenrechnung und wird dort in der Kategorienrechnung dem ÖV in der Kategorie 'öffentliche Busse und Cars' zugeteilt. Diese Kosten fließen heute bereits in die Transportrechnung ein. Für das zukünftige Vorgehen soll dies so bleiben. Damit ändert sich bei dieser Kostenkategorie nichts. Nur ein Aspekt ist zu überdenken: Bisher werden in der Kategorienrechnung der Strassenrechnung diese Kosten nur auf die Fahrzeugkategorien regionale Autobusse und Ortsbusse verteilt. Nicht berücksichtigt werden die Trolleybusse und Tram. Der fehlende Einbezug der Trolleybusse muss jedoch in Frage gestellt werden, da ein Teil der in der Kat. a. erfassten Infrastrukturkosten auch durch die Trolleybusse verursacht wird (z.B. Benutzung von Strassen/Fahrspuren durch Trolleybusse im Mischverkehr oder Haltebuchten für Trolleybusse). Aus diesem Grund ist es zu empfehlen, in der Kategorienrechnung auch die Fahrleistungen der Trolleybusse einzubeziehen, um auch ihnen einen Teil dieser Kosten zuzurechnen. Dies hat jedoch Folgen für die gesamte Strassenrechnung, da damit für die anderen Fahrzeugkategorien leicht geringere Kosten resultieren.

b. In der Strassenrechnung erhobene, aber nicht angerechnete Kosten:

Diese Kosten werden im Rahmen der Vollerhebung der Rechnungen der öffentlichen Hand, die das BFS für die Strassenrechnung durchführt, bereits gesammelt. Damit liegen diese Kosten beim BFS vor. Wie in Figur 3 dargestellt, sollen diese Infrastrukturkosten direkt in die Gesamtkosten des öffentlichen Strassenverkehrs einfließen. Wie diese Kosten auf die einzelnen Fahrzeugkategorien des öffentlichen Strassenverkehrs aufgeteilt werden sollen, wird unten beschrieben.

c. In der Strassenrechnung nicht erhobene und nicht angerechnete Kosten:

Diese Kostenkategorie bringt die grössten Neuerungen mit sich, weil diese Kosten bisher nicht erhoben werden. Diese Kosten müssen daher neu erhoben werden. In diese Kategorie fallen hauptsächlich Infrastrukturkosten für Trolleybusse und Tram (v.a. Fahrleitungen, Gleisanlagen)⁵. Die Grundlage für diese Kosten bilden die Rechnungen der Verkehrsunternehmen des Nahverkehrs (15 Unternehmen gemäss Kapitel 2.2). Für die Quantifizierung der Infrastrukturkosten müssen folgende Elemente aus den Rechnungen der TU verfügbar sein:

› *Kapitalkosten:* Die Kapitalkosten (Abschreibungen und Zinsen) der Infrastruktur können auf Basis der Anlagenrechnungen der Nahverkehrs-TU ermittelt werden. Die VBZ weisen in ihrem öffentlich verfügbaren Geschäftsbericht eine detaillierte Anlagenrechnung aus: dabei werden Bestand und jährliche Veränderungen der Anlagenrechnung differenziert nach einzelnen Projekten in den Bereichen Unterbau, Oberbau, Hochbau, Einrichtungen für elektrischen Betrieb (Fahrleitungen), Fahrzeuge, etc. dargestellt. In einem ähnlichen Detaillierungsgrad sind auch die Veränderungen der Abschreibungsrechnung ausgewiesen. Auf Basis dieser Daten ist es für das Beispiel VBZ möglich, die Kapitalkosten zu ermitteln: Berücksichtigt man für die vorliegende Fragestellung vor allem die Geleiseinfrastruktur, Fahrleitungen, Wendeschleifen, Perrons und Haltestellen sowie Strassenbelag bei separaten Tram- und evtl. Busspuren, muss man aus der VBZ-Anlagenrechnung die Kategorien Unterbau, Oberbau und Einrichtungen für den elektrischen Betrieb beiziehen. Depots und andere Hochbauten werden jedoch nicht im engeren Sinn zur Infrastruktur gezählt. Zusätzlich müssen für die Kapitalkosten noch ein Abschreibungssatz (Abschreibungsdauer) und ein Zinssatz für die Kapitalzinsen definiert werden. Beim Zinssatz macht es Sinn, sich am Wert der Strassenrechnung zu orientieren. Bei der Ab-

⁵ Die Vernachlässigung der reinen Busunternehmen stellt selbstverständlich eine Vereinfachung dar. In viel geringerem Ausmass haben auch Busunternehmen (regionale oder lokale Busse) Infrastrukturkosten, die in der Strassenrechnung nicht ausgewiesen sind. Diese Kostenteile sind jedoch gering (u.a. Depots, evtl. Haltestellenausrüstung) und für die vorliegende Betrachtung nicht im Fokus.

schreibungsdauer dagegen müssen wohl anlagenspezifische Werte (Gleise, Fahrleitungen) definiert werden.

- › *Laufende Kosten (Betriebskosten)* im Bereich Infrastruktur: Die laufenden Infrastrukturkosten (Unterhalts-, Reparatur-, Erneuerungskosten, etc.) müssen aus den laufenden Rechnungen (Erfolgsrechnungen) der TU des öffentlichen Nahverkehrs herausgezogen werden. Ein Blick auf das Beispiel VBZ zeigt jedoch, dass in den laufenden Rechnungen der TU bisher kostenseitig keine Unterscheidung in die Bereiche Infrastruktur und Verkehr gemacht wird. Bei der VBZ stecken die laufenden Infrastrukturkosten in den Sammelkonten 'Betriebskosten' und 'Nicht aktivierbare Bau- und Erneuerungskosten'. Die Ermittlung dieser Infrastruktur-bedingten Betriebskosten muss daher direkt über eine Erhebung bei den TU erfolgen. Dort sollten eine solche Aufteilung in die Bereiche Infrastruktur und Verkehr zumindest grob möglich sein. Auch dazu bedarf es allerdings einer vertieften Abklärung, z.B. im Rahmen einer Pilotrechnung durch das BFS.

2.4.2. KOSTENALLOKATION

Nebst den gesamten Infrastrukturkosten des öffentlichen Strassenverkehrs interessiert auch die Aufteilung dieser Kosten nach Fahrzeugkategorie. Ziel ist es, die Kosten für folgende vier Fahrzeugkategorien separat auszuweisen:

- › Regionale Autobusse
- › Busse Ortsverkehr
- › Trolleybusse
- › Trambahnen

Die Aufteilung dieser Kosten erfolgt nach Kostenkategorie: Bei den einzelnen Kostenkategorien (a, b und c) werden die Infrastrukturkosten direkt auf die relevanten Fahrzeugkategorien aufgeteilt.

- › Die Kosten der **Kategorie a.** werden gemäss der Praxis der Strassenrechnung aufgeteilt. Es können also direkt die Kosten aus der Kategorienrechnung verwendet werden. Allerdings ist es empfehlenswert, auch die Trolleybusse einzubeziehen. Damit würden die Kosten der Kategorie a. auf die drei Fahrzeugtypen regionale Autobusse, Ortsbusse und Trolleybusse aufgeteilt.
- › Die Kosten der **Kategorie b.** werden idealerweise direkt bei der Datenerhebung durch das BFS den einzelnen Fahrzeugtypen zugeteilt. Diese Zusage dürfte aber im konkreten Einzelfall sehr schwierig sein, da aus den Detailkonten der Jahresrechnungen oft nicht klar wird, ob es sich um Kosten für Regionalbusse, Ortsbusse, Trolleybusse oder gar Tram handelt. Aus die-

sem Grund empfehlen wir, diese Kosten summarisch auf die vier erwähnten Fahrzeugkategorien aufzuteilen. Als Schlüssel bieten sich entweder die Fahrleistungen (einfachere Variante) oder die Netzlänge (gesamte Netzlänge oder nur Netzlänge im Mischverkehr) an.

- › Die Kosten der **Kategorie c.** können entweder ebenfalls bereits bei der Datenerhebung auf die Fahrzeugtypen aufgeteilt werden, oder aber erst am Ende summarisch. Eine Aufteilung bei der Erhebung ist zwar exakter, dafür aufwändiger und nur machbar, wenn von den Verkehrsbetrieben entsprechende Detailinformationen vorliegen. Aus den Anlagenrechnungen der Verkehrsbetriebe ist eine solche Aufteilung eventuell möglich, wenn diese Zahlen separiert nach Fahrzeugkategorie vorliegen. Das Beispiel der VBZ zeigt jedoch, dass dazu Informationen nötig sind, die über die öffentlich verfügbare Jahresrechnung hinausgehen. Es ist unsicher, ob bei den TU diese Daten vorliegen. Deshalb ist es realistischer, auch hier die gesamten Kosten summarisch aufzuteilen. Da der grösste Teil dieser Kosten durch die Tram und Trolleybusse verursacht wird (Fahrleitungen, Tramschienen), macht es Sinn, die Kosten nur auf diese beiden Fahrzeugkategorien aufzuteilen⁶. Als Schlüssel bieten sich die Netzlänge oder die Fahrleistungen an.

2.4.3. MACHBARKEIT UND AUFWAND

Machbarkeit

Das vorgeschlagene und im letzten Kapitel beschriebene Vorgehen (Variante 1b) baut soweit möglich auf bisher verfügbaren Daten auf. Unsere Abklärungen haben ergeben, dass a priori keine Überschneidungen bzw. Doppelzählungen bei den drei Kostenkategorien sichtbar sind. Dennoch verbleiben Unsicherheiten bez. Datenlage der Kostenkategorie c (Kapitalkosten und laufende Infrastrukturkosten bei den Transportunternehmungen), da die Datenlage der VBZ nicht a priori auf alle städtischen TU übertragen werden kann. Dies hat aber vor allem auf die Qualität der Ergebnisse, weniger für die Wahl der Methodik einen Einfluss. Wir schlagen deshalb vor, für die Kostenkategorie zunächst eine **Piloterhebung** durchzuführen auf Basis der Jahresberichte der 15 relevanten Transportunternehmungen.

Abschätzung des Aufwands

- › Initialaufwand: Erfassung der Infrastrukturkosten des öffentlichen Strassenverkehrs (Kat. a, b, c, wie oben beschrieben) mit Hilfe einer Pilotrechnung: CHF 100'000.- (wohl externer Auf-

⁶ Lediglich die Kosten für Depots sowie Haltestellenausrüstung fallen bei allen vier Fahrzeugkategorien an.

wand) unter Einbezug aller 15 Transportunternehmungen (Anlagenrechnung, laufende Rechnungen) und Ableitung von Kostensätzen für Kapitalkosten und laufende Kosten.

› Jährlicher Zusatzaufwand:

- › Jährliche Zuordnung der (bereits erhobenen) ÖV-bezogenen Kosten: CHF 20'000 CHF/a (BFS-interner Aufwand)
- › Jährliche Zuordnung der zusätzlichen ÖV-Kosten und Zusammenstellung: CHF 50'000 CHF/a (BFS-interner Aufwand).

2.5. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

- › Die Analyse der Kosten des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs zeigt die Nahtstelle zwischen Strassenrechnung und Unternehmensrechnung auf. Die Zusammenstellung der Kosten erfordert denn auch einen Patchwork-Ansatz, der die Kosten aus verschiedenen Quellen zusammenstellt. Um keinen allzu grossen Aufwand zu erzeugen, muss die Methode deshalb pragmatisch sein. Diese Methode muss konstruierte Ergebnisse (aus der Strassenrechnung) mit Unternehmensdaten (der städtischen Transportunternehmungen) verknüpfen.
- › Unsere Analyse der Datenlage und der Praxis der Aufteilung der Kosten zeigt, dass ein solches Zusammenführen verschiedener Quellen möglich ist und keine sichtbaren Doppelzählungen zur Folge hat.
- › Es ist sinnvoll, vier Kategorien (Autobusse regional/städtisch, Trolleybusse, Tram) auszuscheiden). Diese Kategorien können auch aggregiert werden.
- › Insgesamt sind drei Datengrundlagen zusammenzuführen:
 - › Die bereits in der Strassenrechnung dem öffentlichen Strassenverkehr zugeschienenen strassengebundenen Kosten. Diese müssten – falls eine Disaggregation erwünscht ist – den verschiedenen ÖV-Kategorien zugeschienen werden.
 - › Die in der Strassenrechnung erhobenen, aber nicht angerechneten ÖV-Kosten für Busperons, Wendeschlaufen etc.
 - › Die neu zu erfassenden Kosten insbesondere für Unterbau und Oberbau für den elektrisch betriebenen öffentlichen Verkehr (auf Basis der Jahresberichte der städtischen Verkehrsunternehmungen).
- › Die bisherige Analyse hat gezeigt, dass die Grundlagen für die Kosten für Unterbau und Oberbau für Tram und Trolleybusse auf Basis von Anlagenrechnungen und Jahresrechnungen vorhanden sind. Die Datenlage ist allerdings auf Basis der Grundlagen VBZ analysiert worden. Ob diese Erkenntnisse grundsätzlich übertragbar sind, ist noch abzuklären. Nur eine gute Da-

tenlage bei allen 15 städtischen Transportunternehmen mit Trolleybussen und Tram ermöglicht eine Disaggregation nach den einzelnen Fahrzeugkategorien.

- › Es ist deshalb sinnvoll, diese Kosten zunächst im Rahmen einer Pilotrechnung zu erfassen und Grundlagen für die spätere jährliche Aufdatierung zu schaffen. Dabei geht es insbesondere um die Erfassung der Kapitalkosten für Oberbau und Unterbau und die laufenden Infrastrukturbezogenen Kosten.
- › Sobald diese Grundlagen vorhanden sind kann eine jährliche Aufdatierung ins Auge gefasst werden. Dabei ist es auch möglich, die in der Revision der ÖV-Statistik vorgesehene Erhebung der betrieblichen Daten auf diese Aufdatierung abzustimmen.

Schliesslich ist festzuhalten, dass der Aufwand für diese Aufteilung und Ergänzung aus unserer Sicht vertretbar ist. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass es keine Vorgaben (weder rechtlich noch technisch) für die Trennung von Infrastrukturkosten und Verkehrskosten für den öffentlichen Nahverkehr gibt. Dies gilt insbesondere auch für die Ertragsseite. Eine Aufteilung von Einnahmen für den öffentlichen Nahverkehr auf Verkehr und Infrastruktur ist nicht möglich!

Für die Transportrechnung heisst das, dass der Nutzen von sauber allozierten Infrastrukturkosten beschränkt ist. Es ist weder möglich noch sinnvoll, entsprechende Kostendeckungsgrade auszuweisen. Deshalb ist die Erfassung und Allokation der Kosten vor allem unter dem Gesichtspunkt einer ergänzenden Information zu betrachten.

Für das **weitere Vorgehen** werden folgende Empfehlungen gemacht:

- › Für die nächste Publikation der Transportrechnung soll **kurzfristig** nichts geändert werden. Die Rechnung soll gleich erfolgen wie bisher. Allerdings macht es Sinn, auf die Problematik des (teilweise) fehlenden lokalen öffentlichen Strassenverkehrs in der Transportrechnung hinzuweisen. Dies könnte sinnvollerweise z.B. in einem kurzen Exkurs zum Thema Infrastrukturkosten des öffentlichen Strassenverkehrs erfolgen.
- › **Mittelfristig** empfehlen wir, die Transportrechnung wie in diesem Kapitel beschrieben anzupassen, indem die fehlenden Elemente der Infrastrukturkosten des öffentlichen Strassenverkehrs einbezogen und die Kosten auf die einzelnen Fahrzeugkategorien alloziiert werden. Es macht Sinn, eine solche Erhebung zuerst im Rahmen einer Pilotrechnung durchzuführen, um Methodik und Datenverfügbarkeit vertieft zu studieren und ein erstes Mal anzuwenden.

3. INFRASTRUKTURKOSTENALLOKATION IM SCHIENENVERKEHR

3.1. AUSGANGSLAGE

3.1.1. FRAGESTELLUNG UND VORGEHEN

In diesem Kapitel untersuchen wir, wie die Kosten der Schieneninfrastruktur auf den Personen- und Güterverkehr aufgeteilt werden können. Diese Aufteilung ist in den von den Bahnen gelieferten Unterlagen nicht enthalten. Deshalb ist zu überlegen, mit welcher Methode diese Aufteilung vorgenommen werden kann. Dies würde es erlauben, die bestehende Transportrechnung zu verbessern.

Einleitend ist zu betonen, dass nur die Aufteilung der Kosten der für den Betrieb (Verkehr) notwendigen Infrastruktur Thema dieser Untersuchung ist. Die kommerziell genutzten Immobilien werden also wie in der Transportrechnung ausgeschlossen, da davon ausgegangen wird, dass in diesem Bereich die Kosten gedeckt werden.

Kapitel 3 ist wie folgt aufgebaut:

- › Zuerst wird kurz die in der Transportkostenrechnung verwendete, einfache Methodik betrachtet (**Abschnitt 3.1.2**).
- › Zum Vergleich wird in **Abschnitt 3.2.1** aufgezeigt, wie im Strassenverkehr die Kosten der Infrastruktur auf die verschiedenen Fahrzeugkategorien aufgeteilt werden. Dieser Vergleich drängt sich u.E. auf, weil zwischen den beiden Verkehrsträgern Strasse und Schiene eine gewisse Übereinstimmung im konzeptionellen Ansatz bestehen sollte.
- › Die Allokationsmethodik im Strassenverkehr dient in **Abschnitt 3.2.2** als Denkmodell für die Skizzierung einer Allokationsmethode im Schienenverkehr. Wie wir jedoch sehen werden, stellt diese Methode relativ hohe Anforderungen an die Inputdaten.
- › Deshalb werden in den **Abschnitten 3.3 und 3.4** die Datenlage und mehrere Möglichkeiten für die Umsetzung der Methode präsentiert und diskutiert.
- › Im **Abschnitt 3.5** werden zwei Varianten der Methode, die mit heute verfügbaren Daten berechenbar sind, durchgerechnet und miteinander verglichen.
- › Im **Abschnitt 3.6** werden die Schlussfolgerungen gezogen und es werden Empfehlungen abgegeben.

3.1.2. VORGEHEN IN DER TRANSPORTRECHNUNG 2003

In der Transportrechnung 2003 wurde aufgrund einer fehlenden besseren Allokationsmethodik ein einfaches Vorgehen für die Verteilung der Infrastrukturkosten auf den Personen- und Güter-

verkehr gewählt. Die Aufteilung erfolgte anhand der Trassenpreisentgelte, welche vom Personen- bzw. Güterverkehr bezahlt wurden. Auf der Basis dieses Schlüssels wurden 72% der Infrastrukturkosten dem Personenverkehr zugewiesen.

Da sich die Infrastrukturbenützungsgebühren bzw. deren Mindestpreis an Normgrenzkosten der Infrastruktur pro Btkm oder Zugkm orientieren, stellte dieser Ansatz für die Verteilung der variablen Infrastrukturkosten (v.a. laufender Unterhalt, Energie) ein zwar vereinfachendes, aber mangels Verfügbarkeit einer eigentlichen Allokationsmethode pragmatisches Vorgehen dar. Für die fixen Kapitalkosten gilt dies aber nicht, hier müssten auch Kapazitätskosten (welche Verkehrsart löst den Ausbaubedarf aus?) berücksichtigt werden. Richtigerweise geht die Transportrechnung aber davon aus, dass ein Grossteil der Infrastrukturkosten fix ist (vgl. Abschnitt 5.1.3). Zudem haben die in den Trassenpreisen enthaltenen Deckungsbeiträge wenig mit der Kostenstruktur der Infrastruktur zu tun. Es kommt dazu, dass die Deckungsbeiträge im Güterverkehr teilweise vom Bund über Subventionen getragen werden und deshalb in den Rechnungen der Verkehrsbetriebe nicht auftauchen, was das Ergebnis zugunsten des Güterverkehrs verzerrt.

Diese einfache in der bisherigen Transportrechnung verwendete Methode unterscheidet auch nicht zwischen den verschiedenen Kostenbestandteilen in der Infrastruktur (Betriebskosten, effektive Kapitalkosten, volkswirtschaftliche Zusatzkosten). In der zu entwickelnden, besseren Methodik dürfte diese Unterscheidung eine wichtige Rolle spielen.

3.2. METHODISCHE FRAGEN

Um die Fragestellung, wie die Kosten der Infrastruktur auf den Personen- und Güterverkehr aufgeteilt werden, zu beantworten, soll zuerst aufgezeigt werden, wie diese Frage im Strassenverkehr gelöst wird. In der Strassenrechnung werden die Kosten der Infrastruktur auf die verschiedenen Fahrzeugkategorien aufgeteilt und damit auch auf Personen- und Güterverkehr. Basierend darauf soll dann ein analoges Allokationssystem für den Schienenverkehr entwickelt werden.

Es gibt verschiedene methodische Ansätze oder Verfahren der Kostenallokation:⁷

- › **Allokation auf der Basis von Äquivalenzziffern** (aus ingenieur-wissenschaftlichen Studien): Kostenzuteilung basierend auf der Identifikation des Grades der Kostenverursachung und der Kostenveranlassung („Kostentreiber“) und anschliessende Aufteilung auf Fahrzeug- bzw. Zugskategorien mittels geeigneter Allokationsschlüssel.

⁷ Für einen umfassenden Überblick siehe bspw. Doll (2004).

- › **Inkrementelles Verfahren zur Kostenallokation:** Identifikation der inkrementellen Infrastrukturkosten (Mehrkosten), welche durch bestimmte Fahrzeug- bzw. Zugskategorien ausgelöst werden.
- › **Ökonometrisches Verfahren zur Kostenallokation:** Bestimmung des Einflusses von verkehrlichen Merkmalen (z.B. Fahrleistung, Achslast, etc.) nach Fahrzeug- bzw. Zugskategorien auf die verschiedenen Infrastrukturkostenkategorien (Kapitalkosten, Unterhaltskosten, etc.) mittels ökonometrischer Verfahren (entspricht, da auf der Basis effektiver Kosten durchgeführt, eigentlich einer „Objektivierung“ des auf Äquivalenzziffern basierten Verfahren)
- › **Spieltheoretische Verfahren der Kostenallokation:** Dieser Ansatz rückt die Fairness und die Gerechtigkeit bei der Aufteilung gemeinsam von mehreren Individuen erwirtschafteten Gewinnen bzw. der Allokation knapper Ressourcen in den Vordergrund. Aus spieltheoretischen Überlegungen soll eine faire und effiziente Lösung bei der Aufteilung gemeinsamer Kosten abgeleitet werden, welche von den betroffenen Nutzergruppen (im konkreten Kontext Benutzer der Verkehrsinfrastruktur) gemeinsam getragen wird.

3.2.1. ALLOKATION DER INFRASTRUKTURKOSTEN IM STRASSENVERKEHR

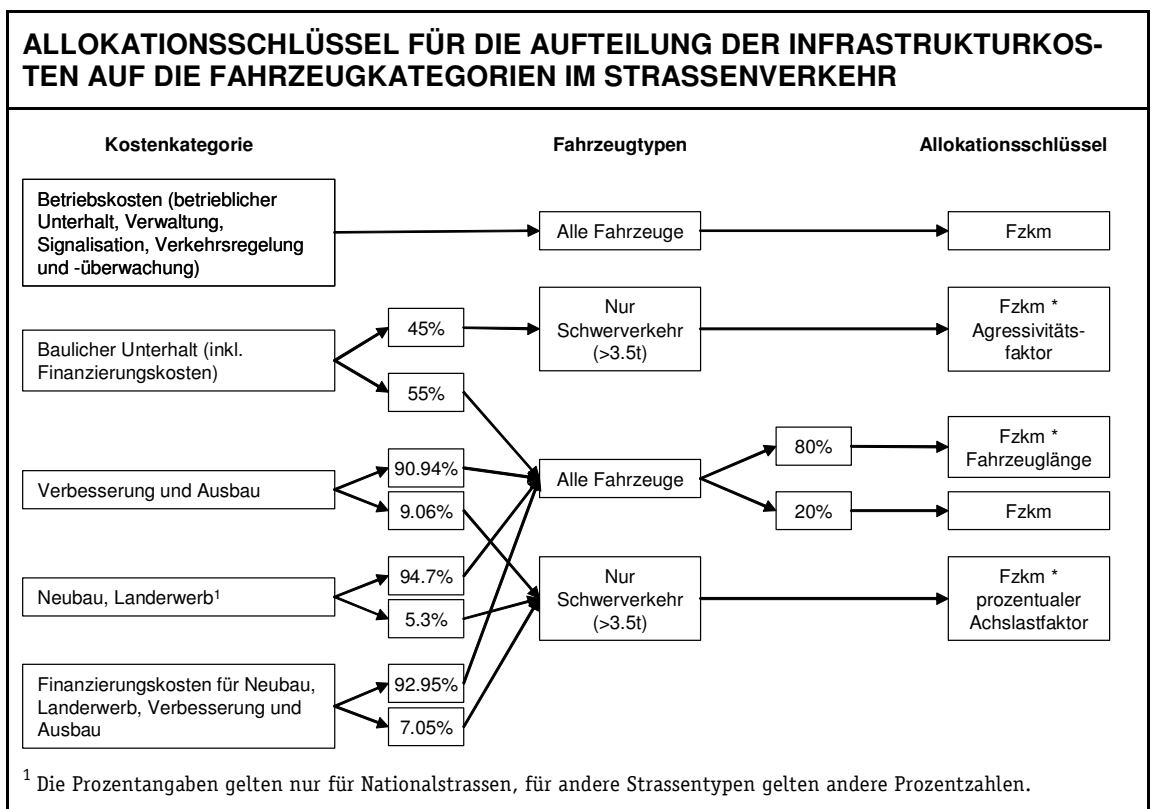
Die Kostenzuteilung in der schweizerischen Strassenrechnung (vgl. Figur 4) entspricht im Wesentlichen dem ersten Ansatz.⁸ Die Kostenallokation stützt sich auf langjährige Erfahrungen und diverse Forschungsstudien, welche die Grundlagen zur Bestimmung der Allokationsschlüssel bereitstellten. Sie kann wie folgt kommentiert werden:

- › **Betriebskosten:** Da ein Grossteil dieser Kosten unmittelbar von der Benutzung der Infrastruktur abhängt (also variabel ist), erfolgt auch eine benutzungsorientierte Kostenzuteilung, indem die Betriebskosten entsprechend den Fzkm auf die verschiedenen Fahrzeugkategorien verteilt werden. Für die fixen Kostenblöcke unter den Betriebskosten (z.B. Verwaltung) macht die benutzungsorientierte Zuteilung aus „Fairnesssicht“ ebenfalls Sinn.
- › **Baulicher Unterhalt:** Ein Anteil von 45% des baulichen Unterhalts (inkl. Finanzierungskosten) wird als sogenannte gewichtsabhängige Kosten I bezeichnet. Dabei handelt es sich um den Teil, der nur von den schweren Motorfahrzeugen verursacht wird. Diese Kosten werden – entsprechend der Logik des inkrementellen Verfahrens – ausschliesslich auf die verschiedenen Kategorien der schweren Motorfahrzeuge verteilt indem die Fzkm mit einem so genannten Aggressivitätsfaktor gewichtet werden. Dieser Faktor wird aufgrund des Leergewichts, der

⁸ Die folgenden Ausführungen beruhen auf BFS (2003), Schweizerische Strassenrechnung: Revision 2000, S. 19-31.

durchschnittlichen Last und des Faktors „weight in motion“ berechnet und ist in Tabelle 7 dargestellt.

Die verbleibenden 55% des baulichen Unterhalts sind Teil der Kapazitätskosten. Darunter werden diejenigen Kosten verstanden, die den Fahrzeugkategorien „nicht verursachergerecht angelastet werden können“. Es handelt sich um benutzungsunabhängige und damit kurzfristig fixe Kosten. Der Grossteil von 80% der Kapazitätskosten wird als „mit der Fahrbahn in Zusammenhang stehend“ angesehen. Die Kosten werden entsprechend der mit der Länge der Fahrzeuge (vgl. Tabelle 7) gewichteten Fzkm auf alle Fahrzeugkategorien verteilt. Die verbleibenden 20% der Kapazitätskosten sind Kosten, welche nicht mit der Fahrbahn bzw. mit der Verkehrsintensität zusammenhängen. Diese Kosten werden mit den ungewichteten Fzkm verteilt.



Figur 4

**FAKTOREN ZUR VERTEILUNG DER INFRASTRUKTURKOSTEN IM STRASSEN-
VERKEHR**

Fahrzeugkategorie	prozentualer Achslastfaktor	Aggressivitätsf aktor	Länge der Fahrzeuge
Personenverkehr			
Motorfahrräder			1.5
Motorräder			2.0
Leichte PW bis 1150 cm ³			3.7
Mittlere PW bis 2550 cm ³			4.5
Schwere PW über 2550 cm ³			4.6
Kleinbusse			4.8
Öffentliche Cars/Busse	1.799	0.854	10.8
Private Cars	1.799	0.854	9.0
Güterverkehr			
Lieferwagen			4.8
Lastwagen			
2 Achsen, 3501-5000 kg	0.517	0.114	5.5
2 Achsen, 5001-9000 kg	0.854	0.141	5.7
2 Achsen, 9001-13000 kg	1.311	0.696	7.3
2 Achsen, 13001 kg und mehr	1.646	0.866	7.8
3 Achsen, 13001-16000 kg	1.618	0.339	9.4
3 Achsen, 16001 kg und mehr	2.229	0.518	9.4
4 Achsen, 25001 kg und mehr	2.543	0.317	11.0
Lastwagenanhänger			
Leichte	0.276	0.060	6.5
1 Achsen, 3501-10000 kg	0.728	0.295	6.5
2 Achsen, bis 10000 kg	0.797	0.186	6.5
2 Achsen, 10001 kg und mehr	1.250	0.192	6.5
3 Achsen, 10001 kg und mehr	1.762	0.137	6.5
Sattelschlepper			
2 Achsen, bis 3500 kg	0.276	0.007	4.9
2 Achsen, 3501-13000 kg	1.004	0.255	5.5
2 Achsen, 13001 kg und mehr	1.500	0.471	6.0
3 Achsen, 13001 kg und mehr	2.131	0.328	6.6
Sattelanhänger			
1 Achsen, bis 5000 kg	0.368	0.118	7.0
1 Achsen, 5001 kg und mehr	0.789	0.464	7.0
2 Achsen, bis 15000 kg	1.225	0.184	7.0
2 Achsen, 15001 kg und mehr	1.685	0.445	7.0
3 Achsen, 15001 kg und mehr	1.716	0.147	7.0

Tabelle 7 Quelle: Faktoren gemäss BFS (2003), Schweizerische Strassenrechnung: Revision 2000, Anhang 5, Fahrzeuglängen gemäss Mail des BFS vom 17.8.2006.

› Der Grossteil der übrigen Kosten gehört ebenfalls zu den Kapazitätskosten, wobei die Prozentsätze unterschiedlich sind: 90.94% der Kosten für Verbesserung und Ausbau, 94.7% der Kos-

ten für Neubau und Landerwerb und 92.95% der Finanzierungskosten dieser Kosten gelten als Kapazitätskosten. Deren Verteilung auf die Fahrzeugkategorien wurde bereits oben beschrieben.

- › Die verbleibenden Kosten für Verbesserung, Ausbau, Neubau und Landerwerb sowie für die dazugehörigen Finanzierungskosten werden als gewichtsabhängige Kosten II bezeichnet. Dies sind Investitionen, die dem Schwerverkehr direkt angelastet werden können. Diese Kosten werden gemäss den mit prozentualen Achslastfaktoren (vgl. Tabelle 7) gewichteten Fzkm auf den Schwerverkehr verteilt.

Es ist festzuhalten, dass die Allokation gemäss der schweizerischen Strassenrechnung komplex ist. Dies wird durch die komplexe Aufteilung in Figur 4 und die vielen detaillierten Faktoren in Tabelle 7 verdeutlicht. Es erfolgt auch eine feine Einteilung in verschiedene Fahrzeugklassen (30 Klassen).

3.2.2. DENKMODELL FÜR EINE ALLOKATIONSMETHODIK SCHIENENVERKEHR ANALOG ZUM STRASSENVERKEHR

Im Folgenden soll zuerst eine Methode für die Verteilung der Kosten der Infrastruktur auf den Personen- und Güterverkehr (PV und GV) diskutiert werden, welche sich an die Methodik des Strassenverkehrs anlehnt. Statt Fahrzeugkategorien wie im Strassenverkehr steht die Unterscheidung zwischen Personen- und Güterverkehr im Vordergrund.

Wie wir jedoch sehen werden, stellt eine solche Methode hohe qualitative Anforderungen an die Inputdaten und die Verteilungsschlüssel für die verschiedenen Kostenkategorien auf den Personen- und Güterverkehr. Einige dieser Inputdaten können heutzutage nur (grob) abgeschätzt werden, eine genauere Erhebung wäre aber prinzipiell möglich. Bei den Allokationsschlüsseln kann es nicht Ziel der vorliegenden Studie sein, eine umfassende neue Allokationsmethodik zu entwickeln. Dazu müssten (wissenschaftlich fundierte) Grundlagen bereitgestellt werden, deren Erarbeitung den Rahmen des vorliegenden Projekts bei Weitem sprengen würde. Es geht hier vielmehr darum, wenn immer möglich auf der Basis der beim BFS aus der Erarbeitung der Eisenbahnrechnung verfügbaren Grundlagen und allenfalls ergänzenden, einfach verfügbaren Daten eine pragmatische und damit grobe Annäherung an eine umfassende Allokationsmethodik zu entwickeln. Die im Folgenden skizzierte Allokationsmethodik soll aber als gedankliche Leitlinie bei der Herleitung dienen. Es ist aufzuzeigen, welche Vertiefungsarbeiten nötig wären und wie die Methodik ohne Vertiefungen pragmatisch umgesetzt werden könnte.

Methodikschritt 1: Bestimmung der aus Sicht Kostenallokation relevanten Kostenbereiche der Sparte Infrastruktur

Wie beim Strassenverkehr besteht ein erster methodischer Schritt darin, jene Kostenbereiche der Sparte Infrastruktur zu bestimmen, in welchen unterschiedliche Schlüssel zur Aufteilung der Infrastrukturkosten auf den Personen- und Güterverkehr angewandt werden müssen.

Methodikschritt 2: Bestimmung der Kostenallokationsschlüssel in den einzelnen Kostenbereichen auf der Basis von Kenntnissen über die Kostentreiber

In einem zweiten methodischen Schritt sind für die einzelnen Kostenkategorien die Kostentreiber zu identifizieren und ist ihr Einfluss zu quantifizieren.

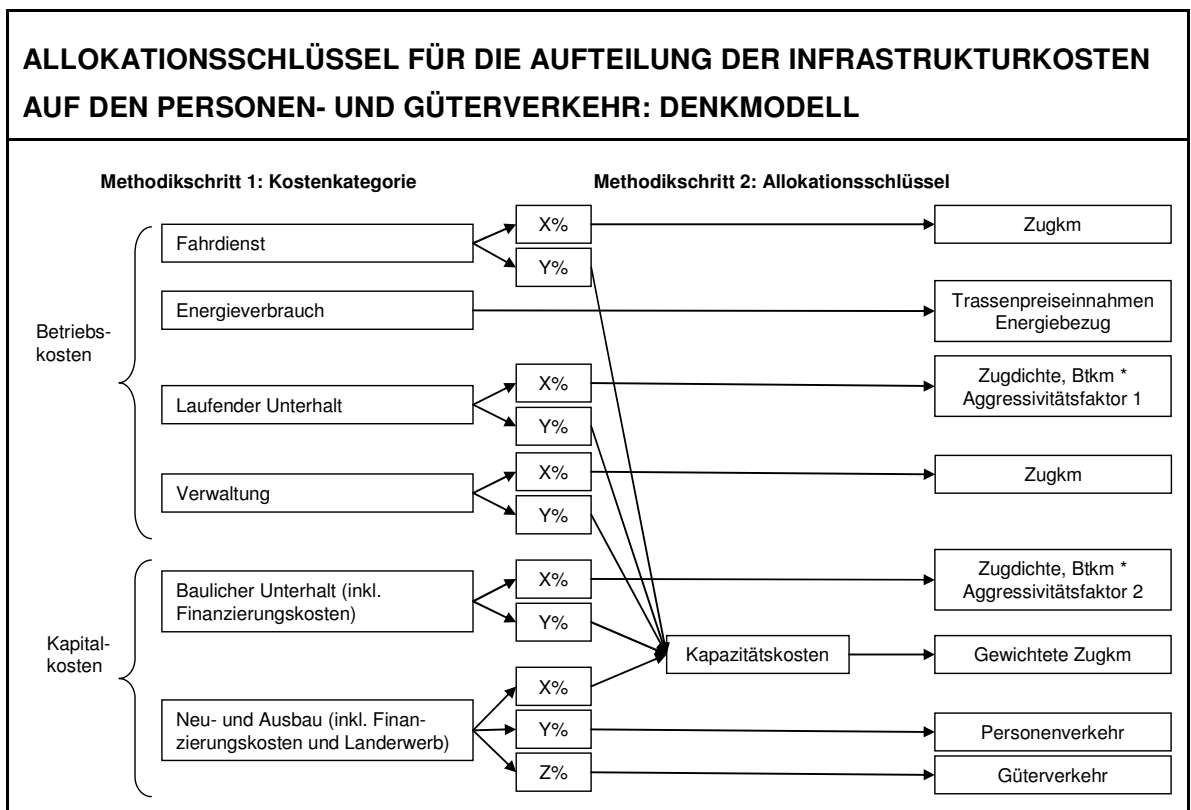
Die folgende Grafik illustriert die Umsetzung der Methodikschritte 1 und 2 für die Allokation der Infrastrukturkosten auf den Personen- und auf den Güterverkehr. Sie zeigt, welche Kostenkategorien aus unserer Sicht zu unterscheiden sind (Methodikschritt 1) und welche Verteilungsschlüssel (Methodikschritt 2) angewandt werden könnten:

› **Fahrdienst:** Der Fahrdienst hat die Aufgabe, eine möglichst optimale und störungsfreie Nutzung des bestehenden Schienennetzes sicherzustellen. Entsprechend gehören auch die Kosten der Betriebsführung (Störungsmanagement, Betriebswehr, Trassenmanagement, Rangierdienst etc.) zu der Kostenkategorie Fahrdienst.

Die Kosten werden vor allem durch die Benutzung des Schienennetzes ausgelöst und können entsprechend auch benutzungsorientiert, d.h. entsprechend den Zugkm auf den PV und GV aufgeteilt werden.⁹ Es ist möglich, dass ein Teil der Kosten des Fahrdienstes unabhängig von der Benutzung ist und deshalb Teil der fixen Kapazitätskosten darstellt, die nicht verursachergerecht angelastet werden können (vgl.unten).

› **Energie:** Die Kosten der Energie können gemäss den Trassenpreiseinnahmen für den Energiebezug von Personen- und Güterverkehr auf die beiden Kategorien verteilt werden. Die Trassenpreise sind für unterschiedliche Zugskategorien unterschiedlich hoch. Die Allokation unterstellt, dass die unterschiedlichen Energiepreise im Trassenpreissystem die jeweiligen Kosten-

⁹ Um eine sehr exakte Aufteilung der Kosten zu ermöglichen, müssten die einzelnen Kostenbestandteile des Fahrdienstes bzw. der Betriebsführung einzeln betrachtet und aufgeteilt werden. Der Aufwand dürfte hier aber zu gross sein.



Figur 5

anteile abbilden, was angenommen werden darf. So bezahlen z.B. Regionalzüge pro Btkm mehr, weil sie häufiger Anfahren und Bremsen und damit mehr Energie verbrauchen.

Einen Spezialfall bilden die Investitionen in die Energieversorgung (Kraftwerke, Übertragungsleitungen etc.). Diese Kosten werden gemäss Auskunft des BAV¹⁰ nicht direkt ausgewiesen, sind aber in den Kosten für den Energiebezug enthalten. Auch diese Fixkosten der Energieversorgung sind mit den Trassenpreiseinnahmen für den Energiebezug auf den Personen- und Güterverkehr zu verteilen, da ein höherer Energiebedarf auch zu grösseren / mehr Anlagen und damit zu höheren Fixkosten führt.

› **Laufender Unterhalt:** Der laufende Unterhalt hängt mit der Abnutzung der Infrastruktur durch den Verkehr zusammen. Dafür sind verschiedene Kostentreiber verantwortlich:

- › Zugsdichte (bzw. Zeitintervalle zwischen zwei Zügen für den Unterhalt¹¹)
- › Bruttotonnenkilometer (bzw. Zugsgewicht oder Achslast)¹²

¹⁰ Information an Begleitgruppensitzung vom 23. Mai 2008.

¹¹ Siehe z.B. R+R Burger und Partner (2003), Trassenpreisgestaltung, S. 14.

¹² Im Projekt GRACE wird festgehalten, dass die Btkm und nicht die Zugkm zu verwenden sind (Link et al. 2007, Monitoring Pricing Policy Using Transport Accounts, GRACE-Deliverable D5, S. 19).

- › Zugsgeschwindigkeit
- › Rollmaterial bezogene technische Aspekte wie Drehgestelltyp, Radtyp und Alter, Brems-system¹³

Analog zur Strassenrechnung könnte der laufende Unterhalt basierend auf den Btkm verteilt werden. Optimalerweise sollten diese aber mit einem „Aggressivitätsfaktor 1“ gewichtet werden, in welchen Kostentreiber wie die Geschwindigkeit (Züge mit hohen Geschwindigkeiten dürften mehr Unterhalt erfordern, insbesondere Hochgeschwindigkeitsstrecken), aber auch Rollmaterial bezogene technische Aspekte berücksichtigt werden. Zusätzlich wäre die Zugsdichte im Kostenallokationsschlüssel zu berücksichtigen. Möglicherweise müsste auch ein Teil des laufenden Unterhalts als Kapazitätskosten (vgl. unten) betrachtet werden.

- › **Verwaltung:** Die gesamten Betriebskosten, die nicht einem der oben genannten Bereiche zugeordnet werden können, werden als Kosten der allgemeinen Verwaltung bezeichnet (hier handelt es sich also um eine Residualgrösse). Wie diese Kosten aufzuteilen sind, ist nicht unmittelbar klar. Wir vermuten, dass als eine einfache Lösung die Verteilung gemäss den Zugkm (kapazitätsorientierte Allokation) sinnvoll sein dürfte, da Teile der Kosten als fixe Kapazitätskosten zu betrachten sind.

- › **Baulicher Unterhalt** (Investitionen in den Substanzerhalt / Werterhalt, inkl. Finanzierungskosten und Landerwerb): Die Finanzierungskosten sind jeweils gleich zu behandeln wie die sie auslösenden Investitionen, denn ohne die Investition würden auch die Finanzierungskosten nicht anfallen.

Die Kosten des baulichen Unterhalts dürften von ähnlichen Kostentreibern abhängen wie der laufende Unterhalt. Es ist aber möglich, dass der Kosten treibende Einfluss der einzelnen Faktoren anders als beim laufenden Unterhalt ausfällt. Deshalb ist hier ein „Aggressivitätsfaktor 2“ zu verwenden, um die Btkm zu gewichten. Zudem dürfte auch hier die Zugdichte relevant sein. Möglicherweise müsste wie im Strassenverkehr ein Teil des baulichen Unterhalts zu den Kapazitätskosten gerechnet werden (vgl. unten).

- › **Neu- und Ausbau** (Investitionen in Erweiterungen, inkl. Finanzierungskosten): Um eine möglichst exakte Aufteilung zu ermöglichen, müsste zuerst bestimmt werden, welcher Teil der Investitionskosten nur für den PV (z.B. gewisse Sicherheitsmassnahmen) bzw. nur für den GV (z.B. grössere Tunneldurchmesser) nötig sind. Die Kosten dieser Teile der Investitionen können direkt dem PV bzw. GV angelastet werden.

¹³ Versuche in den USA zeigen, dass mit besseren Drehgestellen bis zu 10% der Kosten des laufenden Fahrbahnunterhalts eingespart werden können (R+R Burger und Partner (2003), Trassenpreisgestaltung, S. 11).

Die übrigen Kosten könnten in Analogie zum Strassenverkehr als Kapazitätskosten bezeichnet werden. Es ist mit folgenden Kostentreibern der Kapazitätskosten zu rechnen:

- › Anzahl Zugkm
- › Geschwindigkeit (schnellere Züge belegen die Trasse für eine kürzere Zeit)¹⁴
- › Zuglänge (kürzere Züge belegen die Trasse für eine kürzere Zeit)
- › Spitzenbelastung (für Kapazität entscheidend, wenn z.B. während Spitzenzeiten nur PV über Strecke fährt, aber in Schwachlastzeiten auch GV, sind z.B. die Kosten der zweiten Spur dem PV anzulasten)

Ausserdem ist natürlich die Zugsfolgezeit entscheidend, doch ist diese für PV und GV gleich. Die Kapazitätskosten sollten also mit den gewichteten Zugkm verteilt werden, wobei das Gewicht von den oben erwähnten Faktoren abhängt.

Zudem muss möglicherweise auch berücksichtigt werden, dass gemäss Netzzugangsverordnung der PV gegenüber dem GV bevorteilt ist. Dies könnte bei der Allokation der Kosten berücksichtigt werden, indem dem PV ein grösserer Anteil der Kosten zugesprochen wird.

Im Folgenden wird diskutiert, wie unter Berücksichtigung des Wissensstandes und vor allem der verfügbaren Daten die oben beschriebene Methode (vgl. Figur 5) umgesetzt werden könnte und welche Probleme dabei auftreten.

3.3. DATENLAGE

Nachdem wir im vorangehenden Kapitel skizziert haben, wie eine Allokationsmethodik für die Infrastrukturkosten aussehen könnte, soll im Folgenden aufgezeigt werden, wie sich mit Blick auf eine allfällige Umsetzung der entwickelten Methodik die aktuelle Datenlage beim BFS präsentiert. Die Abschnitte 3.2 und 3.3 bilden damit die Grundlage für die in Abschnitt 3.4 entwickelten Umsetzungsvorschläge für die Methode.

Die im Rahmen der Erarbeitung der Eisenbahnrechnung verfügbare Datengrundlage seitens des BFS kann wie folgt zusammengefasst werden:¹⁵

- › Geschäftsberichte der TU bzw. deren Finanzberichte
- › Anlagen- und Abschreibungsrechnungen für die Sparte Infrastruktur

¹⁴ Ein bestimmter Block (Teilstrecke) wird durch einen Zug besetzt von dem Moment, in dem die erste Achse den Block erreicht bis zum Moment, in dem die letzte Achse den Block verlässt. Die Zugfolgezeit wird also durch die Blockabstände, die Geschwindigkeiten und die Zuglänge bestimmt.

¹⁵ Die von den Bahnunternehmen zu liefernden Grundlagen sind im Anhang zur Verordnung über die Durchführung von Statistischen Erhebungen des Bundes vom 30. Juni 1993 festgehalten.

- › Kostenrechnungen: Aufwand und Ertrag nach Sparten der Kostenrechnung (Infrastruktur, Verkehr und Nebengeschäft, beim Eisenbahnverkehr Unterscheidung nach Reiseverkehr und Nebenerlös sowie Güterverkehr und Nebenerlös)
- › Ergänzende Informationen zur Aufteilung der Tätigkeiten nach Verkehr, Infrastruktur und Nebengeschäften für den Personen- und den Güterverkehr

Wie sich zeigen wird, sind darin jedoch viele der benötigten Daten nicht enthalten. So ist in der Eisenbahnrechnung selbst nur eine Aufteilung nach Betriebsaufwand und Kapitalkosten (getrennt nach Abschreibungen und Zinsen¹⁶) ausgewiesen. Eine Aufteilung nach Fahrdienst, Energie etc. ist in der Eisenbahnrechnung nicht gegeben. Die in Abschnitt 3.2.2 eingeführten Kostenkategorien stimmen wie folgt mit den Kostenkategorien der Eisenbahnrechnung überein (vgl. Figur 5):

- › Der Betriebsaufwand umfasst den Fahrdienst, die Energie, den laufenden Unterhalt und die Verwaltung.
- › Die Kapitalkosten beinhalten den baulichen Unterhalt sowie den Neu- und Ausbau.

In der Eisenbahnrechnung wird der Betriebsaufwand der Infrastruktur nicht nach Personal- und Sachaufwand unterteilt (nur der Gesamtaufwand von Verkehr und Infrastruktur wird differenziert ausgewiesen), beim BFS sind die Daten jedoch differenziert vorhanden.¹⁷ Die Aufteilung nach Personal- und Sachaufwand hilft aber nicht weiter.

Deshalb wird nach weiteren, einfach verfügbaren Datenquellen gesucht, die zur Ergänzung herangezogen werden können und eine exaktere Aufteilung der Kosten erlauben. Im Folgenden untersuchen wir für jede Kostenkategorie, ob für die Quantifizierung der unterschiedenen Kostenkategorien (Methodikschritt 1) und für die Bestimmung der Verteilschlüssel zur Allokation der Kosten (Methodikschritt 2) die nötigen Informationen und Inputdaten vorliegen:

- › **Fahrdienst:** Die Kosten des Fahrdienstes werden den Bahnunternehmungen bekannt sein, sie werden aber nicht spezifisch ausgewiesen.

Neben dem direkten Weg über entsprechende Informationen seitens der Bahnen besteht auch die Möglichkeit, die Kosten des Fahrdienstes über Kostensätze aus Kosten-Nutzen-Analysen abzuschätzen. Dort wurde aus SBB-Daten bestimmt, dass die *durchschnittlichen* Kosten des

¹⁶ Die in der Eisenbahnrechnung berücksichtigten Saldozinsen und Zinsen auf Spezialfinanzierungen werden in der Transportkostenrechnung bisher nicht mit einbezogen (Infras / Ecoplan (2006), Transportkostenrechnung, Konzept und Pilotrechnung, S. 94). In einer parallelen Studie zur Vorliegenden wird der Einbezug der Saldozinsen und der Spezialfinanzierungen nochmals untersucht.

¹⁷ Mail von Herrn Früh vom 24.9.2007: Die Aufteilung wird im Erhebungsbogen der Eisenbahnrechnung verlangt.

Fahrdienstes 1.474 CHF / Zugkm betragen.¹⁸ Dieser Wert gilt für das Jahr 2000. Es wird davon ausgegangen, dass im Zuge der Automatisierung die Kosten des Fahrdienstes real um 1% pro Jahr abnehmen.

Zu den Kapazitätskosten sind nur die Fixkosten des Fahrdienstes zu zählen. Die variablen Kosten des Fahrdienstes sind direkt zu verteilen. Gemäss Kapitel 5.3.2 bzw. gemäss dem Trassenpreissystem Schweiz betragen die variablen Kosten 0.4 CHF / Zugkm. Dieser Kostensatz ist deutlich tiefer als der Durchschnittskostensatz in KNA.

- › **Energie:** Die Kosten des Energieverbrauchs im Bahnverkehr werden durch das BFS jährlich publiziert. Im Jahr 2003 betrugen sie 227.4 Mio. CHF (bei einem Stromverbrauch von 2'318 Mio. kWh).¹⁹
- › **Laufender Unterhalt:** Zumindest bei der SBB sind diese Kosten verfügbar. So wurden sehr detaillierte Daten der SBB im EU-Projekt GRACE ausgewertet, um Aussagen zur Höhe der kurzfristigen Grenzkosten des Infrastrukturunterhalts machen zu können.²⁰ In der Studie werden auch die durchschnittlichen Kosten pro Streckenabschnitt angegeben (ca. 0.55 Mio. CHF im Durchschnitt der Jahre 2003-2005). Daraus konnten die gesamten Kosten des laufenden Unterhalts in der Schweiz abgeschätzt werden (256 Mio. CHF²¹). In diesen Kosten enthalten sind die Kosten für
 - › Betriebs- und Schutzmassnahmen (Streckendienst, Cleaning, Schnee- und Eisräumung)
 - › Unterhalt Fahrbahn (Gleise, Weichen, Bahnkörper, Entwässerungen, Bahnübergänge, Weichenheizungen)
 - › Forstdienst (Schutzwälder)
 - › Ingenieurbau (Stützmauern, Tunnel, Schutzbauten, Durchlässe, Perron, etc.)
 - › Stellwerktechnik (z.B. verschiedene Arten von Stellwerken, Leittechnik, Zugüberwachung)
 - › Fahrstrom- und Kabelanlagen
 - › Bahnelektrotechnik

¹⁸ Ecoplan (2005), Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr bzw. EBP (2006), NIBA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte.

¹⁹ BFS-Homepage (<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/07/02/02.Document.64941.xls> (16.1.2008)). Dies entspricht durchschnittlichen Kosten von 0.0034 CHF / Btkm.

²⁰ Marti und Neuenschwander (2006): GRACE: Track Maintenance Costs in Switzerland. Die Grenzkosten sind auf der Basis von detaillierten Daten für 371 Streckenabschnitte bestimmt worden. 58 weitere Streckenabschnitte mussten ausgeschlossen werden, weil sie von anderen Bahnunternehmen unterhalten werden und deshalb die SBB keine Daten dazu hat. Bei 36 weiteren Streckenabschnitten waren die Datensätze nicht vollständig, so dass sie aus der Berechnung entfernt werden müssen. Um die Gesamtkosten für Schweiz abzuschätzen, kann deshalb von 465 (=371 + 58 + 36) Streckenabschnitten ausgegangen werden.

²¹ Die Multiplikation von 465 Streckenabschnitten mit den Kosten von 0.55 Mio. CHF pro Abschnitt.

Die ermittelten Zahlen können als relativ zuverlässige Schätzung der Kosten des laufenden Unterhalts in der Schweiz gelten. Die Berechnung basiert zwar ausschliesslich auf SBB-Zahlen. Angesichts der Grösse des SBB-Netzes im Vergleich zum gesamten Schienennetz wird aber der klar wichtigste Akteur erfasst.

Um den Anteil der Kapazitätskosten an den Kosten des laufenden Unterhalts zu bestimmen, ist wiederum die Verteilung auf fixe und variable Kosten zu verwenden. Die variablen Kosten des laufenden und baulichen Unterhalts betragen gemäss Trassenpreissystem 0.0025 CHF / Btkm (vgl. Kapitel 5.3.2).

Nicht verfügbar ist der „Aggressivitätsfaktors 1“ (wie oben in Abschnitt 3.2.2 beschrieben) zur Allokation der variablen Kosten des laufenden Unterhalts. Es bedürfte eines Forschungsprojekts, um die Ausgestaltung dieses Faktors zu bestimmen (welches sind die benutzungsbezogenen dominanten Kostentreiber?). Bei der Umsetzung eines solchen Faktors müsste auch geklärt werden, wie der Kostentreiber „Zugsdichte“ berücksichtigt werden kann.

- › **Verwaltung:** Die Kosten der Verwaltung werden als Residualgrösse definiert, d.h. sie ergeben sich aus den Betriebskosten der Infrastruktur (gemäss Eisenbahnrechnung) nach Abzug des Fahrdienstes, der Energiekosten und des laufenden Unterhalts. Welcher Anteil dieser Kosten zu den kurzfristig fixen Kapazitätskosten gehört, ist nicht bekannt.
- › **Baulicher Unterhalt, Neu- und Ausbau:** Wie bereits erwähnt gliedert die Eisenbahnrechnung die Kapitalkosten nach Abschreibungen und Zinskosten. Die Abschreibungen und Zinsen beziehen sich auf die bestehenden aktivierten Investitionen (bzw. auf das dadurch gebundene Kapital) – und damit auf den baulichen Unterhalt und den Neu- und Ausbau zusammen. Eine Aufteilung auf den baulichen Unterhalt und den Neu- und Ausbau erlaubt aber weder die Eisenbahnrechnung, noch der Konzernbericht der SBB.

Im Rahmen der GRACE-Studie wurden auch die Kosten von Erneuerungen ausgewertet, konkret die unregelmässig anfallenden, längerfristigen Erhaltungskosten resp. Erneuerungskosten („Contracting B“).²² Das „Contracting B“ kann approximativ mit dem baulichen Unterhalt gleichgesetzt werden. Es umfasst dieselben Kostenkategorien wie oben beim laufenden Unterhalt (Betriebs- und Schutzmassnahmen, Unterhalt Fahrbahn etc.). Der so ermittelte bauliche Unterhalt beträgt im Durchschnitt der Jahre 2003 – 2005 ca. 150 Mio. CHF.

Wird approximativ unterstellt, dass die ermittelten durchschnittlichen Ausgaben einen langfristig repräsentativen Wert für den Wertverzehr darstellen und dass der bauliche Unterhalt in allen Jahren gleich gross ist (tatsächlich schwanken die Ausgaben von Jahr zu Jahr), dann ent-

²² Marti und Neuenschwander (2006): GRACE: Track Maintenance Costs in Switzerland.

sprechen die jährlichen Ausgaben den Abschreibungen. Unter dieser Annahme können die gesamten Abschreibungskosten aus der Eisenbahnrechnung mit obigen Zahlen auf baulichen Unterhalt bzw. Neu- und Ausbau aufgeteilt werden. Im Jahr 2003 betragen die Abschreibungen im Bereich Infrastruktur gemäss Eisenbahnrechnung 1'140.6 Mio. CHF. Folglich wären 13% ($=149/1'141$) davon baulicher Unterhalt und 87% Neu- und Ausbau.

Ebenfalls nicht bekannt ist, welcher Anteil des baulichen Unterhalts Teil der fixen Kapazitätskosten ist. Da der Trassenpreis baulichen und laufenden Unterhalt umfasst, kann wiederum über den Trassenpreis der Anteil der variablen Kosten des baulichen Unterhalts approximativ bestimmt werden (vgl. oben).

Wie beim laufenden Unterhalt fehlen die Grundlagen, um den variablen Teil des baulichen Unterhalts mittels eines Aggressivitätsfaktors 2 (wie oben in Abschnitt 3.2.2 beschrieben) zu verteilen. Auch hier bräuchte es Forschungsanstrengungen, um den Einfluss der verschiedenen Kostentreiber zu bestimmen.

Der Anteil der Investitionskosten für Neu- und Ausbauten, die nur vom PV oder nur vom GV ausgelöst sind, ist ebenfalls nicht bekannt und müsste vertieft abgeklärt werden.

In der Transportrechnung und in der Eisenbahnrechnung sowie in den Geschäftsberichten werden also nicht die in Figur 5 beschriebenen Kostenkategorien, sondern Kostenarten (Materialaufwand, Personalaufwand, Abschreibungen, etc.) unterschieden. Deshalb müssen zusätzliche Datenquellen zu Hilfe genommen werden.

Zudem ist die Aufteilung der Kosten auf die verschiedenen Verteilschlüssel (die „X%“, „Y%“ und „Z%“ in Figur 5) nicht bekannt bzw. nur über die Aufteilung in fixe und variable Kosten (vgl. dazu Kapitel 5.3.2) approximierbar. Die Aufteilung sollte auf fundierten wissenschaftlichen Grundlagen beruhen. Die Ausführungen in Kapitel 5.3.2 zeigen, dass dies nur beschränkt der Fall ist.

Schliesslich sollte die Allokation gewisser Kosten auf Allokationsschlüsseln (Aggressivitätsfaktor 1 und 2 sowie gewichtete Zugkm) beruhen, die derzeit ebenfalls nicht zur Verfügung stehen, sondern in Forschungsprojekten erarbeitet werden müssten.

Deshalb soll im Folgenden aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten bestehen, wenn die Allokationsmethodik gemäss Abschnitt 3.2.2 zur Aufteilung der Kosten der Infrastruktur auf den PV und GV verwendet werden soll. In Kapitel 3.5 werden schliesslich zwei Varianten berechnet, die mit heute verfügbaren Daten umsetzbar sind.

3.4. MÖGLICHE ALLOKATIONSMETHODEN UND VORGEHENSVORSCHLAG

Nachdem in Abschnitt 3.2 ein mögliches Vorgehen zur Allokation der Infrastrukturkosten entwickelt und in Abschnitt 3.3 die aktuelle Datenlage zur Umsetzung dieses Vorgehens zusammengefasst worden ist, werden in diesem Abschnitt mögliche Vorgehensvarianten entwickelt und diskutiert.

Sowohl bei der Quantifizierung der unterschiedenen Kostenkategorien (Methodikschritt 1) als auch bei der Herleitung der Schlüssel zur Aufteilung der Kosten auf den Personen- und Güterverkehr (Methodikschritt 2) unterscheiden wir meist zwischen mindestens zwei Vorgehensvarianten:

- › **Aktuelle Datenbasis:** Es wird zuerst ein Vorgehen vorgeschlagen, welches auf der Basis aktuell verfügbarer Daten realisiert werden könnte. Wie Abschnitt 3.3 gezeigt hat, lässt sich dies nur unter Inkaufnahme von (erheblichen) Vereinfachungen umsetzen. Die notwendigen Vereinfachungen sind entsprechend von ihren Konsequenzen her zu würdigen (wie genau ist genau genug?).
- › **Zusätzliche Daten** (allenfalls gibt es mehrere Varianten mit zusätzlichen Daten): Es werden Vorschläge gemacht, wie ein besser abgestütztes Vorgehen aussehen könnte und welche zusätzlichen Grundlagen erarbeitet bzw. verfügbar gemacht werden müssten. Dabei wäre als erster Schritt zu prüfen, ob die in Figur 5 enthaltenen Kostenkategorien vollständig und richtig strukturiert sind, wenn nicht eine sehr pragmatische, sondern eine besser abgestützte Allokationsmethodik entwickelt werden soll.

Im Folgenden gehen wir nun auf die einzelnen Kostenbereiche ein und zeigen jeweils mehrere Möglichkeiten der Bestimmung der Kostenhöhe und der Kostenallokation auf den PV und GV auf. Zuerst werden jeweils einfache Varianten präsentiert, dann immer komplexere, die auch mehr Inputdaten benötigen. Dies zeigt, wie mit zusätzlichen Daten die Bestimmung der Kostenhöhe sowie deren Allokation verbessert werden kann.

VARIANTEN ZUR ALLOKATION DER KOSTEN: FAHRDIENST		
	Bestimmung der Höhe der Kosten	Allokation auf PV und GV
V1	Abschätzung über verfügbare Kennzahlen pro Zugkm aus Kosten-Nutzen-Analysen	Verteilung gemäss den Zugkm
V2	Wie V1	Fixe Kosten über den Verteiler für die Kapazitätskosten (vgl. unten), variable Kosten über Zugkm
V3	Neuerhebung bei den Bahnen	Wie V1
V4	Wie V3	Wie V2

Tabelle 8

Beim Fahrdienst können die Kosten entweder über Kennzahlen aus KNA abgeschätzt werden oder die Daten werden neu bei den Bahnen erhoben. Die verschiedenen Arten der Allokation der Kosten, die beide mit heute verfügbaren Daten berechenbar sind, werden im Kapitel 3.5 miteinander verglichen.

VARIANTEN ZUR ALLOKATION DER KOSTEN: ENERGIE		
	Bestimmung der Höhe der Kosten	Allokation auf PV und GV
V1	Kosten Energieverbrauch gemäss BFS-Statistik	Verteilung gemäss dem Energieverbrauch, der über Kennzahlen aus der KNA abgeschätzt wird ²³
V2	Wie V1	Verteilung gemäss den Trassenpreiseinnahmen für den Energiebezug (Neuerhebung bzw. Zusatzauswertung)

Tabelle 9

Die Allokation der Variante V1 berücksichtigt nicht, dass die Kosten der Energie in der Nacht tiefer sind, während dies in der Variante V2 berücksichtigt wird.

²³ Der Energiebedarf pro Btkm wird dort angegeben für den GV (25 Wh / Btkm) und den PV (28 Wh / Btkm, ausser für Regionalzüge und S-Bahnen (56 Wh / Btkm), die mehr anfahren und bremsen (der Anteil von S-Bahnen und Regionalzügen an den gesamten Btkm kann mit Hilfe des nationalen Personenverkehrsmodells (NPVM) des ARE bestimmt werden)) (Ecoplan 2005, Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr).

VARIANTEN ZUR ALLOKATION DER KOSTEN: LAUFENDER UNTERHALT		
	Bestimmung der Höhe der Kosten	Allokation auf PV und GV
V1	Schätzung basierend auf den Ergebnissen des Forschungsprojekts GRACE bzw. SBB-Daten (vgl. Kapitel 3.3)	Verteilung gemäss den Btkm
V2	Wie V1	Fixe Kosten über den Verteiler für die Kapazitätskosten (vgl. unten), variable Kosten über Btkm
V3	Wie V1	Fixe Kosten über den Verteiler für die Kapazitätskosten, Verteilung der variablen Kosten gemäss einer Vertiefungsstudie (Zugsdichte und mit Aggressivitätsfaktoren 1 gewichtete Btkm),
V4-V6	Neuerhebung bei den Bahnen	Wie V1 bis V3

Tabelle 10

Die in der Variante V1 verwendete Verteilung gemäss den (ungewichteten) Btkm scheint insofern vertretbar, als das Trassenpreissystem beim Unterhalt nicht zwischen verschiedenen Verkehrsarten unterscheidet und jeden Btkm gleich bepreist. Damit werden im Jahr 2003 63.6% dem PV zugeschrieben und 36.4% dem GV.

Alternativ könnten in der Variante V2 auch nur die variablen Kosten über die Btkm verteilt werden, während die Fixkosten den Kapazitätskosten (vgl. unten) zugewiesen werden. Die Varianten V1 und V2 werden im Kapitel 3.5 miteinander verglichen.

Die Variante V3 bedingt eine wissenschaftliche Vertiefungsstudie, welche die Allokation der Kosten genauer untersucht. Diese Allokation bedingt aber auch, dass die Btkm entsprechend der Differenzierung der Aggressivitätsfaktoren erhoben werden können. Bei der Erfassung der Trassenpreise werden die Btkm in relativ starker Differenzierung erhoben. Die Aggressivitätsfaktoren 1 können nur nach PV und GV unterschieden sein, oder aber stärker differenziert sein. Zudem ist auch zu analysieren, welcher Teil der Kosten den Kapazitätskosten zugewiesen werden sollte.

In der Studie müsste auch untersucht werden, wie die Zugsdichte berücksichtigt werden kann. Für einzelne Strecken ist die Zugsdichte bekannt, doch kann die Transportrechnung für die ganze Schweiz nicht auf einzelnen Strecken beruhen. Denkbar wäre allenfalls, die Zugdichte über die Zugkm abzuschätzen.²⁴ Optimal wäre es, wenn es gelingen würde, das Bahnnetz nach der Zugsdichte zu gliedern und entsprechend die Zugkm zu gewichten.

²⁴ Eigentlich ergibt sich die durchschnittliche Zugdichte in der Schweiz als Zugkm geteilt durch die Länge des Schienennetzes. Da die Länge des Schienennetzes jedoch in einem bestimmten Jahr konstant ist, genügt es, die Zugkm zu betrachten.

Der mit Variante V3 verbundene qualitative Sprung in der Kostenallokation im Schienenverkehr ist somit nur mit einigem Ressourcenaufwand umsetzbar.

VARIANTEN ZUR ALLOKATION DER KOSTEN: VERWALTUNG		
	Bestimmung der Höhe der Kosten	Allokation auf PV und GV
V1	Residualgrösse (d.h. Betriebskosten in der Eisenbahnrechnung abzüglich Fahrdienst, Energiebezug und laufender Unterhalt)	Verteilung gemäss den Zugkm
V2	Neuerhebung bei den Bahnen	Verteilung gemäss den Zugkm
V3	Neuerhebung bei den Bahnen	Verteilung gemäss vertiefter Analyse der Kostenbestandteile der Verwaltungskosten

Tabelle 11

Die Verwaltungskosten werden mit den Zugkm auf den PV und GV verteilt, da die Verwaltungskosten weniger vom Gewicht der Züge (und damit von den Btkm) abhängen dürften. Eine andere Aufteilung als gemäss den Zugkm ist nur dann sinnvoll, wenn mit den Bahnen die gesamten Kosten der Infrastruktur detailliert erhoben werden und sich dabei zeigt, dass die verbleibenden Kosten anders aufgeteilt werden sollten (indem z.B. ein Teil der Kosten den fixen Kapazitätskosten zugewiesen wird).

VARIANTEN ZUR ALLOKATION DER KOSTEN: BAULICHER UNTERHALT		
	Bestimmung der Höhe der Kosten	Allokation auf PV und GV
V1	Schätzung basierend auf den Ergebnissen des Forschungsprojekts GRACE bzw. SBB-Daten (vgl. Kapitel 3.3)	Verteilung gemäss den Btkm
V2	Wie V1	Fixe Kosten über den Verteiler für die Kapazitätskosten (vgl. unten), variable Kosten über Btkm
V3	Wie V1	Verteilung gemäss einer Vertiefungsstudie: Zugsdichte und mit Aggressivitätsfaktoren 2 gewichtete Btkm Bestimmung des Anteils der Kapazitätskosten (zur Verteilung vgl. unten)
V4 – V6	Neuerhebung bei den Bahnen	Wie V1 bis V3

Tabelle 12

Die Varianten V1 und V2 sind analog zum laufenden Unterhalt. Die für die Variante V3 nötige Studie wird möglicherweise zeigen, dass die Aggressivitätsfaktoren 1 und 2 identisch gewählt werden können und dass auch die Zugdichte hier gleich eingehen kann wie beim laufenden Un-

terhalt. Die Studie müsste auch zeigen, ob – wie im Strassenverkehr – ein Teil des baulichen Unterhalts zu den fixen Kapazitätskosten zu zählen ist (vgl. unten). Baulicher Unterhalt, der nicht vom Gewicht der Züge abhängt, sondern von der Zahl der Züge oder nur von der Benutzung der Geleise, sollten nicht mit den Btkm verteilt werden, sondern entweder über die Zugdichte bzw. die (gewichteten) Zugkm oder wie unten gezeigt wie die Kapazitätskosten über die (anders gewichteten) Zugkm.

VARIANTEN ZUR ALLOKATION DER KOSTEN: NEU- UND AUSBAU		
	Bestimmung der Höhe der Kosten	Allokation auf PV und GV
V1	Schätzung basierend auf den Ergebnissen des Forschungsprojekts GRACE bzw. SBB-Daten (vgl. Kapitel 3.3)	Verteilung gemäss den Zugkm
V2	Wie V1	Bestimmung der direkten Anteile PV und GV, Restkosten gemäss Zugkm
V3	Wie V1	Verteilung gemäss einer Vertiefungsstudie: Direkte Anteile PV bzw. GV Gewichtung der Zugkm
V4 – V6	Wie V1	Wie V1 bis V3, zusätzliche Analyse wie die Bevorzugung des PV in der Netzzugangsverordnung bei der Allokation zu berücksichtigen ist
V7 – V12	Neuerhebung bei den Bahnen	Wie V1 bis V6

Tabelle 13

Während für die Variante V1 die ungewichteten Zugkm für die Allokation der Kapazitätskosten verwendet werden, wird für die Variante V2 auch untersucht, ein wie grosser Teil der Investitionskosten für Neu- und Ausbau direkt dem PV oder direkt dem GV zugewiesen werden kann. In der Variante V3 wird zusätzlich auch noch analysiert, wie die Zugkm für die Allokation gewichtet werden müssten. Ist z.B. auch das Gewicht der Züge für die Baukosten relevant, so wären allenfalls auch die Btkm bei der Verteilung von Bedeutung. Schliesslich kann die Allokation noch verbessert werden, indem auch untersucht wird, inwiefern die Bevorzugung des PV gegenüber dem GV in der Netzzugangsverordnung bei der Allokation berücksichtigt werden sollte. Entsprechend würde dem PV ein grösserer Teil der Kosten zugesprochen.

Exkurs

Ergänzend sollen hier noch einige Überlegungen zu Verteilung der Kapazitätskosten gemäss den Zugkm angestellt werden: In Prinzip müssten die Neu- und Ausbaukosten entsprechend dem Nutzen verteilt werden, den PV bzw. GV aus dem Bau ziehen. Wer von einem Aus- oder Neubau profitiert, zeigt sich darin, wer auf der neuen Strecke fährt. Wird z.B. eine Einspurstrecke auf eine Doppelspur ausgebaut, könnte untersucht werden, wie viele Züge zusätzlich die Strecke befahren. Nimmt z.B. der GV nicht zu, sondern nur der PV, so könnten die gesamten Investitionskosten dem PV angelastet werden. Nimmt der GV in einem anderen Beispiel neu 30 statt 20 Trassen in Anspruch und der PV neu 100 statt 50 Trassen, so würden $\frac{5}{6}$ dem PV angelastet $((100 - 50) / (100 - 50 + 30 - 20))$ und dem GV $\frac{1}{6}$.

Ein solch detailliertes Verteilungssystem der Investitionskosten ist für einzelne Investitionsobjekte durchführbar. Für die Transportrechnung für die ganze Schweiz ist dies jedoch nicht realistisch. Deshalb muss die Methode vereinfacht werden.

Grob könnten die Investitionskosten eines Jahres auf die absolute Zunahme der Zugkm im PV und GV verteilt werden. Dabei besteht ein Time-lag Problem: Die Investitionen von heute bewirken erst morgen eine Zunahme der Zugkm. Soll aber in der Transportrechnung die Investitionskosten von heute auf den PV und GV aufgeteilt werden, ist noch nicht bekannt, wie sich die Zugkm nach Vollendung des Projektes verändern werden. Deshalb muss notgedrungen angenommen werden, dass die Zunahme in der Vergangenheit auch in der Zukunft zutrifft.

Um die Zunahme der Zugkm in der Vergangenheit zu bestimmen, sollte nicht ein zu kleiner Zeitraum gewählt werden, da Investitionen ebenfalls einen grösseren Zeitraum für Planung und Bau benötigen. In der Praxis ist die Festelegung des Zeitraums von grösserer Bedeutung, da der Anteil der Zunahme des Personenverkehrs von der Wahl des Zeitraums abhängt, da z.B. im Jahr 2005 die Zugkm im PV dank der Eröffnung der 1. Etappe der Bahn 2000 deutlich zugenommen haben, während im Jahr 2004 die Zugkm im GV stark zugenommen haben (von 30.5 Mio. auf 36.4 Mio. Zugkm) und da teilweise die Zugkm auch abgenommen haben. Wird über die vergangenen 15 Jahre (1990 bis 2005) jeweils der Anteil der Zunahme der Zugkm des PV an der gesamten Zunahme der Zugkm im PV und GV ermittelt und wird dabei jeweils mindestens ein Zeitraum von 10 Jahren betrachtet, so schwankt das Ergebnis zwischen 61.3% (1993-2004) und 96.5% (1990-2003).²⁵ Der Durchschnitt über all diese 10-Jahreszeiträume beläuft sich auf 80.5%, was ziemlich genau dem durchschnittlichen Anteil der gesamten (nicht der zusätzlichen) Zugkm in diesen 15 Jahren des PV von 82.2% entspricht (im Jahr 2005 betrug der Anteil der

²⁵ Auswertung der Daten des BFS im Internet.

Zugkm des PV 82.4%). Da die Wahl des richtigen Anteils also etwas willkürlich ist und da der Durchschnitt etwas dem Anteil der gesamten Zugkm entspricht, schlagen wir vor, vereinfachend den Anteil der Zugkm zu verwenden. Damit sind wir wieder bei dem oben vorgeschlagenen einfachen Verteilungssystem gemäss den Varianten V1, V2, V7 oder V8. Nach wie vor könnte aber wie in den Varianten V3 und V9 vorgeschlagen, eine Gewichtung der Zugkm z.B. mit der Geschwindigkeit oder der Zuglänge sinnvoll sein, oder wie in den Varianten V4 bis V6 und V10 bis V12 vorgeschlagen eine Gewichtung der Zugkm aufgrund der Netzzugangsverordnung.

Zudem wäre es natürlich möglich, dass grössere Bauwerke (wie z.B. die NEAT²⁶ oder die Neubaustrecke Mattstetten - Rothrist) einzeln betrachtet werden und die Kosten entsprechend der zusätzlichen Anzahl Züge im PV und GV verteilt werden. Dies dürfte den Aufwand jedoch deutlich erhöhen, auch weil dann die Investitionskosten dieser Projekte über Jahre einzeln geführt werden müssten, so dass auch deren Abschreibungen und Zinskosten jeweils separat verteilt werden können. Deshalb raten wir von einem so differenzierten System eher ab.

3.5. ZWEI MÖGLICHE UMSETZUNGEN DER ALLOKATIONSMETHODEN BASIEREND AUF VORHANDENEN DATEN

3.5.1. BERECHNUNG DER ZWEI METHODEN FÜR 2003

In diesem Abschnitt wird die Aufteilung der Infrastrukturkosten auf den Personen- und Güterverkehr gemäss der oben beschriebenen Methode für das Jahr 2003 vorgenommen. Umgesetzt wird die Variante V1 aus dem Abschnitt 3.4 oben. In gewissen Bereichen (Fahrdienst, laufender und baulicher Unterhalt) ist auch die Variante V2 mit heute verfügbaren Daten berechenbar. Dies wird im Folgenden als Variante 2 dargestellt. Diese beiden Varianten können wie folgt charakterisiert werden:

- › **Variante 1: Methode Verteilung ganzer Kostenbereiche:** In dieser Methode werden die gesamten Kosten eines Kostenbereiches mit dem entsprechenden Allokationsschlüssel zugeteilt.
- › **Variante 2: Methode basierend auf fixen und variablen Kosten:** In dieser Methode werden die Kosten der einzelnen Bereiche zuerst unterteilt in variable und fixe Kosten. Die **variablen Kosten** werden direkt vom Personen- oder Güterverkehr verursacht und **gemäss den entsprechenden Kostentreibern** (Zugkm, Btkm etc.) verteilt. Die **Fixkosten** können nicht direkt dem Personen- oder Güterverkehr angelastet werden. Für die Verteilung dieser Kosten muss eine

²⁶ Die NEAT ist allerdings Teil der Spezialfinanzierungen und deshalb ohnehin nicht in der Transportkostenrechnung enthalten (vgl. Fussnote 16).

Konvention getroffen werden. Da es sich (mehrheitlich) um Kapitalkosten handelt, wird eine **Allokation über die Zugkm** gewählt (zu alternativen Möglichkeiten zur Verteilung der Kapitalkosten (die aber zusätzliche Studien benötigen) siehe Tabelle 13).²⁷

Variante 1: Methode Verteilung ganzer Kostenbereiche

Das Ergebnis für das Jahr 2003 ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

VERTEILUNG DER INFRASTRUKTURKOSTEN AUF DEN PERSONEN UND GÜTERVERKEHR: METHODE ANALOG STRASSENVERKEHR FÜR 2003							
Kostenbestandteil	Verteilschlüssel		Kosten				
	Name	PV	GV	Total	PV	GV	Anteil PV
Betriebskosten				2'542.5	2'033.0	509.5	80.0%
Fahrdienst	Zugkm (in Mio.)	147.2	30.5	260.0	215.4	44.6	82.8%
Energieverbrauch	geschätzter Energieverbrauch (in Mio. kWh)	1'603.0	615.0	227.4	164.3	63.1	72.3%
Laufender Unterhalt	Btkm (in Mio.)	42'937	24'601	255.8	162.6	93.2	63.6%
Verwaltung	Zugkm (in Mio.)	147.2	30.5	1'799.4	1'490.7	308.7	82.8%
Kapitalkosten				1'721.3	1'382.7	338.6	80.3%
Baulicher Unterhalt	Btkm (in Mio.)	42'937	24'601	224.6	142.8	81.8	63.6%
Neu- und Ausbau	Zugkm (in Mio.)	147.2	30.5	1'496.7	1'240.0	256.8	82.8%
Gesamttotal				4'263.8	3'415.7	848.1	80.1%

Tabelle 14

Damit die Berechnung mit Blick auf eine allfällige Umsetzung in der Transportrechnung nachvollzogen werden kann, wird sie untenstehend im Detail erläutert. **Die Ausführungen richten sich an unmittelbar Interessierte.** Die übrigen Leserinnen und Leser können sie überspringen.

- › Die **Verteilschlüssel Zugkm und Btkm** können direkt vom BFS übernommen werden.
- › Der **Verteilschlüssel Energieverbrauch** konnte hier nur grob geschätzt werden. Ohne grossen Aufwand kann aus dem nationalen Personenverkehrsmodell (NPVM) die Zahl der Btkm ermittelt werden. Der Verbrauch beträgt im Güterverkehr 25 Wh / Btkm bzw. im Personenverkehr 28 Wh / Btkm (ausser für Regionalzüge und S-Bahnen: 56 Wh / Btkm). Für diese Beispielrechnung haben wir uns auf eine Grobschätzung des Energieverbrauchs basierend auf den Grundlagen des Infrass-Verkehrsmodells abgestützt, welches für die Bewertung des Anschlusses der Schweiz an den Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV-Anschluss) verwendet wurde.²⁸

²⁷ Es wäre auch denkbar, die Kosten gleich zu verteilen wie die variablen Kosten oder gemäss den Btkm. Dies scheint jedoch weniger geeignet zu sein.

²⁸ Ecoplan (2004), Wirtschaftlichkeit des HGV-Ostanschlusses: Zürich – Schaffhausen.

Diese Auswertungen zeigen, dass etwa ein Drittel der Btkm von Regionalzügen und S-Bahnen zurückgelegt wird. Das in der Tabelle ausgewiesene Ergebnis in Mio. kWh ist gegenüber den BFS-Angaben zum Energieverbrauch etwas zu tief (der Gesamtenergieverbrauch gemäss BFS liegt um 4% höher – hier ist jedoch nur die Verteilung PV – GV relevant).

Bei einer allfälligen künftigen Berechnung durch das BFS im Rahmen der Transportrechnung könnte die Verteilung der Btkm im Personenverkehr aus dem NPVM ermittelt werden. Noch besser wäre es, wenn direkt die Trassenpreiseinnahmen für den Energiebezug bei den Bahnen erfragt werden könnte (vgl. Tabelle 9).

- › Die **Gesamtkosten des Fahrdienstes** werden aufgrund des Kostensatzes gemäss Abschnitt 3.3 abgeschätzt: Der dort ermittelte Kostensatz für das Jahr 2000 beträgt 1.474 CHF / Zugkm. Dieser wird zuerst mit dem Konsumentenpreisindex auf 2003 angepasst. Zudem wird aufgrund der Automatisierung eine jährliche reale Abnahme von 1% erwartet. Damit ergibt sich ein Kostensatz von 1.463 CHF / Zugkm, welcher mit den Zugkm im Personen- und Güterverkehr aus der BFS-Statistik hochgerechnet wird. Es ergeben sich Kosten von 260 Mio. CHF.
- › Die **Kosten des Energieverbrauchs** können direkt der BFS-Statistik entnommen werden und betragen 227 Mio. CHF.²⁹
- › Die Berechnung der **Kosten für den laufenden Unterhalts** beruht auf den Angaben aus dem Abschnitt 3.3, wonach die Jahreskosten rund 256 Mio. CHF betragen.
- › Die **Kosten der Verwaltung** ergeben sich schliesslich aus der Differenz der in der Eisenbahnrechnung ausgewiesenen Betriebskosten von 2'542.5 Mio. CHF und den in den vorangehenden Absätzen ermittelten Kosten für Fahrdienst, Energieverbrauch und laufenden Unterhalt. Die Verwaltung verursacht somit Kosten von 1'799 Mio. CHF.³⁰
- › In Abschnitt 3.3 wurde gezeigt, dass die **Kosten für den baulichen Unterhalt** rund 13% der Kapitalkosten ausmachen. Die Kapitalkosten können direkt aus der Eisenbahnrechnung entnommen werden (Tabelle 3, volkswirtschaftliche Rechnung). Die restlichen 87% der Kapitalkosten entfallen somit auf den Neu- und Ausbau.
- › **Aktualisierung:** Die Berechnung für weitere Jahre (2004, 2005, ...) ergibt sich automatisch aus der Beschreibung des Berechnungswegs: Es werden jeweils die Daten der Zugkm, Btkm, Energiekosten und Kosten aus der Eisenbahnrechnung etc. für das betrachtete Jahr verwendet. Bei der Verteilung der Btkm auf den Regionalverkehr und den restlichen Personenverkehr

²⁹ BFS-Hompage (<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/07/02/02.Document.64941.xls> 22.4.2008).

³⁰ Nach Meinung des BAV sind die gesamten in der Eisenbahnrechnung ausgewiesenen Betriebskosten und damit auch die Kosten der Verwaltung jedoch zu hoch (Aussage an einer Sitzung mit Vertretern des BAV vom 6.5.2008).

muss möglicherweise eine Kennzahl bestimmt werden, die für mehrere Jahre verwendet wird. Die Kosten des laufenden Unterhalts sind ein Durchschnitt über drei Jahre, da diese Kosten von Jahr zu Jahr schwanken. Dieser Wert kann konstant gelassen werden (solange die Kosten nicht direkt bei den Bahnen erhoben werden).

Wie die Berechnungen zeigen, führt diese Methode zu einem **Anteil des Personenverkehrs** an den Kosten der Infrastruktur von **80.1%**. Entsprechend beträgt der **Anteil des Güterverkehrs** **19.9%**. Es resultiert also eine stärkere Belastung des Personenverkehrs als in der letzten Transportrechnung ausgewiesen (72%, vgl. Abschnitt 3.1.2).

Variante 2: Methode basierend auf fixen und variablen Kosten

Variante 2 setzt voraus, dass für die verschiedenen Kostenbereiche die fixen und variablen Bestandteile ermittelt werden (vgl. dazu Kapitel 5.3.2 dieser Studie). Anschliessend werden die fixen Kosten über die Zugkm verteilt und die variablen Kosten über die entsprechenden Kostentreiber. Die Verteilschlüssel sind dieselben wie bei der Variante 1. Die Aufteilung der Kosten in fixe und variable wird in Abschnitt 5.3.2 hergeleitet. Die Zahlen in der Spalte „Kosten Total“ von Tabelle 15 werden aus Abschnitt 5.3.2 übernommen.³¹ Die übrigen Zahlen in der Tabelle lassen sich auf dieser Basis berechnen.³²

Das Ergebnis liegt nahe beim Ergebnis der Methode analog Strassenverkehr (Variante V1 oben): Anstatt 80.1% sind es hier **81.5%**, die dem **Personenverkehr** angelastet werden, Beim **Güterverkehr** resultieren entsprechend **18.5%**. Bei den variablen Kosten werden 70.7% dem Personenverkehr angelastet, die fixen Kosten gehen zu 82.8% zulasten des Personenverkehrs.

³¹ In Kapitel 5.3.2 werden zwei Varianten für die Aufteilung auf fixe und variable Kosten ermittelt: Wir halten uns hier an die Variante 2 (gemäss Trassenpreissystem), obwohl die korrekte Verteilung noch offen ist.

³² Wiederum ist anzumerken, dass nach Meinung des BAV die gesamten Betriebskosten und damit auch die Fixkosten und die gesamten Kosten zu hoch sind (Aussage an einer Sitzung mit Vertretern des BAV vom 6.5.2008).

**VERTEILUNG DER INFRASTRUKTURKOSTEN AUF DEN PERSONEN UND GÜTERVERKEHR:
METHODE BASIEREND AUF FIXEN UND VARIABLEN KOSTEN FÜR 2003**

Kostenbestandteil	Name	Verteilschlüssel		Kosten			
		PV	GV	Total	PV	GV	Anteil PV
Variable Kosten				467.33	330.58	136.75	70.7%
Fahrdienst	Zugkm (in Mio.)	147.2	30.5	71.1	58.9	12.2	82.8%
Energieverbrauch	geschätzter Energieverbrauch (in Mio. kWh)	1'603.0	615.0	227.4	164.3	63.1	72.3%
Laufender und baulicher Unterhalt	Btkm (in Mio.)	42'937	24'601	168.8	107.3	61.5	63.6%
Fixe Kosten	Zugkm (in Mio.)	147.2	30.5	3'796.5	3'145.1	651.3	82.8%
Gesamttotal				4'263.8	3'475.7	788.1	81.5%

Tabelle 15

3.5.2. WÜRDIGUNG DER BEIDEN METHODEN

Die beiden oben angewandten Varianten – die Methode Verteilung ganzer Kostenbereiche und die Methode basierend auf fixen und variablen Kosten – sind in vielen Bereichen identisch. Im Folgenden konzentrieren wir uns auf die Unterschiede:

- › Im **Fahrdienst** werden in der Variante 1 die gesamten Kosten des Fahrdienstes über die Zugkm verteilt, in der Variante 2 jedoch nur die deutlich tieferen variablen Kosten. Dieser Unterschied ist jedoch nicht relevant, da in Variante 2 alle Fixkosten – und damit auch die Fixkosten des Fahrdienstes – ebenfalls über die Zugkm verteilt werden. Ob also mit 260 oder 71 Mio. CHF gerechnet wird, hat lediglich Auswirkungen auf die Verteilung der variablen Kosten in der Variante 2, aber nicht auf das Gesamtergebnis.
- › In der Variante 1 werden die gesamten Kosten des **Unterhalts** (laufender und baulicher Unterhalt) über die Btkm verteilt, in der Variante 2 nur die variablen Kosten. Die Frage ist also, ob die Fixkosten des Unterhalts mit den Btkm oder den Zugkm verteilt werden sollten. Für die Btkm spricht, dass im Unterhalt die Btkm als Kostentreiber gelten (Umfang des Unterhalts). Für die Zugkm spricht, dass fixe Kosten dadurch verursacht werden, dass überhaupt gefahren wird. Diese Frage kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Dafür braucht es eine **Vertiefungsstudie**, in welcher Umfang und Zusammensetzung der Fixkosten genauer analysiert werden.

Falls keine Vertiefungsstudie möglich ist bzw. bevor diese verfügbar wird, tendieren wir von der Methodik her zu Variante 2. Dies auch, weil Variante 2 besser mit dem Trassenpreissystem der Schweiz übereinstimmt.

3.6. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

In diesem Kapitel wurden ausgehend von der Allokationsmethode im Strassenverkehr verschiedene Varianten zur Aufteilung der Infrastrukturkosten auf den Personen- und Güterverkehr hergeleitet. Wie sich zeigt, sind für eine wissenschaftlich gut abgestützte Allokationsmethodik viele Daten und Informationen zu den angezeigten Allokationsschlüsseln notwendig, welche derzeit nicht vorliegen oder zumindest nicht öffentlich zugänglich sind.

Die Ausführungen in Abschnitt 3.5 haben aber auch gezeigt, dass auf der Basis der vorhandenen Daten und Informationen eine Aufteilung grundsätzlich möglich ist. Dabei handelt es sich aber klarerweise um ein pragmatisches Vorgehen, welches aus wissenschaftlicher Sicht einige Ansatzpunkte für Kritik aufweist. Das BFS muss entscheiden, ob die in Abschnitt 3.5 dargestellte Methodik für eine offizielle Statistik ausreichend gut abgestützt ist.

So ist bspw. unbefriedigend, dass der Grossteil der Betriebskosten der Infrastruktur – die Residualgrösse „Verwaltungskosten“ – nicht genauer erfasst werden kann. Diese Kosten werden in den obigen Berechnungen bei beiden Methoden über Zugkm verteilt und damit relativ stark dem Personenverkehr angelastet. Eine genauere Untersuchung der Kostenstruktur der Infrastruktur würde erlauben, diese Kosten weiter aufzuteilen. Es wäre möglich, dass ein Teil dieser Kosten besser mit anderen Schlüsseln als den Zugkm verteilt wird. Mit dem vorhandenen Datenmaterial ist dies jedoch nicht ermittelbar.

Hinzu kommt, dass seitens Vertretern des BAV die Meinung vertreten wird, dass die in der Eisenbahnrechnung ausgewiesenen Betriebskosten insgesamt zu hoch sind. Auch von dieser Seite stellt sich die Frage eines Handlungsbedarfs für weitere Vertiefungsarbeiten.

Auch im Bereich des Neu- und Ausbaus bzw. der Kapazitäts- oder Fixkosten könnten vertiefende Analysen einen grossen Einfluss auf das in Abschnitt 3.5 ausgewiesene Ergebnis haben, da dieser Bereich zusammen mit der Verwaltung mit Abstand am meisten Kosten verursacht.

Im Sinne einer **Zwischenlösung** (keine wissenschaftlichen Vertiefungsstudien, aber auch kein Abstellen auf das pragmatische Vorgehen gemäss Abschnitt 3.5 ohne zusätzliche Plausibilisierung der Ergebnisse) wäre es sinnvoll, die pragmatische Allokationsmethodik gemäss Abschnitt 3.5 mit Experten (Vertreter von Bahnunternehmen, ingenieur-wissenschaftliche Experten) zu diskutieren und allenfalls zu bereinigen. Erst nach einem solchen Verifizierungsschritt könnte entschieden werden, ob die beschriebene Allokationsmethodik fachlich ausreichend abgestützt ist, um in einer offiziellen Statistik angewandt zu werden. Zu diskutieren wären insbesondere die folgenden Punkte:

- › **Verifizierung** der vorgenommenen Einteilung bei den **Kostenkategorien** und **Höhe der Kosten** (Methodikschritt 1)
- › **Identifikation der zentralen Kostentreiber** innerhalb der einzelnen Kostenkategorien (Methodikschritt 2)

Bezüglich der in Abschnitt 3.4 gemachten Vorschläge für **Vertiefungsstudien** sind folgende **Empfehlungen** abzugeben:

- › Aufgrund der geäusserten Zweifel des BAV an der Datenqualität und weil teilweise nur Schätzungen für die Kosten vorliegen, wäre es grundsätzlich wünschenswert, aus **den Buchhaltungen der Bahnen genauere Zahlen** direkt zu erheben bzw. die vorhandenen Daten zu verifizieren und dabei die Daten teilweise (Verwaltung) auch gleich weiter zu differenzieren. Damit könnten die Datenqualität der Höhe der Kosten in allen Bereichen verbessert werden (jeweils linker Teil der Tabelle 8 bis Tabelle 13). Das BFS wird sich überlegen müssen, ob der Handlungsbedarf gross genug ist, um hier entsprechende Vorschläge für Massnahmen zu entwickeln. Mit Blick auf die Umsetzung solcher Massnahmen muss davon ausgegangen werden, dass sich die Interessenlagen des BFS und der betroffenen Bahnen unterscheiden werden.
- › Die so bestimmten einzelnen Kostenbereiche der **Verwaltungskosten** könnten dann (pragmatisch aufgrund der Kenntnis der Kostenbestandteile oder nach einer vertieften Analyse³³) mittels verschiedener Allokationsschlüssel (je nach Kostenbereich) auf den Personen- und Güterverkehr aufgeteilt werden.
- › Die Trassenpreiseinnahmen aus dem Energieverbrauch sollten bei den Bahnen bereits nach Personen- und Güterverkehr differenziert vorliegen. Damit kann mit sehr geringem Aufwand der Verteilschlüssel für die **Energiekosten** verbessert werden.
- › Bei der Berechnung der Aufteilung mit verfügbaren Daten wurden zwei Varianten unterschieden, die sich jedoch nur in einem Punkt unterscheiden, nämlich in der Behandlung der fixen Unterhaltskosten. Deshalb könnte sich eine Vertiefungsstudie im **Bereich laufender und baulicher Unterhalt** lohnen, um diese Unsicherheit zu klären. Dabei genügt es, die Kosten des Unterhalts in seine Bestandteile aufzuteilen und für jeden Bestandteil zu betrachten, wie er sinnvollerweise auf Personen- und Güterverkehr aufgeteilt werden kann. Dies ist mit relativ geringem Aufwand möglich.

³³ Es könnten z.B. zusätzliche Personen der SBB beigezogen werden, welche besser abschätzen können, welche Allokationsschlüssel für die einzelnen Kostenbestandteile sinnvoll sind.

- › Eine noch bessere Aufteilung der Unterhaltskosten (laufender und baulicher Unterhalt), in der auch die **Zugdichte, Aggressivitätsfaktoren etc.** berücksichtigt werden, kann nur mit einer aufwändigen wissenschaftlichen Studie erreicht werden.
- › Da es sich bei einem Grossteil der Kosten um kurzfristig fixe **Kapazitätskosten** handelt, wäre eine Studie, welche die Aufteilung dieser Kosten genauer unter die Lupe nimmt, zu empfehlen, da die einfache Zuteilung über die Zugkm verschiedene (möglicherweise wichtige) Zusammenhänge nicht abbilden kann (direkte Anteile PV und GV, Gewichtung Zugkm, Bevorzugung des PV in der Netzzugangsverordnung). Auch eine solche Vertiefungsstudie dürfte aber relativ aufwändig sein.

4. EINBEZUG DER STAU- UND VERSPÄTUNGSKOSTEN

4.1. AUSGANGSLAGE UND METHODISCHE FRAGEN

Staukosten im Strassenverkehr

Die Staukosten des Strassenverkehrs entstehen durch die Überlastung im Netz oder durch andere Ursachen (wie z.B. Unfälle oder ausserordentliche Ereignisse). Sie erhöhen insbesondere die Zeitkosten der Verkehrsteilnehmer, was zu volkswirtschaftlichen Einbussen führt. Ein wichtiger Effekt ist auch der Einfluss von Stau auf die Fahrplansicherheit des öffentlichen Strassenverkehrs in Spitzenzeiten. Mit der aktuellen Studie des ARE (INFRAS 2007) sind die Staukosten für den Zeitpunkt 2005 aktualisiert worden. Berechnet wurden die Gesamtkosten. Methodisches Kernelement ist die Ermittlung von Zeitverlusten und weiteren Folgekosten auf Basis der Schweizerischen Staustatistik. Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse:

STAUKOSTENSCHÄTZUNG 1995, 2000 UND 2005			
	1995	2000	2005
Zeitkosten	1028	911	1240
Energiekosten	29	61	84
Umweltkosten	5	14	20
Unfallkosten	68	115	121
Total Staukosten	1130	1102	1464
<i>davon PW</i>	1'092	832	1'054
<i>davon LI</i>	(bei PW)	131	184
<i>davon LW</i>	38	138	225
Index (1995 = 100)	100	98	130
Total Sensitivität (ohne kleinste Zeitverluste)	732	974	1'093

Tabelle 16 in Mio. CHF; Quelle: INFRAS 2007

Verspätungskosten im Schienenverkehr

Die Verspätungskosten im Schienenverkehr können verschiedene Ursachen haben (exogen verursacht, durch Bahnsystem verursacht, Verkehrsbezogen, Infrastrukturbezogen). Zu unterscheiden sind betriebswirtschaftliche Folgekosten (Einbussen beim Betreiber, z.B. Ertragsausfälle, Dispositions- und Reparaturkosten) und volkswirtschaftliche Kosten (Zeitverluste, Einbussen bez. Zuverlässigkeit). INFRAS und Ecoplan haben zuhanden der SBB Infrastruktur eine Studie ausgearbeitet, die die Methodik differenziert hat und Detailkosten für 2006 ausweist. Die wichtigste Datenquelle ist die ErZu Statistik der SBB, die alle Verspätungen nach Ursachencodes registriert. Daraus ergeben sich die Verspätungsminuten pro Zug. Mit Hilfe der Frequenzstatis-

tik können diese Zeitverluste in Personenstunden umgerechnet werden, was die Basis für die Bewertung bildet.

GESAMTKOSTEN BETRIEBSSTÖRUNGEN 2006 (IN MIO. CHF) ALLE URSACHEN				
Kostenkategorie	Störungsursache			
	EVU's	Infrastruktur	Externe/ Verschiedenes	Total
Betriebswirtschaftliche Kosten	50	34	10	94
Volkswirt. Kosten: Verspätungskosten	146	38	24	207
Volkswirt. Kosten: Unfallkosten	3	5	87	95
Gesamtkosten	199	77	120	397

Tabelle 17

EVU's: Durch Bahnbetrieb verursacht

Infrastruktur: Durch Infrastruktur verursacht (Gleiskörper, Signalisation)

Quelle: SBB INFRAS/Ecoplan 2007

Methodische Fragen

Die Ergebnisse der Stau- und Verspätungskosten sind zur Zeit nicht in die Transportrechnung integriert. Es stellen sich folgende Fragen:

1. Wie sind die Ergebnisse im Vergleich zu den anderen Kostenarten zu interpretieren? Wer sind die Kostenträger? Welcher Anteil ist intern bzw. extern?
2. Ist die gewählte Methodik für die Transportrechnung tauglich?
3. Wie sollen die Stau- und Verspätungskosten in der Transportrechnung dargestellt werden?
4. Wie können die Ergebnisse mit vernünftigen Aufwand fortgeschrieben werden?

4.2. INTERPRETATION DER STAU- UND VERSPÄTUNGSKOSTEN

Staukosten im Strassenverkehr

Wie im Aktualisierungsbericht (INFRAS 2007) aufdatiert, handelt es sich bei einem Grossteil der Staukosten um Kosten, die innerhalb des Verkehrssystems anfallen.

- › Die Zeitkosten (85%) und die zusätzlichen Energiekosten (5%) des Individualverkehrs sind aus individueller Sicht (Sicht Verkehrsteilnehmer) zum Teil externe Kosten, die sich die einzelnen Verkehrsteilnehmer gegenseitig anlasten. Insgesamt (Sicht Verkehrsträger) sind die Kosten jedoch intern. Dies gilt grundsätzlich auch für die (in der Studie nicht separat ausge-

wiesenen) Verspätungsfolgekosten für den öffentlichen Strassenverkehr, wenn man argumentiert, dass dieser nicht a priori prioritär behandelt werden muss.³⁴

- › Die Umwelt- und Unfallfolgekosten (10%) sind externe Kosten für die Allgemeinheit. Allerdings sind diese Kosten grundsätzlich bereits in den jeweiligen Schätzungen der Unfallkosten und der Umweltkosten (Luftverschmutzung, Lärm, Klima) berücksichtigt. Mit der Zuordnung zu den Staukosten wird insbesondere der Kausalitätsbezug hergestellt.

Die ARE-Studie zeigt den Anteil der externen Kosten nicht auf. Tatsächlich ist es mit dem gewählten Top Down Ansatz auch nicht möglich, den externen Anteil direkt zu berechnen.

Stellt man die Kosten in Relation zur aktuellen Ausgestaltung der Transportrechnung, sind folgende Punkte zu beachten:

- › Die Transportrechnung weist die Sicht ‚Verkehrsträger‘ aus. Aus dieser Optik sind die alle Zeitkosten intern.
- › Die Transportrechnung weist die Zeitkosten des Individualverkehrs (v.a. PW) nicht aus. In den Betriebskosten (Betrieb Verkehrsmittel) sind nur die für das Fahrzeug anfallenden Kosten berücksichtigt (Abschreibung, Energie, Versicherung etc.). Anders ist es im Strassengüterverkehr, wo die Chauffeurkosten (als monetärer Gegenwert der Zeitkosten) berücksichtigt sind. Bei einer Integration in die Transportrechnung stellt sich also die Frage, ob es sinnvoll ist, nur Zeitverluste (bzw. Staukosten), nicht aber die gesamten Zeitkosten des Individualverkehrs einzubeziehen.
- › Da die staubedingten Betriebs-, Unfallfolge- und Umweltkosten bereits in den jeweiligen Kostenarten in die Transportrechnung integriert sind, ergibt sich diesbezüglich kein Handlungsbedarf. Vor allem zwischen Unfällen und Stau ergibt sich eine wechselseitige Kausalität. In der Regel führen eher Unfälle zu Staukosten als umgekehrt.
- › Die Frage ob die Kosten extern oder intern sind, stellt sich bei den Staukosten ähnlich wie bei den Unfallkosten, mit dem Unterschied, dass für die aus Verkehrsteilnehmersicht externen Kosten keine konkreten Schätzungen vorliegen.

³⁴ Wenn der öffentliche Verkehr als das zu priorisierende Verkehrsmittel im Strassenverkehr betrachtet wird, können alle Verspätungskosten als extern betrachtet werden. Diese Sichtweise könnte allenfalls für die größeren Städte angewendet werden, wo auch die Lichtsignalanlagen den öffentlichen Verkehr priorisieren.

Schienenverkehr

Bei den Verspätungskosten im Schienenverkehr handelt es sich um Kosten, die insbesondere aufgrund von Störungen im Bahnbetrieb anfallen. Diese können exogen (z.B. Betreiber im Ausland, Wetter etc.) oder direkt durch die Bahn verursacht werden. Im Unterschied zu den Staukosten im Strassenverkehr ist der Bezug zur Überlastung der Verkehrsnetze indirekt. Bei einzelnen Störursachen (z.B. Betriebsstörungen im Agglomerationsverkehr) führt die hohe Verkehrsdichte zu hohen Kostenfolgen. Es handelt sich demnach (anders als bei den Staukosten im Strassenverkehr) nicht um Knappheitskosten.

Bei den betriebswirtschaftlichen Folgekosten handelt es sich um interne Kosten, die direkt bei den EVU anfallen. Die volkswirtschaftlichen Folgekosten fallen bei den Passagieren (Zeitkosten) und bei der Allgemeinheit (Unfälle) an und können aus Sicht der EVU als extern bezeichnet werden.

Bei der Integration in die Transportrechnung stellen sich ähnliche Fragen wie bei den Staukosten im Strassenverkehr. Die zusätzlichen Betriebskosten bei den EVU sind grundsätzlich in den Ergebnissen der Eisenbahnrechnung bereits berücksichtigt. Auch hier ist zu beachten, dass die Zeitkosten der Passagiere in der Transportrechnung nicht berücksichtigt sind. Eine Integration der Verspätungskosten würde deshalb nur die zusätzlichen Zeitkosten darstellen.

Die in der SBB-Studie ausgewiesenen Unfallkosten sind analog wie beim Strassenverkehr ebenfalls bereits in der Transportrechnung berücksichtigt.

4.3. ZWECKMÄSSIGKEIT DER GEWÄHLTEN METHODIK

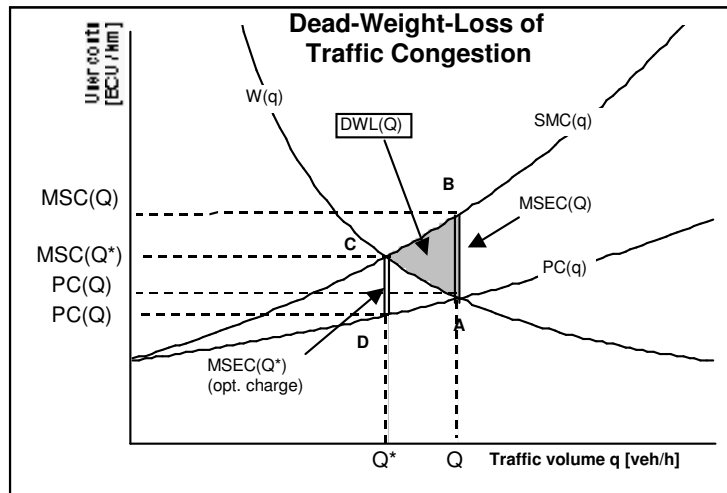
4.3.1. STRASSENVERKEHR

Die in INFRAS (2007) gewählte Methodik ist transparent und folgt den gängigen Empfehlungen für die Berechnung der gesamten Staukosten und soll an dieser Stelle nicht hinterfragt werden. Aktuell werden auf EU-Ebene Grundlagen für die Berechnung der externen Kosten erarbeitet (CE/INFRAS 2008). Weil sich diese in erster Linie auf die Frage der optimalen Bepreisung des Verkehrs beziehen, steht nicht der Totalkosten-, sondern der Grenzkosten-Ansatz im Vordergrund. Anders als bei den Totalkosten ist es beim Grenzkostenansatz möglich, zwischen internen und externen Grenzkosten zu unterscheiden.

Grenzkostenansatz Staukosten

Die Grenzkosten beziehen sich auf bestimmte Strassenabschnitte und bezeichnen zusätzliche Staukosten aufgrund zunehmender Knappheit. Das folgende Schema zeigt die Logik.

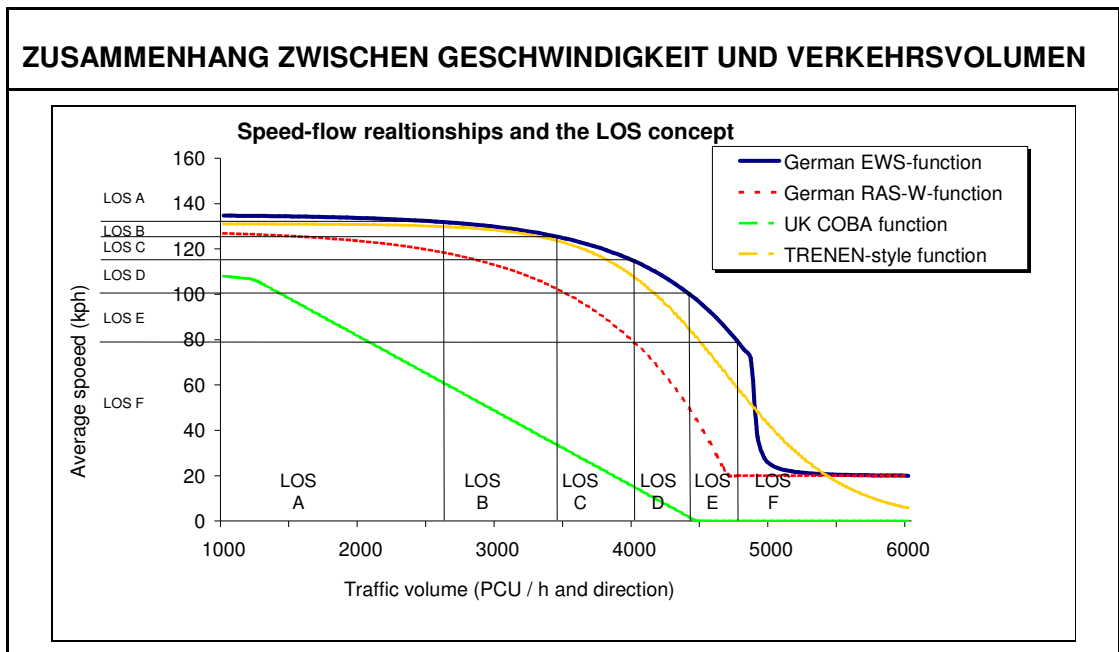
GRENZ- UND DURCHSCHNITTSKOSTEN IM STAU



Figur 6 $W(q)$ bezeichnet die Nachfragekurve, während $PC(q)$ die Durchschnittskosten und $SMC(q)$ die Grenzkosten in Abhängigkeit zum Verkehrsaufkommen darstellt. Bei steigenden Durchschnittskosten steigen die Grenzkosten überproportional.

Die Differenz zwischen Grenzkosten und Durchschnittskosten stellt die externen Kosten dar. AB bezeichnet die Grenzkosten bei bestehenden Verkehrsvolumen Q , CD bezeichnet die Grenzkosten im Optimum und entspricht gemäss ökonomischer Wohlfahrtstheorie der optimalen Stauabgabe. Die Fläche ABC zeigt den Wohlfahrtsverlust (dead weight loss) auf, der ohne optimale Bepreisung beim Verkehrsvolumen Q anfällt.

Die Herleitung der beiden Kostenkurven ist ein mathematischer Schritt und beruht auf empirischen Grundlagen zum Zusammenhang von Geschwindigkeit und Verkehrsvolumen. Die folgende Abbildung zeigt einige Beispiele aus dem Ausland.



Figur 7 Quelle: Handbook for the estimation of external cost (CE/INFRAS 2008)

Für die Schweiz werden ähnliche Zusammenhänge verwendet (Grundlagen zur Kapazitätsbestimmung einzelner Strassen gemäss VSS-Normen). Die Herleitung der externen Staukosten erfolgt nach folgender Formel.

$$MEC_{Cong}(Q) = \frac{VOT \cdot Q}{v(Q)^2} \cdot \frac{\partial v(Q)}{\partial Q}$$

With: VOT: Value of Time (€ / veh.-hour)
 Q: Current traffic level (veh./hour)
 v(Q): Speed-flow-function (km/hour)
 MEC_{Cong}: Marginal external congestion costs

Quelle: Handbook for the estimation of external cost (CE/INFRAS 2008)

Berechnung der externen Gesamtkosten auf Basis Grenzkostenansatz

Grundsätzlich ist es denkbar, auf Basis des skizzierten Grenzkostenansatzes den externen Anteil der Staukosten zu berechnen. Allerdings wäre eine völlig neue Berechnungsweise der Gesamtkosten notwendig. Der Ansatz würde folgenden Schritten folgen:

- › Ermittlung von typischen Kostenkurven (Durchschnittskosten; Grenzkosten) für typischer Verkehrsverhältnisse in der Schweiz, auf Basis von ‚Speed-Flow- Zusammenhängen.³⁵
- › Zuordnung der Kostenkurven auf staugefährdete Links in der Schweiz auf Basis von Verkehrsmodelldaten.
- › Berechnung der Flächen unter den Kostenkurven (Durchschnittskosten/Grenzkosten) bei der jeweiligen Verkehrssituation.
- › Aggregation der Kosten für die Schweiz: Die Gesamtkosten ergeben sich durch das Integral unter den Grenzkostenkurven. Der externe Anteil ist die Differenz zwischen der Fläche unter den Grenzkosten und der Fläche der Durchschnittskosten.

Dieser ‚bottom up‘ Ansatz müsste also die Staukosten pro Abschnitt hochrechnen. Ein solcher Ansatz ist gewählt worden bei der Ermittlung der gesamten Staukosten in Europa in INFRAS/IWW (2005). Er unterscheidet sich vom bisher angewendeten Ansatz in folgender Hinsicht:

- › Er ist ‚bottom up‘ und beruht auf Verkehrsmodelldaten, nicht auf der Staustatistik (Modellbasierter Ansatz).
- › Die Ermittlung der externen Kosten ist künstlich, auf Basis von typischen Kostenverläufen. Die Aggregat von Grenzkosten ist eine ‚methodische Krücke‘ um die Unterschiede zwischen Grenz- und Durchschnittskosten sichtbar zu machen.

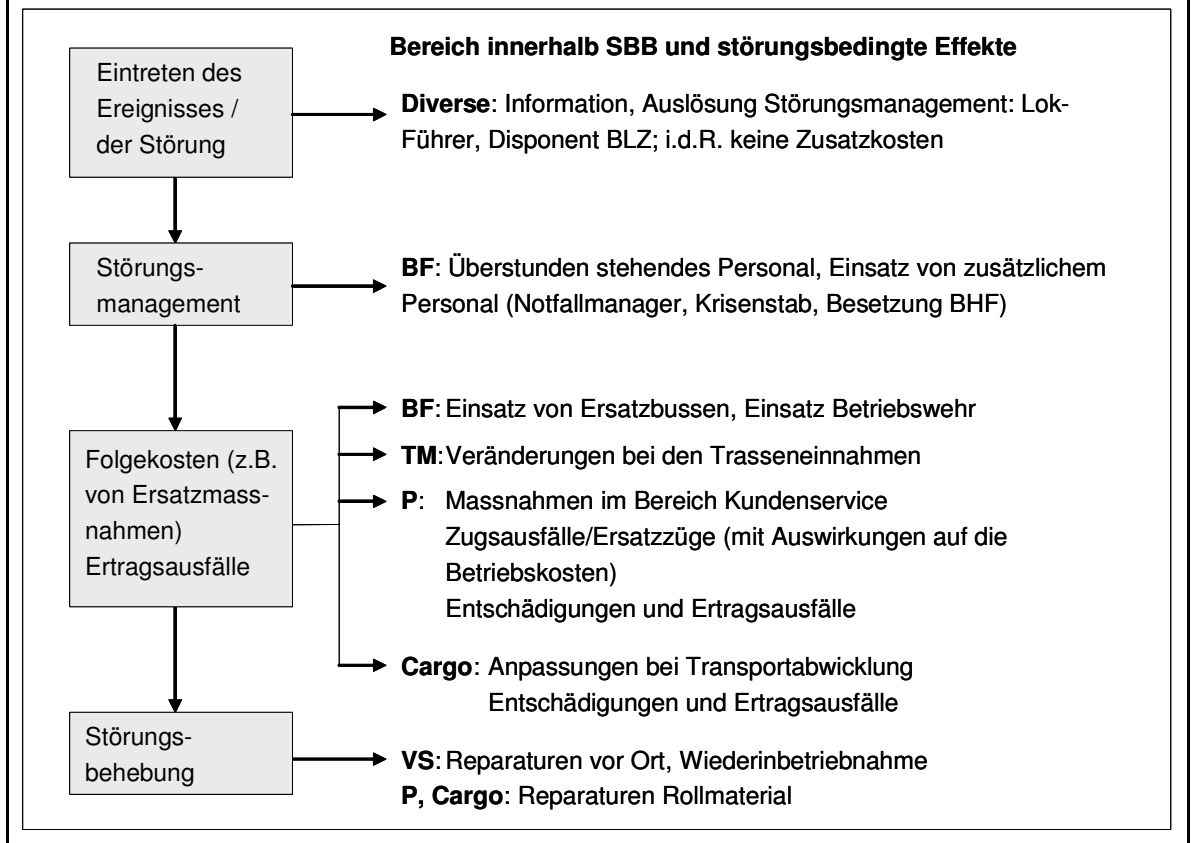
Denkbar wäre aber auch eine vereinfachte Methode, die anhand von typischen Relationen (Stichprobe) nur den Unterschied zwischen Durchschnittskosten und Grenzkosten ermittelt und so einen allgemeingültigen Anteil an externen Kosten (an den bisher berechneten Staukosten) berechnet. Methodisch würden so zwei verschiedene Ansätze künstlich zusammengeführt.

4.3.2. SCHIENENVERKEHR

Im Schienenverkehr ist die in der Studie SBB/INFRAS/ECoplan (2007) angewendete Methodik sehr differenziert. Die folgenden Figuren zeigen die wesentlichen Schritte:

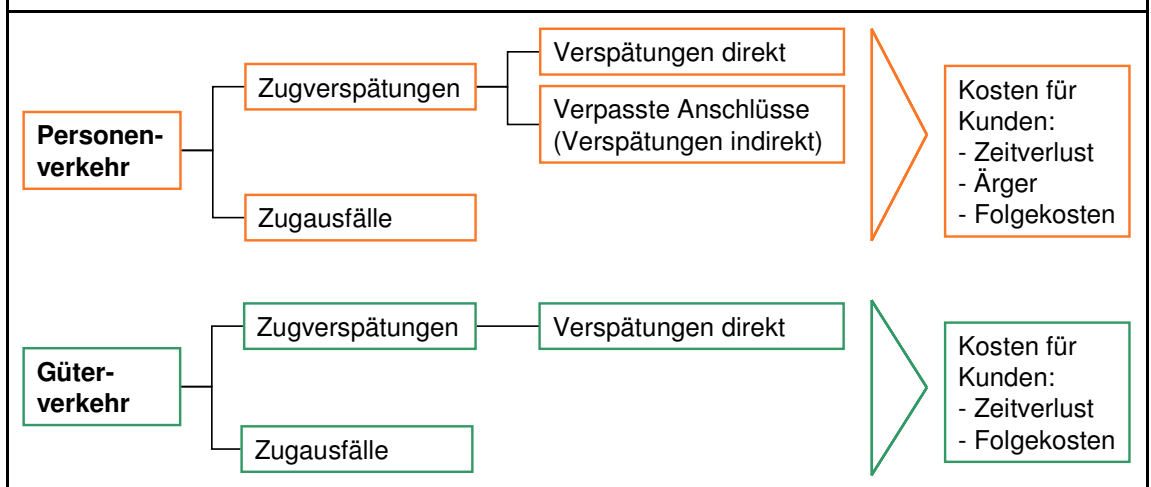
³⁵ Denkbar wäre hier der Einsatz von sog. Mikro-Simulationen in Verkehrsmodellen. Solche Modelle zeigen den Verkehrsfluss anhand von einzelnen Fahrzeugen auf.

BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE EFFEKTE EINER BETRIEBSSTÖRUNG

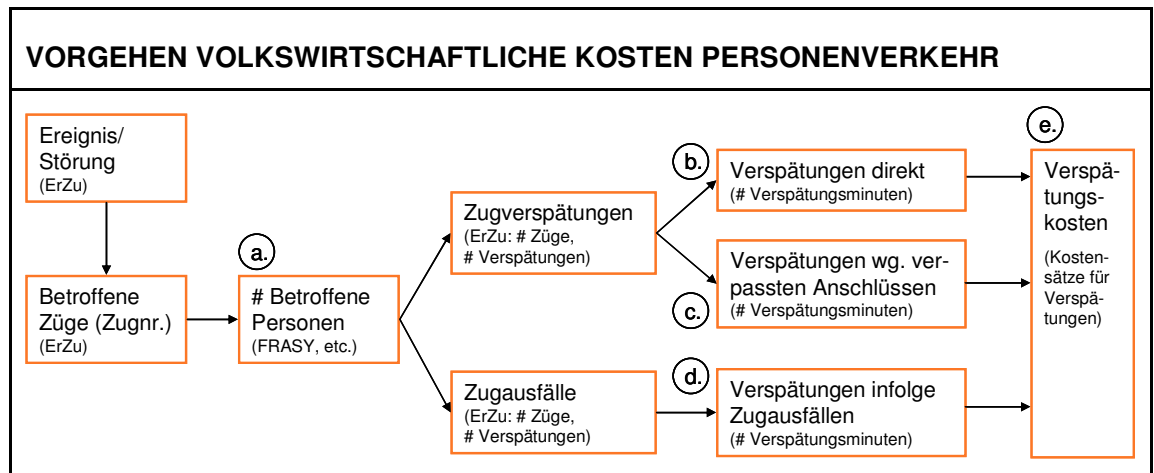


Figur 8 Quelle: SBB INFRAS/Ecoplan 2007

WIRKUNGSMUSTER VOLKSWIRTSCHAFTLICHE EFFEKTE



Figur 9 Quelle: SBB INFRAS/Ecoplan 2007



Figur 10 Quelle: SBB INFRAS/Ecoplan 2007

Dank den zur Verfügung stehenden Datengrundlagen sind die Ergebnisse sehr präzise. Die Unterscheidung zwischen internen und externen Kosten ist möglich. Anders als beim Strassenverkehr ist kein künstlicher Ansatz notwendig.

Die aktuell im Handbuch der EU gemachten Erläuterungen zeigen, dass die Ermittlung von externen Knappheitskosten im Fahrplangebundenen Verkehr einer anderen Logik folgt; die Kosten können deshalb nicht mit dem selben Ansatz ermittelt werden wie die externen Staukosten im Strassenverkehr. Die externen Kosten von knappen Trassen müsste über die Zahlungsbereitschaft der EVU bei der Allokation von knappen Trassen ermittelt werden und sind in der Regel relevant bei der Festlegung von optimalen Trassenpreisen. In der Schweiz wird diese Zahlungsbereitschaft indirekt berücksichtigt, indem die EVU einen Deckungsbeitrag für die Trassen bezahlen, der über den Grenzkosten liegt.

Aus diesen Gründen ist es wenig sinnvoll, analog zum Strassenverkehr eine alternative Methode zur Ermittlung der externen Verspätungskosten zu evaluieren. Vielmehr geht es darum, die vorhandenen Ergebnisse in betriebswirtschaftliche (interne) und volkswirtschaftliche (externe) Kosten zu unterteilen und die Unterschiede zum Strassenverkehr zu kommunizieren.

4.4. ERMITTLUNG DES EXTERNEN ANTEILS

4.4.1. VARIANTENWAHL

Die Strassenseitigen Staukosten sind aus Sicht des Verkehrsträgers intern. Aus Verkehrsmittelsicht bzw. auf individueller Ebene entstehen jedoch Zeitkosten und zusätzliche private Kosten, die sich die Verkehrsteilnehmer in Form von externen Kosten gegenseitig anlasten. Andere Kosten – wie staubedingte Unfall- oder Umweltkosten – sind bereits bei den jeweiligen Kostenkategorien in der Transportrechnung erhalten. Obwohl die Transportrechnung eine Verkehrsträger-

sicht verfolgt, erscheint eine Aufschlüsselung der Staukosten in interne und externe Kosten aus verkehrspolitischen Gründen sinnvoll, da sie insbesondere für eine optimale Bepreisung Hinweise geben kann. Für die Ermittlung des externen Anteils der Staukosten sind zwei unterschiedliche Ansätze betrachtet worden:

1. **Befragungsansatz: Ermittlung des Anteils, der antizipiert wird:** Stau ist teilweise ein wiederkehrendes Phänomen und wird dementsprechend von den betroffenen Akteuren antizipiert. Dies betrifft Pendlerfahrten, regelmässige Nutzfahrten sowie ausgewählte Tourismusfahrten (z.B. an Ostern am Gotthard-Tunnel). Die zusätzlichen Zeit- und Energiekosten aus solchen antizipierten Stausituationen sind als intern zu betrachten und könnten über eine bottom-up Analyse berechnet werden. Da dabei im Detail die Verkehrssituationen auf dem gesamten Schweizer Strassennetz sowie das Verhalten der betroffenen Akteure berücksichtigt werden muss, ist ein solcher bottom-up Ansatz zu aufwändig. Es besteht die Gefahr, sich dabei im Detail zu verlieren und die Kompatibilität mit anderen Quellen zu verlieren.
2. **Differenzierter Modellansatz:** Mit Hilfe von Mikro-Modellsimulationen werden die Wechselwirkungen zwischen einzelnen Fahrzeugkategorien (z.B: PW, LW) sowie zwischen einzelnen Fahrzeugen analysiert und ein Zeitverzögerungen aufgrund typischer Verhaltensmuster erfasst. Ein solcher Ansatz wäre zwar interessant, erscheint aber ebenfalls aufwändig und müsste zuerst im Rahmen von Forschungsarbeiten ausgearbeitet werden.
3. **Pragmatischer Berechnungsansatz: Unterschied zwischen Durchschnittskosten und Grenzkosten:** Alternativ kann ein top-down Ansatz verwendet werden, mit dem die Staukosten gemäss der ökonomischen Wohlfahrtstheorie in interne und externe Kosten aufgeteilt werden. Dieser Ansatz kann mit Hilfe der bestehenden Quellen für die staurelevanten Zeit- und Energiekosten durchgeführt werden. Eine vollständige Neuberechnung der Staukosten mit der Gefahr, dass die Kompatibilität mit anderen Quellen verloren geht, wird vermieden. Informationen zum Verhältnis von Durchschnitts- und Grenzkostenkurven und somit zum externen und internen Anteil der Staukosten sind für die Schweiz über das Verkehrsmodell (VM) des UVEK erhältlich. Für verschiedene Strassentypen sind im VM UVEK sogenannte Capacity Restrain-Funktionen definiert, aus denen sich die Grenzkosten ableiten lassen (IVT ETHZ, Emch+Berger, TU Dresden 2006).

Wir erachten die dritte Variante als gangbar. Die aus dem VM UVEK gewonnen Erkenntnisse zum externen Anteil der Staukosten können auf die Ergebnisse des aktuellen Staukostenberichts

für die Schweiz angewendet werden (INFRAS 2007). Die folgenden Kapitel zeigen das Prozedere und die Resultate auf.

4.4.2. GROBBERECHNUNG DES EXTERNEN ANTEILS DER STAUKOSTEN

Darstellung der Durchschnittskosten-Kurve

Im VM UVEK werden für verschiedenen Strassentypen die Fahrzeiten in Abhängigkeit der Auslastung mit Hilfe von Capacity Restrain-Funktionen dargestellt. Diese Capacity Restrain Funktionen bilden durchschnittliche Verkehrssituationen für die verschiedenen Strassentypen ab, der Verkehrsfluss über den Tagesverlauf bleibt unberücksichtigt.

$$t_a = t_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (q/L)^\beta) \quad (1)$$

In dieser Funktion ist q die Belastung, L die Leistungsfähigkeit, t_0 ist die Fahrzeit bei freiem Verkehrsfluss und t_a ist die Fahrzeit bei der aktuellen Auslastung. Die Parameter alpha und beta bestimmen den Verlauf der Kurven für die verschiedenen Strassentypen. Die Leistungsfähigkeit/Kapazität L der Strassentypen ergibt sich ebenfalls aus der Beschreibung des VM UVEK (vgl. IVT ETHZ, Emch+Berger, TU Dresden 2006). Tabelle 18 stellt die variablen Parameter für die betrachteten Strassentypen dar.

PARAMETER DER CAPACITY RESTRAIN-FUNKTION DES VM UVEK				
Nr.	Streckentyp	Kapazität (Fz/Tag)	alpha	beta
1	Autobahn (2-spurig)	56'000	0.3	4.0
2	Autostrasse (1-streifig)	17'500	0.4	3.6
3	Hauptstrasse ausserorts	15'000	1.0	3.4
4	Verbindungsstrasse ausserorts	15'000	1.2	3.0
5	Sammel- und Erschliessungsstrasse ausserorts	13'200	1.4	2.6
6	Hauptstrasse innerorts	13'200	1.0	2.4
7	Verbindungs- und Sammelstrasse innerorts	10'800	1.0	2.0

Tabelle 18 Quelle: IVT ETHZ, Emch+Berger, TU Dresden 2006, S. 16-18.

Unter Berücksichtigung des Value of Time (VOT) lassen sich die Durchschnittskosten der Fahrzeitverlängerung wie folgt berechnen:

$$AC = (t_a - t_0) / q \cdot VOT \quad (2)$$

Da am Ende lediglich das Verhältnis von Durchschnitts- und Grenzkostenkurven und nicht der absolute Wert interessiert, können die Durchschnittskosten durch die Fahrzeit bei freiem Verkehrsfluss geteilt werden. Daraus ergeben sich Durchschnittskosten pro Minute Reisezeitverlängerung.

Darstellung der Grenzkosten-Kurve

Der Verlauf der Grenzkosten-Kurven für die betrachteten Strassentypen lässt sich aus der Capacity Restrain Funktion des VM UVEK ableiten.

$$MC = t_0 \cdot \frac{\alpha\beta}{L^\beta} \cdot q^{\beta-1} \cdot VOT \quad (3)$$

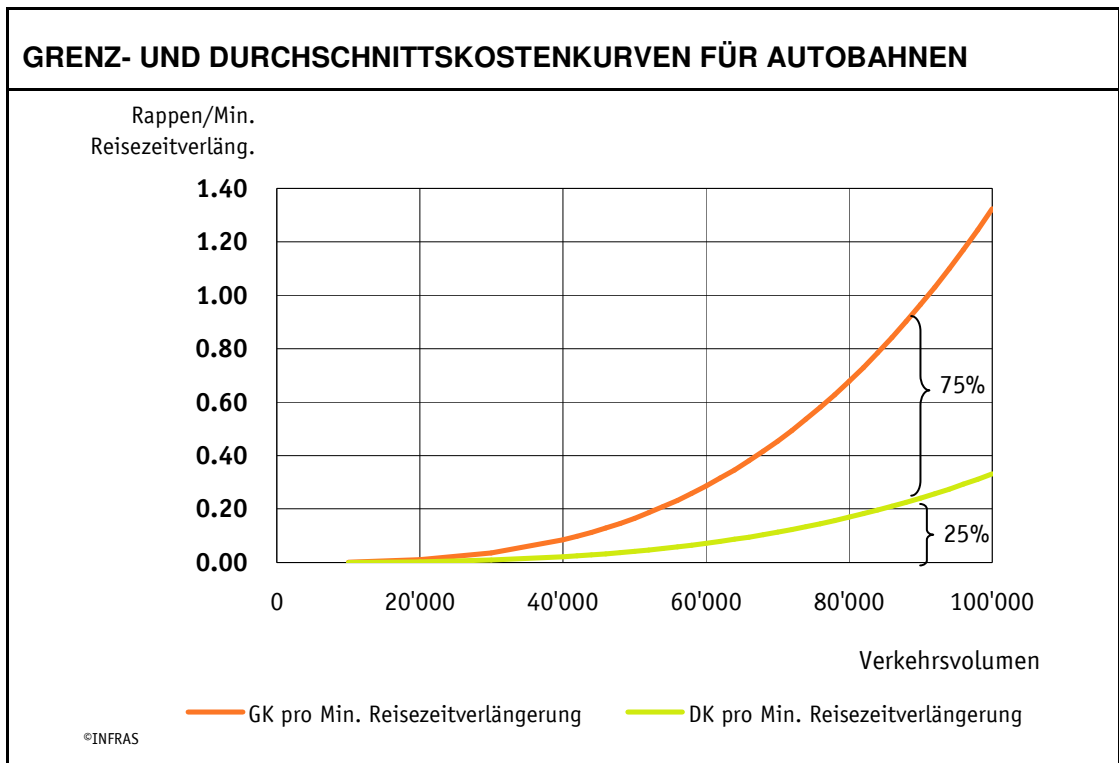
Die Grenzkosten pro Minute Reisezeitverlängerung ergeben sich, indem man die Gleichung (3) durch die Fahrzeit bei freiem Verkehrsfluss teilt.

Verhältnis Durchschnitts- und Grenzkosten-Kurve

Mit Hilfe der Funktionen (2) und (3) lassen sich die Durchschnitts- und Grenzkosten für die betrachteten Strassentypen berechnen. Aufgrund der Stetigkeit der Funktionen ist das Verhältnis von Grenzkosten- und Durchschnittskosten unabhängig von der Auslastung und zwar:

$$\frac{AC}{MC} = \frac{1}{\beta}$$

Figur 11 zeigt für den Strassentyp Autobahnen den Verlauf der Durchschnitts und Grenzkosten-Kurve. Die Durchschnittskosten, die den internen Anteil der Staukosten repräsentieren, liegen für diesen Strassentyp bei 25 % der Grenzkosten. Das bedeutet, dass 75% der Staukosten externe Kosten darstellen. Für die übrigen Strassentypen ist die grafische Darstellung in Anhang 1 dargestellt.



Figur 11

Tabelle 19 stellt das Verhältnis von Durchschnitts- und Grenzkostenkurven für die im VM UVEK differenzierten Strassentypen dar. Da im Staukosten-Bericht (INFRAS 2007) eine leicht abweichende Aufteilung der Strassentypen gewählt wurde, werden in der Tabelle 19 verschiedene Strassentypen zusammengefasst, um die entsprechenden Anteile der externen Kosten zu generieren. Es wird deutlich, dass der interne Anteil der Staukosten umso höher wird, je niedriger die Kapazität der Strassentypen ist. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass das Phänomen Stau/Reisezeitverlängerung z.B. im städtischen Verkehr eher erwartet wird wie auf Autobahnen (im Durchschnitt betrachtet, ohne Berücksichtigung von peak-Situationen).

EXTERNER UND INTERNER ANTEIL STAUKOSTEN JE STRASSENTYP			
Nr.	Streckentyp	Interner Anteil	Externer Anteil
1	Autobahn (2-spurig)	25%	75%
<i>Hauptverkehrsstrassen</i>			
2	Autostrasse (1-streifig)	28%	72%
3	Hauptstrasse ausserorts	29%	71%
6	Hauptstrasse innerorts	42%	58%
<i>Durchschnitt Hauptverkehrsstrassen</i>		<i>33%</i>	<i>67%</i>
<i>Sammelstrassen</i>			
5	Sammel- und Erschliessungsstrasse ausserorts	38%	62%
7	Verbindungs- und Sammelstrasse innerorts	50%	50%
<i>Durchschnitt Sammelstrassen</i>		<i>44%</i>	<i>56%</i>
<i>Verbindungsstrassen</i>			
4	Verbindungsstrasse ausserorts	33%	67%
7	Verbindungs- und Sammelstrasse innerorts	50%	50%
<i>Durchschnitt Verbindungsstrassen</i>		<i>42%</i>	<i>58%</i>

Tabelle 19 Die konkrete Herleitung der Anteile ist in Anhang 1 dargestellt. Für die Berechnung der Durchschnittswerte wird ein ungewichteter Durchschnitt verwendet.

Exkurs: Einfache Aufteilung der Staukosten vs. ökonomisch korrekte Herleitung

Gemäss der ökonomischen Wohlfahrtstheorie wäre zur Herleitung der externen Staukosten methodisch korrekt die Berechnung des dead weight loss notwendig (vgl. Figur 6). Dies würde bedeuten, dass in einem bottom-up Ansatz für alle Strassentypen die Berechnung der Grenz- und Durchschnittskosten notwendig wäre sowie Kenntnisse über den Verlauf der Nachfragefunktion je Strassentyp (Elastizität) verfügbar sein müssten. Für die Berechnung der externen Staukosten müssten die dead weight losses für alle Strassen aufaddiert werden.

Das das Strassennetz des VM UVEK aus über 30'000 Strecken besteht und ein Clustering kaum möglich erscheint, wurde dieser Ansatz hier nicht weiter verfolgt. Die einfache Aufteilung der Staukosten in interne und externe Staukosten gemäss dem Verhältnis von Durchschnitts- und Grenzkosten erscheint eine sinnvolle Näherung, die dem grundsätzlichen Ansatz der ökonomischen Wohlfahrtstheorie Rechnung trägt (es fehlt lediglich die Information über den Verlauf der Nachfragekurve und somit über die optimale Verkehrsmenge).

4.4.3. AGGREGATION

Die absoluten Staukosten wurden im Bericht "Staukosten des Strassenverkehrs in der Schweiz" (INFRAS 2007) für das Jahr 2005 aufdatiert. Dieser Bericht beruht auf einer umfassenden Analyse der verfügbaren Datenquellen und liefert somit die aktuellsten und umfassendsten Ergebnisse für die Schweiz.

a) Zeitkosten

Die Analyse auf Basis der Capacity Restrain-Funktionen des VM UVEK ermöglicht die Aufteilung der Zeitkosten in interne und externe Staukosten. Dabei wird vereinfachend angenommen, dass der externe und interne Anteil der Staukosten für die verschiedenen Fahrzeugkategorien (Personenwagen, Lieferwagen, Lastwagen) jeweils gleich hoch ist.

EXTERNE UND INTERNE ZEITKOSTEN DURCH STAU (IN MIO. CHF)						
Strassentyp	Fahrzeugkat-	Zeitkosten 2005	Anteil intern	Interne Zeitkosten	Anteil extern	Externe Zeitkosten
Autobahnen	PW	371	25%	93	75%	278
	Lieferwagen	78	25%	19	75%	59
	Lastwagen	135	25%	34	75%	101
Hauptverkehrsstrassen	PW	348	33%	115	67%	233
	Lieferwagen	74	33%	24	67%	50
	Lastwagen	53	33%	17	67%	36
Sammelstrassen	PW	120	44%	53	56%	67
	Lieferwagen	25	44%	11	56%	14
	Lastwagen	14	44%	6	56%	8
Verbindungsstrassen	PW	15	42%	6	58%	9
	Lieferwagen	3	42%	1	58%	2
	Lastwagen	2	42%	1	58%	1
Total	alle	1'240	32%	390	68%	850

Tabelle 20 Quelle: absolute Zeitkosten durch Stau sind in Infras 2007 dargestellt (S. 80). Die Aufteilung in externe und interne Zeitkosten ergibt sich aus dem Verhältnis von Durchschnitts- und Grenzkosten (vgl. Tabelle 19).

Im Staukosten-Bericht für die Schweiz (Infras 2007) wurden für das Jahr **2005 absolute Zeitkosten in Höhe von 1.24 Milliarden CHF** ausgewiesen. Lediglich ein kleiner Teil dieser Zeitkosten ist als **intern zu betrachten: 390 Mio. CHF** werden von den Verkehrsteilnehmern direkt in ihren Kosten-Nutzen Überlegungen berücksichtigt. Der Grossteil der Zeitkosten in Höhe von **850 Mio. CHF ist dagegen als extern zu betrachten**, die Verkehrsteilnehmer lasten sich diese Kosten gegenseitig an.

Gemäss dem hohen Anteil von PW am gesamten Verkehrsvolumen ergeben sich für diese Fahrzeugkategorie auch die höchsten externen Zeitkosten. Auf Autobahnen und den übrigen Strassentypen ergeben sich für PW externe Staukosten in Höhe von 587 Mio. CHF. Für Last- und Lieferwagen liegen die externen Kosten deutlich darunter bei 271 Mio. CHF.

b) Energiekosten

Das Phänomen der Staukosten umfasst neben den Zeitkosten auch zusätzliche Energie-, Umwelt- und Unfallkosten. Die Unfall- und Umweltkosten sind bereits als externe Kosten in den entsprechenden Kategorien berücksichtigt. Eine Berücksichtigung bei den Staukosten würde somit zu einer Doppelzählung führen. Als weitere relevante Staukosten für den Einbezug in die Transportrechnung verbleiben daher die zusätzlichen Energiekosten.

Die staubedingten Energiekosten können nach derselben Logik wie die Zeitkosten in interne und externe Kosten aufgeteilt werden. Ein Teil der zusätzlichen Energiekosten durch Stau ist bei den Verkehrsteilnehmern internalisiert, den Grossteil stellen jedoch auch hier wieder externe Kosten dar, die sich die Verkehrsteilnehmer gegenseitig anlasten.

Im Gegensatz zu den Zeitkosten liegen die staubedingten Energiekosten in einer deutlich geringeren Grössenordnung und sind somit im Staukostenbericht (INFRAS 2007) auch nicht für die verschiedenen Strassentypen differenziert. Zur Aufteilung der Energiekosten in interne und externe Kosten muss daher ein Verhältnis von Durchschnitts- und Grenzkosten für das gesamte Strassennetz verwendet werden. Da im VM UVEK keine Capacity Restrain-Funktion für das gesamte Strassennetz vorliegt, wird als Näherung ein Mittelwert aus den Verhältnissen der in Tabelle 18 dargestellten Strassentypen gebildet. Aufgrund der hohen Bedeutung der Autobahnen für die Staukosten werden die Werte für Autobahnen doppelt gewichtet.

EXTERNE UND INTERNE ENERGIEKOSTEN DURCH STAU (IN MIO. CHF)						
Strassentyp	Fahrzeugkat.	Energiekosten 2005	Anteil intern	Interne Energiekosten	Anteil extern	Externe Energiekosten
Alle Strassen	PW	69	34%	23	66%	46
	Lieferwagen	3	34%	1	66%	2
	Lastwagen	11	34%	4	66%	7
	Total	84		28		55

Tabelle 21 Quelle: absolute Energiekosten durch Stau sind in Infras 2007 dargestellt (S. 83). Die Aufteilung in externe und interne Zeitkosten ergibt sich aus dem Durchschnitt der Verhältnisse von Durchschnitts- und Grenzkosten der betrachteten Strassentypen (vgl. Tabelle 19). Bei der Durchschnittsbildung sind die Werte der Autobahnen doppelt gewichtet.

Durch Stau ergeben sich in der Schweiz zusätzliche Energiekosten in Höhe von 84 Mio. CHF. Mit **55 Mio. CHF machen die externen Kosten einen Grossteil** der staubedingten Energiekosten aus. **28 Mio. CHF sind als intern** zu betrachten und werden von den Verkehrsteilnehmern berücksichtigt. Ähnlich wie bei den Zeitverlusten durch Stau liegen auch bei den Energiekosten die PW deutlich höher als die anderen Fahrzeugkategorien.

4.5. EINBEZUG IN DIE TRANSPORTRECHNUNG

Varianten

Im bestehenden TRAKOS-Grundlagenbericht ist vorgeschlagen worden, die Stau- und Verspätungskosten als separates Modul zu behandeln. Die ermittelten Kosten sind in erster Linie Informationen für die Qualität und Zuverlässigkeit der Verkehrssysteme. Auf Basis der obigen Ausführungen lassen sich folgende Varianten unterscheiden:

Varianten Integration in die Transportrechnung

1. Keine Integration: Die Stau- und Verspätungskosten werden in der Transportrechnung nicht erwähnt, mit dem Argument, dass auch die internen Zeitkosten (im Normalverkehr) nicht integriert sind.
2. Spezialkapitel: Wie bis anhin werden die Stau- und Verspätungskosten als zusätzliche Informationen einbezogen, ohne direkten Einfluss auf den Kostendeckungsgrad.
3. Vollständiger Einbezug der Zeitkosten: Die Zeitkosten der einzelnen Verkehrsmittel (Normalzeit, Stauzeit) werden insgesamt in die Transportrechnung einbezogen. Dazu müsste der Zeitaufwand insbesondere des Individualverkehrs als Chauffeurkosten und die Staukosten integriert werden.³⁶
4. Integration der externen Zusatzkosten: Nur die Staukosten als zusätzliche Zeitkosten werden in die Transportrechnung einbezogen. Zu ermitteln ist ein externer Anteil der Staukosten, um die Kostendeckungsgrade optimal abbilden zu können. Zu eliminieren sind auch die Doppelzählungen mit anderen Kostenarten (z.B. Betriebskosten, Unfallkosten).

Diskussion der Varianten

Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten auf.

³⁶ Diese Diskussion ist in die Transportrechnung bereits geführt worden im Zusammenhang mit dem Vergleich der Kosten zwischen Individualverkehr und öffentlichem Verkehr. Dort wurden zwei Varianten berücksichtigt: Mit und ohne kalkulatorischem Zeitansatz für den Individualverkehr (vgl. BFS 2005).

VOR- UND NACHTEILE DER EINZELNEN VARIANTEN		
Varianten	Vorteile	Nachteile
Integration in die Transportrechnung		
V1 Keine Integration	<ul style="list-style-type: none"> › Kein Aufwand › Keine Missverständnisse 	<ul style="list-style-type: none"> › Wichtige Kosteninformation wird vorenthalten › Weglassen kann auch Missverständnisse erzeugen
V2 Spezialkapitel	<ul style="list-style-type: none"> › Wenig Aufwand › Vermeiden von Doppelzählungen › Vermeiden von methodischen Ungereimtheiten (Bezug zu Zeitkosten und intern/externe Anteile) 	<ul style="list-style-type: none"> › LSVA-Bedürfnis nach externen Staukosten wird in der Transportrechnung nicht geklärt › Die Aggregation wird dem Leser überlassen (Gefahr von Missverständnissen)
V3 Vollintegration	<ul style="list-style-type: none"> › Konsequent. Alle Zeitkosten des Chauffeurs sind als Aufwand berücksichtigt › LSVA-Kostendeckungsgrad wird konsequent ausgewiesen 	<ul style="list-style-type: none"> › Sehr aufwändig. Zeitkosten im Individualverkehr sind nur sehr grob ermittelbar › Nur zweckmässig wenn die Ermittlung der externen Anteile konsequent berechnet wird › Im Widerspruch zur aktuellen Verkehrsträgerrechnung, da Sicht Verkehrsträger
V4 Teilintegration	<ul style="list-style-type: none"> › Konzentration auf die wichtigen Kosten, geringerer Aufwand als Vollintegration › LSVA-Kostendeckungsgrad wird konsequent ausgewiesen 	<ul style="list-style-type: none"> › Im Widerspruch zur aktuellen Verkehrsträgerrechnung, da Sicht Verkehrsträger › Nur zweckmässig wenn die Ermittlung der externen Anteile konsequent berechnet wird

Tabelle 22

Aus dem Variantenvergleich lässt sich folgendes Fazit ziehen:

- › Aufgrund der Tatsache, dass die Transportrechnung die Sicht Verkehrsträger verfolgt, sind einer Integration und der Ermittlung eines externen Anteils enge Grenzen gesetzt.
- › Die Ermittlung der externen Anteile ist für die Preissetzung zwar relevant, nicht aber für die Transportrechnung. Entsprechend hat eine allfällige Integration auch keine Auswirkungen auf den Kostendeckungsgrad.
- › Deshalb kommen nur die Varianten V1 oder V2 in Frage. Für die Variante V2 spricht, dass eine wichtige Information nicht vorenthalten wird und der Bezug zu den übrigen Verkehrskosten sichtbar gemacht werden kann.

4.6. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Einbezug der Stau- und Verspätungskosten in die Transportrechnung

Für den Einbezug der Staukosten in die Transportrechnung stellt sich die Frage, inwieweit diese Kosten externer Natur sind, da den Staukosten keine expliziten Erträge gegenüber stehen. Aus Sicht Verkehrsträger sind Stau- und Verspätungskosten immer intern, da es keine Trennung zwischen Betreiber und Benutzer gibt. Da die Transportrechnung einen Vergleich zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern verfolgt, sind die Stau- und Verspätungskosten daher nicht in die Transportrechnung zu integrieren. Aus Sicht der Verkehrsteilnehmer ist jedoch ein Teil der Kosten als extern zu betrachten. Die Aufteilung in interne und externe Kosten liefert wichtige Hinweise für die Ausgestaltung von Massnahmen für eine effiziente Bepreisung der Infrastruktur.

Konkret leiten wir aus der Analyse die folgenden Ergebnisse und Empfehlungen ab:

- › Die Schätzungen für Stau- und Verspätungskosten für das Jahr 2005 liegen sowohl für Strasse und Schiene vor. Die Zahlen der Schiene beruhen auf einer Studie im Auftrag der SBB.
- › Die Methoden für die Ermittlung der Staukosten entsprechen einem hohen Standard und sind auch mit den internationalen Ansätzen kompatibel.
- › Die Verspätungskosten der Schiene können in zwei Teile aufgeteilt werden. Die betriebswirtschaftlichen Kosten sind interner Art und sind bereits in der Eisenbahnrechnung enthalten. Die volkswirtschaftlichen Kosten fallen bei den Benutzern und der Allgemeinheit an und können in der Regel von den Verkehrsteilnehmern nicht antizipiert werden. Sie können als extern bezeichnet werden.
- › Die Staukosten im individuellen Strassenverkehr sind aus Sicht Verkehrsträger immer intern, da es keine Trennung zwischen Betreiber und Benutzer gibt. Aus Sicht Verkehrsteilnehmer ist allerdings nur ein Teil extern. Da der antizipierbare Anteil der Staukosten nicht berechnet werden kann, ist es sinnvoll, sich auf eine ökonomische Behelfslösung zu berufen, um den Unterschied zwischen internen und externen Kosten zu bestimmen. Mit Hilfe der Kapazitätsfunktionen des UVEK-Verkehrsmodells konnte ein externer Anteil von 68% bestimmt werden. Diese Aufteilung ist als indikative Grössenordnung zu betrachten.
- › Wir empfehlen die Integration der Verspätungs- und Staukosten derart, dass sie nicht zu den übrigen Kosten (Betrieb, Infrastruktur, Unfälle, Umwelt) addiert, sondern in einem separaten Kapitel kommentiert werden. Dies entspricht auch dem Ansatz der Transportrechnung, die eine Verkehrsträgersicht verfolgt. Das Spezialkapitel kommuniziert die aktuelle Grössenordnung der Stau- und Verspätungskosten und den methodischen Bezug zu den übrigen Kosten. Damit können Missverständnisse explizit vermieden werden. Die Darstellung in einem separaten Ka-

pitel senkt auch den Aufdatierungsaufwand, weil die Grundlagen für die Berechnung der Verspätungskosten nicht öffentlich zugänglich sind.

Aufdatierung

Für die **strassenseitigen** Staukosten empfiehlt sich folgendes Vorgehen:

- › Jährliche Aufdatierung:
 - › Pro Jahr eine proportionale Anpassung der Volumen auf Basis der Stautunden nach Strassenkategorien
 - › Anpassung des Zeitkostensatzes auf Basis der jährlichen Veränderung des Nominallohnwachstums gemäss SN 641822..
- › -Fünffährige Aktualisierung:
 - › Alle fünf Jahre eine detaillierte Aufdatierungsstudie, die die Staustatistik im Detail auswertet (analog der aktuellen Staukostenstudie 2005, INFRAS 2007).

Für den **Schienenverkehr** ist es sinnvoll, sich auf die volkswirtschaftlichen Kosten zu beziehen, da die betriebswirtschaftlichen Staukosten bereits in der Eisenbahnrechnung enthalten sind. Gemäss Auskunft der SBB ist es möglich, die beiden Datenbanken (Verspätungsstatistik pro Zug, Frequenzzahlen pro Zug) zusammenzuführen. Das Produkt daraus sind die Verspätungstunden pro Jahr. Diese Information kann pro Zugsgattung (Regionalverkehr; Fernverkehr) differenziert und mit der Teuerung angepassten Zeitkostensatzes multipliziert werden.

Für eine detailliertere Aktualisierung empfiehlt sich ebenfalls eine Wiederholung der Studie im 5-Jahresrhythmus.

Nicht abgedeckt sind so die Verspätungskosten im öffentlichen Nahverkehr. Eine detaillierte Ermittlung dieser Kosten ist aufwändig, weil die Betriebs- und Frequenzdaten von diversen städtischen Nahunternehmungen ausgewertet werden müssten. Wir empfehlen auf eine solche Auswertung zu verzichten. Denkbar ist, dass aggregierte Informationen zu den Verspätungsmi-
nuten pro Fahrzeug mit durchschnittlichen Belegungszahlen multipliziert werden, um eine Orientierungsgrösse im jeweiligen Kapitel der Transportrechnung angeben zu können.

Weitere Arbeiten

Insbesondere bei den Staukosten des Strassenverkehrs lohnt sich eine weitere Vertiefung, um die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Fahrzeugkategorien zu erörtern (v.a. Wechselwirkungen PW und LKW auf verschiedenen Abschnitten). Dazu empfiehlt es sich, ein Forschungs-

projekt zu lancieren (VSS/SVI), das mit Hilfe von Mikrosimulationen die gegenseitigen Einflüsse auf die Staufolgen und die damit verbundenen externen Kosten analysiert.

5. AUFTEILUNG IN FIXE UND VARIABLE KOSTEN

5.1. AUSGANGSLAGE

5.1.1. FRAGESTELLUNG UND VORGEHEN

Informationen über die Höhe der variablen und fixen Verkehrskosten sind grundsätzlich für verschiedene Fragestellungen von Interesse:

- › **Preissetzung im Verkehr:** Grundlage für die Bestimmung der Höhen von Abgaben/Steuern, welche sich an den variablen Kosten orientieren.
 - › **Verkehrliche Auswirkungsanalysen:** Je nachdem ob eine verkehrspolitische Massnahme die Höhe der variablen oder der fixen Kosten beeinflusst, hat sie unterschiedliche Auswirkungen auf der Verkehrsteilnehmenden (Stichwort unterschiedliche Anreizwirkungen).
 - › **Finanzielle Auswirkungsanalysen:** Verkehrspolitische Massnahmen mit Auswirkungen auf das Verkehrsaufkommen beeinflussen entsprechend ihrem Charakter in erster Linie die variablen Kosten. Liegen hohe Fixkosten vor, sind die Potenziale für kurzfristige Kostensenkungen geringer.
 - › **Wettbewerbspolitische Relevanz:** Bei hohen Fixkosten sind Markteintrittshürden hoch. Entsprechend sind sie zentraler Grund für die Entstehung von so genannten natürlichen Monopol-situationen, welche ihrerseits einen Bedarf nach staatlicher Regulierung auslösen.
 - › **Kostenallokation:** Für die Verteilung der Kosten auf verschiedene Verkehrsteilnehmer (z.B. Personen- und Güterverkehr) kann die Aufteilung in fixe und variable Kosten hilfreich sein, da die variablen Kosten häufig anders zu verteilen sind als die fixen Kosten (vgl. dazu Kapitel 3).
- In der Transportrechnung wurde die Aufteilung in fixe und variable Kosten nur sehr grob vorgenommen. Entsprechend stellt sich die Frage, mit welcher umsetzbaren Methodik eine verfeinerte Aufteilung der gesamten Kosten (Verkehrsmittel, Infrastruktur, Sicherheit, Umwelt) in fixe und variable Kosten erreicht werden könnte. Zur Klärung dieser Frage gehen wir wie folgt vor:
- › In Abschnitt 5.1.2 diskutieren wir die Definition der fixen und variablen Kosten. Dabei wird auch auf die Abgrenzung zwischen Grenz- und variablen Kosten eingegangen. Zudem wird die Frage gestellt, inwieweit in einer generellen Statistik, welche sich nicht an einer konkreten Fragestellung (vgl. die Aufzählung oben) orientiert, Aussagen zu den fixen und variablen Kosten von Relevanz sind.
 - › In Abschnitt 5.1.3 wird im Sinne einer Ausgangslage die in der Transportrechnung gewählte Methodik zur Aufteilung in fixe und variable Kosten zusammengefasst.
 - › In den Abschnitten 5.2 bis 5.6 werden die verschiedenen Kostenbereiche einzeln analysiert, und es werden Vorgehen vorgeschlagen, wie die Kosten in fix und variabel aufgeteilt werden

können. Dabei muss teilweise auch zwischen dem Strassen- und Schienenverkehr unterschieden werden.

› In Abschnitt 5.7 folgen eine Zusammenfassung und ein Ausblick auf das weitere Vorgehen.

5.1.2. DEFINITION DER FIXEN UND VARIABLEN KOSTEN

Zwei Festlegungen stehen im Vordergrund: Was ist unter fixen bzw. variablen Kosten zu verstehen, welches ist der Unterschied zwischen Grenz- und variablen Kosten?

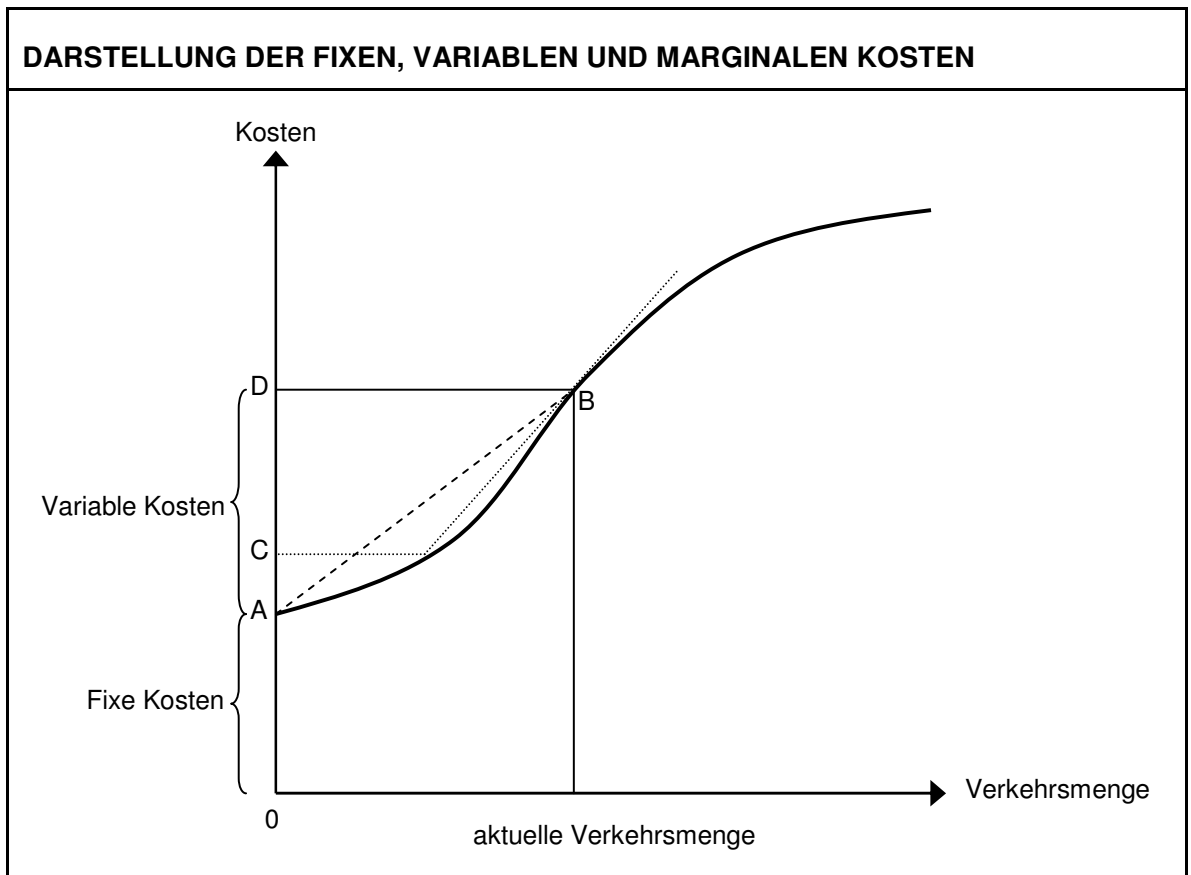
- › Fixe Kosten verändern sich mit der Verkehrsmenge nicht.
- › Variable Kosten verändern sich mit kleinen oder grösseren Veränderungen der Verkehrsmenge.³⁷
- › Grenzkosten verändern sich mit marginalen (sehr kleinen) Veränderungen der Verkehrsmenge (z.B. ein zusätzlicher Fzkm, Zugkm oder Btkm)

Diese verschiedenen Kostenarten werden in der Figur 12 illustriert. In der Figur wird eine Kostenfunktion dargestellt, die auch bei einer Verkehrsmenge von Null fixe Kosten aufweist (z.B. Kapitalkosten der Infrastruktur und der Fahrzeuge). Im Beispiel steigen die Kosten mit steigender Verkehrsmenge zuerst langsam, dann immer schneller und bei grossen Verkehrsmengen wieder langsamer an (je nach Kostenart kann die Kurve ganz anders aussehen). Die gesamten Kosten können also wie in der Figur dargestellt in fixe und variable Kosten aufgeteilt werden (fixe Kosten = OA, variable Kosten = AD). Die marginalen Kosten entsprechen der Steigung der gepunkteten Linie in der Figur (Tangente an die Kostenfunktion durch den Punkt B). Die variablen Kosten entsprechen aber dem Durchschnittskostensatz der Kosten, die mit dem Verkehrswachstum zunehmen. Dieser durchschnittliche variable Kostensatz ist mit der Steigung der gestrichelten Linie AB dargestellt.

In der Grafik sind wir von einem kontinuierlichen Kurvenverlauf ausgegangen. Es könnte sich jedoch auch um eine Treppenfunktion handeln. In diesem Fall spricht man von sprungfixen Kosten, die z.B. auftreten, wenn bei etwas grösseren Veränderungen z.B. Personal eingestellt oder entlassen wird aber bei marginalen Änderungen nicht. Bei sprungfixen Kosten sind die marginalen Kosten Null, die variablen Kosten jedoch nicht.³⁸

³⁷ UNITE, D1, Glossar.

³⁸ Bei sprungfixen Kosten wird aber manchmal auch bei der Berechnung der Grenzkosten ein Durchschnitt genommen bzw. die sprungfixe Funktion mit einer kontinuierlichen Funktion angenähert (Infras/Ecoplan (2005), Transportkostenrechnung, Konzept und Pilotrechnung, S. 184).



Figur 12 Erläuterungen siehe im Text

Wichtig ist auch der **Zeitaspekt**, denn in einer sehr langen Frist sind alle Kosten variabel. In der Figur 12 würde die Kostenfunktion in diesem Fall durch den Nullpunkt führen. Die gezeichnete Kurve entspricht also einer kurzfristigen Sicht.

Die Figur 12 geht davon aus, dass man die Verkehrsmenge auf Null reduziert, um die fixen und variablen Kosten zu definieren. Es ist jedoch in vielen Fällen unplausibel, dass der Verkehr vollständig eingestellt wird. Deshalb ist es auch von Bedeutung, welche Veränderungen der Verkehrsmenge man bei der Definition der variablen Kosten zulassen will. Wird in Figur 12 z.B. eine Reduktion um etwa 50% betrachtet, so würde der variable Kostensatz höher sein (in Figur 12 ist er zufälligerweise gerade gleich gross wie der marginale Kostensatz (Steigung)). Entsprechend wären die Kosten 0C als fix und CD als variabel zu betrachten (vgl. Figur 12). Würde eine Kostenreduktion um 20% betrachtet, so wäre der variable Kostensatz (die Steigung der gestrichelten Geraden) höher als der marginale Kostensatz und die fixen Kosten würden noch einmal steigen.

Die Aufteilung in fix und variabel hängt also stark davon ab, welche Veränderung der Verkehrsmengen man betrachten will. Überlegt man sich z.B. eine bestehende Bahnlinie durch Busse zu ersetzen (oder umgekehrt), so ist die Betrachtung mit einer Abnahme der Verkehrsmenge um 100% korrekt. Soll der Takt eines ÖV-Angebots verdichtet oder ausgedünnt werden (z.B. ½-Stunden-Takt statt Stundentakt), ist eine Veränderung um +100% bzw. –50% relevant.

Für die Bestimmung der variablen Kosten kann es auch von Bedeutung sein, ob eine Zu- oder Abnahme untersucht wird. Je nach Verlauf der Kostenfunktion können die variablen Kosten bei einer Zunahme grösser oder kleiner sein als bei einer Abnahme.

Je nach zu beantwortender Fragestellung ergibt sich somit eine andere Aufteilung in fixe und variable Kosten resp. ist eine andere Aufteilung relevant. Die sinnvolle Aufteilung kann erst beantwortet werden, wenn vorgängig definiert wird, welche Veränderung der Verkehrsmenge betrachtet werden soll. **Optimalerweise würde die Kostenfunktion definiert, dann könnte leicht abgelesen werden, wie sich die Kosten verändern, wenn die Verkehrsmenge sich erhöht oder reduziert.** In vielen Kostenbereichen ist aber die Form der Kostenfunktion nicht bekannt. Meist sind nur die Durchschnittskosten und allenfalls die marginalen Kosten geschätzt worden. Nur wenn die Kosten linear verlaufen, spielt die Veränderung der Verkehrsmenge keine Rolle. Dies ist jedoch in vielen Bereichen nicht der Fall.

Die Frage nach der **Aufteilung** der gesamten Verkehrskosten **in fixe und variable Kosten kann nur in einem konkreten Kontext und entsprechenden Annahmen sinnvoll angegangen werden:**

› **Veränderung der Verkehrsmenge:** Auf die Frage, welche Veränderung der Verkehrsmenge betrachtet werden soll, gibt es keine allgemeine Antwort. Je nach Untersuchungsgegenstand (bzw. konkreter Frage) muss eine andere Abgrenzung vorgenommen werden: Steht die Frage der Preissetzung im Vordergrund, interessieren die Grenzkosten einer zusätzlichen Leistungseinheit (z.B. ein zusätzlicher Fahrzeugkilometer). Soll das Kosteneinsparpotenzial eines reduzierten Angebots im öffentlichen Verkehr abgeschätzt werden, steht eine weit grössere Veränderung der Verkehrsmenge zur Diskussion. Entsprechend interessieren die variablen Kosten. Bei komplexen Kostenfunktionen sind die verfügbaren empirischen Grundlagen i.d.R. für eine Quantifizierung der Kostenfunktion nicht ausreichend, so dass nicht vom oben erwähnten optimalen Fall ausgegangen werden kann. Im besten Fall sind die Durchschnitts- und die Grenzkosten bei einem bestimmten Verkehrsvolumen bestimm- bzw. verfügbar.

Die **Grenzkosten** können in diesem Fall als Approximation für die Kosteneffekte relativ kleiner Verkehrsmengenänderungen benutzt werden. Im Rahmen der vorliegenden Studie können

keine neuen Grenzkosten berechnet werden. Es kann nur auf bestehenden Schätzungen aufgebaut werden.

Die **variablen Kosten** können als Differenz der gesamten und der grob geschätzten fixen Kosten angenähert werden. Für die Abschätzung der fixen Kosten kann vereinfachend untersucht werden, wie gross die verbleibenden Kosten sind, wenn der Verkehr vollständig eingestellt wird. Im Bereich der Unfallkosten und externen Kosten konzentrieren wir uns im Folgenden auf diese Fragestellung, da der genaue Verlauf der Kostenfunktion (analog Figur 12) nicht bekannt ist.

Zudem ist zu beachten, dass gewisse Kosten bei einer Abnahme der Verkehrsmenge fix sein können, bei einer Zunahme aber variabel. So können z.B. die Kosten der Infrastruktur möglicherweise bei einem Abbau nicht vermieden werden (Abschreibungen), ein Ausbau erfordert jedoch zusätzliche Infrastruktur.

- › **Zeithorizont:** Entscheidend ist hier die Definition von kurz- bzw. langfristig. Kurzfristig sind sehr wenig Kosten variabel, sehr langfristig sind es alle. Wie bei der Frage der Verkehrsmengenänderung gibt es keine allgemeingültige Antwort. Wiederum spielt der Kontext bzw. die zu beantwortende Fragestellung eine Rolle. Sollen bspw. die eingesparten Kosten von Zugsausfällen berechnet werden, muss eine ganz andere Festlegung getroffen werden als wenn das Einsparpotenzial eines planbaren Angebotsabbaus zur Diskussion steht. Steht eine Preissetzungsdiskussion an, interessieren die kurzfristigen Grenzkosten, bei Finanzierungsfragen hingegen die langfristigen Grenzkosten.

Für die Bestimmung und Publikation der variablen Kosten in einer Transportrechnung könnte von der Festlegung ausgegangen werden, dass diejenigen Kosten als **variabel** bezeichnet werden, welche **innerhalb eines Jahres veränderbar** sind. Diese Festlegung von „kurzfristig“ orientiert sich an einem Angebotsausbau oder -abbau im öffentlichen Verkehr, ist letztlich aber willkürlich getroffen. Angebotsveränderungen erfolgen meist mit dem jährlichen Fahrplanwechsel. Zudem legen auch die jährlich erscheinenden BFS-Statistiken diese Abgrenzung nahe. Je nach konkreter Fragestellung ist diese Festlegung zeitlich aber zu eng oder zu weit.

Aufgrund der Diskussion stellt sich für uns die **Grundsatzfrage**, warum eine Statistik, welche nicht auf konkrete Fragestellungen ausgerichtet ist, Kostenzahlen ausweisen soll, welche nur in einem konkreten Kontext letztlich Sinn machen. Dies auch vor dem Hintergrund, dass die Einheiten einer Transportrechnung in erster Linie Mio. CHF / Jahr sind. Bei konkreten Fragestellungen stehen aber andere Einheiten zur Diskussion:

- › **Kostensätze:** Stehen Grenzkosten und damit implizit Preissetzungsüberlegungen im Vordergrund, interessieren Angaben in CHF pro Leistungseinheit (z.B. pro Fahrzeugkilometer oder pro Zugkilometer).
- › **Prozentsätze / Faktoren:** Sind die gesamten Kosten bspw. eines Verkehrsangebots bekannt und soll das Kosteneinsparpotenzial einer Angebotsreduktion beurteilt werden, interessiert der prozentuale Anteil der variablen an den gesamten Kosten.

Hingegen ist die Relevanz einer Aussage „variable Kosten in Mio. CHF / Jahr für die gesamte Schweiz“ unklar. In den oben erwähnten konkreten Fällen sollte ja gerade nicht auf gesamtschweizerische Durchschnittswerte abgestellt werden.

5.1.3. VORGEHEN IN DER TRANSPORTRECHNUNG 2003

Im Folgenden soll kurz dargestellt werden, wie die Kosten in der Transportkostenrechnung auf fix und variable aufgeteilt wurden. Dabei werden die einzelnen Kostenbereiche wie in der Transportkostenrechnung gegliedert:

- › **Betrieb Verkehrsmittel:** Im Strassenverkehr wurden die gesamten Kosten des Verkehrs zusammen betrachtet. Die verschiedenen Kostenbestandteile der Betriebskosten (Treibstoffkosten, Kapitalkosten etc.) wurden als variabel bzw. fix definiert. Je nach Fahrzeugkategorie im Strassenverkehr ergeben sich damit 15% (Lieferwagen) bis 39% (Personenwagen) variable Kosten. Für gewisse Fahrzeugkategorien wurden diese Prozentsätze grob geschätzt.
Im Schienenverkehr wurde die grobe Annahme getroffen, dass 20% der Betriebskosten variabel sind. Die effektiven Kapitalkosten der Fahrzeuge sowie die volkswirtschaftlichen Zusatzkosten wurden als vollständig fix unterstellt.
- › **Infrastruktur:** Im Strassenverkehr wurde unterstellt, dass der bauliche Unterhalt und 50% des betrieblichen Unterhalts variabel ist. Die übrigen Kosten der Infrastruktur wurden als fix betrachtet.
Bei der Schieneninfrastruktur wurde wie bei den Kosten des Verkehrs grob angenommen, dass 20% der Betriebskosten variabel sind und dass die Kapitalkosten und volkswirtschaftlichen Zusatzkosten fix sind.
- › Die **Unfall- und Verspätungskosten** wurden als vollständig variabel unterstellt.
- › Die **externen Umweltkosten** (Luftverschmutzung, Lärm, Klima) wurden als variabel angesehen. Einzige Ausnahme bilden die Kosten für Natur und Landschaft. Hier wurde angenommen, dass diese Kosten im Schienenverkehr zu 100% und im Strassenverkehr zu 90% fix sind: Die verbleibenden 10% seien von der Fahrleistung abhängig, da die Habitatsfragmentierung auch davon abhängt.

In der Transportkostenrechnung wird also nach den folgenden Kostenkategorien unterschieden:

- › **Betrieb Verkehrsmittel** (Betriebskosten, effektive Kapitalkosten Fahrzeug, volkswirtschaftliche Zusatzkosten)
- › **Infrastruktur** (Betriebskosten, effektive Kapitalkosten, volkswirtschaftliche Zusatzkosten)
- › **Sicherheit** (Unfallkosten)
- › **Umwelt** (Luftverschmutzung (Gebäudeschäden und Gesundheitskosten), Lärm, Natur und Landschaft, weitere Kosten)
- › **Verspätungskosten**

5.1.4. VORGEHEN IN DIESER UNTERSUCHUNG

Im Folgenden gehen wir auf die im letzten Abschnitt beschriebenen Kostenbereiche einzeln ein. Die Unterscheidung zwischen variablen und fixen Kosten ist für einzelne Kostenkategorien unmittelbar klar, stellt in anderen Fällen aber – wie vorne aufgezeigt – eine anspruchsvolle Fragestellung dar. Deshalb wird teilweise eine weitere Untergliederung der Kapitel nach Strassen- und Schienenverkehr nötig – wie auch eine Gliederung nach methodischen Fragen und Datenlage sowie Vorgehensvorschlag. In anderen Bereichen wie den Unfall-, Umwelt- und Verspätungskosten ist die Aufteilung relativ einfach, so dass eine Untergliederung der Kapitel nicht sinnvoll erscheint.

Ist die Aufteilung in fixe und variable Kosten nicht einfach und bestehen mehrere Möglichkeiten, so gehen wir in Kapitel 3 vor, d.h. wir definieren immer zuerst eine Variante V1, die aus verfügbaren Daten das Beste herausholt. Entsprechend suchen wir nach Grundlagen, die bei der Zuteilung behilflich sein können. Dann stellen wir weitere Varianten vor, die zusätzlich Daten benötigen, aber eine präzisere Aufteilung erlauben.

Wir möchten an dieser Stelle nochmals darauf hinweisen, dass die folgenden Abschnitte mögliche Vorgehensweisen aufzeigen. Damit wird aber die oben in Abschnitt 5.1.2 aufgeworfene Grundsatzfrage nicht beantwortet.

5.2. BETRIEB VERKEHRSMITTEL

5.2.1. STRASSENVERKEHR

Methodische Fragen und Datenlage

In der Transportrechnung wurden die Kosten des Betriebes der Verkehrsmittel und der Anteil der variablen Kosten basierend auf Studien des TCS bzw. der ASTAG ermittelt. Dabei wurden jeweils Durchschnittswerte bzw. ein Durchschnittsauto und ein Durchschnitts-Lieferwagen etc. zugrunde gelegt.

In der Zwischenzeit wurde im Rahmen einer Studie für die Erarbeitung der SN 641 827 (Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Betriebskosten von Strassenfahrzeugen) untersucht, wie sich die Kosten verändern, wenn sich die Fahrleistung und die Fahrzeit verändern.³⁹ In der Studie werden die durchschnittlichen variablen Kosten ermittelt. Die variablen Kosten werden pro Fzkm bzw. pro Fahrzeugstunde (Fzh) ausgewiesen (vgl. Tabelle 23):

- › Die Kosten pro Fzkm umfassen die Kosten der fahrleistungsabhängigen Abnutzung, den Reifenverschleiss sowie den laufenden Unterhalt und Reparaturen. Zu diesen Kosten müssen zudem noch die Kosten des Treibstoffverbrauchs addiert werden, die sich aus dem Treibstoffverbrauch pro Fzkm und dem Preis des Treibstoffs (ohne Steuern) ergeben.

KOSTENSÄTZE FÜR DIE VARIABLEN KOSTEN IM STRASSENVERKEHR IM JAHR 2003						
Preise und Werte 2003	Personenwagen	Motorrad	Car	Bus (OV)	Lieferwagen	Lastwagen
Kosten in CHF / Fzkm	0.1375	0.1354	0.8557	0.7822	0.3108	0.4086
Kosten in CHF / Fzh (reallohnabhängig)	-	-	40.14	56.93	33.04	40.73
Kosten in CHF / Fzh (reallohnunabhängig)	0.67	-	16.85	7.70	1.30	4.62
Durchschnittsgeschwindigkeit in Fzkm / Fzh	39.00	36.00	39.00	21.00	39.00	38.69
Treibstoffkosten (ohne Steuern) in CHF / Fzkm	0.0587	0.0267	0.2383	0.3302	0.0783	0.2251
Variable Kosten in CHF / Fzkm	0.2133	0.1621	2.5550	4.1902	1.2697	1.8057

Tabelle 23 Quellen: SN 641 827 (im Erscheinen), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Betriebskosten von Strassenfahrzeugen, EBP (im Erscheinen), Ermittlung repräsentativer Betriebskostensätze für Kraftfahrzeuge zur Bewertung von Massnahmen im Strassenverkehr, S. 1140, sowie UBA und BUWAL (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs (HBEFA). Preisanpassung auf 2003 gemäss SN 641 827.

- › Die Kosten pro Fzh werden nur für geschäftlich genutzte Fahrzeuge berechnet und beinhalten die zeitabhängige Abnutzung (reallohnunabhängig) und die Personalkosten des Fahrers (reallohnabhängig). Die zeitabhängige Abschreibung (zuzüglich allfälliger Zinszahlungen bei Kauf auf Kredit) entspricht den effektiven Kapitalkosten in der Transportrechnung.

Die Kosten pro Fzh werden nur im Geschäftsverkehr berücksichtigt, weil sie im Privatverkehr als fixe Kosten gelten und deshalb nicht berücksichtigt werden dürfen (ist das Fahrzeug einmal gekauft entstehen diese Kosten unabhängig von der Benutzung – im Geschäftsverkehr müssen hingegen bei erhöhten Einsatzzeiten neue Fahrzeuge gekauft werden).

³⁹ EBP (im Erscheinen), Ermittlung repräsentativer Betriebskostensätze für Kraftfahrzeuge zur Bewertung von Massnahmen im Strassenverkehr.

⁴⁰ Die Durchschnittsgeschwindigkeit der Lieferwagen wurde von 12 auf 39 km/h angepasst, da sich mit 12 km/h unplausible Resultate ergeben (Kosten Lieferwagen grösser als Kosten Lastwagen und variable Kosten Lieferwagen grösser als gesamte Kosten Lieferwagen).

Noch eine Bemerkung zur Zuteilung der **Fahrerkosten** bei geschäftlich genutzten Fahrzeugen (und dem ÖV) zu den variablen Kosten: Hier zeigt sich erneut die Problematik aus Abschnitt 5.1.2, dass die Zuteilung vom Ausmass der betrachteten Veränderung und vom relevanten Zeithorizont abhängt, handelt es sich hier doch um sprungfixe Kosten: Nur die Anstellung / Entlassung von Personal führt zu einer Kostenveränderung. Kleinere Anpassungen der Fahrleistung können aber mit dem vorhandenen Personal bewältigt werden. In der Transportrechnung wurden die Fahrerkosten als fix angesehen. Bei geringen Veränderungen der Fahrleistungen oder in sehr kurzer Frist ist dies korrekt, nicht aber bei grösseren Änderungen und Zeiträumen, in welchen ein Personalauf- oder -abbau vorgenommen werden kann. **Annäherungsweise** kann die sprungfixe Kostenfunktion für das Fahrpersonal durch eine kontinuierliche Kostenfunktion angenähert werden.⁴¹ Damit können die Personalkosten wie in der SN 641 827 als **variabel** angesehen werden. Damit weicht die Studie von der bisherigen Berechnung in der Transportrechnung ab.

Die Zeitkosten von Fahrern und Mitfahrern von privat genutzten Fahrzeugen werden in der SN 641 827 wie in der Transportrechnung nicht zu den Kosten des Verkehrs gezählt (ansonsten würden sich die Kosten massiv erhöhen). Zudem erfolgt die Berechnung nach Faktorkosten, d.h. unter Ausschluss von Steuern. Auch Versicherungsprämien werden abgezogen, da diese zu einer Doppelzählung mit den Unfallkosten führen würden.

In Tabelle 23 werden die variablen Kostensätze pro Fzkm und pro Fzh ausgewiesen und mit Hilfe der Durchschnittsgeschwindigkeit auf Kosten pro Fzkm aggregiert und nach sechs verschiedenen Fahrzeugkategorien ausgewiesen.

Da die gesamten Fzkm der verschiedenen Fahrzeugkategorien im Jahr 2003 aus den BFS-Statistiken bekannt sind, können aufgrund der Tabelle 23 die gesamten variablen Betriebskosten in der Schweiz im Jahr 2003 bottom-up ermittelt werden (vgl. Tabelle 24). Für den öffentlichen Verkehr mussten aufgrund mangelnder Daten der Kostensatz für Busse auch für Trolleybusse und Trams verwendet werden. Das Ergebnis zeigt also lediglich eine Grössenordnung.

Aus der Studie für die Erarbeitung der SN 641 827 lassen sich nur die variablen Kosten ermitteln, nicht aber die gesamten bzw. die fixen Kosten. Die gesamten Kosten wurden bereits in der Transportrechnung bestimmt, so dass die fixen Kosten als Differenz zwischen gesamten und variablen Kosten abgeleitet werden können.

⁴¹ Dies entspricht den Möglichkeiten, mit Anpassungen beim Personalbestand und beim Personaleinsatz (Teilpensen) auf Veränderungen in der zu erbringenden Leistung zu reagieren. Dies ist in dieser Untersuchung unterstellten Zeithorizont von einem Jahr (vgl. Abschnitt 5.1.2) möglich.

Auch in der Transportrechnung wurde zur Bestimmung der gesamten Betriebskosten ein Ansatz gewählt, bei dem die Kosten pro Fzkm mit der Zahl der Fzkm hochgerechnet werden (vgl. Tabelle 24). Die verwendeten Kostensätze beruhen zwar auf ähnlichen Quellen, in der EBP-Studie wurden jedoch pro Fahrzeugkategorie verschiedene Fahrzeugtypen (z.B. Smart, Renault, BMW etc. je für Benzin und Diesel) untersucht und mit unterschiedlichen Annahmen zur mittleren Jahresfahrleistung und zur Einsatzzeit pro Jahr hinterlegt. Während in der Transportrechnung pro Fahrzeugkategorie mit je einem Durchschnittswert für ein durchschnittliches Fahrzeug gerechnet wird. Die Herleitung der variablen Kosten (Studie für die Erarbeitung der SN 641 827) und die Herleitung der gesamten Kosten geht also von unterschiedlichen Grundlagen aus, was methodisch kritisch ist, aber eine pragmatische Lösung darstellt.

VARIABLE UND GESAMTE KOSTEN IM STRASSENVERKEHR IM JAHR 2003 (GROBSCHÄTZUNGEN FARBLICH HINTERLEGT)

Preise und Werte 2003	Personenwagen	Motorrad	Car	Bus (ÖV)	Lieferwagen	Lastwagen	Total
Variable Kosten in CHF / Fzkm	0.21	0.16	2.56	4.19	1.27	1.81	0.35
Gesamte Kosten in CHF / Fzkm	0.51	0.74	4.10	7.98	1.88	2.68	0.71
Mio. Fzkm	51'043	2'152	95	287	3'149	2'115	58'841
Variable Kosten in Mio. CHF	10'888	349	243	1'203	3'999	3'819	20'500
Gesamte Kosten in Mio. CHF	26'179	1'586	389	2'291	5'925	5'659	42'028
Schätzung Anteil variable Kosten an Gesamtkosten	42%	22%	62%	53%	67%	67%	49%
Anteil variable Kosten gemäss Transportkostenrechnung	39%	30%	25%	26%	15%	20%	32%

Tabelle 24 Quellen: Variable Kosten: Tabelle 23 oben, gesamte Kosten: Infrac / Ecoplan (2006): Transportkostenrechnung, Konzept und Pilotrechnung. Fahrleistungen gemäss offizieller BFS-Statistiken (Internet 18.1.2008).

Wie die Tabelle 24 zeigt, betragen die variablen Kosten des gesamten Strassenverkehrs 20.5 Mrd. CHF, während sich die gesamten Kosten auf 42.0 Mrd. CHF belaufen.⁴² Der geschätzte Anteil der variablen Kosten beträgt also gerade etwa die Hälfte der Kosten (je nach Fahrzeugkategorie schwankt er zwischen einem Fünftel und zwei Dritteln).

Vergleicht man die so berechneten Werte mit denjenigen aus der Transportrechnung (vgl. unterste Zeile von Tabelle 24), so erkennt man sofort die grossen Unterschiede in den vier Fahrzeugkategorien Car, Bus, Lieferwagen und Lastwagen. Diese sind darauf zurückzuführen, dass in der SN 641 827 die Fahrerkosten als variabel angesehen werden, in der Transportrechnung

⁴² Die gesamten Kosten für Personenwagen und Motorrad stimmen nicht ganz mit der Transportrechnung überein, weil die in der Transportrechnung verwendeten Fzkm nicht mehr mit den aktuellen Fzkm des BFS übereinstimmen.

jedoch als fix. Bei den Personenwagen ist die Übereinstimmung relativ gut, bei den Motorrädern beruht die Transportrechnung auf einer groben Schätzung.⁴³

Schliesslich ist auch noch kurz zu erwähnen, dass im EU-Projekt COMPETE⁴⁴ ebenfalls Kostensätze für die Schweiz hergeleitet wurden. Diese beruhen allerdings auf internationalen Daten und sind deshalb für Schweizer Verhältnisse weniger geeignet als die oben beschriebenen Schweizer Zahlenwerte. Zudem wird aus COMPETE die Aufteilung auf fix und variabel nicht sofort ersichtlich.

Falls in der Transportrechnung sowohl die variablen als auch die fixen Kosten für den Betrieb von Strassenverkehrsmitteln ausgewiesen werden sollen (Grundsatzfrage von Abschnitt 5.1.2), sehen wir die in der folgenden Tabelle zusammengefassten Vorgehensvarianten.

Vorgehensvarianten

VARIANTEN ZUR AUFTEILUNG IN FIXE UND VARIABLE KOSTEN: BETRIEB VERKEHRSMITTEL STRASSE	
V1	Bestimmung der Gesamtkosten wie bisher ($Fzkm \cdot \text{Kostensatz}$) Bestimmung der variablen Kosten über die SN 641 827 ($Fzkm \cdot \text{Kostensatz}$) Fixe Kosten als Differenz von Gesamt- und den berechneten variablen Kosten
V2	Bestimmung der Gesamtkosten über eine neue Untersuchung analog zur SN 641 827, damit die Bestimmung der Gesamt- und der variablen Kosten auf der Basis gleicher Grundlagen erfolgt ($Fzkm \cdot \text{Kostensatz}$) Bestimmung der variablen Kosten über die SN 641 827 ($Fzkm \cdot \text{Kostensatz}$) Fixe Kosten als Differenz von Gesamt- und variablen Kosten

Tabelle 25

Aufgrund der oben dargelegten Argumente sind die Fahrerkosten neu als variable Kosten zu betrachten. Somit fallen die variablen Kosten der Cars, Busse, Lieferwagen und Lastwagen höher als bisher aus.

In der Variante V1 werden die Gesamtkosten wie bisher berechnet und die variablen Kosten neu auf Grundlage der SN 641 827 (wie in Tabelle 24). Dieses Vorgehen führt dazu, dass die variablen und gesamten Kosten nicht mit demselben Ansatz ermittelt werden, was methodisch problematisch und somit als sehr pragmatischer Ansatz zu beurteilen ist.

⁴³ Aufgrund der geringen Fahrleistung der Motorräder würde ein höherer Fiskostenanteil erwartet als bei den Personenwagen. Wie die neuen Berechnungen zeigen, dürfte der Fixkostenanteil noch grösser sein als vermutet.

⁴⁴ ISI et al. (2005), Analysis of operating costs in the EU and the US.

Wollte man den Anteil der variablen Kosten an den gesamten Betriebskosten genauer schätzen, müsste in der Variante V2 die Studie von EBP umfassend um die fixen Kosten ergänzt werden. Dazu müssten zusätzlich noch folgende fixe Kosten bestimmt werden:⁴⁵

- › Zeitabhängige Abschreibungen der privat genutzten Fahrzeuge
- › Zinsen auf den Kaufpreis (Opportunitätskosten)

Grundlagedaten zu diesen beiden Kostenbereichen sind in der EBP-Studie enthalten, bei den weiteren Kosten jedoch nicht:

- › Indirekte Kosten des Fahrpersonals von geschäftlich genutzten Fahrzeugen wie z.B. Spesen (Verpflegung und Übernachtung von Lastwagen-Fernfahrern, Neben- und Zusatzkosten)
- › Kosten für die Garage bzw. den Abstellplatz
- › Verwaltungskosten von geschäftlich benutzten Fahrzeugen: Disposition Fahrzeuge und Fahrer, Kauf der Fahrzeuge, Gemeinkosten

Die Durchführung dieser Arbeiten würde eine präzise Aufteilung der Betriebskosten des Strassenverkehrs in variable und fixe Kosten für die Schweiz erlauben. Aufgrund des relativ grossen Aufwandes für die detaillierte Erhebung der fixen Kosten und des geringen Nutzens **empfehlen wir**, von **Variante V1** auszugehen, falls die Unterscheidung variable / fixe Kosten überhaupt eingeführt werden soll. Zudem dürfte der Fehler in der Variante V1 gering sein. Denn einerseits wurde die Qualität der gesamten Kosten bisher nicht in Frage gestellt, und andererseits interessiert bei der Aufteilung auf fixe und variable Kosten vor allem das Ausmass der variablen Kosten. Dieses kann mit den neuen Daten der SN 641 827 genauer bestimmt werden.

In der **konkreten Anwendung der Variante V1** ist wie folgt vorzugehen:

- › Für das Jahr 2003 liegen die Ergebnisse in diesem Bericht bereits vor und könnten unmittelbar verwendet werden. .
- › Periodische Aktualisierung für zukünftige Transportrechnungen:
 - › Aktualisierung der Inhalte der **Tabelle 23** über folgende Anpassungen:
 - › Kosten / Fzkm (erste Zeile) mit dem Landesindex der Konsumentenpreise
 - › Reallohnabhängige Kosten / Fzh (zweite Zeile) mit dem Nominallohnwachstum
 - › Reallohnunabhängige Kosten / Fzh (dritte Zeile) mit dem Landesindex der Konsumentenpreise
 - › Durchschnittsgeschwindigkeit (vierte Zeile) keine Anpassung

⁴⁵ Vgl. dazu EBP (im Erscheinen), Ermittlung repräsentativer Betriebskostensätze für Kraftfahrzeuge zur Bewertung von Massnahmen im Strassenverkehr, S. 7-10.

- › Treibstoffkosten (fünfte Zeile) einerseits mit dem Landesindex der Konsumentenpreise, andererseits mit der Abnahme des Treibstoffverbrauchs gemäss dem Handbuch Emissionsfaktoren
- › Im Anschluss ist Tabelle 24 aufzudatieren:
 - › Variable Kosten gemäss Ergebnis aus Tabelle 23
 - › Gesamte Kosten aus den aktualisierten Gesamtergebnissen der Transportrechnung
 - › Mio. Fzkm gemäss den Statistiken des BFS

Der Berechnungsaufwand ist insgesamt gering. Die Genauigkeit bzw. Qualität der variablen Kosten ist als sehr gut zu bezeichnen.

5.2.2. SCHIENENVERKEHR

Methodische Fragen und Datenlage

Übersicht Kostenbereiche

In der Transportrechnung wurden die gesamten Kosten des Verkehrs aus der Eisenbahnrechnung übernommen. Gemäss den dortigen Angaben wurden die Kosten aufgeteilt in die drei Bereiche Betriebskosten, effektive Kapitalkosten Fahrzeuge und volkswirtschaftliche Zusatzkosten. Zwei dieser drei Bereiche sind sehr schnell zugeteilt:

- › Die **Kapitalkosten der Fahrzeuge** beziehen sich auf die Abschreibungen auf die Zinskosten.

Je nach konkretem Fall, kann Rollmaterial mehr oder weniger kurzfristig dazugekauft oder verkauft werden. Entsprechend gibt es hier – wie bereits in Abschnitt 5.1.2 ausgeführt – eigentlich keinen durchschnittlichen Fall. Falls ein solcher konstruiert werden soll, dürfte eine Zuteilung dieser Kosten zu den Fixkosten noch am adäquatesten sein. Die Beschaffung oder der Verkauf von Rollmaterial dürfte in einer Mehrheit der Fälle kein kurzfristiges, d.h. innert Jahresfrist abzuwickelndes Geschäft sein.

Ein weiterer Punkt ist von Bedeutung: Je nach Geschäftsmodell der betrachteten bzw. der Kostendaten rapportierenden Eisenbahnverkehrsunternehmung (EVU) ist denkbar, dass die Kosten für die Fahrzeuge „variabilisiert“ werden können, indem Fahrzeuge nicht gekauft, sondern nur gemietet oder allenfalls geleast werden.

- › **Volkswirtschaftliche Zusatzkosten** entstehen in diesem Bereich, indem in der Eisenbahnrechnung der Buchwert gemäss Anlage- und Abschreibungsrechnung der Bahnen in der volkswirtschaftlichen Sicht kalkulatorisch (mit dem durchschnittlichen Zinssatz von Bundesanlei-

hen) verzinst wird. Damit sind diese Zinskosten höher als oben in den Kapitalkosten der Fahrzeuge ausgewiesen.⁴⁶

Wie die Beschreibung der volkswirtschaftlichen Zusatzkosten zeigt, handelt es sich um **fixe** Kosten. Denn im Wesentlichen wird lediglich ein höherer Zinssatz angewendet als die Bahnen für die Berechnung der Kapitalkosten der Fahrzeuge benutzen.

Die eigentliche Aufgabe besteht im Folgenden also darin, die **Betriebskosten** in fixe und variable Kosten aufzuteilen. Im Prinzip ist die Zuteilung der Betriebskosten auf fix und variabel keine komplexe Aufgabe, denn die Eisenbahnunternehmen kennen die Struktur der Betriebskosten. Mit Blick auf eine Darstellung dieser Kosten in der Transportrechnung ist die Zugänglichkeit dieser Daten das entscheidende Problem. Die Veröffentlichung von Zahlen aus den Kostenrechnungen der Bahnen ist vor allem im Marktbereich der Bahnen, d.h. im Personen-Fernverkehr und im Güterverkehr, höchst problematisch. Eine Vorgehensvariante, welche solche Informationen benötigt, ist u.E. in der Praxis nicht realisierbar.

Deshalb soll im Folgenden untersucht werden, welche Daten verfügbar sind, die eine Abschätzung auf der Basis des aktuellen Wissens erlauben (dies wird dann die Grundlage bilden für die Variante V1). Insbesondere wird dabei auf Daten aus Kosten-Nutzen-Analysen (KNA) und ähnlichen Studien zurückgegriffen. Dort werden meist aber nur die variablen Kosten untersucht, da im Rahmen von KNA eines Angebotsausbaus nur die Veränderung der Kosten relevant ist und damit nur die variablen Kosten. Die gesamten Kosten können aus den veröffentlichten Buchhaltungen der Bahnen eruiert werden und sind bereits in der Transportrechnung enthalten (aus der Eisenbahnrechnung des BFS übernommen). Wie im Strassenverkehr haben wir somit das Problem, dass die gesamten Kosten und die variablen Kosten nicht nach derselben Methode ermittelt werden. Im Folgenden sollen verschiedene Studien zur Abschätzung der variablen Kosten untersucht werden.

Im EU-Projekt COMPETE werden Daten zu den Betriebskosten der Bahn in 24 europäischen Ländern und der USA gesammelt.⁴⁷ Die Daten beruhen auf den Daten der UIC (Union Internationale des Chemins de Fer).⁴⁸ Für die Schweiz sind darin (grobe) Angaben zu SBB und

⁴⁶ BFS (2004), Eisenbahnrechnung 2002. Die sogenannten Saldozinsen (Kosten für die Verzinsung der kumulierten Aufwandüberschüsse der vergangenen Jahre) und die Zinsen auf Spezialfinanzierungen (Zuwendungen der öffentlichen Hand, die nicht in den Jahresergebnissen der Bahnen enthalten sind wie zinslose Darlehen, Beiträge à fonds perdu) werden in der Transportkostenrechnung bisher nicht berücksichtigt (Infras / Ecoplan (2006), Transportkostenrechnung, Konzept und Pilotrechnung, S. 94). In einer parallelen Studie zur Vorliegenden wird der Einbezug der Saldozinsen und der Spezialfinanzierungen nochmals untersucht.

⁴⁷ ISI et al. (2005), Analysis of operating costs in the EU and the US, S. 23.

⁴⁸ UIC (2006), International Railway Statistics 2004

BLS enthalten. Dabei werden die Kosten pro Zugkm nach verschiedenen Kostenkategorien aufgeteilt. Doch erlaubt die dort getätigte Aufteilung nur, die bereits oben erwähnten Kapitalkosten auszuscheiden. Die eigentlichen Betriebskosten können zwar nach Abnutzung, Materialkosten und Trassenpreise sowie Personalkosten und Energiekosten unterteilt werden. Die Aufteilung dieser Kosten in fixe und variable Bestandteile kann mit den verfügbaren Informationen aber nicht vorgenommen werden (z.B. welcher Teil der Personalkosten ist fix?). Für die vorliegende Fragestellung hilft das EU-Projekt COMPETE somit nicht weiter.

Im Personenverkehr wurden schon diverse KNA durchgeführt, so dass die variablen Kosten der Bahnen relativ gut bekannt sind. Im Güterverkehr sind deutlich weniger gut abgestützte Daten verfügbar. Wir gehen im Folgenden zuerst auf den Personenverkehr und dann auf den Güterverkehr ein.

Betriebskosten im Personenverkehr

Im Personenverkehr liegen aus verschiedenen KNA-Studien Kostensätze für die variablen Kosten vor, welche zur Ausscheidung der variablen Kosten in der Transportrechnung herbeigezogen werden könnten.⁴⁹ Dabei sind die folgenden Kostenbereiche zu berücksichtigen (wobei die Kostensätze jeweils zu Preisen des Jahres 2003 angegeben werden, da die Transportrechnung für das Jahr 2003 berechnet wurde):⁵⁰

› **Distributionskosten:** Unter den Distributionskosten versteht man die Kosten für den Verkauf der Fahrausweise. Für geringe und / oder kurzfristige Veränderungen der Verkehrsmenge sind diese als fix zu betrachten (keine Anpassung beim Personalbestand, keine Anpassung bei den Billetautomaten).

In einer KNA werden diese Kosten üblicherweise variabilisiert⁵¹ und als Prozentsatz der Erlöse ermittelt, die wiederum über die pkm (Personenkilometer) bestimmt werden. Daraus ergibt sich ein Kostensatz von 0.02 CHF pro pkm.⁵²

› **Leistungsabhängige Kosten:** Die Kosten des Lokpersonals, der Zugbildung, des Gepäcks und des Unterhalt des Rollmaterials werden als variabel angesehen und werden über die Veränderung der Zugkm berechnet. Die fixen Verwaltungskosten werden jedoch nicht berücksichtigt.

⁴⁹ Siehe insbesondere Ecoplan (2005), Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr und EBP (2006), NIBA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte.

⁵⁰ Die in KNA üblicherweise berücksichtigten kompositionsabhängigen Kosten sind hier jedoch nicht mit einzubeziehen, da diese Kosten bereits oben berücksichtigt wurden (effektive Kapitalkosten).

⁵¹ Die sprungfixe Kostenfunktion wird also durch eine kontinuierliche Funktion approximiert.

⁵² Streng genommen wäre aber davon auszugehen, dass zumindest ein Teil der Kosten fix ist, da an jeder Haltestelle mindestens ein Billetautomat stehen muss – unabhängig von der Verkehrsmenge. Dazu stehen jedoch keine Daten zur Verfügung, d.h. der genaue Verlauf der Kostenfunktion (vgl. Figur 12) ist unbekannt. Die variablen Distributionskosten könnten aber etwas geringer sein als oben angegeben.

Die Kosten fallen je nach Zugstyp unterschiedlich hoch aus. Werden diese Kostensätze mit der Leistung der entsprechenden Zugskategorien gewichtet,⁵³ ergibt sich ein durchschnittlicher Kostensatz von 7.1 CHF / Zugkm.

- › **Zeitabhängige Kosten:** Die Kosten für das Zugbegleitpersonal werden über die Zugstunden (exkl. Standzeiten) ermittelt. Werden auch hier die nach Zugstypen unterschiedlichen Kostensätze mit den entsprechenden Zugstunden gewichtet, so resultiert ein durchschnittlicher Kostensatz von 75 CHF / Zugstunde.
- › **Trassenpreise:** Die Trassenpreise setzen sich aus folgenden Komponenten zusammen (Werte 2003 angegeben):
 - › Unterhalt: 0.0025 CHF / Btkm
 - › Fahrdienst: 0.4 CHF / Zugkm
 - › Energie: 0.0031 CHF / Btkm (0.0062 für D-Züge, in der Nacht je nur 64% davon)
 - › Knotenzuschlag: 5 bzw. 3 CHF pro Ankunft / Abfahrt in einem grossen bzw. kleinen Knoten
 - › Deckungsbeitrag: 4% bzw. 14% der Erlöse im Fern- bzw. Regionalverkehr
 - › Lärmbonus: -0.01 CHF / Achsenkm

Mit Hilfe dieser Kostensätze und den Verkehrsleistungen im Jahr 2003 können nun die gesamten variablen Kosten im Jahr 2003 abgeschätzt werden.⁵⁴ Dabei ist zu unterscheiden zwischen der Sicht des Personenverkehrs und der Sicht der Gesamtbahn. Für den Personenverkehr sind auch die Trassenpreise Betriebskosten, für die Gesamtbahn handelt es sich dabei jedoch lediglich um einen Transfer zwischen dem Personenverkehr und der Infrastruktur.

Das Resultat wird in der folgenden Tabelle dargestellt und zeigt, dass im Jahr 2003 variable Kosten von insgesamt gut 1.5 bzw. 2 Mrd. CHF angefallen sind (ohne bzw. mit Trassenpreis). Gemäss der Transportrechnung fielen 2003 im Personenverkehr insgesamt Betriebskosten von 2.6 bzw. 3.1 Mrd. CHF an. Folglich sind nach dieser Schätzung etwa **58% bzw. 64% der Kosten variabel**. Dieser Anteil ist jedoch mit Vorsicht zu interpretieren, da die variablen und die gesamten Kosten mit zwei verschiedenen Ansätzen berechnet wurden. Aus methodischer Sicht ist dieses sehr pragmatische Vorgehen – wie schon beim Strassenverkehr in Abschnitt 5.2.1 – als

⁵³ Für die Gewichtung werden die nach Zugstyp differenzierten Ergebnisse aus dem Infrass-Verkehrsmodell verwendet, welches für die Bewertung der HGV-Anschlüsse zum Einsatz kam (siehe z.B. Ecoplan (2004), Wirtschaftlichkeit des HGV-Ostanschlusses: Zürich – Schaffhausen).

⁵⁴ Für die Berechnung wurden die offiziellen Daten des BFS aus dem Internet verwendet. Wo solche Zahlen fehlen (z.B. für die Zugh, Knoten etc.), wurden Kennwerte aus dem Infrass-Verkehrsmodell für das Jahr 2000 verwendet und dann mit der prozentualen Differenz der Zugkm zwischen den offiziellen BFS-Zahlen für 2003 und dem Infrass-Verkehrsmodell für 2000 angepasst.

problematisch einzustufen. Bezüglich der Ergebnisse dieses Vorgehens kann jedoch von plausiblen Grössenordnungen ausgegangen werden (recht gute Abstützung der Kostensätze, offizielle Zahlen (pkm, Zugkm, etc.) für die Hochrechnung).

BERECHNUNG DER VARIABLEN BETRIEBSKOSTEN DES PERSONENVERKEHRS IM JAHR 2003		
in Mio. CHF	Sicht Personenverkehr (inkl. Trassenpreis)	Sicht Gesamtbahn (exkl. Trassenpreis)
Distributionskosten	290.2	290.2
Leistungsabhängige Kosten	1'045.3	1'045.3
Zeitabhängige Kosten	218.7	218.7
Trassenpreis	505.2	
Total	2'059.3	1'554.2
Gesamtkosten	3'198.9	2'693.7
Anteil variable Kosten	64%	58%

Tabelle 26 Quelle: Eigene Berechnung, ausser Gesamtkosten Sicht Gesamtbahn: Infrac / Ecoplan (2006): Transportkostenrechnung, Konzept und Pilotrechnung.

Mit den derzeit verfügbaren Daten ist dies die bestmögliche Abschätzung der variablen Kosten. Trotzdem stellt sich u.E. die Frage, ob eine offizielle Statistik auf einem derart pragmatischen und methodisch problematischen Vorgehen beruhen darf.

Betriebskosten im Güterverkehr

Wie erwähnt gibt es im Güterverkehr nur sehr wenige öffentlich zugängliche Studien, die bei der Aufteilung der Kosten in fixe und variable hilfreich sein können. Hintergrund ist, dass es sich hier um den Wettbewerbsbereich der Bahnen handelt. Entsprechend besteht bei den Bahnen nicht das geringste Interesse, solche Kostendaten öffentlich verfügbar zu machen.

Ohne zusätzlichen Input der Bahnen müsste auf einzelnen Studien aufgebaut werden, welche aber nicht beanspruchen können, die fixen und variablen Betriebskosten im Schienengüterverkehr „repräsentativ“ wiederzugeben – angesichts der verschiedenen Typen von Gütertransportbahnen und deren unterschiedlichen Geschäftsmodellen gibt es auch keinen sinnvollen Durchschnittswert (vgl. dazu die grundsätzlichen Überlegungen in Abschnitt 5.1.2).

Entsprechend ist die hier dargestellte Möglichkeit zur Quantifizierung der variablen Kosten im Schienengüterverkehr über eine ausgewählte Studie in erster Linie als Illustration zu verstehen. In einer Studie zu möglichen Varianten für eine **alpenquerende Rola** (rollende Landstrasse)

sind die Betriebskosten von Betreibern der Rola für den Zeitraum 2013 bis 2037 untersucht worden.⁵⁵ Dabei wurden die Kosten sehr detailliert ausgewiesen, was eine Zuteilung zu fixen und variablen Kosten erlauben würde. Daraus liesse sich der Anteil der variablen bzw. fixen Kosten an den gesamten Betriebskosten ermitteln. Bei der Zuteilung zu fixen und variablen Kosten würden wir wie folgt vorgehen (Begründung und Kommentare siehe unten):

› Variable Kosten

- › Trassenpreise
- › Kosten der Traktion (Lokführer)
- › Unterhalt Rollmaterial (es wäre allerdings denkbar, dass eine Teil des Unterhalts unabhängig vom Einsatz des Rollmaterials und damit fix ist, die Daten erlauben jedoch keine Aufteilung)
- › Kosten Marketing (pro Stellplatz)
- › Variable Terminalkosten (Energie, Unterhalt, Verpflegung, Lohnkosten)

› Fixe Kosten

- › Kapitalkosten (Abschreibung, Amortisation und Zinskosten auf Kauf Rollmaterial und Terminal)
- › Grundkosten Overhead
- › Fixe Terminalkosten (technische Ausstattung)

Zu dieser Zuteilung noch einige Bemerkungen:

- › Wie beim Personenverkehr sind die Trassenpreise aus Sicht des Güterverkehrs mit einzubeziehen, aus Sicht der Gesamtbahn hingegen nicht.
- › Ist der Fahrplan einmal festgelegt, sind im Prinzip die gesamten Kosten fix. Es soll aber untersucht werden, wie sich Veränderungen der Verkehrsmenge auf die Kosten auswirken. Also sind die Kosten für Trassenpreise, Traktion, Unterhalt als variabel anzusehen.
- › Ein Teil der Overhead-Kosten wird in der Studie als variabel bezeichnet. Dabei handelt es sich um die Kosten des Marketings, die über die Anzahl Stellplätze berechnet werden. Bei grösseren Veränderungen des Angebots nehmen die Marketinganstrengungen entsprechend zu oder ab, bei kleineren Veränderungen jedoch nicht. Die Kosten des Marketings können also bei grösseren Veränderungen als variabel bezeichnet werden, bei kleineren Veränderungen jedoch als fix. Die Kostenfunktion ist also nicht-linear (vgl. Figur 12).
- › Ähnliches gilt für Teile der Terminalkosten: Die Lohnkosten sowie die Kosten für Energie und Unterhalt sind bei geringen Veränderungen als fix anzusehen, bei grösseren Veränderungen

⁵⁵ Ecoplan (2007), Betriebs- und Investitionskostenvergleich der Rola.

jedoch als variabel. Die Kosten der Verpflegung (der Chauffeure) sind jedoch variabel und die technische Ausstattung der Terminals ist immer fix.

- › Würde gar eine vollständige Einstellung des Verkehrs betrachtet, dürften die gesamten Betriebskosten (ausser den Kapitalkosten) als variabel betrachtet werden, denn ohne Verkehr braucht es auch keinen Overhead.

Wie schon bei der Grundsatzdiskussion in Abschnitt 5.1.2 finden wir auch hier: Je nachdem ob geringe oder grössere Veränderungen der Verkehrsmenge betrachtet werden, sind gewisse Kosten als fix bzw. variabel einzustufen.

Zudem ist darauf zu achten, dass die Kapitalkosten oben bereits als eigene Kategorie aufgeführt wurden. Für die Aufteilung der übrigen Betriebskosten auf fix und variabel müssen also die Kapitalkosten ausgeschlossen werden.

ANTEIL DER VARIABLEN KOSTEN AN DEN BETRIEBSKOSTEN DES GÜTERVERKEHRS		
	Sicht Güterverkehr (inkl. Trassenpreis)	Sicht Gesamtbahn (exkl. Trassenpreis)
Betriebskosten		
Grössere Veränderung der Verkehrsmenge	97% (95% – 98%)	94% (90% – 96%)
Kleinere Veränderung der Verkehrsmenge	87% (83% – 89%)	74% (68% – 80%)
Betriebs- und effektive Kapitalkosten		
Grössere Veränderung der Verkehrsmenge	78% (72% – 84%)	63% (57% – 74%)
Kleinere Veränderung der Verkehrsmenge	70% (63% – 77%)	49% (43% – 62%)

Tabelle 27 Je nach genauem Angebot (Lötschberg oder Gotthard, Anzahl Stellplätze etc.) schwanken die Werte.

Unter Ausschluss der Kapitalkosten und bei der Betrachtung von **grösseren Veränderungen der Verkehrsmenge** sind gemäss eigenen Berechnungen basierend auf der Studie⁵⁶ **aus Sicht des Güterverkehrs** (inkl. Trassenpreise) durchschnittlich **97% der Betriebskosten variabel** (je nach genauem Angebot (Lötschberg oder Gotthard, Anzahl Stellplätze etc.) schwankt der Wert zwischen 95% und 98%) – **aus Sicht Gesamtbahn** (ohne Trassenpreise) sind **94%** (90% bis 96%) variabel (vgl. Tabelle 27). Werden jedoch nur **geringe Veränderungen der Verkehrsmenge** betrachtet und folglich auch Kosten des Marketings und die Personal-, Energie- und Unterhaltskosten an Terminals als fix betrachtet, so betragen die **variablen Kosten aus Sicht**

⁵⁶ Ecoplan (2007), Betriebs- und Investitionskostenvergleich der Rola.

Güterverkehr nur noch **87%** (83% bis 89%), **aus Sicht Gesamtbahn** sind es **74%** (68% bis 80%).

Im Strassenverkehr haben wir die Betriebskosten und die effektiven Kapitalkosten zusammen betrachtet. Um den Schienenverkehr mit dem Strassenverkehr vergleichen zu können, haben wir deshalb im unteren Teil der Tabelle 27 die entsprechenden Werte ausgewiesen. Durch den Einbezug der fixen Kapitalkosten sinken die Anteile der variablen Kosten. Aus Sicht Güterverkehr liegen sie zwischen 70% und 80% (Schwankungsbreite 60% bis 85%), aus Sicht Gesamtbahn zwischen 50% und 65% (Schwankungsbreite 40% bis 75%). Im Strassenverkehr beträgt der Anteil der variablen Kosten 49% (je nach Fahrzeugkategorie 22% bis 67%, vgl. Tabelle 24).

Wie eingangs erwähnt handelt es sich hier um **ein spezifisches Beispiel**. Eine Übertragung auf den Güterverkehr Schweiz stufen wir als sehr problematisch ein:

- › Es handelt sich nur um Ergebnisse für die Rola. Für den UKV (unbegleiteter kombinierter Verkehr) und den WLV (Wagenladungsverkehr) könnte der Anteil der variablen Kosten auch höher oder tiefer sein.

Dieser Punkt könnte allenfalls mit einer Studie von Laesser et al.⁵⁷ behoben werden, in welcher neben der Rola auch der unbegleitete kombinierte Verkehr (UKV) und der Wagenladungsverkehr (WLV) auf einer bestimmten alpenquerenden Relation (Ruhrgebiet – Lombardei) untersucht worden ist. Die Studie weist jedoch die Grundlagen und Ergebnisse nicht vollständig aus,⁵⁸ als dass unmittelbar auf der Basis der öffentlich verfügbaren Publikation die Aufteilung der Betriebskosten in variable und fixe Kostenbestandteile vorgenommen werden könnte.

- › Es handelt sich um Ergebnisse für den alpenquerenden Güterverkehr und damit um Verkehr über grössere Distanzen und damit um lange Züge. In der Schweiz werden aber auch kürzere Züge eingesetzt.
- › Die Daten beruhen auf Schätzungen für die Zukunft (2013 – 2037), nicht auf tatsächlich realisierten Kosten aus der Vergangenheit.

Die oben ausgewerteten Daten beziehen sich also nur auf einen bestimmten Bereich des Güterverkehrs (alpenquerende Rola). Für die übrigen Bereiche liegen aber keine Daten vor. Ohne zusätzliche Daten müsste notgedrungen angenommen werden, dass der Anteil der variablen Kosten auch für die anderen Bereiche gilt. Wir würden also davon ausgehen, dass auch in den

⁵⁷ Laesser et al. (2007), Betriebswirtschaftliche Kosten und Sensitivitäten des Alpen querenden Güterverkehrs.

⁵⁸ Die Tabellen auf den Seiten 66-69 sind alle unvollständig, denn es fehlen die letzten Kostenbereiche (Kosten Lokpersonal und Terminal). Dies zeigt ein Vergleich mit den Seiten 48 – 63.

anderen Bereichen der Anteil der variablen Kosten an den Betriebskosten zwischen 65% und 98% liegt (je nach Betrachtungsweise (Sicht Güterverkehr oder Gesamtbahn bzw. kleine oder grössere Veränderung der Verkehrsmenge)). Abweichungen sind aber durchaus denkbar.⁵⁹

Fazit aus unserer Sicht: Auf der Basis der aktuell verfügbaren Informationen ist eine Aufteilung der Betriebskosten im Güterschienenverkehr auf fixe und variable Bestandteile nur äussert pragmatisch machbar. Ein Vorgehen über ausgewählte Ergebnisse in spezifischen Studien dürfte kaum den Ansprüchen genügen, welche an die Qualität der in der Transportrechnung ausgewiesenen Zahlen gestellt werden.

Vorgehensvorschlag

Wie die obigen Ausführungen zeigen, ist die Datenlage im Strassenverkehr deutlich besser als im Schienenverkehr, insbesondere im Schienen-Güterverkehr. Trotzdem können auch im Schienenverkehr einige Punkte festgelegt werden:

- › Die in der Eisenbahnrechnung ausgewiesenen Kapitalkosten der Fahrzeuge und die volkswirtschaftlichen Zusatzkosten können als fix definiert werden. Dabei kann aber nicht in Anspruch genommen werden, alle relevanten Geschäftsmodelle im Gütertransportverkehr auf der Schiene abzudecken.
- › Die Betriebskosten sollten exklusive der Kosten für die Trassenpreise ausgewiesen werden. Da es sich bei der Transportrechnung um eine volkswirtschaftliche Rechnung handelt, sind die internen Verrechnungspreise zwischen dem Verkehr und der Infrastruktur nicht zu betrachten. Vielmehr sind die Kosten der Infrastruktur gemäss Kapitel 3 auf den Personen- und Güterverkehr aufzuteilen.

Im **Personenverkehr** sehen wir drei Vorgehensvarianten (vgl. folgende Tabelle) zur Ausscheidung von variablen und fixen Kosten.

⁵⁹ So beträgt z.B. der Anteil der effektiven Kapitalkosten an den der Summe von Betriebs- und effektiven Kapitalkosten für den Personen- und Güterverkehr 15% (gemäss Transportkostenrechnung), während in den Berechnungen für die Rola der Anteil zwischen 14 und 24% schwankt (durchschnittlich 19%).

VARIANTEN ZUR AUFTEILUNG IN FIXE UND VARIABLE KOSTEN: BETRIEB VERKEHRSMITTEL SCHIENE: PERSONENVERKEHR	
V1	Bestimmung der Gesamtkosten wie bisher (aus Eisenbahnrechnung) Bestimmung der variablen Kosten über Kennzahlen aus KNA (Kostensätze pro Zugkm * Zugkm, etc.) Fixe Kosten als Differenz von Gesamt- und den berechneten variablen Kosten
V2	Bestimmung der Gesamtkosten wie bisher (aus Eisenbahnrechnung) Einmalige Bestimmung des Anteils der variablen Kosten mittels Auswertung von Zahlen aus den Buchhaltungen der Bahnen im Rahmen einer Vertiefungsstudie Fixe Kosten als Differenz von Gesamt- und den berechneten variablen Kosten
V3	Bestimmung der Gesamtkosten wie bisher (aus Eisenbahnrechnung) Neues Reporting der Bahnen nach den einzelnen Kostenbereichen der Betriebskosten (verschiedene Umsetzungsvarianten denkbar) Fixe Kosten als Differenz von Gesamt- und den berechneten variablen Kosten

Tabelle 28

- › In der **Variante V1** wird als Schätzung der oben ermittelte Anteil von 58% variablen Kosten verwendet (Berechnung über Kostensätze aus KNA). Da die variablen Kosten geschätzt wurden, die gesamten Kosten aber aus den Buchhaltungen der Bahnen stammen, dürfte dieser Anteil nicht genau stimmen. Eine Abweichung um $\pm 20\%$ (d.h. 20% von 58%, d.h. um $\pm 12\%$) scheint uns durchaus möglich.
- › In der **Variante V2** wird der Anteil der variablen Kosten an den Betriebskosten auf der Basis einer Auswertung von derzeit nicht öffentlich zugänglichen Daten der Verkehrsunternehmungen einmalig bestimmt. Die so ermittelten Werte wären mit ausgewiesenen Experten zu plausibilisieren. Es könnte unterstellt werden, dass der so bestimmte Anteil der variablen Kosten über einen gewissen Zeitraum hinweg konstant bleibt. In grösseren Zeitabständen (z.B. 5 oder 10 Jahren) bzw. bei Bedarf wäre er aber zu überprüfen.
- › Soll der variable Teil der Betriebskosten gut abgestützt und zeitlich aktuell wiedergegeben werden, ist ein entsprechendes periodisches (jährliches) Reporting durch die Bahnen letztlich unerlässlich (**Variante V3**). Dieses könnte auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen:
 - a) Bestimmung und periodische Überprüfung des Anteiles der variablen Kosten in den einzelnen Kostenbereichen der Betriebskosten, Reporting der Höhe der gesamten Kosten nach Kostenbereich durch die Bahnen
 - b) Periodisches Reporting der variablen Kosten selber, nach Kostenbereich der Betriebskosten
 Die konkrete Ausgestaltung des Reportings ist nur eine nachgelagerte Fragestellung. Entscheidend ist, dass Variante 3 ein neues und aus Umsetzungssicht problematisches, weil das Geschäftsinteresse der Bahnen tangierendes Kostenreporting durch die Bahnen bedingt.

Die Variante V2 mit der Vertiefungsstudie und erst recht Variante V3 mit einem neuen Kostenreporting der Bahnen bewegen sich in einem sehr sensiblen Kontext. Es stellt sich u.E. die Frage, ob der erzielbare Nutzengewinn in einem vertretbaren Verhältnis zu diesem Kontext steht.

Ob überhaupt eine weitergehende Variante mit zusätzlichem Dateninput nötig ist (V2 oder V3), hängt letztlich vom Anspruch an die Genauigkeit ab. Genügt die Genauigkeit der Variante V1 (58% zwischen 45% und 70%), sind keine weiteren Anstrengungen erforderlich. Bereits die Variante 2 würde einen deutlich grösseren Ressourceneinsatz bedingen, ganz zu schweigen von Variante V3.

Wird die Variante **V1** gewählt, ist in der **konkreten Umsetzung** wie folgt vorzugehen:

- › Für das Jahr 2003 liegen die Ergebnisse in diesem Bericht bereits vor. Sollen diese auf weitere Jahre fortgeschrieben werden, ist wie folgt vorzugehen (vgl. Tabelle 26, wobei die Trassenpreise nicht fortzuschreiben sind):
 - › Die Gesamtkosten ergeben sich aus den aktualisierten Gesamtergebnissen der Transportrechnung.
 - › Die Distributionskosten errechnen sich aus der Multiplikation des mit dem Landesindex der Konsumentenpreise aktualisierten Kostensatzes (0.02 CHF / pkm im Jahr 2003), der zudem mit 0.3% pro Jahr reduziert wird,⁶⁰ mit den pkm aus der Statistik des BFS.
 - › Die leistungsabhängigen Kosten lassen sich aus den Zugkm (BFS-Statistik) und den Kostensatz von 7.1 CHF / Zugkm errechnen, der zu 80% mit dem Nominallohnwachstum und zu 20% mit dem Landesindex der Konsumentenpreise fortzuschreiben ist.
 - › Die zeitabhängigen Kosten aus Tabelle 26 können mit der Veränderung der Zugkm und der Veränderung des Nominallohnindex zwischen 2003 und dem Untersuchungsjahr angepasst werden.

Der Berechnungsaufwand ist also sehr gering.

Im **Güterverkehr** bestehen dieselben drei Varianten (vgl. folgende Tabelle) zur Bestimmung der variablen und fixen Betriebskosten wie im Schienenpersonenverkehr.

Gegenüber Letzterem muss allerdings festgehalten werden, dass die Informations- bzw. Datenbasis für die Variante V1 deutlich weniger gut abgestützt ist. Es müsste auf einzelnen Studien zu spezifischen Fragestellungen (z.B. die Studie zu verschiedenen RoLa-Varianten) abgestellt werden. Ob dies den Ansprüchen an Verlässlichkeit und Aussagewert einer öffentlichen Statistik genügt, ist u.E. zumindest fraglich.

⁶⁰ Da vermehrt Automaten und das Internet zum Verkauf eingesetzt werden, geht man in Kosten-Nutzen-Analysen von einer realen Abnahme von 0.3% pro Jahr aus (Ecoplan 2005, Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr, S. 116).

Die qualitativ deutlich besseren Varianten V2 und V3 führen zu den gleichen heiklen Fragestellungen wie oben beim Personenverkehr. Sie stellen sich im Güterverkehr noch ausgeprägter, da wir uns hier in einem liberalisierten und damit von einem intensiven Wettbewerb geprägten Umfeld bewegen. Dem Bestreben, in einem solchen Umfeld Kostendaten von Bahnen erheben zu wollen, dürften Letztere mit viel Zurückhaltung bzw. Widerstand begegnen.

Vor diesem Hintergrund scheint uns die in Abschnitt 5.1.2 aufgeworfene Grundsatzfrage im Güterverkehr besonders relevant: V1 ist machbar, liefert aber (zu) schwach abgestützte Ergebnisse. V2 und V3 wären deutlich besser, weisen aber erhebliche Probleme in der Umsetzung auf. Beide Problemkreise sind im Lichte des beschränkten Erkenntnisgewinns einer Ausweisung eines Durchschnittswertes für die variablen Betriebskosten im Schienenverkehr gegenüber zu stellen.

VARIANTEN ZUR AUFTEILUNG IN FIXE UND VARIABLE KOSTEN: BETRIEB VERKEHRSMITTEL SCHIENE: GÜTERVERKEHR	
V1	Bestimmung der Gesamtkosten wie bisher (aus Eisenbahnrechnung) Bestimmung der variablen Kosten über verfügbare und auswertbare Kostenanalyse (z.B. Rola-Studie) Fixe Kosten als Differenz von Gesamt- und den berechneten variablen Kosten
V2	Bestimmung der Gesamtkosten wie bisher (aus Eisenbahnrechnung) Einmalige Bestimmung des Anteils der variablen Kosten mittels Auswertung von Zahlen aus den Buchhaltungen der Bahnen im Rahmen einer Vertiefungsstudie Fixe Kosten als Differenz von Gesamt- und den berechneten variablen Kosten
V3	Bestimmung der Gesamtkosten wie bisher (aus Eisenbahnrechnung) Neues Reporting der Bahnen nach den einzelnen Kostenbereichen der Betriebskosten (verschiedene Umsetzungsvarianten denkbar) Fixe Kosten als Differenz von Gesamt- und den berechneten variablen Kosten

Tabelle 29

5.3. INFRASTRUKTUR

5.3.1. STRASSENVERKEHR

Methodische Fragen und Datenlage

Einleitung

Die Aufteilung der Kosten der Infrastruktur auf fixe und variable Bestandteile muss auf der Strassenrechnung basieren, da dort alle wesentlichen Grundlagendaten zu den gesamten Kosten gesammelt werden. Die Aufgabe hier ist es, diese Kosten auf fixe und variable Kosten aufzuteilen. Dazu werden die verschiedenen Kostenbestandteile einzeln betrachtet (siehe unten).

Für jeden Kostenbestandteil wird anhand der Berechnungsweise in der Strassenrechnung und der Literatur untersucht, wie hoch der Anteil der variablen Kosten ist. Da diese Frage teilweise immer noch kontrovers diskutiert wird (siehe den folgenden Abschnitt „Internationale Ergebnisse“), ist keine exakte Zuteilung zu erwarten, doch sollte eine Schätzung des Anteils der variablen Kosten für alle Kostenbestandteile möglich sein.⁶¹

Internationale Ergebnisse

International wird der Anteil der variablen an den gesamten Infrastrukturkosten kontrovers diskutiert. Es gibt drei Typen von Studien, die sich mit dieser Frage beschäftigen und entsprechend ihres unterschiedlichen Ansatzes auch zu jeweils unterschiedlichen Ergebnissen gelangen:⁶²

- › **Kostenallokationsstudien:** In diesen Studien werden die gesamten Kosten der Infrastruktur „top down“ auf die verschiedenen Fahrzeugkategorien aufgeteilt. Diese Studien zielen jedoch meist nicht auf die Verteilung fix / variabel, sondern auf die Verteilung auf Fahrzeugkategorien. Trotzdem können diese Studien bei der Aufteilung auf fix und variabel nützlich sein.
- › Der zweite Studientyp sind **ökonomische Schätzungen der marginalen Infrastrukturkosten**, welche zumindest für kleinere Änderungen auch als kurzfristig variable Kosten gelten können.
- › Schliesslich gibt es auch noch **Ingenieur-Studien**, die sich mit Strassenschäden, optimalen Strassendesign und optimalen Unterhalts- und Erneuerungszyklen beschäftigen.

Werden die Ergebnisse verschiedener internationaler Studien miteinander verglichen, so wird dies dadurch erschwert, dass die einzelnen Kostenbestandteile in den verschiedenen Ländern unterschiedlich definiert werden. Trotzdem wird in der folgenden Tabelle versucht, die wesentlichen Resultate internationaler Studien zusammenzufassen. Die Ergebnisse der beiden dargestellten Studien zeigen in vielen Kostenbereichen Übereinstimmungen, kommen aber bei Verbesserungen und Ausbau zu unterschiedlichen Ergebnissen (0% bzw. 45% bis 80% variable Kosten). Baulicher und betrieblicher Unterhalt sind teilweise variabel, Verwaltung und Signalisation sind fix und die Verkehrsregelung wird als vollständig variabel eingestuft.

⁶¹ Die ganzen Berechnungen sind immer auf den Nettoausgaben zu basieren, da Steuern selber (insbesondere die MWST) keine volkswirtschaftlichen Kosten darstellen (die Einnahmen können andernorts wieder nutzenstiftend eingesetzt werden). Tatsächlich beruhen die Berechnung der Kosten (Kapitalkosten und Betriebskosten) beim BFS und die bestehende Transportrechnung jeweils auf Werten exkl. Steuern (gem. Mail von J.-M. Pittet vom 14.1.2008).

⁶² Die folgenden Ausführungen basieren auf Link et al. (2007), Monitoring Pricing Policy Using Transport Accounts, GRACE-Deliverable D5 und Link et al. (2007), Estimation of variable infrastructure costs, GRACE Annex 1 to Deliverable D5. Link und Maibach (1999, Calculating Transport Infrastructure costs) empfehlen den zweiten Studientyp.

ANTEIL DER VARIABLEN KOSTEN AN DEN INFRASTRUKTURKOSTEN DES STRASSENVERKEHRS		
	GRACE D5, S. 17	Link, Maibach 1999, S. 29
Investitionen in Infrastruktur		
Neubau		0%
Verbesserung und Ausbau	45%-80%	0%
Landerwerb		0%
Baulicher Unterhalt	45%-80%	teilweise
Betriebsausgaben		
Betrieblicher Unterhalt	30%-70%	teilweise
Verwaltung	0%	0%
Signalisation	0%	0%
Verkehrsregelung und -überwachung		100%

Tabelle 30

Aufteilung der Infrastrukturkosten auf fixe und variable Bestandteile

Die Ausgangslage für die Zuteilung zu den fixen und variablen Kosten bilden die Daten aus der Strassenrechnung, insbesondere die Tabelle T4 „Zurechenbare Kosten für die Kapitalrechnung“, welche die Grundlage für die Werte in der Transportrechnung bilden. Bei der Aufteilung der Kapitalrechnung (Tabelle T4 in der Strassenrechnung) auf die Fahrzeugkategorien gehen die Kostenarten genau gleich differenziert ein wie in die Berechnung der Bruttoausgaben (Tabelle T3 in der Strassenrechnung), d.h. die Kosten sind ursprünglich aufgegliedert in Betriebskosten (betrieblicher Unterhalt, Verwaltung, Signalisation sowie Verkehrsregelung und Überwachung), baulicher Unterhalt, Verbesserung und Ausbau, Neubau sowie Landerwerb.⁶³

Im Folgenden besprechen wir die Zuteilung der einzelnen Kostenbereiche in fixe und variable Kosten:

- › **Effektive Kapitalkosten:** Die effektiven Kapitalkosten werden in der Strassenrechnung als Summe aus Abschreibungen und Zinsen auf den Restwert des Strassennetzes ausgewiesen. Die Abschreibungen werden aus Neubau, Verbesserungen, Ausbau und baulichem Unterhalt berechnet.⁶⁴ Die Berechnungen gehen dabei von fixen Lebensdauern der Investitionen aus bzw. von einem fixen Zinssatz.⁶⁵ Der Grossteil dieser Kosten wird von buchhalterisch aktivierten Ausgaben aus den Vorjahren bestimmt und ist somit **bei einem Zeithorizont von einem Jahr**

⁶³ Mail von J.-M. Pittet vom 14.1.2008, dies ist in der Strassenrechnung selbst nicht direkt ablesbar.

⁶⁴ Mail von J.-M. Pittet vom 14.1.2008.

⁶⁵ Die Lebensdauern betragen für baulichen Unterhalt 12.5 Jahren und für Neu- und Ausbauten 40 Jahren, der Zinssatz entspricht dem durchschnittlichen Zinssatz der laufenden Bundesanleihen (BFS 2005, Schweizerische Strassenrechnung, S. 17).

(vgl. dazu Abschnitt 5.1.2) als fix zu betrachten. Zudem werden die Ausgaben für Neubau, Verbesserungen, Ausbau und baulichem Unterhalt meist in den Vorjahren geplant, so dass auch die diesjährigen Kosten als fix anzusehen sind. Diese Festlegung entspricht auch der üblichen Definition von kurzfristigen Grenzkosten (fix vorgegebene Infrastrukturausstattung). Tatsächlich hängt die als fix unterstellte Lebensdauer von der Intensität der Benutzung der Infrastruktur ab. Dies wird in der Strassenrechnung bei der Berechnung der Jahreskosten nicht berücksichtigt, wohl aber bei der Aufteilung der Kosten auf die Fahrzeugkategorien. Würde also eine längerfristige Optik eingenommen, so wäre ein Teil dieser Kosten als variabel anzusehen. Dies zeigen auch die internationalen Resultate in Tabelle 30.

Bei ökonometrischen Studien, welche den Zusammenhang zwischen Kosten und Verkehrsvolumen untersuchen, ist auch zu betonen, dass das Verkehrsvolumen stark mit dem Volumen der Vorjahre korreliert und deshalb fraglich ist, ob das aktuelle Volumen für höhere Kosten verantwortlich ist oder dasjenige der Vorjahre (oder die erwartete Verkehrsmenge in der Zukunft).

Ein Beispiel sind die schwerverkehrsbedingten Investitionskosten (sogenannte gewichtsabhängige Kosten II, vgl. Kapitel 3.2.1): Da schwere Fahrzeuge die Strasse benützen, müssen sie stabiler gebaut sein. Dies erhöht die Investitionskosten.⁶⁶ Trotzdem sind diese Kosten kurzfristig als fix zu betrachten, da die Investitionskosten nicht mehr beeinflusst werden können, wenn sie einmal ausgegeben sind.

› **Betriebskosten:** Wie erwähnt sind die Betriebskosten exkl. MWST zu berücksichtigen. Die Betriebskosten setzen sich aus vier Bestandteilen zusammen, die gemäss den internationalen Ergebnissen in Tabelle 30 zugeteilt werden:⁶⁷

- › **Betrieblicher Unterhalt:** Die internationalen Ergebnisse zeigen, dass diese Kosten teilweise variabel sind. Wie in den bisherigen Berechnungen der Transportrechnung gehen wir davon aus, dass **50% der Kosten variabel** sind.
- › **Verwaltung und Signalisation:** Diese Kostenbereiche werden ausgehend von den Erkenntnissen in der Literatur als **fix** angesehen. Sie verändern sich kurzfristig nicht mit der Verkehrsmenge.
- › **Verkehrsregelung und -überwachung:** Der Aufwand für Verkehrsregelung und -überwachung wird hingegen auch vom Verkehrsvolumen beeinflusst und wird vereinfachend als **variabel** angesehen.

⁶⁶ Doll (2003), Allokation gemeinsamer Kosten der Strasseninfrastruktur, S. 45.

⁶⁷ Bei den Gemeindestrassen werden noch 70% der Einnahmen aus Parkgebühren abgezogen, die als variable angesehen werden können.

Vorgehensvorschlag

Für die Zuteilung der Infrastrukturkosten im Strassenverkehr gibt es basierend auf den obigen Ausführungen nur eine Variante. Ausgehend von der Strassenrechnung können die variablen Kosten wie in Tabelle 31 dargestellt berechnet werden:

- › Im obersten Teil der Tabelle werden die Daten aus der Strassenrechnung dargestellt (zurechenbare Kosten für die Kapitelrechnung, Tabelle T4 und Detailergebnisse des BFS, welche in diese Tabelle einfließen).
- › Im mittleren Teil der Tabelle 31 wird dann wie in der Transportrechnung der anrechenbare Teil dieser Kosten ermittelt (100% der Nationalstrassen, 90% der Kantonsstrassen und 70% der Gemeindestrassen).
- › Mittels der oben hergeleiteten Anteile der variablen Kosten für die einzelnen Kostenbereiche, die unten rechts in Tabelle 31 nochmals festgehalten sind, können dann die variablen Kosten ermittelt werden.

Wie die Ergebnisse in Tabelle 31 zeigen, waren im Jahr 2003 insgesamt **16.5% der Strasseninfrastrukturkosten variabel**. Aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung der Kosten für National-, Kantons- und Gemeindestrassen schwankt der Anteil der variablen Kosten für diese drei Strassentypen jedoch zwischen 8% und 25%.

**BERECHNUNG DER VARIABLEN INFRASTRUKTURKOSTEN DES STRASSEN-
VERKEHRS FÜR DAS JAHR 2003**

	Nationalstrassen	Kantonsstrassen	Gemeindestrassen	Total	
Gesamte Kosten					
Kapitalkosten	2'881	1'375	1'161	5'417	
Betrieblicher Unterhalt	154	586	1'116	1'856	
Verwaltung	24	100	117	241	
Signalisation	-	42	52	94	
Verkehrsregelung und -überwachung abzüglich 70% der Parkgebühren und 100% Militär	172	311	171	654	
			185	185	
Total	3'232	2'414	2'431	8'078	
Anrechnungsquote	100%	90%	70%		
Anrechenbare Kosten					
Kapitalkosten	2'881	1'238	812	4'931	
Betrieblicher Unterhalt	154	527	781	1'463	
Verwaltung	24	90	82	196	
Signalisation	-	38	37	75	
Verkehrsregelung und -überwachung abzüglich 70% der Parkgebühren und 100% Militär	172	280	119	572	
			129	129	
Total	3'232	2'173	1'702	7'107	
Anrechenbare variable Kosten					Anteil variable Kosten
Kapitalkosten	-	-	-	-	0%
Betrieblicher Unterhalt	77	263	391	731	50%
Verwaltung	-	-	-	-	0%
Signalisation	-	-	-	-	0%
Verkehrsregelung und -überwachung abzüglich 70% der Parkgebühren und 100% Militär	172	280	119	572	100%
			129	129	100%
Total	250	543	381	1'174	
Anteil variable Kosten	7.7%	25.0%	22.4%	16.5%	

Tabelle 31 Datenquelle für gesamte Kosten: BFS, detaillierte Daten aus der Strassenrechnung, Mail von J.-M. Pittet vom 14.1.2008

Wird zur Aufteilung der Strasseninfrastrukturkosten auf fixe und variable Kostenbestandteile von verfügbaren Ergebnissen aus der Literatur ausgegangen, ergibt sich für die Umsetzung in der Transportrechnung kein relevanter Aufwand. Es kann auf beim BFS ohnehin vorhandenen Grundlagen und auf den hier aufgearbeiteten Werten ausgegangen werden. Berechnungen für weitere Jahre können aufgrund der Inputdaten des BFS für diese Jahre leicht erstellt werden.

Die vorgenommene Zuteilung beruht auf internationalen Ergebnissen sowie dem vorgegebenen Zeithorizont von einem Jahr (für längere Zeithorizonte sind die variablen Kosten höher).

5.3.2. SCHIENENVERKEHR

Methodische Fragen und Datenlage

Im Schienenverkehr werden wir von derselben Aufteilung der Kosten wie in Kapitel 3 ausgehen (vgl. Figur 5). Für die einzelnen Kostenbestandteile wird dann aber nicht untersucht, wie sie auf

den Personen- und Güterverkehr verteilt werden können, sondern welcher Anteil der Kosten variabel ist. Dabei stützen wir uns wie im Strassenverkehr auf vorhandene Grundlagen und Unterlagen.

Wie in Kapitel 3 gesehen, besteht das Problem im Schienenverkehr auch darin, dass die Diskussion der Unterscheidung zwischen fixen und variablen Kosten auf der Basis von einzelnen Kostenkategorien (z.B. Kosten des laufenden Unterhalts) geführt wird, datenseitig aus der Eisenbahnrechnung aber nur gröbere Kategorien (z.B. Betriebskosten) verfügbar sind. Deshalb werden wie in Kapitel 3 weitere Datenquellen verwendet, um die Kostenzahlen für die einzelnen Kostenkategorien zu ermitteln.

Im Folgenden besprechen wir die in Kapitel 3 erwähnten Kostenkategorien einzeln (vgl. Figur 5 bzw. Tabelle 32) und untersuchen für jede Kostenkategorie, welcher Teil der Kosten variabel ist. Dabei gehen wir erstens auf die Erkenntnisse aus **Kosten-Nutzen-Analysen (KNA)**, zweitens auf das **Trassenpreissystem**, und drittens auf die **internationale und nationale Literatur** ein.⁶⁸ Wie im Strassenverkehr ist die Definition der Kostenkategorien im internationalen Vergleich unterschiedlich, so dass der Vergleich immer etwas problematisch ist.⁶⁹

ANTEIL DER VARIABLEN KOSTEN AN DEN INFRASTRUKTURKOSTEN DES SCHIENENVERKEHRS			
	GRACE D5, S. 18/9	Link, Maibach 1999, S. 29	KNA / NIBA
Kapitalkosten			
Neu- und Ausbau		0%	
Baulicher Unterhalt	22% (18% - 30%) ¹	teilweise	
Betriebskosten			
Fahrdienst		100%	0% - 100%
Energieverbrauch		100%	(50% -) 100%
Laufender Unterhalt	16% (7% - 21%)	teilweise	34.5% - 100%
Verwaltung		0%	0%

¹ Diese Werte gelten für den baulichen und laufenden Unterhalt zusammen.

Tabelle 32

› **Kapitalkosten:** Die Kapitalkosten umfassen die Kosten des baulichen Unterhalts sowie des Neu- und Ausbaus. Im Rahmen der Eisenbahnrechnung werden die Kapitalkosten über die Abschreibungen und die Zinskosten auf dem investierten Kapital bestimmt (vgl. Eisenbahnrechnung Tabelle 1 und 3). Im Rahmen der betriebswirtschaftlichen Rechnung werden dabei die

⁶⁸ Im Schienenverkehr lag der Fokus des Projektes GRACE auf ökonometrischen Schätzungen (vgl. dazu Kapitel 5.3.1, Abschnitt „Internationale Ergebnisse“ bzw. Link et al. (2007), Monitoring Pricing Policy Using Transport Accounts, GRACE-Deliverable D5, S. 17).

⁶⁹ Link et al. (2007), Estimation of variable infrastructure costs, GRACE Annex 1 to Deliverable D5, S. 17.

tatsächlichen Zinskosten der Bahnen berücksichtigt, im Rahmen der volkswirtschaftlichen Rechnung die höheren, kalkulatorischen Zinskosten basierend auf dem durchschnittlichen Zinssatz von Bundesanleihen. Die Differenz dieser beiden Berechnungsweisen wird in der Transportrechnung als „volkswirtschaftliche Zusatzkosten“ ausgewiesen.

Sowohl Abschreibungen als auch Zinskosten werden aus dem Buchwert gemäss der Anlage- und Abschreibungsrechnungen der Bahnen ermittelt. Wie im Strassenverkehr wird also der Grossteil dieser Kosten von Ausgaben aus den Vorjahren bestimmt. Somit können **bei einem Zeithorizont von einem Jahr** die gesamten **Kapitalkosten** als **fix** definiert werden. Zudem werden die Ausgaben für Neubau, Verbesserungen, Ausbau und baulichem Unterhalt meist in den Vorjahren geplant, so dass auch die diesjährigen Kosten als fix anzusehen sind. Wie die Ergebnisse in Tabelle 32 zeigen, stellt diese Annahme eine Vereinfachung dar: Der bauliche Unterhalt wird in der Literatur als teilweise variabel, d.h. durch die Verkehrsmenge beeinflusst, eingestuft.⁷⁰

Wird der Zeithorizont ausgedehnt, so wären mehr und mehr Teile dieser Kosten als variabel zu betrachten. In der langen Sicht sind auch die Kosten von Investitionen in die Infrastruktur variabel. Die Frage „fix oder variabel“ bezieht sich bei Ausbauten dann darauf, inwieweit sich die Kosten mit unterschiedlichen Dimensionierungen der Infrastruktur (unterschiedliche Kapazitäten) verändern.

- › **Fahrdienst:** In Kosten-Nutzen-Analysen⁷¹ werden keine zusätzlichen Kosten für die Betriebsführung veranschlagt, wenn die Zugkm nur geringfügig zunehmen und wenn die Züge taktintegriert verkehren. In diesem Fall werden die Kosten also als fix betrachtet. Bei Grossprojekten wird jedoch mit den durchschnittlichen Kosten gerechnet, d.h. die Kosten als vollständig variabel eingestuft. Der Grund dafür ist, dass es sich um sprungfixe Kosten handelt: Kleine Veränderungen führen nicht zu einer Kostenveränderung, grössere hingegen schon. Dies wird auch in einer weiteren Studie⁷² bestätigt, die ebenfalls festhält, dass kurzfristig die Grenzkosten gleich Null sind. Langfristig sollen die Grenzkosten aber gar grösser sein als die Durchschnittskosten, weil der Aufwand für die Betriebsführung mit zunehmender Zugdichte überproportional ansteigt. Wir empfehlen, die sprungfixe Kostenfunktion mit einer linearen Kostenfunktion zu approximieren. Damit sind die **Kosten des Fahrdienstes variabel**. Auf eine

⁷⁰ So war etwa das Ziel des Forschungsprojekts GRACE, Grundlagen für eine Preissetzung im Verkehr gemäss den *kurzfristigen* Grenzkosten bereitzustellen.

⁷¹ Ecoplan (2005), Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr, S. 123 bzw. EBP (2006), NIBA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte, S. A2-11.

⁷² R+R Burger und Partner (2003), Trassenpreisgestaltung, S. 10.

überproportionale Zunahme verzichten wir jedoch, da zum Ausmass dieser überproportionalen Zunahme keine Grundlagen bestehen.

Alternativ könnte vom Trassenpreissystem Schweiz ausgegangen werden: Die variablen Kosten des Fahrdienstes könnten direkt über den geltenden Trassenpreis-Kostensatz ermittelt werden. Ein Vergleich dieser beiden Methoden folgt weiter unten.

› **Energieverbrauch:** Auch beim Energieverbrauch wird bei Kosten-Nutzen-Analysen⁷³ eine Fallunterscheidung gemacht: Ist der Mehrverkehr relativ gering, so genügen die vorhandenen Kapazitäten der Stromanlagen. In diesem Fall werden kurzfristige Grenzkosten unterstellt. Bei grösseren Projekten sind jedoch auch die Kosten für zusätzliche Kraftwerke und / oder Übertragungsleitungen zu berücksichtigen. In diesem Fall werden die etwa doppelt so hohen Durchschnittskosten (oder langfristige Grenzkosten) verwendet. Je nach der Grösse der betrachteten Änderung werden 50% oder 100% der Kosten als variabel angesehen. Im Rahmen des Trassenpreissystems werden die gesamten Energiekosten (inkl. Fixkosten) als variabel angesehen. In Kapitel 3.2.2 haben wir argumentiert, dass die Infrastrukturkosten der Energie gleich behandelt werden sollten wie die variablen Energiekosten. Entsprechend können die Fixkosten auch hier variabilisiert und somit die gesamten Energiekosten als **variabel** angesehen werden. Diese Festlegung ist auch aus Sicht Datenverfügbarkeit sinnvoll, da die Fixkosten des Energieverbrauchs des Personen- und Güterverkehrs nicht spezifisch ausgewiesen werden.

› **Laufender Unterhalt:** In Kosten-Nutzen-Analysen⁷⁴ wird auch bei den Unterhaltskosten eine Fallunterscheidung gemacht: Zusätzliche Btkm auf einer Neubaustrecke werden mit den Durchschnittskosten bewertet (d.h. 100% variabel), zusätzliche Btkm auf bestehenden Strecken hingegen mit den Grenzkosten. Dabei betragen die Grenzkosten 34.5% der Durchschnittskosten (34.5% variabel). Die internationale Literatur, insbesondere das Projekt GARCE (vgl. Tabelle 32), zeigt jedoch, dass der bisher in KNA verwendete Wert als hoch einzustufen ist: Die Grenzkosten betragen nur 7% bis 21% (vgl. Tabelle 32).⁷⁵ Im Rahmen des Projektes GARCE wurde auch eine Fallstudie für die Schweiz durchgeführt, die zum Ergebnis

⁷³ Ecoplan (2005), Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr, S. 124 bzw. EBP (2006), NIBA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte, S. A2-12.

⁷⁴ Ecoplan (2005), Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr, S. 126-127 bzw. EBP (2006), NIBA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte, S. A2-12.

⁷⁵ Ähnliche Werte (14% bis 30%, aber keine Unterteilung nach Kostenkategorien) wurden auch im Projekt UNITE gefunden (siehe Bossche et al. 2003, Guidance on Adapting Marginal Cost Estimates, UNITE Deliverable 15, S. 23).

kommt, dass 20% der Kosten des laufenden Unterhalts variabel sind.⁷⁶ Es wird empfohlen, die Schweizer Werte zu verwenden – auch weil die internationalen Werte teilweise aus unterschiedlichen Definitionen der Kostenkategorien stammen. Wir gehen somit davon aus, dass **20% der Kosten des laufenden Unterhalts variabel** sind.

Wie bei den Fahrdienstkosten gibt es eine Alternative zur Bestimmung des variablen Teils der Unterhaltskosten über Werte aus der Literatur: Die variablen Unterhaltskosten können auch über den für die Schweiz geltenden Trassenpreis-Kostensatz berechnet werden. Darin enthalten sind nicht nur die Kosten des laufenden Unterhalts, sondern auch diejenigen des baulichen Unterhalts. Es stellt sich letztlich die Frage, ob diese Werte besser abgestützt sind, als die in Forschungsprojekten abgeleiteten Werte.

- › **Verwaltung:** Die Kosten der Verwaltung werden in KNA nicht beachtet, d.h. als fix angesehen. Auch Link und Maibach (1999) gehen davon aus, dass diese Kosten fix sind (vgl. Tabelle 32). Folglich unterstellen auch wir hier, dass diese Kosten **fix** sind. Bei grossen Veränderungen der Verkehrsmenge dürften sich aber auch die Kosten der Verwaltung verändern. Doch bei den zu erwartenden Veränderungen im Schweizer Bahnverkehr dürfen die Kosten der Verwaltung als (in etwa) fix angesehen werden.

Vorgehensvarianten

Bei **Variante 1** erfolgt die Berechnung der variablen Schieneninfrastrukturkosten auf der Basis von Ergebnissen aus der **nationalen und internationalen Literatur**. In Tabelle 33 wird der Berechnungsweg am Beispiel des Jahres 2003 erläutert:

- › Im linken Teil der Tabelle 33 werden die Gesamtkosten der Infrastruktur auf die verschiedenen Kostenbestandteile aufgeteilt.
 - › Die Kapitalkosten können direkt aus der Eisenbahnrechnung entnommen werden (Tabelle 3, volkswirtschaftliche Rechnung).
 - › Der Fahrdienst wird aufgrund des Kostensatzes in Kapitel 3.3 abgeschätzt: Der dort ermittelte Kostensatz für das Jahr 2000 beträgt 1.474 CHF / Zugkm. Dieser wird zuerst mit dem Konsumentenpreisindex auf 2003 angepasst. Zudem wird aufgrund der Automatisierung eine jährliche reale Abnahme von 1% erwartet. Der aktualisierte Kostensatz (1.463 CHF / Zugkm) wird mit den Zugkm im Personen- und Güterverkehr (147.2 und 30.5 Mio. Zugkm) aus der BFS-Statistik hochgerechnet. Es ergeben sich Kosten von 260 Mio. CHF.

⁷⁶ Marti und Neuenschwander (Ecoplan) (2006), GRACE – Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation, Case study 1.2E: Track Maintenance Costs in Switzerland.

**VARIANTE 1 DER BERECHNUNG DER VARIABLEN INFRASTRUKTURKOSTEN
DES SCHIENENVERKEHRS FÜR DAS JAHR 2003: NATIONALE UND INTERNATI-
ONALE LITERATUR**

in Mio. CHF	Gesamtkosten	Anteil variable Kosten	variable Kosten
Kapitalkosten	1'721.3	0%	-
Fahrdienst	260.0	100%	260.0
Energieverbrauch	227.4	100%	227.4
Laufender Unterhalt	255.8	20%	51.2
Verwaltung	1'799.4	0%	-
Total	4'263.8	12.6%	538.5
Betriebskosten	2'542.5	21.2%	538.5

Tabelle 33

- › Die Kosten des Energieverbrauchs können direkt der BFS-Statistik entnommen werden und betragen 227 Mio. CHF.⁷⁷
- › Die Berechnung des laufenden Unterhalts beruht auf den Angaben aus dem Kapitel 3.3, wo hergeleitet wurde, dass die Kosten etwa 256 Mio. CHF betragen.
- › Die Kosten der Verwaltung ergeben sich schliesslich aus der Differenz der in der Eisenbahnrechnung ausgewiesenen Betriebskosten von 2'542.5 Mio. CHF und den soeben ermittelten Kosten für Fahrdienst, Energieverbrauch und laufenden Unterhalt. Die Verwaltung verursacht somit Kosten von 1'799 Mio. CHF.⁷⁸
- › In der nächsten Spalte der Tabelle 33 werden die oben hergeleiteten Anteile der variablen Kosten eingetragen und damit die in der letzten Spalte ausgewiesenen variablen Kosten berechnet. Das Ergebnis zeigt, dass insgesamt 539 Mio. CHF variabel sind. Dies entspricht 12.6% der gesamten Kosten der Infrastruktur oder **21.2% der Betriebskosten** der Infrastruktur.

Allerdings ist es etwas unbefriedigend und für uns auch überraschend, dass der Grossteil der Betriebskosten der Infrastruktur – das Residuum der Verwaltungskosten – nicht genauer erfasst werden kann. Diese Kosten werden in der obigen Berechnung alle als fix angesehen. Eine genauere Untersuchung der Kostenstruktur der Infrastruktur würde erlauben, diese Kosten weiter aufzuteilen. Es ist davon auszugehen, dass nicht sämtliche Verwaltungskosten als fix einzustufen sind. Mit dem vorhandenen Datenmaterial ist eine Aufteilung nicht möglich. Zudem sind

⁷⁷ BFS-Homepage (<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/07/02/02.Document.64941.xls> 22.4.2008).

⁷⁸ Hier besteht wiederum das bereits mehrfach erwähnte Problem der Bildung einer Differenz von mehreren Zahlen, die nicht gleich berechnet wurden.

nach Meinung des BAV⁷⁹ die Gesamtkosten der Verwaltung zu hoch. Eine Vertiefungsstudie könnte hier also Sinn machen.

Alternativ können die variablen Kosten direkt **gemäss Trassenpreissystem** Schweiz ermittelt werden. Diese **Variante 2** wird in der folgenden Tabelle dargestellt:

VARIANTE 2 DER BERECHNUNG DER VARIABLEN INFRASTRUKTURKOSTEN DES SCHIENENVERKEHRS FÜR DAS JAHR 2003: GEMÄSS TRASSENPREISSYS- TEM SCHWEIZ			
in Mio. CHF	Gesamtkosten	Anteil variable Kosten	variable Kosten
Kapitalkosten	nicht verfügbar	0%	-
Fahrdienst	nicht verfügbar	nicht verfügbar	71.1
Energieverbrauch	nicht verfügbar	nicht verfügbar	227.4
Laufender und baulicher Unterhalt	nicht verfügbar	nicht verfügbar	168.8
Verwaltung	nicht verfügbar	0%	-
Total	4'263.8	11.0%	467.3
Betriebskosten	2'542.5	18.4%	467.3

Tabelle 34

- › Die variablen Kosten des Fahrdienstes werden über den Trassenpreis von 0.4 CHF / Zugkm ermittelt.
- › Der Energieverbrauch könnte auch über das Trassenpreissystem ermittelt werden. Dazu stehen uns jedoch nicht alle differenzierten Daten zur Verfügung (da der Trassenpreis je nach Zugstyp und Tageszeit (Reduktion in der Nacht) unterschiedlich hoch ist). Dies stellt aber insofern kein Problem dar, da das BFS die Daten zum Energieverbrauch ohnehin jährlich publiziert (siehe Variante 1).⁸⁰
- › Die Kosten des (laufenden und baulichen) Unterhalts werden über den Trassenpreis von 0.0025 CHF / Btkm berechnet.⁸¹
- › Zusätzlich wären auch die Knotenzuschläge im Trassenpreis zu berücksichtigen. Diese decken die Kosten des Fahrdienstes im Knoten sowie die Unterhaltskosten der Weichen ab. Der Trassenpreis beträgt 5 bzw. 3 CHF / Ein- und Ausfahrt in einem grossen bzw. kleinen Knoten. Da wir über keine Daten zu den Ein- und Ausfahrten im Güterverkehr verfügen, können wir diese Kosten nicht ermitteln, sie liegen jedoch unter 50 Mio. CHF.

⁷⁹ Sitzung vom 6.5.2008.

⁸⁰ Die Abschätzung über das Trassenpreissystem führt zu sehr ähnlichen Kosten.

⁸¹ Dieser Kostensatz wird auch für den Güterverkehr verwendet, obwohl im Güterverkehr das BAV diese Kosten teilweise als Subvention übernimmt. Dies ist aber lediglich eine andere Verteilung der Zahlung, die Kosten für die Infrastruktur sind aber im Güterverkehr pro Btkm gleich hoch wie im Personenverkehr.

Daraus ergeben sich variable Kosten von insgesamt 467 Mio. CHF oder **11% der gesamten Kosten bzw. 18% der Betriebskosten**. Auch diese Berechnungen sind sehr einfach. Könnten die Knotenzuschläge miteinbezogen werden, so würden die variablen Kosten etwa 500 Mio. CHF betragen.

Vergleich der beiden Varianten

Ein Vergleich der beiden Varianten zeigt, dass die Variante 2 zu tieferen variablen Kosten führt als die Variante 1 (unter Einbezug der Knotenzuschläge würde sich die Differenz vermindern). Beide Varianten führen also zu derselben Grössenordnung. Das bisher in der Transportrechnung verwendete Vorgehen stimmt also praktisch mit den hier hergeleiteten Ergebnissen überein: In der Transportrechnung wurde die Kapitalkosten als fix angesehen (wie hier) und es wurde unterstellt, dass 20% der Betriebskosten variabel sind (statt 21.2% bzw. 18.4% in den Varianten 1 bzw. 2).

Eine genauere Betrachtung zeigt, dass die beiden Varianten bei den Energiekosten, Kapitalkosten und der Verwaltung identisch sind. Die beiden anderen Bereiche, in welchen sich Unterschiede ergeben, werden im Folgenden besprochen:

- › **Fahrdienst:** In der Variante 1 werden die gesamten Kosten des Fahrdienstes approximativ als variabel angesehen: Die sprungfixe Kostenfunktion wird linear approximiert. In der Variante 2 wird jedoch nach Auskunft des BAV berücksichtigt, dass in der Schweiz immer noch viele (Neben-) Strecken nicht automatisiert sind: Auf diesen Strecken ist viel Personal nötig, das aber problemlos auch mehr Verkehr bedienen könnte. Im Trassenpreis werden jedoch nur die sogenannten Normgrenzkosten ermittelt. Gemäss Definition umfassen diese die Grenzkosten, die anfallen würden, wenn das Bahnnetz vollständig automatisiert wäre.⁸² Die höheren Kosten in der Variante 1 sind also im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass noch nicht das gesamte Netz automatisiert ist. Gemäss Auskunft des BAV ist ein Grossteil der Mehrkosten in Variante 1 fix (Personal auf nicht automatisierten Strecken), die wahren Grenzkosten (nicht die Normgrenzkosten) dürften aber etwas höher sein als die Normgrenzkosten. Trotzdem dürften die Normgrenzkosten von 71 Mio. CHF näher an den Grenzkosten sein als die Gesamtkosten von 260 Mio. CHF. Es steht also die Variante 2 im Vordergrund.

⁸² Der Bahnverkehr soll nicht bestraft werden, wenn er auf einer Strecke verkehrt, die nicht automatisiert ist. Die nicht gedeckten Mehrkosten der Infrastruktur werden durch die Abgeltungen des BAV gedeckt.

› **Unterhalt:** Hier liegen zwei Schätzungen der Grenzkosten vor, eine im Rahmen des Projektes GRACE und eine der SBB.⁸³ Die beiden Schätzungen führen zu deutlich unterschiedlichen Resultaten. Es wäre sinnvoll, diese beiden Studien zu analysieren und die Unterschiede aufzuzeigen. Dies kann jedoch im vorliegenden Projekt nicht erfolgen. Trotzdem hier einige Hinweise: Im GRACE-Projekt wurden 371 Streckenabschnitte (des sogenannten 400-er Rasters) in den Jahren 2003 bis 2005 miteinbezogen. In der SBB-Studie jedoch nur 30 Strecken (des gröberen 100er-Rasters) im Jahr 2006 verwendet, die bereits vollständig automatisiert sind. Zudem wurden nicht dieselben Unterhalts-Kostenbereiche miteinbezogen. So schliesst die SBB-Studie z.B. die zeitabhängigen Kosten aus. Zudem werden in der SBB-Studie einzig die Btkm als Kostentreiber berücksichtigt, während in GRACE auch weitere Kostentreiber betrachtet werden. Schon dieser oberflächliche Vergleich zeigt, dass die beiden Studien nicht dieselbe Fragestellung untersucht haben (Grenzkosten versus Normgrenzkosten, einbezogene Kostenbereiche).

Weitere Arbeiten zum Vergleich der beiden Studien sind im Rahmen des EU-Projektes CATRIN im Gang, sodass momentan offen ist, welcher Variante der Vorzug zu geben ist. Es ist jedoch zu erwähnen, dass die SBB-Studie nicht mit dem wissenschaftlichen „state of the art“ übereinstimmt.⁸⁴

Für die BFS-Transportrechnung steht also beim **Fahrdienst** die **Variante 2 im Vordergrund**, beim **Unterhalt** ist die **Wahl der Variante offen**. Der Anteil der variablen Kosten an den Betriebskosten der Infrastruktur liegt also zwischen 13.8% (Variante 1 mit geringen variablen Kosten des Fahrdienstes) und 18.4% (Variante 2). Für die Berechnungen in Kapitel 3 gehen wir pragmatisch von der Variante 2 aus – obwohl immer noch offen ist, welcher Variante der Vorzug zu geben ist.

5.4. SICHERHEIT: UNFALLKOSTEN

In den folgenden drei Abschnitten zu den Unfall-, Umwelt- und Verspätungskosten verzichten wir auf eine weitere Unterteilung in Unterabschnitte, da die Frage der Aufteilung auf fixe und variable Kosten bei diesen Kostenarten viel einfacher zu beantworten ist als bei den oben diskutierten Kostenkategorien.

Die Unfallkosten verändern sich mit dem Verkehrsvolumen. Bei sehr geringen Verkehrsmengen gibt es vor allem Selbstunfälle, bei steigender Verkehrsbelastung nehmen die Kollisio-

⁸³ SBB (2008), Berechnungen der Normgrenzkosten und des Knappheitspreises.

⁸⁴ Dies wird auch in einer aktuellen englischen Studie bestätigt (Wheat und Smith (Mai 2008), Assessing the marginal Infrastructure Maintenance Wear and Tear Costs for Britain's Railway Network).

nen zu. Bei noch höheren Verkehrsmengen muss die Geschwindigkeit reduziert werden, so dass weniger Unfälle auftreten und auch die Unfallschwere abnimmt (vor allem noch Sachschäden statt Verletzte oder Tote). Es ist also davon auszugehen, dass die Grenzkosten der Unfälle mit dem Verkehrswachstum zuerst zunehmen und dann wieder abnehmen. Der genaue Verlauf dieser Kurve kennt man aber nicht, trotz verschiedenen Forschungsprojekten in diesem Bereich.⁸⁵ Obwohl die Grenzkosten der Unfälle sich nicht linear verhalten, sind trotzdem die gesamten Unfallkosten als **variabel** zu betrachten, denn kein Bestandteil der Unfallkosten kann als fix bezeichnet werden: Kein Bestandteil der Kosten verändert sich bei einer Veränderung der Unfallhäufigkeit bzw. Unfallschwere nicht. Die Kostenfunktion für Unfälle dürfte etwa so aussehen wie die Kostenfunktion in Figur 12, wobei die Funktion parallel nach unten verschoben wird, so dass sie durch den Nullpunkt geht.

5.5. UMWELTKOSTEN

Die verschiedenen Bereiche der Umweltkosten werden im Folgenden diskutiert (wie bei den Unfallkosten ist der genaue Verlauf der Kostenfunktion (vgl. Figur 12) in den meisten Fällen nicht bekannt):

- › **Luftverschmutzung** (Gebäudeschäden und Gesundheitskosten): Die Schäden durch Luftverschmutzung entstehen durch den Schadstoffausstoss der Motoren und durch Abrieb und Aufwirbelung. Damit sind diese Kosten **vollständig variabel**, denn es gibt keine Kosten, die sich bei einer Veränderung der Verkehrsmenge nicht verändern würden und somit als fix zu bezeichnen wären.
- › **Lärm**: Lärm entsteht durch Roll- und Motorengeräusche. Verändert sich die Verkehrsmenge um weniger als den Faktor 1.25 (Zunahme um 25% oder Abnahme um 20%), so verändert sich das Lärmniveau um weniger als 1 dB(A) und die Veränderung des Lärms gilt als nicht wahrnehmbar.⁸⁶ So dass die Grenzkosten bei kleinen Veränderungen der Verkehrsmenge praktisch Null sind. Selbst für die Internalisierung wird jedoch empfohlen, die Durchschnittskosten zu verwenden.⁸⁷ Bei grösseren Veränderungen der Verkehrsmenge nehmen jedoch die gesamten Lärmkosten zu oder ab und sind deshalb als **variabel** zu betrachten. Auch hier gilt wieder der Umkehrschluss: Da keine Kosten fix sind, sind sie variabel.

⁸⁵ Die Grenzkosten der Unfälle werden z.B. diskutiert in Infrac/Ecoplan (2006, Transportkostenrechnung, Konzept und Pilotrechnung, S. 180-183) und in Lindberg (2006), GRACE, Marginal cost case studies for road and rail transport, S. 56-57.

⁸⁶ Ecoplan (2008), Externe Kosten im Strassenverkehr.

⁸⁷ CE Delft et al. (2008), IMPACT: Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport. Deliverable 1: Handbook on estimation of external costs in the transport sector.

- › **Natur und Landschaft:** Diese Kosten werden durch den Habitatverlust (Bodenversiegelung) und durch die Habitatfragmentierung (Zerschneidung bzw. Behinderung der klein- und grossräumigen Wanderung der Tiere) ausgelöst:
 - › Die **Bodenversiegelung** ist vollständig unabhängig von der Verkehrsmenge – sie hängen nur davon ab, ob die Infrastruktur besteht oder nicht. Diese Kosten sind also **fix**. Die Kosten der Bodenversiegelung betragen etwa einen Drittel der Kosten für Natur und Landschaft.
 - › Bei der **Habitatsfragmentierung** ist es etwas komplexer: Ein Teil der Kosten der Habitatfragmentierung ist vom Ausmass der Benützung der Infrastruktur abhängig und damit variabel. Denn je höher das Verkehrsvolumen, desto kürzer die verkehrsfreien Zeitabschnitte, in denen die Tiere die Infrastruktur überqueren können. Gewisse Verkehrsinfrastrukturen werden abgezünt, um Unfälle mit Tieren zu verhindern. In diesem Fall spielt das Verkehrsvolumen keine Rolle mehr. Im **Schienenverkehr** liegt keine weitere Differenzierung der Fragmentierungskosten vor. Deshalb gehen wir davon aus, dass die gesamten Kosten als **fix** betrachtet werden können.⁸⁸

Im Strassenverkehr liegt eine weitere Aufteilung der Kosten nach Autobahnen / Autostrassen, sowie 1., 2., und 3.-Klass-Strassen vor.⁸⁹ Bei Autobahnen / Autostrassen ist davon auszugehen, dass die Strasse abgezünt ist. Diese Kosten sind also **fix** – und betragen im Jahr 2000 236 Mio. CHF von insgesamt 439 Mio. CHF. Für 3. Klass-Strassen ist davon auszugehen, dass in der Nacht kaum Verkehr herrscht, so dass Tiere die Strasse passieren können. Diese Kosten (von 55 Mio. CHF) sind also ebenfalls vor allem durch das Bestehen der Infrastruktur verursacht und somit **fix**. Bei den übrigen Strassen (bzw. 148 Mio. CHF) dürfte ein Teil der Kosten variabel sein. Wie gross dieser Teil ist, hängt davon ab, wie grosse Veränderungen der Verkehrsmenge man betrachtet. Eine Schliessung einer Strasse würde zu einer vollständigen Aufhebung der Fragmentierung führen, so dass die gesamten Kosten als variabel betrachtet werden können. Werden jedoch nur Veränderungen der Verkehrsmenge um etwa 10% betrachtet, so dürften die Kosten weitestgehend **fix** sein. Der Verlauf der Kostenfunktion zwischen diesen beiden Extremen ist jedoch nicht bekannt. Folglich sind im **Strassenverkehr je nach betrachteter Veränderung der Verkehrsmenge (10% bis 100%) etwa 100% bis 66% fix**.

⁸⁸ Es ist davon auszugehen, dass zumindest in der Nacht auf den meisten Bahnstrecken kaum Verkehr ist und somit unabhängig von der Verkehrsmenge die Bahnlinie von Tieren gequert werden kann. Auf Strecken, die auch nachts oft befahren werden, ist eine Abzäunung anzunehmen, so dass die Kosten ebenfalls nicht von der Verkehrsmenge abhängen.

⁸⁹ Econcept (2004), Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft.

Über die **gesamten Kosten für Natur und Landschaft** ergibt sich somit, dass im Schienenverkehr die Kosten fix sind und im Strassenverkehr je nach betrachteter Veränderung der Verkehrsmenge **zu 78% bis 100% fix** sind.

- › **Weitere Kosten:** Die in der Transportrechnung (BFS 2005) enthaltenen weiteren Kosten können wie folgt auf fixe und variable Kosten verteilt werden:
 - › **Klimakosten, Ernteauffälle, Wald- und Bodenschäden** hängen alle vom Ausstoss von Luftschadstoffen bzw. Treibhausgasen ab und sind deshalb – wie die Kosten der Luftverschmutzung – vollkommen **variabel**. Vereinfachend wird eine lineare Kostenfunktion (vgl. Figur 12) unterstellt.
 - › **Erschütterungen** werden nur durch die Bahn ausgelöst. Die dadurch entstehenden Kosten sind **variabel**, da sie durch das Vorbeifahren der Züge ausgelöst werden. Im Strassenverkehr entstehen jedoch keine Kosten.
 - › Als **zusätzliche Kosten in sensiblen Räumen** werden über eine Zahlungsbereitschaft für unverbauete Landschaft in touristisch genutzten Gebieten (Alpen) quantifiziert. Es handelt sich also um **fixe** Kosten.
 - › Die **zusätzlichen Kosten in städtischen Räumen** bestehen hauptsächlich aus dem Trennungseffekt für Fussgänger (Wartezeiten beim Überqueren der Strasse). Diese Kosten sind zwar prinzipiell von der Verkehrsmenge abhängig, teilweise aber auch fix (Rotlicht, Queren von Autobahnen nur bei Brücken bzw. Unterführungen). Bei der Berechnung der Kosten spielt jedoch die Verkehrsmenge keine Rolle,⁹⁰ so dass die Kosten als **fix** betrachtet werden können. Die praktisch bedeutungslosen Kosten der räumlichen Verdrängung des Fahrradverkehrs sind ebenfalls fix.
 - › Die **Klimakosten von vor- und nachgelagerten Prozessen** müssen noch differenzierter betrachtet werden:
 - › Die **Kosten für Fahrzeuge** (Herstellung, Unterhalt und Entsorgung) **sowie Infrastruktur** (Bau, Unterhalt, Entsorgung) sind als **fix** zu betrachten.⁹¹
 - › Die **Kosten der Energiebereitstellung** (Herstellung Treibstoff / Stromproduktion, Transport / Übertragung) hingegen sind **variabel**.

⁹⁰ Infras (2006), Externe Kosten im Strassen- und Schienenverkehr 2000, S. 120ff.

⁹¹ Streng genommen könnte ein Teil der Betriebskosten der Infrastruktur als variabel betrachtet werden (vgl. Kapitel 5.3), doch lässt die Studie keine Aufteilung der Kosten der Infrastruktur nach Bau, Unterhalt und Entsorgung zu, so dass die gesamten Kosten als fix betrachtet werden.

Eine detaillierte Auswertung der Studienergebnisse durch Infrac zeigt, dass insgesamt je nach Fahrzeugkategorie im Strassenverkehr zwischen 38% und 57% variabel sind und im Schienenverkehr lediglich 8% (vgl. folgende Tabelle).

ANTEIL DER VARIABLEN KOSTEN AN DEN KLIMAKOSTEN VON VOR- UND NACHGELAGERTEN PROZESSEN												
	Strasse					Schiene						
	Personen- wagen	Motor- rad	Car	Bus (ÖV)	Total PV	Liefer- wagen	Last- wagen	Total GV	Total Strasse	Personen- verkehr	Güter- verkehr	Total Schiene
Anteil variable Kosten	54.9%	37.6%	49.1%	56.9%	54.4%	44.5%	33.9%	37.7%	50.6%	7.6%	7.9%	7.7%

Tabelle 35 Eigene Berechnung basierend auf detaillierten Ergebnissen in Infrac (2006), Externe Kosten im Strassen- und Schienenverkehr 2000.

5.6. STAU- UND VERSPÄTUNGSKOSTEN

Zu unterscheiden sind die Kosten für Strasse und Schiene

- › Im **Strassenverkehr** sind die resultierenden staubedingten Zeitverluste und die Steigerung der privaten Kosten (v.a. Treibstoffkosten) durch das Verkehrsvolumen bedingt. Entsprechend können die gesamten Kosten als variabel bezeichnet werden. Die Analysen im Kapitel 4 dieses Berichts zeigen, dass die Kostenverläufe allerdings nicht proportional sind, sondern einen progressiven Verlauf haben.
- › Im **Schienenverkehr** ist die Sachlage komplexer, weil der Zusammenhang zwischen Vorhaltung, Angebotsbereitstellung und Nachfrage nicht proportional ist. Bei den volkswirtschaftlichen Kosten (v.a. Zeitverluste der Benutzer) ist der Zusammenhang nahe liegend. Die Kosten können ebenfalls als vollständig variabel bezeichnet werden. Bei den betriebswirtschaftlichen Kosten sind Teile der Störungsbehebungskosten nicht direkt abhängig von der Verkehrsmenge, so z.B. Teile der Betriebswehr, Rollmaterialreparaturen und die Störungsbehebung im engeren Sinne. Diese machen über 80% der betriebswirtschaftlichen Folgekosten von Verspätung aus. Sie können allerdings nicht als vollständig fix bezeichnet werden. Je grösser die Verkehrsmenge, desto grösser das Störungsausmass, und desto grösser dürften diese Kostenkategorien sein. Deshalb bezeichnen wir der Einfachheit halber auch beim Schienenverkehr alle Verspätungskosten als vollständig variabel, wenn auch mit komplexen Kostenverläufen.

5.7. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

In der folgenden Tabelle wird die Aufteilung der verschiedenen Kostenkategorien auf fixe und variable Kosten gemäss den verfügbaren Daten zusammengefasst. Bei der Besprechung der

Tabelle stellt sich auch die Frage, ob die Berechnung der variablen Kosten mit den vorhandenen Daten eine genügend grosse Genauigkeit erreicht oder ob allenfalls weitere Vertiefungsstudien sinnvoll sein könnten. Es stellt sich aber insbesondere die Grundsatzfrage aus Abschnitt 5.1.2, inwieweit die Ausweisung von variablen und fixen Kosten in einer generellen, also nicht auf eine bestimmte Fragestellung bezogene Statistik sinnvoll ist.

ÜBERSICHT ÜBER DIE ANTEILE DER VARIABLEN KOSTEN AN DEN GESAMT-KOSTEN BASIEREND AUF VERFÜGBAREN DATEN		
	Strassenverkehr	Schienenverkehr
Betrieb Verkehrsmittel		
Betriebskosten	} ca. 50%	PV: ca. 58%
Effektive Kapitalkosten Fahrzeug		GV: ca. 90%
Volkswirtschaftliche Zusatzkosten		0%
	keine Kosten	0%
Infrastruktur		
Betriebskosten	16.5%	13.8% - 18.4%
Effektive Kapitalkosten	0%	0%
Volkswirtschaftliche Zusatzkosten	keine Kosten	0%
Sicherheit: Unfallkosten	100%	100%
Umwelt		
Luftverschmutzung (Gesundheits- und Gebäudeschäden)	100%	100%
Lärm	100%	100%
Natur und Landschaft	0% - 22%	0%
Klimakosten, Ernteauffälle, Wald- und Bodenschäden	100%	100%
Erschütterungen	keine Kosten	100%
Zusatzkosten in sensiblen Räumen	0%	0%
Zusatzkosten in städtischen Räumen	0%	0%
Klimakosten vor- und nachgelagerter Prozesse		
Kosten der Energiebereitstellung	100%	100%
Kosten für Fahrzeuge und Infrastruktur	0%	0%
Verspätungskosten	100%	100%

Tabelle 36

- › Im **Strassenverkehr** liegen gute Grundlagedaten vor, die eine Aufteilung der **Kosten des Betriebs der Verkehrsmittel** erlauben. Insgesamt sind 50% der Kosten variabel (je nach Fahrzeugkategorie 22% bis 67%, vgl. Tabelle 24). Allfällige Vertiefungsstudien sind hier nicht prioritär.
- › Im **Schienenverkehr** liegen weniger gut abgestützte Daten zum **Betrieb Verkehrsmittel** vor. Insbesondere im Güterverkehr müsste auf Erkenntnissen aus einzelnen, auf spezifische Fragestellungen ausgerichteten Studien aufgebaut werden. Besser abgestützte Grundlagen können nur in Zusammenarbeit mit den Bahnen erarbeitet werden (Vertiefungsstudie, Anpassung des

Kostenreportings⁹²). Kostendaten sind allerdings sehr heikle Informationen. Dies gilt v.a. dann, wenn es um die Kosten von Aktivitäten der Bahnen im Wettbewerbsbereich geht (Güterverkehr, nicht bestellter Fernverkehr). Diesem schwierigen Kontext ist der eher fragliche Nutzen der Darstellung von „durchschnittlichen“ variablen und fixen Kosten gegenüber zu stellen.

- › **Infrastruktur:** Im Strassenverkehr stehen relativ gute Datengrundlagen zur Verfügung, auch wenn der Anteil der variablen Kosten am betrieblichen Unterhalt immer noch mit Unsicherheiten behaftet ist. Im Schienenverkehr kann auf das Trassenpreissystem Schweiz abgestellt werden. Beim Unterhalt führt jedoch eine aktuelle Studie zu deutlich anderen Resultaten, sodass momentan offen ist, auf welche Studie abgestellt werden soll. Die Kapitalkosten sind fix, während die Betriebskosten im Strassenverkehr zu 17% variabel sind, im Schienenverkehr je nach Studie zu 14% bis 18%.
- › Die Unfallkosten können als variabel angesehen werden.
- › Die Umweltkosten sind je nach Art der Umweltbelastung fix oder variabel. Da die Daten zu den Kosten für die Umwelt differenziert vorliegen, kann der Anteil der fixen und variablen Kosten einfach bestimmt werden.
- › Verspätungskosten weisen zwar komplexe Kostenverläufe auf, können aber als zu 100% variabel bezeichnet werden.

In folgenden Bereichen könnten Vertiefungsstudien helfen, um die Aufteilung der verschiedenen Kosten des Landverkehrs in fixe und variable Bestandteile besser bzw. in einzelnen Fällen für eine offizielle öffentliche Statistik überhaupt genügend gut abzustützen. Die einzelnen Studien sind in der Reihenfolge ihrer Dringlichkeit aufgeführt werden:

- › Bestimmung der variablen Kosten für den Betrieb Verkehrsmittel Schiene: Güterverkehr
- › Bestimmung der variablen Betriebskosten der Infrastruktur: Schiene
- › Bestimmung der variablen Kosten für den Betrieb Verkehrsmittel Schiene: Personenverkehr
- › Bestimmung der gesamten Kosten für den Betrieb Verkehrsmittel Strasse

Es bleibt aber der grundsätzliche Vorbehalt: Welcher Aufwand soll betrieben werden, um Informationen zu generieren, welche als statistische Durchschnittswerte von beschränkter Relevanz sind, weil die Aufteilung in fixe und variable Kosten nur bei einer konkreten Fragestellung Sinn macht und diese in der Transportrechnung fehlt. Aus unserer Sicht lässt sich kein grösserer

⁹² Zur Wahl der Varianten V2 und V3 siehe Kapitel 5.2.2.

Vertiefungsaufwand rechtfertigen. Wir empfehlen deshalb und weil die aktuell verfügbaren Grundlagen u.E. für eine öffentliche Statistik teilweise zu wenig gut abgestützt sind, in der Transportrechnung auf die **Aufteilung der Kosten des Verkehrs in fix und variabel zu verzichten**.

Falls auf der Basis der in diesem Kapitel diskutierten und aktuell verfügbaren Grundlagen doch eine Aufteilung in fixe und variable Kosten aufgenommen werden soll, empfehlen wir, die Aufteilung nur für die Summe aller Kosten auszuweisen, aber auf eine Darstellung der detaillierten Ergebnisse für die einzelnen Kostenbereiche (wie in Tabelle 36) zu verzichten. Bei Unsicherheiten in jedem einzelnen Kostenbereich ist der Anteil der variablen Kosten für die Summe *aller* Kosten genauer als die jeweiligen Anteile für die einzelnen Kostenbestandteile.⁹³

⁹³ Dies kann mittels der sogenannten Monte-Carlo-Simulation nachgewiesen werden. In Ecoplan und Infrac (2008, Externen Kosten des Verkehrs in der Schweiz) ist dieser Sachverhalt für die mit Unsicherheiten behafteten Schätzungen der verschiedenen Kategorien von externen Kosten des Verkehrs aufgezeigt worden.

LITERATUR

- BFS (2003):** Schweizerische Strassenrechnung: Revision 2000. Schlussbericht Version 2. Neuenburg. Online im Internet:
http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen__quellen/blank/blank/str/02.Document.101882.pdf (9.1.2008).
- BFS (2005):** Transportrechnung 2003
- BFS:** Eisenbahnrechnung diverse Jahrgänge
- BFS:** Strassenrechnung diverse Jahrgänge.
- Bossche M. A. van den, Certan C., Simme Veldman (NEI), Chris Nash, Daniel Johnson (ITS), Andrea Ricci, Riccardo Enei (ISIS) (2003):** Guidance on Adapting Marginal Cost Estimates. UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency) Deliverable 15, Funded by 5th Framework RTD Programme, Netherlands Economic Institute (NEI), Rotterdam.
- CE/INFRAS (2008):** IMPACT: Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport. Deliverable 1: Handbook on estimation of external costs in the transport sector. CE Delft, INFRAS, Fraunhofer Gesellschaft ISI und University of Gdansk im Auftrag von DG TREN. Brussels/Delft/Zurich.
- COMPETE (2005):** ISI Karlsruhe, INFRAS et al. Operating and congestion costs for Europe
- Doll Claus (2004):** Allokation gemeinsamer Kosten der Strasseninfrastruktur. Anwendbarkeit der Lösungskonzepte kooperativer Spiele in der Wegekostenrechnung. Dissertation an der Universität Fridericiana Karlsruhe. Karlsruhe.
- EBP Ernst Basler und Partner (2006):** NIBA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte. Leitfaden zur Bewertung von Projekten im Schienenverkehr. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr. Zürich.
- EBP Ernst Basler+Partner (im Erscheinen):** Ermittlung repräsentativer Betriebskostensätze für Kraftfahrzeuge zur Bewertung von Massnahmen im Strassenverkehr. Forschungsprojekt VSS 2005 / 205. Arbeiten zur VSS-Norm SN 641 827, Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Betriebskosten von Strassenfahrzeugen. Zürich.
- Econcept (2004):** Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft. Monetarisierung der verluste und Fragementierung von Habitaten. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung.
- Ecoplan (1998):** Externalitäten im Verkehr – methodische Grundlagen, Schlussbericht, GVF-Auftrag Nr. 281a, Bern, Februar.

- Ecoplan (2002):** Soziale und externe Unfallkosten in der Schweiz, Bern.
- Ecoplan (2003):** Betriebs-/Investitionskostenvergleich zweier RoLa-Systeme. Bern.
- Ecoplan (2004):** Wirtschaftlichkeit des HGV-Ostanschlusses: Zürich – Schaffhausen. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr. Bern.
- Ecoplan (2005):** Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr. Bern.
- Ecoplan (2007):** Betriebs- und Investitionskostenvergleich der RoLa. Stand 2007. Aktualisierung der Ecoplan-Studie „Betriebs-/Investitionskostenvergleich zweier RoLa-Systeme“ aus dem Jahre 2003. Studie im Auftrag des Bundesamts für Verkehr. Bern.
- Ecoplan (2008):** Externe Kosten im Strassenverkehr. Grundlagen für die Durchführung einer Kosten-Nutzen-Analyse. Bern.
- Ecoplan/Infras (2008):** Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz. Aufdatierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung und des Bundesamtes für Umwelt. Bern.
- Ecoplan/INFRAS/BSS (2005):** Nutzen des Verkehrs, im Auftrag des ARE.
- Europäische Kommission (2005):** Wegekostenrichtlinie.
- European Commission (1998):** Proposals for directives concerning railway infrastructure, Brussels.
- European Commission (1998):** White Paper “Fair Payment for Infrastructure Use“, Brussels.
- Finnish Road Administration (1997):** Valuation of Impacts of Road Traffic Emissions, Summary, Finnra Reports 10/1997, Helsinki.
- FISCUS (2000):** Concept for an urban cost scheme, D3.
- INFRAS (1998):** Neukonzeption der Strassenrechnung, im Auftrag des BFS.
- INFRAS (2001):** Neukonzeption der Eisenbahnrechnung, im Auftrag des BFS.
- INFRAS (2003):** Infrastrukturkosten Luftfahrt, im Auftrag des ARE.
- INFRAS (2006):** Externe Kosten im Strassen- und Schienenverkehr 2000. Klima und nicht erfasste Umweltbereiche sowie vor- und nachgelagerte Projekte, im Auftrag ARE.
- INFRAS (2007):** Staukosten des Strassenverkehrs in der Schweiz – Aktualisierung 2000/2005, INFRAS im Auftrag des ARE.
- INFRAS/Ecoplan (2005):** Transportkostenrechnung, Grundlagen und Konzeption
- INFRAS/Ecoplan (2006):** Transportkostenrechnung, Konzept und Pilotrechnung.
- INFRAS/Ecoplan (2007):** Verspätungskosten im Schienenverkehr, zuhanden SBB Infrastruktur
- INFRAS/IWW (2004):** External cost of transport, im Auftrag der UIC, Paris/Zürich/Karlsruhe.

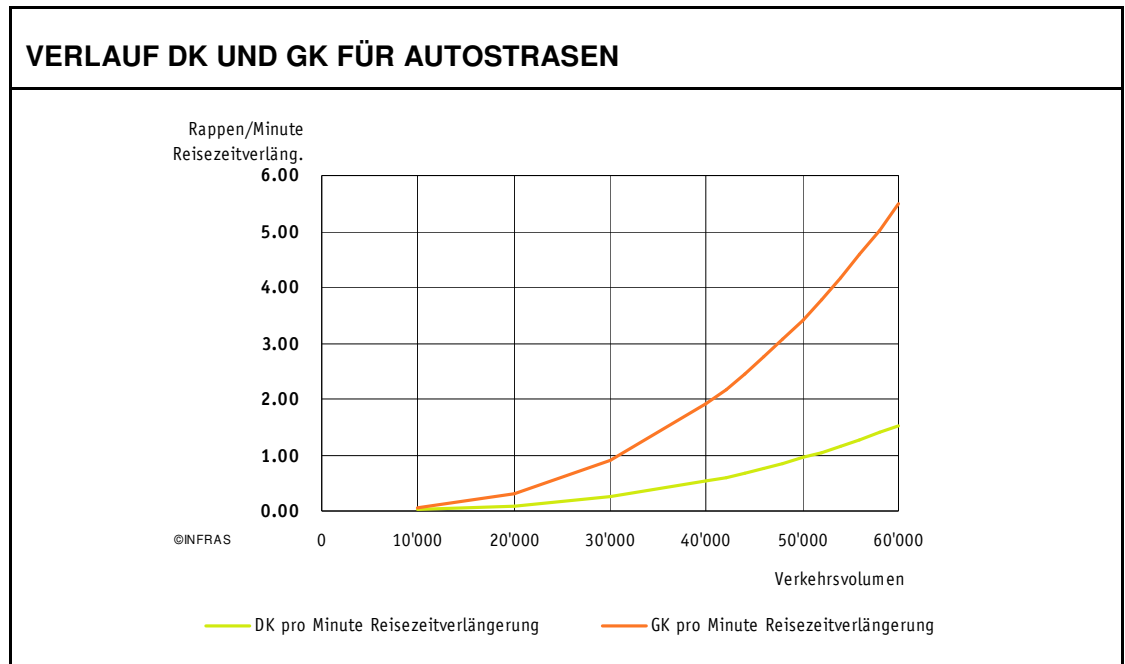
- ISI Karlsruhe, INFRAS et al. (2005):** Analysis of operating costs in the EU and the US. Annex 1 des EU-Projektes COMPETE (Analysis of the contribution of transport policies to the competitiveness of the EU economy and comparison with the United States).
- IVT ETH Zürich, Emch + Berger, TU Dresden (2006):** Erstellung des nationalen Personenverkehrsmodells für den öffentlichen und privaten Verkehr – Modellbeschreibung, im Auftrag des ARE.
- Laesser Christian, Bieger Thomas, Meister Jürg (2007),** Betriebswirtschaftliche Kosten und Sensitivitäten des Alpen querenden Güterverkehrs. Institut für öffentliche Dienstleistungen und Tourismus, Universität St. Gallen.
- Lindberg Gunnar (2006):** GRACE – Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation, Marginal cost case studies for road and rail transport. Deliverable 3, Leeds.
- Link H., Becker A. (DIW), Matthews B., Nash C. (ITS), Martin J.C. (ULPG), Ruijgrok C. (TNO) (2007):** GRACE – Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation, Estimation of variable infrastructure costs. Annex A1 to Deliverable 5, Berlin and Leeds.
- Link Heike, Anna Becker (DIW), Bryan Matthews, Phil Wheat (ITS Leeds), Riccardo Enei, Carlo Sessa (ISIS), Ferenc Meszaros (BUTE), Stefan Suter (Ecoplan), Peter Bickel, Katrin Ohlau (IER), Robert de Jong (TNO), Monika Bak (University of Gdansk), Gunnar Lindberg (VTI) (2007):** GRACE – Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation, Monitoring Pricing Policy Using Transport Accounts. Deliverable 5, Leeds.
- Link Heike, Markus Maibach (1999),** Calculating Transport Infrastructure costs. Final report of the expert advisors to the high level group on infrastructure charging (working group 1).
- Marti M. and Neuenschwander R. (Ecoplan) (2007):** GRACE – Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation, Case study 1.2E: Track Maintenance Costs in Switzerland. Annex to Deliverable 3 Marginal cost case studies for road and rail transport, Bern and Leeds.
- R+R Burger und Partner (2003):** Trassenpreisgestaltung: Analyse des heutigen Systems in der Schweiz und Beurteilung der Änderungsvorschläge. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr.
- SBB Schweizerische Bundesbahnen (2008):** Berechnungen der Normgrenzkosten und des Knappheitspreises.
- SN 641 827 (im Erscheinen):** Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Betriebskosten von Strassenfahrzeugen. Schweizer Norm des VSS. Zürich.

UBA Umweltbundesamt Berlin und BUWAL Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs (HBEFA). Version 2.1. Berlin, Bern.

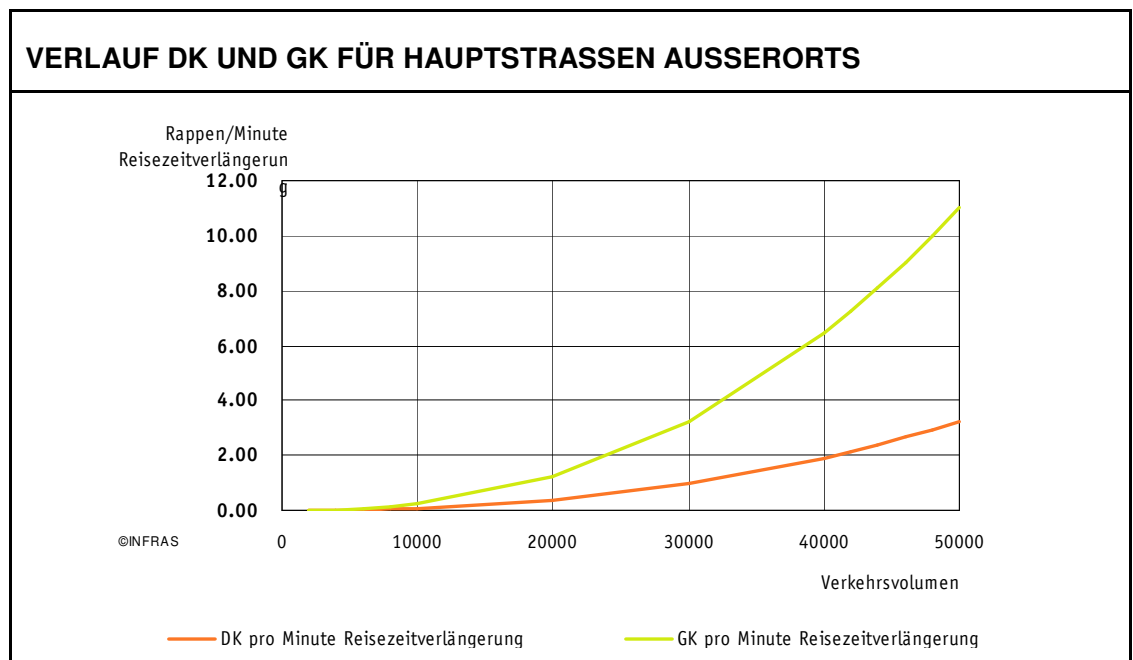
UIC Union internationale des Chemins de Fer (2006): International Railway Statistics 2004.

Wheat Phill, Andrew S.J. Smith (2008): Assessing the marginal Infrastructure Maintenance Wear and Tear Costs for Britain's Railway Network. In: Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 42 (2), S. 189-224.

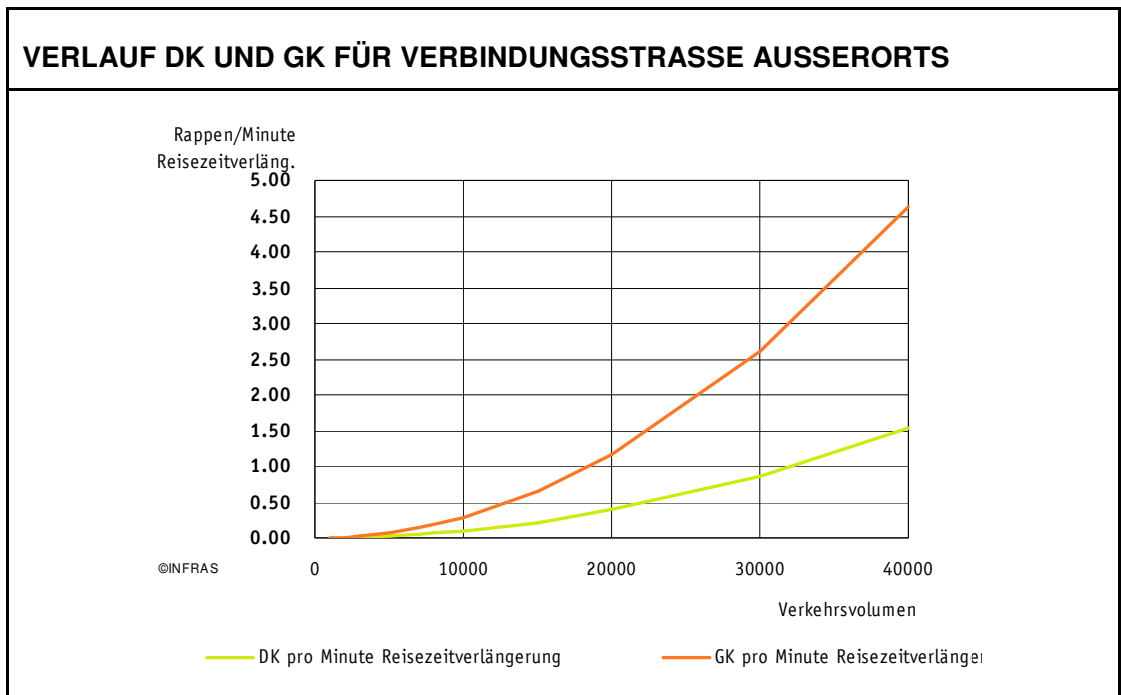
ANHANG: EXTERNE UND INTERNE STAUKOSTEN



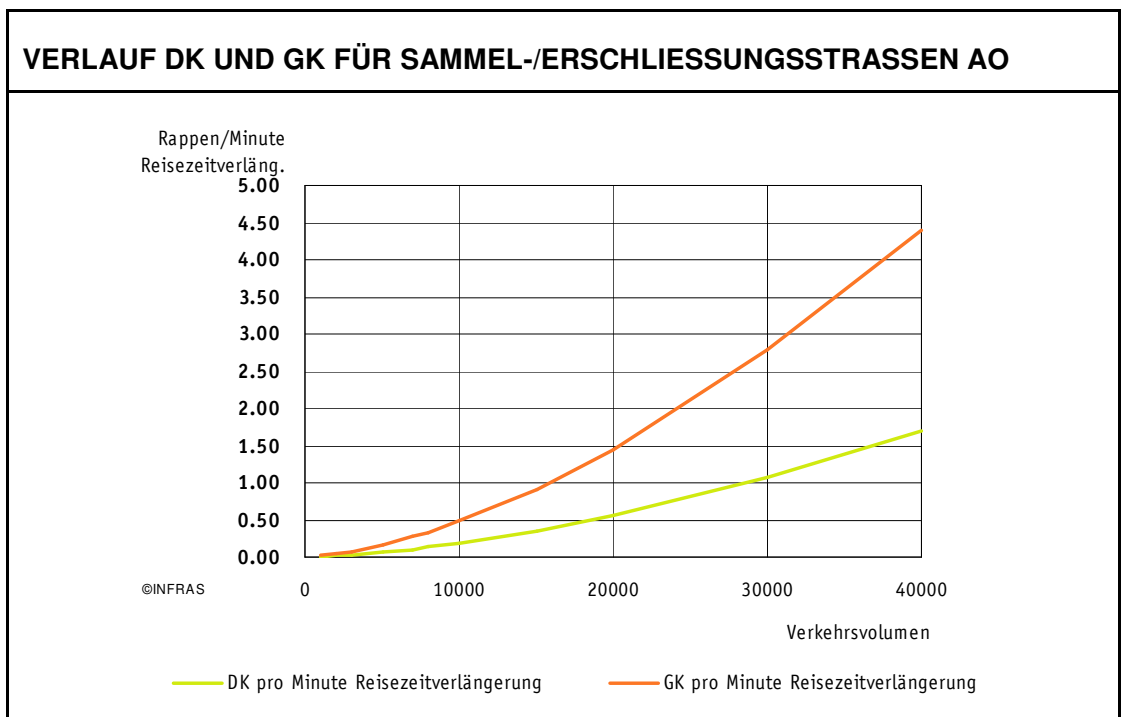
Figur 13



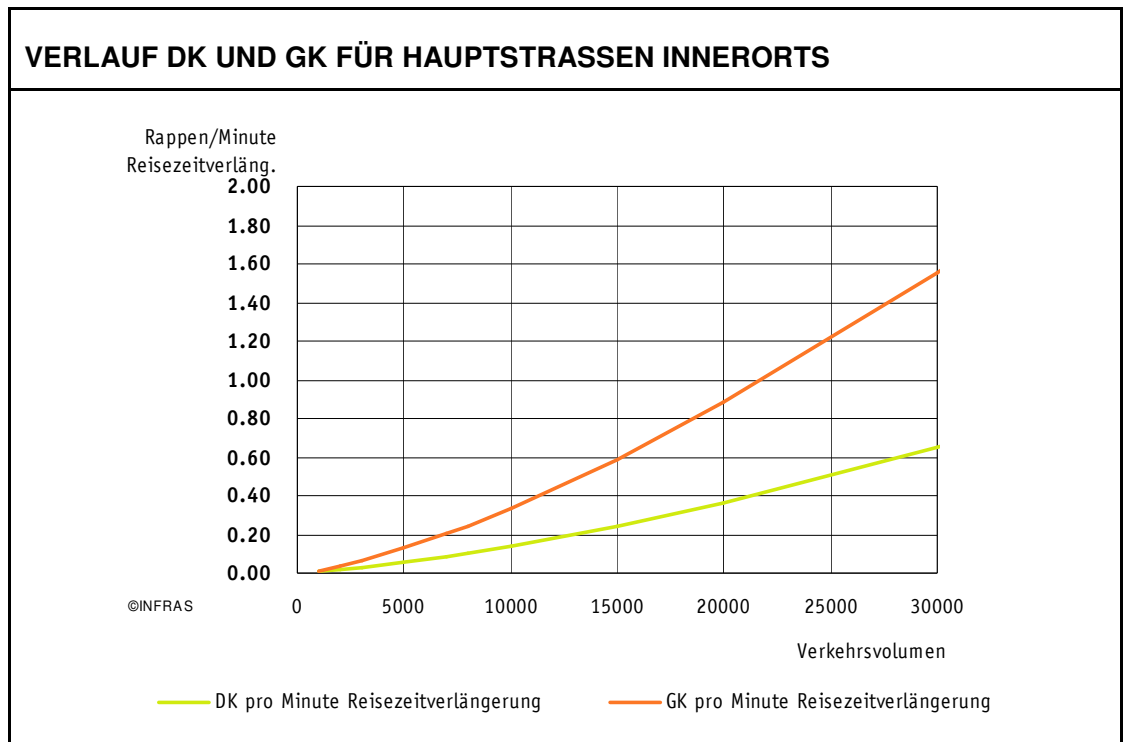
Figur 14



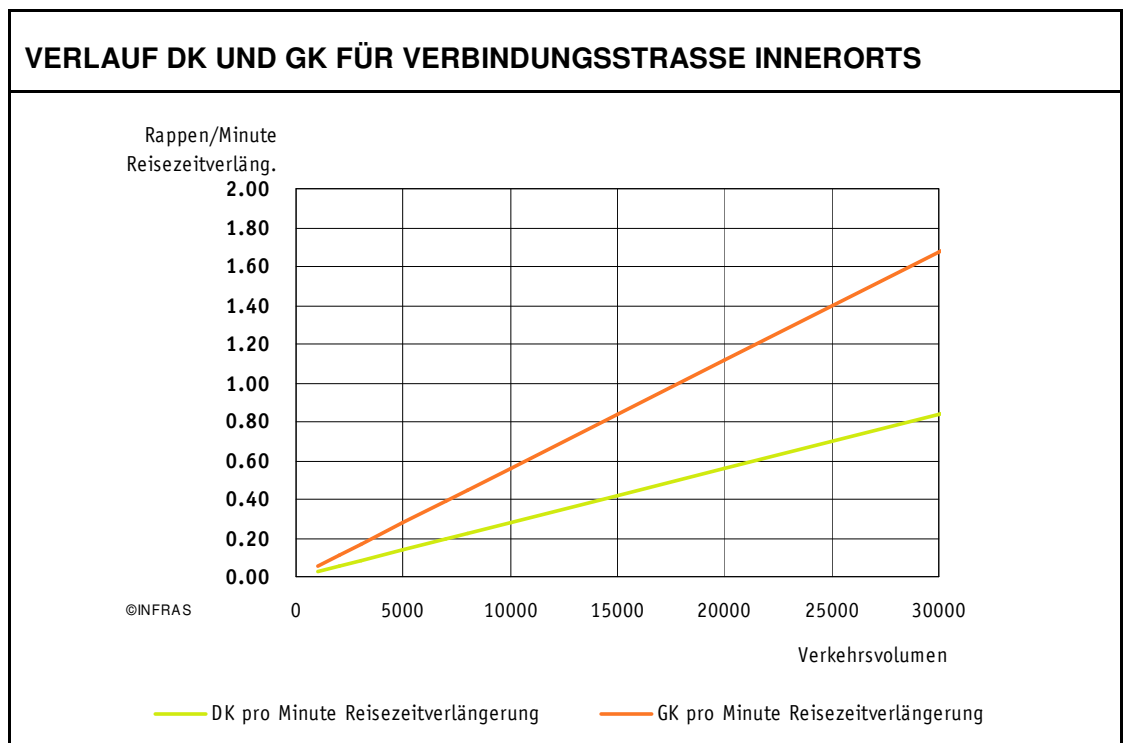
Figur 15



Figur 16



Figur 17



Figur 18