



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la
communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle
comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Modal Split Funktionen im Güterverkehr

**Fonctions de répartition modale
pour le trafic de marchandises**

Modal Split Functions for freight transport

Rapp Trans AG, Zürich
Gianni Moreni, lic. oec. HSG
Georg Abay, Dr. oec. publ.
Cornelia Petz, Dipl.-Wirt.Ing.

IVT ETH, Zürich
Jost Wichser, Dipl. Bau-Ing. ETH
Nikolaus Fries, Dipl.-Ing.

**Forschungsauftrag 2004/081 auf Antrag der Vereinigung
Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)**

Dezember 2008

1229

Forschungsstelle:

Rapp Trans AG

Uetlibergstrasse 132, 8045 Zürich, Tel. +41 (0)43 268 60 30

<http://www.rapp.ch/trans.html>

Gianni Moreni, lic. oec. HSG (Projektleitung)

Georg Abay, Dr. oec. publ.

Cornelia Petz, Dipl.-Wirt.Ing. (FH)

ETH - Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme

ETH Hönggerberg, HIL F14-3,8093 Zürich, Tel +41 (0)44 633 31 09

<http://www.ivt.ethz.ch/>

Jost Wichser, Dipl. Bau-Ing. ETH (Stv. Projektleitung)

Nikolaus Fries, Dipl.-Ing.

Berater:

Milenko Vrtic, Dr. Ing. ETH (bis 31.12.2007)

Kay W. Axhausen, Prof. Dr. ETH (ab 01.01.2008)

Begleitkommission:

Michael Arendt, ARE, Bern (Präsident)

Thomas Bögli, GS1 Schweiz

René Bossart, SBB Cargo, Basel

Patrick Bützberger, SBB, Bern

Stefan Gantenbein, Emch+Berger AG, Bern

Anne Greinus, SBB, Bern

Doris Hierling, BAV, Bern

Joachim Joos, SBB Cargo, Basel

Hans-Urs Merz, ASTAG, Vallamand

Martin Oeschger, Spedlogswiss, Basel

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung	1
Abstract	2
Abrégé	3
Vorwort	4
1 Einleitung	5
1.1 Forschungsbedarf und -ziele	5
1.2 Stand der Forschung	6
1.3 Vorgehen	7
2 Vorbereitung der Erhebung	10
2.1 Datengrundlagen	10
2.2 Ist-Modal Split	11
2.3 Marktsegmentierung	18
2.4 Stichprobengrösse	18
2.5 Befragungskonzept	19
2.6 Versuchsplan	20
2.7 Befragungssoftware	23
3 SP-Befragung	25
3.1 Vorgehen	25
3.2 Stichprobenerfüllung	26
3.3 Stichprobenauswertung	28
3.4 Qualität des Preis- und Transportzeitmodells	34
3.5 Erkenntnisse aus der Interviewphase	37
4 Modellschätzungen	40
4.1 Modellansatz	40
4.2 Ergebnisse der Modellschätzung	42
4.3 Zeitwerte	58
5 Modellanwendungen auf ausgewählte Fallbeispiele	60
5.1 Übersicht	60
5.2 Vorgehen	60
5.3 Resultate	61
6 Schlussfolgerungen	68
6.1 Zur Befragung	68
6.2 Zur Modellschätzung	68
6.3 Zur Anwendung	69
6.4 Wissenslücken bzw. weiterer Forschungsbedarf	70
Literaturverzeichnis	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Durchschnittliche Transportstrecken in km	13
Tabelle 2-2:	Zusammenfassung von Eurostat-Warengruppen (ab DK50)	16
Tabelle 2-3:	Anteil Schienengüterverkehr nach WG neu und DK im Binnenverkehr	18
Tabelle 2-4:	Produktenvielfalt nach Warengruppe	19
Tabelle 2-5:	Stichprobe (Anzahl Transportfälle)	19
Tabelle 2-6:	Qualitätsmerkmale mit Ausprägungen	23
Tabelle 2-7:	einige Ergebnisse der Berechnungen mit den Preisfunktionen	24
Tabelle 3-1:	Stichprobenerfüllung	27
Tabelle 3-2:	Übersicht Transportfälle pro Warengruppe und Transportart	27
Tabelle 5-1:	Szenario 1 – Eingangsparemeter	62
Tabelle 5-2:	Szenario 1 – Referenzwerte für Distanzklasse 300 (Referenzjahr 2003)	62
Tabelle 5-3:	Szenario 1 – Resultate für Distanzklasse 300	62
Tabelle 5-4:	Szenario 2 – Eingangsparemeter	64
Tabelle 5-5:	Szenario 2 – Referenzwerte (Referenzjahr 2003)	64
Tabelle 5-6:	Szenario 2 – Resultate	64
Tabelle 5-7:	Szenario 3 – Eingangsparemeter	65
Tabelle 5-8:	Szenario 3 – Referenzwerte (Referenzjahr 2003)	65
Tabelle 5-9:	Szenario 3 – Resultate	65
Tabelle 5-10:	Szenario 4 – Eingangsparemeter	66
Tabelle 5-11:	Szenario 4 – Referenzwerte (Referenzjahr 2003)	66
Tabelle 5-12:	Szenario 4 – Resultate	66

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Ablaufschema Erarbeitung eines nationalen Güterverkehrsmodells	6
Abbildung 2-1:	Modal Split des Güterverkehrs nach Verkehrsarten	11
Abbildung 2-2:	Gesamtgütermenge nach Distanzklasse und Verkehrsart	13
Abbildung 2-3:	Gesamtgütermenge nach Warengruppen ab DK50	15
Abbildung 2-4:	Beispiel eines Angebotsprofils im Rahmen der SP-Experimente:	22
Abbildung 3-1:	Anzahl Transporte pro Distanzklasse und Verkehrsart	28
Abbildung 3-2:	Eingesetzte Transportmittel pro Verkehrsart	29
Abbildung 3-3:	Eingesetzte Transportmittel pro Distanzklasse	30
Abbildung 3-4:	Mediane Sendungsgrößen pro Warengruppe in Tonnen	31
Abbildung 3-5:	Mediane Warenwerte pro Warengruppe	31
Abbildung 3-6:	Angegebene Preise pro tkm je nach Verkehrsmittel (Ist-Zustand)	33
Abbildung 3-7:	Mediane Transportpreise der einzelnen Transportmittel	34
Abbildung 3-8:	Abweichung in % zwischen geschätzten und angegebenen Transportpreisen für das gewählte Verkehrsmittel (Ist-Zustand)	36

Anhang A: Fragebogen SP-Befragung**Anhang B: Statistik SP-Befragung****Anhang C: SVI-Publikationsliste**

Kurzzusammenfassung

Die vorliegende Forschungsarbeit hatte zum Ziel, massnahmensensitive Modal Split Funktionen für das nationale Güterverkehrsmodell zu schätzen.

Die dazu notwendigen Daten wurden im Rahmen einer telefonisch durchgeführten Stated – Preference – Befragung ermittelt. Die befragten Verlager / Transporteure mussten aufgrund von praktischen Transportfällen der eigenen Firma die Verkehrsmittelwahl unter veränderten Rahmenbedingungen bezüglich Transportzeit, Transportpreis und Pünktlichkeit angeben. Die Transportfälle mussten Sendungen von mindestens 5 t über mindestens 50 km umfassen.

Die Modellschätzung erfolgte mit Hilfe des Softwarepakets Limdep. Als Modellansatz stand das Multinomiale Logit-Modell (MNL) im Vordergrund. Geschätzt wurden sieben Modal Split Funktionen, vier im Binnenverkehr und je eine im Import-, Export- und Transitverkehr. Die geschätzten Parameter zeigen in allen Modellen das richtige Vorzeichen und sind alle mindestens auf 95%-Niveau signifikant.

Die Pünktlichkeit hat sich als das wichtigste Merkmal für die Verkehrsmittelwahl unter den berücksichtigten Entscheidungsfaktoren herausgestellt. An zweiter Stelle steht der Transportpreis. Die Transportzeit ist weniger bedeutend und erscheint nur in den Modal Split Funktionen im Binnenverkehr als erklärende Variable. Diese Befunde sind als plausibel zu bezeichnen.

Wir empfehlen, die so ermittelten Modal Split Funktionen im nationalen Güterverkehrsmodell zu integrieren und regelmässig zu überprüfen bzw. aktualisieren. Ergänzende Erhebungen für den Transitverkehr bzw. für ausgewählte Güterverkehrskorridore könnten sinnvoll sein. Eine isolierte Anwendung der Modal Split Funktionen, d.h. ausserhalb des Verkehrsmodells, ist mit Vorsicht zu geniessen, da wichtige Rückkopplungen Nachfrage – Angebot (Kapazität etc.) in diesem Fall ausgeklammert werden.

Abstract

The aim of this research work was to develop modal split functions for the national freight transport model which are sensitive to measures which may be taken.

A telephone-based stated preference survey was carried out to obtain the data needed. The shippers / transporters questioned had to state the choice of transport mode under basic conditions changed in terms of transport time, transport price and punctuality. They were required to base their response on real life transport cases taken from their own company's experience. These cases had to involve shipments of at least 5 tonnes transported over a distance of at least 50 km.

The model estimate was developed using the 'Limdep' software packet. The model approach was largely based on the multinomial logit model (MNL). Seven separate modal split functions were derived: four for internal traffic and one each for import traffic, export traffic and transit traffic. In all models, the estimated parameters have the right algebraic sign and all are significant to at least the 95% level.

Of the decision-making factors considered, punctuality proves to be the most important in terms of choice of transport mode. The second most important factor is transport price. Transport time is less significant and only occurs as an explanatory variable in the modal split functions for internal traffic. These findings can be described as plausible.

We recommend that the modal split functions derived in this way be integrated into the national freight transport model and that they be regularly checked and updated. Additional surveys of transit traffic and of selected freight transport corridors could also be valuable. An isolated application of the modal split functions (that is, outside of the traffic model) should be treated with some caution, since in this case important demand-supply feedbacks (capacity etc.) would not be considered.

Abrégé

Le présent travail de recherche consistait à apprécier les fonctions de la répartition modale réceptives aux mesures en tant que composantes du modèle national de trafic de marchandises.

Les données requises ont été récoltées dans le cadre d'un sondage téléphonique basé sur la méthode 'stated preference'. Il a été demandé aux chargeurs / transporteurs de se référer à de cas concrets au sein de leur entreprise et de se prononcer sur le choix du moyen de transport en fonction de paramètres liés à la durée, au coût et à la ponctualité du transport. Seuls les transports d'au moins 5 t effectués sur une distance d'au moins 50 km ont été pris en compte dans ce sondage.

L'évaluation du modèle s'est faite à l'aide du progiciel Limdep et le modèle Logit multinomial (MNL) constituait le modèle de base. Sept fonctions de répartition modale ont été évaluées, dont quatre pour le trafic intérieur, une pour le trafic d'import, une pour le trafic d'export et une pour le trafic de transit. Dans tous les modèles, les paramètres évalués affichent les signes moins/plus attendus et ont un indice de confiance d'au moins 95%.

Parmi les facteurs décisifs, la ponctualité s'avère être la caractéristique la plus importante concernant le choix du moyen de transport. Le coût du transport apparaît en deuxième position. La durée du transport revêt moins d'importance et n'apparaît que dans les fonctions de répartition modale du trafic intérieur. Ces résultats sont à considérer comme étant plausibles.

Nous recommandons d'intégrer les fonctions de la répartition modale dans le modèle national de trafic de marchandises, de les vérifier régulièrement et de les actualiser le cas échéant. Des sondages complémentaires concernant le trafic de transit ou certains corridors de transport de marchandises semblent appropriés. Les fonctions de répartition modale utilisées de manière isolée ne sont pas forcément fiables, étant donné que sorties du contexte du modèle de trafic, elles ne permettent plus d'établir les feed-back importants entre la demande et l'offre (capacité etc.).

Vorwort

Während der Arbeiten für die Planung und Durchführung der Befragung war das Projektteam dieses SVI-Forschungsprojektes sehr stark auf eine gute Zusammenarbeit und Mitarbeit von verschiedenen Beteiligten angewiesen.

Die Zusammenarbeit mit der Begleitgruppe und die Erkenntnisse eines Workshops lieferten uns wichtige Denkanstöße und interessante Inputs für die Projektarbeit und die Vorbereitung und Durchführung der Befragung. Die Befragung selbst lieferte die Grundlagen der realitätsnahen und massnahmensensitiven Abbildung der Verkehrsmittelwahlenscheide der Verloader und Transporteure.

Das Projektteam möchte sich an dieser Stelle bei den Mitgliedern der Begleitgruppe, den Teilnehmern des Workshops und den an der Befragung beteiligten Verladern und Transporteuren für ihre aktive Mitarbeit während der gesamten Projektphase herzlich bedanken.

1 Einleitung

1.1 Forschungsbedarf und -ziele

Der Modal Split im Güterverkehr ist sowohl für die Einschätzung der bisherigen Entwicklung als auch für die Beurteilung von künftigen Szenarien und geplanten Massnahmen eine Schlüsselgrösse. Deshalb sind solche Modal Split Funktionen gesucht, die die Verkehrsmittelwahlenscheide der relevanten Akteure (Verlader, Speditionen, etc.) realitätsnah und massnahmensensitiv abbilden können.

Für Güterverkehrsmodelle wurden bisher Modal Split Ansätze verwendet, welche insbesondere die Qualitätsfaktoren (Zuverlässigkeit, Frequenz, Flexibilität, Schadensrate, etc.) nicht oder zu wenig berücksichtigt haben. Der Modal Split wurde mit Hilfe von Nachfrageelastizitäten geschätzt. Eine gültige und aktuelle Schätzung von Nachfragenelastizitäten für den Schweizer Güterverkehr existiert jedoch nicht.

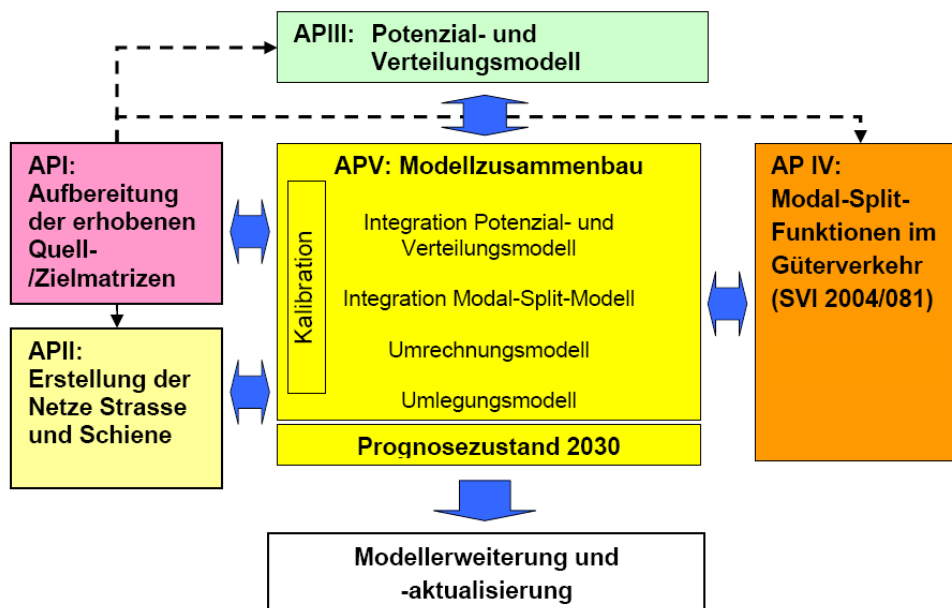
Häufig wird die Bedeutung von Preis und Zeit für die Verkehrsmittelwahl überschätzt und für Verkehrsmittelwahlentscheide wichtige andere Faktoren vernachlässigt. Damit wird das Verkehrsmittelwahlverhalten verzerrt und ungenügend abgebildet. Der Einbezug von Qualitätsfaktoren ist deshalb so wichtig, weil diese aufgrund veränderter Anforderungen (Reduktion Lagerhaltung, Just-in-Time-Konzepten etc.) gegenüber dem Preis an Bedeutung gewonnen haben, wie eine Schweizer Studie aus dem Jahr 2005 belegt¹.

Es ist deshalb von grosser Bedeutung, Modal Split Funktionen zu etablieren, welche die Verkehrsmittelwahlenscheide der relevanten Akteure (Verlader, Speditionen, etc.) realitätsnäher abbilden können. Dafür braucht es als Grundlage spezielle Untersuchungen (Befragungen), welche die relative Bedeutung der relevanten Entscheidungsfaktoren Preis, Zuverlässigkeit, Zeit, Flexibilität, Frequenz etc. ermitteln. Dabei ist zu beachten, dass die Bedeutung der einzelnen Entscheidungsfaktoren je nach Warengruppe und Verkehrsart (Binnenverkehr, Import, Export und Transit) unterschiedlich sein können.

Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) beabsichtigt – nach der Entwicklung eines nationalen Personenverkehrsmodells – auch ein nationales Güterverkehrsmodell zu etablieren. Die Arbeiten zu diesem Modell setzen sich aus fünf Arbeitspaketen zusammen (vgl. Abbildung 1-1).

Im Potentialmodell werden je Modellzone die Erzeugung und Anziehung von Gütern in Tonnen pro Zeiteinheit berechnet. Im Verteilmodell werden die je Modellzone erzeugten Güter auf die potentiellen Zielzonen verteilt. Im Modal Split Modell werden je Quellzone-Zielzone-Beziehung die Anteile der benutzten Transportmittel bestimmt (Tonnen je Transportmittel und Zeiteinheit). Das Umrechnungsmodell hat zum Ziel, die Tonnen in Fahrzeugeinheiten umzurechnen, wobei auch die Leerfahrten zu berücksichtigen sind. Im Umlegungsmodell schliesslich werden die Fahrzeuge auf die entsprechende Transportnetze umgelegt. Als Resultat ergeben sich je Streckenabschnitt die Anzahl Nutzfahrzeuge (Strasse), beziehungsweise die Anzahl Güterzüge (Schiene, Kombiniertes Verkehr) je Zeiteinheit.

¹ Vgl. IRE und Rapp Trans 2005.

Abbildung 1-1: Ablaufschema Erarbeitung eines nationalen Güterverkehrsmodells

Quelle: ARE 2007

An der Entwicklung der Teilmodelle nehmen verschiedene Ingenieurbüros teil. Mit der Entwicklung des Teilmodells Modal Split wurde eine Arbeitsgemeinschaft aus Rapp Trans AG und dem IVT an der ETH Zürich im Rahmen eines SVI-Forschungsauftrages betraut.

Das Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit war, einerseits einen geeigneten massnahmensensitiven Modal Split-Ansatz im Güterverkehr zu entwickeln und andererseits die dafür benötigten Parameter zu schätzen. Der entwickelte Ansatz wurde anschliessend an ausgewählten Fallbeispielen getestet und verifiziert.

1.2 Stand der Forschung

In älteren Güterverkehrsmodellen wurden aggregierte Modal Split-Ansätze verwendet. Bei aggregierten Modellen besteht das Modal Split Modell in der Regel aus multinomialen Logit-Funktionen (MNL), die als erklärende Variablen in der Regel generalisierte Kostenfunktionen haben (Ortúzar und Willumsen, 1995). Diese aggregierten Modelle weisen meistens eine ungenügende Erklärungsqualität auf, weil eine Reihe von Faktoren, die beim Modal Split-Entscheid wichtig sind, in den generalisierten Kosten nicht berücksichtigt werden können.

In neueren Güterverkehrsmodellen werden vorwiegend disaggregierte Ansätze angewandt (De Jong, 2004). Disaggregierte Modal Split Modelle, die auf der sogenannten „random utility Theorie“ basieren und mit Hilfe von stated preference Daten kalibriert werden (discrete choice models), eignen sich wesentlich besser für dieses Teilmodell. Der Entscheidungsträger ist hier der Verloader, der seinen Nutzen (Profit) maximieren möchte. In diesen Modellen können praktisch alle für den Modal Split-Entscheid relevanten Faktoren berücksichtigt werden, wie etwa: Eigenschaften der Transportdienstleistung, Eigenschaften der Güter, die transportiert werden sollen und Charakteristiken des Verladens. Die meisten dieser Modelle sind MNL-Modelle oder sogenannte „nested logit-Modelle“ (NL). Disaggregierte Modal Split Modelle der oben genannten Art stellen den „state of the art“ dar und zwar sowohl im Personenverkehr als auch im Güterverkehr (Ortúzar und Willumsen, 1995). Sie sind am

besten geeignet, um die Auswirkungen einer Infrastruktur- oder einer verkehrspolitischen Massnahme abzubilden. Multimodale Transportketten können ebenfalls berücksichtigt werden, wenn diese Wahlmöglichkeit entsprechend definiert wird. Folgende Modal Split-Modelle basieren z.B. auf diesem Ansatz (De Jong et al. 2004):

- Nuzzolo and Russo (1995): The mode choice for the Italian national model
- Fosgerau (1996): A mode choice model on revealed and SP data
- Reynaud und Jiang (2000): EUFRANET (European freight Railway Network) - a European freight model focussing on operating systems for rail developed for the European Commission with mode choice model on revealed and SP data.
- De Jong et al. (2001): a mode choice model on revealed and SP data for the north of France, developed for the French Ministry of Transport

De Jong erwähnt noch weitere Modelle die auf SP-Daten basieren, die jedoch nicht für die Verkehrsprognose sondern für die Ableitung von Zeitwertansätzen im Güterverkehr entwickelt wurden (unter anderem de Jong et al. 2004).

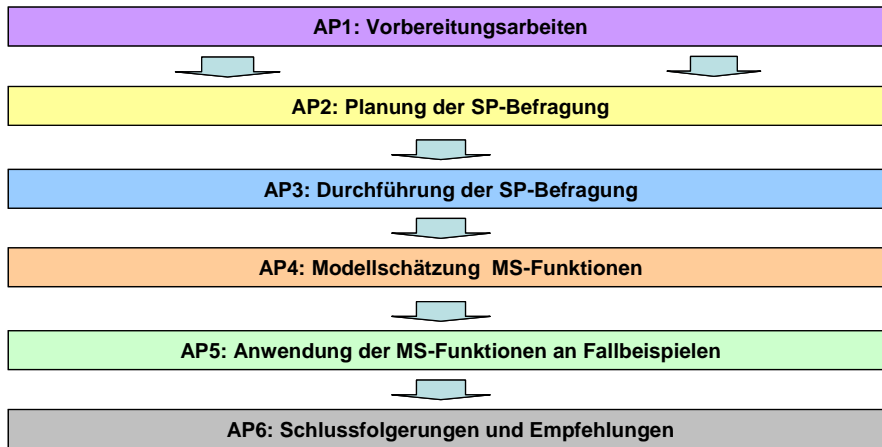
Als massgebende Entscheidungsfaktoren werden oft Kosten, Zuverlässigkeit, Laufzeiten, Frequenz, Flexibilität oder Schadensraten identifiziert. Wichtige Grundlagen zu Entscheidungsprozessen im Güterverkehr wurden in europäischen Forschungsprojekten TRILOG, LOGICAT, LOGIQ und PROTRANS erarbeitet. Bezüglich der Modellierung von Transportmittelwahlentscheiden sind die EU-Projekte MESUDEMO, IQ, EUFRANET, TEES und SPIN relevant.

In der Schweiz wurden in bestehenden Güterverkehrsmodellen vorwiegend Elastizitätsansätze (Arendt, 2000) oder andere einfachere Ansätze (Ruesch et al. 2000) angewendet. Diese entsprechen nicht mehr dem neuesten Stand der Forschung und Anwendung. Wichtige Grundlagenarbeiten über die Bedeutung von Entscheidungsfaktoren bei der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr wurden aber im Rahmen des NFP 41 (Bolis et al. 1999), im Rahmen der ASTRA-Forschung (IRE und Rapp Trans (2005), Bewertung von Qualitätsmerkmalen im Güterverkehr) und in der Vorstudie nationales Basismodell Güterverkehr (Rapp Trans 2005) geleistet. Basierend auf Stated-Preference Ansätzen wurde die Bedeutung wesentlicher Entscheidungsfaktoren wie Zuverlässigkeit, Zeit, Frequenz und Flexibilität ermittelt. Diese sind aber nicht als ein MS-Ansatz mit entsprechender Nutzenfunktion formuliert. Die Stichproben waren zudem gering und es konnten nicht alle Gütersegmente ausreichend abgedeckt werden. Diese Untersuchungen liefern jedoch wichtige methodische Grundlagen und Erfahrungen, auf welchen in der vorliegenden Untersuchung aufgebaut werden kann.

1.3 Vorgehen

Der Modal Split hängt von Angebotsfaktoren (z.B. Erreichbarkeit nach Verkehrsträger, Systemeigenschaften der Verkehrsträger) und auch von Nachfragefaktoren der Logistik- und Transportakteure (z.B. Anforderungen an Zuverlässigkeit, Preis) ab. Für die mathematische Modellierung wird ein Modal Split-Ansatz angewandt, der auf der „Random Utility Theorie“ basiert. Bei dieser Art der Nutzentheorie geht es um die statistische Modellierung von Wahlentscheiden zwischen Alternativen, die sich gegenseitig ausschliessen.

Unser Vorgehen ist in der nachfolgenden Abbildung illustriert. Die vorgesehenen Arbeiten wurden in 6 Arbeitspakete aufgeteilt.

Abbildung 1-2: Schematische Darstellung des Vorgehens

Quelle: eigene Darstellung

Ein erstes Ziel des AP1 war, den bestehenden Güterverkehr inklusive Umfeld gründlich zu analysieren, die relevanten Akteure zu identifizieren und den Ist-Modal-Split mit Hilfe der vorhandenen Statistiken zu ermitteln.

Hauptbestandteil des Forschungsprojektes bildete eine spezielle, so genannte „stated preference (SP) Befragung“ ausgewählter Verlagerer und Transporteure. Das Ziel dieser Befragung war die Ermittlung der relativen Bedeutung der einzelnen Entscheidungsfaktoren. Dabei wurden mit den befragten Personen Entscheidungsexperimente durchgeführt, in dem sie mit verschiedenen hypothetischen Entscheidungssituationen konfrontiert wurden. Die Experimente wurden für jede befragte Person situationsgerecht mit einer speziell für diesen Zweck entwickelten Software „massgeschneidert“. Bei der Planung (AP2) mussten verschiedene Arbeitsschritte durchgeführt werden:

- Segmentierung des Marktes
- Ermittlung der notwendigen Stichprobengrösse je Segment
- Rekrutierung der Interviewpartner
- Festlegen des Befragungskonzepts
- Erstellung eines Versuchsplanes und der Ausprägungen
- Entwicklung einer Befragungssoftware

Massgeblich unterstützt wurde die Planung durch die Diskussionen in der Begleitkommission und im zu diesem Zweck veranstalteten Workshop mit Vertretern der Transportbranche². Aus den daraus resultierenden Erkenntnissen wurden die Merkmale und die Ausprägungen für die Befragung abgeleitet.

Die Durchführung der Befragung war Aufgabe des AP3. Interviewt wurden grundsätzlich Personen in Unternehmen des produzierenden Gewerbes sowie in Speditionen, die für die Transportlogistik in ihrem Unternehmen und somit für die Verkehrsmittelwahl bei den einzelnen Transporten zuständig waren. Die befragte Person musste jeweils ein typisches Transportbeispiel ihres Unternehmens angeben mit einer Mindesttonnage von 5 t und einer Mindestdistanz von 50 km. Dabei lag die Annahme zugrunde, dass Transporte über eine Distanz von weniger als 50 km überwiegend auf der Strasse abgewickelt werden und dass Sendungen mit weniger als 5 t Gesamtgewicht als Teilladungen zu betrachten sind, welche ebenfalls überwiegend dem Strassentransport zuzuordnen sind. Wichtig war, dass der Transport von der Firma selbst organisiert wurde (und nicht durch einen externen

² Teilnehmer des Workshop waren: Jürgen Frömberg, Hangartner AG, Martin Huber, Migros Genossenschaftsbund, Joachim Joos, SBB Cargo, Manuela Mangold, SBB Cargo, Forschungsstelle Rapp Trans / IVT ETHZ

Logistikdienstleister), um zu garantieren, dass die befragte Person für die Transportmittelwahl wirklich zuständig war.

Aufgrund der angegebenen Warengruppe, dem Quell- und dem Zielort, dem transportierten Gewicht wurden sodann die Transportpreise und Transportzeiten für die drei möglichen Alternativen Strasse, Bahn und Kombiniertes Verkehr errechnet. Die Interviewpartner wurden nach Angaben bzw. Schätzungen zu Transportpreisen und Laufzeiten für sämtliche drei Verkehrsmittel gefragt. Bei fehlenden Informationen dienten die von der Software errechneten Werte als Basis für eine möglichst realistische Schätzung. Ausgehend von diesen Angaben wurden dann die Ausprägungen von Transportzeit, Transportpreis und Pünktlichkeit in einem bestimmten Rahmen und nach einem bestimmten System variiert (nach oben, nach unten oder gleich bleibend) und den Befragten insgesamt 13 verschiedene Angebotsprofile mit jeweils den drei alternativen Verkehrsmitteln präsentiert. Bei jedem Angebotsprofil mussten sie sich für eines dieser Verkehrsmittel entscheiden. Das Ziel dieses Verfahrens war, die Präferenzstrukturen der Entscheidungsträger zu eruieren.

Diese erhobenen Daten waren die Grundlage für die nachfolgende mathematisch-statistische Analyse mit dem Softwarepaket LIMDEP (AP4). Als Resultat der Analysen ergaben sich Modal Split-Funktionen, deren erklärende Variablen, in Abhängigkeit vom jeweiligen Modell, die Transportpreise, die Transportzeit, die Pünktlichkeit und ein allenfalls vorhandener Gleisanschluss sind.

Mit den abgeleiteten MS-Funktionen wurden dann vier fiktive aber realistische Anwendungsbeispiele durchgespielt, um die Modal Split Auswirkungen zu ermitteln und die Funktionen zu plausibilisieren (AP5).

Im Rahmen des AP6 wurden anschliessend die notwendigen Schlussfolgerungen und Empfehlungen erarbeitet.

2 Vorbereitung der Erhebung

2.1 Datengrundlagen

Wir haben für unsere Forschungsarbeit folgende Datengrundlagen verwendet:

- Gütertransporterhebung (GTE) 2003 (Strassenverkehr)
- Grenzübergreifender Strassengüterverkehr (GQGV03)
- Verkehrsdaten SBB Cargo 2003
- Verkehrsdaten BLS Cargo 2003

Die Datengrundlagen für den Strassengüterverkehr basieren auf einer Stichprobenerhebung, die hochgerechnet wurde. Sie enthalten diverse Angaben über die in- und ausländischen Sachtransportfahrzeuge für das Jahr 2003. Aus diesen Angaben lassen sich Leistungskennzahlen je Verkehrsart, Warengruppe und Distanzklasse sowie grobe Quelle-Ziel-Matrizen ableiten.

Die SBB-Güterverkehrsstatistik basiert auf einer Vollerhebung. Daraus können, wie beim Strassenverkehr, analoge Leistungskennzahlen für den reinen Schienenverkehr und den Kombinierten Verkehr (KV) abgeleitet werden. Die Quelle-Ziel-Matrizen sind in diesem Fall genauer.

Bei den Verkehrsdaten von BLS-Cargo handelt es sich um sehr grobe Daten in Tabellenform. Sie enthalten für das Jahr 2003 die Jahresnettotonnen je Verkehrsart für den Wagenladungsverkehr, den unbegleiteten kombinierten Verkehr (UKV) und für die rollende Landstrasse.

Bei den Datengrundlagen im Güterverkehr bestehen im Allgemeinen folgende Ungenauigkeiten bzw. Informationslücken:

- Die Einteilung der transportierten Güter in Warengruppen ist ungenau, weil alle Waren in Containern in der gleichen Klasse zusammengefasst werden (Eurostat Warengruppe Nr. 24).
- Wird ein Produkt oder eine Ladungseinheit mit Hilfe mehrerer Verkehrsträger (Kombinierter Verkehr) transportiert, so kommt es zu Doppelzählungen.
- Wird ein Produkt oder eine Ladungseinheit mit Hilfe mehrerer Lastwagen transportiert (GTE 03), so wird nur ein Teil der Strecke erfasst, da das Fahrzeug und nicht die Ware die Erhebungseinheit darstellt.

Für unsere Forschungsarbeit war nötig, Angaben zu den Distanzen und zu den Warengruppen im Schienen- und Strassenverkehr zu haben. Die BLS-Daten liegen nicht als Quell-Ziel-Daten vor, so dass wir zusätzlich verschiedene Berechnungen vornehmen mussten, um eine Aufteilung in Warengruppen und Distanzklassen vornehmen zu können³. Dabei haben wir die Struktur der SBB-Daten als einzige zur Verfügung stehende Grundlage übernehmen müssen.

Hinzu kommt, dass die Angaben der Tonnen bzw. Tonnenkilometer im KV der SBB im Vergleich zur Strasse nicht Netto sind, sie beinhalten auch die Leergewichte der Container. Analog zum Vorgehen des BAV, welche die Bahn-Netto-Tonnen beim UKV um 20% reduziert, haben wir die Tonnage des KV ebenfalls um 20% reduziert und somit die Leergewichte der Container ausgeschlossen.

In der Statistik des BFS beträgt die Gesamttonnage des Schienengüterverkehrs 2003 62.4 Mio. Tonnen. Unsere Daten bestehend aus den Grundlagen der SBB und den Berechnungen zu den Werten

³ Nach Auskunft des BAV sind die BLS-Zahlen ab Mai 2003 nicht mehr in der SBB Statistik integriert. Wir haben die Daten der BLS Cargo 2003 zu zwei Dritteln (für die fehlenden Monate Mai-Dezember 2003) zu den Daten der SBB addiert.

des BLS ergeben eine Gesamttonnage im Schienengüterverkehr von 57.0 Mio. Tonnen, was eine Abweichung von 8.7% zur amtlichen Statistik bedeutet. Diese Abweichung stellt unserer Meinung nach kein Problem für die weiteren Betrachtungen des Modal Split im Rahmen dieses Forschungsprojektes dar.

Die Daten der letzten Erhebung des Strassengüterverkehrs aus dem Jahr 2003 und die im gleichen Jahr erhobenen Daten des Schienengüterverkehrs bildeten nun eine geeignete Grundlage zur Berechnung des Modal Splits im Schweizerischen Güterverkehr.

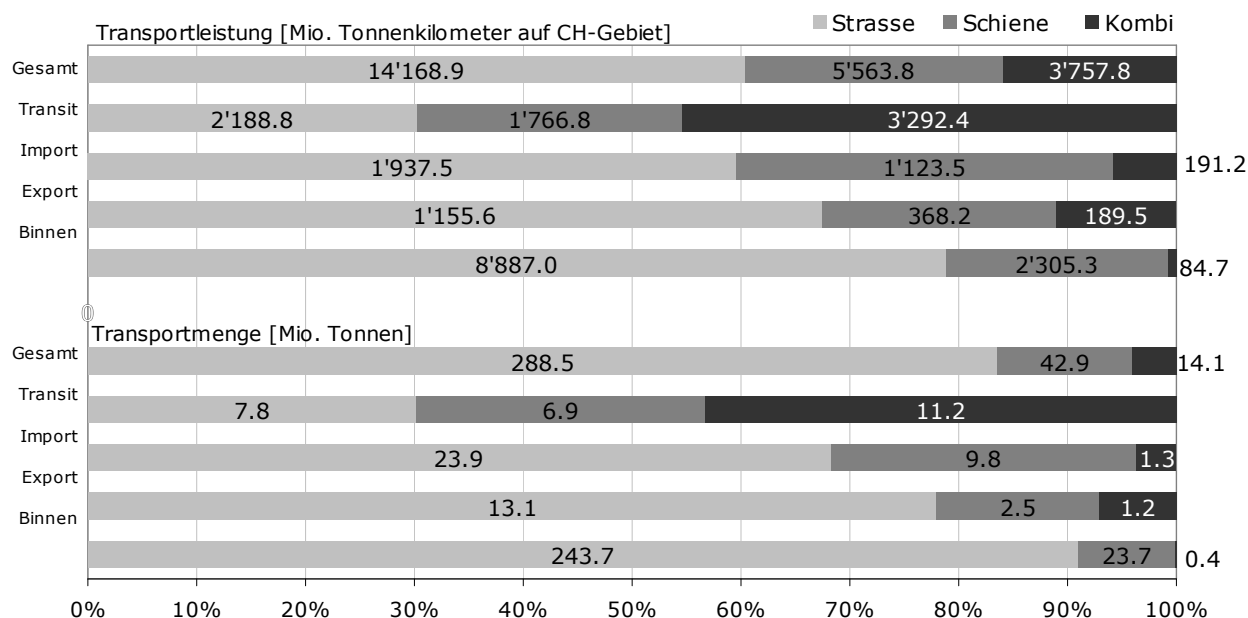
2.2 Ist-Modal Split

Die Gegenüberstellung der Kennzahlen von Strasse, Schiene und kombiniertem Verkehr dient der Analyse der derzeitigen Anteile dieser Verkehrsträger am gesamten Güterverkehrsaufkommen der Schweiz. Die Verkehrsträger Binnenschiff, Pipeline und Flugzeug sind nicht Gegenstand dieser Betrachtungen. Es werden, basierend auf den aktuellen Güterverkehrsdaten, bestehende Modal Split Daten zusammengefasst und schlussfolgernd Aussagen über Stärken und Schwächen des jeweiligen Verkehrsträgers getroffen.

2.2.1 Modal Split

Die zu Grunde liegenden Güterverkehrsdaten belegen, dass im Jahre 2003 insgesamt 345.5 Mio. Tonnen Güter über das Strassen- und Schienennetz der Schweiz transportiert wurden. Die Transportleistung im Jahre 2003 betrug 23'490 Mio. Tonnenkilometer. Abbildung 2-1 zeigt die graphische Darstellung beider Kenngrössen je Verkehrsträger und Verkehrsart.

Abbildung 2-1: Modal Split des Güterverkehrs nach Verkehrsarten



Quelle: GTE 2003, SBB 2003, BLS 2003 (eigene Berechnungen)

Der obere Teil des Diagramms zeigt die Transportleistungen, also die transportierte Tonnage multipliziert mit der zurückgelegten Strecke. Im unteren Teil sind die Transportmengen je Verkehrsträger und Verkehrsart abgebildet.

Im Binnengüterverkehr wird der Grossteil der Transportmengen von der Strasse übernommen. Im Basisjahr der Betrachtungen 2003 können 243,7 Mio. Tonnen Güter dem Verkehrsträger Strasse zugeordnet werden. Das macht einen Anteil am gesamten Binnengüterverkehrsaufkommen von mehr als 91% aus. Der Schienengüterverkehr nimmt mit 8,8% eine geringe Rolle ein, zu vernachlässigen ist der KV mit einem Anteil von unter einem Prozent.

Bei der Betrachtung der Gütermengen des Aussenhandels ist festzustellen, dass die Gütermengen des Imports mit 35 Mio. Tonnen mehr als doppelt so hoch sind wie die des Exports mit 16,8 Mio. Tonnen. Im direkten Vergleich fallen jedoch Unterschiede in der Verkehrsträgerwahl auf. So werden im Exportverkehr anteilig weniger Güter auf der Schiene (15%, Import: 28%) transportiert. Zwar wird mengenmässig fast ebensoviel Tonnage in beiden Verkehren im KV befördert, anteilig sind es allerdings im Export sieben Prozent und im Import nur ca. vier Prozent. Deutlich zu erkennen ist die hohe Affinität beider Verkehre zum Strassengütertransport. Dieser nimmt im Exportverkehr einen Anteil von mehr als drei Viertel der Gesamtgütermenge ein. Im Import beträgt der Anteil noch immer über zwei Drittel. Die Verteilung des Transportaufkommens im Transitgüterverkehr ist denen der vorhergehenden Verkehre sehr ungleich. Im Jahr 2003 wurden insgesamt fast 26 Mio. Tonnen Güter durch das Gebiet der Schweiz transportiert. Der Hauptteil von 11.2 Mio. Tonnen entfällt dabei auf den KV, das sind ca. 43% der Gesamtgütermenge. Dem folgt der Strassengüterverkehr mit einem Anteil von 30% und letztlich der Schienengüterverkehr mit 27%.

Im Gesamtbild auffallend ist die starke Dominanz des Strassengüterverkehrs. Er hat einen Anteil von 84% am Gesamtgüterverkehrsaufkommen der Schweiz. Dies resultiert vor allem aus den hohen Anteilen im Binnenverkehr und Aussenverkehr. Der Anteil an der Transportleistung fällt jedoch in allen Verkehrsarten geringer aus, im Gesamt beträgt er ca. 60%. Resultierend hieraus ist zu schliessen, dass erwartungsgemäss die Transportwege des Strassengüterverkehrs geringer sind als bei den anderen Verkehrsträgern. Der Anteil der Schiene von 12% an der Gesamttransportmenge resultiert aus den hohen Anteilen im Import und Transitverkehr. Schmälernd auf den Gesamtanteil wirkt sich der geringe Anteil von neun Prozent am volumenmässig grössten Verkehr, dem Binnenverkehr, aus. An der Transportleistung jedoch hat die Schiene einen doppelt so hohen Gesamtanteil (24%). Dieser resultiert aus den längeren Transportentfernungen des Verkehrsträgers Schiene. Der kombinierte Güterverkehr mit einem Gesamtanteil an der Transportmenge von 4% profitiert von seinem hohen Anteil von über 43% im Transitverkehr. Dort transportiert er mengenmässig die meisten Waren. Bei der Betrachtung der Gesamt-Transportleistung ist ein Anteil von 16% zu erkennen. Hier sind die Anteile des KV je Verkehrsart höher als bei der Transportmenge. Demzufolge ist auch beim KV auf vergleichsweise lange Transportdistanzen zu schliessen.

Aus der Gegenüberstellung der transportierten Tonnen und der Tonnenkilometer lässt sich die durchschnittliche Strecke der Transporte berechnen.

Tabelle 2-1: Durchschnittliche Transportstrecken in km

Ø Transportstrecke in km	Binnen	Export	Import	Transit	Gesamt
Gesamt	42.1	102.0	92.9	279.8	68.0
Strasse	36.5	88.2	81.1	280.6	49.1
Schiene	97.2	147.3	114.6	256.1	129.6
Kombi	217.2	157.9	147.1	294.0	266.7

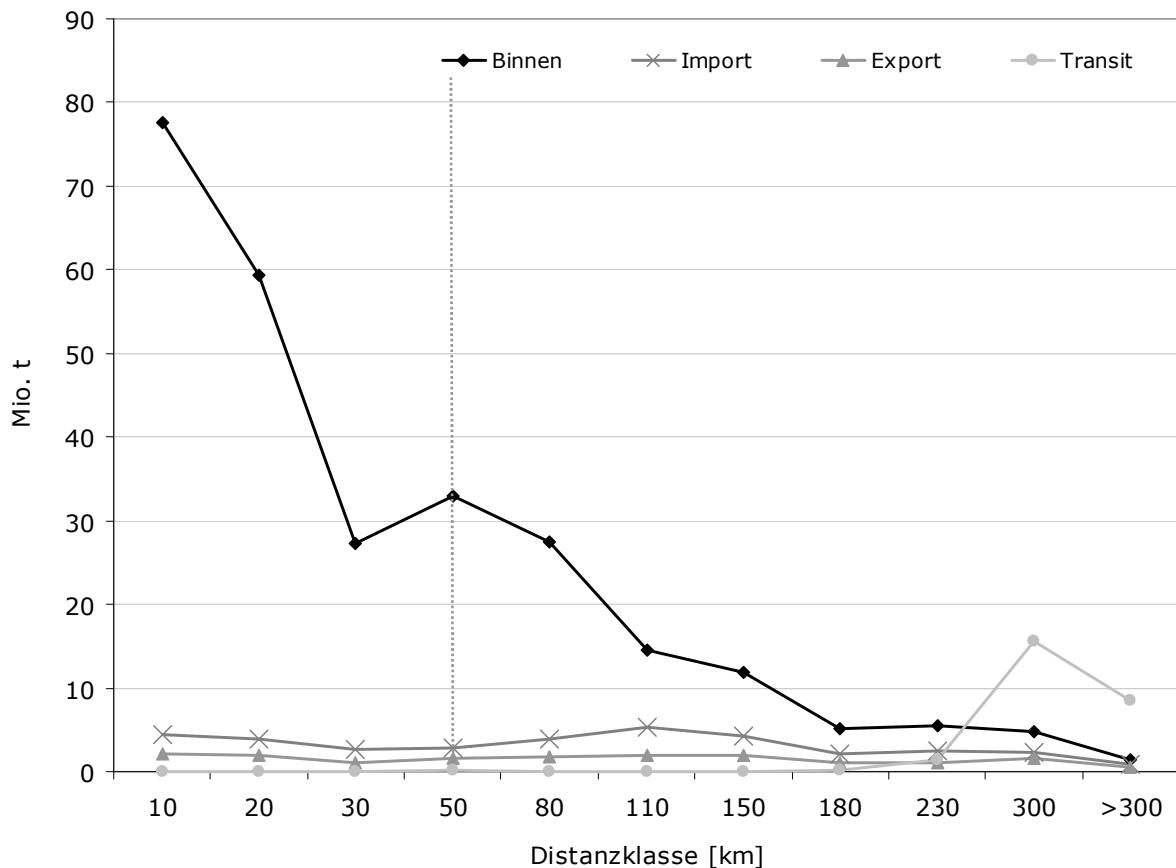
Quelle: GTE 2003, SBB 2003, BLS 2003 (eigene Berechnungen)

Im Binnenverkehr beträgt diese Strecke durchschnittlich 42,1 Kilometer, im Export und im Import je ca. 100 Kilometer und im Transitverkehr 280 Kilometer. In der Gesamtbetrachtung beträgt die durchschnittliche Transportstrecke 68 Kilometer.

2.2.2 Distanzklassen (DK)

Generell ist festzustellen, dass mit zunehmender Transportdistanz die Gütermengen sehr stark abnehmen. Im Binnenverkehr werden fast 75% der Güter nicht über 50 km hinaus transportiert. Allein in DK 10 werden 29% aller Güter befördert, und dies wiederum geschieht zu über 95% im Strassenverkehr.

Abbildung 2-2: Gesamtgütermenge nach Distanzklasse und Verkehrsart



Quelle: GTE 2003, SBB 2003, BLS 2003 (eigene Berechnungen)

Es werden bis DK 50 insgesamt 218,16 Mio. Tonnen (63%) Güter transportiert und davon 95% im Strassengüterverkehr. In Absprache mit der Begleitgruppe haben wir nach eingehender Prüfung der vorangegangenen Erkenntnisse entschieden, Transportfälle, die in den Distanzklassen 10 bis 50 vorkommen, für die weiteren Betrachtungen auszuschliessen. Die Begründung dieser Entscheidung liegt in der Monomodalität der Transporte in eben diesen Distanzklassen.

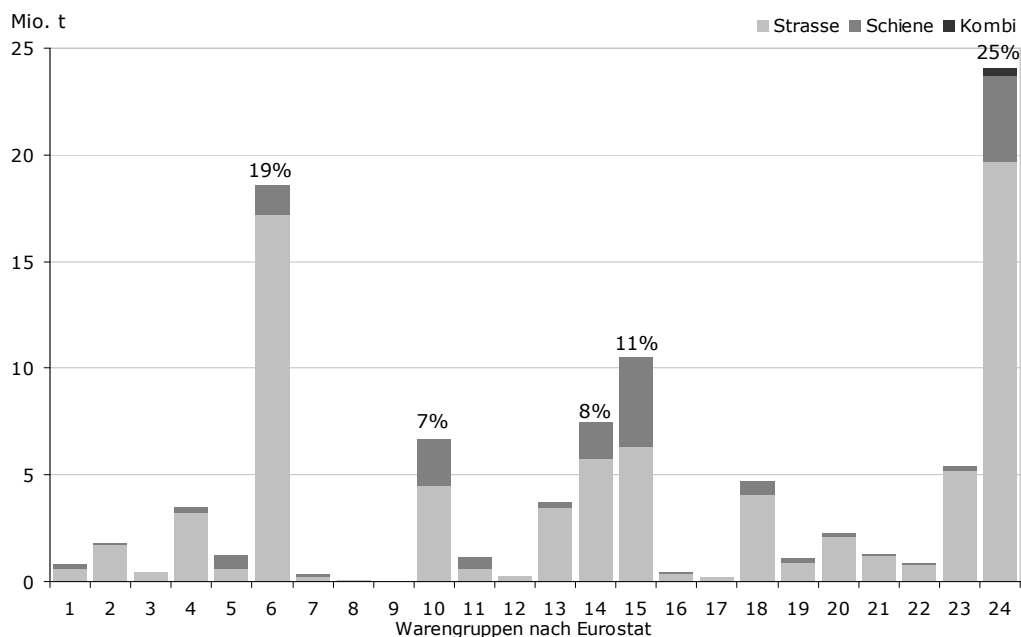
2.2.3 Warengruppen

Die Warengruppeneinteilungen erfolgt gemäss Eurostat in 24 Gütergruppen. Die Untersuchungen der Warengruppen ab Distanzklasse 50 stellten heraus, dass es drei Warengruppen mit überdurchschnittlich hohem Anteil am Güteraufkommen gibt. Der Anteil dieser beträgt über 55%. Einen sehr hohen Anteil von 25% hat die Warengruppe 24 (sonstige Waren und Container), gefolgt von der Gruppe 6 (andere Nahrungs- und Futtermittel) mit 19%.

Im Einzelnen haben die Eurostat-Warengruppen folgende Anteile:

Eurostat-Warengruppen	Anteil
24 sonstige Waren und Container	24.8%
6 andere Nahrungs- und Futtermittel	19.2%
15 Steine und Erden	10.9%
14 Zement, Kalk, verarbeitete Baustoffe	7.7%
10 Mineralölerzeugnisse	6.9%
23 Leder, Textilien, Bekleidung, Halb-, Fertigwaren	5.6%
18 chemische Erzeugnisse ausg. EUROSTAT 17	4.8%
13 Eisen, Stahl u. NE-Metalle einschl. Halbzeug	3.9%
4 Holz und Kork	3.6%
20 Fahrzeuge, Beförderungsmittel, Maschinen, Motoren, auch zerlegt	2.3%
2 Kartoffeln, frische Früchte u. (gefrorenes Gemüse)	1.8%
21 Metallwaren, einschl. EBM-Waren	1.3%
5 Spinnstoffe und Textilabfälle (andere pflanzl. u. verw. Rohstoffe)	1.2%
11 Eisenerze, Eisen- und Stahlabfälle, -schrott	1.2%
19 Zellstoffe, Altpapier	1.1%
22 Glas, Glaswaren, keramische, mineral. Erzeugnisse	0.9%
1 Getreide	0.9%
3 lebende Tiere; Zuckerrüben	0.5%
16 natürliche und chemische Düngemittel	0.4%
7 Ölsaaten, Ölfrüchte, Fette	0.3%
12 NE-Metallerze und Abfälle von NE-Metallen	0.3%
17 Grundstoffe der Kohle- und Petrochemie, Teere	0.3%
8 feste mineralische Brennstoffe	0.1%
9 rohes Erdöl	0.0%

Abbildung 2-3: Gesamtgütermenge nach Warengruppen ab DK50



Quelle: GTE 2003, SBB 2003, BLS 2003 (eigene Berechnungen)

Die Abbildung macht deutlich, dass bei der Warengruppeneinteilung nach Eurostat Warengruppen bestehen, die in der Schweiz praktisch keine Bedeutung haben. So haben acht Warengruppen jeweils einen Anteil von unter vier Prozent und neun einen Anteil von unter einem Prozent an der Gesamtgütertonnage.

Diese Warengruppeneinteilungen ist für die Modellierung des schweizerischen Güterverkehrs ungeeignet⁴. Sie ist erstens zu wenig homogen, und zweitens gibt es Gütergruppen, die im schweizerischen Güterverkehr praktisch keine Rolle spielen. Die vorangegangenen Untersuchungen zu den Anteilen der einzelnen Warengruppen am Güteraufkommen verdeutlichen dies.

Für die Modellierung muss deshalb eine Neugliederung vorgenommen werden, wobei die Aspekte möglichst grosser Homogenität bezüglich Zusammensetzung und Verhalten (Logistiktypen, Transportanforderungen) eine wichtige Rolle spielen. Ausgehend von den 24 Warengruppen nach Eurostat und der Notwendigkeit einer Neugliederung wurden andere Wareneinteilungen betrachtet und analysiert. Einen ersten Vergleich mit anderen Modellen stellt die Gütereinteilung des Schwedischen Güterverkehrsmodells⁵ dar. Dort existieren zwölf verschiedene Warengruppen (Commodity Groups). Für den Schweizer Güterverkehr kommen auch hier einige Gruppen aufgrund mangelnder Gütermengen einerseits und fehlender Gruppen andererseits nicht in Frage. Somit erwies es sich weiterhin als hilfreich, die Gütereinteilung nach NST/R-Kapiteln (Einheitliches Güterverzeichnis für die Verkehrsstatistik) heranzuziehen. Darin geht man von insgesamt zehn Warengruppen aus. Dies erschien aber ebenfalls nicht auf die hier gewonnenen Erkenntnisse übertragbar zu sein. Aus diesem Grund ist die hier vorgenommene Einteilung ein Mix aus den verschiedenen betrachteten Modellen.

⁴ vgl. Abay & Meier (1999)

⁵ vgl. de Jong et al. (2004a)

Tabelle 2-2: Zusammenfassung von Eurostat-Warengruppen (ab DK50)

EUROSTAT		Commodity groups Sweden		GTS '93		eigene Überlegungen			
Warengruppeneinteilung nach Eurostat	Mio. t	Anteil am Gesamtbaufko innen %	MS-Anteil Strasse %	MS-Anteil Schiene %	neue Warengruppeneinteilung	Mio. t	Anteil am Gesamtbauf-Strasse %	MS-Anteil Schiene %	neue Warengruppeneinteilung
1. Getreide	0.86	1%	71%	29%	Getreide				
2. Kartoffeln, frische Früchte u. (gefrorenes) Gemüse	1.77	2%	99%	1%	Holz und Kork				land- und forstwirtschaftliche Grundstoffe
3. lebende Tiere; Zuckerrüben	0.47	0%	100%	0%	1. Spinnstoffe und Textilabfälle (andere pflanzl. u. verw. Rohst	7.02	7.2%	71%	land- und forstwirtschaftl. Grundstoffe
4. Holz und Kork	3.53	4%	92%	8%	Ölsaaten, Ölrüchte, Fette				
5. Spinnstoffe und Textilabfälle (andere pflanzl. u. verw. Rohst	1.21	1%	52%	48%	Zellstoffe, Altpapier				
6. andere Nahrungs- und Futtermittel	18.57	19%	93%	7%	2. lebende Tiere; Zuckerrüben	20.81	21.5%	93%	Nahrungs- und Futtermittel
7. Ölsaaten, Ölrüchte, Fette	0.33	0%	70%	30%	andere Nahrungs- und Futtermittel				
8. feste mineralische Brennstoffe	0.07	0%	86%	14%	3. feste mineralische Brennstoffe				
9. rohes Erdöl	0.01	0%	100%	0%	Mineralerzeugnisse				
10. Mineralerzeugnisse	6.69	7%	67%	33%	3. natürliche und chemische Düngemittel	12.09	12.5%	76%	chem. und mineralische Produkte
11. Eisenerze, Eisen- und Stahlabfälle, -schrott	1.16	1%	51%	49%	3. chemische Erzeugnisse ausg. EUROSTAT 17				
12. NE-Metalle und Abfälle von NE-Metallen	0.28	0%	96%	4%	rohes Erdöl				
13. Eisen, Stahl u. NE-Metalle, einschl. Halbzeug	3.75	4%	92%	8%	Grundstoffe der Kohle- und Petrochemie, Teere				
14. Zement, Kalk, verarbeitete Baustoffe	7.48	8%	76%	24%	4. Eisenerze, Eisen- und Stahlabfälle, -schrott	5.19	5.4%	83%	Eisen und Metallprodukte
15. Steine und Erden	10.53	11%	60%	40%	4. NE-Metalle und Abfälle von NE-Metallen				
16. natürliche und chemische Düngemittel	0.42	0%	90%	10%	Eisen, Stahl u. NE-Metalle, einschl. Halbzeug				
17. Grundstoffe der Kohle- und Petrochemie, Teere	0.25	0%	96%	4%	5. Zement, Kalk, verarbeitete Baustoffe	18.01	18.6%	67%	Baumaterialien
18. chemische Erzeugnisse ausg. EUROSTAT 17	4.65	5%	87%	13%	6. Fahrzeuge, Beförderungsmittel, Maschinen, Motoren, auch :				
19. Zellstoffe, Altpapier	1.09	1%	83%	17%	Metallwaren, einschl. EBM-Waren				
20. Fahrzeuge, Beförderungsmittel, Maschinen, Motoren, auch :	2.26	2%	94%	6%	21. Metallwaren, einschl. EBM-Waren	9.82	10.1%	95%	Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren
21. Metallwaren, einschl. EBM-Waren	1.29	1%	87%	13%	22. Glas, Glaswaren, keramische, mineral. Erzeugnisse				
22. Glas, Glaswaren, keramische, mineral. Erzeugnisse	0.86	1%	91%	9%	23. Leder, Textilien, Bekleidung, Halb-, Fertigwaren				
23. Leder, Textilien, Bekleidung, Halb-, Fertigwaren	5.41	6%	96%	4%	24. sonstige Waren und Container	24.06	24.8%	82%	sonstige Waren und Cont.
24. sonstige Waren und Container	24.06	25%	82%	18%					

Quelle: eigene Berechnungen

Land- und forstwirtschaftliche Grundstoffe

In dieser Gruppe sind alle land- und forstwirtschaftlichen Grundstoffe zusammengefasst, die überwiegend als Schüttgüter transportiert werden und in ihren Eigenschaften einer hohen Homogenität unterliegen. Diese Gruppe macht mit einer Tonnage von 7 Mio. Tonnen einen Anteil von 7.2% des Gesamtaufkommens aus. Der Modal Split dieser Gütergruppe liegt bei 71% Strassenverkehrsanteil und 29% Schienenverkehrsanteil. Dies ist ebenfalls mit der geringen Wertedichte dieser Güter zu begründen, da höherwertige Waren einer grösseren Strassenaffinität unterliegen.

Nahrungs- und Futtermittel

Diese Gruppe ist die mengenmässig zweitstärkste Gruppe. Hierzu zählen frisches Obst und Gemüse, lebende Tiere und Nahrungsmittelprodukte. Diese Güter bedürfen eines weitaus schnelleren Transportes als Güter der ersten Warengruppe, da es sich um leicht verderbliche bzw. sensible Waren handelt. Ein Strassenverkehrsanteil von 93% betont die Notwendigkeit möglichst kurzer Transportdauern und allgemein hoher Qualitätsanforderungen im Transport. Aus diesen Gründen wurde für diese Waren eine eigene Warengruppe geschaffen. Sie umfasst ein Volumen von fast 21 Mio. Tonnen und damit einen Anteil von fast 22 Prozent am Gesamtgüteraufkommen.

Chemische und mineralische Produkte

Entscheidend für die Zusammenstellung dieser Warengruppe ist die Homogenität der einzelnen Gütergruppen bezüglich der jeweiligen Verkehrsmittelanteile. Sie stellt einen Anteil von über 12 Prozent am gesamten Güteraufkommen und beinhaltet ein Transportvolumen von zwölf Mio. Tonnen. Eine Ausnahme bilden hier die beiden Untergruppen rohes Erdöl und Grundstoffe der Petrochemie/Teere. Hierbei handelt es sich um sehr strassenaffine Güter. Die hohe Homogenität und der sehr kleine Anteil am Gesamtaufkommen rechtfertigen jedoch eine Zuordnung in diese Warengruppe.

Eisen und Metallprodukte

Bei der Gruppe der Eisen- und Metallprodukte handelt es sich um die mit 5.4% anteilig kleinste Gruppe. Die zusammen fünf Mio. Tonnen Güter werden zu 83% über die Strasse und zu 17% über die Schiene transportiert. Entscheidend für diese Gruppe ist wiederum die hohe Homogenität der einzelnen Güter.

Baumaterialien

Diese Gruppe die drittgrösste der sieben Warengruppen und hat gleichzeitig die geringste Wertedichte. Sie beinhaltet die Eurostat-WG15 (Steine und Erden). Hinzu kommt aufgrund ihrer gleichartigen Beschaffenheit die Gruppe Zement, Kalk, verarbeitete Baustoffe. Zusammen bilden sie die Gruppe Baumaterialien und haben mit fast 18 Mio. transportierten Tonnen einen Anteil von 18.6% am gesamten Güterverkehrsaufkommen. Diese 18 Mio. Tonnen Baumaterial werden zu 67% auf der Strasse und zu 33 Prozent auf der Schiene befördert. Bei der Bildung dieser Warengruppe war der mengenmässige Anteil entscheidend. Diese zwei Warengruppen sind ausserdem bezüglich Distanzverteilung der Fahrten sehr ähnlich.

Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren

In dieser Gruppe sind alle Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren zusammengefasst. Bei dieser Warengruppe handelt es sich um höherwertige Industriegüter mit der höchsten Wertedichte, die eines gewissen Schutzes vor äusseren Einflüssen und Diebstahl bedürfen. Diese Gruppe hat mit 9.8 Mio. Tonnen einen Anteil von 10% am Gesamtgütervolumen. Zudem weist sie eine hohe Strassenverkehrsaffinität auf. So werden 95% dieser Güter auf der Strasse und nur 5% auf der Schiene transportiert.

Sonstige Waren und Container

Zu sonstigen Waren und Containern zählen alle Waren, die nicht den anderen Warengruppen zugeordnet werden können und die, die in Containern verpackt als eine Sendungseinheit betrachtet werden.

Diese Gruppe stellt mit knapp 25% den grössten Anteil an der Gesamtgütermenge. Der Modal Split dieser Gruppe setzt sich aus 82% Strasse und 18% Schiene zusammen.

In Tabelle 2-3 ist der Anteil des Schienengüterverkehrs (inklusive KV) nach neuer Warengruppeneinteilung und Distanzklasse im Binnenverkehr dargestellt. Die Werte verdeutlichen die Unterschiede des Modal Split je Warengruppe und Distanzklasse. Bei allen Warengruppen ist zu erkennen, dass mit wachsender Distanz der Anteil Schiene zunimmt. Die Warengruppe 4 jedoch verliert ab DK 300 wieder deutlich an Schienenanteil, bei den WG 3 und 7 setzt diese Entwicklung ab DK über 300km ein. Die WG 2 und 6 haben einen vergleichsweise geringen Schienenanteil im Binnenverkehr über alle Distanzklassen hinweg.

Tabelle 2-3: Anteil Schienengüterverkehr nach WG neu und DK im Binnenverkehr

		Distanzklasse								
		<50	50	80	110	150	180	230	300	>300
Warengruppe	1	2.6%	22.0%	24.1%	26.7%	39.8%	27.9%	51.0%	44.1%	68.5%
	2	0.4%	2.4%	4.1%	5.8%	9.1%	9.9%	7.6%	17.8%	24.9%
	3	3.4%	10.4%	9.0%	17.8%	48.0%	36.7%	49.8%	77.3%	61.8%
	4	8.8%	14.1%	23.1%	26.0%	34.9%	37.5%	42.3%	25.4%	2.3%
	5	1.1%	18.6%	31.1%	43.9%	51.5%	28.9%	53.4%	43.4%	55.5%
	6	1.7%	4.5%	3.6%	5.4%	5.9%	3.2%	11.6%	11.6%	4.6%
	7	2.9%	10.2%	23.9%	38.4%	37.7%	26.3%	46.4%	61.8%	41.0%

Quelle: eigene Berechnungen

2.3 Marktsegmentierung

Als Referenz für die Marktsegmentierung sind die vorhandenen Daten als genügend zu bezeichnen. Zusätzliche Informationen zu den in Container transportierten Waren (Eurostat-Warengruppe 24) wären wünschenswert gewesen; diese waren aber leider im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit nicht zu eruieren.

In Absprache mit der Begleitgruppe haben wir ein minimales Sendungsgewicht von 5 t unterstellt, da leichtere Sendungen in Form von Teilladungen praktisch monomodal auf der Strasse transportiert werden.

Bezüglich Warengruppen wurde die Einteilung gemäss Tabelle 2-2 definiert. Alle sieben Warengruppen wurden in der Untersuchung berücksichtigt. Die Idee, gewisse Warengruppen aufgrund ihrer Monomodalität (z.B. Warengruppe 2) auszuschliessen, wurde aufgegeben, da keine Informationen zu den in Containern transportierten Waren vorlagen. Was die Verkehrsart betrifft, wurden Binnen-, Import-, Export- und Transitverkehr unterschieden.

2.4 Stichprobengrösse

Die Stichprobengrösse wird im allgemein durch die anvisierte Genauigkeit der Daten und das verfügbare Budget definiert. Im vorliegenden Forschungsprojekt wurde mit 180 Transportfällen (je 2 pro Interview) gerechnet.

In unserem spezifischen Fall war keine genaue Definition der Stichprobengrösse gemäss der üblichen statistischen Kriterien möglich, da zu wenige Informationen über die Grundgesamtheit vorlagen. Wir verfügen insbesondere über Angaben zu den transportierten Tonnagen als Referenzgrösse, befragt wurden aber Unternehmungen (und nicht Sendungen). Wir haben deswegen einen Stichprobenplan vorgelegt, der als Orientierung zur Rekrutierung der Gesprächspartner diente.

Grundlage zur Definition der Stichprobengrösse stellten einerseits die transportierten Tonnagen (vgl. Tabelle 2-2) sowie andererseits die Produktvielfalt nach Warengruppe dar (vgl. Tabelle 2-4).

Tabelle 2-4: Produktvielfalt nach Warengruppe

Warengruppe-Nr. und Bezeichnung		Anzahl Produkte
1	Land- und forstwirtschaftliche Grundstoffe	307
2	Nahrungs- und Futtermittel	544
3	Chemische und mineralische Produkte	919
4	Eisen und Metallprodukte	406
5	Baumaterialien	123
6	Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren	2'818
7	Sonstige Waren, Container	78

Quelle: Eigene Darstellung nach SBB-Datenbank.

Aufgrund dieser Grundlagen wurde der folgende Befragungsplan entworfen (vgl. Tabelle 2-5).

Tabelle 2-5: Stichprobe (Anzahl Transportfälle)

WG	Binnen	Export	Import	Transit	Total
1	6	3	3	3	15
2	21	3	3	6	33
3	12	0	6	6	24
4	6	3	3	3	15
5	12	0	3	0	15
6	15	3	3	9	30
7	18	6	6	18	48
	90	18	27	45	180

Quelle: eigene Berechnungen

Die Aufteilung der Transportfälle nach transportierten Tonnagen und der Produktvielfalt je Warengruppe ergab die Anzahl Transportfälle nach Verkehrsart und Warengruppe. Dabei sind wir von zwei Transportfällen je Gesprächspartner ausgegangen, d.h. es waren 90 Gesprächspartner zu je zwei Transportfällen zu befragen (vgl. dazu Kapitel 2.5).

2.5 Befragungskonzept

Beim Festlegen des Befragungskonzeptes musste über die Art der SP-Experimente entschieden werden. Hier ging es um die Antwortform (stated ranking, stated rating, stated choice), um die Befragungsform (telefonisch, schriftlich usw.), um die Ausgestaltung der Experimente (für alle Befragte gleiche Fragen oder jeweils der speziellen Situation angepasst, d.h. adaptiv) und um die Anzahl Experimente je Interviewpartner.

Bezüglich Antwortform haben wir uns für ein stated choice Experiment entschieden. Dem Befragten wurden mehrere Alternativen gezeigt, und er musste sich jeweils für eine Alternative entscheiden. Ranking und Rating Experimente verlangen vom Befragten die Ordnung bzw. die Bewertung von

Alternativen, was die Komplexität und die Dauer des Experiments erhöht. In der Praxis der Güterverkehrsmodellierung ist es ausserdem nicht üblich, die unterschiedlichen Varianten zu ordnen.

Die Komplexität der Befragung empfiehlt eine Befragungsform, welche einen Dialog zwischen Befragter und Befragtem ermöglicht, um Fragen und Unklarheiten abzuklären. Die naheliegendste Lösung sind computergestützte face to face Interviews. Diese Methode ist aber ziemlich zeit- und ressourcenintensiv. Wir haben deswegen, dank einer Internet-Lösung telefonische computergestützte Interviews durchgeführt. Bei dieser Variante waren Befragter und Befragte telefonisch im Kontakt. Beide sahen auf dem Bildschirm das gleiche Bild. Der Befragter füllte den Fragebogen aufgrund der Antworten des Befragten aus, so dass der Befragte die Tastatur nicht betätigen musste. Er sah aber online auf dem Bildschirm, was der Befragter eintrug, und konnte somit eventuelle Fehler rechtzeitig erkennen bzw. hatte den ausgefüllten Fragebogen vor sich. Termine für Telefon-Interviews waren ausserdem einfacher als Termine für face to face Interviews zu vereinbaren.

Bei der Ausgestaltung der Experimente war zu entscheiden, ob die Fragen adaptiv an die einzelnen Situationen angepasst werden sollen oder ob sie für alle Befragten gleich sein sollen. Wir hatten uns für die erste Variante entschieden, um möglichst realitätsnahe Experimente und Antworten zu erhalten. Ausgangspunkt des Experiments war jeweils ein typischer Transport der befragten Firma mit den entsprechenden Merkmalen (Quelle, Ziel, Warengruppe, Gewicht usw.). Die Qualitätsmerkmale, die Ausprägungen und die Verkehrsmittelauswahl waren hingegen für alle Befragte gleich. Der Grund dazu liegt einerseits in der Modellschätzung, die sonst sehr komplex geworden wäre, und andererseits im Ziel, ein massnahmensensitives Modell herzustellen. Dabei ist davon auszugehen, dass die Massnahmen für alle Branchen und Akteure gleich sind (z.B. Erhöhung der LSVA, Inbetriebnahme der NEAT usw.).

Wir haben i.d.R. zwei Experimente mit den Befragten telefonisch durchgeführt.

2.6 Versuchsplan

Den Kern eines SP-Experiments bildet die Konstruktion eines Satzes von SP-Situationen. Im Falle von stated choice-Experimenten wird dem Befragten eine Anzahl alternativer Angebotsprofile präsentiert, und er/sie muss eine Wahl treffen.

Folgende Merkmale spielen generell bei der Verkehrsmittelwahl eine wichtige Rolle:

- Preis
- Pünktlichkeit/Zuverlässigkeit
- Transportzeit (Laufzeit)
- Flexibilität (zeitlich)
- Häufigkeit/Frequenz
- Zusatzdienstleistungen (Verpackung, Kommissionierung)
- Sicherheit (Schutz vor Transportschäden und Diebstahl)

Um die Befragten nicht zu überfordern werden in der Regel maximal 3 bis 5 Merkmale betrachtet. Wir haben uns in Absprache mit der Begleitgruppe für 3 Entscheidungsfaktoren entschieden, d.h. Preis, Transportdauer und Pünktlichkeit, welche in vielen Fällen die wichtigsten Entscheidungsfaktoren darstellen. Dabei verstehen wir unter Pünktlichkeit den Anteil der innerhalb des vom Empfänger vorgegebenen Zeitfensters eintreffenden Transporte. Maximal kann dieser Wert also 100% betragen.

Die Schadensrate wurde im Rahmen eines Workshops mit Güterverkehrsexperten vom November 2006 als nicht hauptsächlich vom Verkehrsträger abhängig eingestuft. Die Frequenz ist auch eher gegeben bzw. ist mit staatlichen Massnahmen kaum zu verändern. Die Flexibilität ist schwierig zu

definieren und im Übrigen nur bei solchen Fällen von Bedeutung, wo nicht geplante oder nicht vorhergesehene Transporte durchgeführt werden müssen.

Mit drei Merkmalen kann ausserdem das Befragungsdesign optimiert werden. Es ist uns klar, dass je nach Transportfall die Wichtigkeit dieser Merkmale variiert. Wie im Kapitel 2.5 erwähnt, haben wir uns aber dazu entschieden, allen Befragten die gleichen Merkmale zu zeigen. War ein Merkmal für einen Transportfall nicht relevant, würde eine diesbezügliche Verbesserung / Verschlechterung vom Befragten in seinen Entscheidungen nicht berücksichtigt und somit als Information ins Modell einfließen.

Bezüglich Verkehrsmittel existiert das gleiche Problem wie für die Entscheidungsfaktoren. Für gewisse Warengruppen, Relationen oder Unternehmungen kommen nur gewisse Verkehrsmittel in Frage. Im Rahmen des Experiments wurden trotzdem immer alle drei Verkehrsmittel, d.h. Strasse, Schiene und kombinierter Verkehr gezeigt. Dieses Verfahren hat zwei Gründe. Einerseits wollten wir die Befragten im Rahmen des SP-Experiments in hypothetische Situationen mit veränderten Rahmenbedingungen versetzen, welche heute eventuell (noch) nicht gegeben sind. Andererseits musste das Modell auch die Unflexibilität des Markts abdecken und somit auch Situationen berücksichtigen, wo trotz Veränderung der Angebotsprofile keine Veränderung der Verkehrsmittelwahl zu erreichen ist.

Bei den SP-Experimenten wurden den befragten Personen eine Anzahl unterschiedlicher Angebotsprofile präsentiert. Ein Angebotsprofil beinhaltete jeweils je Verkehrsmittel (in diesem Fall Strasse, Schiene und KV) unterschiedliche Ausprägungen der relevanten Merkmale Preis, Pünktlichkeit und Transportzeit.

Die befragte Person musste bei jedem präsentierten Angebotsprofil eine Entscheidung treffen, welches Verkehrsmittel ihre Transportbedürfnisse am besten befriedigen kann. Das nachfolgende Beispiel zeigt ein solches Angebotsprofil.

Abbildung 2-4: Beispiel eines Angebotsprofils im Rahmen der SP-Experimente:

Transportkosten	Transportzeit	Pünktlichkeit
1313 Fr	4 h	90%
1462 Fr	6 h	80%
1048 Fr	8 h	90%

Buttons: Strasse, Schiene, Kombi

Wie viele solcher Angebotsprofile der befragten Person präsentiert werden, ist jeweils von der Anzahl der berücksichtigten Merkmale und der Anzahl Ausprägungen abhängig. Dabei sind die Merkmale jeweils je Verkehrsmittel zu verstehen. Insgesamt ergaben sich also 3-mal soviel Einflussgrössen wie Anzahl Merkmale. Im vorliegenden Beispiel ergeben sich demnach $3 \cdot 3 = 9$ Einflussgrössen. Bei drei Ausprägungen je Einflussgrösse beträgt die Zahl der möglichen Kombinationen 3^9 oder insgesamt 19'683. Da diese nicht alle den Befragten präsentiert werden konnten, wurde aus diesen Kombinationsmöglichkeiten ein so genanntes „fraktionelles, faktoriales Design“ konstruiert. Dieses Design wurde mit spezieller Software erstellt. Das Ziel dabei war, eine solche Teilmenge von Kombinationen zu finden, die das vollständige Design möglichst gut repräsentiert. Im Vordergrund standen dabei die so genannten orthogonalen Designs, die sich dadurch auszeichnen, dass die Beobachtungswerte unkorreliert sind.

Das Problem ist jedoch, dass auch solche fraktionelle Designs mit der Anzahl der Einflussfaktoren und der Anzahl Ausprägungen manchmal zu gross sind, so dass den Befragten dann nur unvollständige Designs hätten präsentiert werden können. Dies hätte den Nachteil gehabt, dass mehr Interviews hätten durchgeführt werden müssen, um das Verhalten modellieren zu können. Deshalb haben wir sowohl die Anzahl der Einflussgrössen als auch die Anzahl der Ausprägungen möglichst niedrig gehalten.

Für das Festlegen der Ausprägungsniveaus gibt es kein allgemeingültiges Rezept; wichtig war vor allem, dass die Ausprägungen als realistisch empfunden werden und dass die Variationsbreite der Ausprägungen so gross ist, dass sie alle möglichen realistischen (auch künftigen) Ausprägungen enthalten. Zudem musste auch die Anzahl der Ausprägungen je Eigenschaft möglichst „klein“ gehalten werden, damit die Zahl der Kombinationen nicht zu gross wurde.

Die Ausprägungen wurden im Fall der Preise und Transportzeiten als Abweichung zum Ist-Zustand berechnet. Grundsätzlich wurden deshalb die Experimente auf einem typischen Transport der befragten Unternehmung aufgebaut (adaptive Design). Für diesen typischen Transport (und ebenfalls für die Alternativen) mussten deshalb die Ist-Ausprägungen für Transportpreise und Transportzeiten bekannt sein. Schätzwerte wurden von der Befragungssoftware zur Verfügung gestellt; die befragte Person konnte jedoch die entsprechenden Werte verändern, wenn sie über genauere Angaben verfügte.

In Abstimmung mit der Begleitgruppe haben wir uns je Merkmal für die folgenden Ausprägungen entschieden:

Tabelle 2-6: Qualitätsmerkmale mit Ausprägungen

Einflussgrösse	1. Wert	2. Wert	3. Wert
Transportpreis Strasse	15% billiger	Ist-Wert	30% teurer
Transportpreis Schiene	25% billiger	Ist-Wert	25% teurer
Transportpreis KV	25% billiger	Ist-Wert	25% teurer
Transportzeit Strasse	Ist-Wert	30% langsamer	-
Transportzeit Schiene	15% schneller	Ist-Wert	30% schneller
Transportzeit KV	15% schneller	Ist-Wert	30% schneller
Pünktlichkeit Strasse	80%	90%	98%
Pünktlichkeit Schiene	80%	90%	98%
Pünktlichkeit KV	80%	90%	98%

Für das vorgeschlagene Vorgehen (9 Einflussgrössen und drei Ausprägungen je Einflussgrösse, bzw. zwei Ausprägungen bei Transportzeit Strasse) beträgt die optimale Designgrösse 26. Das heisst, den befragten Personen hätten im Idealfall 26 Entscheidungssituationen vorgelegt werden müssen. Dies schien uns jedoch als nicht zumutbar. Wir haben aus diesem Grund entschieden, die 26 Entscheidungssituationen auf zwei Blöcke à 13 Entscheidungssituationen aufzuteilen und je Befragtem zufällig einen Block auszuwählen.

2.7 Befragungssoftware

Wir haben die Befragungssoftware selbst entwickelt und auf Französisch und Italienisch übersetzt.⁶ Anhang A zeigt die im Rahmen der Befragung gestellten Fragen. Die Befragungssoftware wurde vor der Anwendung mehrmals getestet und optimiert. Die Tests erfolgten:

- im Rahmen eines Workshops mit Verladern / Transporteuren im November 2006,
- im Rahmen einer Sitzung der Begleitkommission im Januar 2007 und
- im Rahmen der Pilotbefragung im Februar 2007 (mit 3 Teilnehmern).

Ein spezielles Problem stellten dabei die Transportpreise und die Transportdauer dar.

Vorherige Erhebungen haben gezeigt, dass nicht alle Befragten in der Lage sind, den Transportpreis einer Sendung zu nennen, da dieser z.B. Bestandteil eines Gesamtlogistikvertrags ist, welcher mehrere Dienstleistungen umfasst⁷. Es ist ausserdem davon auszugehen, dass einige der befragten Personen nur den Preis für das gewählte Transportmittel, nicht aber die Preise für die alternativen Verkehrsmittel schätzen können. Die Befragungssoftware musste deswegen in der Lage sein, die Ist-Preise bzw. deren Verhältnisse zwischen den drei Verkehrsmitteln mindestens grob zu schätzen.

Für die Schätzung der Preisfunktionen haben wir uns auf folgende Hauptquellen gestützt:

- Preisliste (Richtpreise) SBB Cargo online (www.sbbcargo.com)⁸, 2006
- ASTAG, Kostenkalkulation für Nutzfahrzeuge, 2004 (z.T. aktualisiert⁹)
- Rapp Trans, Ergänzungsstudie Vor- und Nachlauf im Kombinierten Ladungsverkehr, 2004

⁶ Generell besteht die Möglichkeit diese Software auch für andere, ähnliche Erhebungen zu verwenden. Dies bedingt jedoch einige Anpassungen in der Source Code.

⁷ Vgl. IRE und Rapp Trans 2005

⁸ Berücksichtigt wurden die Tarife Nr. 800.00 (Binnenverkehr), 9103.0 (Transitverkehr D/NL-I) und 7300.00/7300.01 (Import- und Exportverkehr D/NL-CH). Wir haben angenommen, dass die effektiven Preise etwa 70% der publizierten Tarife entsprechen.

⁹ Die Kostenposition LSVA berücksichtigt bereits die Sätze des Jahrs 2005. Die Kostenposition Treibstoffpreis ist von uns auf das Jahr 2006 aktualisiert worden. Wir haben angenommen, dass die Preise etwa 90% (bis 300 km) bzw. 65% (ab 500 km) der publizierten Selbstkosten betragen.

Wir haben die Preise für den Versand von Sendungen von unterschiedlichen Gewichten¹⁰ über unterschiedliche Distanzen¹¹ berechnet. Zwischen den berechneten Zahlen wird linear interpoliert. Diese Preisfunktionen wurden mit Fachleuten, darunter Mitglieder der Begleitkommission, besprochen und im Rahmen der Pilotbefragung überprüft und soweit wie möglich optimiert. Es handelt sich aber immer noch um grobe Richtwerte.

Tabelle 2-7 zeigt die Ergebnisse der Preisberechnung für einige ausgewählte Beispiele. Es ist uns bewusst, dass die tatsächlichen Preise von vielen Faktoren abhängig sind. So wurden z.B. mögliche Rabatte der SBB für Grosskunden nicht berücksichtigt. Die Ergebnisse müssen und können deswegen nicht ganz genau sein. Die Verhältnisse unter den Verkehrsmitteln sollten aber für eine korrekte Durchführung der SP-Experimente in etwa stimmen.

Tabelle 2-7: einige Ergebnisse der Berechnungen mit den Preisfunktionen

Beispiel 1: Transport von 5 t über 100 km

	Kosten in CHF	Mehrkosten gegenüber Strasse in
Kosten Strassen	301	
Kosten Schiene	612	104%
Kosten KV	826	175%

Beispiel 2: Transport von 20 t über 300 km

	Kosten in CHF	Mehrkosten gegenüber Strasse in
Kosten Strassen	1'253	
Kosten Schiene	1'487	19%
Kosten KV	1'197	-4%

Beispiel 2: Transport von 20 t über 1'000 km

	Kosten in CHF	Mehrkosten gegenüber Strasse in
Kosten Strassen	3'314	
Kosten Schiene	2'192	-34%
Kosten KV	1'791	-46%

Beispiel 4: Transport von 1'000 t über 800 km

	Kosten in CHF	Mehrkosten gegenüber Strasse in
Kosten Strassen	96'515	
Kosten Schiene	31'952	-67%
Kosten KV	60'736	-37%

Ebenfalls war es nötig, dass die Software in der Lage ist, die Transportdauer grob zu schätzen. Es wurden folgende Annahmen getroffen:

- Strasse: 60km/h
- Schiene/KV: 40 km/h

Unter der Transportdauer wird die Zeitspanne von Beladen am Ladeort bis zum Entladen am Zielort verstanden.

Im Abschnitt 3.4 zeigen wir, inwieweit die angewandten Transportpreise und Zeitangaben sich bewährt haben.

Es ist zu betonen, dass im Rahmen der anderen Arbeitspakete zur Entwicklung des nationalen Güterverkehrsmodells (vgl. Abbildung 1-1) genauere Grundlagen zu Transportpreisen und Transportdauer erarbeitet wurden. Diese lagen leider für unsere Untersuchung noch nicht vor.

¹⁰ 5, 15, 20, 35, 50 sowie 1'000 t (Massenversand).

¹¹ 50, 100, 200, 300, 500, 800, 100, 1'600 und 2'000 km.

3 SP-Befragung

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die konkrete Durchführung der Firmen-Interviews. Im ersten Teil wird das zur Anwendung gebrachte Interviewkonzept erläutert; der folgende Teil enthält einen Erfahrungsbericht (qualitativ und quantitativ) der durchgeführten Interviews samt der daraus gezogenen Schlussfolgerungen.

3.1 Vorgehen

3.1.1 Ausgangslage

Ausgangspunkt für die Durchführung der Interviews bildete das in Kapitel 2.5 beschriebene und von der Begleitkommission beschlossene Befragungskonzept mit folgenden Eigenschaften:

- Durchführung von Telefon-Interviews mit den Logistik-Verantwortlichen der befragten Firmen anhand eines Internet-gestützten Fragebogens;
- Durchführung von Stated Choice-Experimenten im Rahmen der Interviews mit 3 Merkmalen (Transportpreis, Transportzeit und Pünktlichkeit) sowie 3 Alternativen (Strasse, Bahn und kombinierter Verkehr);
- Adaptives Befragungsdesign basierend auf vom Befragten zu wählenden Beispieltransporten;
- Nach Möglichkeit Durchführung von 2 Experimenten pro Interview.

3.1.2 Vorbereitung und Pilotbefragung

Vor dem eigentlichen Beginn der Interviewphase musste zunächst die erstellte Befragungssoftware im Internet verfügbar gemacht werden inklusive der Möglichkeit eines Parallelzugriffs auf den Fragebogen durch den Interviewer und die befragte Person. Dies liess sich nicht ohne eine Zusatzsoftware realisieren, welche jedoch letztlich auch kein völlig zufrieden stellendes Resultat lieferte. Es musste letztlich ein Kompromiss gefunden werden zwischen einer noch erträglichen Bildstabilität auf Seite der befragten Person und einer nicht zu langsamen periodischen Aktualisierung des Fragebogens auf dem Bildschirm.

Der lauffähige Fragebogen wurde dann anhand von Probeinterviews mit Experten, welche teilweise auch an dem Experten-Workshop im November 2006 teilgenommen hatten, getestet, insbesondere im Hinblick auf die Plausibilität des hinterlegten Preismodells sowie der Attribute in den Experimenten und ihren Ausprägungen. Die Schätzwerte lagen aus Sicht der Befragten sowohl für die Preise als auch für die Transportzeiten durchschnittlich zu tief und wurden daraufhin angepasst. Die Attribute in den Experimenten hingegen wurden von den befragten Experten als hinreichend realistisch beurteilt, so dass dort keine nachträglichen Änderungen erforderlich waren.

Parallel zur softwaretechnischen Vorbereitung war die Kontaktdatenbank mit den Adressen und Ansprechpartnern der zu kontaktierenden Unternehmen zu erstellen. Dabei wurden sowohl Firmen des verarbeitenden Gewerbes als auch Logistikdienstleister und Spediteure berücksichtigt. Das Auffinden geeigneter Kontaktdaten im angrenzenden Ausland (v.a. Deutschland, Österreich und Italien) für den Bereich der Transittransporte gestaltete sich dabei als besonders schwierig, da zum einen die Kooperationsbereitschaft deutlich geringer war als in der Schweiz und zum anderen die Auswahl von Firmen, welche mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit Transittransporte durch die Schweiz durchführen, gering war. Die Kontaktsuche konnte nicht bis zum Beginn der eigentlichen Interviewphase abgeschlossen werden, sondern zog sich fast bis zum Ende derselben hin. Dies lag im Wesentlichen daran, dass bei einer zu grossen Ablehnungsquote ein Nachfassen von Firmenkontakten erforderlich war.

3.1.3 Durchführung der Interviews

Die eigentliche Phase der Interviewdurchführung dauerte sieben Monate (von April bis Oktober 2007). Für den prinzipiellen Ablauf der Firmen-Interviews kann folgendes Schema skizziert werden:

1. Telefonischer Erstkontakt über Zentrale und nach Möglichkeit Kontaktaufnahme mit dem Verantwortlichen für Logistik;
2. Nach erfolgreicher Kontaktaufnahme Erläuterung des Projektes und Frage nach grundsätzlicher Teilnahmebereitschaft; gleichzeitig Prüfung, ob das Unternehmen die generellen Anforderungen erfüllt;
3. Bei Teilnahmebereitschaft Senden von zusätzlichen Informationen per e-mail;
4. Zweiter Telefonkontakt zur Klärung, ob geeignete Transportbeispiele vorhanden sind; falls ja, Terminvereinbarung für das Interview;
5. Dritter Telefonkontakt zur Durchführung des Interviews.

Da in den meisten Fällen auf den Internetseiten der Unternehmen keine direkten Kontakte zu den Logistikverantwortlichen zu finden waren, musste der Erstkontakt über die Telefonzentrale laufen. Beim Gespräch mit der Zentrale wurde jeweils das Anliegen nur in Form von einem Satz erläutert und unmittelbar um die Weiterleitung zum verantwortlichen Ansprechpartner für Logistik und Transport gebeten.

Konnte der gesuchte Ansprechpartner erreicht werden (dies war häufig erst nach mehreren Versuchen erfolgreich), wurde diesem das Projekt einfühend erläutert und nach einer generellen Teilnahmebereitschaft gefragt. Falls die Kontaktperson nicht unmittelbar ablehnte, wurde dieser daraufhin ein e-mail mit den wesentlichen Informationen zum Interview inklusive der zu erfragenden Daten sowie einer Vertraulichkeitserklärung zugestellt und nach Möglichkeit sofort ein Interviewtermin vereinbart. Viele erbaten sich vorab Zeit, um die detaillierten Informationen studieren zu können. Hier war ein zweiter Telefonkontakt erforderlich, um die definitive Teilnahmebereitschaft zu erfragen und einen Gesprächstermin zu vereinbaren.

Zum vereinbarten Interviewtermin wurde der Gesprächspartner abermals telefonisch kontaktiert und gleichzeitig der Fragebogen im Internet aufgeschaltet (Dies war aus softwaretechnischen Gründen für jedes Interview separat erforderlich). Die Kontaktperson hatte zunächst ein im e-mail zugestelltes Passwort im Internet unter einer ebenfalls vorab bereitgestellten Adresse einzugeben, mittels dessen er Zugang zum Fragebogen erhielt. Der Interviewer konnte auf diese Weise auf seinem Rechner die am Telefon erhaltenen Angaben des Befragten in den Fragebogen eingeben, während letzterer die Eingaben über den Internetzugang auf seinem Bildschirm überprüfen konnte. Im ersten Fragebogenteil wurden allgemeine Informationen zum Unternehmen erfragt und die erforderlichen Daten zur Beschreibung der vom Befragten zu wählenden Beispieltransporte (vgl. Kap. 2.7) aufgenommen. Im zweiten Teil des Fragebogens wurden die eigentlichen Stated Choice-Experimente durchgeführt: Die Kontaktperson hatte anhand der auf dem Bildschirm angezeigten Merkmale sich für eine Alternative zu entscheiden, welche daraufhin vom Interviewer im Fragebogen angewählt wurde. Nach durchlaufen eines Experiments wurde der Befragte gebeten, ein zweites Transportbeispiel anzugeben. Falls dies aus zeitlichen oder inhaltlichen Gründen nicht möglich war, konnte das Interview auch nach einem Experiment beendet werden.

3.2 Stichprobenerfüllung

Die angestrebte Stichprobengröße von insgesamt 180 Transportfällen konnte bis auf einen Fall erfüllt werden, wobei innerhalb der Teilbereiche Binnenverkehr, Import, Export und Transit zum Teil signifikante Abweichungen zu verzeichnen sind (s. Tabelle 3-1). Tabelle 3-2 zeigt die absolute Anzahl

Transportfälle und deren Aufteilung auf die einzelnen Warengruppen und Transportarten. Bei den grau hinterlegten Feldern konnte die Soll-Stichprobe (vgl. Abschn. 2.4) erreicht werden.

Tabelle 3-1: Stichprobenerfüllung

WG	Binnen	Export	Import	Transit	Total
1 land-/forstwirtsch. Grundstoffe	117%	133%	133%	0%	100%
2 Nahrungs- u. Futtermittel	114%	33%	167%	0%	91%
3 chem. u. mineralische Produkte	33%	-	100%	33%	88%
4 Eisen/Metallprodukte	117%	200%	133%	0%	113%
5 Baumaterialien	133%	-	0%	-	107%
6 Fahrzeuge, Halb-/Fertigwaren	100%	267%	300%	33%	117%
7 sonst. Waren u. Container	56%	183%	167%	78%	94%
Total	92%	217%	141%	42%	99%

Zielerreichung Transit 42%
Zielerreichung B/I/E 119%
Zielerreichung Total 99%

Tabelle 3-2: Übersicht Transportfälle pro Warengruppe und Transportart

WG	Binnen	Export	Import	Transit	Total
1 - land-/forstwirtsch. Grundstoffe	7	4	4	0	15
2 - Nahrungs- u. Futtermittel	24	1	5	0	30
3 - chem. u. mineralische Produkte	4	9	6	2	21
4 - Eisen u. Metallprodukte	7	6	4	0	17
5 - Baumaterialien	16	0	0	0	16
6 - Fahrzeuge, Halb-/Fertigwaren	15	8	9	3	35
7 - sonst. Waren u. Container	10	11	10	14	45
	83	39	38	19	179

Während in den Segmenten Import und Export von den befragten Unternehmen mehr Transportfälle als erwartet geliefert wurden, war deren Anzahl in den Segmenten Binnenverkehr und insbesondere Transit geringer als angestrebt (vgl. Kap. 2.6). Da Schweizer Unternehmen keine Transittransporte durch ihr eigenes Land durchführen, mussten sämtliche Transitfälle aus dem Ausland gewonnen werden, was aus oben genannten Gründen schwierig war. Am nächsten an die Soll-Stichprobe heran kommt die Warengruppe 7, da ein Grossteil der Transittransporte im kombinierten Verkehr durchgeführt wird.

Im Binnenverkehr fallen die niedrigen Zielerfüllungsquoten bei den Warengruppen 3 und 7 auf. Bei der Warengruppe 3 bestand das Problem darin, dass zum einen die Gesamtanzahl an geeigneten Unternehmen gering ist und zweitens die Teilnahmebereitschaft im Durchschnitt tiefer als bei anderen Warengruppen lag. Bei der Warengruppe 7 liegt der Grund primär in der unbekanntem Zusammensetzung der Warengruppe. Güter, die nicht eindeutig zu einer Warengruppen zugewiesen werden können, fallen in die Warengruppe 7. Dementsprechend schwierig war, entsprechende Unternehmen zu identifizieren.

Transportfälle in der Warengruppe 5 konnten lediglich für den Binnenverkehr gefunden werden, da Baustoffe primär über kurze Distanzen und äusserst selten im grenzüberschreitenden Verkehr über 50 km transportiert werden. Zwar war bereits in der Soll-Stichprobe dieses Phänomen berücksichtigt; jedoch konnten auch die 3 angestrebten Transportfälle im Importverkehr nicht gefunden werden.

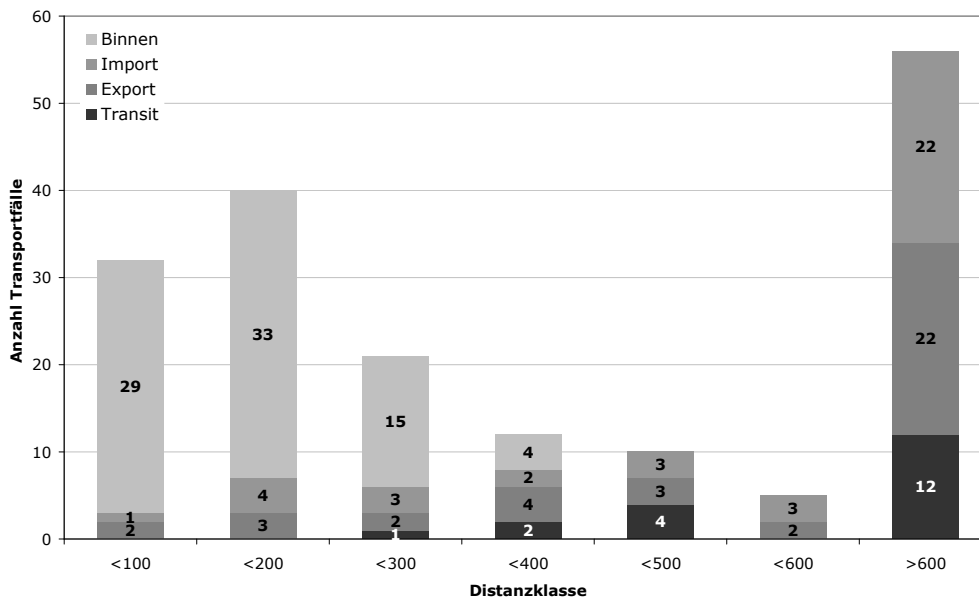
Die erhobene Daten wurden vor der Verwendung für die Modellschätzungen nach Verkehrsmittel und, dort wo nötig, nach Warengruppen hochgerechnet, um die realen Verhältnisse wiedergeben zu können (vgl. Kapitel 4).

3.3 Stichprobenauswertung

Bei der statistischen Auswertung der Stichprobe ergab sich, dass von den 179 erfassten Transportfällen 3 Fälle ungültig waren, so dass sich die effektive Stichprobengrösse auf 176 beläuft. Von den insgesamt 97 durchgeführten Interviews entfielen 27 auf Speditions- und/oder Transportunternehmen; die übrigen 70 waren produzierende Unternehmen (Verlader).

Abbildung 3-1 zeigt die Aufteilung der Stichprobe auf Distanzklassen und Verkehrsarten.

Abbildung 3-1: Anzahl Transporte pro Distanzklasse und Verkehrsart



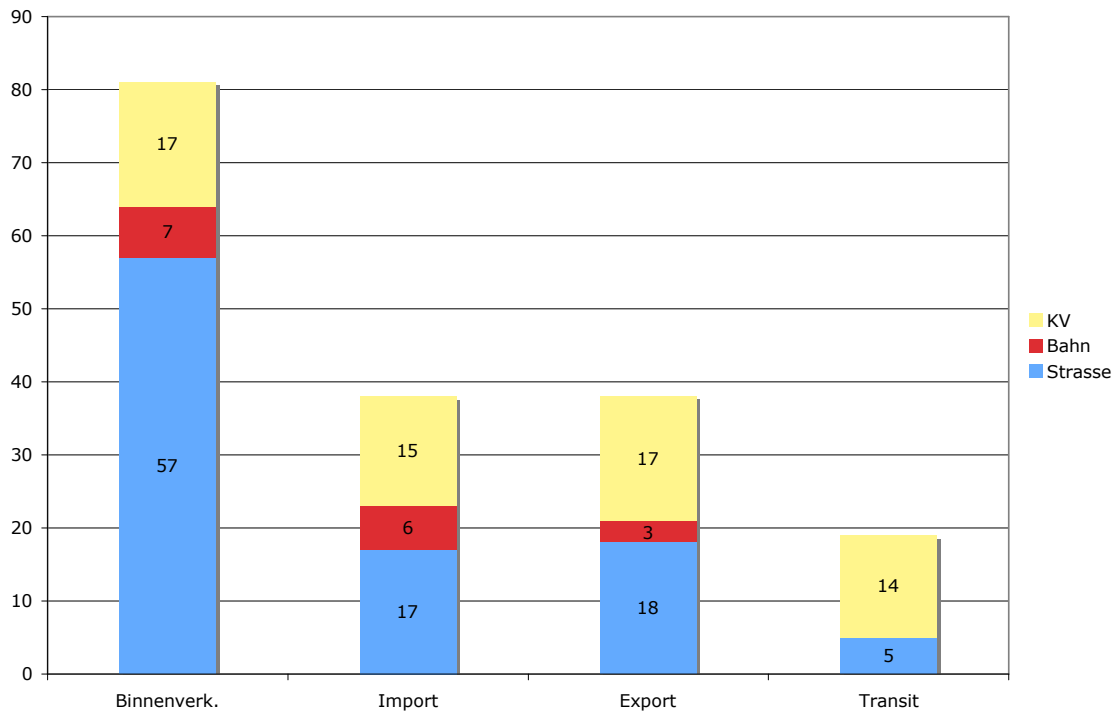
Quelle: eigene Darstellung

Am stärksten vertreten ist die Distanzklasse >600 km mit 56 Transportfällen, während darunter die Anzahl Transportfälle pro Distanzklasse mit abnehmender Distanz zunimmt. Auf die Distanzklasse <100 km entfallen zwar lediglich 32 Fälle; dies liegt jedoch daran, dass die Mindestdistanz für zu wählende Beispiele bei 50 km festgelegt worden ist, so dass diese Distanzklasse lediglich eine Spanne von 50 km umfasst. Der hohe Anteil Transportfälle in der Distanzklasse >600 km ist damit zu erklären, dass die Soll-Stichprobe einen Anteil grenzüberschreitender Transporte von 50% vorsah, von denen, wie aus Abbildung 3-1 deutlich wird, ein Grossteil über lange Distanzen läuft.

In der resultierenden Stichprobe beläuft sich der Anteil Binnentransporte mit 81 Fällen auf 46%. Import und Export kommen mit je 38 Fällen auf 21,5%, während auf den Transitverkehr lediglich 19 Transportfälle (11%) entfallen. Die Soll-Stichprobe hingegen sieht für Import/Export bzw. Transit einen paritätischen Anteil von je 25% vor (vgl. Abschnitt 3.2).

Die Verteilung der für die jeweiligen Transportfälle aktuell eingesetzten Transportmittel ist aus Abbildung 3-2 ersichtlich. In Summe wurden 97 der 176 Fälle (55%) per Lkw durchgeführt; beim reinen Bahntransport waren es 16 (9%) und im kombinierten Verkehr 63 Fälle (36%).

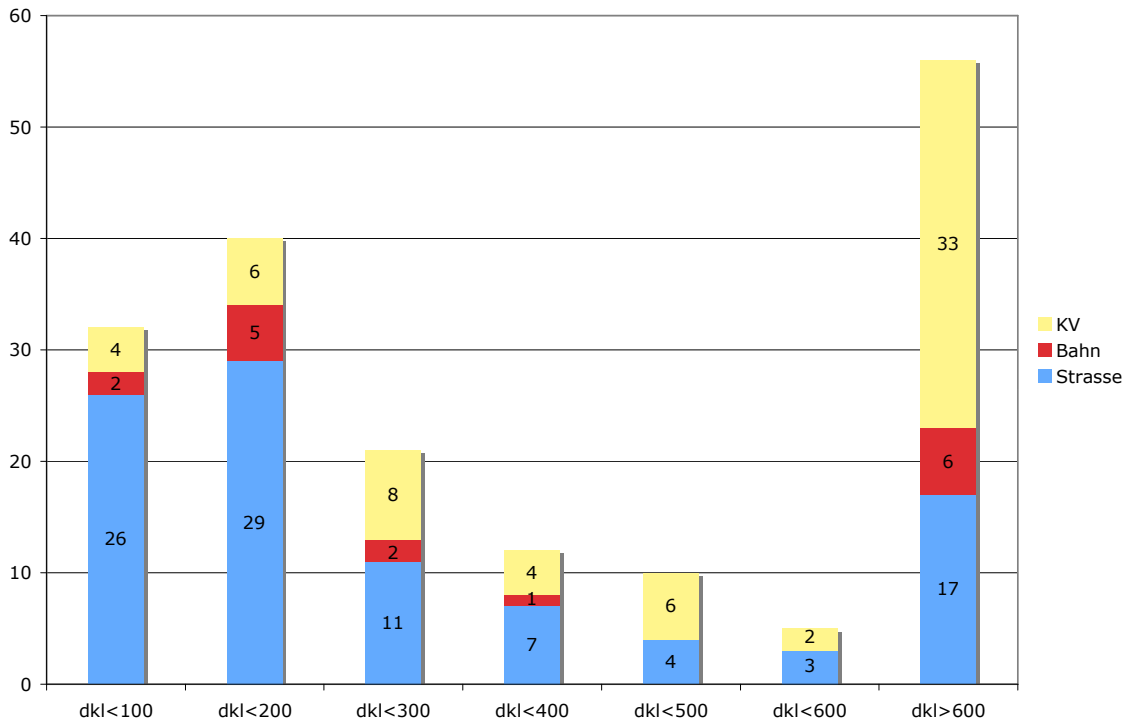
Abbildung 3-2: Eingesetzte Transportmittel pro Verkehrsart



Quelle: eigene Darstellung

Im Binnenverkehr dominiert die Strasse klar mit 70% gegenüber 9% bei der Bahn und 21% im KV. Gegenüber dem Modal Split im Referenzjahr 2003 ist der Anteil der Strasse um 21% geringer zugunsten des KV, welcher im Jahr 2003 quasi vernachlässigbar war (vgl. Abschnitt 2.2.1). Dies ist auf die Soll-Stichprobe zurückzuführen, welche einen Anteil der Warengruppe 7 (Container und sonstige Waren) von 20% am Binnenverkehr vorsah. Auch im Import und Export ist der KV-Anteil im Vergleich zu den Zahlen aus dem Referenzjahr mit 47% (gegenüber 4%) bzw. 39% (gegenüber 8%) signifikant höher. Gleiches gilt für den Transit (Strasse 26%, Bahn 0%, KV 74%), wobei diese Anteile aufgrund der grundsätzlichen Schwierigkeit, Transittransporte zu erhalten, eher als Zufallsprodukt und weniger als repräsentativ anzusehen sind.

Auch bei Betrachtung der Distanzklassen (Abbildung 3-3) fällt auf, dass der kombinierte Verkehr im Vergleich mit den Zahlen aus dem Bezugsjahr überrepräsentiert ist. Sein Anteil reicht von 12,5% in der Distanzklasse <100 km bis zu 60% in den Distanzklassen <500 km und >600 km. Der Strassentransport erreicht selbst in der Klasse <100 km nicht mehr als 81%. Dessen Anteil sinkt mit steigender Distanz bis auf 30% in der Klasse >600 km.

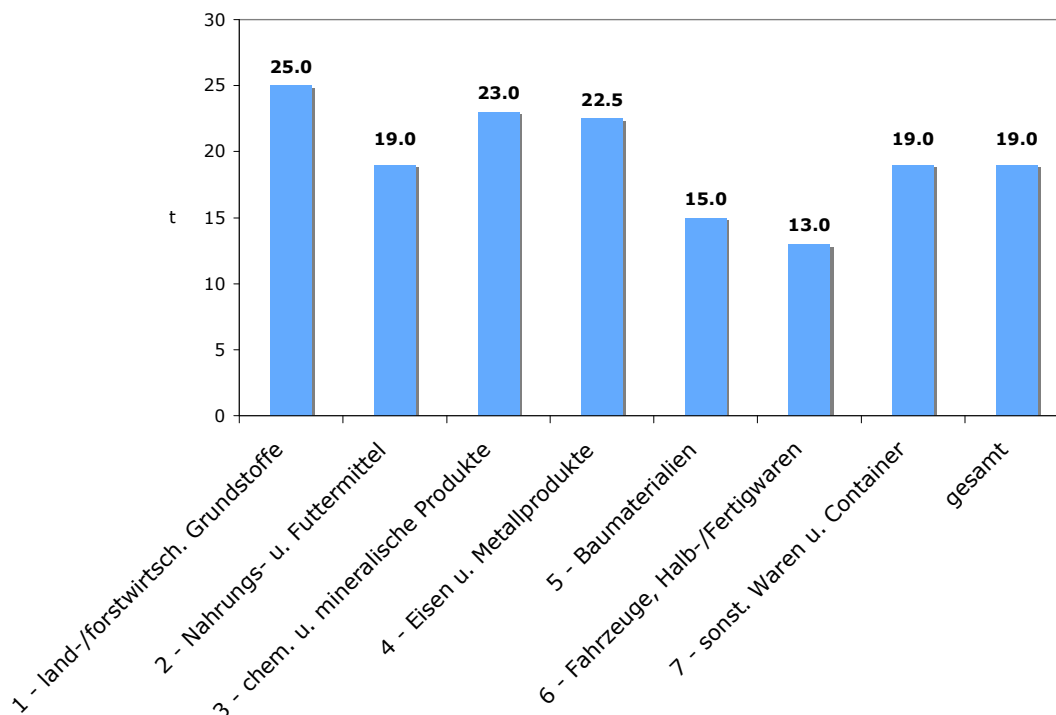
Abbildung 3-3: Eingesetzte Transportmittel pro Distanzklasse

Quelle: eigene Darstellung

Starke Unterschiede sind auch bei den einzelnen Sendungen hinsichtlich Sendungsgrösse und Warenwert zu verzeichnen.

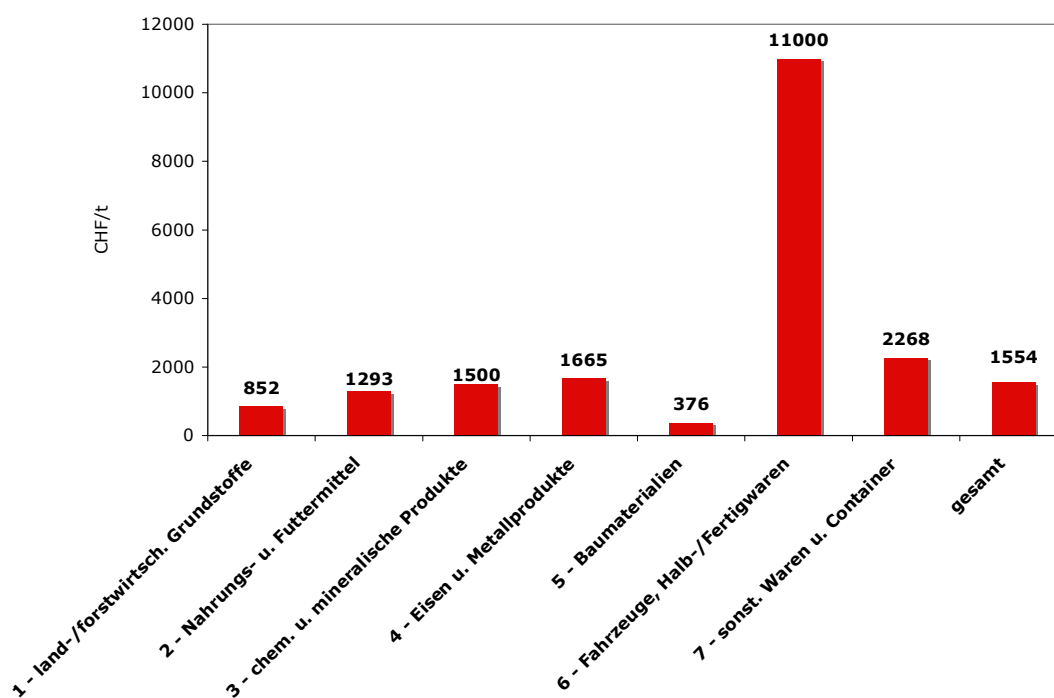
Abbildung 3-4 zeigt die medianen Sendungsgrössen für die einzelnen Warengruppen. Über die gesamte Stichprobe betrug das mediane Sendungsgewicht 19 t. Dieser Wert variiert je nach Warengruppe zwischen 13 t (Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren) und 25 t bei den land- und forstwirtschaftlichen Grundstoffen. Diese Werte erscheinen repräsentativ, da es sich bei den Warengruppen mit höheren Tonnagen pro Sendung um solche mit tendenziell grösseren Sendungsmengen handelt. Bei den Halb- und Fertigwaren kommen hingegen eher selten Sendungen mit mehr als einer Lkw- bzw. Wechselbehälter-Ladung vor. Gleiches gilt für die Baustoffe, da es sich hier meist um einzelne Lkw-Ladungen handelt, mit Ausnahme von Zementtransporten in grösseren Mengen.

Abbildung 3-4: Mediane Sendungsgrössen pro Warengruppe in Tonnen



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 3-5: Mediane Warenwerte pro Warengruppe



Quelle: eigene Darstellung

Bei der Betrachtung der medianen Warenwerte (s. Abbildung 3-5) ergibt sich ein etwas anderes Bild. Während der Median der gesamten Stichprobe bei 1'554 CHF/t liegt, weichen die Medianwerte der

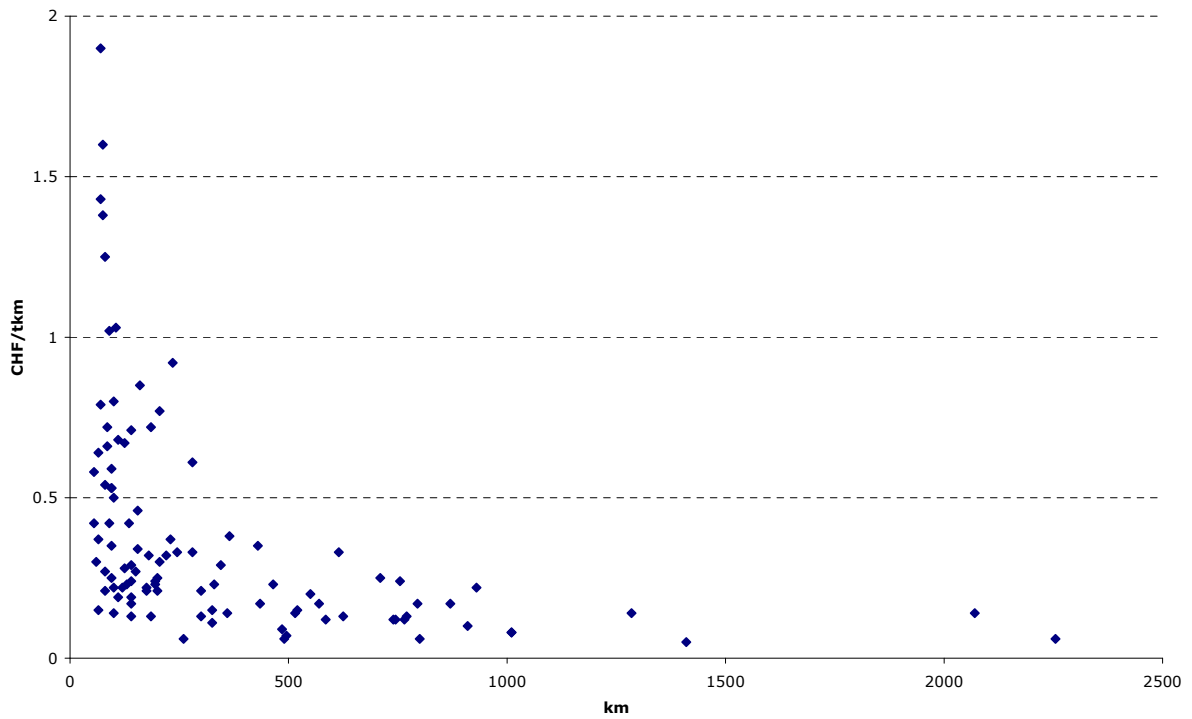
Warengruppen 5 und 6 stark nach unten bzw. nach oben ab. Diese Werte sind jedoch ebenfalls plausibel, wenn man die Art der in dieser Gruppe vertretenen Waren anschaut. Es handelt sich dabei um Maschinen bzw. deren Teilkomponenten, Fahrzeugteile, Kleidungsstücke und ähnliche hochwertige Produkte, deren Wert sich in einzelnen Fällen auf 40'000 CHF/t und mehr beläuft.

Weniger erstaunt, dass der mediane Warenwert bei den Baumaterialien deutlich unter dem Gesamt-Median liegt. Die Medianwerte der übrigen Warengruppen weichen vergleichsweise wenig stark von diesem Wert ab. Die Werte der land- und forstwirtschaftlichen Grundstoffe sowie der Nahrungs- und Futtermittel liegen erwartungsgemäss eher unter dem Gesamt-Median, während diejenigen der Eisen- und Metallprodukte sowie der sonstigen Waren und Container über diesem Wert liegen. In diesem Zusammenhang ist noch einmal darauf hinzuweisen, dass die Warengruppe 7 eine Art Sammelbecken für Waren aus den übrigen Gruppen darstellt, welche in Wechselbehältern transportiert werden. In vielen Fällen handelt es sich hierbei ebenfalls um Halb- oder Fertigwaren, was den relativ hohen medianen Warenwert der Warengruppe 7 erklärt.

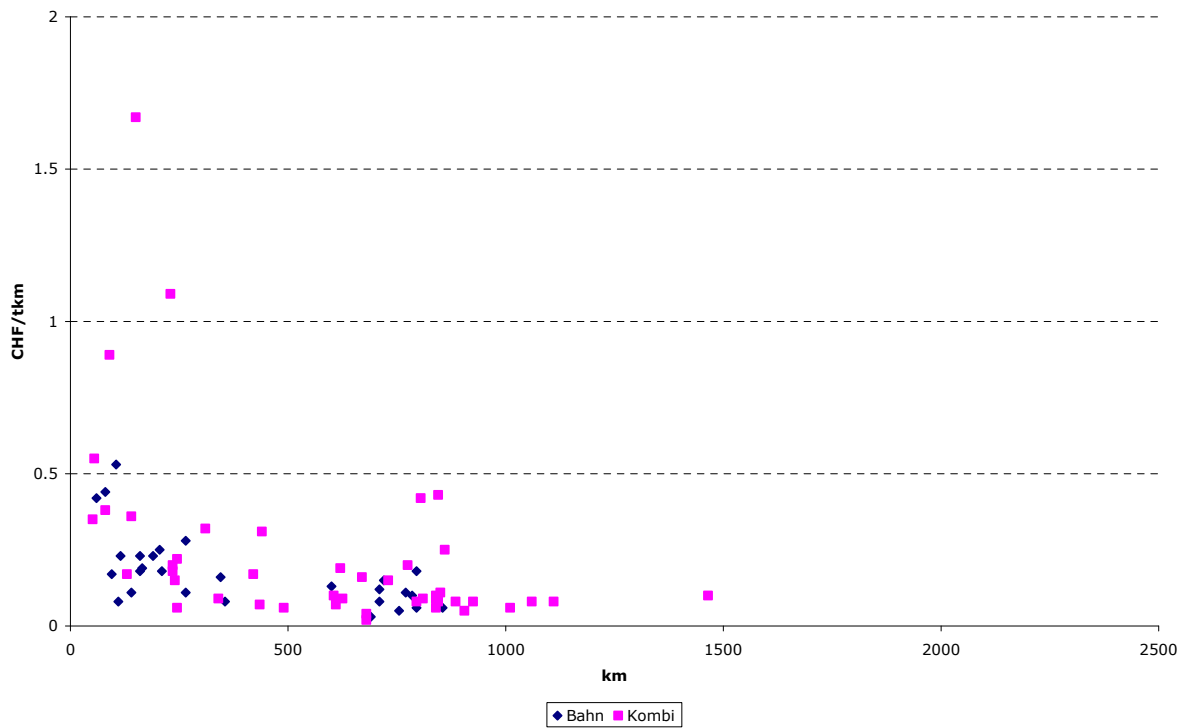
Von Interesse ist ferner die Übersicht über die Transportpreise. Abbildung 3-6 zeigt die Transportpreise pro tkm, die aufgrund der gelieferten Daten zum heute benutzten Verkehrsmittel berechnet wurden. Es fällt die starke Streuung der Werte auf, insbesondere für Transportdistanzen bis 500 km im Strassenverkehr. Das bestätigt die Erkenntnis, dass die Preise im Transportsektor beträchtlich variieren können.

Abbildung 3-6: Angegebene Preise pro tkm je nach Verkehrsmittel (Ist-Zustand)

Strasse



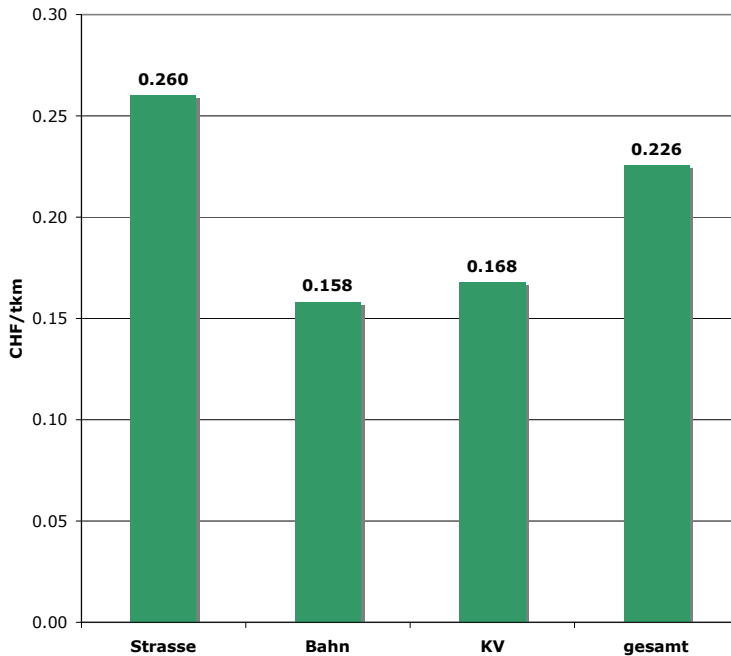
Bahn und KV



Quelle: eigene Darstellung

Aufgrund der starken Streuung wurde hieraus anstatt des Durchschnittspreises der Median der einzelnen Transportpreise (in CHF pro tkm) ermittelt sowie die Medianwerte für die einzelnen Transportmittel bestimmt (s. Abbildung 3-7).

Abbildung 3-7: Mediane Transportpreise der einzelnen Transportmittel



Quelle: eigene Darstellung

Auf den ersten Blick erstaunen mag der Unterschied zwischen Strasse mit 0,26 CHF/tkm und Bahn (0,16 CHF/tkm) bzw. KV (0,17 CHF/tkm). Die Differenz lässt sich jedoch erklären mit der Tatsache, dass in der Stichprobe viele Transportfälle mit Volumengütern enthalten sind, welche das maximal zulässige Gewicht pro Lkw von ca. 24 t nicht voll ausnutzen. Dies resultiert in deutlich höheren Preisen pro tkm. Der Median der gesamten Stichprobe dürfte jedoch aus transportmittelübergreifender Sicht einen nicht ganz unrealistischen Wert darstellen.

Weitere statistische Auswertungen der Transportfälle sind in Anhang B zu finden.

3.4 Qualität des Preis- und Transportzeitmodells

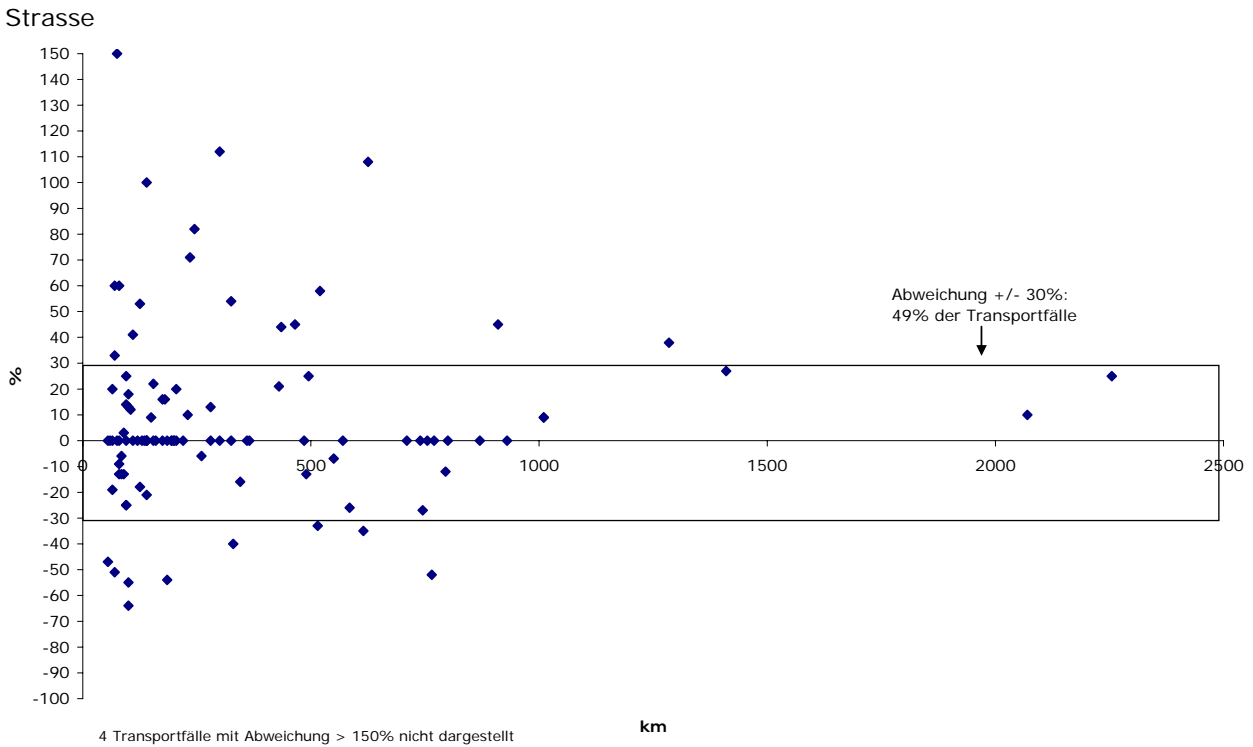
Wie im Abschnitt 2.7 erläutert, haben wir in die Software grobe Funktionen für die Schätzung der Transportpreise und -dauer einbauen müssen. Um eine quantitative Aussage über die Qualität dieser Funktionen machen zu können, haben wir die Angaben der interviewten Personen zu Transportpreis und -dauer des heute benutzten Verkehrsmittels ausgewertet unter der Annahme, dass diese Merkmale für das gewählte Verkehrsmittel eher bekannt sein sollten.

Was die Transportpreise betrifft, zeigt sich, dass etwa die Hälfte der von der Software geschätzten Werte sich in einer Bandbreite von +/- 30% gegenüber den von den Befragten angegebenen Wert bewegt. Dieser Anteil ist für den Schienenverkehr und für den kombinierten Verkehr etwas höher (61%) und für die Strasse etwas niedriger (49%, vgl. Abbildung 3-8). Es ist jedoch zu beachten, dass im Fall des Verkehrsträgers Strasse 21% der Antworten genau dem von der Software geschätzten Wert entsprachen. Dieser Anteil beträgt bei der Schiene und beim KV nur 7% bzw. 11%.

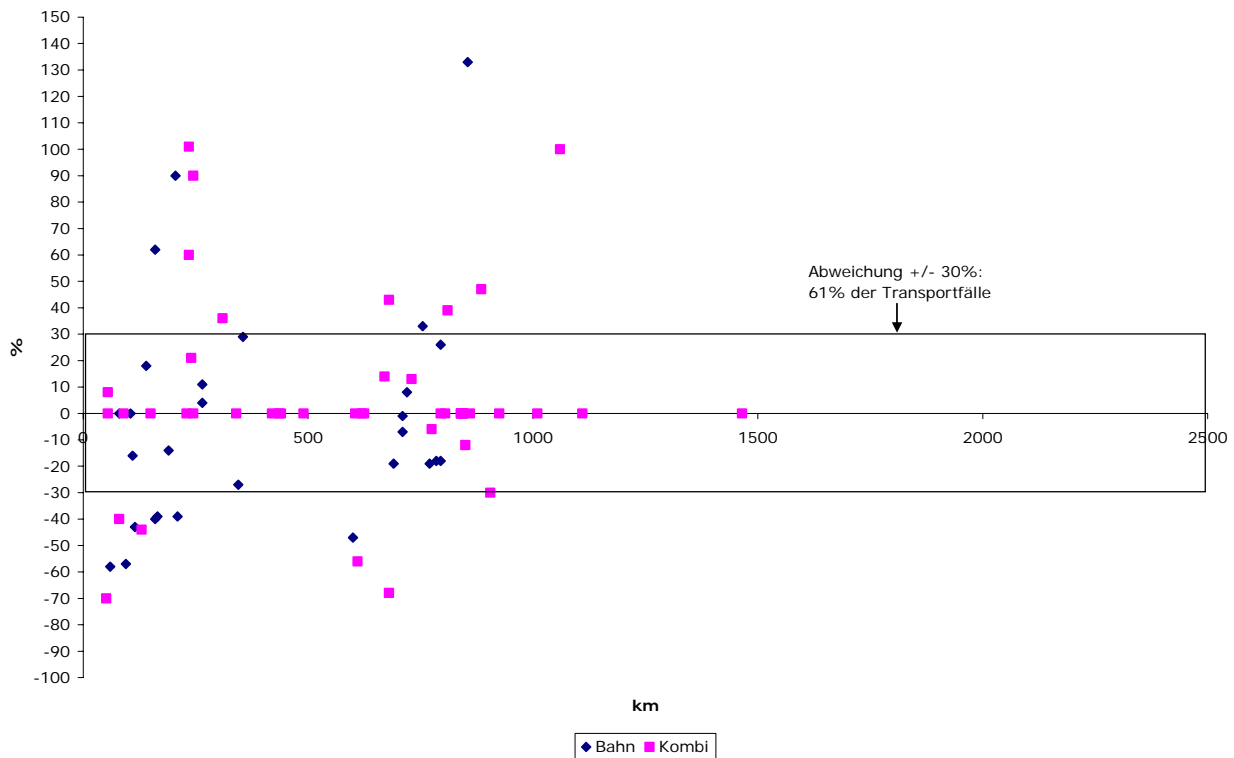
Die von der Software gelieferte Preisschätzung wurde erwartungsgemäss weniger häufig für die nicht gewählten Verkehrsmittel geändert, nämlich in 34% der Fälle.

Die Abweichungen sind für alle drei Verkehrsmittel in etwa ähnlich, so dass das Verhältnis unter den Transportmitteln in etwa korrekt wiedergegeben werden konnte. Wie im Abschnitt 2.7 erläutert wird das nationale Güterverkehrsmodell dann mit anderen Preisfunktionen arbeiten.

Abbildung 3-8: Abweichung in % zwischen geschätzten und angegebenen Transportpreise für das gewählte Verkehrsmittel (Ist-Zustand)



Schiene und kombinierter Verkehr



Was die Transportzeiten anbelangt, haben wir viel einfachere und, im Nachhinein, zu optimistische Annahmen getroffen, insbesondere bezüglich Schienenverkehr. Die Transportzeiten wurden von der

Software in der Regel unterschätzt. Etwa 36% der von der Software geschätzten Werte lagen in einer Bandbreite von +/- 30% um die tatsächlich von den Befragten erwähnten Werte. Die Qualität der Schätzung war für die Strasse besser (52% der geschätzten Werte mit einer Genauigkeit von +/-30%) als für den Schienenverkehr (15% der geschätzten Werte mit einer Genauigkeit von +/-30%). Unsere im Voraus getroffenen Annahmen von 60 km/h auf der Strasse wurden im Binnenverkehr mit 56.7 km/h fast erreicht, im Aussenverkehr und im Transit lag die durchschnittliche Geschwindigkeit jedoch mit 34.5 km/h deutlich tiefer. Die durchschnittliche Geschwindigkeit der Schiene lag bei knapp 20 km/h im Binnenverkehr und bei 15.7 km/h bei den restlichen Verkehrsarten, also um mehr als die Hälfte unter der angenommenen Geschwindigkeit von 40 km/h.

Es ist aber zu beachten, dass die grosse Mehrheit der Befragten (77%) die angegebenen Zeitangaben für das nicht gewählte Verkehrsmittel angepasst hat. Im Fall der Transportpreise sind es „nur“ 66% gewesen. Deswegen sollte diese Ungenauigkeit der Software keine gravierenden Probleme für die Schätzung der Modal Split Funktionen verursachen. Auch im Fall der Zeitmatrizen wird das nationale Güterverkehrsmodell dann mit anderen, genaueren Angaben arbeiten.

3.5 Erkenntnisse aus der Interviewphase

3.5.1 Kontaktaufnahme

Das Prinzip der telefonischen Kontaktaufnahme hat sich prinzipiell bewährt. Ein Erstkontakt per e-mail hätte zwar einen geringeren Aufwand in der Anfangsphase bedeutet; auf der anderen Seite ist zu vermuten, dass die Rücklaufquote deutlich tiefer gelegen hätte als auf die praktizierte Weise per Telefon. Jedenfalls ist in diesem Fall festzustellen, dass nur in seltenen Fällen die telefonische Anfrage gleich bei der Zentrale auf grundsätzliche Ablehnung stiess. Schwieriger war es hingegen, die gesuchte Kontaktperson für Logistik und Transport ausfindig zu machen und zu kontaktieren, da diese häufig nicht verfügbar war.

Im grössten Teil der Fälle beruhte ein Teilnahmeverzicht auf inhaltlichen Gründen, z.B. dass das Unternehmen die Anforderungen nach Mindesttransportdistanz oder Mindestsendungsgrösse nicht erfüllte. Viele Firmen kamen auch nicht für ein Interview in Frage, da sie ihre Logistikaktivitäten an externe Logistikdienstleister ausgelagert haben. Lediglich ein geringer Teil der Ansprechpartner lehnte eine Interviewteilnahme aus zeitlichen Gründen oder aufgrund grundsätzlicher Abneigung ab. Auch gravierende Datenschutzbedenken traten nur in seltenen Fällen auf.

Weitere Probleme im Vorfeld der Interviews gab es im Zusammenhang mit den per e-mail versandten Informationen auf, da diese recht häufig von den Kontaktpersonen nicht oder nur unzureichend zur Kenntnis genommen wurden, was bisweilen weiteren Klärungsbedarf am Telefon zur Folge hatte. Weniger häufig trat der Fall der spontanen Verschiebung des Interviewtermins auf. Die Nicht-Einhaltung des Interviewtermins ist jedoch recht unerfreulich, da sie eine weitere Terminabsprache und somit weitere Kontaktversuche per Telefon erforderlich macht.

3.5.2 Interview

Auch während der Interviews kann es zu diversen Problemen kommen: So kam es bisweilen vor, dass Interviewpartner keine den Anforderungen entsprechenden Beispieltransportfälle nennen konnten, da sie die im Vorfeld per e-mail versandten Informationen nicht zur Kenntnis genommen hatten. Auch wurden recht häufig Beispiele genannt, welche nicht von der befragten Firma sondern von einem Geschäftspartner (Versender oder Empfänger) am anderen Ende der Transportkette organisiert wurden und somit für das Experiment ungeeignet waren.

Bei der Erfassung der einzelnen Daten der genannten Transportfälle (RP-Daten) lag das Problem sehr häufig darin, dass der Befragte keinerlei Angaben zu den nicht im Einsatz befindlichen Transportmitteln machen konnte. Beispielsweise konnte ein Verloader, welcher grundsätzlich auf der Strasse transportiert, aufgrund fehlender Übersicht über den Transportmarkt selten fundierte Informationen zu Transportpreis und -dauer bei Bahn und KV liefern. Das im Fragebogen hinterlegte Preismodell konnte in diesen Fällen auch lediglich Anhaltspunkte für eine Schätzung liefern. Im Zweifelsfall wurden für die fehlenden Daten in Absprache mit dem Interviewer grobe Annahmen getroffen.

Die Stated Choice-Experimente wurden von den Befragten grundsätzlich als verständlich und überschaubar beurteilt. Die Methodik erschien den meisten Personen verständlich, und auch Beschwerden über eine zu grosse Anzahl Entscheidungssituationen (hier 13 pro Experiment) traten quasi keine auf, so dass in den meisten Interviews die Bereitschaft zur Durchführung eines zweiten Experiments vorhanden war. Schwieriger hingegen war für Viele die Unterscheidung zwischen realen und hypothetischen Entscheidungsfällen. So war es zum Teil erforderlich, während des Experiments mehrfach auf den hypothetischen Charakter der vorgelegten Entscheidungssituationen hinzuweisen und den Unterschied zum realen Transportfall zu erläutern.

3.5.3 Besondere Merkmale einzelner Warengruppen

Unabhängig von den nach der Interviewphase durchgeführten Modellschätzungen lassen sich bei einzelnen Warengruppen bereits aus den Interviews direkt einige besondere Merkmale identifizieren:

- Die Warengruppe 2 (Nahrungs- und Futtermittel) zeichnet sich im Allgemeinen durch geringe Sendungsmengen mit hohen Qualitätsanforderungen aus. Neben strikten Pünktlichkeitsvorgaben spielen besonders auch die strengen Hygieneanforderungen an die Transportmittel eine wichtige Rolle. Diese können von Bahn und KV in der Regel nicht erfüllt werden, weshalb der heute hohe Strassenanteil grundsätzlich schwer auf andere Verkehrsträger zu verlagern ist.
- Die Warengruppe 3 (chemische und mineralische Produkte) kann durch meist grosse Sendungsmengen über grosse Entfernungen (häufig grenzüberschreitend) charakterisiert werden. Zur Bahnaffinität dieser Warengruppe tragen zusätzlich die Sicherheits- und Umweltaspekte bei.
- Bei der Warengruppe 5 (Baumaterialien) handelt es sich grösstenteils um Baustellenbelieferungen über kurze Distanzen im Schweizer Binnenverkehr, teilweise per mit Spezialgerät ausgerüsteten Lkw. Diese Transporte sind somit grundsätzlich nicht verlagerbar. Ausnahmen bilden Transporte in grossen Mengen (z.B. Zement), welche von den Herstellern in der Regel per Bahn von der Produktionsstätte zu den Regionaldepos oder direkt zu Grossbaustellen transportiert wird.
- Den grössten Anteil an der Warengruppe 7 (sonstige Waren und Container) bilden die Wechselbehältertransporte. Deren Anteil ist im Schweizer Binnenverkehr aufgrund der zu kurzen Distanzen sehr gering; eine gewisse Ausnahme bilden jedoch Kehrichttransporte, welche politisch motiviert auch über kurze Distanzen im KV durchgeführt werden. Wie bereits erwähnt sind die KV-Transittransporte aufgrund ihrer Sendungsmengen und Transportentfernungen in der Regel nicht verlagerbar.

Warengruppenübergreifend ist festzuhalten, dass bereits in der Interviewphase deutlich wurde, dass das Pünktlichkeitskriterium in vielen Fällen schwerer wiegt als der Preisaspekt. Viele Kontaktpersonen bevorzugten in den Experimenten Transportangebote mit höherer Pünktlichkeit, auch wenn bei diesen der Transportpreis gegenüber den Alternativen etwas höher lag. Diese Priorität kam bereits bei der Einstufung der einzelnen Merkmale anhand einer Skala im Vorfeld des Experiments (vgl. Kap.2.7) zum Ausdruck, was auch der in der Literatur verbreiteten Ansicht widerspricht, dass die wichtigsten Kriterien bei der Transportmittelwahl der Preis und die Transportzeit sind.

3.5.4 Fazit

Insgesamt ist aus der Durchführungsphase der Interviews festzuhalten, dass die Befragung insgesamt erfolgreich verlaufen ist und mit vertretbarem Aufwand realisiert werden konnte. Bei mehr als einem verfügbaren Mitarbeiter hätte sich die Gesamtdauer von 7 Monaten auch problemlos reduzieren lassen. Insbesondere der Entscheid zugunsten von Telefonbefragungen (gegenüber den ursprünglich anvisierten Face-to-face-Interviews) ist positiv zu beurteilen, da sich der Zeitaufwand pro Interview beträchtlich reduziert, ohne signifikante Einbussen beim Informationstransfer in Kauf nehmen zu müssen. Zudem lässt sich ein Telefontermin deutlich leichter und flexibler vereinbaren als ein Interviewtermin vor Ort.

Positiv überraschend war die grundsätzlich hohe Teilnahmebereitschaft der kontaktierten Unternehmen (zumindest in der Schweiz). Mit rund 40% der einmal kontaktierten Unternehmen konnte erfolgreich ein Interview durchgeführt werden. Im Ausland war die Situation ungleich schwieriger (vgl. Kap.3.2), so dass in Italien letztlich überhaupt keine Interviews durchgeführt werden konnten. Insgesamt kann die erzielte Stichprobengrösse jedoch als hinreichend repräsentativ angesehen werden.

4 Modellschätzungen

4.1 Modellansatz

Ziel der Modellschätzung ist, mit Hilfe mathematisch-statistischer Methoden und der erhobenen SP-Daten Modelle abzuleiten, die das Verkehrsmittelverhalten möglichst gut erklären können.

Die hier verwendeten Modellansätze bauen auf den Prinzipien der Theorie der Random Utility auf. Bei dieser Art der Nutzentheorie geht es um die statistische Modellierung von Wahlentscheidungen zwischen Alternativen, die sich gegenseitig ausschließen. Dabei wird von den folgenden Annahmen ausgegangen:

- Jede Alternative i stiftet für ein Individuum einen bestimmten Nutzen U_i .
- Der Nutzen hängt zum Teil von messbaren Einflussgrößen und zum Teil von solchen Faktoren ab, die man entweder nicht beachtet oder nicht messen kann.

Deshalb wird davon ausgegangen, dass der Nutzen aus zwei Komponenten besteht; aus einem systematischen Teil, der eine Funktion der messbaren Attribute ist, und aus einem stochastischen Teil, der alle anderen Einflussgrößen in sich vereint:

$$U_i = V_i + \varepsilon_i$$

In dieser Gleichung ist V_i der systematische und ε_i der stochastische Teil.

Wird die Nutzenfunktion auf diese Weise formuliert, dann kann einer bestimmten Wahlentscheidung eine bestimmte Wahrscheinlichkeit zugeschrieben werden. Die mathematische Funktion, die die Wahrscheinlichkeit der Wahl abbildet, ist davon abhängig, welche Annahmen über die Verteilung der stochastischen Komponente getroffen werden. Domencich & McFadden (1975) konnten zeigen, dass unter der Annahme, dass die ε_i eine sogenannte "Weibull"-Verteilung haben¹², die mathematische Funktion der bekannten multinomialen Logit-Funktion entspricht. Diese hat die folgende Form:

$$P_i = \frac{e^{V_i}}{\sum_j e^{V_j}}$$

P_i ist die Wahrscheinlichkeit, dass von j möglichen Alternativen die i -te gewählt wird. Dabei wird V_i häufig als lineare Funktion der erklärenden Variablen angenommen, aber auch nichtlineare Ansätze werden oft verwendet. Die Schätzung der Parameter erfolgt in der Regel mit Hilfe der Maximum-Likelihood-Funktion.

Die Logit-Funktion besitzt einige vorteilhafte Eigenschaften, insbesondere auch bezüglich der Parameterschätzung. Aus diesem Grund ist das Logit-Modell das am häufigsten angewandte Entscheidungsmodell.

Bei der Suche nach dem „besten Modell“ werden verschiedene Kombinationen der unabhängigen Variablen sowie verschiedene Modelltypen analysiert. Auch Variablentransformationen sind oft bewährte Mittel, um die Modellqualität zu erhöhen.

¹² Sie sind unabhängig und identisch verteilt mit einer standardisierten Weibull-Verteilung.

Für die Beurteilung der Modellqualität stehen die folgenden statistischen Kenngrössen zur Verfügung:

- Rho-square (ρ^2)
- Likelihood-Ratio
- t-Werte der Koeffizienten

Bei ρ^2 (auch Pseudo- r^2 genannt) handelt es sich um ein mit dem Bestimmtheitsmass analoges Mass für die Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Modell. Die Werte von ρ^2 sind jedoch durchwegs kleiner als r^2 ; ein ρ^2 von 0,4 stellt im Allgemeinen schon sehr gute Übereinstimmung dar. Mit Hilfe des Likelihood-Ratio-Tests kann die Hypothese geprüft werden, dass die abhängige Variable unabhängig ist von der erklärenden Variablen (je grösser dieser Wert, umso grösser ist die Vertrauensgrenze, bei welcher obige Hypothese verworfen werden kann).

Mit dem t-Test können die einzelnen Koeffizienten auf ihre Signifikanz geprüft werden.

Nebst diesen statistischen Tests ist die Überprüfung der Vorzeichen der gefundenen Koeffizienten von grosser Wichtigkeit. Die Vorzeichen müssen, den Zugrunde gelegten logischen Annahmen entsprechen. Ein Modell mit falschen Parametervorzeichen ist für Prognosezwecke unbrauchbar.

Für die statistisch-ökonomische Schätzung dieser Art von Modellfamilie gibt es eine Reihe bewährter Computersoftware. Für die vorliegende Studie wurde das Softwarepaket "LIMDEP" verwendet, welches sich durch grosse Flexibilität und vielfältige Anwendungsmöglichkeiten auszeichnet. Dazu mussten die Befragungsdaten speziell aufbereitet werden. Nachfolgend sind die Datensätze für eine ausgewählte Beobachtung (SP-Experiment), die aus drei Zeilen besteht, aufgelistet:

```
1 0 2 400500 280 200 2 7000 6 5 700 31 80 8 8 10 7 1 0 0 0 0 0 7000 0 0 0
1 1 2 400500 280 200 2 7000 6 5 700 36 80 8 8 10 7 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0
1 0 2 400500 280 200 2 7000 6 5 1450 31 90 8 8 10 7 0 0 1 0 0 0 0 280 0 0
```

Die drei Zeilen enthalten jeweils die Ausprägungen der relevanten Eigenschaften für Strassen-, Schienen- und Kombiverkehr. Die einzelnen Zahlenwerte in den Kolonnen haben jeweils die folgende Bedeutung (in den Klammern steht jeweils der entsprechende Wert in Zeile 1):

```
beob: Nr. der Beobachtung (1)
vmod: 0/1 fuer drei Alternativen: Strasse, Bahn, Kombi (0)
vart: 1=Binnenverkehr, 2=Import, 3=Export, 4=Transit (2)
tonj: Jahrestonnen (400500)
dist: Transportdistanz in km(280)
anzs: Anzahl Sendungen pro Jahr (200)
artv: Art der Verpackung (1:keine spez, 2:Paletten, 3:Cont.
      4:Tank, 5:andere) (2)
wertt: Wert der Sendung/tonne in Fr.(7000)
wgrp : Warengruppe (1-7), (6)
tons : Tonnen der Sendung (5)
cost: Transportpreis13 in Fr.(700)
time: Transportzeit in Min(31)
punt: Puenktlichkeit (x% kommen rechtzeitig an), (80)
wcost: Wichtigkeit des Transportpreises (Skala 1-10), (8)
wtime: Wichtigkeit der Transportzeit (Skala 1-10), (8)
wpunt: Wichtigkeit der Puenktlichkeit (Skala 1-10), (10)
wflex: Wichtigkeit der Flexibilitaet (Skala 1-10), (7)
```

¹³ Eigentlich handelt es sich um Transportpreise. Diese Bemerkung gilt für das gesamte Kapitel 4.

```

-----Dummies: -----
Sasc : Choice specific Dummy fur Strasse (1)
Basc : Choice specific Dummy fur Bahn (0)
Casc : Choice specific Dummy fur Kombi (0)

gleis: gleisan * Basc (wenn Gleisanschluss da, dann ist gleisan=1), (0)

xmas : 1 bei Wgr 3+4 (Massengueter), sonst =0, (0)
xcom : 1 bei Wgr 7 , sonst 0, (0)

verts: wert * Sasc (7000)
distc: dist * Casc (0)
xmass: xmas * Basc (0)
xcomb: xcom * Casc (0)

```

Zusätzlich wurde eine neue Variable berechnet, welche die Preise pro Tonnenkilometer angibt:

$$\text{costtkm} = (\text{cost}/\text{tons})/\text{dist}$$

Insgesamt standen für die Analyse 2288 individuelle Beobachtungen zur Verfügung. Diese Daten bildeten die Inputdaten für die LIMDEP-Software.

4.2 Ergebnisse der Modellschätzung

Mit LIMDEP können verschiedene Ansätze der Logitfamilie gerechnet werden. Im Vordergrund stehen dabei das Multinomiale Logit-Modell (MNL) und das Nested-Logit-Modell (NLM). Mit letzterem können mehrstufige Entscheidungen durch Bildung von Untergruppen von Entscheidungsalternativen modelliert werden.

In der vorliegenden Untersuchung war es nicht von Vornherein klar, ob die drei Alternativen Strasse, Bahn und Kombi gleichwertige Alternativen darstellen. Denkbar ist, dass bei der Entscheidung zunächst zwischen Strasse und Schiene entschieden wird, und erst in einer zweiten Ebene zwischen reinem Bahntransport und Kombitransport. Die Ergebnisse mit beiden Ansätzen zeigten jedoch, dass der MNL-Ansatz die besseren Resultate lieferte.

Zu bemerken ist jedoch in diesem Zusammenhang, dass der Anteil des kombinierten Verkehrs im Binnenverkehr weniger als 1% beträgt. Im SP-Dataset ist dieser Anteil wesentlich höher; dies wurde bewusst so gesteuert, um genügend Kombiverkehr für die Analyse zu erhalten (choice based sampling).

Bei der Datenerhebung wurde unter anderem auch die Frage nach der Wichtigkeit einiger Transporteigenschaften erfragt. Die interviewten Personen mussten dazu Ihre Einschätzung auf einer Skala von 1-10 angeben.

Die Auswertung dieser Angaben ist in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

	Wert
Pünktlichkeit:	8.6
Transportpreis:	8.2
Flexibilität:	7.4
Transportzeit:	6.4

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass Pünktlichkeit die wichtigste Transporteigenschaft darstellt (mit durchschnittlich 8,6 Punkten) vor dem Transportpreis (mit 8.2 Punkten). Die Wichtigkeit der Transportzeit wurde hingegen nur mit einem durchschnittlichen Wert von 6,4 bewertet.

Bei der Modellierung wurden die folgenden Eigenschaften berücksichtigt: der Transportpreis, die Transportzeit, die Pünktlichkeit des Transportes sowie die Ja/nein-Variable Gleisanschluss. Auf die Eigenschaft „Flexibilität“ wurde verzichtet, weil der Begriff in einer Befragung schwierig zu kommunizieren ist und deshalb die Gefahr besteht, dass diese Eigenschaft unterschiedlich interpretiert würde.

Die berücksichtigten Transporteigenschaften wurden als alternativunabhängige Variablen in die Nutzenfunktionen eingebaut. Dies bedeutet, dass die relevanten Eigenschaften unabhängig vom gewählten Transportmittel wahrgenommen werden.

Die Modellschätzungen wurden jeweils für die vier Verkehrsarten Binnenverkehr, Import, Export und Transit durchgeführt. Grundsätzlich wurde beabsichtigt, zusätzlich nach den sieben Warengruppen zu differenzieren, doch dies war nur im Binnenverkehr möglich. Doch auch hier mussten einige Gruppen zusammengefasst werden.

Bei der Suche nach den besten Modellen wurden eine grosse Anzahl unterschiedlicher Modellspezifikationen ausprobiert. Nutzenfunktionen wurden mal linear, mal nicht linear angenommen. Einige Nutzenfunktionen enthalten alternativspezifische Konstanten, andere keine. Variablen, die nicht mit 95% signifikant waren oder deren Parameter nicht das erwartete Vorzeichen aufwiesen, wurden weggelassen¹⁴

Die geschätzten Modelle bestätigen die oben erwähnte Reihenfolge der Wichtigkeit der Transporteigenschaften. An erster Stelle steht die Pünktlichkeit, an zweiter Stelle der Transportpreis. Diese Variablen sind Bestandteile aller Modelle. Die Variablen Transportzeit und Gleisanschluss konnten nur in einigen Modellen eingebaut werden, da sie nicht überall signifikant waren.

Insgesamt wurden vier Modelle im Binnenverkehr, und je ein Modell im Import-, Export- und Transitverkehr abgeleitet.

Nachfolgend sind die Schätzergebnisse und die wichtigsten Kenngrößen der gefundenen Modelle zusammengestellt.

¹⁴ Als wichtige Weiterentwicklung der Logit-Modellfamilie sind die so genannten Mixed Logit Modelle (auch Random Parameters Logit Modelle genannt) zu erwähnen. Mit diesen kann auch die Variabilität der Präferenzen der befragten Personen berücksichtigt werden, was im Allgemeinen zu einer besseren Modellqualität führt. Bei choice based sampling, wie in dieser Untersuchung, ist diese Modellspezifikation jedoch nicht möglich (LIMDEP Manual, S. 542).

4.2.1 Binnenverkehr**Warengruppen 1 (Land- und forstwirtschaftliche Grundstoffe),
2 (Nahrungs- und Futtermittel) und
4 (Eisen- und Metallprodukte)****Schätzergebnisse:**

```

+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model |
| Maximum Likelihood Estimates              |
| Dependent variable                       Choice |
| Weighting variable                       ONE   |
| Number of observations                    494   |
| Iterations completed                     41    |
| Log likelihood function                   -176.3160 |
| Log-L for Choice model =                  -176.3160 |
| R2=1-LogL/LogL*   Log-L fncn   R-sqrd   RsqAdj |
| No coefficients   -542.7145   .67512   .67413 |
| Constants only.  Must be computed directly. |
|                               Use NLOGIT ;...; RHS=ONE $ |
| Vars. corrected for choice based sampling |
| Response data are given as ind. choice. |
| Number of obs.=  494, skipped  0 bad obs. |
+-----+

```

```

+-----+-----+-----+-----+
| Variable | Coefficient | Standard Error | b/St.Er. | P[|Z|>z] |
+-----+-----+-----+-----+
| BC       | -7.228968723 | .95571916      | -7.564   | .0000   |
| BP       | .1241815358  | .22781803E-01 | 5.451    | .0000   |
| BT       | -.3090633349 | .76402561E-01 | -4.045   | .0001   |

```

Bei den Werten unter der Überschrift b/St.Er. handelt es sich um die t-Werte.

Modell:

```

V(Strasse) = bc*log(costtkm) + bp*punt + bt*time
V(Bahn)    = bc*log(costtkm) + bp*punt + bt*time
V(Kombi)   = bc*log(costtkm) + bp*punt + bt*time

```

Bemerkung: die Variable costtkm gibt der Preis je Tonnenkilometer an. Bei der Log-Funktion handelt es sich um den natürlichen Logarithmus.

Elastizitäten:

```

Preiselastizität Strasse:      -1.077
Preiselastizität Schiene:     -2.904
Preiselastizität Kombi:       -3.290

```

```

Zeitelastizität Strasse:      -0.192
Zeitelastizität Schiene:     -0.797
Zeitelastizität Kombi:       -0.934

```

Elastizität Pünktlichkeit Strasse: 1.639
Elastizität Pünktlichkeit Schiene: 4.497
Elastizität Pünktlichkeit Kombi: 5.114

Kommentar:

Dieses Modell wurde für die zusammengefassten Warengruppen 1, 2 und 4 entwickelt. Für das Zusammenfassen dieser Warengruppen gab es folgende Gründe:

Für die Warengruppen 1 und 4 gab es zu wenig Beobachtungen, um separate Modelle ableiten zu können

Warengruppe 1 ist mit Warengruppe 2 „verwandt“

Diese Warengruppenkombination ergab die besten Resultate

Im Modell wurden drei alternativunabhängige Variablen als erklärende Variablen berücksichtigt (die entsprechenden Koeffizienten sind in allen drei Nutzenfunktionen identisch). Die Variable Gleisanschluss und Konstanten erwiesen sich als nicht signifikant.

Der Wert des adjusted Rho-square (RsqAdj) des Nutzenmodells ist hoch, er liegt bei 0.67¹⁵. Es ist jedoch zu bedenken, dass beim relativen Übergewicht einer Alternative dieser Wert immer erhöht ist.

Die t-Werte zeigen, dass die Koeffizienten signifikant sind. Die Vorzeichen der Koeffizienten haben das erwartete Vorzeichen.

Die Elastizitäten sind bei der Pünktlichkeit am höchsten, das heisst dass die Nachfrage bei Änderungen der Pünktlichkeit am stärksten reagiert. Da im Binnengüterverkehr der Anteil des kombinierten Verkehrs unter 1% liegt, sollten die hohen Elastizitätswerte des Kombiverkehrs mit Vorsicht interpretiert und angewandt werden.

¹⁵ Ein Wert des adjusted Rho-square von 0,4 stellt im Allgemeinen schon sehr gute Übereinstimmung dar.

**Warengruppen 3 (chemische und mineralische Produkte) und
6 (Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren)****Schätzergebnisse:**

```

+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model
| Maximum Likelihood Estimates
| Dependent variable           Choice
| Weighting variable          ONE
| Number of observations       221
| Iterations completed         29
| Log likelihood function      -88.45590
| Log-L for Choice model =    -88.4559
| R2=1-LogL/LogL*   Log-L fncn  R-sqrd  RsqAdj
| No coefficients      -242.7933  .63567  .63318
| Constants only. Must be computed directly.
|                               Use NLOGIT ;...; RHS=ONE $
| Vars. corrected for choice based sampling
| Response data are given as ind. choice.
| Number of obs.=   221, skipped   0 bad obs.
+-----+

```

Koeffizienten, Standardfehler, t-Werte, Signifikanzniveau:

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
| Variable | Coefficient | Standard Error | b/St.Er. | P[|Z|>z] |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| BC       | -4.908667482 | .73019213      | -6.722   | .0000   |
| BT       | -.1382635638 | .40719964E-01 | -3.395   | .0007   |
| BP       | .1083787936  | .29144499E-01 | 3.719    | .0002   |

```

Modell:

```

V(Strasse) = bc*log(costtkm) + bt*time + bp*punt
V(Bahn)    = bc*log(costtkm) + bt*time + bp*punt
V(Kombi)   = bc*log(costtkm) + bt*time + bp*punt

```

Elastizitäten:

```

Preiselastizität Strasse:      -0.744
Preiselastizität Schiene:      -1.766
Preiselastizität Kombi:        -2.353

```

```

Zeitlastizität Strasse:        -0.117
Zeitlastizität Schiene:        -0.344
Zeitlastizität Kombi:          -0.805

```

```

Elastizität Pünktlichkeit Strasse:  1.464
Elastizität Pünktlichkeit Schiene:   3.470
Elastizität Pünktlichkeit Kombi:     4.708

```

Kommentar:

Dieses Modell wurde für die zusammengefassten Warengruppen 3 und 6 entwickelt. Für das Zusammenfassen dieser Warengruppen gab es folgende Gründe:

Für Warengruppe 3 gab es zu wenig Beobachtungen, um ein separates Modell ableiten zu können

Diese Warengruppenkombination ergab die besten Resultate

Auch in diesem Modell wurden drei alternativunabhängige Variablen als erklärende Variablen berücksichtigt. Die Variablen Gleisanschluss und Konstanten erwiesen sich auch hier als nicht signifikant.

Der Wert von 0.63 des adjusted Rho-square (R_{sqAdj}) dieses Nutzenmodells ist hoch.

Die t-Werte zeigen, dass die Koeffizienten signifikant sind. Die Vorzeichen der Koeffizienten haben das erwartete Vorzeichen.

Die Elastizitäten sind auch hier bei der Pünktlichkeit am höchsten, das heisst dass die Nachfrage bei Änderungen der Pünktlichkeit am stärksten reagiert. Bezüglich der hohen Elastizitätswerte des KV gelten auch hier die vorigen Bemerkungen. Der Anteil des Strassentransport beträgt hier über 80% der Rest ist überwiegend Bahntransport. Der Anteil des KV liegt unter 1%.

Warengruppe 5 (Baumaterialien)**Schätzergebnisse:**

```

+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model |
| Maximum Likelihood Estimates             |
| Dependent variable                       | Choice |
| Weighting variable                       | ONE    |
| Number of observations                    | 208    |
| Iterations completed                     | 58     |
| Log likelihood function                   | -109.2704 |
| Log-L for Choice model =                 | -109.2704 |
| R2=1-LogL/LogL* Log-L fncn R-sqrd RsqAdj |
| No coefficients -228.5114 .52182 .51717 |
| Constants only. Must be computed directly. |
| Use NLOGIT ;...; RHS=ONE $             |
| Vars. corrected for choice based sampling |
| Response data are given as ind. choice.  |
| Number of obs.= 208, skipped 0 bad obs. |
+-----+

```

Koeffizienten, Standardfehler, t-Werte, Signifikanzniveau:

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
| Variable | Coefficient | Standard Error | b/St.Er. | P[|Z|>z] |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| COSTTKM | -13.16746492 | 2.4280117 | -5.423 | .0000 |
| TIME    | -.1232498613 | .30142926E-01 | -4.089 | .0000 |
| PUNT    | .3286328379E-01 | .16249865E-01 | 2.022 | .0431 |
| GLEIS   | .7503193107 | .33071702 | 2.269 | .0233 |

```

Modell:

$V(\text{Strasse}) = bc \cdot \text{costtkm} + bt \cdot \text{time} + bp \cdot \text{punt} + bg \cdot \text{gleis}$
 $V(\text{Bahn}) = bc \cdot \text{costtkm} + bt \cdot \text{time} + bp \cdot \text{punt} + bg \cdot \text{gleis}$
 $V(\text{Kombi}) = bc \cdot \text{costtkm} + bt \cdot \text{time} + bp \cdot \text{punt} + bg \cdot \text{gleis}$

Elastizitäten:

Preiselastizität Strasse: -1.321
 Preiselastizität Schiene: -2.047
 Preiselastizität Kombi: -3.664

Zeitelastizität Strasse: -0.077
 Zeitelastizität Schiene: -0.489
 Zeitelastizität Kombi: -0.942

Elastizität Pünktlichkeit Strasse: 0.636
 Elastizität Pünktlichkeit Schiene: 1.086
 Elastizität Pünktlichkeit Kombi: 1.846

Kommentar:

Dieses Modell wurde für die Warengruppe 5 (Baumaterialien) entwickelt.

In diesem Modell wurden drei alternativunabhängige Variablen (Preis, Zeit und Pünktlichkeit) und eine alternativspezifische Variable (Gleisanschluss) als erklärende Variablen berücksichtigt.

Der Wert des adjusted Rho-square (RsqAdj) dieses Nutzenmodells liegt bei 0.52 und ist somit hoch.

Die t-Werte zeigen, dass die Koeffizienten signifikant sind. Die Vorzeichen der Koeffizienten haben das erwartete Vorzeichen. Der positive Wert des Koeffizienten für Gleisanschluss bedeutet, dass beim Vorhandensein eines Gleisanschlusses die Wahrscheinlichkeit für den Schienentransport steigt.

Bei diesem Modell sind die Elastizitäten beim Preis am höchsten, das heisst dass die Nachfrage bei Preisänderungen am stärksten reagiert.

Der Anteil des Strassentransports beträgt hier etwas über 60%, der Anteil des Bahntransports beträgt etwas weniger als 40%¹⁶.

¹⁶ Der überwiegende Teil der Strassentransporte von Baumaterialien erfolgt über Distanzen, die kleiner als 50 km betragen.

Warengruppe 7 (sonstige Waren und Container)**Schätzergebnisse:**

```

+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model |
| Maximum Likelihood Estimates             |
| Dependent variable                       | Choice |
| Weighting variable                       | ONE   |
| Number of observations                    | 130   |
| Iterations completed                     | 14    |
| Log likelihood function                   | -89.17227 |
| Log-L for Choice model =                  | -89.1723 |
| R2=1-LogL/LogL* Log-L fncn R-sqrd RsqAdj |
| No coefficients -142.8196 .37563 .36587 |
| Constants only. Must be computed directly. |
| Use NLOGIT ;...; RHS=ONE $              |
| Vars. corrected for choice based sampling |
| Response data are given as ind. choice.  |
| Number of obs.= 130, skipped 0 bad obs. |
+-----+

```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
| Variable | Coefficient | Standard Error | b/St.Er. | P[|Z|>z] |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| BC       | -2.322989400 | .44999329      | -5.162   | .0000   |
| BT       | -.9266421563E-01 | .33018846E-01 | -2.806   | .0050   |
| BP       | .4581264640E-01 | .18323395E-01 | 2.500    | .0124   |
| BG       | 1.294718054   | .49101763      | 2.637    | .0084   |

```

Modell:

```

V(Strasse) = bc*log(costtkm) + bt*time +bp*punt /
V(Bahn)    = bc*log(costtkm) + bt*time +bp*punt + bg*gleis/
V(Kombi)   = bc*log(costtkm) + bt*time +bp*punt

```

Elastizitäten:

```

Preiselastizität Strasse:      -0.869
Preiselastizität Schiene:      -0.872
Preiselastizität Kombi:        -1.647

```

```

Zeitlastizität Strasse:        -0.123
Zeitlastizität Schiene:        -0.348
Zeitlastizität Kombi:          -0.703

```

```

Elastizität Pünktlichkeit Strasse: 1.536
Elastizität Pünktlichkeit Schiene: 1.545
Elastizität Pünktlichkeit Kombi:   2.962

```

Kommentar:

Dieses Modell wurde für die Warengruppe 7 (sonstige Waren und Container) entwickelt.

In diesem Modell wurden drei alternativunabhängige Variablen als erklärende Variablen berücksichtigt.

Der Wert des adjusted Rho-square (RsqAdj) des Nutzenmodells ist mit 0.37 bei diesem Modell am tiefsten, aber er ist durchaus akzeptabel. Der Grund für den relativ tiefen Wert ist, dass diese Warengruppe sehr inhomogen ist und dass die Anzahl der Beobachtungen zu klein war.

Die t-Werte zeigen, dass die Koeffizienten signifikant sind. Die Vorzeichen der Koeffizienten haben das erwartete Vorzeichen.

Die Elastizitäten sind bei der Pünktlichkeit am höchsten.

4.2.2 Import - alle Warengruppen**Schätzergebnisse:**

```

+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model
| Maximum Likelihood Estimates
| Dependent variable             Choice
| Weighting variable             ONE
| Number of observations          494
| Iterations completed           35
| Log likelihood function         -211.0334
| Log-L for Choice model =       -211.0334
| R2=1-LogL/LogL*   Log-L fncn   R-sqrd   RsqAdj
| No coefficients         -542.7145   .61115   .60957
| Constants only.        Must be computed directly.
|                          Use NLOGIT ;...; RHS=ONE $
| Chi-squared[ 2]         =          657.44864
| Significance for chi-squared = 1.00000
| Vars. corrected for choice based sampling
| Response data are given as ind. choice.
| Number of obs.=    494, skipped    0 bad obs.
+-----+

```

Koeffizienten, Standardfehler, t-Werte, Signifikanzniveau:

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
| Variable | Coefficient | Standard Error | b/St.Er. | P[|Z|>z] |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| AS       | 3.493239462 | .53661326      | 6.510     | .0000    |
| BC       | -5.044025877 | .36130585      | -13.961   | .0000    |
| BP       | .5976830515E-01 | .91070484E-02 | 6.563     | .0000    |
| AB       | 2.634072925 | .48839774      | 5.393     | .0000    |

```

Modell:

```

V(Strasse) = as + bc*log(costtkm) + bp*punt /
V(Bahn)    = ab + bc*log(costtkm) + bp*punt /
V(Kombi)   =      bc*log(costtkm) + bp*punt

```

Elastizitäten:

```

Preiselastizität Strasse:      -1.222
Preiselastizität Schiene:      -1.569
Preiselastizität Kombi:        -2.571

```

```

Elastizität Pünktlichkeit Strasse: 1.284
Elastizität Pünktlichkeit Schiene: 1.680
Elastizität Pünktlichkeit Kombi:   2.783

```

Kommentar:

Dieses Modell wurde für den Importverkehr entwickelt. Eine Unterscheidung nach Warengruppen konnte nicht gemacht werden, da je Warengruppe zu wenig Beobachtungen vorhanden waren.

In diesem Modell wurden zwei alternativunabhängige Variablen (Preis und Pünktlichkeit) und zwei alternativspezifische Konstanten als erklärende Variablen berücksichtigt. Die Variable Transportzeit erwies sich als nicht signifikant.

Mit 0.61 ist der Wert des adjusted Rho-square (RsqAdj) dieses Nutzenmodells hoch.

Die t-Werte zeigen, dass die Koeffizienten signifikant sind. Die Vorzeichen der Koeffizienten haben das erwartete Vorzeichen.

Die Elastizitäten beim Transportpreis und bei der Pünktlichkeit sind praktisch identisch. Das bedeutet, dass die Nachfrage bei relativen Änderungen dieser Variablen in gleicher Weise reagiert.

Die Anteile der drei Transportmittel betragen: Strasse 57%, Schiene 38%. KV 4,5%.

4.2.3 Export - alle Warengruppen:

Schätzergebnisse:

```

+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model |
| Maximum Likelihood Estimates             |
| Dependent variable                       | Choice |
| Weighting variable                       | ONE    |
| Number of observations                    | 494    |
| Iterations completed                     | 35     |
| Log likelihood function                   | -257.0473 |
| Log-L for Choice model =                  | -257.0473 |
| R2=1-LogL/LogL* Log-L fncn R-sqrd RsqAdj |
| No coefficients -542.7145 .52637 .52444 |
| Constants only. Must be computed directly. |
| Use NLOGIT ;...; RHS=ONE $              |
| Chi-squared[ 2] = 498.95223              |
| Significance for chi-squared = 1.00000   |
| Vars. corrected for choice based sampling |
| Response data are given as ind. choice.  |
| Number of obs.= 494, skipped 0 bad obs. |
+-----+
    
```

Koeffizienten, Standardfehler, t-Werte, Signifikanzniveau:

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[Z >z]	Mean of X
AS	2.345040912	.30224202	7.759	.0000	
BC	-4.276966968	.34489237	-12.401	.0000	
BP	.6747690072E-01	.11568394E-01	5.833	.0000	
AB	.9242609201	.27115350	3.409	.0007	

Modell:

$$\begin{aligned}
 V(\text{Strasse}) &= as + bc \cdot \log(\text{costtkm}) + bp \cdot \text{punt} / \\
 V(\text{Bahn}) &= ab + bc \cdot \log(\text{costtkm}) + bp \cdot \text{punt} / \\
 V(\text{Kombi}) &= bc \cdot \log(\text{costtkm}) + bp \cdot \text{punt}
 \end{aligned}$$

Elastizitäten:

Preiselastizität Strasse: -0.959
 Preiselastizität Schiene: -2.217
 Preiselastizität Kombi: -2.900

Elastizität Pünktlichkeit Strasse: 1.342
 Elastizität Pünktlichkeit Schiene: 3.163
 Elastizität Pünktlichkeit Kombi: 4.160

Kommentar:

Dieses Modell wurde für den Exportverkehr entwickelt. Eine Unterscheidung nach Warengruppen konnte nicht gemacht werden, da je Warengruppe zu wenig Beobachtungen vorhanden waren.

Wie beim Importmodell wurden auch in diesem Modell zwei alternativunabhängige Variablen (Preis und Pünktlichkeit) und zwei alternativspezifische Konstanten als erklärende Variablen berücksichtigt. Die Variable Transportzeit erwies sich auch hier als nicht signifikant.

Der Wert des adjusted Rho-square (RsqAdj) von 0.52 dieses Nutzenmodells ist hoch.

Die t-Werte zeigen, dass die Koeffizienten signifikant sind. Die Vorzeichen der Koeffizienten haben das erwartete Vorzeichen.

Die Elastizitäten sind bei der Pünktlichkeit am grössten.

Die Anteile der drei Transportmittel betragen: Strasse 72%, Schiene 20%. KV 8%.

4.2.4 Transit - alle Warengruppen:**Schätzergebnisse:**

```

+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model |
| Maximum Likelihood Estimates             |
| Dependent variable                       Choice |
| Weighting variable                       ONE   |
| Number of observations                    247   |
| Iterations completed                     70    |
| Log likelihood function                   -175.9356 |
| Log-L for Choice model =                 -175.9356 |
| R2=1-LogL/LogL* Log-L fncn R-sqrd RsqAdj |
| No coefficients -271.3572 .35165 .34635 |
| Constants only. Must be computed directly. |
|                               Use NLOGIT ;...; RHS=ONE $ |
| Chi-squared[ 2] = 41.65032 |
| Significance for chi-squared = 1.00000 |
| Vars. corrected for choice based sampling |
| Response data are given as ind. choice. |
| Number of obs.= 247, skipped 0 bad obs. |
+-----+

```

Koeffizienten, Standardfehler, t-Werte, Signifikanzniveau:

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
| Variable | Coefficient | Standard Error | b/St.Er. | P[|Z|>z] | Mean of X |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| AS       | -.5166557452 | .15641242      | -3.303   | .0010    |           |
| BC       | -5.286489399 | .31279573      | -16.901  | .0000    |           |
| BP       | .5889258320E-01 | .67377879E-02 | 8.741    | .0000    |           |
| AB       | -1.532818592 | .68909447E-01 | -22.244  | .0000    |           |

```

Modell:

```

V(Strasse) = as + bc*log(costtkm) + bp*punt /
V(Bahn)    = ab + bc*log(costtkm) + bp*punt /
V(Kombi)   =      bc*log(costtkm) + bp*punt

```

Elastizitäten:

```

Preiselastizität Strasse:      -2.482
Preiselastizität Schiene:      -2.482
Preiselastizität Kombi:        -1.557

```

```

Elastizität Pünktlichkeit Strasse:  2.493
Elastizität Pünktlichkeit Schiene:  2.465
Elastizität Pünktlichkeit Kombi:    1.553

```

Kommentar:

Dieses Modell wurde für den Transitverkehr entwickelt. Eine Unterscheidung nach Warengruppen konnte nicht gemacht werden, da je Warengruppe zu wenig Beobachtungen vorhanden waren.

Wie beim Import- und Exportmodell wurden auch in diesem Modell zwei alternativunabhängige Variablen (Preis und Pünktlichkeit) und zwei alternativspezifische Konstanten als erklärende Variablen berücksichtigt. Die Variable Transportzeit erwies sich auch hier als nicht signifikant.

Der Wert des adjusted Rho-square dieses Nutzenmodells liegt bei 0.35 und ist nicht besonders hoch. Er ist jedoch akzeptabel, betrachtet man einen adjusted Rho-square-Wert von 0,4 als sehr gute Übereinstimmung. Der Grund dafür ist, dass zu wenig Experimente durchgeführt werden konnten, da die potentiellen Interviewpartner im Ausland schwer zu motivieren waren. In Italien konnte gar kein Gesprächspartner gewonnen werden.

Die t-Werte zeigen, dass die Koeffizienten signifikant sind. Die Vorzeichen der Koeffizienten haben das erwartete Vorzeichen.

Die Elastizitäten beim Transportpreis und bei der Pünktlichkeit sind praktisch identisch. Dies drückt sich in den umgekehrten Vorzeichen aus und bedeutet, dass die Nachfrage bei relativen Änderungen dieser Variablen in gleicher Weise reagiert.

Die Anteile der drei Transportmittel betragen: Strasse 29%, Schiene 27%. KV 44%.

Fazit:

Die abgeleiteten Modelle können insgesamt als gut bis sehr gut bezeichnet werden.

Die geschätzten Parameter zeigen in allen Modellen das richtige Vorzeichen und sind alle mindestens auf 95% Niveau signifikant. Die ermittelten adjusted Rho-square (ρ^2)-Werte zeigen, dass die Modelle gute bis sehr gute Erklärungskraft aufweisen.

Die geschätzten Parameter zeigen im Weiteren, dass die Pünktlichkeit und der Transportpreis die wichtigsten Eigenschaften sind. Dies bestätigt die bereits erwähnten Resultate der Einschätzungen der Transporteigenschaften durch die befragten Personen auf einer Skala von 1-10. Die Transportzeit ist nur im Binnenverkehr relevant. Die Variable Gleisanschluss ist nur bei zwei Modellen im Binnenverkehr signifikant.

Die Parameterwerte liegen im erwarteten Rahmen. Der Parameterwert für Transportpreis ist bei Warengruppe 5 (Baumaterialien) am höchsten (niedrigster Warenwert je Tonne). Der Parameterwert für Pünktlichkeit ist bei dieser Warengruppe am niedrigsten und bei Warengruppen 1, 2 und 4 (Land- und forstwirtschaftliche Grundstoffe, Nahrungsmittel, Eisen- und Metallprodukte) am höchsten. Der Transportzeitparameter ist ebenfalls bei Warengruppen 1,2 und 4 am höchsten und bei Warengruppe 7 am niedrigsten.

Die berechneten Elastizitätswerte bestätigen die Bedeutung der einzelnen Einflussfaktoren, die sich in der Analyse der Modellparameter zeigten.

Die ermittelten Elastizitätswerte können wie folgt gelesen werden: Die Preiselastizität der Warengruppe 5 (Baumaterialien) beträgt -1,32. Dies bedeutet, wenn die Preise im Strassentransport um 10% erhöht werden, dann geht die Nachfrage nach Strassentransporten ab 50 km um 13,2% zurück.

Die Beträge der Elastizitätswerte sind (ausser bei Warengruppe 5, Baumaterialien) bei der Pünktlichkeit am grössten, bei den Preisen am zweitgrössten. Im Transitverkehr sind die Werte für die zwei Einflussgrössen praktisch identisch.

Die Beträge sind beim dominanten Verkehrsmittel am tiefsten und bei dem am wenigsten benutzten Verkehrsmittel am höchsten. Dies bedeutet auch, dass eine starke Marktposition nur schwer zu erschüttern ist. Im Binnenverkehr ist das dominante Verkehrsmittel der Strassentransport, während der KV einen vernachlässigbaren Anteil hat. Deshalb sind die Elastizitätswerte im KV zum Teil sehr hoch.

Im Transitverkehr ist der KV dominant (bei Transporten über 50 km beträgt der Anteil ca. 44%), und hier sind dessen Elastizitätswerte auch am tiefsten. Strasse und Schiene haben praktisch die gleichen Marktanteile und auch die gleichen, relativ hohen Elastizitätswerte. Transportpreiserhöhungen im Transitverkehr haben also beim KV die kleinste Auswirkung; Strasse und Schiene reagieren empfindlicher.

4.3 Zeitwerte

Aus Modal Split-Modellen können im Allgemeinen Zeitwerte abgeleitet werden. Zeitwerte braucht es in erster Linie für Kosten-Nutzen-analytische Untersuchungen, um den monetären Wert von Zeitgewinnen oder Zeitverlusten ermitteln zu können.

Im Güterverkehr sind zwei Gruppen von Unternehmen von Transportzeitänderungen betroffen; in der ersten Gruppe sind die Produktions- oder Handelsunternehmen (Verlader) und in der zweiten Gruppe die Speditions- und/oder Transportunternehmen. Dabei werden Transporte oft auch von den Produktions- oder Handelsunternehmen selber durchgeführt. Diese zwei Unternehmenstypen haben jedoch möglicherweise unterschiedliche Zahlungsbereitschaften für Zeitgewinne. Für den Produzenten einer Ware ist die Pünktlichkeit der Lieferung wichtiger als eine schnellere Lieferzeit. Für das Transportunternehmen kann eine schnellere Lieferzeit zu Kostenersparnissen führen. In der Gruppe der interviewten Personen kommen 72% aus Produktions- oder aus Handelsunternehmen und 28% aus Speditions- oder Transportunternehmen.

Da der Kreis der interviewten Personen aus Mitgliedern beider Unternehmensgruppen zusammengesetzt ist, sind Zeitwerte, die aus den oben beschriebenen Modellen abgeleitet werden können, nur bedingt mit Zeitwerten aus anderen und verwandten Studien vergleichbar. Ein weiterer Grund ist das in Absprache mit der Begleitgruppe festgelegte minimale Sendungsgewicht von 5 t und der Verzicht auf die Betrachtung der Distanzklassen bis 50 km.

Aus diesem Grund wird der Zeitwert hier beispielhaft nur für die Warengruppen 1, 2 und 4 abgeleitet.

Bei linearen Nutzenfunktionen kann der Zeitwert direkt aus dem Verhältnis der Parameterwerte für Transportzeit und Transportpreise errechnet werden. Da im vorliegenden Modell die Transportpreise logarithmiert sind, muss das Verhältnis noch mit den Transportpreisen je tkm multipliziert werden.

Für die Warengruppen 1, 2 und 4 gelten im Binnenverkehr die folgenden Medianwerte der relevanten Variablen:

- Transportpreise je tkm (k): 0,27 CHF
- Transportdistanz: 140 km
- Transportgewicht je Sendung: 19 t

Daraus ergibt sich für den Zeitwert:

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \frac{BT}{BC} k = 0.042 \cdot 0.27 = 0.0113$$

Das heisst, dass bei einem Transport von 1 tkm die Zahlungsbereitschaft für einen Zeitgewinn von 1 Stunde 1,13 Rappen beträgt. Bei einem Transport von 19 t auf 140 km beträgt demnach die Zahlungsbereitschaft für eine Stunde Zeitgewinn 30 Franken.

Dieser Wert ist vergleichbar mit Resultaten aus einer anderen Studie für die Schweiz. In der Studie Maggi, R. et al. (2006) Bewertung von Qualitätsmerkmalen im Güterverkehr, wurde für die Nahrungsmittelbranche ein mittlerer Zeitwert von CHF 19,76 ausgewiesen¹⁷. Wegen der oben erwähnten Einschränkungen bezüglich der Gültigkeit des ermittelten Zeitwertes verzichten wir auf einen breiten Vergleich mit Daten aus der Literatur. Die Ermittlung von Zeitwerten war auch keine Aufgabe des vorliegenden Forschungsprojektes.

¹⁷ In dieser Studie wurde allerdings von einem Mediengewicht von 6,9 Tonnen ausgegangen.

5 Modellanwendungen auf ausgewählte Fallbeispiele

5.1 Übersicht

5.1.1 Szenarien

Die aus der Verladerbefragung abgeleiteten Modal Split-Funktionen für Binnenverkehr, Import, Export und Transit (vgl. Kap. 4) wurden im Arbeitspaket 5 anhand von vier Szenarien auf ihre Wirkungsweise hin untersucht, bevor sie später im nationalen Güterverkehrsmodell in integraler Form zur Anwendung kommen.

Die Auswahl an Szenarien sollte geeignet sein, Sensitivitäten unterschiedlicher Lenkungsmaßnahmen möglichst breit testen zu können, und sie sollte darüber hinaus die aktuelle Problematik der Güterverkehrspolitik in der Schweiz widerspiegeln. Basierend auf diesen Anforderungen erarbeitete die Forschungsstelle einen Vorschlag, welcher anschliessend der Begleitkommission vorgelegt wurde. Mittels Beschluss der Begleitkommission wurden folgende Szenarien definiert:

1. Erhöhung der Strassen-Transportpreise im Schweizer Binnenverkehr um 10% durch eine weitere LSVA- oder Treibstoffpreiserhöhung (Beispielrelation Zürich – Genf);
2. Reduktion der Transportzeit um 25% sowie der Transportpreise um 10% im Bahn- und kombinierten transalpinen Verkehr durch die Eröffnung der NEAT Gotthard (Beispielrelation Zürich – Chiasso);
3. Erhöhung der Pünktlichkeit um 10% bei Bahn und KV auf einer Exportrelation (Solothurn – Duisburg) durch Betriebsoptimierung im internationalen Bahnverkehr.
4. Erhöhung der Transportpreise im Bahn- und kombinierten Transitverkehr durch die Schweiz um 15% aufgrund sinkender Subventionen (Beispielrelation Stuttgart – Genua).

5.1.2 Annahmen, Einschränkung der Aussagekraft der Resultate

Bei sämtlichen Anwendungsfällen ist jedoch zu beachten, dass die im Abschnitt 5.3 präsentierten Werte lediglich einen sehr kleinen Teil des gesamten Gütertransportmarkts betreffen und nicht auf den Gesamtmarkt übertragbar sind. Da die Anwendungsfälle zudem lediglich zur Überprüfung der Nutzenfunktionen anhand definierter Parameteränderungen dienen, können deren Ergebnisse auch nicht unmittelbar auf die Realität übertragen werden. Die vielfältigen in der Realität auftretenden Wechselwirkungen können nicht im Rahmen dieser Modellanwendung berücksichtigt werden. So wird hier z.B. die Frage der Kapazität der Netze ausgeklammert.

Schliesslich ist auf die sämtlichen Modellen zugrunde liegenden Annahme hinzuweisen, dass bei der Datenerhebung mittels SP-Experimenten lediglich Transportfälle mit einer Tonnage von mindestens 5 t über eine Transportdistanz von mindestens 50 km berücksichtigt worden sind. Eine Übertragung der Resultate auf Transporte über kürzere Distanzen als 50 km bzw. mit Sendungsmengen <5 t ist somit unzulässig. Vor diesem Hintergrund mögen die berechneten Änderungen der Verkehrsmittelanteile meist als zu hoch erscheinen. Sie haben jedoch ihre Gültigkeit für die betreffende Distanzklasse in dem jeweiligen Szenario bei Vernachlässigung der erwähnten System-Wechselwirkungen.

5.2 Vorgehen

Als Grundlage für die Wirkungsabschätzung der einzelnen Szenarien dienten die jeweiligen Nutzenfunktionen aus den geschätzten Modellen. Da lediglich für den Binnenverkehr warengruppen-spezifische Modelle vorliegen, konnten für Import, Export und Transit ausschliesslich pauschale Prognosen erstellt werden. Als Ergebnis der Prognosen wurden die aus den jeweiligen Szenarien

resultierenden Verkehrsmittelanteile für die betreffenden Distanzklassen anhand der konkreten Beispielrelationen ermittelt.

Zur Erstellung der Modal Split-Prognosen wurden zunächst die Nutzenfunktionen für Strasse, Bahn und kombinierten Verkehr quantifiziert und der Nutzen (U) ermittelt. Hierfür waren Annahmen für die Werte der Preis-, Pünktlichkeits- und Zeitparameter erforderlich. Diese wurden anhand von Erfahrungswerten aus der Interviewphase so getroffen, dass die resultierenden Verkehrsmittelanteile (ohne die in dem jeweiligen Szenario definierten Massnahmen) dem Modal Split aus dem Referenzjahr 2003 möglichst nahe kommen. Auch wenn die Referenzdaten aus heutiger Perspektive nicht mehr aktuell sind, ist deren Gültigkeit doch nach wie vor gegeben, da sich die Verkehrsmittelanteile im Schweizer Binnenverkehr seitdem nur unwesentlich verändert haben.

Aus den Nutzenfunktionen konnten anschliessend die Wahlwahrscheinlichkeiten für die einzelnen Alternativen (Strasse, Bahn, KV), welche gleichzeitig den modellierten Modal Split-Werten entsprechen, anhand der multinomialen Logit-Funktion errechnet werden (vgl. Kap. 4):

$$P_i = \frac{e^{V_i}}{\sum_j e^{V_j}}$$

mit $U_i = V_i$ unter der Annahme, dass die einzelnen ε_i unabhängig und identisch mit einer standardisierten Weibull-Verteilung (mit Mittelwert 0) verteilt sind und folglich deren Summe vernachlässigt werden kann.

Um von den Wahrscheinlichkeiten auf die resultierenden Tonnagen schliessen zu können, wurde jeweils die Summe der in der betreffenden Distanzklasse transportierten Mengen (in Tonnen) aus dem Bezugsjahr 2003 mit den ermittelten Wahrscheinlichkeiten für die einzelnen Transportmittel multipliziert. Diese Tonnagen stellen somit für jedes Szenario den entsprechenden Referenzfall dar, auf welchem die jeweils angenommenen Massnahmen aufsetzen. Streng genommen sollten nur die Sendungen ab 5t berücksichtigt werden. Diese Information liegt uns aber nicht vor, so dass wir im Rahmen der Modellanwendungen mit der gesamten Tonnage einer bestimmten Distanzklasse arbeiten. Die ausgewiesene Änderungen des Modal Split sind deswegen etwas zu hoch.

Die aus den Szenarien resultierenden Verkehrsmittelanteile und Tonnagen wurden auf dem gleichen Weg ermittelt mit dem Unterschied, dass die betreffenden Preis-, Pünktlichkeits- und Zeitparameter mit den angenommenen prozentualen Abweichungen belegt wurden.

5.3 Resultate

5.3.1 Szenario 1

Im Szenario 1 wird eine Steigerung der Strassentransportpreise um 10% durch eine weitere Erhöhung der LSWA angenommen, deren Auswirkungen hier am Beispiel eines Transports von ca. 20 t Nahrungsmitteln von Zürich nach Genf (ca. 275 km) untersucht wurden. Da Nahrungsmittel der Warengruppe 2 zugeordnet sind, kommt hier das Binnenverkehrsmodell für die Warengruppen 1,2 und 4 zur Anwendung. Tabelle 5-1 zeigt die für diesen Fall angenommenen Eingangsparameter. Der in der Spalte „Wert neu“ hervorgehobene Wert ist der durch die Preiserhöhung veränderte Parameter.

Tabelle 5-1: Szenario 1 – Eingangsparameter

Variable	Koeffizient	Parameter	Annahme Wert ist	Wert neu
bc	-7.22896872	costtkm (Strasse)	0.23	0.253
bp	0.124181536	punt (Strasse)	90	90
bt	-0.30906333	time (Strasse)	5	5
		costtkm (Bahn)	0.21	0.21
		punt (Bahn)	80	80
		time (Bahn)	8	8
		costtkm (KV)	0.22	0.22
		punt (KV)	80	80
		time (KV)	8	8

Die zu dem Modell gehörenden Nutzenfunktionen lauten (vgl. Kap. 4):

$$V(\text{Strasse}) = bc * \ln(\text{costtkm}) + bp * \text{punt} + bt * \text{time}$$

$$V(\text{Bahn}) = bc * \ln(\text{costtkm}) + bp * \text{punt} + bt * \text{time}$$

$$V(\text{KV}) = bc * \ln(\text{costtkm}) + bp * \text{punt} + bt * \text{time}$$

Mit Einsetzen der angenommenen Ist-Werte ergeben sich die in Tabelle 5-2 dargestellten Verkehrsmittelanteile und Tonnagen, welche den Werten aus dem Referenzjahr 2003 entsprechen.

Tabelle 5-2: Szenario 1 – Referenzwerte für Distanzklasse 300 (Referenzjahr 2003)

	V_i	P_i (Modal Split)	Tonnage in Dkl 300 (Mio. t)
Strasse	20.26	81.9%	1.05
Bahn	18.74	18.1%	0.23
KV	18.41	0.0%	0.00
			1.28

Tabelle 5-3 zeigt für die Transporte über eine Distanz zwischen 230 und 300 km die veränderten Verkehrsmittelanteile und Tonnagen bei Verwendung der (durch die Massnahme veränderten) neuen Werte.

Tabelle 5-3: Szenario 1 – Resultate für Distanzklasse 300

	V_i	P_i (Modal Split)	Tonnage in Dkl 300 (Mio. t)
Strasse	19.57	69.5%	0.89
Bahn	18.74	30.5%	0.39
KV	18.41	0.0%	0.00
			1.28

Die Resultate des verwendeten Modells lassen bei einer Preiserhöhung von 10% für den Strassen-transport einen um gut 12 Prozentpunkte reduzierten Anteil der Strasse im Binnenverkehr in der Distanzklasse von 230 – 300 km erwarten, womit die Strasse mit nun rund 70% (0,9 Mio. t) nach wie vor mit Abstand der wichtigste Verkehrsträger bezüglich der Warengruppe 2 wäre. Die Bahn könnte ihren Anteil auf immerhin knapp 30% (0,39 Mio. t) steigern. Der KV spielt in dieser Warengruppe keine Rolle, da sämtliche KV-Transporte mit Wechselbehältern durchgeführt werden, welche in der Statistik der Warengruppe 7 zugeordnet werden. Diese überraschend starken Modal Split-Änderungen sind jedoch dadurch zu relativieren, dass sie eine Tonnage von lediglich 1,28 Mio. t betreffen, was einem Anteil am Binnentransportaufkommen von nicht mehr als 0,5% entspricht. Es ist folglich davon auszugehen, dass eine Erhöhung der Strassentransportpreise um 10% auf den Gesamtmarkt einen ungleich geringeren Effekt hätte.

Dies kann durch die Betrachtung sämtlicher Distanzklassen bis 300 km der Warengruppe 2 im Binnenverkehr gezeigt werden: Hier hatte die Strasse im Referenzjahr 2003 einen Anteil von knapp 96% am Gesamtvolumen von 50,5 Mio. t; demzufolge entfielen die restlichen 4% auf die Bahn. Die angenommene LSVA-Erhöhung würde gemäss des verwendeten Modells zu einer Reduktion des Strassenanteils um 6,5 Prozentpunkte auf rund 89% führen, während die Bahn auf 11% käme¹⁸. In dieser Rechnung ist berücksichtigt, dass die Nutzenfunktionen des Modells nur für die Distanzklassen über 50 km angewendet werden können, da in den Interviews lediglich Transportfälle über mindestens 50 km Transportdistanz berücksichtigt wurden. Das Transportvolumen der unteren Distanzklassen wird somit als nicht verlagerbar angenommen. Es war dagegen nicht möglich, aus der Gesamttonnage die Sendungen < 5t zu sortieren, so dass die Modal Split Funktionen auf die gesamte Tonnage der betrachteten Warengruppen und Distanzklassen angewandt wurden. Die effektive Verschiebung des Modal Splits dürfte deswegen kleiner als ausgewiesen sein.

Insgesamt lassen diese Resultate darauf schliessen, dass bei einer weiteren Preissteigerung die Strasse für die Warengruppe 2 im Binnenverkehr über lange Distanzen zwar Marktanteile verlieren, mit rund 70% jedoch nach wie vor den Grossteil des Aufkommens bewältigen würde. Die geschätzte Verlagerung dürfte wegen des Einbezugs der Sendungen < 5t tendenziell etwas zu hoch sein. Ob der Verlagerungseffekt tatsächlich in der ermittelten Höhe aufträte, hängt von mehreren Faktoren ab, die hier nicht weiter betrachtet werden können. Es stellt sich insbesondere die Frage in diesem spezifischen Fall nach der Reaktion des Angebots im Schienengüterverkehr und nach der Kapazität der Netze.

Es ist somit nochmals darauf hinzuweisen, dass diese Resultate lediglich die Modellreaktion auf die Änderung eines einzelnen Parameters in einer der zugehörigen Nutzenfunktionen widerspiegeln. Eine direkte Übertragung auf reale Verhältnisse ist aufgrund der für dieses Rechenbeispiel getroffenen Vereinfachungen nicht ohne weitere Überlegungen/Annahmen zulässig. Diese einfachen Anwendungsbeispiele können eine Schätzung mit dem nationalen Güterverkehrsmodell nicht ersetzen.

5.3.2 Szenario 2

Bei Szenario 2 wird angenommen, dass sich durch die Eröffnung der NEAT Gotthard eine Transportzeitreduktion von 25% und gleichzeitig eine Preissenkung von 10% für Bahn und KV ergibt. Im Gegensatz zu Szenario 1 sind in diesem Fall lediglich alpenquerende Transporte über längere Distanzen (meist über 200 km) betroffen. Der zu erwartende Effekt dieser Massnahme wird hier beispielhaft anhand der Distanzklasse 180 – 230 km demonstriert. Dazu wird ein Transport von 15 t Handelsware in einem Wechselbehälter auf der Relation Zürich – Chiasso (ca. 230 km) angenommen.

Die Methodik entspricht der für Szenario 1 erläuterten, wobei hier anstatt des Preisparameters der Strasse die Preise und Zeitwerte für Bahn und KV verändert werden. Ausserdem wird hier das Binnenverkehrsmodell für die Warengruppe 7 („Sonstige Waren und Container“) mit folgenden Nutzenfunktionen zugrunde gelegt:

$$\begin{aligned} V(\text{Strasse}) &= bc * \ln(\text{costtkm}) + bp * \text{punt} + bt * \text{time} \\ V(\text{Bahn}) &= bc * \ln(\text{costtkm}) + bp * \text{punt} + bt * \text{time} + bg * \text{gleis} \\ V(\text{KV}) &= bc * \ln(\text{costtkm}) + bp * \text{punt} + bt * \text{time} \end{aligned}$$

Die angenommenen Eingangsparameter sind in Tabelle 5-4 dargestellt.

¹⁸ Wir haben vereinfachend die Eingangsparameter der Tabelle 5-1 für alle Distanzklassen ab 50 km verwendet.

Tabelle 5-4: Szenario 2 – Eingangsparameter

Variable	Koeffizient	Parameter	Annahme Wert ist	Wert neu
bc	-2.3229894	costtkm (Strasse)	0.23	0.23
bt	-0.09266422	punt (Strasse)	95	95
bp	0.045812646	time (Strasse)	4	4
bg	1.294718054	costtkm (Bahn)	0.275	0.2475
		punt (Bahn)	80	80
		time (Bahn)	10	7.5
		costtkm (KV)	0.28	0.252
		punt (KV)	80	80
		time (KV)	11	8.25

Die Resultate aus den Nutzenfunktionen sind in Tabelle 5-5 und Tabelle 5-6 dargestellt.

Tabelle 5-5: Szenario 2 – Referenzwerte (Referenzjahr 2003)

	V	P (Modal Split)	Tonnage in Dkl 230 (Mio. t)
Strasse	7.40	53.7%	0.56
Bahn	7.03	37.3%	0.39
KV	5.60	8.9%	0.09
			<u>1.04</u>

Tabelle 5-6: Szenario 2 – Resultate

	V	P (Modal Split)	Tonnage in Dkl 230 (Mio. t)
Strasse	7.40	41.8%	0.44
Bahn	7.51	46.8%	0.49
KV	6.10	11.5%	0.12
			<u>1.04</u>

Im Vergleich mit Szenario 1 weisen die Referenzwerte für die Warengruppe 7 in dieser Distanzklasse einen geringeren Strassenanteil (54%) aus. In diesem Szenario wäre gemäss den Modellresultaten der durch die Wettbewerbsstärkung von Bahn und KV hervorgerufene Verlagerungseffekt allerdings ähnlich wie der durch die Preiserhöhung in Szenario 1 bewirkte. In diesem Fall würde die Strasse knapp 12 Prozentpunkte verlieren und käme neu auf 42% (0,44 Mio. t), womit neu die Bahn einen höheren Anteil aufwiese. Diese könnte sich um 9,5 Prozentpunkte auf knapp 47% (0,50 Mio. t) steigern, während der KV um lediglich 2,6 Prozentpunkte auf 11,5% (0,10 Mio. t) zulegen würde. Analog zu Szenario 1 mussten jedoch auch hier die Sendungen < 5t mitberücksichtigt werden, so dass die effektive Verkehrsverlagerung niedriger als ausgewiesen sein dürfte. Die systemimmanenten Sekundäreffekte konnten nicht berücksichtigt werden.

Die Gesamttonnage der Warengruppe 7 in dieser Distanzklasse liegt bei 1,04 Mio. t und entspricht einem Anteil von 0,4% am gesamten Binnentransport. Die berechneten Werte gelten somit, analog denen aus Szenario 1, ausschliesslich für einen sehr kleinen Anteil des gesamten Binnentransportvolumens und sind somit in keiner Weise auf den Gesamtmarkt des Schweizer Binnenverkehrs übertragbar.

5.3.3 Szenario 3

Bei Szenario 3 bleiben Preis- und Transportzeitparameter unverändert; dafür wird eine um 10% verbesserte Pünktlichkeit für Bahn und KV, hervorgerufen durch betriebliche Optimierungsmassnahmen im grenzüberschreitenden Bahnverkehr, angenommen. Dieses Szenario könnte zwar ebenso den Import bzw. Transit betreffen; die Modellreaktion soll hier aber anhand der Exportrelation Solothurn – Duisburg (ca. 630 km) beispielhaft illustriert werden. Aufgrund der grossen Entfernung wird in diesem Fall ausschliesslich die grösste Distanzklasse (300 – 1000 km) betrachtet.

Da für den grenzüberschreitenden Transport (Import, Export und Transit) keine warengruppen-spezifischen Modelle vorhanden sind, ist die zu erwartende Nachfrageänderung für sämtliche Warengruppen gleich anzusetzen. Aus dem Exportmodell konnten die folgenden Nutzenfunktionen abgeleitet werden:

$$\begin{aligned}
 V(\text{Strasse}) &= as + bc * \ln(\text{costtkm}) + bp * \text{punt} \\
 V(\text{Bahn}) &= ab + bc * \ln(\text{costtkm}) + bp * \text{punt} \\
 V(\text{KV}) &= bc * \ln(\text{costtkm}) + bp * \text{punt}
 \end{aligned}$$

Aus Tabelle 5-7 sind die zugehörigen Eingangsparameter ersichtlich, welche für dieses Szenario angenommen wurden.

Tabelle 5-7: Szenario 3 – Eingangsparameter

Variable	Koeffizient	Parameter	Annahme Wert ist	Wert neu
as	2.345040912	costtkm (Strasse)	0.18	0.18
bc	-4.276966968	punt (Strasse)	90	90
bp	0.067476901	costtkm (Bahn)	0.15	0.15
ab	0.92426092	punt (Bahn)	80	88
		costtkm (KV)	0.15	0.15
		punt (KV)	80	88

Die Berechnungen der Nutzenfunktionen ergeben somit folgende Ergebnisse:

Tabelle 5-8: Szenario 3 – Referenzwerte (Referenzjahr 2003)

	V_i	P_i (Modal Split)	Tonnage in Dkl 300 (Mio. t)
Strasse	15.75	72.7%	0.44
Bahn	14.44	19.5%	0.12
KV	13.51	7.7%	0.05
			<u>0.61</u>

Tabelle 5-9: Szenario 3 – Resultate

	V_i	P_i (Modal Split)	Tonnage in Dkl 300 (Mio. t)
Strasse	15.75	60.9%	0.37
Bahn	14.98	28.0%	0.17
KV	14.05	11.1%	0.07
			<u>0.61</u>

Das Exportmodell prognostiziert für die angenommenen Pünktlichkeitsverbesserungen bei Bahn und KV eine Steigerung der Verkehrsmittelanteile von 8 Prozentpunkten bei der Bahn bzw. 3 Prozentpunkten beim KV. Dies entspricht einem Tonnagezuwachs von rund 40% auf 0,17 Mio. t bei der Bahn bzw. 0,07 Mio. t beim KV. Im Gegenzug würde sich der Anteil der Strasse um 12 Prozentpunkte auf 61% (0,37 Mio. t) verringern.

Die Rangfolge der drei Transportmittel würde sich somit nicht verändern; die Strasse würde auch weiterhin mehr als die Hälfte der Gesamttonnage befördern, welche in diesem betrachteten Fall allerdings sehr gering ist (0,61 Mio. t). Interessant ist jedoch, dass bei konstanten Preisen allein die Pünktlichkeitsverbesserung bei Bahn und KV einen signifikanten Effekt hätte. Dies erscheint realistisch, belegt es doch die bereits erwähnte Beobachtung, dass neben dem Transportpreis auch die Zuverlässigkeit für den Verloader eine sehr starke Bedeutung hat.

Die konkreten Zahlen sind jedoch auch in diesem Szenario aufgrund der bereits wiederholt erwähnten Vereinfachungen nicht unmittelbar in die reale Welt übertragbar.

5.3.4 Szenario 4

Im Szenario 4 wird wiederum der Einfluss des Transportpreises auf die Nachfrage illustriert, in diesem Fall im Transitverkehr. Es wird angenommen, dass die heute im Transitverkehr durch die Schweiz gezahlten Subventionen für Wagenladungs- sowie unbegleiteten kombinierten Verkehr (UKV) reduziert werden, was einen Anstieg des Gesamt-Transportpreises für Bahn und KV von 15% zur Folge habe. Der besonders in den höheren Distanzklassen zu erwartende Verlagerungseffekt – in diesem Fall von der Bahn auf die Strasse – wird anhand der Beispielrelation Stuttgart – Genua (ca. 660 km) untersucht.

Da auch für den Transitverkehr keine warengruppen-spezifischen Modelle vorliegen, kann wie in Szenario 3 eine gleichförmige Nachfrageänderung über sämtliche Warengruppen hinweg angenommen werden. Aus dem Transitmodell wurden folgende Nutzenfunktionen ermittelt:

$$\begin{aligned}
 V(\text{Strasse}) &= as + bc * \ln(\text{costtkm}) + bp * \text{punt} \\
 V(\text{Bahn}) &= ab + bc * \ln(\text{costtkm}) + bp * \text{punt} \\
 V(\text{KV}) &= bc * \ln(\text{costtkm}) + bp * \text{punt}
 \end{aligned}$$

Zur Berechnung wurden die in Tabelle 5-10 aufgelisteten Eingangsparameter angenommen.

Tabelle 5-10: Szenario 4 – Eingangsparameter

Variable	Koeffizient	Parameter	Annahme Wert ist	Wert neu
as	-0.516655745	costtkm (Strasse)	0.16	0.16
bc	-5.286489399	punt (Strasse)	90	90
bp	0.058892583	costtkm (Bahn)	0.12	0.138
ab	-1.532818592	punt (Bahn)	80	80
		costtkm (KV)	0.145	0.16675
		punt (KV)	80	80

Auch hier wird wieder ausschliesslich die Distanzklasse 300 – 1000 km, allerdings in der Kategorie Transit, betrachtet. Basierend auf der Annahme einer konstanten Gesamt-Transportnachfrage werden die Mengenreduktionen bei Bahn und KV der Strasse entsprechend gutgeschrieben, was zu folgendem Resultat führt (Tabelle 5-12):

Tabelle 5-11: Szenario 4 – Referenzwerte (Referenzjahr 2003)

	V _i	P _i (Modal Split)	Tonnage in Dkl 300 (Mio. t)
Strasse	14.47	28.7%	2.45
Bahn	14.39	26.4%	2.25
KV	14.92	44.9%	3.83
			8.53

Tabelle 5-12: Szenario 4 – Resultate

	V _i	P _i (Modal Split)	Tonnage in Dkl 300 (Mio. t)
Strasse	14.47	45.7%	3.90
Bahn	13.65	20.1%	1.71
KV	14.18	34.2%	2.92
			8.53

Gemäss dem zugrunde liegenden Transitmodell würde eine zehnprozentige Preissteigerung bei Bahn und KV den Anteil der Strasse um 17 Prozentpunkte auf 48% (3,9 Mio. t) erhöhen. Der KV würde seine Vorrangstellung verlieren und um 11 Prozentpunkte auf 34% (2,92 Mio. t) zurückfallen. Die übrigen Verluste entfielen auf die Bahn, welche neu auf 20% (1,71 Mio. t) käme.

Zur Verallgemeinerung der Resultate gelten die gleichen Vorbehalten wie für die vorherigen Szenarien.

5.3.5 Fazit

Wie bereits erwähnt können die in diesem Kapitel betrachteten Auswirkungen der vier konstruierten Szenarien lediglich Teilaspekte des Gesamtsystemverhaltens wiedergeben. Sie können eine Orientierung geben, in welche Richtung sich die Verkehrsmittelanteile in den einzelnen Fällen verändern würden, ohne jedoch die dadurch hervorgerufenen Systemreaktionen (Sekundäreffekte) zu berücksichtigen. In Wirklichkeit ist das Verhalten des Gesamt-Logistiksystems um ein Vielfaches komplexer, so dass zusätzlich zu den messbaren (primären) Nachfragereaktionen mit einer gewissen Verzögerung vielfältige Wechselwirkungen auftreten, welche in diesem Kontext nicht im Einzelnen prognostizierbar sind.

Hingegen spricht eine genaue Betrachtung der Resultate für eine grundsätzliche Plausibilität der Modelle. Die für die einzelnen Fallbeispiele zu erwartenden primären Systemreaktionen sind nachvollziehbar und erklärbar. Interessanter als diese isolierte Betrachtungsweise werden jedoch die zu erwartenden Ergebnisse des zusammengesetzten nationalen Güterverkehrsmodells sein, das den gesamten Güterverkehrsmarkt betrachten kann.

6 Schlussfolgerungen

6.1 Zur Befragung

Die Modal Split Funktionen bzw. deren Parameter wurden aufgrund der Ergebnisse einer Stated-Preference-Befragung geschätzt. Die Verladern/Transporteure mit Sitz in der Schweiz konnten relativ einfach zur Teilnahme an der Befragung bewegt werden. Der Einbezug von ausländischen Verladern/Transporteuren hat sich als viel schwieriger herausgestellt. Hier hätte eventuell ein anderes Vorgehen als die direkte telefonische Kontaktaufnahme zu besseren Ergebnissen geführt, z. B. mit der Unterstützung von nationalen Verbandsorganisationen.

Es ist gelungen, die Stated-Preference-Analyse telefonisch zu organisieren, was eine beachtliche Einsparung von Ressourcen ermöglicht hat. Die Entscheidung, eine eigene Befragungssoftware zu entwickeln, hat eine grosse Flexibilität gewährleistet, aber auch sehr hohe Kosten verursacht.

In Interviews mit 97 Verladern/Transporteuren wurden 179 Transportfälle aus der täglichen Praxis der befragten Unternehmungen analysiert. 176 Transportfälle konnten ausgewertet werden. Aufbauend auf diesen Transportfällen wurden den Befragten jeweils 13 unterschiedliche Entscheidungssituationen (Experimente) vorgelegt, sodass für die Parameterschätzung 2'288 Entscheidungssituationen vorlagen.

In den Experimenten wurden die Eigenschaften der drei berücksichtigten Transportmittel bezüglich Transportpreis, Transportdauer und Pünktlichkeit verändert. Es ist dem Forschungsteam bewusst, dass auch weitere Faktoren die Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr beeinflussen. Im Rahmen einer Stated-Preference-Befragung ist es aber nicht zumutbar, dem Befragten mehr als 3 bis 5 sich verändernde Merkmale gleichzeitig zu zeigen. Deswegen haben wir der Auswahl der zu berücksichtigenden Merkmale grosse Beachtung geschenkt. Diese erfolgte in enger Zusammenarbeit mit Fachleuten aus der Praxis.

6.2 Zur Modellschätzung

Die so erhobenen Daten waren die Grundlage für die nachfolgende mathematisch-statistische Analyse mit dem Softwarepaket LIMDEP. Als Resultat der Analysen ergaben sich vier Modal Split Funktionen im Binnenverkehr und je eine im Import-, Export- und Transitverkehr.

Als Modell für die Modal Split Funktionen hat das bekannte Multinomiale Logit-Modell (MNL) die besten Ergebnisse geliefert. Der Versuch mit einem Nested-Logit Ansatz mit Bahn und Kombiniertem Verkehr als Untergruppe führte zu unbefriedigenden Resultaten. Komplexere Modelle, z.B. die so genannte Mixed Logit Modelle, konnten wegen des gewählten choice based sampling nicht angewendet werden. Diese Familie von Modellen erlaubt die Berücksichtigung von unterschiedlichen Präferenzstrukturen, was auf dem Güterverkehrsmarkt sicher zutreffend ist. Die unterschiedlichen Präferenzstrukturen haben wir im Rahmen unseres Ansatzes mit der Schichtung der Stichprobe nach Warengruppen berücksichtigt.

Die erklärenden Variablen im Binnenverkehr sind die Pünktlichkeit, der Transportpreis, die Transportzeit und für die Warengruppen 5 (Baumaterialien) und 7 (Sonstige Waren und Container) ein allenfalls vorhandener Gleisanschluss. Im Import-, Export- und Transitverkehr spielen hingegen Transportpreis, Pünktlichkeit und alternativspezifische Konstanten eine Rolle.

Die geschätzten Parameter zeigen in allen Modellen das richtige Vorzeichen und sind alle mindestens auf 95% Niveau signifikant. Die ermittelten adjusted Rho-square (ρ^2)-Werte schwanken zwischen 0,35 und 0,67 und zeigen, dass die Modelle gute bis sehr gute Erklärungskraft aufweisen. Weiter sprechen folgende Punkte für eine gute Plausibilität der Ergebnisse:

- Pünktlichkeit und Transportpreis zählen auch gemäss den in der Begleitkommission vertretenen Fachexperten zu den wichtigsten Eigenschaften für die Verkehrsmittelwahl.
- Der Koeffizient für den Transportpreis ist in der Modal Split Funktion für die Warengruppe 5 (Baumaterialien) am wichtigsten, d.h. die Warengruppe mit der tiefsten Wertedichte.
- Der Koeffizient für die Pünktlichkeit ist in der Modal Split Funktion für die Warengruppe 1, 2 und 4 (Land- und forstwirtschaftliche Grundstoffen, Nahrungs- und Futtermittel, Eisen und Metallprodukte) sowie 3 und 6 (Chemische und mineralische Produkte, Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren) am wichtigsten, d.h. für die Warengruppe mit der höchsten Wertedichte (Warengruppe 6) und für leicht verderbliche Nahrungsmittel (Warengruppe 2).
- Der Koeffizient für die Transportdauer ist in der Modal Split Funktion für die Warengruppen 1,2 und 4 am wichtigsten, d.h. insbesondere auch für die Warengruppe mit den leicht verderblichen Nahrungsmitteln (Warengruppe 2).

Die geschätzten Modal Split Funktionen sind als Momentaufnahme zu verstehen. Eine regelmässige Überprüfung und bei Bedarf Aktualisierung sind vorzusehen.

6.3 Zur Anwendung

Vor der Anwendung bzw. Benutzung der ermittelten Modal Split Funktionen sind das Ziel dieses Forschungsauftrags sowie die Art und Weise, wie die Erhebung durchgeführt wurde, in Erinnerung zu rufen.

Das Forschungsprojekt hatte zum Ziel, massnahmensensitive Modal Split Funktionen für ein nationales Güterverkehrsmodell zu schätzen. Wir haben deswegen versucht, die Untersuchung auf diejenigen Faktoren einzuschränken, welche durch Massnahmen (der öffentlichen Hand) eher beeinflussbar sind. Es war nicht das Ziel des Projektes, die Faktoren für die Verkehrsmittelwahl im Allgemeinen zu bestimmen.

Da die nationale Güterverkehrspolitik vom Verlagerungsziel geprägt ist, haben wir die Untersuchung auf die eher verlagerbaren Marktsegmente eingeschränkt, d.h. auf Sendungen von mindestens 5 t Gewicht und mindestens 50 km Transportdistanz. Für Sendungen unterhalb dieser Grenzen gelten die ermittelten Funktionen nicht.

Die Modal Split Funktionen sind als Bestandteil des nationalen Güterverkehrsmodells vorgesehen. Eine Anwendung ausserhalb des Modells ohne die genaue Berücksichtigung der getroffenen Annahmen kann zu Fehlinterpretationen führen. Die Rückkopplungen in der Nachfrage-Angebot-Beziehung können nicht allein anhand der Modal Split Funktionen ermittelt werden. Vielmehr sind dazu Angaben zu den Netzen und deren Auslastung nötig. Diese Informationen sind wichtig, um die Auswirkungen von Massnahmen auf den Modal Split abschätzen zu können.

Vorsicht ist bei der Anwendung der Modal Split Funktion für den Transitverkehr geboten. Im Transitverkehr konnten wir nur etwa die Hälfte der anvisierten Stichprobe erreichen. Die Stichprobe ist ausserdem etwas einseitig, da keine Interviews in Italien durchgeführt werden konnten. Die Qualität der Schätzung ist aus mathematischer Sicht als genügend bis gut zu bezeichnen. Gewisse Vorbehalte können trotzdem berechtigt sein.

6.4 Wissenslücken bzw. weiterer Forschungsbedarf

Eine wesentliche Wissenslücke betrifft die mangelhafte Datenlage zum Ist - Modal Split. Folgende Hauptschwachpunkte sind zu erwähnen:

- Wird ein Produkt oder eine Ladungseinheit mit Hilfe mehrerer Lastwagen transportiert, so wird nur ein Teil der Strecke erfasst, da im Rahmen der Gütertransporterhebung das Fahrzeug und nicht die Ware bzw. die Sendung die Erhebungseinheit darstellt.
- Wird ein Produkt oder eine Ladungseinheit mit Hilfe mehrerer Verkehrsträger transportiert, so kommt es aus Gründen der Erhebungssystematik zu Mehrfachzählungen.
- Lieferwagen werden im Rahmen der Gütertransporterhebung seit 1998 nicht mehr berücksichtigt.
- Die Einteilung der transportierten Güter in Warengruppen ist ungenau, weil alle Waren in Wechselbehältern und Containern in der Klasse für sonstige Waren zusammengefasst werden. Diese Warengruppe nimmt laufend zu.

Die Erhebung von Ist-Daten im Rahmen der Stated Preference Befragung kann als Nebenprodukt bezeichnet werden: Hauptziel war die Durchführung der Experimente. Die erhobenen Ist-Daten geben trotzdem interessante Einblicke auf den heterogenen Güterverkehrsmarkt (Transportpreise, Transportzeiten usw.). Die Datenbasis ist sowohl in der Breite (Anzahl befragter Unternehmungen) wie auch in der Tiefe (Anzahl erhobener Merkmale) noch etwas schmal, um allgemeingültige Erkenntnisse ableiten zu können. Sie kann aber in der Zukunft ausgebaut werden. Eine regelmässig stattfindende Revealed Preference Erhebung auf dem Güterverkehrsmarkt könnte ergänzende und hilfreiche Hinweise zur Verkehrsmittelwahl und weitere Merkmale liefern.


Die vorliegende Studie hat Modal Split Funktionen im Güterverkehr für die Schweiz ermittelt. Eine interessante Ergänzung wäre die Ermittlung von korridorspezifischen Modal Split Funktionen, z.B. im alpenquerenden Güterverkehr. Der alpenquerende Güterverkehr unterliegt speziellen Bedingungen (z.B. die Dosiermassnahmen am Gotthard), welche Auswirkungen auf die Verkehrsmittelwahl haben dürften. Es ist weiter bekannt, dass auch der alpenquerende Güterverkehr bezüglich Verkehrsmittelwahl sehr inhomogen ist. So haben Strasse, Schiene und kombinierter Verkehr je nach Quelle und Ziel der Sendungen sowie Warenart unterschiedliche Bedeutung. Diese Heterogenität ist nebst nicht verfügbarer Transportangebote (häufig aufgrund fehlender Netzzugangsmöglichkeiten zu Bahn oder Binnenwasserstrasse im Quell- und/oder Zielbereich) hauptsächlich durch die unterschiedlichen Qualitätsanforderungen zu begründen. Es stellt sich die Frage, inwieweit diese oder sonstige Faktoren diese Unterschiede prägen, und wo der Hebel im Hinblick auf die für die schweizerische Güterverkehrspolitik wichtige Verkehrsverlagerung angesetzt werden soll.

In der Verkehrsmodellierung haben die erreichten Ergebnisse selten abschliessende Gültigkeit. Die geschätzten Modal Split Funktionen sind das Ergebnis eines Random Utility Ansatzes aufgrund einer Stated Preference Befragung, das im vorgegebenen Zeitraum und mit den vorgegebenen Ressourcen verwirklicht werden konnte und dabei die besten Resultate versprach. Die Ergebnisse sind plausibel und sollen im Rahmen des nationalen Güterverkehrsmodells verwendet werden. Andere Ansätze sowohl bezüglich Datenerhebung wie auch bezüglich Modellschätzung können aber durchaus berechtigt sein.

Literaturverzeichnis

- Abay & Meier (1999): Gesetzmässigkeiten im Güterverkehr und seine modellmässige Behandlung. Zürich.
- M. Arendt (2000): Intermodales Modell für den schweizerischen Binnengüterverkehr. Methodenbericht. GVF-Bericht 2/2000. Bern.
- S. Bolis und R. Maggi (1999), Modelling the transport and logistic choice of a shipper. Materialien des NFP 41 Verkehr und Umwelt Nr. M8. Bern.
- R. Danielis (2002), Freight Transport Demand and Stated Preference Experiments. Franco Angeli (Hrsg.). Milano.
- G. de Jong, G. Hugh und W. Walker (2004), National and International Freight Transport Models: An Overview and Ideas for Future Development. In: Transport Reviews, Vol. 24, No. 1, 103-124, Januar 2004.
- G. de Jong et al. (2004a), The specification of Logistics in the Norwegian and Swedish National Freight Modell Systems. Model scope, structure and implementation plan. Leiden.
- G. de Jong et al. (2001): A joint SP/RP model of freight shipments from the region Nord-Pas de Calais. Paper presented at the European Transport Conference.
- M. Fosgerau (1996): Freight traffic on the Torebaelt fixed link. PRTC, London.
- IRE und Rapp Trans (2005), Bewertung von Qualitätsmerkmalen im Güterverkehr. Forschungsprojekt ASTRA 2002/011. Lugano, Zürich.
- A. Nuzzolo, F. R. Russo (1995): A disaggregated freight modal choice model. Paper presented at the 7th WCTR conference in Sidney
- J. N. Popratnjak (2005), Modellierung des Verkehrsmittelwahlverhaltens im Güterverkehr. Diplomarbeit, Universität Karlsruhe (TH), Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung. Karlsruhe
- J. de Ortúzar, L.G. Willumsen (1995): Modelling Transport. Chichester.
- Rapp Trans (2005): Vorstudie nationales Basismodell Güterverkehr. Zürich.
- Rapp Trans (2004), Ergänzungsstudie Vor- und Nachlauf im Kombinierten Ladungsverkehr. Evaluation der LSVA-Rückerstattungslösung. Zürich.
- Reynaud und Jiang (2000): EUFRANET (a European network on freight priority with regards to renovating the existing rail infrastructure. Paper presented at THINK-UP Seminar Review of National and European Models. Paris.
- Ruesch et al. (2000): Berichte des NFP 41 „Verkehr und Umwelt“, Bericht B2. Standort- und Transportkonzepte für den Kombinierten Ladungsverkehr. Bern.
- C. Vellay und G. de Jong (2003), Analyse conjointe SP/RP du choix du mode de transport de marchandises dans la Région Nord-Pas-de-Calais.
-

ArGe Rapp Trans AG / IVT-ETHZ



Gianni Moreni



Georg Abay



Jost Wichser



Nikolaus Fries

Zürich, August 2008 / 60.226.0
Bericht-Nr. 60.226.0-1

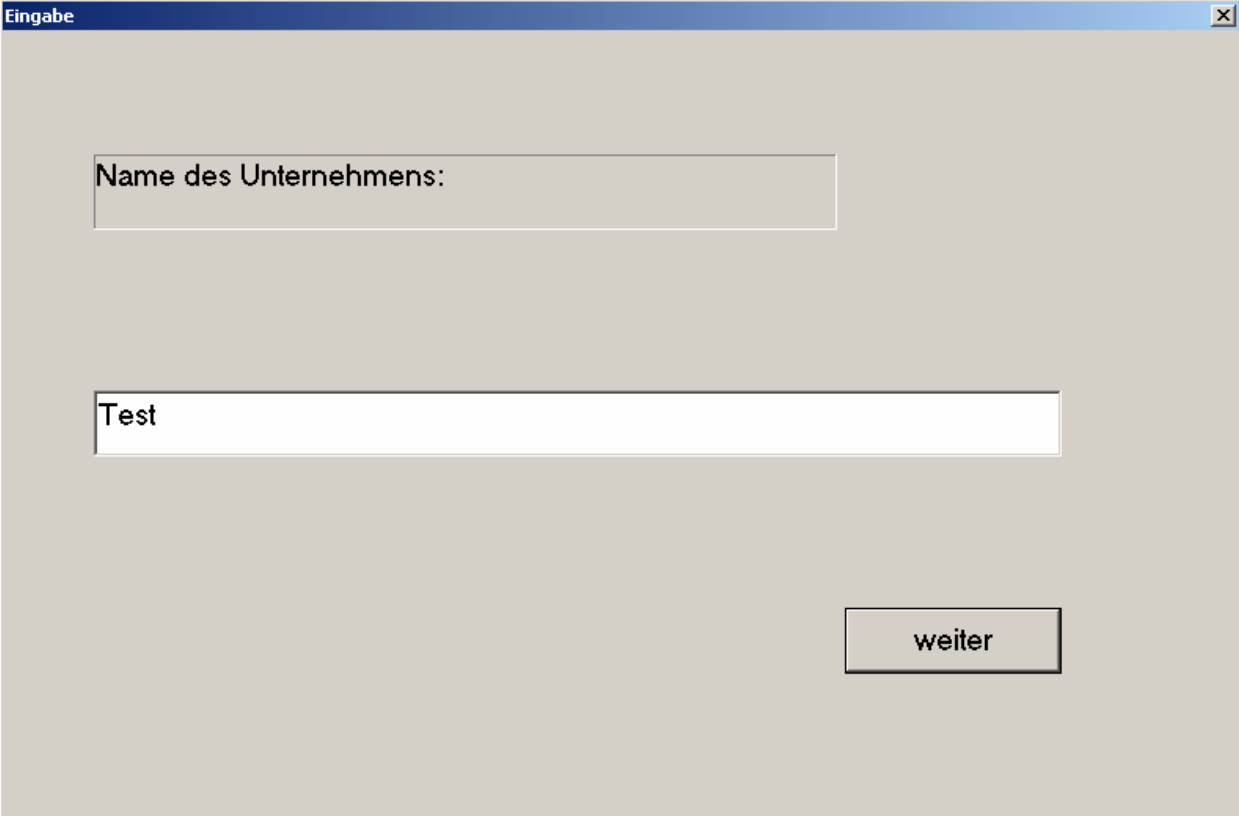
Modal Split Funktionen im Güterverkehr

Anhang

Anhang A:	Fragebogen der SP-Befragung	1
Anhang B:	Statistische Auswertung der SP-Befragung	13
Anhang C:	SVI-Publikationsliste	18

Anhang A: Fragebogen der SP-Befragung

Im Anhang A ist der Fragebogen anhand eines beispielhaften fiktiven Transportfalles aufgezeigt. Die Befragung wurde dank einer Internet-Lösung durch telefonische computergestützte Interviews durchgeführt. Bei dieser Variante waren Befrager und Befragte telefonisch im Kontakt. Beide sahen auf dem Bildschirm das gleiche Bild. Der Befrager füllte den Fragebogen aufgrund der Antworten des Befragten aus, so dass der Befragte die Tastatur nicht betätigen musste. Er sah aber online auf dem Bildschirm, was der Befrager eintrug, und konnte somit eventuelle Fehler rechtzeitig erkennen bzw. hatte den ausgefüllten Fragebogen vor sich.



The screenshot shows a web browser window titled "Eingabe" with a close button in the top right corner. The main content area has a light gray background and contains two input fields. The first field is labeled "Name des Unternehmens:" and is currently empty. The second field contains the text "Test". Below the input fields, there is a button labeled "weiter" (next).

num

Unternehmensgrösse (Anzahl Mitarbeiter am Standort):

Zu welcher Branche gehört das Unternehmen?

Produktion, Handel, Baugewerbe
 Transport, Spedition, Logistik

Wie gross ist das ungefähre Transportvolumen pro Jahr in Tonnen?

vorhandene Transportmittel

Welche Transportmittel, bzw. Transporteinrichtungen sind in Ihrem Unternehmen vorhanden ?

eigene Lastwagen
 eigene Bahnwagen
 Sattelanhänger
 Wechselbrücken
 eigene Container

LW-Laderampe
 eigener Gleisanschluss
 Be-/Entladeeinricht. für Wechselbehälter/Container

Warengruppe

Nennen Sie einen typischen Transport Ihres Unternehmens, mit einer Transportdistanz über 50 km und einem minimalen Transportgewicht von 5t.
Um welches Transportgut handelt es sich (Warenbezeichnung)?

Mais

Ordnen Sie diese Ware einer der folgenden 24 Gütergruppen zu:

1 Getreide

zurück stop weiter

Quell-Land/Ziel-Land

In welchem Land startet der Transport?

- CH
- AT
- DE
- FR
- IT
- FL
- NL
- übr. Europa

In welchem Land endet der Transport?

- CH
- AT
- DE
- FR
- IT
- FL
- NL
- übr. Europa

zurück stop weiter

Auswahl

Ausgangspunkt des Transportes (Gemeinde):

Geben Sie die Anfangsbuchstaben ein (z.B. Bern):

Auswahl:

Aadorf

zurück stop weiter

Auswahl

Welches ist der Zielort des Transportes (Gemeinde):

Geben Sie die Anfangsbuchstaben ein (z.B. Bern):

Auswahl:

Aarau

zurück stop weiter

vz

Ist der Ausgangspunkt ein Verteilzentrum bzw. ein Zentrales Lager?

nein
 ja

Ist der Zielort ein Verteilzentrum bzw. ein zentrales Lager?

nein
 ja

zurück stop weiter

benutztes Verkehrsmittel

Mit welchem Verkehrsmittel wurde dieser Transport durchgeführt?

Strasse

Schiene

Kombi

zurück stop weiter

Zusammenfassung

Dieser Transport startet in Aadorf und endet in Aarau. Der Transport wurde als Kombiverkehr durchgeführt. Die Transportdistanz beträgt 90.0 km. Das transportierte Gewicht beträgt 10.0 t.

Die geschätzten Transportkosten betragen etwa 800.- CHF

Ist dieser Wert realistisch?

Ja

Nein

zurück stop weiter

Zusammenfassung

Für diesen Transport wurde auch die voraussichtliche Transportzeit vom Beladeort bis zum Entladeort geschätzt.

Die geschätzte Transportdauer beträgt etwa 2 Std.

Ist dieser Wert realistisch?

Ja

Nein

zurück stop weiter

Zusammenfassung

Bei der ersten nicht gewählten Alternative Strasse

müssten Sie etwa 300.- CHF bezahlen.

Ist dieser Wert realistisch?

Ja

Nein

zurück stop weiter

Zusammenfassung

Bei der ersten nicht gewählten Alternative Strasse

würde die Transportzeit etwa 2 Std betragen.

Ist dieser Wert realistisch?

Ja

Nein

zurück stop weiter

Zusammenfassung

Bei der zweiten nicht gewählten Alternative Schiene

müssten Sie etwa 650.- CHF bezahlen.

Ist dieser Wert realistisch?

Ja

Nein

zurück stop weiter

Zusammenfassung

Bei der zweiten nicht gewählten Alternative Schiene

würde die Transportzeit etwa 2 Std betragen.

Ist dieser Wert realistisch?

Ja

Nein

zurück stop weiter

Die folgende Abbildung zeigt eines der insgesamt 13 durchgeführten Experimente.

The screenshot shows a window titled "SP-Experimente" with a sub-label "SP-Exp" and a value of "1". It displays three transport options side-by-side:

Angebot Strasse	Angebot Schiene	Angebot Kombi
Transportkosten : 400 Fr	Transportkosten : 800 Fr	Transportkosten : 800 Fr
Transportzeit : 2 h	Transportzeit : 1 h	Transportzeit : 1 h
Pünktlichkeit : 90%	Pünktlichkeit : 80%	Pünktlichkeit : 90%
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="button" value="Strasse"/>	<input type="button" value="Schiene"/>	<input type="button" value="Kombi"/>

The screenshot shows a window titled "Exp. Nr. 2" with a text box containing the following message:

Wir möchten mit Ihnen ein zweites Experiment machen. Dazu müssen Sie einen Weiteren typischen Transportfall nennen. Sind Sie dazu bereit?

At the bottom of the window, there are two buttons: "nein" and "ja".

Anhang B: Statistische Auswertung der SP-Befragung

Allgemeine Angaben	13
Anzahl Transportfälle je Quell-Ziel Kombination	13
Anzahl Transporte je WG und Verkehrsart	13
Verteilung der gewählten Verkehrsmittel nach Verkehrsart und DK	14
Durchschnittlicher Wert je Tonne und WG	14
Anzahl Transportfälle je WG und Verkehrsmittel	14
Durchschnittliche Tonnage je Sendung, WG und Verkehrsmittel	15
Anzahl Transportfälle je WG, DK und Verkehrsmittel	16
Verpackungsart je Warengruppe	17
Vorhandene Transportmittel-, Einrichtungen	17
Durchschnittl. Wichtigkeiten je Branche	17
Durchschnittl. Wichtigkeiten je Verkehrsart	17

Allgemeine Angaben

- Anzahl interviewter Unternehmen: 97
- Anzahl Transportfälle total: 176
- Anzahl Unternehmen in Produktion oder Handel: 70
- Anzahl Unternehmen in Transport, Spedition etc: 27

Anzahl Transportfälle je Quell-Ziel Kombination

- Quelle ist kein VZ - Ziel ist kein VZ: 63
- Quelle ist kein VZ - Ziel ist VZ: 56
- Quelle ist VZ - Ziel ist kein VZ: 32
- Quelle ist VZ - Ziel ist VZ: 25

Anzahl Transporte je WG und Verkehrsart

WG-Nr.	WG-Bezeichnung	Binnen	Import	Export	Transit	Total
1	land- und forstwirt. Grundstoffe	7	4	4	0	15
2	Nahrungs- und Futtermittel	25	5	1	0	31
3	chem. und mineralische Produkte	4	6	9	2	21
4	Eisen- und Metallprodukte	6	4	6	0	16
5	Baumaterialien	16	0	0	0	16
6	Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren	13	9	8	3	33
7	sonstige Waren	10	10	10	14	44
alle Warengruppen zusammen		81	38	38	19	176

Verteilung der gewählten Verkehrsmittel nach Verkehrsart und DK

DK	Binnen	Import	Export	Transit	Total
DK < 100	29	1	2	0	32
DK < 200	33	4	3	0	40
DK < 300	15	3	2	1	21
DK < 400	4	2	4	2	12
DK < 500	0	3	3	4	10
DK < 600	0	3	2	0	5
DK > 600	0	22	22	12	56
Total	81	38	38	19	176

Durchschnittlicher Wert je Tonne und WG

WG-Nr.	WG-Bezeichnung	Ø Wert je Tonne
1	land- und forswirt. Grundstoffe	SFr. 1'616
2	Nahrungs- und Futtermittel	SFr. 3'840
3	chem. und mineralische Produkte	SFr. 4'176
4	Eisen- und Metallprodukte	SFr. 2'250
5	Baumaterialien	SFr. 577
6	Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren	SFr. 15'060
7	sonstige Waren	SFr. 3'190
alle Warengruppen zusammen		SFr. 5'051

Anzahl Transportfälle je WG und Verkehrsmittel

WG-Nr.	WG-Bezeichnung	Strasse	Schiene	Kombi	Total
1	land- und forswirt. Grundstoffe	8	3	4	15
2	Nahrungs- und Futtermittel	23	2	6	31
3	chem. und mineralische Produkte	10	6	5	21
4	Eisen- und Metallprodukte	11	2	3	16
5	Baumaterialien	11	1	4	16
6	Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren	25	0	8	33
7	sonstige Waren	9	2	33	44
alle Warengruppen zusammen		97	16	63	176

Durchschnittliche Tonnage je Sendung, WG und Verkehrsmittel

WG-Nr.	WG-Bezeichnung	Strasse	Schiene	Kombi	Total
--------	----------------	---------	---------	-------	-------

GESAMTVERKEHR

1	land- und forswirt. Grundstoffe	34	356	62	106
2	Nahrungs- und Futtermittel	32	53	16	30
3	chem. und mineralische Produkte	20	812	313	316
4	Eisen- und Metallprodukte	16	23	290	68
5	Baumaterialien	13	45	30	19
6	Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren	14	0	11	14
7	sonstige Waren	47	14	69	62
	alle Warengruppen zusammen	24	385	84	78

BINNENVERKEHR

1	land- und forswirt. Grundstoffe	15	0	76	41
2	Nahrungs- und Futtermittel	33	83	12	32
3	chem. und mineralische Produkte	5	806	0	606
4	Eisen- und Metallprodukte	13	23	0	16
5	Baumaterialien	13	45	30	19
6	Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren	16	0	6	14
7	sonstige Waren	73	0	324	199
	alle Warengruppen zusammen	26	370	119	75

IMPORTVERKEHR

1	land- und forswirt. Grundstoffe	85	510	0	297
2	Nahrungs- und Futtermittel	21	33	17	19
3	chem. und mineralische Produkte	38	817	1500	671
4	Eisen- und Metallprodukte	20	0	800	215
5	Baumaterialien	0	0	0	0
6	Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren	13	0	9	12
7	sonstige Waren	5	0	15	13
	alle Warengruppen zusammen	26	582	165	169

EXPORTVERKEHR

1	land- und forswirt. Grundstoffe	23	50	20	29
2	Nahrungs- und Futtermittel	0	0	24	24
3	chem. und mineralische Produkte	15	0	17	15
4	Eisen- und Metallprodukte	16	0	35	22
5	Baumaterialien	0	0	0	0
6	Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren	11	0	12	11
7	sonstige Waren	19	14	38	31
	alle Warengruppen zusammen	15	26	28	21

TRANSITVERKEHR

1	land- und forswirt. Grundstoffe	0	0	0	0
2	Nahrungs- und Futtermittel	0	0	0	0
3	chem. und mineralische Produkte	24	0	0	24
4	Eisen- und Metallprodukte	0	0	0	0
5	Baumaterialien	0	0	0	0
6	Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren	21	0	24	22
7	sonstige Waren	26	0	21	22
	alle Warengruppen zusammen	23	0	22	22

Anzahl Transportfälle je WG, DK und Verkehrsmittel

DK	Strasse	Schiene	Kombi	Total
WG1: land- und forstwirt. Grundstoffe				
DK < 100	1	1	1	3
DK < 200	6	0	1	7
DK < 300	1	1	1	3
DK < 400	0	0	1	1
DK < 500	0	0	0	0
DK < 600	0	0	0	0
DK > 600	0	1	0	1

DK	Strasse	Schiene	Kombi	Total
WG2: Nahrungs- und Futtermittel				
DK < 100	7	1	0	8
DK < 200	8	0	1	9
DK < 300	4	0	2	6
DK < 400	3	0	0	3
DK < 500	0	0	1	1
DK < 600	0	0	0	0
DK > 600	1	1	2	4

DK	Strasse	Schiene	Kombi	Total
WG3: chem. und mineralische Produkte				
DK < 100	2	0	0	2
DK < 200	2	2	0	4
DK < 300	0	1	0	1
DK < 400	2	1	1	4
DK < 500	0	0	1	1
DK < 600	0	0	0	0
DK > 600	4	2	3	9

DK	Strasse	Schiene	Kombi	Total
WG4: Eisen- und Metallprodukte				
DK < 100	1	0	0	1
DK < 200	2	2	0	4
DK < 300	1	0	1	2
DK < 400	1	0	0	1
DK < 500	3	0	0	3
DK < 600	1	0	0	1
DK > 600	2	0	2	4

DK	Strasse	Schiene	Kombi	Total
WG5: Baumaterialien				
DK < 100	5	0	2	7
DK < 200	5	1	2	8
DK < 300	1	0	0	1
DK < 400	0	0	0	0
DK < 500	0	0	0	0
DK < 600	0	0	0	0
DK > 600	0	0	0	0

DK	Strasse	Schiene	Kombi	Total
WG6: Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren				
DK < 100	7	0	0	7
DK < 200	4	0	0	4
DK < 300	3	0	1	4
DK < 400	1	0	1	2
DK < 500	1	0	0	1
DK < 600	2	0	2	4
DK > 600	7	0	4	11

DK	Strasse	Schiene	Kombi	Total
WG7: sonstige Waren				
DK < 100	3	0	1	4
DK < 200	2	0	2	4
DK < 300	1	0	3	4
DK < 400	0	0	1	1
DK < 500	0	0	4	4
DK < 600	0	0	0	0
DK > 600	3	2	22	27

DK	Strasse	Schiene	Kombi	Total
alle WG zusammen				
DK < 100	26	2	4	32
DK < 200	29	5	6	40
DK < 300	11	2	8	21
DK < 400	7	1	4	12
DK < 500	4	0	6	10
DK < 600	3	0	2	5
DK > 600	17	6	33	56

Verpackungsart je Warengruppe

WG-Nr.	WG-Bezeichnung	keine Verpackung	Paletten	Container	Tank	andere	keine Angaben	Total
1	land- und forstwirt. Grundstoffe	7	5	0	1	2	0	15
2	Nahrungs- und Futtermittel	3	24	0	2	2	0	31
3	chem. und mineralische Produkte	1	9	0	10	1	0	21
4	Eisen- und Metallprodukte	10	6	0	0	0	0	16
5	Baumaterialien	1	7	0	6	2	0	16
6	Fahrzeuge, Halb- und Fertigwaren	7	20	0	0	6	0	33
7	sonstige Waren	0	3	39	2	0	0	44
alle Warengruppen zusammen		29	74	39	21	13	0	176

Vorhandene Transportmittel-, Einrichtungen

	Prod., Handel, Baugew.	Transp., Sped., Logistik	Total
Eigene Lastwagen	23	17	40
Eigene Bahnwagen	5	1	6
Sattelanhaenger	10	13	23
Wechselbr...ken	2	12	14
Eigene Container	5	5	10
LW-Laderampen	55	17	72
Eigener Gleisanschluss	54	13	67
Be-/Entladeeinr. für Wechselbehälter/Container	10	7	17

Durchschnittl. Wichtigkeiten je Branche

	Prod., Handel, Baugew.	Transp., Sped., Logistik	Total
Transportkosten	8.1	8.5	8.2
Transportzeit	6.3	6.7	6.4
Pünktlichkeit	8.7	8.3	8.6
Flexibilität	7.5	7.1	7.4

0=unwichtig, 10=sehr wichtig

Durchschnittl. Wichtigkeiten je Verkehrsart

	Binnen	Import	Export	Transit
Transportkosten	7.9	9.4	8	8.4
Transportzeit	6.1	5.7	7.6	6.8
Pünktlichkeit	8.7	7.4	9.2	9.3
Flexibilität	7.9	5.8	7.6	6.8

0=unwichtig, 10=sehr wichtig

Anhang C: SVI-Publikationsliste

Forschungsberichte auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)
Rapports de recherche sur proposition de l'Association suisse des ingénieurs en transports
(erschienen im Rahmen der Forschungsreihe des UVEK / parus dans le cadre des recherches du DETEC)

- 1980 **Velo- und Mofaverkehr in den Städten**
(R. Müller)
- 1980 **Anleitung zur Projektierung einer Lichtsignalanlage**
(Seiler Niederhauser Zuberbühler)
- 1981 **Güternahverkehr, Gesetzmässigkeiten**
(E. Stadtmann)
- 1981 **Optimale Haltestellenabstände beim öffentlichen Verkehr**
(Prof. H. Brändli)
- 1982 **Entwicklung des schweizerischen Strassenverkehrs ***
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1983 **Lichtsignalanlagen mit oder ohne Uebergangssignal Rot-Gelb**
(Weber Angehrn Meyer)
- 1983 **Güternahverkehr, Verteilungsmodelle**
(Emch + Berger AG)
- 1983 **Modèle Transyt 8: Traffic Network Study Tool; Programme Pretrans**
(...)
- 1983 **Parkraumbewirtschaftung als Mittel der Verkehrslenkung ***
(Glaser + Saxer)
- 1984 **Le rôle des taxis dans les transports urbains (franz. Ausgabe)**
(Transitec)
- 1984 **Park and Ride in Schweizer Städten ***
(Balzari & Schudel AG)
- 1986 **Verträglichkeit von Fahrrad, Mofa und Fussgänger auf gemeinsamen Verkehrsflächen ***
(Weber Angehrn Meyer)
- 1986 **Transyt 8 / Pretrans; Modell Programmsystem für die Optimierung von Signalplänen von städtischen Strassennetzen**
(...)
- 1987 **Verminderung der Umweltbelastungen durch verkehrsorganisatorische und –technische Massnahmen ***
(Metron AG)
- 1987 **Provisorischer Behelf für die Umweltverträglichkeits-Prüfung von Verkehrsanlagen ***
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
- 1988 **Bestimmungsgrössen der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr ***
(Rapp AG)
- 1988 **EDV-Anwendungen im Verkehrswesen**
(IVT, ETH Zürich)
- 1988 **Forschungsvorschläge Umweltverträglichkeitsprüfung von Verkehrsanlagen**
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)
- 1989 **Vereinfachte Methode zur raschen Schätzung von Verkehrsbeziehungen ***
(P. Widmer)
- 1990 **Planungsverfahren bei Ortsumfahrungen**
(Toscano-Bernardi-Frey AG)
- 1990 **Anteil der Fahrzeugkategorien in Abhängigkeit vom Strassentyp**
(Abay & Meyer)
- 1991 **Busbuchten, ja oder nein?***
(Zwicker und Schmid)
- 1991 **EDV-Anwendung im Verkehrswesen, Katalog 1990**
(IVT, ETH Zürich)
- 1991 **Mofa zwischen Velo und Auto**
(Weber Angehrn Meyer)
- 1991 **Erhebung zum Güterverkehr**
(Abay & Meier, Albrecht & Partner AG, Holinger AG, RAPP AG, Sigmoplan AG)
- 1991 **Mögliche Methoden zur Erstellung einer Gesamtbewertung bei Prüfverfahren***
(Basler & Partner AG)
- 1992 **Parkierungsbeschränkungen mit Blauer Zone und Anwohnerparkkarte**
(Jud AG)
- 1992 **Einsatzkonzepte und Integrationsprobleme der Elektromobile***
(U. Schwegler)

- 1992 **UVP bei Strassenverkehrsanlagen, Anleitung zur Erstellung von UVP-Berichten***
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)
erschieden auch als Mitteilungen zur UVP Nr. 7/Mai 1992 des BUWAL
- 1992 **Von Experten zu Beteiligten - Partizipation von Interessierten und Betroffenen beim Entscheiden über Verkehrsvorhaben***
(J. Dietiker)
- 1992 **Fehlerrechnung und Sensitivitätsanalyse für Fragen der Luftreinhaltung: Verkehr - Emissionen – Immissionen ***
(INFRAS)
- 1993 **Indikatoren im Fussgängerverkehr ***
(RAPP AG)1993
- 1993 **Velofahren in Fussgängerzonen***
(P. Ott)
- 1993 **Vernetztes bzw. ganzheitliches Denken bei Verkehrsvorhaben**
(Jauslin + Stebler, Rudolf Keller AG)
- 1993 **Untersuchung des Zusammenhanges von Verkehrs- und Wandermobilität**
(synergo, Jenni + Gottardi AG)
- 1993 **Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von flexiblen Nutzungen im Strassenraum**
(Sigmaphan AG)
- 1993 **EIE et infrastructures routières, Guide pour l'établissement de rapports d'impact ***
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
erschieden als Mitteilungen zur UVP Nr. 7(93) / Juli 1993 des BUWAL/parus comme informations concernant l'étude de l'impact sur l'environnement EIE No. 7(93) / juillet 1993 de l'OFEFP
- 1993 **Handlungsanleitung für die Zweckmässigkeitsprüfung von Verkehrsinfrastrukturprojekten, Vorstudie**
(Jenni + Gottardi AG)
- 1994 **Leistungsfähigkeit beim Fahrstreifenabbau auf Hochleistungsstrassen**
(Rutishauser, Mögerle, Keller)
- 1994 **Perspektiven des Freizeitverkehrs, Teil 1: Determinanten und Entwicklungen***
(R + R Burger AG, Büro Z)
- 1995 **Verkehrsentwicklungen in Europa, Vergleich mit den schweizerischen Verkehrsperspektiven**
(Prognos AG / Rudolf Keller AG)
erschieden als GVF-Auftrag Nr. 267 des GS EVED Dienst für Gesamtverkehrsfragen / paru au SG DFTCE Service d'étude des transports No. 267
- 1996 **Einfluss von Strassenkapazitätsänderungen auf das Verkehrsgeschehen**
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1997 **Zweckmässigkeitsbeurteilung von Strassenverkehrsanlagen ***
(Jenni + Gottardi AG)
- 1997 **Verkehrsgrundlagen für Umwelt- und Verkehrsuntersuchungen**
(Ernst Basler + Partner AG)
- 1998 **Entwicklungsindices des Schweizerischen Strassenverkehrs ***
(Abay + Meier)
- 1998 **Kennzahlen des Strassengüterverkehrs in Anlehnung an die Gütertransportstatistik 1993**
(Albrecht & Partner AG / Symplan Map AG)
- 1998 **Was Menschen bewegt. Motive und Fahrzwecke der Verkehrsteilnahme**
(J. Dietiker)
- 1998 **Das spezifische Verkehrspotential bei beschränktem Parkplatzangebot ***
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1998 **La banque de données routières STRADA-DB somme base de modèles de trafic**
(Robert-Grandpierre et Rapp SA / INSER SA / Rosenthaler & Partner AG)
- 1998 **Perspektiven des Freizeitverkehrs. Teil 2: Strategien zur Problemlösung**
(R + R Burger und Partner, Büro Z)
- 1998 **Kombinierte Unter- und Überführung für FussgängerInnen und VelofahrerInnen**
(Büro BC / Pestalozzi & Stäheli)
- 1998 **Kostenwirksamkeit von Umweltschutzmassnahmen**
(INFRAS)
- 1998 **Abgrenzung zwischen Personen- und Güterverkehr**
(Prognos AG)
- 1999 **Gesetzmässigkeiten im Strassengüterverkehr und seine modellmässige Behandlung**
(Abay & Meier / Ernst Basler + Partner AG)
- 1999 **Aktualisierung der Modal Split-Ansätze**
(P. Widmer)
- 1999 **Management du trafic dans les grands ensembles**
(Transportplan SA)
- 1999 **Technology Assessment im Verkehrswesen : Vorstudie**
(RAPP AG Ing. + Planer Zürich)

- 1999 **Verkehrstelematik im Management des Verkehrs in Tourismusgebieten**
(ASIT / IC Infraconsult AG)
- 1999 **„Kernfahrbahnen“ Optimierte Führung des Veloverkehrs an engen Strassenquerschnitten ***
(Metron Verkehrsplanung und Ingenieurbüro AG)
- 2000 **Sensitivitäten von Angebots- und Preisänderungen im Personenverkehr**
(Prognos AG)
- 2000 **Dephi-Umfrage Zukunft des Verkehrs in der Schweiz**
(P. Widmer / IPSO Sozial-, Marketing- und Personalforschung)
- 2000 **Der Wert der Zeit im Güterverkehr**
(Jenni + Gottardi AG)
- 2000 **Floating Car Data in der Verkehrsplanung**
(Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG + Rosenthaler + Partner AG)
- 2000 **Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable: Experimente mit verschiedenen Befragungssätzen**
(IVT - ETHZ)
- 2001 **Aktivitätenorientierte Personenverkehrsmodelle, Vorstudie**
(P. Widmer und K.W. Axhausen)
- 2001 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**
(G. Abay und K.W. Axhausen)
- 2001 **Véhicules électriques et nouvelles formes de mobilité**
(Transitec Ingénieurs-Conseils SA)
- 2001 **Besetzungsgrad von Personenwagen: Analyse von Bestimmungsgrößen und Beurteilung von Massnahmen zu dessen Erhöhung**
(RAPP AG Ingenieure + Planer)
- 2001 **Grobkonzept zum Aufbau einer multimodalen Verkehrsdatenbank**
(INFRAS)
- 2001 **Ermittlung der Gesamtleistungsfähigkeit (MIV + OEV) bei lichtsignalgeregelten Knoten**
(büro S-ce Simon-consulting-engineering)
- 2001 **Besteuerung von Autos mit einem Bonus/Malus-System im Kanton Tessin**
(U. Schwegler Büro für Verkehrsplanung)
- 2001 **GIS als Hilfsmittel in der Verkehrsplanung**
(büro widmer)
- 2001 **Umgestaltung von Strassen im Zuge von Erneuerungen**
(Infraconsult AG + Zeltner + Maurer AG)
- 2001 **Piloterhebung zum Dienstleistungsverkehr und zum Gütertransport mit Personenwagen**
(Prognos AG, Emch+Berger AG, IVU Traffic Technologies AG)
- 2002 **Parkplatzbewirtschaftung bei publikumsintensiven Einrichtungen - Auswirkungsanalyse**
(Metron AG, Neosys AG, Hochschule Rapperswil)
- 2002 **Probleme bei der Einführung und Durchsetzung der im Transportwesen geltenden Umweltschutzbestimmungen; unter besonderer Berücksichtigung des Vollzugs beim Strassenverkehrslärm**
(B+S Ingenieur AG)
- 2002 **Nachhaltigkeit und Koexistenz in der Strassenraumplanung**
(Berz Hafner + Partner AG)
- 2002 **Warum steht P. Müller lieber im Stau als im Tram?**
(Planungsbüro Jürg Dietiker / MOVE RAUM P. Regli / Landert Farago Davatz & Partner / Dr. A. Zeyer)
- 2002 **Nachhaltigkeit im Verkehr**
(Jenni + Gottardi AG)
- 2002 **Massnahmen zur Erhöhung der Akzeptanz längerer Fuss- und Velostrecken**
(Arbeitsgemeinschaft Büro für Mobilität / V. Häberli / A. Blumenstein / M. Wälti)
- 2002 **Carreivekehr: Grundlagen und Perspektiven**
(B+S Ingenieur AG / Gare Routière de Genève))
- 2002 **Potentielle Gefahrenstellen**
(Basler & Hofmann / Psychologisches Institut der Universität Zürich)
- 2003 **Evaluation kurzfristiger Benzinpreiserhöhungen**
(Infras / M. Peter / N. Schmidt / M. Maibach)
- 2002 **Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable, Vorstudie**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2002 **Mischverkehr MIV / ÖV auf stark befahrenen Strassen**
(Verkehrsingenieurbüro TEAMverkehr)
- 2003 **Vorstudie zu den Wechselwirkungen Individualverkehr – öffentlicher Verkehr infolge von Verkehrstelematik-Systemen**
(Abay & Meier, Zürich)
- 2003 **Strassen mit Gemischtverkehr: Anforderungen aus der Sicht der Zweiradfahrer**
(WAM Partner, Planer und Ingenieure, Solothurn)
- 2003 **Erfolgskontrolle von Umweltschutzmassnahmen bei Verkehrsvorhaben**
(Metron Landschaft AG, Brugg / Quadra GmbH, Zürich / Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)

- 2004 **Perspektiven für kurze Autos**
(Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann, Zollikon)
- 2004 **Lange Planungsprozesse im Verkehr**
(BINARIO TRE, Windisch)
- 2004 **Auswirkungen von Personal Travel Assistance (PTA) auf das Verkehrsverhalten**
(Ernst Basler und Partner AG, Zürich)
- 2004 **Methoden zum Erstellen und Aktualisieren von Wunschlinienmatrizen im motorisierten Individualverkehr**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT / Rapp Trans AG, Zürich)
- 2004 **Determinanten des Freizeitverkehrs: Modellierung und empirische Befunde**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Verfahren von Technology Assessment im Verkehrswesen**
(Rapp Trans AG, Zürich / IKAÖ, Bern / Interface, Luzern)
- 2004 **Mobilitätsdatenmanagement für lokale Bedürfnisse**
(SNZ, Zürich / TEAMverkehr, Cham / Büro für Verkehrsplanung, Fischingen)
- 2004 **Auswirkungen neuer Arbeitsformen auf den Verkehr - Vorstudie**
(INFRAS, Bern)
- 2004 **Standards für intermodale Schnittstellen im Verkehr**
(synergo, Zürich / ILS NRW, Dortmund)
- 2005 **Verkehrsumlegungs-Modelle für stark belastete Strassennetze**
(büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Wirksamkeit und Nutzen der Verkehrsinformation**
(B+S Ingenieure AG, Bern / Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Landert Farago Partner, Zürich)
- 2005 **Spezialisierung und Vernetzung: Verkehrsangebot und Nachfrageentwicklung zwischen den Metropolitanräumen des Städtesystems Schweiz**
(synergo, Zürich)
- 2005 **Wirkungsketten Verkehr - Wirtschaft**
(ECOPLAN, Altdorf und Bern / büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Cleaner Drive**
Hindernisse für die Markteinführung von neuen Fahrzeug-Generationen
(E'mobile, der Schweizerische Verband für elektrische und effiziente Strassenfahrzeuge, Urs Schwegler)
- 2005 **Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen**
(Ingenieur- und Planungsbüro Dr. Walter Berg, Zürich)
- 2005 **Instrumente für die Planung und Evaluation von Verkehrssystem-Management-Massnahmen**
(Jenni + Gottardi AG, Zürich / Universität Karlsruhe)
- 2005 **Trafic de support logistique de grandes manifestations (Betriebsverkehr von Grossanlässen)**
(Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL)
- 2005 **Verkehrsdosierungsanlagen, Strategien und Dimensionierungsgrundsätze**
(Ingenieurbüro Walter Berg, Zürich)
- 2005 **Angebote und Erfolgskriterien im nächtlichen Freizeitverkehr**
(Planungsbüro Jud, Zürich)
- 2005 **Vor- und Nachlauf im kombinierten Ladungsverkehr**
(Rapp Trans AG, Zürich)
- 2005 **Finanzielle Anreize für effiziente Fahrzeuge - Eine Wirkungsanalyse der Projekte VEL2 (Tessin) und NewRide in Basel und Zürich**
(Rapp Trans AG, Zürich / Interface, Luzern)
- 2006 **Reduktionsmöglichkeiten externer Kosten des MIV am Beispiel des Förderprogramms VEL2 im Kanton Tessin**
(Università della Svizzera Italiana, Lugano / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich)
- 2006 **Nachhaltigkeit im Verkehr**
Indikatoren im Bereich Gesellschaft
(Ernst Basler + Partner AG, Zollikon / Landert Farago Partner, Zürich)
- 2006 **Früherkennung von Entwicklungstrends zum Verkehrsangebot**
(Interface - Institut für Politikstudien, Luzern)
- 2006 **Publikumsintensive Einrichtungen PE: Planungsgrundlagen und Gesetzmässigkeiten**
(Metron Verkehrsplanung AG, Brugg / Transitec Ingenieurs-Conseils SA, Lausanne / Fussverkehr Schweiz, Zürich)
- 2006 **Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs**
(IRAP, Hochschule für Technik, Rapperswil / Fussverkehr Schweiz, Zürich / Pestalozzi & Stäheli, Basel / Daniel Sauter, Urban Mobility Research, Zürich)
- 2006 **Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts**
(S-ce Simon consulting experts, Zürich)
- 2006 **Beurteilung von Busbevorzugungsmassnahmen**
(Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)

- 2006 **Error Propagation in Macro Transport Models**
(Systems Consult, Monaco / B+S Ingenieur AG, Bern)
- 2007 **Fussgängerstreifenlose Ortszentren**
(Ingenieurbüro Ghielmetti, Winterthur / IAP, Zürich)
- 2007 **Kernfahrbahnen auf Ausserortsstrecken**
(Frossard GmbH, Zürich)
- 2007 **Road Pricing Modelle auf Autobahnen und in Stadtregionen**
(INFRAS, Zürich / Rapp Trans AG, Basel)
- 2007 **Entkopplung zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum**
(INFRAS, Zürich / Università della Svizzera Italiana, Lugano)
- 2007 **Genderfragen in der Verkehrsplanung Vorstudie**
(SNZ Ingenieure und Planer AG, Zürich)
- 2007 **Konfliktanalyse beim Mischverkehr**
(Sigmoplan AG, Bern)
- 2007 **Verfahren zur Berücksichtigung der Zuverlässigkeit in Evaluationen**
(Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich)
- 2007 **Überlegungen zu einem Marketingansatz im Fuss- und Veloverkehr**
(Büro für Mobilität AG, Bern/Burgdorf / büro für utopien, Burgdorf/Berlin / LP Ingenieure AG, Bern / Masciardi communication & design AG, Bern)
- 2008 **Einbezug von Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens**
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) ETH, Zürich / TRANSP-OR EPF Lausanne, Lausanne / IRE USI, Lugano)
- 2008 **Ausgestaltung von multimodalen Umsteigepunkten**
(Metron AG, Brugg / Universität Zürich Sozialforschungsstelle, Zürich)
- 2008 **Überbreite Fahrstreifen und zweistreifige Schmalfahrbahnen**
(IRAP HSR Hochschule für Technik, Rapperswil)
- 2008 **Fahrten- und Fahrleistungsmodelle: Erste Erfahrungen**
(Hesse+Schwarze+Partner, Zürich / büro widmer, Frauenfeld)
- 2008 **Quantitative Auswirkungen von Mobility Pricing Szenarien auf das Mobilitätsverhalten und auf die Raumplanung**
(Verkehrsconsulting Fröhlich, Zürich / TransOptima GmbH, Olten / Ernst Basler + Partner AG, Zürich)

* vergriffen: Diese Exemplare können auf Wunsch nachkopiirt werden
*épuisé: Selon désir, ces rapports peuvent être copiés

Die Berichte können bezogen werden bei / Les rapports peuvent être commandés au:
VSS, Seefeldstrasse 9, 8008 Zürich,
Tel. 01 269 40 20, Fax. 01 / 252 31 30, info@vss.ch