



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Verkehr BAV



Röstigraben im Regionalen Personenverkehr: Analyse der Heterogenität des Kostendeckungsgrads

Masterarbeit im Studiengang
Management, Technology and Entrepreneurship

**Bundesamt für Verkehr BAV
Abteilung Finanzierung
Sektion Personenverkehr
Ittigen, Schweiz**

**École Polytechnique Fédérale de
Lausanne EPFL
College of Management of Technology
Management of Technology Section
Lausanne, Schweiz**

Akademische Betreuung: Prof. Thomas Weber
Betriebliche Betreuung: Marie Degrange-Touzin de Martignac
vorgelegt von: Nico Wyss
vorgelegt am: 27. Februar 2026

Zusammenfassung

Der Kostendeckungsgrad im regionalen Personenverkehr weist in der Schweiz deutliche regionale Unterschiede auf: In der lateinsprachigen Schweiz liegt er im Durchschnitt rund 20 Prozentpunkte tiefer als in der Deutschschweiz. Ziel dieser Arbeit ist es, die wichtigsten Ursachen dieser Differenz zu identifizieren und deren Einfluss einzuordnen.

Grundlage bilden die im Jahr 2025 abgeholten Bus- und Bahnangebote des regionalen Personenverkehrs, ergänzt durch geografische, demografische und sozioökonomische Merkmale. Methodisch kombiniert die Arbeit eine Shapley-Shorrocks-Dekomposition mit multiplen Regressionsmodellen. Erstere zerlegt die Differenz im Kostendeckungsgrad nach Verkehrsmittel sowie in Struktur-, Kosten- und Erlöseffekte, während die Regressionsanalyse untersucht, inwieweit beobachtbare Faktoren die Unterschiede in Kosten und Erlösen pro Fahrplankilometer erklären. Ergänzend vertiefen Fallbeispiele die Ergebnisse qualitativ.

Die Resultate zeigen, dass der Röstigraben im Kostendeckungsgrad überwiegend auf Erlösunterschiede zurückzuführen ist: Über 80 % der Differenz entstehen durch eine geringere Nachfrage in der lateinsprachigen Schweiz, während die Kostenunterschiede den Effekt leicht abschwächen. Unterschiede in der Angebotsstruktur nach Verkehrsmitteln tragen nur marginal bei. Durch die Kontrolle erklärender Variablen lässt sich ein wesentlicher Teil des zunächst unbeobachtbaren regionalen Effekts erklären. Die Fallbeispiele bestätigen die Bedeutung der Nachfrage, verdeutlichen jedoch zugleich die Heterogenität innerhalb der Sprachregionen. Implikationen ergeben sich insbesondere für die angebots- und nachfragebezogene Planung. Die Ergebnisse weisen darauf hin, welche strukturellen und räumlichen Faktoren die Nachfrage beeinflussen können. Limitierend ist, dass einzelne Annahmen und Datenabgrenzungen verbleibende unbeobachtete Einflüsse nicht ausschliessen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die regionalen Unterschiede im regionalen Personenverkehr primär auf räumliche, strukturelle und mobilitätsbezogene Faktoren zurückzuführen sind. Die Analyse bietet damit eine empirische Grundlage für zukünftige, detailliertere Untersuchungen der einzelnen Einflussfaktoren und die Priorisierung weiterführender Planungsentscheide.

Résumé

Röstigraben dans le transport régional de voyageurs : analyse de l'hétérogénéité du degré de couverture des coûts

Le degré de couverture des coûts dans le transport régional de voyageurs (TRV) présente des différences régionales significatives en Suisse : dans la partie latine du pays, il est en moyenne inférieur d'environ 20 points de pourcentage à celui de la Suisse alémanique. L'objectif du présent travail est d'identifier les principales causes de cette différence et d'évaluer leur influence.

L'analyse se base sur les offres de TRV par bus et par train indemnisées en 2025. Elle est complétée par des caractéristiques géographiques, démographiques et socio-économiques. Sur le plan méthodologique, elle combine une décomposition de Shapley-Shorrocks avec des modèles de régression multiples. La première décompose la différence observée du degré de couverture des coûts selon les moyens de transport et selon les effets de structure, coûts et recettes, tandis que l'analyse de régression examine dans quelle mesure les facteurs observables expliquent les différences de coûts et de recettes par kilomètre de l'horaire. Des études de cas complètent les résultats sur le plan qualitatif.

Les résultats montrent que le Röstigraben dans le degré de couverture des coûts est principalement dû à des différences de recettes : plus de 80 % de la différence est due à une demande plus faible dans la partie latine de la Suisse, tandis que les différences de coûts atténuent légèrement cet effet. Les différences de structure de l'offre selon le mode de transport n'y contribuent que de manière marginale. Le contrôle des variables explicatives permet d'expliquer une partie importante de l'effet régional inobservable au premier abord. Les études de cas confirment d'une part l'importance de la demande, mais soulignent d'autre part l'hétérogénéité au sein de chaque région linguistique. Des implications en résultent, notamment pour la planification axée sur l'offre et la demande. Les résultats indiquent les facteurs structurels et géographiques qui peuvent influencer la demande. Un facteur limitatif réside dans le fait que certaines hypothèses et délimitations des données n'excluent pas des influences non observées.

Dans l'ensemble, les résultats montrent que les différences régionales dans le TRV s'expliquent principalement par des facteurs géographiques, structurels et liés à la mobilité. L'analyse fournit ainsi une base empirique pour de futures études plus détaillées de chacun des facteurs d'influence et pour le classement par ordre de priorité des décisions de planification ultérieures.

Riassunto

Röstigraben nel traffico regionale viaggiatori: analisi dell'eterogeneità del grado di copertura dei costi

Nel traffico regionale viaggiatori il grado di copertura dei costi presenta, in Svizzera, chiare differenze tra una regione e l'altra: nella Svizzera latina è inferiore, in media, di circa 20 punti percentuali rispetto alla Svizzera tedesca. Il presente lavoro intende identificare le principali cause di tale divario e classificarle in funzione dell'influsso.

Come base ci si è avvalsi dell'offerta nel traffico regionale viaggiatori di ferrovia e autobus indennizzata nel 2025, integrandola con caratteristiche geografiche, demografiche e socio-economiche. Sotto il profilo metodologico, il lavoro combina una scomposizione Shapley con modelli di regressione multipla: la prima scompone la differenza osservata del grado di copertura dei costi per mezzo di trasporto nonché secondo gli effetti di struttura, di costi e di ricavi, mentre l'analisi della regressione studia in che misura i fattori osservabili spiegano le differenze in termini di costi e ricavi per chilometro percorso secondo orario. La qualità dei risultati è quindi stata incrementata integrando l'analisi mediante esempi di casi.

L'esito indica che il Röstigraben nel grado di copertura dei costi è riconducibile prevalentemente a differenze nei ricavi: per oltre l'80 per cento il divario è dovuto alla minore domanda nella Svizzera latina, mentre le differenze di costi attenuano leggermente l'effetto. Le differenze di struttura dell'offerta per mezzo di trasporto contribuiscono solo marginalmente. Il controllo di variabili esplicative permette di chiarire una parte fondamentale dell'effetto regionale inizialmente non osservabile. Gli esempi da un lato confermano l'importanza della domanda, ma dall'altro evidenziano l'eterogeneità all'interno delle regioni linguistiche. Emergono conseguenze in particolare per la pianificazione relativa all'offerta e alla domanda. I risultati indicano quali fattori strutturali e territoriali possono influenzare la domanda. Un limite è rappresentato dal fatto che le singole ipotesi e delimitazioni di dati non escludono influenze residue non osservate.

In linea generale, dai risultati emerge che le differenze regionali nel traffico regionale viaggiatori sono dovute innanzitutto a fattori territoriali, strutturali e inerenti alla mobilità. L'analisi fornisce pertanto una base empirica per indagini future più dettagliate dei singoli fattori d'influenza nonché per l'attribuzione delle priorità nelle decisioni di pianificazione a venire.

Summary

A "Röstigraben" in Regional Passenger Transport: Analysis of Cost Recovery Ratio Heterogeneity

The cost recovery ratio in regional passenger transport in Switzerland holds pronounced regional differences: in the Latin-speaking part of Switzerland, the ratio is on average around 20 percentage points lower than in the German-speaking regions. The purpose of this analysis is to identify the main causes of this difference and to classify their influence.

The analysis is based on bus and rail services in regional passenger transport that were subsidised in 2025, complemented by geographical, demographic and socio-economic characteristics. Methodologically, the study combines a Shapley-Shorrocks decomposition with multiple regression models. The former fragments the difference in the cost recovery ratio by mode of transport and into structural, cost and revenue effects, while the regression analysis examines the extent to which observable factors explain the differences in costs and revenues per timetable kilometre. Case studies provide additional qualitative insights into the findings.

The results show that the *Röstigraben* in terms of cost recovery ratio can be largely explained by differences in revenue: over 80% of the difference is due to a lower demand in the Latin-speaking part of Switzerland, while the cost differences slightly attenuate this effect. Differences in the service structure between modes of transport contribute only marginally. By controlling for explanatory variables, a substantial part of the initially unobservable regional effect can be explained. The case studies confirm the importance of demand on the one hand but also highlight the heterogeneity within the linguistic regions on the other. This has particular implications for supply- and demand-related planning. The results indicate which structural and spatial factors may influence demand. The limiting factor is that certain assumptions and data delimitations cannot rule out remaining unobserved influences.

All in all, the results show that regional differences in regional passenger transport are mainly due to spatial, structural and mobility-related factors. The analysis thus provides an empirical basis for future, more detailed studies of the individual influencing factors and to prioritize further planning decisions.

Vorwort

Die vorliegende Masterarbeit entstand als Abschlussarbeit meines Studiums in *Management, Technology and Entrepreneurship* an der École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) sowie im Rahmen meines Hochschulpraktikums beim Bundesamt für Verkehr (BAV).

Der öffentliche Verkehr besitzt in der Schweiz einen hohen Stellenwert und stellt ein zentrales Element des *Service public* dar. Bereits während meines Studiums entwickelte ich ein besonderes Interesse an diesem Themenfeld, weshalb ich im Rahmen meines Minors in Bauingenieurwissenschaften die Spezialisierung *Transport und Mobilität* wählte. Umso mehr habe ich mich über die Möglichkeit gefreut, dieses Interesse im Rahmen eines Praktikums und einer Masterarbeit vertiefen zu können.

Während des Verfassens dieser Arbeit konnte ich mich intensiv mit Fragestellungen auseinandersetzen, denen ich im Arbeitsalltag meines Praktikums oftmals nur am Rande begegnet wäre. Die Masterarbeit und das Praktikum ergänzten sich dabei inhaltlich in hohem Mass; Erkenntnisse aus dem einen Kontext erwiesen sich häufig als wertvoll für den anderen.

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die einen wichtigen Beitrag zu dieser Arbeit geleistet haben.

Mein besonderer Dank gilt meinen betrieblichen Betreuenden, Marie Degrange-Touzin de Martignac und Thusheepan Thevarajah, die mich während des gesamten Projekts engagiert unterstützt und mit wertvollen fachlichen Inputs begleitet haben.

Ein weiterer Dank gilt meinem akademischen Betreuer, Herrn Prof. Thomas Weber, dessen regelmässige Rückmeldungen und Anmerkungen zur inhaltlichen und methodischen Schärfung dieser Arbeit beigetragen haben.

Abschliessend möchte ich auch der öffentlichen Hand danken, die durch ihre Finanzierung sowohl mein Studium als auch die Rahmenbedingungen für diese Arbeit ermöglicht hat.

Für allfällige in dieser Arbeit geäusserte Meinungen ist ausschliesslich der Autor verantwortlich; sie spiegeln nicht zwingend die Auffassung des BAV oder der EPFL wider.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre dieser Masterarbeit.

Nico Wyss

Ittigen, 27. Februar 2026

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	i
Résumé	ii
Riassunto	iii
Summary	iv
Vorwort	v
Inhaltsverzeichnis	vi
Tabellenverzeichnis	viii
Abbildungsverzeichnis	x
Abkürzungen und Begriffe	xi
1 Einleitung	1
1.1 Gesetzliche Grundlage	2
1.2 Forschungsfrage und Hypothesen	2
1.3 Datengrundlage und methodischer Ansatz	3
1.4 Einschränkungen und Geltungsbereich	4
1.5 Aufbau der Arbeit	4
2 Theorie	5
2.1 Regionaler Personenverkehr	5
2.2 Unterschiede der Sprachregionen	7
2.3 Ertrags- und Kostenstrukturen	11
2.4 Ableitung der empirischen Analyse	22
3 Ausgangslage	24
3.1 Kostendeckungsgrad	24
3.2 Kennzahlen	28
4 Annahmen und Vereinfachungen	32
5 Datenbasis	33
5.1 Beschreibung der Datensätze	33
5.2 Beschreibung der Datenaufbereitung	34

6	Methodik	37
6.1	Normierung der Erlöse und Kosten	37
6.2	Shapley-Shorrocks-Dekomposition der Differenz im KDG	38
6.3	Gepoolte multiple Regressionsanalyse mit Dummy-Variable	42
7	Resultate	48
7.1	Shapley-Shorrocks-Dekomposition	48
7.2	Erlösmodell	51
7.3	Kostenmodell	54
8	Fallbeispiele	58
8.1	PostAuto	58
8.2	Kanton Obwalden	63
8.3	Vergleich zweier Kantonspaare	65
9	Diskussion	72
9.1	Haupttreiber	73
9.2	Limitierungen	76
9.3	Implikationen	78
10	Fazit	81
10.1	Zentrale Erkenntnisse	81
10.2	Ausblick	82
	Literaturverzeichnis	83
	Anhang	90
A	Übersicht der Datensätze	90
B	Datenaufbereitung	91
C	Anhang zur Shapley-Shorrocks-Dekomposition	95
D	Anhang zu den OLS-Modellen	98
E	Generative AI Disclaimer	105

Tabellenverzeichnis

1	Glossar der verwendeten Abkürzungen und Begriffe	xi
2	Bevölkerungsdichte (Einwohner pro km ² ; Bevölkerungsanteil in Klammern) pro Sprachregion	8
3	Flächenanteil pro Sprachregion	8
4	Mobilitätskennzahlen nach Sprachregion und Urbanisierungsgrad	10
5	Aufteilung der RPV-Angebote nach Verkehrsmittel	24
6	Kostendeckungsgrad nach Verkehrsmittel und Sprachregion	25
7	Bestimmtheitsmasse R^2 der log-log-Trendlinien nach Abbildung, Verkehrs- mittel und Sprachregion	27
8	Kennzahlen des RPV-Angebots nach Sprachregion	28
9	Absolute Beiträge der Shapley-Shorrocks-Dekomposition zur Differenz im Kostendeckungsgrad nach Verkehrsmittel und Effekt	48
10	Absolute Beiträge der Shapley-Shorrocks-Dekomposition zur Differenz im Kostendeckungsgrad (Robustheitscheck ohne Linien des Kantons Zürich)	49
11	Absolute Beiträge der Shapley-Shorrocks-Dekomposition zur Differenz im Kostendeckungsgrad (Robustheitscheck ohne Linien nationaler Transport- unternehmen)	50
12	Erlösmodell: OLS-Regressionen von log(Erlöse pro Fahrplankilometer)	51
13	Nachfragemodell: OLS-Regressionen von log(Belastung)	53
14	Oaxaca-Blinder-Zerlegung des Nachfragemodells	54
15	Kostenmodell (Bus): OLS-Regressionen von log(Kosten pro Fahrplankilometer)	55
16	Oaxaca-Blinder-Zerlegung des Kostenmodells für Buslinien	56
17	Kostenmodell (Bahn): OLS-Regressionen von log(Kosten pro Fahrplankilo- meter)	57
18	Kostenmodell für PostAuto-Linien: OLS-Regressionen von log(Kosten pro Fahrplankilometer)	61
19	Oaxaca-Blinder-Zerlegung des PostAuto-Kostenmodells (3)	62
20	Vergleich zwischen zwei Schmalspurlinien im Kanton Obwalden	64
21	Vergleich der Produktionsbedingungen zwischen Fribourg und Luzern	66
22	Kennzahlen des RPV-Angebots in den Kantonen Fribourg (FR) und Luzern (LU)	67
23	Vergleich der Produktionsbedingungen zwischen Vaud und St. Gallen	69
24	Kennzahlen des RPV-Angebots in den Kantonen Vaud (VD) und St. Gallen (SG)	70
25	Übersicht der verwendeten Datensätze	90
26	Bootstrap-basierte Konfidenzintervalle der Shapley-Shorrocks-Beiträge zur Differenz im Kostendeckungsgrad	95

27	Bootstrap-basierte Konfidenzintervalle der Shapley-Shorrocks-Beiträge zur Differenz im Kostendeckungsgrad (Robustheitscheck ohne Linien des Kantons Zürich)	96
28	Bootstrap-basierte Konfidenzintervalle der Shapley-Shorrocks-Beiträge zur Differenz im Kostendeckungsgrad (Robustheitscheck ohne Linien nationaler Transportunternehmen)	97
29	Oaxaca-Blinder-Zerlegung des Erlösmodells	98
30	Oaxaca-Blinder-Zerlegung des Kostenmodells für Bahnlinien	98
31	Varianzinflationsfaktoren: Erlösmodell	100
32	Varianzinflationsfaktoren: Nachfragemodell	101
33	Varianzinflationsfaktoren: Kostenmodell (Bus)	102
34	Varianzinflationsfaktoren: Kostenmodell (Bahn)	103
35	Varianzinflationsfaktoren: PostAuto-Modell	104

Abbildungsverzeichnis

1	Kostendeckungsgrad im regionalen Personenverkehr nach Kantonen und Sprachregionen	1
2	Regionaler Personenverkehr im Vergleich zum Orts- und Fernverkehr . . .	5
3	Räumliche Unterteilung in Sprachregionen und Berggebiete	7
4	Ertrags- und Kostenstrukturen im regionalen Personenverkehr	12
5	Vereinfachte Differenzierung der Verkehrserlöse	13
6	Überblick der dauerhaft erhältlichen Fahrausweise im Nationalen Direkten Verkehr (Alliance SwissPass, 2024, S. 26)	14
7	Einnahmeverteilung im Nationalen Direkten Verkehr (Alliance SwissPass, 2024, S. 35)	15
8	Vereinfachte schematische Darstellung der Merkmale und Zusammenhänge von Angebot und Belastung	16
9	Struktur der Vollkosten einer durchschnittlichen Bus- und Bahnlinie (Rapp Trans AG, 2021)	20
10	Räumliche Verteilung des Kostendeckungsgrads im regionalen Personenverkehr nach Kantonen und Sprachregionen	25
11	Kostendeckungsgrad in Abhängigkeit von Kosten und Erlösen	26
12	Kostendeckungsgrad und Erlöse pro Fahrplankilometer in Abhängigkeit von der Linienbelastung nach Sprachregionen	30
13	Zusammenhänge zwischen der Fahrzeugkapazität und den Kosten pro Fahrplankilometer sowie der Linienbelastung nach Sprachregionen	30
14	Schematische Darstellung der Datenbasis und -verknüpfungen	33
15	Zerlegung der Erlösstruktur von PostAuto	59
16	Erlösaufteilung der PostAuto-Linien	60
17	Kostenaufteilung der PostAuto-Linien	61
18	RPV-Angebot des Kantons Obwalden	64
19	Vergleiche der Angebots- und Netzstruktur der Kantone Fribourg und Luzern	68
20	Vergleiche der Angebots- und Netzstruktur der Kantone Vaud und St. Gallen	72
21	Prozessübersicht des GTFS-Matching-Algorithmus	92
22	Prozessübersicht der Haltestellenzuordnung pro RPV-Linie	93
23	Residuenanalyse für das Erlösmodell (3)	99
24	Residuenanalyse für das Nachfragemodell (3)	100
25	Residuenanalyse für das Kostenmodell (2b) (Bus)	101
26	Residuenanalyse für das Kostenmodell (2) (Bahn)	102
27	Residuenanalyse für das PostAuto-Modell (3)	103

Abkürzungen und Begriffe

Tabelle 1: Glossar der verwendeten Abkürzungen und Begriffe

Begriff	Erläuterung
ARPV	Verordnung über die Abgeltung und die Rechnungslegung im regionalen Personenverkehr (ARPV; SR 745.16)
BAV	Bundesamt für Verkehr
Belastung	Quotient aus Personen- und Fahrplankilometern; durchschnittliche Anzahl der Passagiere im Fahrzeug
Berggebiet	Topografische Beschreibung einer Gemeinde, die flächenmässig mehrheitlich in einer Höhenlage oder einem zerklüfteten Gebiet liegt (Bundesamt für Statistik (BFS), 2024a).
Besteller	Auftraggeber der Angebote. Im RPV wird dies durch den Bund und die Kantone vertreten.
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BFS	Bundesamt für Statistik
BV	Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (BV; SR 101)
Dummy-Variable	Binäre Variable (0/1) zur Abbildung kategorialer Merkmale in Regressionsmodellen. Der Koeffizient misst den durchschnittlichen Unterschied zur Referenzkategorie bei ansonsten gleichen Bedingungen.
Einsteiger	Anzahl der Passagiere pro Jahr
EP 27	Entlastungspaket 2027 für den Bundeshaushalt
Erlösniveau	Durchschnittliche Erlöse pro Personenkilometer, die sich aus dem Tarifniveau und der Struktur der verkauften Fahrausweise ergeben.
Fahrplankilometer	Jährliche Kilometerleistung des Angebots, das für Fahrgäste nutzbar ist
Fahrplanstunden	Fahrplanzeit; Anzahl der jährlichen Stunden der für den Fahrgast nutzbaren Linienbetrieb
Flachland	Topografische Beschreibung einer Gemeinde, die nicht im Berggebiet liegt (vgl. Berggebiet)
GA	Generalabonnement
Geodaten	Räumlich referenzierte Daten (z. B. Koordinaten, Linienverläufe), die eine geografische Zuordnung ermöglichen.

Begriff	Erläuterung
Groberschliessung	Anbindung einer Ortschaft bzw. eines Siedlungsteils mit mindestens 100 ganzjährigen Einwohnern an das übergeordnete Netz des öffentlichen Verkehrs (Art. 5 Abs. 3 VPB)
GTFS	General Transit Feed Specification; Datenformat der verwendeten Fahrplandaten
IKV	Interkantonaler Verteilschlüssel
KDG	Kostendeckungsgrad; Quotient aus Markterlösen und Vollkosten
Linienbelastung	siehe Belastung
MIV	Motorisierter Individualverkehr
Modalsplit	Anteil der zurückgelegten Wege oder Distanzen, der auf die einzelnen Verkehrsmittel entfällt.
NDV	Nationaler Direkter Verkehr
Normierung	Umrechnung von Kosten und Erlösen auf eine einheitliche Bezugsgrösse (hier: pro Fahrplankilometer), um Vergleichbarkeit herzustellen.
Offertlinie	Abgeltungs- und Abrechnungseinheit im RPV, für die ein TU im Bestellverfahren eine separate Offerte einreicht. Eine Offertlinie kann durch das Zusammenlegen mehrerer oder Aufteilen einzelner Fahrplanlinien vom Fahrplan abweichen.
OLS	Ordinary Least Squares
ÖV	öffentlicher Verkehr
PBG	Bundesgesetz über die Personenbeförderung (Personenbeförderungsgesetz, PBG; SR 745.1)
Platzkilometer	Produkt der Fahrplankilometer und der Fahrzeugkapazität
PKM	Personenkilometer; die von den Fahrgästen gesamthaft gefahrenen Kilometer pro Jahr
Produktive Stunden	Fahrplanstunden plus Wendezeiten pro Jahr
QMS	Qualitätsmesssystem
RPV	Regionaler Personenverkehr; in vorliegender Arbeit ausschliesslich das von Bund und Kantonen gemeinsam bestellte Angebot gemäss Art. 28 Abs. 1 PBG
SKI	Systemaufgabe Kundeninformation
Sprachregion	Nicht-institutionelle Gliederung der Schweiz; in der vorliegenden Arbeit werden die Kantone Fribourg, Ticino, Vaud, Valais, Neuchâtel, Genève und Jura zur lateinsprachigen Schweiz gezählt, die restlichen Kantone zur deutschsprachigen Schweiz

Begriff	Erläuterung
Sprachregioneneffekt	Residualer statistischer Unterschied zwischen Sprachregionen, der nach Kontrolle beobachtbarer Faktoren verbleibt.
Tarifniveau	Durchschnittlich realisiertes Erlösniveau einzelner Tarife, Fahrausweisarten oder Tarifsysteme
TU	Transportunternehmen; Betreiber und Konzessionäre der bestellten RPV-Angebote
Urbanisierungsgrad	Bevölkerungsanteil, der in städtisch geprägten Gebieten wohnt
Vollkosten	Summe aller einer Linie bzw. Sparte zurechenbaren Kosten gemäss ARPV, inklusive Abschreibungen und kalkulatorischer Kosten.
VPB	Verordnung über die Personenbeförderung (VPB; SR 745.11)

1 Einleitung

Der öffentliche Verkehr (ÖV) spielt in der Schweiz eine zentrale Rolle für die Mobilität, die Raumstruktur und die regionale Erreichbarkeit. Der regionale Personenverkehr (RPV) ist dabei ein zentrales Element: Er beschreibt den Verkehr innerhalb einer Region sowie zwischen benachbarten Regionen und stellt den Anschluss an das übergeordnete Netz des ÖV sicher. Da der RPV nicht kostendeckend betrieben werden kann, gelten Bund und Kantone die ungedeckten Kosten ab. Der Bund beteiligt sich finanziell an den bestellten Angeboten mit Erschliessungsfunktion mit rund 1.1 Milliarden Franken pro Jahr (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2025e).

Motivation und Problemstellung

Das Verständnis der finanziellen Leistungsfähigkeit des RPV gewinnt zunehmend an Bedeutung, insbesondere unter Berücksichtigung der wachsenden Nachfrage, steigenden Abgeltungssummen und der angespannten Lage des Bundeshaushalts. Der Schweizerische Bundesrat (2025) definierte im Zusammenhang mit dem Entlastungspaket 2027 für den Bundeshaushalt (EP 27) unter anderem Massnahmen für den RPV, die eine schrittweise Erhöhung des Kostendeckungsgrads (KDG) von den für 2025 prognostizierten 52.5 Prozent auf 60.3 Prozent im Jahr 2029 vorsehen. Diese kann durch Effizienzsteigerungen in der Produktion oder im Angebot sowie durch höhere Erträge – etwa durch Nachfragesteigerung oder Tarifierhöhungen – erfolgen.

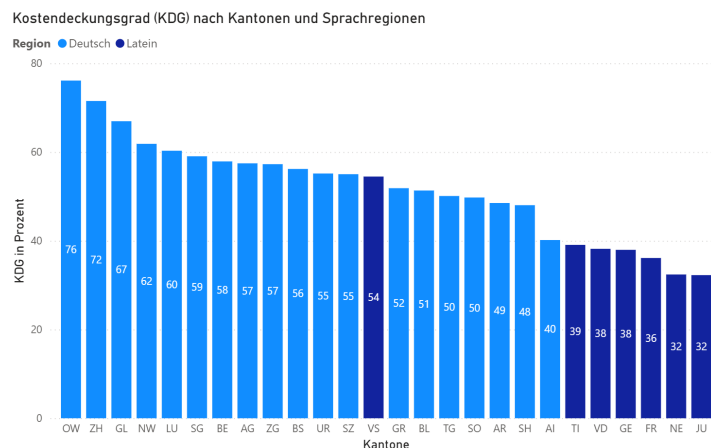


Abbildung 1: Kostendeckungsgrad im regionalen Personenverkehr nach Kantonen und Sprachregionen

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) stellte 2024 zudem fest, dass der KDG im RPV deutliche regionale Unterschiede zwischen der deutsch- und lateinsprachigen Schweiz aufweist. Ausschlaggebend war die kantonale Auswertung, deren Resultate in Abbildung 1 dargestellt sind. Die Differenz ist zwar bekannt, jedoch wurden deren Ursachen bislang weder empirisch noch systematisch umfassend untersucht. Gerade mit Blick auf die

Ausgestaltung von Steuerungsinstrumenten und die Priorisierung von Massnahmen fehlt damit eine evidenzbasierte Grundlage.

Die möglichen Ursachen der beobachteten Unterschiede sind vielfältig – etwa Unterschiede in der Nachfrage, in Tarifstrukturen, in räumlichen und topografischen Gegebenheiten, in der Angebotsgestaltung oder in institutionellen Rahmenbedingungen. Ohne eine empirische Analyse und Kontextualisierung bleibt jedoch offen, wie stark die Wirkung der Faktoren ist und ob strukturelle Unterschiede zwischen den Sprachregionen bestehen. Die Analyse ist somit aus wissenschaftlicher und strategischer Sicht relevant.

1.1 Gesetzliche Grundlage

Der RPV sowie dessen Abgeltungen werden durch gesetzliche Grundlagen geregelt. Die wesentlichen Erlasse, die in dieser Arbeit verwendet werden, werden im Folgenden aufgelistet und deren Abkürzungen eingeführt:

- Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (BV; SR 101)
- Bundesgesetz über die Personenbeförderung (Personenbeförderungsgesetz, PBG; SR 745.1)
- Verordnung über die Personenbeförderung (VPB; SR 745.11)
- Fahrplanverordnung (FPV; SR 745.13)
- Verordnung über die Abgeltung und die Rechnungslegung im regionalen Personenverkehr (ARPV; SR 745.16)

1.2 Forschungsfrage und Hypothesen

Die Arbeit untersucht die geschilderte Problemstellung und richtet sich nach der folgenden Forschungsfrage:

Welche Faktoren erklären die Unterschiede im Kostendeckungsgrad zwischen der deutschsprachigen und der lateinsprachigen Schweiz im regionalen Personenverkehr, und wie gross ist ihr jeweiliger Beitrag?

Daraus ergeben sich folgende Hypothesen:

- **Hypothese H1:** Die geringere Nachfrage in der lateinsprachigen Schweiz ist der wichtigste Treiber der regionalen Unterschiede im Kostendeckungsgrad.
- **Hypothese H2:** Deutschsprachige Kantone erreichen aufgrund günstigerer räumlicher Rahmenbedingungen tiefere Kosten pro Fahrplankilometer.

- **Hypothese H3:** Der beobachtete Sprachregioneneffekt verschwindet weitgehend, wenn strukturelle sowie Angebots- und nachfragebezogene Faktoren kontrolliert werden.

1.3 Datengrundlage und methodischer Ansatz

Die Analyse basiert auf sämtlichen im Jahr 2025 abgegoltenen Bus- und Bahnangeboten des RPV. Ausgeschlossen sind Spezialfälle, die unvollständige Daten aufweisen oder die Ergebnisse verzerren könnten. Die bestehenden RPV-Kennzahlen werden um geografische, demografische und sozioökonomische Merkmale, Nachfrageinformationen sowie Fahrplan- und Geodaten ergänzt. Somit wird eine neue, erweiterte Datenbasis erstellt, die in dieser Form bislang insbesondere auf nationaler Ebene noch nicht vorliegt. Die Zuordnung interkantonaler Linien erfolgt über den interkantonalen Verteilschlüssel (IKV), der bei den Abteilungen angewendet wird. Mittels Geodaten werden die Liniendaten mit den exogenen Informationen verbunden.

Aus methodischen Gründen werden die Kosten und Erlöse separat betrachtet und pro Fahrplankilometer normiert. Diese Metrik bildet die produktionsseitige Leistung ab und erhält den Nachfrageeffekt auf der Erlösseite. Der Fokus der Arbeit liegt auf den finanziellen Treibern, wohlfahrtsökonomische Aspekte werden nicht vertieft.

Die Arbeit kombiniert drei Bausteine:

- **Shapley-Shorrocks-Dekomposition:** Zerlegung der Differenz im KDG in Struktur-, Erlös- und Kosteneffekte je Verkehrsmittel mittels einer spieltheoretisch fundierten Methode. Die Methode ist reihenfolgeunabhängig, konsistent und bildet den Dekompositionsrahmen dieser Arbeit.
- **Stufenweise multiple Regressionsanalyse:** Schätzung von Erlösen und Kosten pro Fahrplankilometer als Funktion struktureller (exogener), Angebots- (mediierender) und nachfragebezogener (outcome-naher) Faktoren. Der Sprachregionen-Dummy misst den konditionalen Restunterschied. Die Haupttreiber werden dabei empirisch identifiziert.
- **Fallbeispiele:** Qualitative Analysen zur Prüfung der Robustheit und Anwendbarkeit der quantitativen Ergebnisse in realen Kontexten.

Diese Kombination erlaubt es, die Differenzen zu zerlegen, Erklärungsbeiträge zu quantifizieren und die Interpretation unter Berücksichtigung institutioneller und räumlicher Besonderheiten zu plausibilisieren. Sie liefert zudem praxisnahe Evidenz für strategische Fragen der Angebots- und Raumplanung.

1.4 Einschränkungen und Geltungsbereich

Die Interpretierbarkeit wird durch mehrere Aspekte begrenzt: (i) Die Analyse hängt von der Vollständigkeit und Plausibilität der gemeldeten Indikatoren ab; (ii) Die gegenseitigen Beziehungen von Angebot und Nachfrage verursachen Modellendogenität, die die kausale Interpretation einschränkt; (iii) Aggregationen und Annahmen bei der räumlichen Zuordnung; (iv) Unvollständige Beobachtungen und fehlende Daten bestimmter Kosten- und Erlöstreiber, die eine Verzerrung verursachen könnten.

1.5 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich wie folgt: Kapitel 2 stellt die relevanten theoretischen Grundlagen vor. Kapitel 3 vertieft die Ausgangslage und diskutiert erste Erkenntnisse aus den Kennzahlen. In Kapitel 4 werden die zentralen Annahmen und Vereinfachungen zusammengefasst. Anschliessend beschreibt Kapitel 5 die verwendeten Daten, die für die in Kapitel 6 verwendeten methodischen Ansätze benötigt werden. Kapitel 7 präsentiert die Ergebnisse der quantitativen Analysen, die in Kapitel 8 durch Fallbeispiele ergänzt und im Kontext räumlicher und institutioneller Besonderheiten diskutiert werden. Kapitel 9 fasst die wichtigsten Erkenntnisse zusammen, reflektiert die wichtigsten Treiber, deren Einfluss, die Limitationen und zeigt Implikationen auf. Kapitel 10 schliesst mit dem Fazit.

2 Theorie

2.1 Regionaler Personenverkehr

Unter dem RPV wird der öffentliche Personenverkehr innerhalb sowie mit benachbarten Regionen, einschliesslich der Groberschliessung von Ortschaften, verstanden (Art. 2 lit. b ARPV). Der RPV ist somit zwischen dem eigenwirtschaftlich betriebenen Fernverkehr und dem durch Kantone und Gemeinden finanzierten Ortsverkehr angesiedelt, die gemeinsam die Erschliessung der Schweiz durch den öffentlichen Verkehr sicherstellen. Der Orts- und Regionalverkehr kann in der Regel nicht kostendeckend betrieben werden. Damit die Verkehrsleistungen erbracht werden können, gewähren Bund, Kantone und Gemeinden den Transportunternehmen Abgeltungen, die sich nach den ungedeckten Kosten richten (Schweizerischer Bundesrat, 2025b).

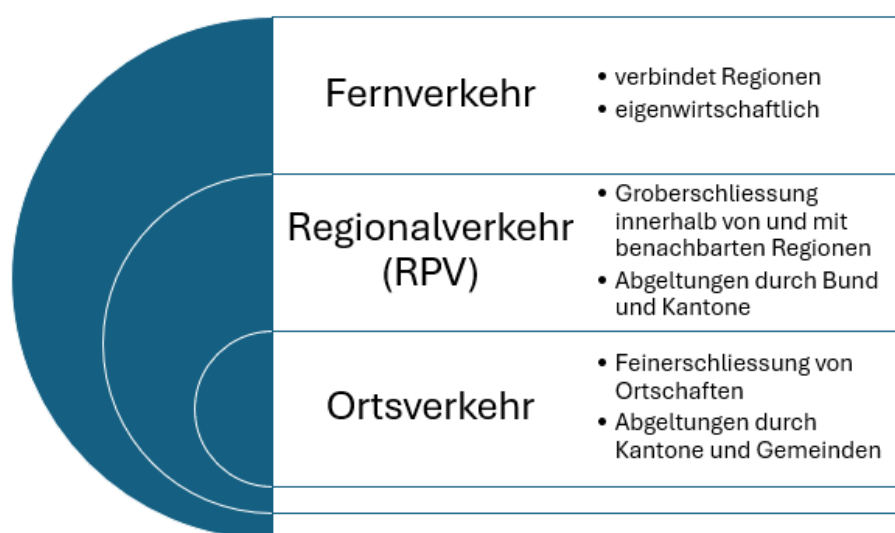


Abbildung 2: Regionaler Personenverkehr im Vergleich zum Orts- und Fernverkehr

Die Bundesverfassung sieht ein ausreichendes Angebot des ÖV in allen Landesgegenden vor. Die Kosten müssen dabei nur zu einem angemessenen Teil durch die Erlöse gedeckt werden (Art. 81a BV). Die Tarife für gleichwertige Angebote müssen überall ähnlich sein. Somit dürfen weder Auslastung noch Produktionsbedingungen – sei es aus geografischen oder anderen Gründen – ausdrücklich zu deutlich höheren Tarifen führen (Art. 6 ARPV). Regionale Unterschiede können dennoch auftreten, zum Beispiel durch Tarifverbünde. Das Erlösniveau der Tarifverbünde muss jedoch mindestens 80 % des nationalen Niveaus betragen. Allfällige Differenzen sind durch die Verursachenden zu entschädigen (Art. 48 ARPV).

Der RPV wird in der Praxis mit den von Kantonen und Bund (zusammen die Besteller) gemeinsam bestellten Angeboten gemäss Art. 28 Abs. 1 PBG gleichgesetzt (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2023). Nach dieser Handhabung konzentriert sich diese Arbeit

ausschliesslich auf Angebote, die durch den Bund mitfinanziert werden.

Im RPV wird jedes Angebot – eine sogenannte Offertlinie – separat abgegolten. Eine Offertlinie kann aufgrund unterschiedlicher Erschliessungsfunktionen von einer Fahrplanlinie abweichen (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2023). Das Angebot (Umfang der Verkehrsleistung) und dessen Abgeltung werden unter Berücksichtigung der Nachfrage, der Grunderschliessung und weiterer politischer Faktoren festgelegt (Art. 31a PBG). Die Transportunternehmen (TU) reichen dazu unter anderem eine detaillierte Planrechnung ein, die ausschlaggebend für die Höhe der Abgeltung ist. Die Kantone sind bei der Angebotsdefinition, Prüfung und Verhandlung der Offerten federführend. Der Bund ist für die Messung der Qualität der bestellten Leistungen verantwortlich und unterstützt die Kantone bei der Offertprüfung (Art. 5 ARPV). Die Abgeltungen werden nach der Prüfung in einer Angebotsvereinbarung festgelegt und decken in der Regel die geplanten ungedeckten Kosten (Art. 28 Abs. 1 PBG und Art. 4 ARPV). Nach dem Abschluss einer Vereinbarung gibt diese Bestimmung zwar einen Anreiz, den Betrieb möglichst effizient zu gestalten. Jedoch gibt es auch einen Anreiz, die Kosten in der Planrechnung zu hoch und die Erlöse zu niedrig einzuschätzen.

Damit sich der Bund an der Finanzierung eines Angebots beteiligt, müssen unter anderem folgende Voraussetzungen erfüllt werden.

- *Minimale Wirtschaftlichkeit:* Buslinien bis zu einem Stundentakt müssen einen KDG von 10 % aufweisen, übrige Buslinien sowie Eisenbahnlinien einen KDG von 20 % (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2020).
- *Groberschliessung:* Das Angebot bedient eine Ortschaft, die das ganze Jahr über mindestens 100 Einwohner zählt (Art. 7 ARPV und Art. 5 VPB).
- *Anwendungsbereich:* Der Bund beteiligt sich nur an RPV-Leistungen. Angebote des Ortsverkehrs und ohne Erschliessungsfunktion sind folglich ausgeschlossen (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2025e).

Falls sämtliche Voraussetzungen erfüllt sind, bestellt der Bund die Linien aufgrund der Nachfrage mit. Massgebend für den Umfang ist das meistbelastete Teilstück – die Strecke zwischen den zwei aufeinanderfolgenden Haltestellen mit den meisten Passagieren, wobei eine Haltestelle mindestens 1.5 km von anderen Haltestellen entfernt sein muss, die der Groberschliessung dient. In der Regel wird dieser Abstand vom nächsten Bahnhof gemessen (Art. 5 VPB; Bundesamt für Verkehr (BAV), 2017). Werden auf diesem Teilstück 32 Personen pro Tag befördert, so finanziert der Bund vier tägliche Fahrten pro Richtung mit. Ab 500 täglichen Passagieren wird ein Stundentakt bestellt (Art. 8 ARPV). Andere Kennzahlen wie die Linienlänge und -belastung, die Kapazität sowie die Fahrplaneffizienz werden dabei nicht berücksichtigt.

Der Bund beteiligt sich im Durchschnitt zur Hälfte am gemeinsam bestellten Angebot (Art. 30 Abs. 1 PBG). Je nach Kanton unterscheiden sich jedoch die Bundesbeteiligungen

und richten sich nach den strukturellen Voraussetzungen bzw. der Bevölkerungsdichte. Kantone mit hoher Bevölkerungsdichte müssen somit einen höheren Anteil der ungedeckten Kosten der jeweiligen Linien übernehmen (Anhänge 2 und 3 ARPV).

2.2 Unterschiede der Sprachregionen

Die Sprachgebiete sind die älteste nicht-institutionelle Gliederung der Schweiz. Die Aufteilung erfolgt aufgrund der am meisten gesprochenen Sprache pro Gemeinde (Bundesamt für Statistik (BFS), 2022). Da im RPV die Kantone federführend und relevant für die Bundesbeteiligung sind, werden in der vorliegenden Arbeit die Sprachregionen nach Kantonen gegliedert. Die folgenden überwiegend französisch- und italienischsprachigen Kantone werden dazu zur lateinsprachigen Schweiz zusammengefasst: Fribourg, Ticino, Vaud, Valais, Neuchâtel, Genève und Jura (Bundesamt für Statistik (BFS), 2024b).

Neben den Sprachgebieten wird die Schweiz auch topografisch unterteilt. Anhand der Höhenlage und Hangneigung ordnet das BFS die Gemeinden in Berggebiete ein (Bundesamt für Statistik (BFS), 2024a). Ein Vergleich dieser geografischen Einteilung, überlagert mit den Sprachregionen und der Bevölkerungsverteilung, zeigt deutliche strukturelle Unterschiede:

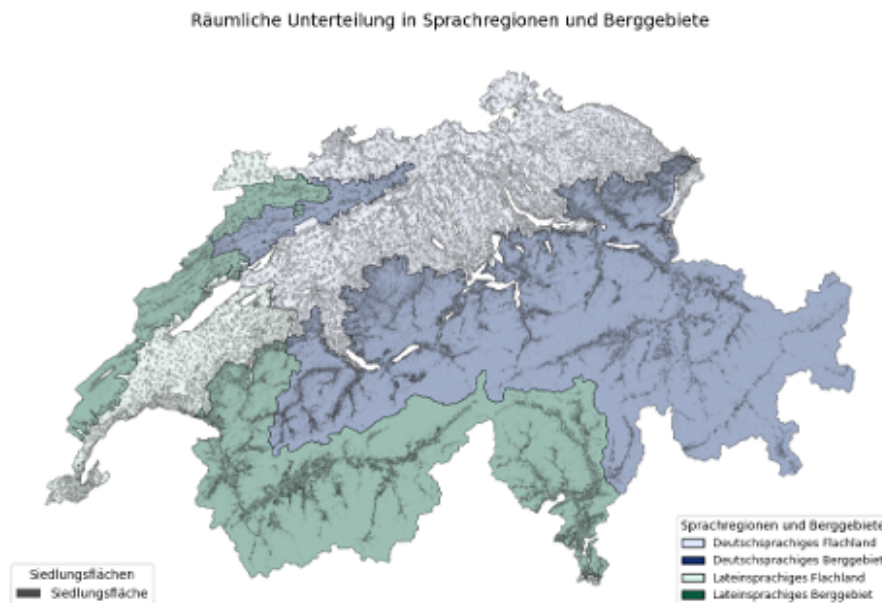


Abbildung 3: Räumliche Unterteilung in Sprachregionen und Berggebiete

1. **Die lateinsprachige Schweiz ist stärker von Berggebieten geprägt.** Rund vier Fünftel der Fläche gehören zu den Berggebieten. Zudem leben mehr als zwei Fünftel der Bevölkerung in Berggebieten. In der deutschsprachigen Schweiz machen die Berggebiete rund zwei Drittel der Fläche aus und werden von weniger als 20 % der deutschschweizerischen Bevölkerung bewohnt.

2. **Die deutschsprachige Schweiz ist dichter besiedelt.** Sowohl das Flachland¹ als auch die Sprachregion als Ganzes weist in der Deutschschweiz eine höhere Bevölkerungsdichte auf. Die Berggebiete sind hingegen in der lateinsprachigen Schweiz dichter besiedelt.

Die lateinsprachige Schweiz weist somit eine zerstreutere Siedlungsstruktur auf und ist stärker von Berggebieten geprägt. Abbildung 3 zeigt, dass sich der Grossteil der Siedlungsstruktur im Flachland befindet. Die Deutschschweiz weist eine zusammenhängendere Siedlungsstruktur auf. In den Berggebieten lassen sich jedoch die dicht besiedelten Täler erkennen, vor allem im Wallis und im Tessin. Diese unterschiedlichen Konstellationen zwischen den Sprachregionen bringen differenzierte Herausforderungen mit sich, um einen attraktiven und effizienten öffentlichen Verkehr zu gewährleisten.

Tabelle 2: Bevölkerungsdichte (Einwohner pro km²; Bevölkerungsanteil in Klammern) pro Sprachregion

Sprachregion	Berggebiet	Flachland	Gesamt
Lateinsprachig	103.3 (42.6 %)	546.9 (57.4 %)	193.4 (100 %)
Deutschsprachig	64.4 (17.4 %)	611.0 (82.6 %)	246.8 (100 %)

Tabelle 3: Flächenanteil pro Sprachregion

Sprachregion	Berggebiet	Flachland	Gesamt
Lateinsprachig	79.7 %	20.3 %	100 %
Deutschsprachig	66.6 %	33.4 %	100 %

2.2.1 Politische und kulturelle Unterschiede

Zwischen den Sprachregionen bestehen auch politische und kulturelle Unterschiede. Durch das föderalistische System und das Subsidiaritätsprinzip verfügen Kantone und Gemeinden über eine beträchtliche Autonomie und Handlungsspielraum. Die kulturellen Bedingungen spiegeln sich in den Regionen wider und der Staat nimmt eine unterschiedlich starke Rolle ein (Bundeskanzlei, 2026).

Abstimmungsergebnisse verdeutlichen diese Differenzen mit dem sogenannten «Röstigraben». Die Romandie unterstützt tendenziell staatliche Interventionen stärker. In der Deutschschweiz ist das Meinungsbild heterogener, unter anderem durch ein stärkeres Stadt-Land-Gefälle (Schweizer Radio und Fernsehen (SRF), 2023). Die Distanz zur Sprachregion und die Nähe zur französischen Landesgrenze verstärken diesen Unterschied in der Romandie, während die Nähe zur Sprachgrenze den Deutschschweizer Effekt verstärkt (deFacto, 2022).

¹Für Regionen, die nicht zu den Berggebieten gehören, wird der umgangssprachlich verbreitete Begriff *Flachland* verwendet.

Einzelne Studien weisen auf Unterschiede in kulturellen Wertorientierungen zwischen den Sprachregionen hin. Demnach werden in der deutschsprachigen Schweiz individualistischere Orientierungen tendenziell stärker betont, während in der lateinischen Schweiz Aspekte sozialer Verbundenheit und Flexibilität höher gewichtet werden. Zudem weist die Romandie eine höhere Machtdistanz auf, die teilweise auf die zentralistisch geprägte französische Kultur zurückgeführt werden kann (Uehlinger und Kammhuber, 2025).

Diese kulturellen Unterschiede zeigen sich trotz gleicher Institutionen und Wirtschaft im Berufsalltag. Die lateinsprachige Schweiz weist eine niedrigere Erwerbsquote (61.1 % gegenüber 65.6 %) ² (Bundesamt für Statistik (BFS), 2025e) und eine höhere Arbeitslosenquote (4.3 % gegenüber 2.7 %) (Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO), 2025) als die Deutschschweiz auf. Gleichzeitig ist die durchschnittliche Dauer der Arbeitslosigkeit rund sechs Wochen länger als in der Deutschschweiz. Diese Unterschiede werden in der Literatur unter anderem mit kulturellen Prägungen und unterschiedlichen Einstellungen zur Arbeit in Verbindung gebracht. Gleichzeitig sind auch strukturelle Faktoren wie Branchenstruktur, Urbanisierung, Grenzlage und Demografie zu berücksichtigen. Die lateinsprachigen Kantone sprechen sich zum Beispiel in Abstimmungen tendenziell für mehr Ferien und weniger Arbeitsstunden aus (Eugster et al., 2017).

2.2.2 Unterschiede im Verkehrswesen und Mobilitätsverhalten

Weitere Unterschiede zeigen sich im Verkehrswesen. In der lateinsprachigen Schweiz treten häufiger staatsnahe Organisationen auf. Dies zeigt sich in tendenziell weniger formalisierten Eigentümerstrategien, häufigeren Grundversorgungsaufträgen sowie in einer schwächer ausgeprägten Trennung zwischen Regulierung und Betrieb. Dies weist auf eine stärkere Einbindung des Staates und eine geringere Wettbewerbsneutralität hin. In der Deutschschweiz sind hingegen Eigentümerstrategien und Leistungsvereinbarungen verbreiteter, die Rollentrennung klarer umgesetzt und wettbewerbliche Bedingungen ausgeprägter (Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) und Polynomics, 2017). Diese Unterschiede sind nicht direkt determinierend für den KDG, prägen jedoch die institutionellen Rahmenbedingungen.

Tabelle 4 zeigt deutliche regionale Unterschiede in den Mobilitätskennzahlen und deutet darauf hin, dass die strukturellen und kulturellen Unterschiede auch das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung beeinflussen. Beispielsweise besitzen Haushalte in der lateinsprachigen Schweiz im Durchschnitt mehr motorisierte Fahrzeuge und weniger Velos. Deutschschweizer Haushalte besitzen hingegen anteilmässig rund doppelt so viele Halbtax- und Generalabonnemente. Folglich nutzen Personen in der lateinsprachigen Schweiz häufiger den motorisierten Individualverkehr (MIV) und seltener den ÖV. Die Reisezwecke sind jedoch weitgehend ähnlich. Diese Unterschiede lassen sich teilweise durch unterschiedliche

²Die kantonalen Erwerbsquoten werden gewichtet nach der ständigen Wohnbevölkerung der jeweiligen Sprachregion gemittelt.

Tabelle 4: Mobilitätskennzahlen nach Sprachregion und Urbanisierungsgrad

Mobilitätskennzahlen	Sprachregion			Urbanisierungsgrad		
	D	F	I	Stadt	Interm.	Land
<i>Anteilmässiger Fahrzeugbesitz der Haushalte (in %)</i>						
Auto	77	80	82	71	89	91
Velo	66	53	44	61	64	61
<i>Anteilmässiger Besitz von ÖV-Abonnements (in %)</i>						
Halbtax-Abonnement	39.5	24.1	13.4	35.2	35.0	31.8
Generalabonnement	10.0	5.3	3.6	9.5	7.3	6.5
Tarifverbundabonnement	10.6	12.7	9.4	14.2	6.6	4.0
Total ÖV-Abonnements	58.6	42.6	26.1	57.3	48.6	42.8
<i>Modalsplit nach Tagesdistanz (in %)</i>						
Motorisierter Individualverkehr	68	76	82	65	76	81
Öffentlicher Verkehr	22	16	13	24	15	11
<i>Mobilitätswert nach Tagesdistanz (in %)</i>						
Arbeit	28	26	29	27	29	28
Freizeit	44	41	42	45	41	41

D = Deutschschweiz, F = französischsprachige Schweiz, I = italienischsprachige Schweiz.
Urbanisierungsgrad nach BFS-Stadt/Land-Typologie (Bundesamt für Statistik (BFS), 2025b).
Datenquelle: (Bundesamt für Statistik (BFS) und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), 2023).

Urbanisierungsgrade erklären. Das Gefälle zwischen der deutsch- und lateinsprachigen Schweiz korreliert mit diesem der Stadt- und Landregionen. Der Fahrzeugbesitz ist in ländlichen Gebieten deutlich höher als in urbanen Regionen. Generalabonnements sind in urbanen Regionen verbreiteter, jedoch ist der Anteil mit Verbundabos in Städten bis zu dreimal höher als auf dem Land (Bundesamt für Statistik (BFS) und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), 2023). Doch der Urbanisierungsgrad erklärt die Unterschiede nicht vollständig. Alle Sprachregionen besitzen städtische und ländliche Gebiete. Zusätzlich ist der Bevölkerungsanteil mit einem ÖV-Abonnement in der italienischsprachigen Schweiz deutlich tiefer als jener in ländlichen Regionen. Dies deutet auf kulturelle oder angebotsbezogene Unterschiede hin.

Blatti und Munafò (2019) bestätigen diese Erkenntnisse. Urbane Gebiete weisen höhere ÖV-Anteile auf. In Basel, Bern und Zürich betragen die ÖV-Weganteile über 20 %. Vergleichbare Agglomerationen in der lateinsprachigen Schweiz verzeichnen zwar ebenfalls hohe Anteile, jedoch erreichen sie die 20 %-Marke nicht. Eine flächendeckende Betrachtung zeigt, dass die ÖV-Anteile bei gleicher Erschliessungsqualität in der Deutschschweiz deutlich höher sind. Beispielsweise beträgt der Modalsplit bei sehr guter Erschliessung rund 24.5 % in der Deutschschweiz, 18.5 % in der Romandie und 13 % in der italienischen Schweiz.

Dies deutet auf einen kulturellen Unterschied in der Verkehrsmittelwahl hin.

Verschiedene Mentalitäten sind auch in den Schwerpunkten der Verkehrsstrategien ersichtlich. So lag der Schwerpunkt in der Romandie bis Ende des 20. Jahrhunderts auf dem Strassenverkehr. Grosse Ausbauschritte der Bahninfrastruktur werden erst in den kommenden Jahren nachgeholt (Spörri, 2022). So wurde die S-Bahn Zürich zusammen mit dem Zürcher Verkehrsverbund 1990 gegründet, während die RER Vaud als erste S-Bahn in der lateinsprachigen Schweiz erst 2004 folgte (État de Vaud, 2022; Zürcher Verkehrsverbund (ZVV), 2026). Zudem werden in den nächsten Jahren beträchtliche Ausbauprogramme in der lateinsprachigen Schweiz umgesetzt, die auf einen Nachholbedarf hindeuten (Schweizerische Bundesbahnen (SBB), 2026).

2.3 Ertrags- und Kostenstrukturen

Der KDG ergibt sich aus dem Quotienten der Markterlöse und der Vollkosten. Um mögliche Ursachen der beobachteten regionalen Differenzen im KDG zu identifizieren, werden Erlös- und Kostenstrukturen treiberorientiert analysiert. Die Planrechnungen der TU basieren auf buchhalterischen Ertragsrechnungen. Für die Identifikation von KDG-Treibern ist daher eine strukturierte Zerlegung der Erlös- und Kostenseite zweckmässig³. Abbildung 4 stellt die verwendete konzeptionelle Struktur dar. Sie wurde aus den Return-of-Assets-Bäumen von Lai (2013) und aus der Kalkulationsstruktur des Bestellverfahrens (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2025b) abgeleitet. Ziel ist es, die operationellen Indikatoren einzubeziehen. Diese Strukturen sind sowohl auf Linien- als auch auf Spartenebene anwendbar.

2.3.1 Erlösseite

Die Erlöse des RPV setzen sich aus den Verkehrserlösen (Fahrausweise), übrigen Erlösen (z. B. Gepäcktransport und Reservationsgebühren) sowie Nebenerlösen (z. B. Werbeeinnahmen) zusammen. Abgeltungen von der öffentlichen Hand nach Art. 28 PBG werden grundsätzlich nicht zu den Erlösen gezählt. Die Vollkosten beinhalten alle Kosten, die der Linie bzw. der RPV-Sparte verrechnet werden (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2017). Für die Treiberanalyse lassen sich die Verkehrserlöse in zwei Komponenten zerlegen: *Erlösniveau* und *Nachfrage*. Das Erlösniveau beschreibt vereinfacht das Erlösvolumen pro Nachfragemenge, während die Nachfrage durch Personenkilometer (PKM)⁴ angenähert wird.

Nachfrage und Preise beeinflussen sich gegenseitig. Die Preiselastizität

$$\varepsilon = \frac{\Delta \text{Nachfrage}}{\Delta \text{Preis}} \cdot \frac{\text{Preis}}{\text{Nachfrage}}$$

³Die Literatur beschäftigt sich neben den betriebsökonomischen Strukturen zudem mit der Wohlfahrtsökonomie. In der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus auf den finanziellen Kosten- und Erlöstreibern. Beispielsweise werden Externalitäten sowie Gleichgewichtsaspekte dabei nicht vertieft berücksichtigt.

⁴Die PKM beschreiben die Summe der Reiseweite aller Einsteiger pro Jahr.

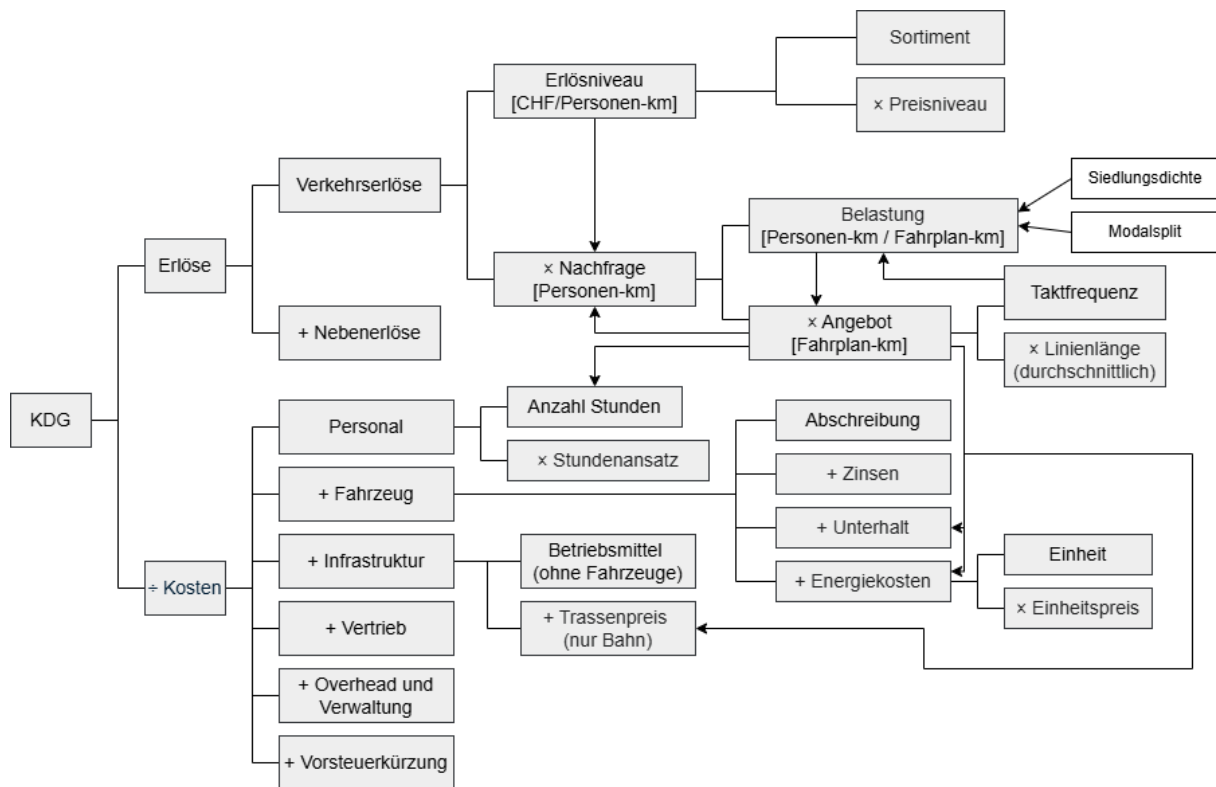


Abbildung 4: Ertrags- und Kostenstrukturen im regionalen Personenverkehr

Die Kalkulationsstruktur im RPV orientiert sich an der buchhalterischen Rechnungslegung (Ertrag und Aufwand) und nicht an einer reinen Cashflow-Betrachtung (Art. 28 ff. PBG). Entsprechend werden auch nicht zahlungswirksame, aber kostenwirksame Positionen wie Abschreibungen sowie nicht rückerstattbare Vorsteueranteile (Vorsteuerkürzung) in den Offerten berücksichtigt.

gilt im Verkehr als unelastisch. Die Nachfrageelastizität im Schweizer ÖV wird mit -0.5 gegenüber den Preisen und -0.8 gegenüber der Reisedauer geschätzt. Der MIV ist mit je -0.1 beinahe vollkommen inelastisch (Blatti und Munafò, 2019). Diese Werte beziehen sich auf kurzfristige Anpassungsreaktionen. Langfristig ist von höheren Elastizitäten auszugehen.

Erlösniveau Das Erlösniveau wird durch das Tarifniveau (Preisniveau) sowie die Fahrausweisstruktur (Sortiment) bestimmt. Die Tariflandschaft ist äusserst komplex. Neben den streckenbezogenen Fahrausweisen des Nationalen Direkten Verkehrs (NDV) werden auch Pauschalangebote und Tarifverbundfahrausweise angeboten. Insgesamt erwirtschaftet der Schweizer ÖV rund 6.5 Milliarden Franken Verkehrserlöse pro Jahr, wobei je rund ein Drittel aus Einzelfahrausweisen, Pauschalfahrausweisen und Verbunderlösen stammt (Alliance SwissPass, 2024). Abbildung 5 stellt die vereinfachte Differenzierung der Verkehrserlöse dar. Das Erlösniveau kann somit nicht ohne Weiteres generalisiert werden. Unterschiede können sowohl aus den unterschiedlichen Preisniveaus einzelner Produkte als auch aus Unterschieden in der Produktstruktur resultieren. Die Preise sind dabei zwar streckenbezogen, jedoch unabhängig von Tageszeit und Verkehrsmittel (Art. 15 Abs. 4 lit. b PBG).

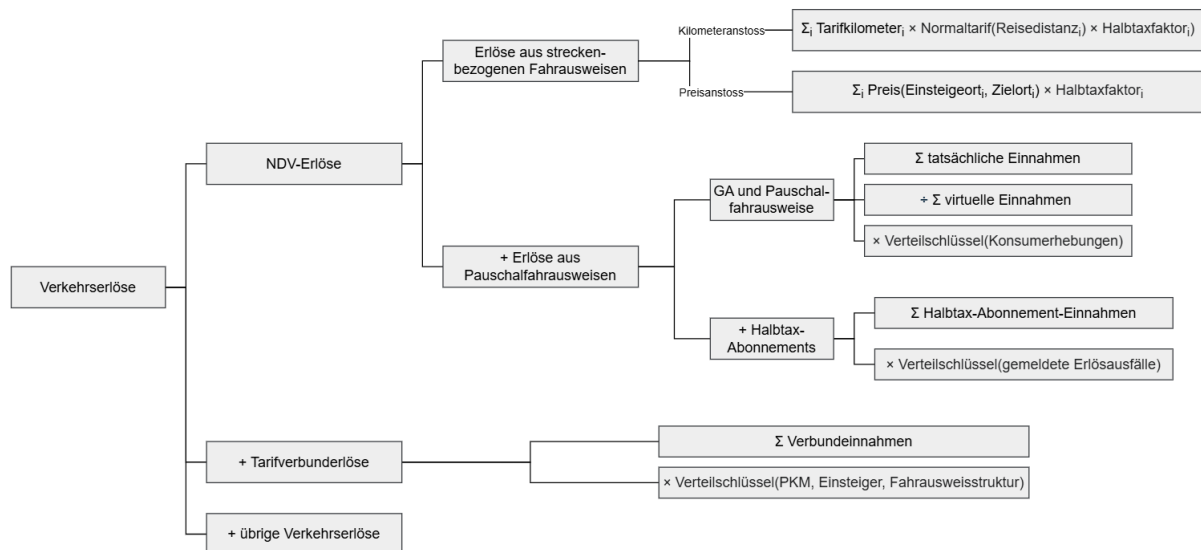


Abbildung 5: Vereinfachte Differenzierung der Verkehrserlöse

Unter Berücksichtigung der hohen Fixkosten und geringen kurzfristigen Grenzkosten im ÖV stellt sich dabei die Frage nach einer wohlfahrtsökonomisch effizienten Preisbildung⁵. In regulierten Monopolen folgt aus der Ramsey-Boiteux-Preissetzung, dass Preisaufschläge gegenüber den Grenzkosten invers proportional zur Nachfrageelastizität ausgestaltet werden sollten. Jürg Niehans hat diese Logik für Mehrproduktmonopole in einer matrixbasierten Darstellung der Elastizitätsbeziehungen formalisiert. Je unelastischer die Nachfrage, desto stärker kann zur Deckung der Fixkosten vom Grenzkostenpreis abgewichen werden. Die effektive Elastizität hängt jedoch wesentlich von Substituten – im vorliegenden Fall insbesondere des MIV – ab, die die zulässigen Preisaufschläge begrenzen. Gleichzeitig weist der ÖV einen ausgeprägten Mehrproduktcharakter auf: Die optimale Tarifstruktur ergibt sich nicht isoliert aus den Grenzkosten einzelner Leistungen, sondern aus ihren gegenseitigen Nachfragebeziehungen sowie aus komplementären und substitutiven Effekten. Eine weitgehende Preisdifferenzierung könnte theoretisch zu Effizienzgewinnen führen, verursacht jedoch wesentliche zusätzliche Komplexitäts- und Vertriebskosten (Niehans, 1956). Durch die regulatorischen Vorgaben wie Gleichbehandlung und Tarifvereinheitlichung kann die Preistheorie im RPV nur eingeschränkt umgesetzt werden.

Im Schweizer ÖV werden die Fahrausweise sowie deren Preise je nach Art unterschiedlich festgelegt. Der NDV ermöglicht schweizweite Reisen über das Netz einzelner TU hinaus (Art. 16 PBG). Die TU besitzen dabei grundsätzlich die Tarifhoheit. Die Preise werden unter anderem nach den Kosten gebildet, jedoch müssen die Preise für Reisende in vergleichbarer Lage ausgeglichen sein (Art. 15 PBG). Abbildung 6 zeigt die Komplexität und Vielfalt der NDV-Angebote.

⁵Aus preistheoretischer Sicht entsprechen die Grenzkosten der Transportleistung einer weiteren Person, die vernachlässigbar gering sind. Inwiefern diese Ansicht auf den RPV angewandt werden kann, wird in Kapitel 2.3.2 diskutiert.

	6–15.99 Jahre 	16–24.99 Jahre 	25–64.99 Jahre 	65+ 
Billette	– Einzel- und Streckenbillett – Sparbillett	– Gruppenbillett – Mehrfahrtenkarte	– Klassenwechsel – Streckenwechsel	– Cityticket – Sparklassenwechsel
Tageskarten	Kinder-Tageskarte	– Tageskarte (mit/ohne Halbtax) – Spartageskarte Gemeinde – Spartageskarte	– Hunde-Tageskarte – Velo-Tageskarte	– Tandem-Tageskarte – Friends-Tageskarte
Pauschal- fahrausweise	Schultageskarte für 6–24.99 Jahre			– GA Erwachsene – GA Familia Erwachsene – GA Duo – GA für Reisende mit Behinderung – GA-Monatskarte
	– GA Kind – GA Familia Kind	– GA Jugend – GA Familia Jugend	GA für 25-Jährige	– GA Seniorin – GA Senior
	– Junior-Karte – Kinder-Mittfahrkarte			
	– GA Night – Streckenabo Junior	– Modulabo Junior – Verbundabo Junior	– Streckenabo Erwachsene – Modulabo Erwachsene – Verbundabo Erwachsene	
	– Velo-Pass – Hunde-Pass			
Halbtax	Fahrt zum reduzierten Preis	Halbtax Jugend	Halbtax	
Halbtax PLUS		Halbtax PLUS Jugendliche (Guthabengrössen 1000, 2000 und 3000 Franken)	Halbtax PLUS (Guthabengrössen 1000, 2000 und 3000 Franken)	
Touristische Angebote	Gratis mit Swiss Family Card	– Swiss Travel Pass Youth – Swiss Travel Pass Flex Youth	– Swiss Travel Pass – Swiss Travel Pass Flex	
		– Swiss Half Fare Card	– Interrail/Eurail	
Zusatzangebote	– RailAway	– Gepäcktransport	– Mitfahrtageskarte	– Platzreservierungen

Hinweis: Aktionen, zeitlich beschränkte Angebote sowie Testprodukte werden in dieser Auflistung nicht aufgeführt.

Abbildung 6: Überblick der dauerhaft erhältlichen Fahrausweise im Nationalen Direkten Verkehr (Alliance SwissPass, 2024, S. 26)

Die Einnahmen vom NDV werden schweizweit durch die Alliance SwissPass⁶ verwaltet und an die verschiedenen TU verteilt. Die Zuweisung ist dabei nicht trivial und kann nicht generalisiert werden.

- Die streckenbezogenen Fahrausweise werden nach den Verkaufszahlen direkt an die TU verteilt.
- Pauschalfahrausweise – mit Ausnahme der Halbtax-Abonnementerlöse – werden aufgrund fehlender Informationen zum Reiseweg wie folgt verteilt: Die Alliance SwissPass berechnet basierend auf Konsumerhebungen virtuelle Erträge, die sich aus den Einzelfahrtpreisen der angenommenen Strecken ergeben. Anhand dieser virtuellen Einnahmen und Konsumerhebungen werden die tatsächlichen Einnahmen an die TU verteilt.
- Die Einnahmen aus den Halbtax-Abonnements werden aufgrund der gemeldeten Erlösausfälle durch die vergünstigten Halbtax-Billette den TU zugeordnet (Alliance SwissPass, 2024).

⁶Die Alliance SwissPass ist die Branchenorganisation des ÖV und zuständig für die Tarifbestimmungen, Vertriebslösungen sowie Informationssysteme.

Die Prinzipien der Einnahmenverteilung

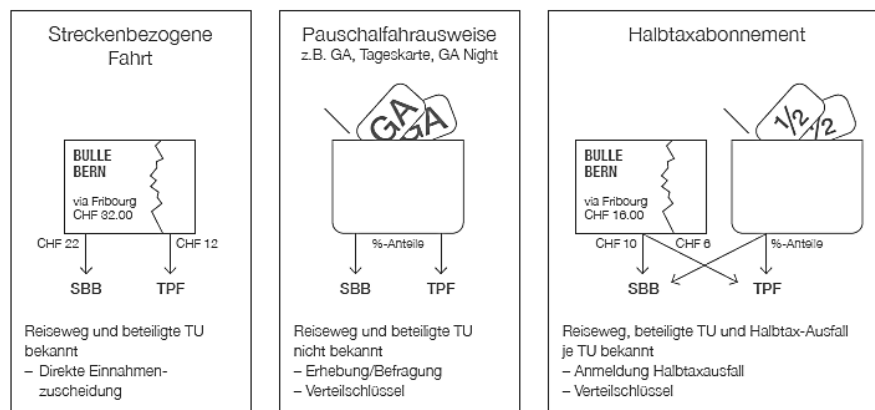


Abbildung 7: Einnahmeverteilung im Nationalen Direkten Verkehr (Alliance SwissPass, 2024, S. 35)

Abbildung 7 fasst die NDV-Erlösverteilung grafisch zusammen. Tarifverbünde sind hingegen regionale Tarifsysteme. Nach dem Raum-und-Zeit-Prinzip werden Einzelbillette in Zonen und nicht streckenbezogen verkauft, d. h., die Reisenden können sich frei in den bezahlten Zonen während der Gültigkeitsdauer mit dem ÖV bewegen. Die Gesamteinnahmen werden aus Einzel- und Pauschalfahrausweisen anhand der Einsteiger, PKM und Fahrausweisstruktur verteilt (Art. 48 Abs. 1 ARPV). Jedoch entscheidet jeder Tarifverbund eigenständig über die Gewichtung der einzelnen Faktoren. Das Tarifniveau unterscheidet sich je Tarifverbund, darf aber 80 % des NDV nicht unterschreiten (Art. 48 Abs. 2 ARPV). Allfällige Unterschreitungen sind von den Verursachern zu kompensieren (Art. 47 Abs. 2 ARPV). Im RPV werden die Kompensationen den Erlösen zugewiesen (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2017), wodurch die Auswirkungen verschiedener Tarifniveaus auf den KDG abgeschwächt werden.

Die Pauschalfahrausweis- und Tarifverbunderlöse hängen somit nicht nur von den Beförderungsleistungen der jeweiligen Linien und TU, sondern auch vom Mobilitätsverhalten der Passagiere ab. Wenn ein TU viele Einsteiger und PKM mit Pauschal- bzw. Tarifverbundfahrausweisen befördert, wird diesem ein höherer Anteil der Erlöse zugeteilt. Durch die vermehrte Nutzung der Produkte sinkt jedoch der Ertrag pro Beförderungsleistung für alle TU.

Nachfrage Die Nachfrage ist neben dem Erlösniveau ein zentraler Treiber der Verkehrserlöse. Sie wird hier durch PKM beschrieben und ergibt sich aus dem Zusammenspiel von Angebot und Belastung. Abbildung 8 stellt dies schematisch dar.

Die Belastung beschreibt die durchschnittliche Anzahl der Passagiere im Fahrzeug. Dies kann weiter in Einsteiger pro Fahrplankilometer und in die durchschnittliche relative Reiseweite unterteilt werden. Die Einsteiger pro Fahrplankilometer beschreiben, wie stark eine Linie im Durchschnitt frequentiert ist. Die Anzahl der Einsteiger wird dabei wesentlich

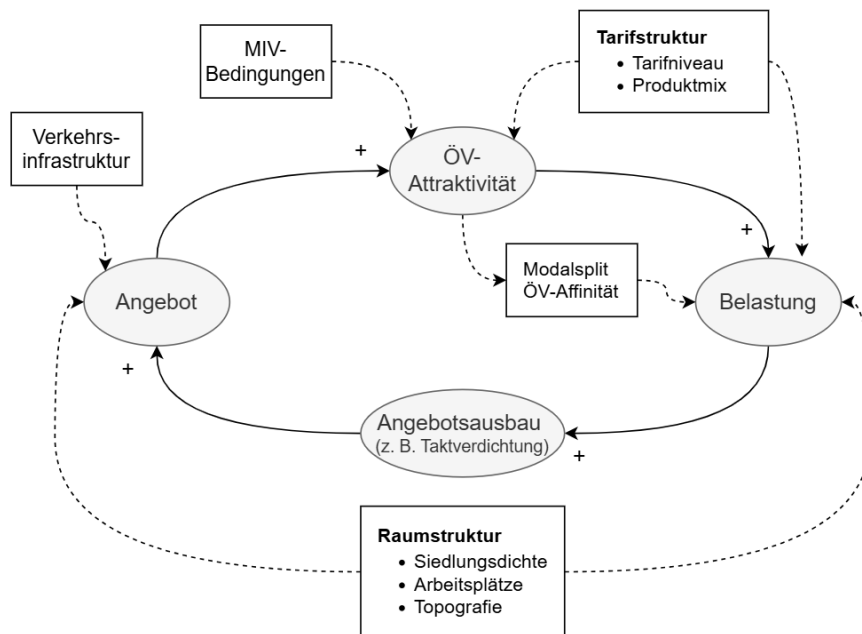


Abbildung 8: Vereinfachte schematische Darstellung der Merkmale und Zusammenhänge von Angebot und Belastung

von den folgenden Faktoren beeinflusst:

- Siedlungsdichte (Anzahl Einwohner und Arbeitsplätze im Einzugsgebiet)
- Haltestellendichte
- ÖV-Angebot und -Erschliessung
- Modal Split des ÖV

Die Einsteigerzahl spiegelt das Nachfragevolumen wider, während die relative Reiseweite die Nachfragestruktur abbildet. Letztere beschreibt den Anteil der Linienlänge, den ein durchschnittlicher Fahrgast nutzt. Diese Kennzahl zeigt, wie gut die Linienlänge mit dem realen Fahrgastverhalten übereinstimmt und weist auf Anzeichen für Unterschiede in der Effizienz und Zweckmässigkeit zwischen den einzelnen Linien hin. Eine hohe relative Reiseweite zeigt, dass die Linienlänge und -führung gut auf die Nachfrage abgestimmt sind. Eine niedrige relative Reiseweite deutet darauf hin, dass Passagiere oft nur kleine Teilstrecken zurücklegen. Diese Kennzahl ist jedoch mit Vorsicht zu interpretieren. Teilweise werden einige Kurse nur auf viel frequentierten Teilstrecken durchgeführt, womit das Angebot an die Nachfrage abgestimmt ist. Die relative Reiseweite wird jedoch anhand der maximalen Linienlänge berechnet. Trotzdem gibt die Kennzahl Hinweise auf die Nachfragestruktur, also ob die Nachfrage zentral oder verteilt ist, und auf die Angebotsgrundsätze der jeweiligen Region und Besteller. Eine niedrige relative Reiseweite ist somit nicht per se schlecht. In Verbindung mit einer geringen Anzahl von Einsteigern ist eine Linie jedoch detailliert zu analysieren und eine Angebotsanpassung zu prüfen.

Die Belastung hängt direkt mit dem Angebot zusammen. Dieses ist hier mit Fahrplan-kilometern beschrieben und gibt an, wie oft eine Linie betrieben wird (Frequenz) und wie lang sie ist (Linienlänge). Die durchschnittliche Linienlänge beschreibt die räumliche Dimension des Angebots und kann als Annäherung der erschlossenen Fläche und der Siedlungsbedingungen dienen. Grosse Distanzen zwischen Knotenpunkten können womöglich zu längeren Linien führen, um alle Ortschaften zu erschliessen. Die Linienlänge berücksichtigt jedoch nicht die Linienführung und die tatsächliche Erschliessung durch Haltestellen. Die Taktfrequenz bzw. die Anzahl der Fahrten bildet hingegen die zeitliche Dimension ab. Zwischen dem Angebot und der Belastung besteht eine positive Rückkoppelungsschleife. Eine hohe Nachfrage und damit eine hohe Belastung rechtfertigen einen Angebotsausbau, etwa in Form einer Taktverdichtung, wodurch die Attraktivität des Angebots steigt und zusätzliche Nachfrage generiert wird. Insbesondere sinken die Wartezeiten, was einen Nutzengewinn für bestehende und neue Nutzer bewirkt. Kurzfristig kann dies zu einer geringeren Auslastung führen, da sich die Nachfrage zeitlich verzögert anpasst. Dieser nachfrageinduzierte Angebotsausbau führt langfristig jedoch wiederum zu einer höheren Belastung und kann weitere Angebotsausweitungen auslösen (Bar-Yosef et al., 2013). Diese Rückkoppelungsschleife ist insbesondere im subventionierten ÖV von Bedeutung. Der durch Angebotsausweitungen entstehende Nutzen für bestehende Fahrgäste stellt einen positiven externen Effekt dar, der von TU nicht vollständig internalisiert wird. In einem unregulierten Markt resultiert daraus nach Mohring (1972) ein Angebotsniveau, das unter dem gesellschaftlich optimalen liegt. Im RPV können die Besteller diesem Marktversagen durch eine gezielte Angebotsplanung entgegenwirken und so das soziale Optimum anstreben.

Die Nachfrageelastizität in Bezug auf das ÖV-Angebot in PKM beträgt ca. 0.3, wobei weitere Faktoren ebenfalls ausschlaggebend sind. Das Einkommen bzw. ÖV-Preise sowie die durchschnittliche Geschwindigkeit bzw. die Fahrtdauer sind ebenfalls bedeutende Indikatoren (Vrtic, 2026). Das Angebotskonzept muss somit als Ganzes betrachtet werden. Petersen (2016) zeigte mit Fallbeispielen, dass auch in ruralen Gebieten ein ÖV-Angebot mit angemessener Auslastung und KDG betrieben werden kann. Durch den Taktfahrplan und die Koordinierung des ÖV werden die Anschlüsse attraktiver und die Reisezeiten reduziert. Im Unterengadin profitiert die Nachfrage zusätzlich vom Tourismus und der Siedlungsentwicklung entlang eines Korridors, die topografisch bedingt ist. Im Zürcher Weinland sind die Anschlüsse an den vorwiegenden Verkehrskorridor relevant. Zusätzlich erlauben kompakte rurale Raumplanungsentwicklungen eine effizientere Nutzung des Angebots. Die räumlichen Gegebenheiten sind bei der Angebotsplanung zentral. Die Siedlungsdichte kann den Ausbau einzelner Verkehrsmittel erleichtern oder erschweren. Höhere Siedlungsdichten und kompaktere Strukturen erlauben eine höhere Nachfrage, die ein effizienteres Angebot ermöglicht. Die Abstimmung zwischen Angebots- und Raumplanung ist demnach relevant. Ergänzend ist die Abstimmung mit Substituten, in diesem Fall der

MIV, wichtig. Attraktive MIV-Bedingungen reduzieren die ÖV-Nachfrage (Blatti und Munafò, 2019).

Diese Dekomposition beschränkt sich ausschliesslich auf das Angebotsvolumen. Weitere Angebotsindikatoren sind die Kapazitäts- und Anschlussbedingungen, die sich auf die Erlöse, aber auch auf die Kosten auswirken.

2.3.2 Kostenseite

Die Kostenstruktur in Abbildung 4 bildet die grössten Kostenarten ab. Die TU müssen ab dem Bestellverfahren 2027/2028 die Planrechnung anhand der Kalkulationsstruktur des BAV erstellen. Diese Vereinheitlichung ermöglicht strukturierte Prozesse und mehrjährige sowie TU-übergreifende Vergleiche, die bislang nur sehr limitiert möglich sind.

Kostenarten Die Kostenarten umfassen:

Personal Die direkten Personalkosten machen einen Grossteil der Gesamtkosten aus. Sie umfassen das Führen der Fahrzeuge sowie die Fahrzeugs- und Sicherheitsbegleitung. Sie ergeben sich aus dem Stundenansatz und der Anzahl Stunden.

Der Stundenansatz kann dabei als Lohnniveau des TU interpretiert werden. Die Stundenanzahl ist angebots- bzw. volumenabhängig. Im Vergleich zu den Fahrplanstunden sind weitere Erkenntnisse, z. B. über die Effizienz der Angebote, möglich. Im RPV werden bis 2026 nur die Fahrdienstpersonalkosten für Buslinien erfasst. Wenn die produktiven Stunden⁷ die Fahrplanstunden deutlich übersteigen, existieren lange Wendezeiten. Ein-, Aus- und Übergangsfahrten sind in den Indikatoren nicht enthalten. Diese werden somit indirekt im Stundenansatz mitberechnet, weshalb eine mögliche Verzerrung berücksichtigt werden muss:

$$\text{Stundenansatz} = \frac{\text{Fahrdienstpersonalkosten}}{\text{produktive Stunden}}$$

Fahrzeuge Die Fahrzeugkosten umfassen sämtliche Betriebs-, Unterhalts- und Finanzierungskosten der Fahrzeuge. Die Kosten für Züge sind typenabhängig und nur schwer untereinander vergleichbar. Busse sind hingegen mehrheitlich standardisiert. Trotzdem fallen Preisunterschiede zwischen Anbietern und Bestellmengen an. Die TU beschaffen die Fahrzeuge mit Eigen- oder Fremdkapital und verrechnen die anfallenden Zins- und Abschreibungskosten in den RPV-Planrechnungen.

Die Energiekosten, die sich aus dem Produkt des Energiepreises und des Energieverbrauchs ergeben, weisen auf die Energieeffizienz und auf das Preisniveau hin.⁸

⁷Die produktiven Stunden beinhalten die Fahrplanstunden sowie die Wendezeiten.

⁸Die Energiepreise werden erst ab 2027 digital erfasst. Der Energieverbrauch ist hingegen nur eine freiwillige Angabe.

Infrastruktur Die Infrastrukturkosten setzen sich aus den Betriebsmitteln – abgesehen von den Fahrzeugen – und für Bahnlinien zusätzlich aus dem Trassenpreis zusammen. Zu den Betriebsmitteln zählen beispielsweise Depots. Die Finanzierung erfolgt analog zu den Fahrzeugen. Der Trassenpreis wird für die Benutzung des Schienennetzes erhoben und vom Bund festgelegt. Dieser hängt mehrheitlich vom Rollmaterial und dessen Grösse ab und deckt die Grenzkosten (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2025f). Die TU können durch betriebliche und technische Entscheidungen zwar teilweise leicht Einfluss nehmen, beispielsweise durch den Energieverbrauch und gewichtsabhängige Faktoren. In der vorliegenden Arbeit wird dieser Einfluss jedoch als gegeben betrachtet, da er als vernachlässigbar erachtet wird. Um eine Verzerrung der Ergebnisse zu verhindern, werden Kostenmodelle für diese Kostenart kontrolliert.

Vertrieb Zu den Vertriebskosten zählen unter anderem Kosten für Provisionen und Verkaufsstellen. Je nach Linie und TU bestehen hier starke Unterschiede. Die gemeinsamen Kosten werden durch die Alliance SwissPass teilweise nach den Einnahmen und teilweise verursachergerecht an die TU verrechnet (Alliance SwissPass, 2024).

Overhead und Verwaltung Zum Overhead zählen die Betriebs-, Marketing- und Verwaltungskosten. Ein hoher Anteil dieser Kosten kann auf Ineffizienzen innerhalb eines TU hinweisen.

Vorsteuerkürzung Da Abgeltungen nicht der Mehrwertsteuer unterliegen, sind Vorsteuerabzüge nur anteilig zulässig. Die Vorsteuerkürzung bildet den nicht abzugsfähigen Teil der Vorsteuer ab und wird im Bestellverfahren kostenwirksam berücksichtigt. Im RPV kann die Vorsteuerkürzung entweder pauschal oder effektiv berechnet werden. Für 2025 beträgt die Pauschale 3.8 % der Abgeltungen.

Kostenverteilung Je nach Verkehrsmittel unterscheiden sich die Anteile der Kostenarten stark. Deshalb werden Bus- und Bahnlinien im Benchmarking des BAV separat betrachtet (Rapp Trans AG, 2021). Die Personalkosten machen bei Buslinien im Durchschnitt fast die Hälfte der Kosten aus, die Fahrzeuge, Abschreibungen und Treibstoff rund 37 %. Bei Bahnlinien verursachen Personalkosten nur einen Viertel der Kosten. Hingegen sind 42 % auf Fahrzeugkosten und weitere 20 % auf den Trassenpreis zurückzuführen. Die Kostenaufteilung durchschnittlicher Bahn- und Buslinien ist in Abbildung 9 dargestellt.

Cowie (2010) hat ähnliche Tendenzen festgestellt. In seinen Beobachtungen machten Lohnkosten bei Busunternehmen rund 69 % aus. Bei Bahnunternehmen waren Fahrzeug-, Infrastruktur- und Overheadkosten mit 30 %, 25 % und 22 % die grössten Kostenarten. Diese wesentlichen Differenzen sprechen dafür, auch in der vorliegenden Arbeit zwischen den Verkehrsmitteln zu unterscheiden.

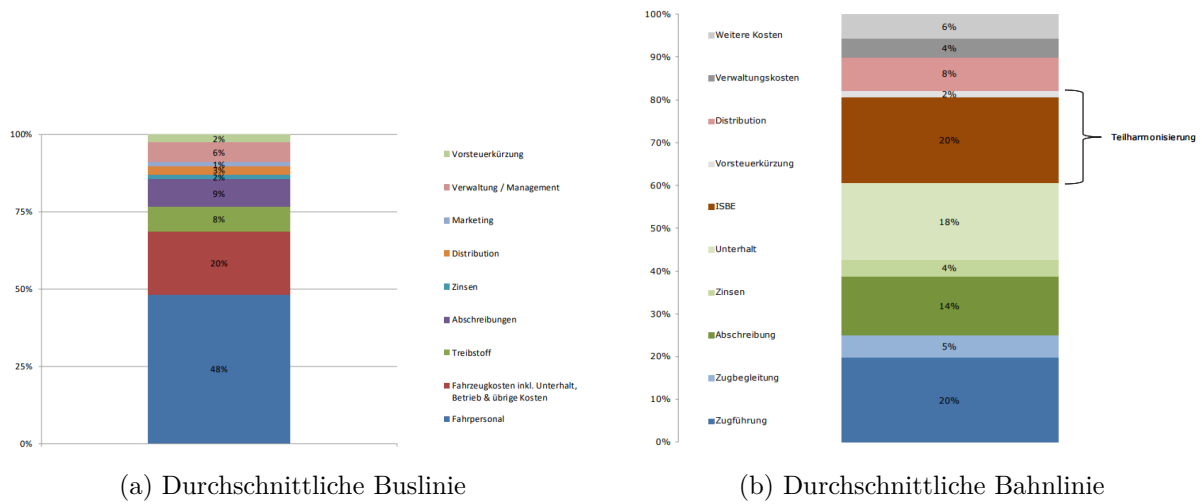


Abbildung 9: Struktur der Vollkosten einer durchschnittlichen Bus- und Bahnlinie (Rapp Trans AG, 2021)

Kosten können in Kapital- und Betriebskosten unterteilt werden. Zu den Kapitalkosten gehören im Transportwesen insbesondere Fahrzeug- und Infrastrukturkosten, während Energie-, Personal- und Unterhaltskosten den Betriebskosten zuzuordnen sind. Kurzfristig können Kapitalkosten als fix und Betriebskosten als variabel betrachtet werden; langfristig sind jedoch alle Kosten variabel (Kockelman et al., 2013). Diese Sichtweise interpretiert die Verkehrsleistung bzw. die gemäss Fahrplan erbrachten Fahrten als Output. Nach dieser Betrachtung belaufen sich die Kapitalkosten bei Buslinien auf rund 10–15 % und bei Bahnlinien auf rund 20 %. Letzterer Anteil erscheint vergleichsweise niedrig, was darauf zurückzuführen ist, dass die Bahninfrastruktur in der Schweiz grösstenteils über den Bahninfrastrukturfonds (BIF) finanziert wird (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2025f).

Im RPV wird das Angebot jedoch im Voraus festgelegt und im Fahrplan für ein Jahr verbindlich veröffentlicht (Art. 31a^{quater} Abs. 1 PBG; Art. 8 FPV). Da die TU verpflichtet sind, die im Fahrplan vorgesehenen Fahrten durchzuführen (Art. 14 Abs. 1 PBG), können im RPV kurzfristig nahezu alle Kosten als quasi-fix in Bezug auf das bestellte Angebot betrachtet werden. Kostenvariationen ergeben sich primär durch Änderungen im Rollmaterial sowie durch geringfügige Abweichungen bei Energie- und Unterhaltskosten infolge variierender Nachfrage, welche im vorliegenden Kontext vernachlässigbar sind. Diese Perspektive definiert die Nachfrage bzw. das bestellte Angebot als Output und wird auch in der Preistheorie verwendet. Sie kann als Annäherung an die resultierende soziale Wohlfahrt interpretiert werden.⁹

⁹In wohlfahrtsökonomischer Perspektive kann die kurzfristige Kostenstruktur des RPV durch eine Kostenfunktion

$$C(Q) = F(\bar{K}) + c(Q)$$

beschrieben werden, wobei Q das bestellte Verkehrsangebot und $\bar{K}$ den kurzfristig gegebenen Kapitalstock bezeichnet. Da Q im RPV durch den genehmigten Fahrplan festgelegt ist, sind kurzfristige marginale Kostenänderungen gering ($\partial C / \partial Q \approx 0$), sodass die Kosten relativ zum bestellten Angebot als quasi-fix betrachtet werden können.

Operationelle Indikatoren Operationelle Indikatoren werden häufig in kostenbasierten Modellen verwendet, da sie als erklärende Variablen Unterschiede in der Leistungserbringung und Effizienz abbilden. Das Kennzahlensystem des BAV berücksichtigt unter anderem die durchschnittliche Geschwindigkeit, die Fahrplaneffizienz sowie die Fahrzeugkapazität (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2017). Diese Indikatoren erfassen sowohl zeit- als auch streckenabhängige Kostenkomponenten, wobei die durchschnittliche Geschwindigkeit beide Dimensionen verbindet. Die Fahrplaneffizienz berücksichtigt zusätzlich Wende- und Überfahrtszeiten, während denen weiterhin Kosten (z. B. Personal- und Kapitalkosten) anfallen, jedoch keine Erlöse generiert werden. Die Fahrzeugkapazität beeinflusst direkt die Fahrzeug- und Kapitalkosten. Ergänzend werden strukturelle Faktoren wie Haltestellendichte und topografische Gegebenheiten berücksichtigt, da sie den betrieblichen Aufwand wesentlich beeinflussen (Filippini et al., 2001). Da das Angebot im RPV ex ante festgelegt ist, erklären diese Indikatoren primär strukturelle Kostenunterschiede bei gegebenem Angebot.

2.3.3 Produktions- und Nachfrageeffekte im Verkehrswesen

Kosten- und Erlösfunktionen sind nicht linear. Insbesondere existieren mehrere Effekte, die die durchschnittlichen Kosten senken und Erlöse steigern können. In der Verkehrsökonomie werden die vier folgenden Effekte unterschieden, die sich nach der Ausdehnung der Produktion, der Angebotsintensität und der Netzstruktur differenzieren:

- **Skaleneffekt:** Skaleneffekte beschreiben Kostenveränderungen durch die Erhöhung des Produktionsvolumens. Insbesondere bei einem hohen Fixkostenanteil können diese bei einem positiven Skaleneffekt effizienter genutzt werden, was die Durchschnittskosten senkt.
- **Dichteeffekt:** Der Dichteeffekt beschreibt die Intensivierung des Angebots im bestehenden Netzwerk, beispielsweise durch eine Taktfrequenzerhöhung. Die effizientere Nutzung der Infrastruktur kann je nach Netzstruktur zu Kostenoptimierungen führen. Zugleich kann ein dichteres Angebot die Attraktivität steigern.
- **Verbundeffekt:** Der Verbundeffekt entsteht, wenn mehrere Verkehrsleistungen gemeinsam günstiger produziert werden können. Im Optimalfall werden Synergien ausgenutzt und die Administration aufgeteilt.
- **Netzwerkeffekt:** Der Netzwerkeffekt beschreibt die räumliche Ausdehnung des Netzwerks. Insbesondere ist dies für die Nachfrage relevant, da ein grösseres Netzwerk für die Kunden attraktiver ist und somit ein Wettbewerbsvorteil erreicht werden kann (Pels und Rietveld, 2007).

Auf der Erlös- bzw. Nachfrageseite profitieren die Passagiere von einem TU-übergreifend koordinierten Fahrplan und Tarifsysteem. Zudem werden Linien im Normalfall nur von einem

TU bedient, sodass das ÖV-Angebot aus Nachfragesicht als integriertes Gesamtsystem wahrgenommen wird. Nachfragebedingte Netzwerk- und Dichteeffekte können daher auf der Ebene einzelner TU methodisch nicht identifiziert werden und werden in der vorliegenden Arbeit auf TU-Ebene ausgeschlossen. Vielmehr kann von einem Netzwerk- und Dichteeffekt auf regionaler bzw. nationaler Ebene ausgegangen werden. Eine hohe Nachfrage führt zu einer dichteren Taktung und einem besseren Netzwerkangebot. Dies wiederum ergibt attraktivere Umsteigeverbindungen und zentrale Knoten (Forschungs-Informationen-System (FIS), 2013). Der regionale Netzwerk- und Dichteeffekt ergibt sich somit aus der Taktung, den Umsteigeverbindungen und den Anschlussbedingungen.

Auf der Kostenseite sind diese Effekte ebenfalls zu beachten. Die Literatur deutet jedoch darauf hin, dass die Schweizer Bahnunternehmen sehr heterogen aufgestellt sind. Die starke unbeobachtete Heterogenität der Netzwerke und der Unternehmen lässt sich nur schwer von den Effizienzmerkmalen trennen (Farsi et al., 2005). Die verschiedenen Netzstrukturen und -komplexitäten lassen keinen deutlichen Netzwerkeffekt identifizieren (Cullmann et al., 2009). Skaleneffekte fallen leicht positiv aus, wobei Dichteeffekte stärkere Effekte zeigen (Filippini et al., 2001). Skaleneffekte werden in Modellen oft vereinfacht mit den gesamten Fahrplankilometern aller Linien eines TU geschätzt, das Netzwerk mit der Netzwerklänge (Filippini et al., 2001; Simonelli et al., 2023). Im RPV ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass die konzessionierten TU die Leistungen teilweise durch betriebsbesorgende TU¹⁰ erbringen lassen. Skalierungs-, Dichte- und Verbundeffekte entstehen damit primär auf Ebene der betriebsbesorgenden TU und aggregieren sich nicht zwingend auf Ebene des konzessionierten TU. In den vorliegenden Daten, die ausschliesslich Konzessionäre erfassen, können diese Effekte daher nur abgeschwächt beobachtet werden, was ihre empirische Identifikation zusätzlich erschwert.

Diese theoretischen Überlegungen bilden die Grundlage für die folgende empirische Analyse der Kosten- und Erlösunterschiede im RPV.

2.4 Ableitung der empirischen Analyse

Der Theorieteil hat gezeigt, dass sich zwischen der deutsch- und der lateinsprachigen Schweiz systematische Unterschiede in den strukturellen Rahmenbedingungen, der Kultur sowie im Mobilitätsverhalten ergeben. Diese Unterschiede betreffen zentrale Determinanten von Nachfrage, Kosten und Erlösen und wirken damit unmittelbar auf den KDG im RPV.

Die empirische Analyse zielt darauf ab, die beobachteten KDG-Differenzen nach Angebot, Nachfrage und Kosten zu strukturieren und quantitativ einzuordnen. Dabei stehen insbesondere folgende Leitfragen im Zentrum:

- In welchem Ausmass prägen strukturelle Faktoren wie Bevölkerungsdichte, Sied-

¹⁰Betriebsbesorgende TU sind eigenständige Unternehmen, die RPV-Leistungen im Auftrag konzessionierter TU erbringen. Die Offerteingabe erfolgt jedoch über das konzessionierte TU.

lungsstruktur und Topografie das Nachfragepotenzial und damit die Erlösbasis des RPV?

- Welche Rolle spielen Angebotsmerkmale wie Erschliessungsqualität, Reisezeit und Linienstruktur für die tatsächliche Nachfrage und Auslastung?
- Inwiefern spiegeln sich regionale Unterschiede im Mobilitätsverhalten und in der Verkehrsmittelwahl in den Erlösen und im KDG wider?
- Welche Bedeutung kommt kostenrelevanten Faktoren wie betrieblicher Effizienz, Fahrzeugkapazität und Personalkosten für die regionalen Unterschiede im KDG zu?

Diese Leitfragen dienen der Strukturierung der empirischen Auswertung. Sie konkretisieren die in der Einleitung formulierte zentrale Forschungsfrage sowie die Hypothesen H1–H3, ohne diese vorwegzunehmen oder isoliert zu beantworten.

3 Ausgangslage

Im Jahr 2025 haben Bund und Kantone gemeinsam über 1600 Angebote abgegolten, die von insgesamt 101 TU betrieben wurden. Die Abgeltungssumme nach Art. 28 Abs. 1 PBG belief sich auf CHF 2.212 Milliarden. Rund 1300 Angebote werden durch den Bund und jeweils einen Kanton finanziert, während 330 Linien durch den Bund und mindestens zwei Kantone bestellt werden. Die Aufteilung nach Verkehrsmitteln sowie deren Anteile am Gesamtvolumen sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Aufteilung der RPV-Angebote nach Verkehrsmittel

		Bus	Bahn			Seilbahn	Schiffe
			Total	Normalspur	Schmalspur		
Anzahl Linien	Total	1297	288	205	83	35	7
	D	926	232	166	66	17	3
	L	371	56	39	17	18	4
Vollkostenanteil [%]		30.3	68.0	47.5	20.5	1.3	0.5
Markterlösanteil [%]		22.5	75.7	55.1	20.6	1.3	0.5
Fahrplankilometeranteil [%]		58.3	41.1	30.1	11.0	0.5	0.1

Die Linien werden als deutschsprachige Linie (D) klassifiziert, wenn mindestens 50 % des Angebots durch deutschsprachige Kantone bestellt und abgegolten wird. Dies gilt analog für lateinsprachige Linien (L).

Die bestellten Leistungen entfallen überwiegend auf Bus- und Bahnlinien. Seilbahnen und Schiffe machen zusammen lediglich 1.8 % der Vollkosten aus. Diese Verkehrsmittel unterscheiden sich zudem strukturell deutlich von Bus und Bahn, insbesondere hinsichtlich ihrer Kostenstrukturen. Aufgrund der geringen Anzahl an Angeboten lassen sich daraus keine belastbaren statistischen Aussagen ableiten. Auch Vergleiche innerhalb dieser Verkehrsmittel sind nur eingeschränkt möglich, da insbesondere Seilbahnangebote stark an lokale topografische und betriebliche Anforderungen angepasst sind.

In der vorliegenden Arbeit werden daher ausschliesslich Bus- und Bahnlinien betrachtet. Zusätzlich werden nur Linien berücksichtigt, die im regulären Normalbetrieb verkehren. Abgeltungen für Sonderfälle, wie etwa Bahnersatzverkehre oder Kostenfolgen von Naturereignissen, bleiben unberücksichtigt. Tramlinien werden ebenfalls von der Analyse ausgeschlossen, da im RPV keine Tramlinien in der lateinsprachigen Schweiz abgegolten werden.

3.1 Kostendeckungsgrad

Abbildung 10 zeigt den KDG im RPV auf Ebene der Kantone. Dabei wird deutlich, dass die lateinsprachigen Kantone – mit Ausnahme des Kantons Wallis – im interkantonalen Vergleich die tiefsten KDG aufweisen. Tabelle 6 fasst die Unterschiede nach Verkehrsmitteln und Sprachregionen zusammen. Über sämtliche Verkehrsmittel hinweg weist die

KDG in Prozent nach Kanton und Sprachregion (Extreme hervorgehoben)

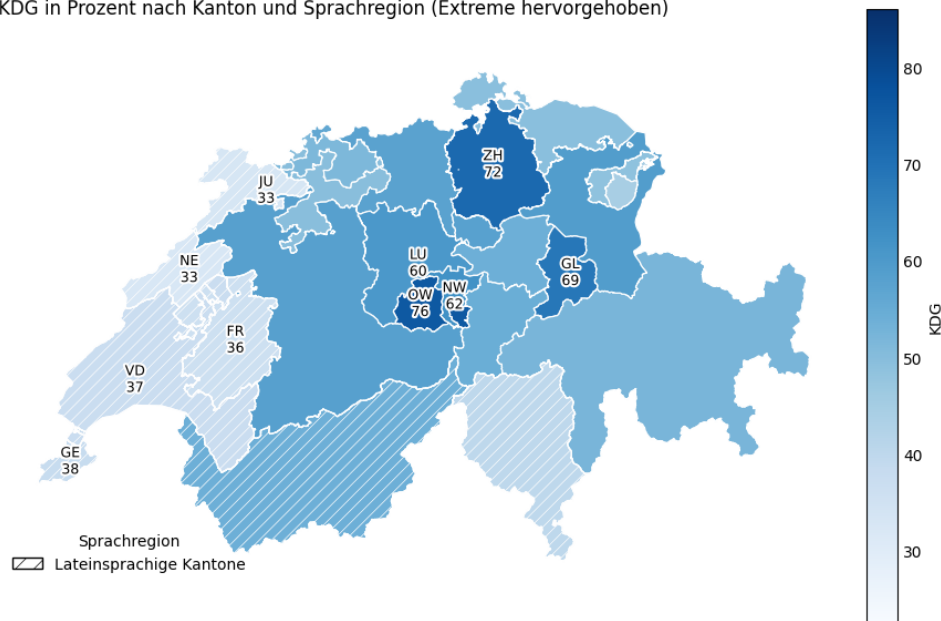


Abbildung 10: Räumliche Verteilung des Kostendeckungsgrads im regionalen Personenverkehr nach Kantonen und Sprachregionen

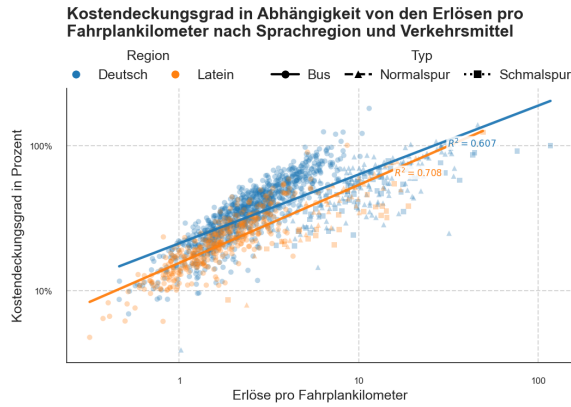
lateinsprachige Schweiz einen deutlich tieferen KDG auf als die deutschsprachige Schweiz. Insgesamt beträgt die Differenz rund 20 Prozentpunkte. Normal- und Schmalspurbahnen erreichen tendenziell höhere KDG als Buslinien, wobei die regionalen Unterschiede konsistent bestehen bleiben.

Tabelle 6: Kostendeckungsgrad nach Verkehrsmittel und Sprachregion

Region	Bus	Normalspur	Schmalspur	Gesamt
Lateinsprachig	27 (10)	50 (12)	44 (6)	40 (28)
Deutschsprachig	47 (21)	68 (38)	60 (13)	61 (72)
Schweiz	41 (31)	63 (50)	55 (19)	55 (100)

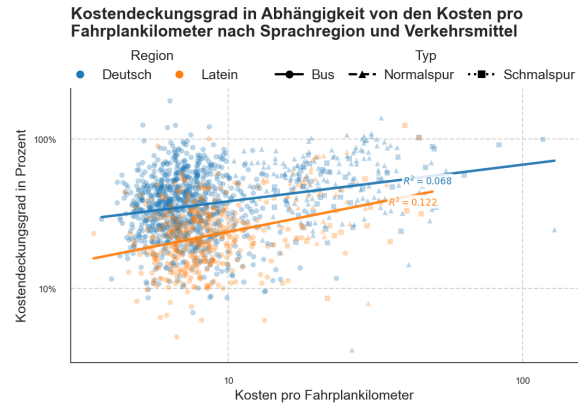
Hinweis: Werte in Prozent; Zahlen in Klammern geben dem Anteil an den gesamten Vollkosten an.

Abbildung 11 stellt den KDG in Abhängigkeit von Kosten und Erlösen dar. Dabei werden zwei unterschiedliche Bezugsgrößen verwendet: Fahrplankilometer und PKM. Die Fahrplankilometer stellen die für TU relevante Leistungsgrösse dar. PKM hingegen sind insbesondere aus kostenökonomischer Sicht relevant, da sie die Kostenverteilung sowie preistheoretische Zusammenhänge abbilden. Abbildung 11a illustriert, dass der KDG positiv mit den Erlösen pro Fahrplankilometer korreliert. Das Bestimmtheitsmass ist dabei für die lateinsprachige Schweiz höher als für die deutschsprachige Schweiz. Höhere Erlöse pro Fahrplankilometer deuten auf eine höhere Nachfrage oder ein höheres Erlösniveau hin. Auffallend ist jedoch, dass der KDG bei gleichen Erlösen in der Deutschschweiz tendenziell höher ausfällt. Dies weist insbesondere bei Buslinien auf ein niedrigeres Kostenniveau hin.



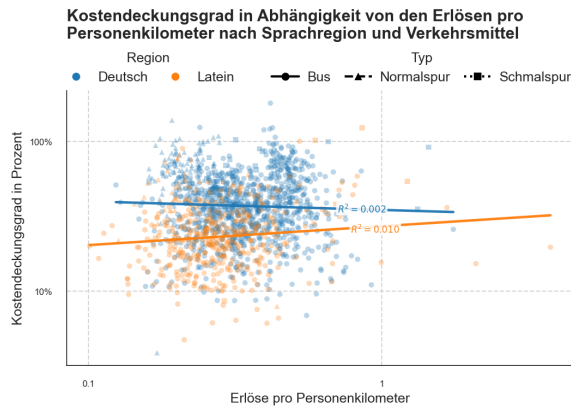
(a) KDG nach Erlösen pro Fahrplankilometer nach Sprachregionen

Die Bestimmtheitsmasse der log-log-Regionentrendlinien betragen $R^2 = 0.607$ (deutschsprachige Schweiz) bzw. $R^2 = 0.708$ (lateinsprachige Schweiz)



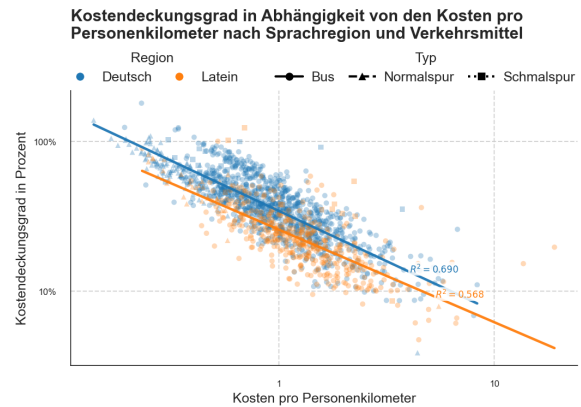
(b) KDG nach Kosten pro Fahrplankilometer nach Sprachregionen

Die Bestimmtheitsmasse der log-log-Regionentrendlinien betragen $R^2 = 0.068$ (deutschsprachige Schweiz) bzw. $R^2 = 0.122$ (lateinsprachige Schweiz)



(c) KDG nach Erlösen pro Personenkilometer nach Sprachregionen

Die Bestimmtheitsmasse der log-log-Regionentrendlinien betragen $R^2 = 0.002$ (deutschsprachige Schweiz) bzw. $R^2 = 0.010$ (lateinsprachige Schweiz)



(d) KDG nach Kosten pro Personenkilometer nach Sprachregionen

Die Bestimmtheitsmasse der log-log-Regionentrendlinien betragen $R^2 = 0.690$ (deutschsprachige Schweiz) bzw. $R^2 = 0.568$ (lateinsprachige Schweiz)

Abbildung 11: Kostendeckungsgrad in Abhängigkeit von Kosten und Erlösen

Hinweis: Die Bestimmtheitsmasse für log-log-Trendlinien nach Verkehrsmittel und Sprachregion sind in Tabelle 7 ausgewiesen.

Die nach Verkehrsmittel und Region differenzierten Bestimmtheitsmasse zeigen zudem, dass Bahnlinien in der Deutschschweiz heterogener sind, wodurch der Zusammenhang zwischen Erlösen und KDG weniger ausgeprägt ist.

Abbildung 11b zeigt hingegen keinen ausgeprägten Zusammenhang zwischen den Kosten pro Fahrplankilometer und dem KDG. Ein regionaler Unterschied bleibt jedoch bestehen: Bei vergleichbaren Kosten ist der KDG in der Deutschschweiz tendenziell höher. Dieser Effekt ist insbesondere bei Buslinien sichtbar und lässt sich wiederum auf höhere Erlöse zurückführen. Innerhalb der einzelnen Verkehrsmittel ist der Einfluss der Kosten pro

Tabelle 7: Bestimmtheitsmasse R^2 der log-log-Trendlinien nach Abbildung, Verkehrsmittel und Sprachregion

Abbildung	Verkehrsmittel					
	Bus		Normalspur		Schmalspur	
	Deutsch	Latein	Deutsch	Latein	Deutsch	Latein
Abb. 11a	0.788	0.769	0.576	0.808	0.670	0.872
Abb. 11b	0.003	0.003	0.000	0.023	0.181	0.330
Abb. 11c	0.014	0.025	0.019	0.043	0.015	0.352
Abb. 11d	0.655	0.501	0.853	0.832	0.466	0.242

Hinweis: Dargestellt sind die Bestimmtheitsmasse R^2 der log-log-Trendlinien.

Fahrplankilometer auf den KDG insgesamt gering.

Abbildung 11c bildet das Erlösniveau anhand der Erlöse pro PKM ab. Der KDG weist hierbei keine klare Abhängigkeit vom Erlösniveau auf. Sowohl in der deutsch- als auch in der lateinsprachigen Schweiz existieren Linien mit niedrigen KDG und geringen Erlösen pro PKM. In der Deutschschweiz treten jedoch zusätzlich ertragsreiche Linien auf, die mit einem höheren KDG einhergehen. Dies ist entweder auf niedrigere Kosten oder auf eine höhere Nachfrage zurückzuführen. Unterschiede innerhalb der Verkehrsmittel sind auch hier von untergeordneter Bedeutung.

Abbildung 11d zeigt schliesslich einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem KDG und den Kosten pro PKM. Niedrige Kosten pro PKM entstehen insbesondere bei hoher Nachfrage, da sich die weitgehend quasi-fixen Kosten im RPV auf eine grössere Anzahl PKM verteilen lassen. Dieser Effekt ist bei Normalspurbahnen besonders ausgeprägt; das Bestimmtheitsmass liegt hier bei über 80 %, was auf relativ homogene Produktionsbedingungen hinweist. Bei Buslinien ist der Zusammenhang schwächer, jedoch weiterhin relevant, was auf die heterogenen Einsatzgebiete – von urbanen über ländliche bis hin zu alpinen Regionen – zurückzuführen ist. Schmalspurlinien weisen den geringsten Zusammenhang auf. Hier treten Kostenunterschiede deutlicher hervor, die sich nicht unmittelbar in der Nachfrage niederschlagen. So können Schmalspurlinien in ländlichen Gebieten vergleichsweise effizient betrieben werden, während in steilen Bergregionen sowohl die betriebliche Effizienz sinkt als auch die erforderlichen Betriebsmittel – etwa bei Zahnradstrecken – deutlich kostenintensiver sind.

Die initiale Analyse zeigt somit, dass die Nachfrage einen zentralen Treiber des KDG im RPV darstellt. Eine höhere Nachfrage ermöglicht eine breitere Verteilung der weitgehend quasi-fixen Kosten und senkt dadurch die durchschnittlichen Kosten pro PKM, die in der Folge einfacher durch Verkehrserlöse gedeckt werden können. Darüber hinaus bestehen systematische Unterschiede zwischen den Sprachregionen. Bei vergleichbaren Kosten- bzw. Erlösniveaus weisen Linien in der deutschsprachigen Schweiz tendenziell höhere KDG auf.

Die Ursachen dieser Unterschiede liegen sowohl auf der Erlös- als auch auf der Kostenseite und bilden den Ausgangspunkt für die weiterführende Analyse.

3.2 Kennzahlen

Tabelle 8: Kennzahlen des RPV-Angebots nach Sprachregion

Kennzahl	Gesamt		Bus		Normalspur		Schmalspur	
	L	D	L	D	L	D	L	D
Kostendeckungsgrad [%]	40.00	60.51	26.72	47.49	49.52	67.89	43.69	60.26
Verkehrsmittelanteil nach Kosten [%]	100	100	36	29	42	53	22	18
Verkehrsmittelanteil nach Fahrplankilometern [%]	100	100	61	59	29	32	10	9
Anzahl Linien	442	1077	377	878	42	153	23	46
Erlös pro Fahrplankilometer	5.40	8.30	2.14	3.26	9.81	15.27	12.48	16.35
Erlös pro PKM	0.24	0.25	0.26	0.33	0.20	0.21	0.41	0.32
Kosten pro Fahrplankilometer	13.51	13.72	7.99	6.87	19.82	22.50	28.57	27.13
Linienbelastung	22.41	33.31	8.21	9.85	49.94	71.10	30.14	51.82
Fahrzeugkapazität	141.02	184.30	92.56	103.15	235.15	325.26	167.12	212.05
Linienauslastung [%]	16	18	9	10	21	22	18	24
Durchschnittliche Reiseweite	11.03	10.60	6.50	5.11	14.70	13.74	10.84	13.52
Durchschnittliche Geschwindigkeit	32.23	33.82	27.83	28.30	50.89	50.74	29.86	36.99
Fahrplaneffizienz [%]	70	78	68	78	78	80	73	78
Personalkosten pro Stunde ¹	-	-	76	69	-	-	-	-

Die Werte beschreiben jeweils den Durchschnitt aller bestellten Linien der Sprachregion.

L = lateinsprachige Schweiz, D = deutschsprachige Schweiz

¹ Die Personalkosten pro Stunde basieren auf produktiven Stunden und sind daher nicht direkt als Lohnniveau interpretierbar. Unterschiede in der Kostenzuordnung, Einsatzstrukturen sowie Leerfahrten können die Vergleichbarkeit einschränken.

Tabelle 8 fasst zentrale Kennzahlen des RPV nach Sprachregion und Verkehrsmittel zusammen. Dargestellt sind jeweils die Durchschnittswerte aller bestellten Linien innerhalb der jeweiligen Sprachregion. Die Kennzahlen ermöglichen eine vertiefte Einordnung der in den vorangehenden Abschnitten identifizierten Unterschiede im KDG und erlauben eine differenzierte Betrachtung von Angebots-, Kosten- und Nachfragecharakteristika.

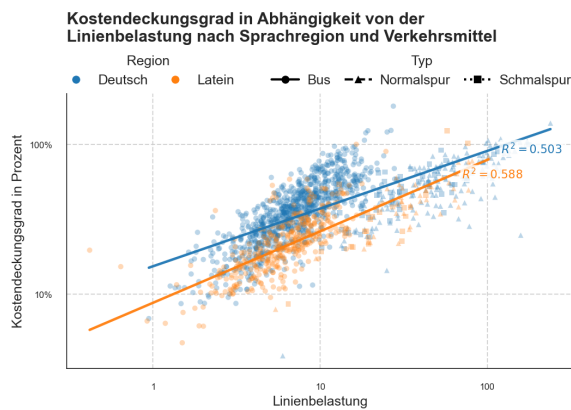
Die Unterschiede im KDG spiegeln sich auch in den Kennzahlen deutlich wider. Die Erlöse pro Fahrplankilometer liegen dabei in der deutschsprachigen Schweiz durchgängig

auf einem höheren Niveau. Demgegenüber sind die Kosten pro Fahrplankilometer insgesamt vergleichbar. Unterschiede zeigen sich vor allem bei Bus- und Normalspurlinien, wobei Buslinien in der lateinsprachigen Schweiz höhere durchschnittliche Kosten aufweisen, während bei Normalspurlinien das Kostenniveau in der deutschsprachigen Schweiz höher liegt. Die Verkehrsmittelanteile nach Fahrplankilometern sind in beiden Sprachregionen ähnlich verteilt, unterscheiden sich jedoch bei den Kostenanteilen. Diese Unterschiede sind auf die divergierenden Kostenniveaus der einzelnen Verkehrsmittel zurückzuführen. Im Busverkehr weisen mehrere kostenrelevante Kennzahlen auf strukturelle Nachteile der lateinsprachigen Schweiz hin. Die Personalkosten pro Stunde liegen höher, während die Fahrplaneffizienz niedriger ausfällt. Diese Kombination wirkt kostensteigernd und trägt zur geringeren Kostendeckung bei. Bei Normalspurlinien stellt hingegen die Fahrzeugkapazität den markantesten Unterschied zwischen den Sprachregionen dar. Die deutlich grösseren eingesetzten Fahrzeuge in der deutschsprachigen Schweiz erklären das höhere Kostenniveau pro Fahrplankilometer und sind Ausdruck einer stärkeren Nachfrage.

Das Erlösniveau, gemessen als Erlös pro PKM, ist auf aggregierter Ebene in beiden Sprachregionen vergleichbar. Innerhalb der Verkehrsmittel zeigen sich jedoch Unterschiede: Bei Buslinien werden in der deutschsprachigen Schweiz im Durchschnitt rund 27 % höhere Erlöse pro PKM erzielt, während bei Schmalspurlinien die Werte in der lateinsprachigen Schweiz um rund 28 % höher liegen. Diese Differenzen korrespondieren mit der durchschnittlichen Reiseweite. Bei Buslinien ist die durchschnittliche Reiseweite in der deutschsprachigen Schweiz um rund 27 % kürzer, während bei Schmalspurlinien die lateinsprachige Schweiz eine um etwa 25 % kürzere durchschnittliche Reiseweite aufweist. Die degressiven Kilometerpreise des NDV spiegeln sich somit in den Erlöskennzahlen wider. Weitere Einflussfaktoren wie die Fahrausweisstruktur oder unterschiedliche Tarifniveaus können aufgrund fehlender Daten nicht vertieft analysiert werden.

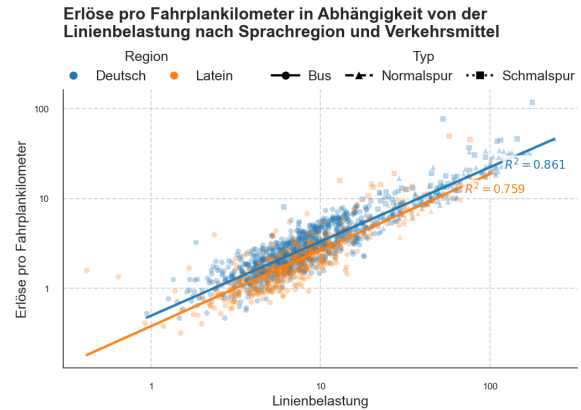
Abbildung 12 stellt den Zusammenhang zwischen der Linienbelastung, dem KDG und den Erlösen pro Fahrplankilometer dar. Die Linienbelastung beschreibt die durchschnittliche Nachfrage pro Linie und erweist sich als zentraler erklärender Faktor. Rund 80 % der Varianz der Erlöse pro Fahrplankilometer und etwa 55 % der Varianz des KDG lassen sich durch die Linienbelastung erklären. Die Trendlinien der lateinsprachigen Schweiz verlaufen dabei durchgehend unter den entsprechenden Trendlinien der deutschsprachigen Schweiz. Dies deutet darauf hin, dass bei vergleichbarer Linienbelastung geringere Erlöse pro Fahrplankilometer erzielt werden. Zudem weist die deutschsprachige Schweiz eine höhere Anzahl stark belasteter Linien auf, was den höheren Durchschnittswert zusätzlich erklärt.

Die Zusammenhänge zwischen Linienbelastung, Fahrzeugkapazität und Kosten werden in Abbildung 13 weiter vertieft. Eine höhere Linienbelastung erfordert den Einsatz grösserer Fahrzeuge, was zu höheren Kosten pro Fahrplankilometer führt. Gleichzeitig zeigt sich, dass die Fahrzeugkapazitäten insgesamt gut auf die jeweilige Linienbelastung abgestimmt



(a) KDG in Abhängigkeit von der Linienbelastung nach Sprachregionen

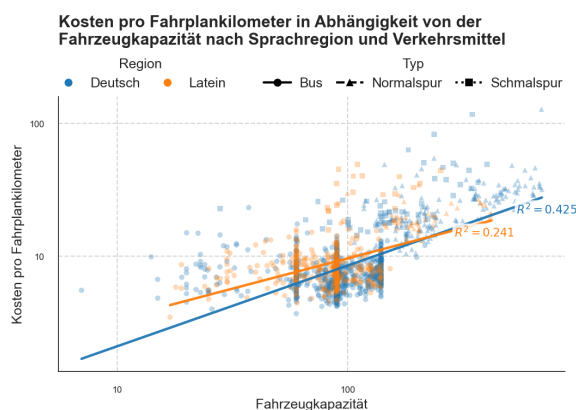
Die Bestimmtheitsmasse der log-log-Regionentrendlinien betragen $R^2 = 0.503$ (deutschsprachige Schweiz) bzw. $R^2 = 0.588$ (lateinsprachige Schweiz)



(b) Erlöse pro Fahrplankilometer in Abhängigkeit von der Linienbelastung nach Sprachregionen

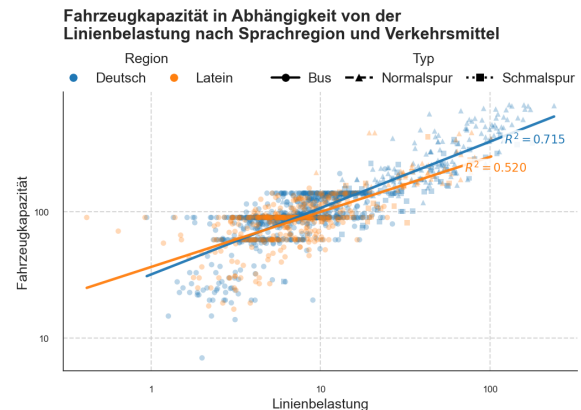
Die Bestimmtheitsmasse der log-log-Regionentrendlinien betragen $R^2 = 0.861$ (deutschsprachige Schweiz) bzw. $R^2 = 0.759$ (lateinsprachige Schweiz)

Abbildung 12: Kostendeckungsgrad und Erlöse pro Fahrplankilometer in Abhängigkeit von der Linienbelastung nach Sprachregionen



(a) Kosten pro Fahrplankilometer in Abhängigkeit von der Fahrzeugkapazität nach Sprachregionen

Die Bestimmtheitsmasse der log-log-Regionentrendlinien betragen $R^2 = 0.425$ (deutschsprachige Schweiz) bzw. $R^2 = 0.241$ (lateinsprachige Schweiz)



(b) Fahrzeugkapazität in Abhängigkeit von der Linienbelastung nach Sprachregionen

Die Bestimmtheitsmasse der log-log-Regionentrendlinien betragen $R^2 = 0.715$ (deutschsprachige Schweiz) bzw. $R^2 = 0.520$ (lateinsprachige Schweiz)

Abbildung 13: Zusammenhänge zwischen der Fahrzeugkapazität und den Kosten pro Fahrplankilometer sowie der Linienbelastung nach Sprachregionen

sind. Das Bestimmtheitsmass ist in der deutschsprachigen Schweiz höher, was auf eine effizientere Anpassung der Fahrzeugkapazität an die Nachfrage hinweist. Insbesondere auf den Buslinien werden in der lateinsprachigen Schweiz tendenziell grössere Fahrzeuge im Verhältnis zur Linienbelastung eingesetzt. Dies kann auch durch die zeitliche Nachfragestruktur verursacht werden. Da die Fahrzeugdimensionierung auf die Hauptverkehrszeiten ausgerichtet ist, fällt die durchschnittliche Auslastung bei stark zeitlich konzentrierter Nach-

frage geringer aus. Gleichzeitig steigen mit zunehmender Fahrzeugkapazität die Kosten pro Fahrplankilometer an, jedoch unterproportional. Die Grenzkosten eines zusätzlichen Platzes liegen somit unter den durchschnittlichen Kosten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass grössere Fahrzeuge zwar höhere Investitions- und Unterhaltskosten verursachen, jedoch kein zusätzliches Fahrpersonal erforderlich ist. Da die Personalkosten einen wesentlichen Anteil der Gesamtkosten ausmachen, wirkt sich eine Kapazitätserhöhung kostenmässig unterproportional aus.

Die durchschnittliche Geschwindigkeit unterscheidet sich zwischen den Sprachregionen vor allem bei den Schmalspurlinien. Die niedrigere Durchschnittsgeschwindigkeit in der lateinsprachigen Schweiz wird aufgrund anspruchsvollerer Produktionsbedingungen vermutet. Ein höherer Anteil an Zahnradstrecken in der lateinsprachigen Schweiz könnte sowohl die geringere Geschwindigkeit als auch das leicht höhere Kostenniveau trotz kleinerer Fahrzeugkapazitäten erklären. Darüber hinaus weist die lateinsprachige Schweiz eine niedrigere Fahrplaneffizienz auf, insbesondere bei Buslinien. Aufgrund der Koordinierung des nationalen Fahrplans ist diese Kennzahl stark von der Angebotsplanung und den strukturellen Gegebenheiten abhängig. Schliesslich sind in der lateinsprachigen Schweiz höhere Personalkosten pro Stunde ersichtlich. Diese Kennzahl ist jedoch nur eingeschränkt als Lohnniveau interpretierbar, da sie auf produktiven Stunden basiert. Mögliche Ursachen sind Unterschiede in der Kostenzuordnung, kürzere Wochenarbeitszeiten oder ein geringerer Anteil produktiver Fahrzeit, etwa infolge von Ein-, Aus- und Leerfahrten. Da die Sozialabgaben national einheitlich geregelt sind, stellen sie keinen wesentlichen Erklärungsfaktor dar. Diese Faktoren schränken die Vergleichbarkeit der Kennzahl ein.

Zusammenfassend zeigen die Kennzahlen, dass die regionalen Unterschiede im KDG primär durch Unterschiede in der Nachfrageintensität und deren Auswirkungen auf die Fahrzeugdimensionierung und Kostenverteilung erklärt werden können. Die höhere Linienbelastung in der deutschsprachigen Schweiz ermöglicht eine effizientere Nutzung grösserer Fahrzeugkapazitäten und führt trotz höherer Kosten pro Fahrplankilometer zu tieferen Kosten pro PKM. In der lateinsprachigen Schweiz wirken hingegen geringere Nachfrage, niedrigere Fahrplaneffizienz und höhere Personalkosten kostenerhöhend.

4 Annahmen und Vereinfachungen

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Annahmen und Vereinfachungen der vorliegenden Arbeit zusammengefasst. Einige leiten sich aus der Literatur ab, andere werden aufgrund der Datenlage getroffen.

Annahme 1: Isolierte Betrachtung des regionalen Personenverkehrs Der RPV wird aufgrund der vorhandenen Daten isoliert betrachtet. Interaktionen mit dem Fern-, Orts- und Freizeitverkehr liegen ausserhalb des Umfangs dieser Arbeit und werden nicht beachtet. Folglich können auch Skaleneffekte von TU, die in mehreren Bereichen verkehren, nicht berücksichtigt werden.

Annahme 2: Korrektheit der eingereichten Indikatoren Die Indikatoren des BAV werden als korrekt erachtet. Es liegt in der Verantwortung der TU, korrekte und vollständige Indikatoren einzureichen. Das BAV überprüft die Plausibilität, kann jedoch keine Garantie für die Korrektheit ausstellen.

Annahme 3: Separat ausgewiesene Angebote Die Analyse geht davon aus, dass alle abgegoltenen Linien als eigenständige Angebote in den verwendeten Datensätzen enthalten sind. In Einzelfällen werden Linien jedoch in Offerten gebündelt und nicht explizit separat ausgewiesen. Mangels entsprechender Detailinformationen wird angenommen, dass diese Bündelungen die Vollständigkeit der Stammdaten nicht wesentlich beeinträchtigen und dass alle abgegoltenen Leistungen auf Linienebene vollständig erfasst sind.

Annahme 4: Linienzuordnung mittels interkantonalem Verteilschlüssel Die Indikatoren, Kosten, Erlöse und Abgeltungen werden den Kantonen anhand des IKV zugeordnet. Bedient eine Linie das Gebiet mehrerer Kantone, werden die entsprechenden Werte proportional auf die beteiligten Kantone verteilt. Die Kantone legen die IKV selbst fest. Sollten sie sich nicht einigen können, legt das BAV den Verteilschlüssel anhand der Linienlänge auf dem Kantonsgebiet und der Anzahl der fahrplanmässigen Abfahrten des gemeinsam bestellten Angebots fest (Art. 42 ARPV). Der IKV ist ein von Bund und Kantonen anerkannter Verteilschlüssel und bildet die finanzielle Belastung der einzelnen Kantone sachgerecht ab. Für die vorliegende Analyse wird davon ausgegangen, dass die verwendeten IKV nach diesen Grundsätzen festgelegt wurden und allfällige Abweichungen zwischen einzelnen Kriterien sich gegenseitig ausgleichen. Dieses Vorgehen wird der vollständigen Anrechnung der Linienwerte auf alle beteiligten Kantone vorgezogen. Dadurch bleibt die Summe der Indikatoren über alle Linien und Kantone konsistent mit den aggregierten Gesamtwerten. Zudem werden Verzerrungen vermieden, die entstehen würden, wenn volumenstarke Linien einem Kanton vollständig zugerechnet würden, obwohl sie dessen Gebiet nur teilweise bedienen.

5 Datenbasis

Diese Arbeit berücksichtigt neben den vom BAV erhobenen Liniendaten und -indikatoren auch weitere, vorwiegend externe Faktoren, wie z. B. die Bevölkerungsdichte oder die Erwerbsquote. Dazu werden Daten aus öffentlichen bzw. dem Öffentlichkeitsgesetz unterstellten Quellen verwendet. Abbildung 14 zeigt die Datenbasis dieser Arbeit sowie deren Verknüpfung. Aggregierte Daten werden teilweise mithilfe von Geodaten oder des IKV den Linien zugeordnet. Die Geodaten der abgegoltenen Linien werden zusammen mit den Fahrplandaten aufbereitet. Im Folgenden werden die verschiedenen Datensätze sowie die Datenaufbereitung detaillierter beschrieben.

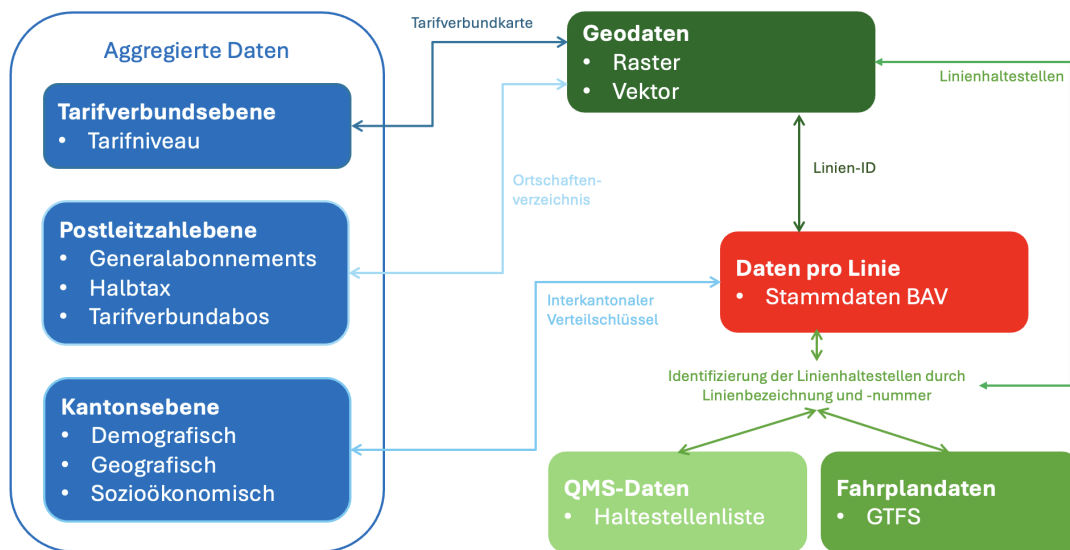


Abbildung 14: Schematische Darstellung der Datenbasis und -verknüpfungen

5.1 Beschreibung der Datensätze

Die folgenden Datensätze wurden in dieser Arbeit verwendet. Die Datenquellen sowie deren Datenformat und Zeitraum sind im Anhang A aufgeführt.

Liniendaten

Die Datenbasis wird auf der Offertlinienebene aufgebaut. Das BAV führt für das Bestellverfahren die Stammdaten der Offertlinien, darunter die Linienbezeichnung, -nummer und -ID sowie den IKV. Es erfasst zusammen mit der Offerteingabe Indikatoren auf Linienebene. Diese ermöglichen die Berechnung von Kennzahlen, die einen Linienvergleich zulassen und die Identifikation von Schwachpunkten ermöglichen (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2017). Die bedienten Haltestellen werden jedoch nicht erfasst.

Für das Qualitätsmesssystem (QMS) werden pro Offertlinie die Linienbezeichnung sowie die Haltestellen erfasst. Nach der Ersterfassung werden die Daten jedoch nicht laufend aktualisiert. Bei der Datenaufbereitung wurden zahlreiche Differenzen in den

Linienbezeichnungen und Linienverläufen festgestellt, was die Anwendung dieser Daten limitiert.

Die Systemaufgabe Kundeninformation (SKI) veröffentlicht den Fahrplan, der den Export der Haltestellen pro Fahrplanlinie ermöglicht. Die Fahrplandaten führen die Liniennummern und eine systeminterne ID, die von den im BAV und der Branche verwendeten Identifikationsnummern, die SLNID und CHLNR, abweicht (Systemaufgaben Kundeninformation (SKI), 2026a; Systemaufgaben Kundeninformation (SKI), 2026b).

Aggregierte Daten

Neben den betrieblichen Faktoren werden auch die Produktionsbedingungen berücksichtigt. Dies betrifft die Erlös- und die Kostenseite. Dazu werden aggregierte Daten sowie Geodaten verwendet. Die aggregierten Daten sind dabei in verschiedenen Ebenen zusammengefasst. Das BAV führt jährlich Berechnungen zum Tarifniveau der verschiedenen Tarifverbünde durch. Dabei werden die Tarifniveaus relativ zum NDV angegeben. Zudem wird die pro Postleitzahl zusammengefasste Anzahl der General-, Halbtax- und Tarifverbundabonnemente von der SKI veröffentlicht. Schliesslich sind einige Daten auf Kantonsebene aggregiert. Dazu gehören demografische, geografische und sozioökonomische Daten, wie z. B. die Bevölkerungsdichte, die Erwerbsquote, der Modalsplit und der Motorisierungsgrad. Das BFS stellt für zahlreiche Statistiken nur aggregierte Formen öffentlich zur Verfügung. Aufgrund der zentralen Rolle der Kantone im Bestellverfahren können Daten, die auf der Kantonsebene zusammengefasst sind, für die vorliegende Analyse verwendet werden.

Geodaten

Die Geodaten werden einerseits dazu verwendet, die aggregierten Daten proportional zu den Liniendaten zuzuordnen. Andererseits sind wichtige Einflussfaktoren als Geodaten verfügbar. Zum Beispiel sind Bevölkerungsdaten als Rasterdaten¹¹ und Erreichbarkeitsmodelle als Vektordaten zugänglich. Die Geodaten werden mit den aufbereiteten Liniengeodaten kombiniert.

5.2 Beschreibung der Datenaufbereitung

Die Datensätze beschreiben verschiedene Faktoren auf unterschiedlichen Ebenen. Weil externe Faktoren, die nicht pro Offertlinie aggregiert sind, berücksichtigt werden, müssen Geodaten für die Offertlinien erstellt werden. Dies erfordert einige Annahmen, da das BAV intern keine Haltestellenliste pro Linie führt und die QMS-Daten nur bedingt verwendet werden können.

¹¹Die Rasterdaten liegen mit einer räumlichen Auflösung von $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ vor.

5.2.1 Erstellung der Liniengeodaten

Zur Erstellung der Liniengeodaten werden Fahrplandaten im GTFS-Format herangezogen. Diese können jedoch nicht direkt übernommen werden, da die Liniennummern – das einzige Merkmal, das in beiden Datensätzen vorkommt – nur regional und nicht schweizweit eindeutig sind¹². Zudem bestehen strukturelle Unterschiede zwischen Fahrplan- und Offertlinien: Offerten können an wichtigen Knotenpunkten (z. B. Zürich HB) in mehrere Offertlinien unterteilt werden oder mehrere Linien zusammenfassen, etwa Verstärkungskurse in den Hauptverkehrszeiten, die mit einer anderen Liniennummer verkehren (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2023).

In einem ersten Schritt werden die Haltestellensequenzen pro Linie aus den GTFS-Daten exportiert. Der Datensatz umfasst eine Datei mit allen Linien, eine Datei mit den Fahrt-IDs sowie eine Datei mit allen Haltestellenabfahrten pro Fahrt-ID. Da nicht jede Fahrt dieselbe Linienführung aufweist – etwa durch ausgelassene Haltestellen oder vorzeitig endende Kurse – wird jeweils die Fahrt mit der grössten Anzahl an Haltestellen berücksichtigt, um das Einzugsgebiet möglichst vollständig abzubilden. Auf Basis dieser Haltestellensequenzen wird die Linienführung abgeleitet.

Anschliessend wird mithilfe des GTFS-Matching-Algorithmus geprüft, ob die Haltestellen aus den Fahrplandaten für eine Offertlinie übernommen werden können (siehe Anhang B). Dazu werden Offertlinien mit allen Fahrplanlinien gleicher Liniennummer verglichen. Als Matching-Kriterium dient die Übereinstimmung von Ortsbezeichnungen in den Haltestellennamen der Fahrplanlinien mit den Ortschaften in der Linienbezeichnung der Offertlinie. Die Fahrplanlinie mit der höchsten Anzahl an Übereinstimmungen wird für das weitere Vorgehen ausgewählt.

Sofern möglich, werden die Haltestellen aus den Fahrplandaten aus genannten Gründen den QMS-Haltestellen vorgezogen. In einzelnen Spezialfällen – insbesondere bei Flügel-
linien¹³ und bei Linien, die in mehr als zwei Offertlinien unterteilt sind – werden aus Gründen der Vereinfachung die QMS-Haltestellen verwendet. Werden für eine Linie genau zwei Offerten eingereicht, wird die Haltestellenliste am Knotenpunkt aufgeteilt. Die detaillierte Entscheidungslogik zur Auswahl der jeweiligen Haltestellenquelle ist im Anhang B dargestellt.

Nach der Bestimmung der Haltestellen werden die Koordinaten aus dem GTFS-Datensatz übernommen. Die Höheninformationen sind lediglich in einem separaten Geodatenatz verfügbar. Aufgrund von Abweichungen in den Haltestellennamen erfolgt die Zuordnung der Höhen mittels Koordinatenmatching. Dabei wird die Höheninformation des nächstgelegenen Punktes übernommen.

¹²Die Liniennummer S1 existiert beispielsweise in den Regionen Bern, Luzern und St. Gallen.

¹³Flügel-
linien bezeichnen Linien mit gemeinsamem Stammabschnitt, die sich an einer Haltestelle in mehrere Äste (Flügel) verzweigen.

5.2.2 Aufbereitung der Faktoren

Mithilfe der Liniengeodaten werden die externen Faktoren bestimmt. Diese Faktoren werden den einzelnen Haltestellen über Georeferenzen zugeordnet und anschliessend auf Linienebene aggregiert. Die Aggregation erfolgt je nach Faktor als arithmetischer Mittelwert oder als gewichteter Mittelwert.

Für die Bevölkerungs- und Arbeitsplatzdaten werden die Anzahl Einwohner bzw. Arbeitsplätze innerhalb eines Radius von 500 m um jede Haltestelle berücksichtigt. Dies stellt eine vereinfachte Annäherung an raum- und angebotsplanerische Grundsätze dar, welche Einzugsgebiete von 300–400 m für Bus- und bis zu 750 m für Bahnlinien vorsehen (Petersen, 2016). Die resultierenden Werte werden auf Linienebene aggregiert. Überschneiden sich die Einzugsgebiete mehrerer Haltestellen einer Linie, werden die Einwohner bzw. Arbeitsplätze nur einmal gezählt.

Für Faktoren, die auf Kantonsebene vorliegen, wird ein nach dem IKV gewichteter Mittelwert gebildet:

$$\bar{x} = \sum_{i \in K} \text{IKV}_i \cdot x_i \quad (1)$$

wobei i den jeweiligen Kanton bezeichnet, x_i den kantonalen Wert des betrachteten Faktors darstellt und $\sum_i \text{IKV}_i = 1$ gilt.

6 Methodik

6.1 Normierung der Erlöse und Kosten

Um die Erlöse und Kosten besser vergleichen zu können, werden diese Indikatoren normiert. Im Kennzahlensystem des BAV werden Kosten, Erlöse und Abgeltungen nach den folgenden Indikatoren normiert: Fahrplankilometer, Platzkilometer, produktive Stunden, PKM und Einsteiger (Bundesamt für Verkehr (BAV), 2017)¹⁴.

Die Normierung soll möglichst neutral erfolgen. Dabei sollen potenzielle Faktoren, die die Kosten- und Erlösunterschiede beschreiben könnten, dafür nicht verwendet werden.

Für diese Analyse eignet sich eine Normierung nach Fahrplankilometern am besten. Sie misst die Produktionskosten und erlaubt Vergleiche zwischen Linien, TU und Verkehrsmitteln. Die Fahrplankilometer sind unabhängig von den Nachfrage- und Auslastungsbedingungen und beschreiben das für die Passagiere relevante Angebot. Die Erlöse berücksichtigen somit die Nachfrage und das Erlösniveau. Die Normierung nach Fahrplankilometern ist zudem kompatibel mit den Erlös- und Kostenstrukturen, die in der Abbildung 4 hergeleitet wurden.

Die Platzkilometer berücksichtigen zusätzlich die Fahrzeugkapazitäten. Die Kosten steigen jedoch nicht proportional zur Kapazität. Vergleiche sind zudem nur schwer möglich, da die Definitionen von Steh- und Sitzplätzen zwischen den Verkehrsmitteln unterschiedlich sind. Sollten die Fahrzeuge nicht optimal auf die Nachfrage abgestimmt sein, kann dies zu Verzerrungen führen. Die Kapazität ist ein aussagekräftiger Faktor, sollte für diesen Fall jedoch nicht für die Skalierung verwendet werden.

Eine Normierung nach PKM oder Einsteigern hat eine starke Abhängigkeit der Nachfrage zur Folge. Sie spiegelt in beiden Fällen das Erlösniveau wider. Die Nachfrage wird dadurch herausdividiert. Hingegen werden die Kosten bei höherer Nachfrage niedriger, da sie über mehr Einsteiger bzw. PKM verteilt werden. Die tatsächliche Angebotsleistung ist in den Kosten nicht mehr ersichtlich. Eine Normierung nach PKM eignet sich somit nicht für diese Analyse.

Die produktiven Stunden beschreiben die zeitliche Dimension. Diese ist vor allem bei den Personalkosten sinnvoll, beschreibt aber nicht den Nutzen für die Passagiere. Diese möchten primär eine gewisse Distanz zurücklegen. Eine Normierung nach produktiven Stunden ist zudem abhängig von potenziellen Faktoren wie der durchschnittlichen Geschwindigkeit, der Anzahl der Haltestellen, den Wendezeiten, etc. und ist somit ebenfalls nicht geeignet.

Aus diesen Gründen werden Fahrplankilometer als Normierungsbasis verwendet.

¹⁴Hierbei beschreiben die Platzkilometer das Produkt der Fahrplankilometer und der Fahrzeugkapazität.

6.2 Shapley-Shorrocks-Dekomposition der Differenz im KDG

Zur Zerlegung der regionalen Differenz im KDG wird die Shapley-Shorrocks-Dekomposition verwendet. Die Methode erlaubt es, die beobachtete Differenz konsistent auf mehrere Einflussfaktoren aufzuteilen. Ziel ist es, die Beiträge zu quantifizieren und den Schwerpunkt der Analyse zu bestimmen. Diese Dekomposition eignet sich insbesondere für die vorliegende Anwendung, da der KDG eine nichtlineare Kennzahl darstellt. Die Beiträge der einzelnen Faktoren lassen sich zudem nicht eindeutig durch einfache additive Zerlegungen bestimmen. Insbesondere hängen die resultierenden Beiträge bei sequentiellen Zerlegungen von der gewählten Reihenfolge der Faktoren ab (Audoly et al., 2025).

6.2.1 Shapley-Werte

Shapley-Werte wurden ursprünglich in der kooperativen Spieltheorie hergeleitet, um den fairen Beitrag verschiedener Akteure zu einem Gesamtergebnis zu bestimmen. In der vorliegenden Analyse entspricht ein Akteur jeweils einem erklärenden Faktor der KDG-Differenz. Die Shapley-Werte basieren auf den folgenden drei Axiomen und sind besonders bei nichtlinearen Funktionen relevant:

- *Symmetrie*: Akteure und Positionen sind gleichwertig. Identische Einflüsse führen zu identischen Beiträgen.
- *Effizienz*: Die Summe aller marginalen Beiträge entspricht dem Gesamtergebnis.
- *Additivität*: Der Shapley-Wert einer aggregierten Einheit entspricht der Summe der Shapley-Werte der einzelnen Akteure. (Shapley, 1953)

Shorrocks (2013) erweitern diesen Ansatz zu einer Dekomposition, bei der die Beiträge der einzelnen Akteure zunächst auf Gruppenebene – hier nach Sprachregion – aggregiert und anschliessend von den Unterschieden innerhalb der jeweiligen Gruppe abgegrenzt werden. Dies erlaubt eine getrennte Analyse der Effekte zwischen den Sprachregionen und der regionen-internen Heterogenität. Die Shapley-Shorrocks-Dekomposition erlaubt somit eine konsistente Quantifizierung der relativen Bedeutung der einzelnen Faktoren. Aufgrund des Effizienzaxioms summieren sich die Beiträge zur Gesamtdifferenz. Der Beitrag eines Faktors entspricht seinem durchschnittlichen marginalen Beitrag über alle Permutationen. Shorrocks zeigt auf, dass diese Zerlegung eine geeignete Alternative für bestehende Methoden darstellt.

6.2.2 Herleitung

Shorrocks (2013) definieren den Beitrag eines Akteurs k zur Wertfunktion $F(\cdot)$ mittels des Shapley-Werts wie folgt:

$$C_k^S(K, F) = \frac{1}{m!} \sum_{\sigma \in \Sigma} [F(S(k, \sigma) \cup \{k\}) - F(S(k, \sigma))], \quad (2)$$

wobei K die Menge aller Akteure, $k \in K$ ein spezifischer Akteur, Σ die Menge aller Permutationen von K , $m = |K|$ die Anzahl der Akteure, $S(k, \sigma)$ die Menge der Akteure bezeichnet, die in der Permutation σ vor k auftreten, und $F(S)$ die Wertfunktion darstellt.

Für den Spezialfall von zwei Akteuren ($m = 2$) gilt $K = \{1, 2\}$ und $\Sigma = \{(1, 2), (2, 1)\}$. Die Shapley-Beiträge ergeben sich damit zu

$$C_1(K, F) = \frac{1}{2} [F(\{1\}) - F(\emptyset) + F(\{1, 2\}) - F(\{2\})], \quad (3)$$

sowie

$$C_2(K, F) = \frac{1}{2} [F(\{2\}) - F(\emptyset) + F(\{1, 2\}) - F(\{1\})]. \quad (4)$$

6.2.3 Erste Unterteilung: Struktur- und Niveaueffekt

Im ersten Schritt wird die Differenz im KDG in einen Struktur- und einen Niveaueffekt zerlegt. Die Zerlegung erfolgt getrennt nach Verkehrsmitteln.

Im vorliegenden Fall werden zwei Zustände betrachtet:

- Deutschsprachige Schweiz (D , Referenzzustand),
- Lateinsprachige Schweiz (L).

Der Referenzzustand wird jeweils dann eingesetzt, wenn ein Faktor in der Wertfunktion nicht berücksichtigt wird. Entsprechend entspricht die leere Menge dem Referenzzustand.

Der KDG lässt sich schreiben als

$$\text{KDG} = \sum_i s_i n_i, \quad (5)$$

wobei

$$s_i = \frac{K_i}{\sum_j K_j} \quad \text{und} \quad n_i = \frac{R_i}{K_i}$$

den Kostenanteil bzw. den KDG des Verkehrsmittels i bezeichnen. R_i sind die Gesamterlöse, K_i die Gesamtkosten.

Struktureffekt Der Beitrag des Strukturfaktors ergibt sich durch Einsetzen von (5) in (3) zu

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{1}{2} \left[\sum_i s_i^L n_i^D - \sum_i s_i^D n_i^D + \sum_i s_i^L n_i^L - \sum_i s_i^D n_i^L \right] \\ &= \frac{1}{2} \sum_i (s_i^L - s_i^D) (n_i^L + n_i^D) = \sum_i \Delta s_i \bar{n}_i, \end{aligned} \quad (6)$$

wobei $\Delta s_i = s_i^L - s_i^D$ und $\bar{n}_i = \frac{1}{2}(n_i^L + n_i^D)$ gelten.

Der Struktureffekt drückt aus, wie stark sich der aggregierte KDG verändern würde, wenn die lateinsprachige Schweiz die gleiche Kostenverteilung pro Verkehrsmittel wie die deutschsprachige Schweiz aufweisen würde, bei unveränderten KDG der einzelnen Verkehrsmittel. Weisen beide Sprachregionen die gleiche Kostenverteilung auf, verschwindet der Struktureffekt, da in diesem Fall $\Delta s_i = 0$ für alle Verkehrsmittel gilt.

Niveaueffekt Der Niveaueffekt ergibt sich analog als

$$C_n = \sum_i \bar{s}_i \Delta n_i, \quad (7)$$

wobei $\bar{s}_i = \frac{1}{2}(s_i^L + s_i^D)$ und $\Delta n_i = n_i^L - n_i^D$.

6.2.4 Zweite Unterteilung: Beiträge von Erlösen und Kosten

Der Niveaueffekt wird im nächsten Schritt weiter zerlegt. Der Kostendeckungsgrad pro Verkehrsmittel lässt sich schreiben als

$$n_i = \frac{R_i}{K_i} = \frac{r_i q_i}{c_i q_i} = \frac{r_i}{c_i}, \quad (8)$$

wobei r_i die Erlöse pro Fahrplankilometer, c_i die Kosten pro Fahrplankilometer und q_i die Fahrplankilometer des Verkehrsmittels i bezeichnen.

Die Shapley-Beiträge der Erlöse bzw. der Kosten ergeben sich zu

$$\begin{aligned} C_{r_i} &= \frac{1}{2} \left[\frac{r_i^L}{c_i^D} - \frac{r_i^D}{c_i^D} + \frac{r_i^L}{c_i^L} - \frac{r_i^D}{c_i^L} \right] \\ &= \frac{1}{2} (r_i^L - r_i^D) \left(\frac{1}{c_i^L} + \frac{1}{c_i^D} \right) = \frac{1}{2} \Delta r_i \left(\frac{1}{c_i^L} + \frac{1}{c_i^D} \right), \end{aligned} \quad (9)$$

sowie

$$\begin{aligned} C_{c_i} &= \frac{1}{2} \left[\frac{r_i^D}{c_i^L} - \frac{r_i^D}{c_i^D} + \frac{r_i^L}{c_i^L} - \frac{r_i^L}{c_i^D} \right] \\ &= \frac{1}{2} (r_i^L + r_i^D) \left(\frac{1}{c_i^L} - \frac{1}{c_i^D} \right) = \bar{r}_i \left(\frac{1}{c_i^L} - \frac{1}{c_i^D} \right). \end{aligned} \quad (10)$$

6.2.5 Dritte Unterteilung: Belastungs- und Erlösniveaueffekt

Die Erlöse pro Fahrplankilometer lassen sich weiter zerlegen als

$$r_i = b_i p_i,$$

wobei b_i die Belastung (PKM pro Fahrplankilometer) und p_i das Erlösniveau (Erlöse pro PKM) bezeichnen. Die weitere Aufteilung des Erlösbeitrags erfolgt sequenziell innerhalb des zuvor bestimmten Erlöseffekts.

Die Beiträge ergeben sich analog zur ersten Unterteilung (vgl. Kapitel 6.2.3) zu

$$C_{b_i}^{(r)} = \bar{p}_i \Delta b_i, \quad (11)$$

sowie

$$C_{p_i}^{(r)} = \bar{b}_i \Delta p_i. \quad (12)$$

Damit lässt sich die Veränderung der Erlöse pro Fahrplankilometer schreiben als

$$\Delta r_i = C_{b_i}^{(r)} + C_{p_i}^{(r)}. \quad (13)$$

Da der Erlösbeitrag zum modalen KDG über

$$n_i = \frac{r_i}{c_i}$$

bestimmt wird, gehen die Beiträge von b_i und p_i nur nach Skalierung mit dem mittleren Kehrwert der Kosten in die Zerlegung von Δn_i ein. Dies liefert

$$C_{b_i} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{c_i^D} + \frac{1}{c_i^L} \right) C_{b_i}^{(r)} = \bar{p}_i \Delta b_i \frac{1}{2} \left(\frac{1}{c_i^D} + \frac{1}{c_i^L} \right), \quad (14)$$

sowie

$$C_{p_i} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{c_i^D} + \frac{1}{c_i^L} \right) C_{p_i}^{(r)} = \bar{b}_i \Delta p_i \frac{1}{2} \left(\frac{1}{c_i^D} + \frac{1}{c_i^L} \right). \quad (15)$$

6.2.6 Endmodell

Die Differenz im KDG lässt sich somit schreiben als

$$\begin{aligned} \Delta \text{KDG} &= \underbrace{\sum_i \Delta s_i \bar{n}_i}_{\text{Struktureffekt}} + \underbrace{\sum_i \bar{s}_i \Delta n_i}_{\text{Niveaueffekt}} \\ &= \underbrace{\sum_i \Delta s_i \bar{n}_i}_{\text{Struktureffekt}} + \underbrace{\sum_i \bar{s}_i C_{r_i}}_{\text{Erlöseffekt}} + \underbrace{\sum_i \bar{s}_i C_{c_i}}_{\text{Kosteneffekt}} \\ &\quad \underbrace{\hspace{10em}}_{\text{Niveaueffekt}} \\ &= \underbrace{\sum_i \Delta s_i \bar{n}_i}_{\text{Struktureffekt}} + \underbrace{\sum_i \bar{s}_i C_{b_i}}_{\text{Belastungseffekt}} + \underbrace{\sum_i \bar{s}_i C_{p_i}}_{\text{Erlösniveaueffekt}} + \underbrace{\sum_i \bar{s}_i C_{c_i}}_{\text{Kosteneffekt}} \\ &\quad \underbrace{\hspace{10em}}_{\text{Erlöseffekt}} \\ &\quad \underbrace{\hspace{10em}}_{\text{Niveaueffekt}} \end{aligned} \quad (16)$$

Da C_{b_i} , C_{p_i} und C_{c_i} zunächst Beiträge zum verkehrsmittelspezifischen KDG n_i darstellen, folgt ihre Gewichtung mit $\bar{s}_i$ direkt aus der Zerlegung des Niveaueffekts.

Schliesslich lässt sich die verwendete Zerlegung auch aus der Perspektive einer linearen Approximation betrachten. In der ersten Zerlegung (Struktur- und Niveaueffekt) sowie in der dritten Zerlegung (Belastungs- und Erlösniveaueffekt) entspricht die lineare Zerlegung exakt der jeweiligen Shapley-Zerlegung. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die zugrunde liegenden Wertfunktionen linear bzw. bilinear sind. In diesen Fällen ist die Shapley-Zerlegung äquivalent zur diskreten Form der totalen Ableitung, ausgewertet am Mittelpunkt der beiden Zustände.

In der zweiten Zerlegung ist dies hingegen nicht der Fall, da der KDG pro Verkehrsmittel als Quotient von Erlösen und Kosten definiert ist. Die Shapley-Zerlegung dieser Nicht-linearität entspricht somit nicht der linearen Approximation. Die daraus resultierenden nichtlinearen Effekte werden vollständig in den Kosten-, Belastungs- und Erlösniveaubeträgen zusammengefasst.

In der Gesamtdarstellung erscheint die Zerlegung dennoch formal linear, da die nichtlinearen Bestandteile explizit isoliert und separat ausgewiesen werden.

6.2.7 Unsicherheit und Konfidenzintervall

Für die Shapley-Shorrocks-Dekomposition sind keine analytischen Standardfehler verfügbar, da sie eine Zerlegung nichtlinearer Funktionen abbildet. Zur Quantifizierung der Unsicherheit wird stattdessen ein stratifizierter Cluster-Bootstrap auf Linienebene eingesetzt. Die Stichprobenziehung erfolgt separat nach Verkehrsmittel, um der starken Ungleichheit der Stichprobengrösse Rechnung zu tragen. Für jedes Verkehrsmittel wird in jeder Bootstrap-Replikation eine neue Stichprobe von Linien derselben Grösse wie im Original gezogen (Sampling mit Zurücklegen). Für die Vereinigung der gezogenen Linien über alle Verkehrsmittel wird pro Bootstrap-Replikation die vollständige Shapley-Shorrocks-Dekomposition berechnet. Die Konfidenzintervalle werden mit der Verteilung der Beiträge aller Bootstrap-Replikationen geschätzt. Diese geben den Bereich an, in dem der tatsächliche Beitrag mit hoher Wahrscheinlichkeit liegt. Die Beiträge werden als statistisch signifikant interpretiert, wenn deren Konfidenzintervall den Wert null nicht enthält.

6.3 Gepoolte multiple Regressionsanalyse mit Dummy-Variable

Das Ziel der Regressionsanalyse besteht darin, die Unterschiede in den Kosten bzw. Erlösen pro Fahrplankilometer zwischen den Sprachregionen zu quantifizieren und zu untersuchen, inwieweit diese Unterschiede durch beobachtbare Faktoren erklärt werden können. Dabei werden beobachtbare strukturelle, angebots- und nachfragebezogene Faktoren verwendet. Methodisch wird eine gepoolte multiple Regressionsanalyse mit einer Dummy-Variable verwendet. Dieser Ansatz erlaubt es, den durch beobachtbare Variablen erklärten Teil der Gruppenunterschiede von einem verbleibenden, nicht erklärten Sprachregioneneffekt zu trennen. Der Fokus liegt hierbei auf der deskriptiven und analytischen Zerlegung der

Gruppenunterschiede. Interpretationen zu kausalen Effekten können nur mit Vorsicht getätigt werden, da die Dekomposition konditional bedingt ist. Der Ansatz folgt einer Oaxaca-Blinder-Dekompositionslogik: Die Unterschiede zwischen den Gruppen werden in erklärbare und nicht-erklärbare Komponenten zerlegt (Elder et al., 2009).

6.3.1 Modellspezifikation

Der empirische Ansatz basiert auf dem folgenden OLS-Regressionsmodell:

$$\log(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \text{Sprachregion}_i + \sum_{k=2}^K \beta_k X_{ki} + \epsilon_i, \quad (17)$$

wobei y_i die abhängige Variable (Kosten bzw. Erlöse pro Fahrplankilometer) darstellt, Sprachregion_i eine Dummy-Variable ist (1 = lateinsprachige Schweiz, 0 = deutschsprachige Schweiz), X_{ki} die erklärenden Kontrollvariablen bezeichnet (lineare Variablen werden dabei z-standardisiert) und ϵ_i den Fehlerterm darstellt.

Die abhängige Variable wird logarithmiert, da sie eine rechtsschiefe Verteilung aufweist und die Log-Transformation zur Varianzstabilisierung sowie zur Reduktion des Einflusses von Ausreißern beiträgt. Zudem erlaubt die log-lineare Spezifikation eine Interpretation der Koeffizienten als approximative prozentuale Veränderungen. Der Sprachregionen-Dummy *Sprachregion* beschreibt in dieser Modellspezifikation den institutionellen, kulturellen und nicht beobachtbaren Einfluss. Der dazugehörige Koeffizient β_1 misst den durchschnittlichen Unterschied zwischen den Sprachregionen unter Kontrolle der erklärenden Variablen.

6.3.2 Erklärende Variablen und Modellaufbau

Die Auswahl der erklärenden Variablen basiert auf verkehrsökonomischer Theorie, empirischer Evidenz sowie der Verfügbarkeit konsistenter Daten. Die erklärenden, unabhängigen Variablen können betriebsstrukturell, nachfragebezogen, kostenrelevant, geografisch, topografisch oder institutionell sein. Sie sollen nicht Ausdruck der Sprachregion selbst sein. Die Relevanz der möglichen Variablen wird dazu mithilfe von deskriptiven und Korrelationsanalysen überprüft. Variablen mit hoher Erklärungskraft und theoretischer Grundlage werden ins Modell aufgenommen. Faktoren mit geringer Erklärungskraft, hoher Multikollinearität und fehlender theoretischer Basis werden hingegen ausgeschlossen. Ziel ist es, die erklärenden Drittvariablen ins Modell aufzunehmen, um Verzerrungen durch ausgelassene Variablen zu verhindern.

Der Modellaufbau erfolgt stufenweise entlang einer kausalen Hierarchie:

- *Modell (0)* enthält ausschliesslich den Sprachregions-Dummy (und gegebenenfalls Verkehrsmittel-Dummies) und beschreibt den festgestellten und unbedingten Gruppenunterschied.

- *Modell (1)* ergänzt weitgehend exogene strukturelle Rahmenbedingungen wie demografische, geografische oder sozioökonomische Faktoren. Diese Faktoren sind statisch bzw. quasi-statisch. Mögliche Faktoren sind die Bevölkerungsdichte, topografische Merkmale und die Erwerbsquote.
- *Modell (2)* erweitert das Modell um Angebots- und betriebsbezogene Variablen, die als Mediatoren wirken können. Diese basieren auf operativen Entscheidungen und den regionalen Angebotsentscheidungen, die wiederum teilweise von strukturellen Bedingungen abhängig sind. Dazu zählen beispielsweise das Tarifniveau, die Erreichbarkeit und die Angebotsdichte. Durch ihre Aufnahme ist es möglich, den kontrollierten direkten Effekt des Sprachregionen-Dummys zu isolieren.
- *Modell (3)* berücksichtigt zusätzlich nachfragebezogene, outcome-nahe Variablen, die potenziell stark endogen sind. Somit sind sie kausal nicht interpretierbar. Die Aufnahme in das Modell dient der konditionalen Dekomposition der regionalen Unterschiede. Mögliche Faktoren sind die Einsteiger pro Fahrplankilometer und die Anzahl von Halbtax-Abonnements pro Einwohner.

Durch diese stufenweise Erweiterung lässt sich nachvollziehen, in welchem Ausmass der Koeffizient des Sprachregions-Dummys durch die Aufnahme zusätzlicher erklärender Faktoren reduziert wird. Zur Beurteilung, ob die jeweils ergänzten Variablen zu einer signifikanten Verbesserung der Modellgüte beitragen, werden Likelihood-Ratio-Tests zwischen geschachtelten Modellspezifikationen durchgeführt. Die Nullhypothese des Likelihood-Ratio-Tests besagt, dass die zusätzlich aufgenommenen Koeffizienten gemeinsam gleich null sind und die Modellerweiterung somit keine Verbesserung gegenüber dem restriktiveren Modell darstellt.¹⁵ Ein Rückgang von β_1 wird dabei als Hinweis interpretiert, dass ein grösserer Anteil der beobachteten Unterschiede durch die im Modell aufgenommenen Variablen erklärt werden kann.

6.3.3 Endogenität

Für unverzerzte und konsistente OLS-Schätzer ist Exogenität der unabhängigen Variablen erforderlich, d. h.

$$\text{cov}(X_k, \epsilon) = 0. \quad (18)$$

In der Verkehrsökonomie sind diese Annahmen jedoch häufig verletzt, da Angebot, Nachfrage, Kosten und Erlöse simultan bestimmt werden und die Zusammenhänge somit

¹⁵Der Likelihood-Ratio-Test basiert auf der Teststatistik $LR = 2(\ell_{\text{erweitert}} - \ell_{\text{restriktiv}})$, die asymptotisch einer χ^2 -Verteilung mit Freiheitsgraden folgt, die der Anzahl zusätzlich aufgenommener Parameter entspricht. Bei einem Signifikanzniveau von 5 % ergibt sich beispielsweise ein kritischer Wert von 3.84 bei einer zusätzlichen Variable, 5.99 bei zwei Variablen, 7.81 bei drei Variablen und 9.49 bei vier Variablen. Entsprechend muss sich die Log-Likelihood um mindestens 1.92, 3.00, 3.91 bzw. 4.75 verbessern, um eine signifikante Modellerweiterung anzuzeigen.

nicht strikt exogen sind. Weiter wirken unbeobachtete Faktoren, wie z. B. die politischen Präferenzen und Angebotsstrategien der Kantone, auf die abhängigen und unabhängigen Variablen. Diese ausgelassenen Variablen können zu einem Omitted Variable Bias führen. Mit der Einführung des Sprachregionen-Dummys wird jedoch versucht, diesen Effekt zu minimieren. Variablen können mediierende oder moderierende Faktoren sein, wodurch sie kausal nicht vollständig unabhängig sind. Die Regressionen werden somit in diesem Zusammenhang zur deskriptiven Dekomposition von Gruppenunterschieden verwendet. Die Koeffizienten stellen bedingte Zusammenhänge dar, weshalb kausale Aussagen nur mit Vorsicht getroffen werden können. Auf den Einsatz von Instrumentenvariablen kann somit verzichtet werden.

6.3.4 Methodische Abgrenzungen

Die gewählte Regressionsspezifikation verzichtet bewusst auf die Berücksichtigung von Interaktionstermen und nichtlinearen Zusammenhängen, um die Interpretierbarkeit der Regressionskoeffizienten zu steigern sowie um die konsistente Anwendung der Oaxaca-Blinder-Dekomposition zu gewährleisten. Insbesondere bei der Zerlegung von Gruppendifferenzen würden Interaktionen und weitere nichtlineare Effekte die eindeutige Zuordnung einzelner Beiträge erschweren oder verunmöglichen.

Die Analyse basiert auf Querschnittsdaten. Ein Panelansatz wird nicht verfolgt, da für frühere Jahre keine vollständigen Fahrplan- und Stammdaten verfügbar sind. Die Erstellung der Liniengeodaten und die Berücksichtigung exogener Variablen wäre somit nicht möglich. Zudem werden zentrale exogene Einflussfaktoren nicht jährlich erhoben, was eine Datenaufbereitung pro Jahr verhindert. Der Mikrozensus Mobilität und Verkehr wird beispielsweise nur in mehrjährigen Abständen durchgeführt, zuletzt im Jahr 2021.

Auf den Einsatz räumlicher Regressionsmodelle wird ebenfalls verzichtet. Eine räumliche Modellierung wäre zwar für einzelne Fragestellungen denkbar, würde jedoch den Fokus der Arbeit deutlich erweitern. Für eine konsistente Abbildung räumlicher Abhängigkeiten und der Netzwerkstruktur wäre der Einbezug des gesamten Fahrplannetzes von Vorteil. Da sich die Analyse auf den RPV beschränkt und die Interpretation einzelner Beitragseffekte im Vordergrund steht, wird auf eine räumliche Modellierung verzichtet.

6.3.5 Modellgüte und Robustheitsprüfungen

Zur Beurteilung der Modellspezifikation und Robustheit werden folgende diagnostische Prüfungen durchgeführt:

- Überprüfung der linearen Spezifikation mittels Residuenplots mit Lowess-Glättung und Q-Q-Plots.
- Diagnose von Multikollinearität anhand der Variance Inflation Factors (VIF).

- Verwendung heteroskedastizitätsrobuster Standardfehler als Massnahme gegen Heteroskedastizität.
- Vergleich alternativer Modellspezifikationen anhand des adjustierten R^2 und der Log-Likelihood.
- Robustheits- und Sensitivitätsanalysen mit alternativen Variablensätzen und Teilstichproben.

6.3.6 Interpretation und Oaxaca-Blinder-Dekomposition

Die Koeffizienten können konditional zur jeweiligen Modellspezifikation wie folgt interpretiert werden:

- Der Koeffizient β_1 misst die prozentuale Differenz von Y der lateinsprachigen im Vergleich zur deutschsprachigen Schweiz. Für kleine Werte entspricht die Veränderung näherungsweise $100 \cdot \beta_1\%$. Die exakte prozentuale Änderung ergibt sich aus $(e^\beta - 1) \cdot 100$.
- Die linearen Koeffizienten beschreiben die Veränderung von Y bei einer Erhöhung von X um eine Standardabweichung. Die prozentuale Veränderung wird wie bei der Sprachregion berechnet.
- Die logarithmischen Koeffizienten beschreiben die Elastizität. Eine Erhöhung von X um 1% führt zu einer Veränderung von Y um $100 \cdot \beta\%$.

Die Oaxaca-Blinder-Dekomposition erlaubt eine formale Trennung zwischen einem erklärten und einem nicht erklärten Teil der Gruppendifferenz:

$$\Delta \overline{\log y} = \underbrace{\sum_{k=2}^K (\bar{x}_k^L - \bar{x}_k^D) \hat{\beta}_k}_{\text{erklärter Teil}} + \underbrace{\hat{\beta}_1}_{\text{unerklärter Teil}} + \underbrace{\Delta \bar{\epsilon}}_{\text{Residuenunterschied}}, \quad (19)$$

wobei $\Delta \overline{\log y} = \overline{\log(y)}^L - \overline{\log(y)}^D$ gilt (Elder et al., 2009). Der Residuenterm $\Delta \bar{\epsilon}$ erfasst die Differenz der durchschnittlichen Fehlerterme zwischen den beiden Gruppen. Bei einer OLS-Schätzung mit Konstante verschwindet dieser Term normalerweise im Erwartungswert, sodass er in der Regel vernachlässigt und nicht inhaltlich interpretiert wird.

Der Beitrag einer einzelnen erklärenden Variable k ergibt sich als

$$\text{Beitrag}_k = (\bar{x}_k^L - \bar{x}_k^D) \hat{\beta}_k. \quad (20)$$

Positive Beiträge vergrössern die beobachtete Gruppendifferenz, während negative Beiträge dieser entgegenwirken. Da für den Sprachregionen-Dummy $\bar{x}^L - \bar{x}^D = 1 - 0 = 1$

gilt, entspricht der unerklärte Teil dem Koeffizienten des Sprachregionen-Dummies $\hat{\beta}_1$. Er stellt keinen kausalen Effekt dar, sondern fasst alle nicht durch die Modellvariablen erklärten Unterschiede zusammen.

Zur Ergänzung der additiven Oaxaca-Blinder-Dekomposition wird die relative Wichtigkeit der einzelnen Komponenten ausgewiesen:

$$\text{Relative Wichtigkeit}_k = \frac{|\text{Beitrag}_k|}{\sum_{j=1}^J |\text{Beitrag}_j|}. \quad (21)$$

Die Kennzahl basiert auf den Absolutwerten der Zerlegungskomponenten und misst deren relative Stärke innerhalb der Gesamtzerlegung unabhängig von der Wirkungsrichtung.

7 Resultate

7.1 Shapley-Shorrocks-Dekomposition

Die Shapley-Shorrocks-Dekomposition unterteilt die regionalen Differenzen in die Verkehrsmittel sowie den Struktur- und Niveaueffekt. Die Tabelle 9 beschreibt die Anteile der Effekte pro Verkehrsmittel in Prozentpunkten des KDG. Die Konfidenzintervalle sind im Anhang C enthalten.

Tabelle 9: Absolute Beiträge der Shapley-Shorrocks-Dekomposition zur Differenz im Kostendeckungsgrad nach Verkehrsmittel und Effekt

Verkehrsmittel	Gesamtbeitrag	Struktureffekt	Niveaueffekt		
			Kosten	Erlöse	
			Kosteneffekt	Belastung	Erlösniveau
Bus	-4.34*	2.47	-1.81*	-2.15*	-2.85*
Normalspur	-15.01*	-6.33*	3.56*	-9.76*	-2.48*
Schmalspur	-1.17	2.14	-0.53	-5.66*	2.89*
Gesamt	-20.52*	-1.72*	1.21	-17.57*	-2.44

* Statistisch signifikant auf dem 5 %-Signifikanzniveau.

Konfidenzintervalle basieren auf einem stratifizierten Cluster-Bootstrap auf Linienebene und sind im Anhang C (Tabelle 26) ausgewiesen.

Der KDG ist in der lateinsprachigen Schweiz 20.52 Prozentpunkte niedriger. Der Grossteil der Differenz ist dabei auf den Erlöseffekt, insbesondere den Belastungseffekt, zurückzuführen. Diese machen 97.5 % bzw. 85.6 % des Unterschieds aus. Die Kosten kompensieren den Erlöseffekt nur leicht. Die Strukturunterschiede – die verschiedenen Anteile der Verkehrsmittel an den Gesamtkosten – machen nur einen kleinen Teil aus. Würde die lateinsprachige Schweiz die gleiche Angebotsverteilung nach Verkehrsmitteln wie die Deutschschweiz aufweisen, wäre immer noch ein Unterschied von 18.8 Prozentpunkten ersichtlich.

Die Normalspur trägt fast drei Viertel zum Unterschied bei, da diese Linien kosten- und erlösintensiv sind. Der Erlöseffekt ist auch hier der Haupttreiber, wobei tiefere Kosten in der lateinsprachigen Schweiz stärker entgegenwirken. Der Erlöseffekt wird mehrheitlich durch die tiefere Belastung in der lateinsprachigen Schweiz getrieben, während die Erlöse pro PKM ebenfalls leicht dazu beitragen. Der Struktureffekt ist ebenfalls deutlicher. Da Normalspurlinien tendenziell höhere KDG aufweisen, profitiert die Deutschschweiz von einem höheren Anteil an Normalspurlinien.

Buslinien sind der zweitgrösste Treiber. Der Struktureffekt wirkt hier in entgegengesetzter Richtung, ist jedoch statistisch nicht signifikant. Die KDG sind bei Buslinien niedriger,

während der Anteil an Buslinien in der lateinsprachigen Schweiz höher ist. Bei Buslinien sind dort sowohl die Erlöse niedriger als auch die Kosten höher, wobei die Erlösunterschiede stärker wirken. Der Belastungs- und der Erlösniveaueffekt tragen beide zum Erlöseffekt bei.

Die Schmalspurlinien zeigen eine ähnliche, jedoch schwächere Wirkung als die Buslinien, wobei die Schmalspureffekte mehrheitlich statistisch insignifikant sind. Auch hier wirkt sich eine niedrigere Belastung in der lateinsprachigen Schweiz negativ auf den KDG aus. Jedoch sind die Erlöse pro PKM höher, was der niedrigeren Nachfrage entgegenwirkt.

7.1.1 Robustheitschecks

Als Robustheitscheck werden zwei Varianten analysiert: (A) Die Werte des Kantons Zürich werden ausgeschlossen. Der Kanton Zürich ist der Kanton mit den höchsten Kosten, Abgeltungen und Anteil an Normalspur. (B) Die beiden nationalen TU – SBB und PostAuto – werden ausgeschlossen, um zu identifizieren, wie stark die beiden TU zum Unterschied beitragen.

A. Dekomposition ohne Linien des Kantons Zürich Die Dekomposition ohne die Linien des Kantons Zürich unterscheidet sich in wichtigen Punkten. Ein ähnlicher Trend ist dennoch ersichtlich.

Tabelle 10: Absolute Beiträge der Shapley-Shorrocks-Dekomposition zur Differenz im Kostendeckungsgrad (Robustheitscheck ohne Linien des Kantons Zürich)

Verkehrsmittel	Gesamtbeitrag	Struktureffekt	Niveaueffekt		
			Kosten	Erlöse	
			Kosteneffekt	Belastung	Erlösniveau
Bus	-4.37*	1.15	-1.94*	-1.86*	-1.71*
Normalspur	-7.40*	-1.01	-0.29	-2.87	-3.23*
Schmalspur	-4.47	-0.80	-0.59	-6.50*	3.42
Gesamt	-16.24*	-0.66	-2.83	-11.24*	-1.52

* Statistisch signifikant auf dem 5 %-Signifikanzniveau.

Konfidenzintervalle basieren auf einem stratifizierten Cluster-Bootstrap auf Linienebene und sind im Anhang C (Tabelle 27) ausgewiesen.

Der Gesamteffekt ist rund ein Fünftel kleiner. Der Kanton Zürich bestellt das grösste Angebot und weist den zweitgrössten KDG in der Schweiz auf. Der deutliche Einfluss auf die Unterschiede zwischen den Sprachregionen ist somit plausibel.

Dies gilt analog für die Verschiebungen im Struktureffekt. Der Kanton Zürich hat den grössten Anteil an Normalspurangeboten. Der Kanton Zürich beschreibt praktisch den kompletten Struktureffekt der Normalspur. Die Beiträge der Verkehrsmittel sind ohne

den Kanton Zürich ausgeglichener. Die Normalspurangebote des Kantons Zürich sind fast ausschliesslich für den Kosteneffekt der Normalspur verantwortlich, tragen jedoch auch einen hohen Anteil zum Erlöseffekt bei.

Dieser Robustheitscheck bestätigt, dass der Erlöseffekt und insbesondere die Nachfrage – obwohl diese Effekte hier schwächer auftreten – die wichtigsten Treiber des Unterschieds im KDG ausmachen. Mit der Exklusion des Kantons Zürich werden zudem der Struktureffekt und der Kosteneffekt statistisch insignifikant. Einzig die Buslinien weisen in der Deutschschweiz ein signifikant tieferes Kostenniveau auf.

Der Kanton Zürich hat somit einen starken und positiven Einfluss auf die Kennzahlen der Deutschschweiz. Die Effekte zeigen jedoch auch, dass höhere Erlöse – und folglich eine grössere Nachfrage – höhere Kosten zur Folge haben.

B. Dekomposition ohne Linien nationaler TU Der Robustheitscheck mit der Exklusion der nationalen TU soll beschreiben, wie stark die Unterschiede im KDG durch die nationalen TU beeinflusst werden. Die SBB und PostAuto sind zentral geführt, wobei auch regionale Abteilungen bestehen. Die Dekomposition zeigt, dass sich der Gesamtbeitrag nicht stark unterscheidet. Regionale Unterschiede kommen somit auch in den nationalen und regionalen TU vor. Dies kann darauf hindeuten, dass die Unterschiede strukturelle bzw. nicht betriebliche Ursachen haben. Da das Angebot durch die Besteller festgelegt wird, können die TU keinen grossen Einfluss darauf nehmen.

Tabelle 11: Absolute Beiträge der Shapley-Shorrocks-Dekomposition zur Differenz im Kostendeckungsgrad (Robustheitscheck ohne Linien nationaler Transportunternehmen)

Verkehrsmittel	Gesamtbeitrag	Struktureffekt	Niveaueffekt		
			Kosten	Erlöse	
			Kosteneffekt	Belastung	Erlösniveau
Bus	-4.13*	2.83	-2.57*	-1.13	-3.26*
Normalspur	-13.75*	-9.29*	1.60	-4.00*	-2.05*
Schmalspur	-1.34	5.04	-1.03	-10.93*	5.59*
Gesamt	-19.22*	-1.43	-2.01	-16.06*	0.28

* Statistisch signifikant auf dem 5 %-Signifikanzniveau.

Konfidenzintervalle basieren auf einem stratifizierten Cluster-Bootstrap auf Linienebene und sind im Anhang C (Tabelle 28) ausgewiesen.

Es zeichnen sich auch ähnliche Veränderungen wie beim ersten Robustheitscheck ab. Der Kosteneffekt ist bis auf die Buslinien statistisch insignifikant. Die S-Bahn Zürich wird mehrheitlich von der SBB betrieben, was eine mögliche Erklärung für die Insignifikanz des Kosteneffekts bei Normalspurlinien sein könnte. Wie im ersten Robustheitscheck festgestellt, tragen die Normalspurlinien des Kantons Zürich einen messbaren Beitrag zum Kostenunterschied bei. Ebenfalls ist der Struktureffekt bis auf die Normalspurlini-

en insignifikant. Dies deutet darauf hin, dass in der Deutschschweiz tendenziell mehr Normalspurlinien durch andere TU, wie z. B. BLS und SOB, betrieben werden.

7.2 Erlösmodell

Das Erlösmodell besteht aus vier aufbauenden Modellen, wobei das Modell (0) lediglich die Sprachregionen- und Bus-Dummys schätzt. Letzterer ist insofern relevant, da sich die Erlöse zwischen Bus- und Bahnlinien deutlich unterscheiden. Das Modell (1) berücksichtigt strukturelle Faktoren, das Modell (2) zusätzlich angebotsrelevante und das Modell (3) nachfragebezogene Variablen. Die Modellerweiterungen sind statistisch signifikant. Die Resultate sind in der Tabelle 12 zusammengefasst, die Annahmen- und Residuentests sind im Anhang D ergänzt.

Tabelle 12: Erlösmodell: OLS-Regressionen von $\log(\text{Erlöse pro Fahrplankilometer})$

	(0)	(1)	(2)	(3)
Konstante	2.489*** (0.040)	2.448*** (0.043)	2.615*** (0.056)	1.514*** (0.039)
Sprachregion (Latein = 1)	-0.375*** (0.031)	-0.169*** (0.042)	-0.215*** (0.044)	-0.100*** (0.027)
Bus	-1.602*** (0.042)	-1.624*** (0.043)	-1.811*** (0.060)	-0.519*** (0.044)
Erwerbsquote ¹		0.072*** (0.017)	0.006 (0.019)	0.016 (0.014)
$\log(\text{Einwohner pro km})$		0.243*** (0.020)	0.218*** (0.027)	0.062*** (0.017)
Tarifniveau ¹			0.132*** (0.014)	0.072*** (0.008)
Geschwindigkeit ¹			-0.110*** (0.024)	-0.180*** (0.018)
Reisezeit ¹			-0.054*** (0.020)	-0.051*** (0.014)
Anschlüsse ¹			0.063*** (0.015)	-0.007 (0.011)
$\log(\text{Belastung})$				0.749*** (0.024)
Halbtax pro Einwohner ¹				0.062*** (0.013)
Beobachtungen	1519	1519	1519	1519
Adj. R^2	0.565	0.636	0.670	0.898
Log-Likelihood	-1272.9	-1135.2	-1060.2	-170.2

Standardfehler in Klammern.

* $p < 0.10$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

¹ Z-standardisierte Variable.

Das Modell (1) berücksichtigt die strukturellen Faktoren. Diese können etwas mehr als die Hälfte des Sprachregioneneffekts beschreiben. Die Erwerbsquote ist in der lateinsprachigen Schweiz tendenziell tiefer. Ob diese die tatsächliche Ursache oder ein Indikator für

einen anderen Effekt ist, kann nicht aus dem Modell interpretiert werden. Die Einwohner pro km beschreiben die mögliche Nachfrage und setzen sich aus dem Quotienten der Einwohner im Einzugsgebiet und der Linienlänge zusammen.

Das Modell (2) kontrolliert zusätzlich das Angebot. Das erweiterte Modell liefert eine bessere Passung. Der Sprachregioneneffekt nimmt jedoch leicht zu. Dies deutet darauf hin, dass das Angebot nicht ausschlaggebend ist und dessen Qualität sich zwischen den Regionen nicht stark unterscheidet. Ein höheres Tarifniveau der Tarifverbünde wirkt sich positiv auf die Erlöse aus. Die durchschnittliche Geschwindigkeit hat einen negativen Effekt auf die Erlöse. Eine niedrige Geschwindigkeit kann auf urbane Umgebungen mit dichter Haltestellenfolge und hoher Nachfrage hindeuten. Die Reisezeit zeigt einen ähnlichen Effekt. Sie beschreibt die Zeitersparnis mit dem MIV gegenüber dem ÖV zur nächstgelegenen Agglomeration und wirkt sich negativ auf die Attraktivität des ÖV aus. Die beobachteten Effekte erscheinen somit plausibel. Die Anschlüsse beschreiben die Lage im ÖV-Netz bzw. die Anzahl Linien, auf die man von der betrachteten Linie umsteigen kann. Dieser Faktor wird als Annäherung des Netzwerkeffekts verwendet und wirkt intuitiv attraktivitätssteigernd. Der positive Koeffizient scheint somit plausibel.

Diese Faktoren können rund zwei Drittel der Varianz erklärt werden. Weitere verfügbare exogene Faktoren haben sich nicht als statistisch signifikant erwiesen. Im Modell (2) machen der Bus-Dummy, die Einwohner pro Kilometer sowie das Tarifniveau die grössten Beiträge aus. Die vollständige Oaxaca-Blinder-Zerlegung ist in der Tabelle 29 (Anhang D) dargestellt.

Schliesslich wird im Modell (3) noch die tatsächliche Nachfrage berücksichtigt, die hier mit der Linienbelastung repräsentiert wird. Die Nachfrage ist ein endogener outcome-naher Faktor und erklärt per Definition einen grossen Anteil der Varianz. Eine kausale Interpretation dieses Modells ist somit nicht möglich. Die strukturellen Effekte verlieren durch die Aufnahme der Nachfrage an Aussagekraft, da sie genau die Nachfrage erklären sollen. Die nachfragebezogenen Faktoren beschreiben den Grossteil des Sprachregioneneffekts auf der Erlösseite. Letzterer nimmt im letzten Modell deutlich ab, bleibt jedoch statistisch signifikant. Für den Teil des Sprachregioneneffekts, der durch das dritte Modell zusätzlich erklärt wird, kann in der vorliegenden Arbeit kein beobachtbarer, exogener Faktor identifiziert werden. Der starke Einfluss auf den Sprachregioneneffekt bedeutet jedoch, dass die Belastung in der lateinsprachigen Schweiz unter Kontrolle der weiteren Faktoren signifikant tiefer ist.

Aufgrund des starken Einflusses und der regionalen Differenz der Belastung wird diese im Nachfragemodell genauer analysiert. Analog zum Erlösmodell wird eine aufbauende Modellhierarchie verwendet. Die Ergebnisse der OLS-Regressionen sind in Tabelle 13 dargestellt, die Annahmen- und Residuentests sind im Anhang D ergänzt. Die erweiterten Modelle sind jeweils statistisch signifikant.

Das Ausgangsmodell erklärt bereits einen grossen Teil der Varianz. Dies liegt einerseits

an Unterschieden zwischen den Sprachregionen und andererseits an Differenzen zwischen den Verkehrsmitteln. Das Modell (1) ergänzt die logarithmierte Bevölkerungsdichte als strukturellen Faktor, der rund die Hälfte des Sprachregioneneffekts erklärt. Die Reisezeit wird im Modell (2) als angebotsrelevanter Faktor aufgenommen. Ähnlich wie beim Erlösmodell ist der Angebotseffekt gering. Schliesslich wird im Modell (3) als Nachfragefaktor Halbtax-Abonnements pro Einwohner ergänzt. Dieser Faktor repräsentiert die ÖV-Affinität im Einzugsgebiet der Linie. Im Endmodell ist der Sprachregioneneffekt schwach signifikant, während die Reisezeit weiterhin einen signifikanten, aber vergleichsweise kleinen Einfluss auf die Nachfrage aufweist.

Tabelle 13: Nachfragemodell: OLS-Regressionen von $\log(\text{Belastung})$

	(0)	(1)	(2)	(3)
Konstante	3.808*** (0.042)	3.603*** (0.043)	3.610*** (0.043)	1.241*** (0.186)
Sprachregion (Latein = 1)	-0.184*** (0.032)	-0.091*** (0.030)	-0.086*** (0.030)	0.059* (0.035)
Bus	-1.867*** (0.044)	-1.652*** (0.044)	-1.662*** (0.044)	-1.646*** (0.043)
$\log(\text{Bevölkerungsdichte})$		0.305*** (0.020)	0.347*** (0.024)	0.322*** (0.024)
Reisezeit ¹			-0.054*** (0.020)	-0.066*** (0.021)
Halbtax pro Einwohner ¹				0.130*** (0.017)
Beobachtungen	1519	1519	1519	1519
Adj. R^2	0.611	0.675	0.677	0.690
Log-Likelihood	-1301.8	-1165.5	-1161.0	-1129.6

Standardfehler in Klammern.

* $p < 0.10$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

¹ Z-standardisierte Variable.

Die Oaxaca-Blinder-Zerlegung des Endmodells ist in Tabelle 14 dargestellt und quantifiziert die Beiträge der einzelnen Faktoren. Der Busanteil weist einen negativen Beitrag von -0.062 auf und reflektiert Unterschiede in der Angebotsstruktur. Die Bevölkerungsdichte ist entlang lateinsprachiger Linien rund 28 % niedriger als entlang deutschsprachiger¹⁶. Diese Differenz trägt mit -0.107 substantiell zur beobachteten Nachfragedifferenz bei. Den grössten Beitrag leistet die Anzahl Halbtax-Abonnements pro Einwohner. Die Differenz zwischen den Sprachregionen beträgt dabei mehr als eine Standardabweichung. Der Beitrag beträgt -0.156 und reflektiert Unterschiede in der ÖV-Affinität und im Modalsplit zwischen den Sprachregionen.

¹⁶In einer logarithmierten Spezifikation kann eine Differenz in Logarithmen als relative Differenz interpretiert werden. Für zwei Gruppen $R \in \{L, D\}$ gilt bei $x_{i,R} = \log(u_{i,R})$, dass $\Delta x = \log(u_{i,L}) - \log(u_{i,D})$ näherungsweise der prozentualen Differenz $(u_{i,L} - u_{i,D})/u_{i,D}$ entspricht. Die exakte prozentuale Differenz ergibt sich zu $e^{\Delta x} - 1$. Im vorliegenden Fall entspricht dies $e^{-0.334} - 1 \approx -0.28$, d. h. einer Reduktion um rund 28 %.

Die relative Wichtigkeit zeigt, dass insbesondere der Halbtax-Anteil (39.4 %) sowie die Bevölkerungsdichte (27.0 %) die grössten Beiträge innerhalb der Zerlegung aufweisen. Insgesamt erklärt das Modell einen grossen Teil der beobachteten Nachfragedifferenz. Der positive unerklärte Teil impliziert, dass unter Kontrolle der berücksichtigten Variablen ein residualer Unterschied zugunsten der lateinsprachigen Schweiz verbleibt.

Tabelle 14: Oaxaca-Blinder-Zerlegung des Nachfragemodells

Nachfragemodell Modell (3)	Koeffizient	$\bar{x}_{i,L} - \bar{x}_{i,D}$	Beitrag	Relative Wichtigkeit
Bus-Dummy	-1.6459	0.038	-0.062	15.7 %
log(Bevölkerungsdichte)	0.3219	-0.334	-0.107	27.0 %
Reisezeit ¹	-0.0660	-0.187	0.012	3.0 %
Halbtax pro Einwohner ¹	0.1304	-1.195	-0.156	39.4 %
Erklärter Teil			-0.313	85.1 %
Unerklärter Teil			0.059	14.9 %
log(Belastung)			-0.254	100.0 %

Hinweis: Die Beiträge geben die additive Zerlegung der Differenz der logarithmierten Nachfrage zwischen den Sprachregionen an. Positive Beiträge wirken der beobachteten Differenz entgegen.

Die relative Wichtigkeit basiert auf den Absolutwerten und ist daher richtungsunabhängig.

¹ Z-standardisierte Variable.

7.3 Kostenmodell

7.3.1 Bus

Das Kostenmodell für Buslinien besteht aus der Ausgangslage (Modell (0)). Im Modell (1) werden die strukturellen Faktoren kontrolliert. Aufgrund der geringen Aussagekraft werden diese in den weiteren Modellen nicht weiter berücksichtigt. Das Modell (2a) kontrolliert die angebotsplanerischen Faktoren. Im Modell (2b) werden zusätzlich noch weitere angebotsrelevante Faktoren ergänzt. Die Zusammenfassung der Ergebnisse ist in der Tabelle 15 dargestellt, die Annahmen- und Residuentests sind im Anhang D ergänzt.

Wie bereits erwähnt, beschreiben die strukturellen Faktoren weder die Kosten noch den Sprachregioneneffekt zu einem beträchtlichen Teil. Die Modellgüte nimmt zwar leicht zu, jedoch werden die strukturellen Faktoren mit den angebotsspezifischen Faktoren statistisch insignifikant. Unterschiede in der Topografie und Siedlungsdichte haben auch einen direkten Einfluss auf die Angebote, weshalb dieser Effekt plausibel ist.

Das Modell (2a) beschreibt rund ein Drittel des Sprachregioneneffekts. Die durchschnittliche Geschwindigkeit hat den grössten Einfluss. Sie beschreibt die Produktionsbedingungen. Mit höheren Geschwindigkeiten können die Kosten auf mehr Kilometer verteilt werden. Die Fahrplaneffizienz hat einen ähnlichen Effekt. Während Wendezeiten fallen trotzdem Kosten, z. B. die Personalkosten, an. Letztlich haben auch die Anzahl der gesamten jährli-

Tabelle 15: Kostenmodell (Bus): OLS-Regressionen von $\log(\text{Kosten pro Fahrplankilometer})$

	(0)	(1)	(2a)	(2b)
Konstante	1.952*** (0.025)	1.950*** (0.181)	1.962*** (0.015)	1.967*** (0.263)
Sprachregion (Latein = 1)	0.106*** (0.015)	0.114*** (0.032)	0.074*** (0.026)	0.055** (0.027)
$\log(\text{Steigung pro km})$		0.078*** (0.019)		
$\log(\text{Bevölkerungsdichte})$		0.101*** (0.031)		
$\log(\text{Geschwindigkeit})$			-0.681*** (0.053)	-0.750*** (0.059)
Fahrplaneffizienz ¹			-0.072*** (0.011)	-0.098*** (0.012)
$\log(\text{Fahrplankilometer})$			-0.071*** (0.006)	-0.054*** (0.009)
Personalkosten pro Stunde ¹				0.090*** (0.023)
Kapazität ¹				0.043*** (0.010)
Beobachtungen	1255	1255	1255	1255
Adj. R^2	0.035	0.143	0.516	0.676
Log-Likelihood	-56.181	19.765	378.57	630.46

Standardfehler in Klammern.

* $p < 0.10$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$ ¹ Z-standardisierte Variable.

chen Fahrplankilometer einen kostensenkenden Einfluss. Ähnlich wie bei den Wendezeiten fallen auch bei Leerfahrten Kosten an. Die Ein-, Aus- und Leerfahrten fallen bei höherem Volumen weniger ins Gewicht. Der Effekt ist somit plausibel.

Letztlich werden noch die Personalkosten pro Stunde und die Fahrzeugkapazität kontrolliert. Diese beschreiben einen weiteren Teil des Sprachregioneneffekts. Die Personalkosten machen einen grossen Teil der Kosten aus, weshalb dieser Einfluss nachvollziehbar ist. Die Kapazität wird oft nach der grössten Nachfrage ausgerichtet. Diese hat ebenfalls einen starken Einfluss auf die Beschaffungs- und Unterhaltskosten.

Mit den vorhandenen Variablen kann der restliche Kostenunterschied von 5 % nicht erklärt werden. Dies entspricht rund der Hälfte des Effekts. Dies bedeutet nicht, dass dieser institutionell dieser Region zuzuordnen ist, vielmehr deutet dieser auf das Auslassen weiterer erklärender, möglicherweise nicht beobachtbarer Faktoren hin. Wie bereits erwähnt, haben Ein-, Aus- und weitere Leerfahrten Folgen auf das Kostenniveau. Indikatoren dazu sind jedoch nicht vorhanden.

Die Oaxaca-Blinder-Zerlegung bestätigt, dass die erklärten und unerklärten Komponenten der Kostendifferenz bei Buslinien von ähnlicher Grössenordnung sind. Die Ergebnisse sind in Tabelle 16 dargestellt. Dabei leisten insbesondere die durchschnittliche Geschwin-

Tabelle 16: Oaxaca-Blinder-Zerlegung des Kostenmodells für Buslinien

Kostenmodell (Bus) Modell (2b)	Koeffizient	$\bar{x}_{i,L} - \bar{x}_{i,D}$	Beitrag	Relative Wichtigkeit
log(Geschwindigkeit)	-0.7501	-0.056	0.0418	25.8 %
Fahrplaneffizienz ¹	-0.0978	-0.153	0.0150	9.2 %
log(Fahrplankilometer)	-0.0544	0.239	-0.0130	8.0 %
Personalkosten pro Stunde ¹	0.0904	0.242	0.0218	13.4 %
Kapazität ¹	0.0428	-0.354	-0.0152	9.4 %
Erklärter Teil			0.0505	65.8 %
Unerklärter Teil			0.0554	34.2 %
log(Kosten pro Fahrplankilometer)			0.1059	100.0 %

Hinweis: Die Tabelle zeigt die Oaxaca-Blinder-Zerlegung der Differenz der logarithmierten Kosten pro Fahrplankilometer zwischen den Gruppen L und D . Positive Beiträge erhöhen die beobachtete Kostendifferenz.

Die relative Wichtigkeit basiert auf den Absolutwerten und ist daher richtungsunabhängig.

¹ Z-standardisierte Variable.

digkeit, die Fahrplaneffizienz sowie die Personalkosten pro Stunde positive Beiträge zur erklärten Kostendifferenz. Die Effekte von Geschwindigkeit und Fahrplaneffizienz wirken dabei kostensenkend; die Deutschschweiz profitiert von höheren Geschwindigkeiten und einer effizienteren Fahrplangestaltung, wodurch sich die Kosten pro Fahrplankilometer reduzieren. Demgegenüber wirken die höheren ausgewiesenen Personalkosten pro Stunde in der lateinsprachigen Schweiz kostensteigernd und tragen substantiell zum Unterschied bei. Gegenläufige Effekte ergeben sich bei den Fahrplankilometern und der Fahrzeugkapazität. In der lateinsprachigen Schweiz werden im Durchschnitt mehr Fahrplankilometer sowie kleinere Kapazitäten eingesetzt, was zu niedrigeren Kosten pro Fahrplankilometer beitragen kann und einen Teil der kostentreibenden Faktoren kompensiert. Insgesamt legen die Ergebnisse nahe, dass sich der Kostenunterschied bei Buslinien aus mehreren, teilweise gegenläufigen Effekten zusammensetzt und nicht auf einen einzelnen dominanten Faktor zurückgeführt werden kann. Der beträchtliche verbleibende unerklärte Anteil deutet darauf hin, dass zusätzliche, in den Modellen nicht erfasste Einflüsse – etwa betriebliche Besonderheiten, lokale Rahmenbedingungen oder unternehmensspezifische Kostenstrukturen – eine relevante Rolle spielen.

7.3.2 Bahn

Das Kostenmodell der Bahnlinien wird in drei Modellen aufgebaut. Die Ausgangslage beinhaltet ebenfalls einen Schmalspur-Dummy. Die strukturellen Faktoren werden im Modell (1) ergänzt, die angebotsrelevanten zusätzlich im Modell (2). Tabelle 17 fasst die Resultate zusammen; die Annahmen- und Residuentests sowie die Oaxaca-Blinder-Dekomposition sind im Anhang D ergänzt.

Tabelle 17: Kostenmodell (Bahn): OLS-Regressionen von $\log(\text{Kosten pro Fahrplankilometer})$

	(0)	(1)	(2)
Konstante	3.095*** (0.031)	3.031*** (0.029)	3.878*** (0.161)
Sprachregion (Latein = 1)	-0.077* (0.046)	-0.014 (0.035)	0.027 (0.031)
Schmalspur	0.208*** (0.060)	0.161*** (0.039)	0.115*** (0.042)
Trassenpreis pro km ¹		0.303*** (0.019)	0.253*** (0.023)
$\log(\text{Steigung pro km})$		0.037* (0.019)	0.007 (0.017)
$\log(\text{Kapazität})$			0.169*** (0.042)
Geschwindigkeit ¹			-0.122*** (0.022)
$\log(\text{Fahrplankilometer})$			-0.063*** (0.012)
Beobachtungen	264	264	264
Adj. R^2	0.048	0.639	0.736
Log-Likelihood	-123.3	5.67	48.48

Standardfehler in Klammern.

* $p < 0.10$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$ ¹ Z-standardisierte Variable.

Das Modell (0) beschreibt einen beobachteten Sprachregioneneffekt von 7-8 % bei den Kosten von Bahnlinien, wobei dieser nur auf dem 10 %-Signifikanzniveau statistisch signifikant ist. Schmalspurlinien sind im Durchschnitt rund 21 % teurer als Normalspurlinien.

Bereits unter Kontrolle der strukturellen Faktoren ist der Sprachregioneneffekt insignifikant; der Standardfehler ist grösser als der vorhergesagte Effekt. Der Trassenpreis ist ein grosser Kostenbestandteil und repräsentiert zu einem gewissen Teil auch die Erlöse und die Fahrzeuggrössen. Die durchschnittliche Steigung ist zunächst schwach signifikant, verliert jedoch unter Kontrolle der angebotsrelevanten Faktoren an Bedeutung. Eine mögliche Ursache ist die Trennung von Schmalspurbahnen durch eine Dummy-Variable, die häufiger in Bergregionen eingesetzt werden.

Im Modell (2) bleibt der Sprachregioneneffekt unter Kontrolle der angebotsspezifischen Variablen ebenfalls insignifikant. Auch hier haben die durchschnittliche Geschwindigkeit und die Fahrzeugkapazität einen deutlichen Einfluss auf die Kosten.

Die Bahnlinien und die TU sind sehr heterogen, wodurch die Linien stark voneinander abweichen. Die Populationsgrösse ist zudem stark limitiert. Folglich kann kein deutlicher Unterschied zwischen den Sprachregionen nachgewiesen werden. Die angebotsrelevanten Faktoren erklären den Grossteil des beobachteten Unterschieds zwischen der lateinsprachigen und deutschsprachigen Schweiz.

8 Fallbeispiele

Im Folgenden werden die bisherigen Resultate mithilfe von Fallbeispielen plausibilisiert. Die Fallbeispiele bestehen aus einer detaillierten Analyse der Kosten- und Erlösstrukturen, die auf dem Jahresergebnis 2024 von PostAuto basiert (Kapitel 8.1), dem Kanton Obwalden, der den höchsten KDG aufweist (Kapitel 8.2), sowie Vergleichen zwischen produktionsbedingt ähnlichen Kantonspaaren (Kapitel 8.3).

8.1 PostAuto

Das Fallbeispiel *PostAuto* analysiert die Erlösaufteilung sowie die Anteile der verschiedenen Kostenarten. PostAuto betreibt über 650 Linien in 24 Kantonen. Die vorliegenden Daten beinhalten 550 Linien in 23 Kantonen. Für die subventionsrechtliche Prüfung der Jahresrechnung reicht PostAuto eine detaillierte Übersicht der angefallenen Kosten ein. Somit beziehen sich diese Daten anders als bei der restlichen Datenlage auf die Ist-Werte des Jahres 2024 anstelle der Planwerte für das Jahr 2025. Linien, die mehrheitlich durch den Kanton Zürich bestellt werden, sind in diesem Datensatz nicht enthalten, da diese separat abgegolten und geprüft werden. Nichtsdestotrotz ermöglichen die Daten eine Schätzung der generellen Erlösverteilung in der Schweiz sowie eine Analyse der Kostenfaktoren innerhalb eines national tätigen TU.

8.1.1 Erlöse

Abbildung 15 zeigt die konditionalen Zusammenhänge zwischen verschiedenen Erlösfaktoren. Die Sprachregion hat tendenziell einen negativen Einfluss auf den KDG. Die Erlöse pro Fahrplankilometer sind in der lateinsprachigen Schweiz rund 27 % tiefer und korrelieren stark mit dem KDG. In der lateinsprachigen Schweiz betragen sie 1.94 CHF pro Fahrplankilometer, in der Deutschschweiz 2.66 CHF pro Fahrplankilometer. Die Erlöse pro PKM bzw. das Erlösniveau haben einen leicht positiven Effekt auf die Erlöse pro Fahrplankilometer. Ein signifikanter Einfluss auf den KDG kann jedoch nicht festgestellt werden. Der Sprachregioneneffekt deutet darauf hin, dass die lateinsprachige Schweiz generell ein niedrigeres Erlösniveau hat. Die Linienbelastung bzw. PKM pro Fahrplankilometer korreliert sehr stark mit den normierten Erlösen und dem KDG. Die Einsteiger pro Fahrplankilometer beschreiben ebenfalls die Nachfrage. Der Effekt auf die normierten Erlöse und auf die Sprachregion ist stärker, der Effekt auf den KDG jedoch niedriger. Dieser Unterschied könnte darauf zurückgeführt werden, dass bei einer höheren Anzahl von Einsteigern pro Kilometer grössere Fahrzeuge eingesetzt werden, was wiederum die Kosten erhöht. Falls gleichzeitig die durchschnittliche Reiseweite niedriger ist, steigen die Erlöse pro PKM, da sich die Kilometerpreise degressiv mit der Reisedistanz verhalten.

Abbildung 16 beschreibt die Erlösstruktur der PostAuto-Linien. Die Anteile der

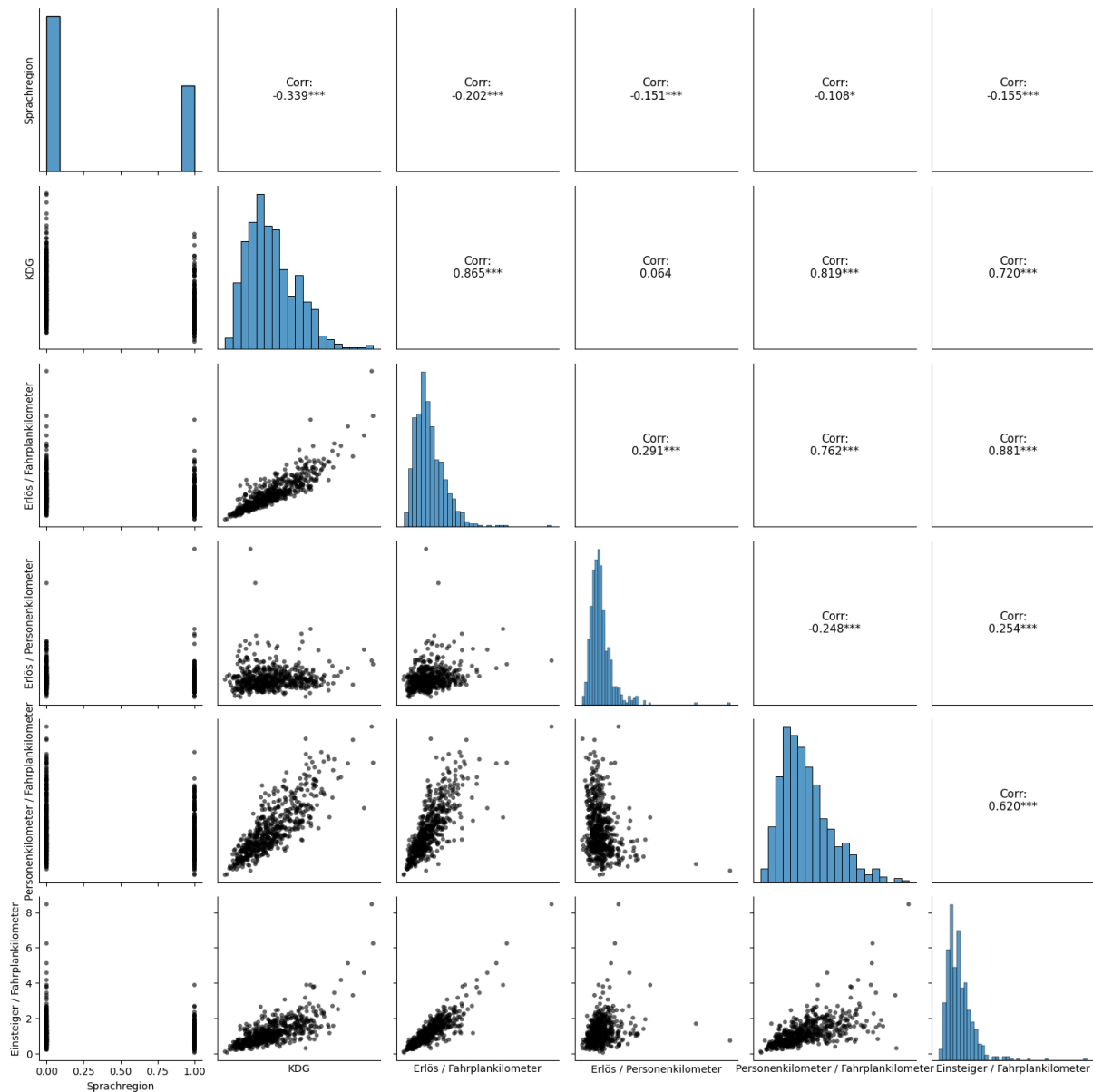
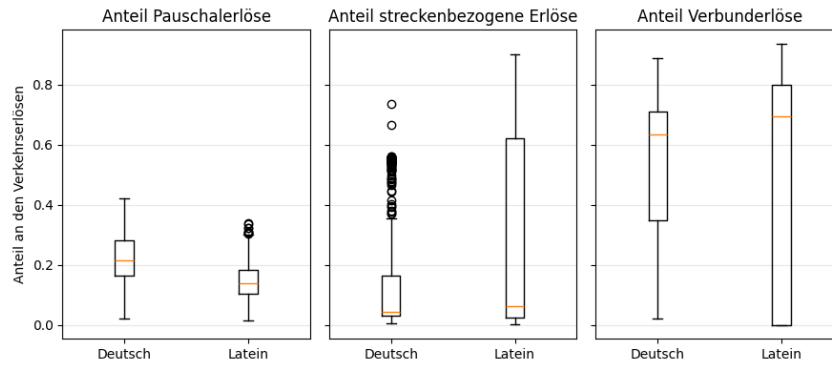


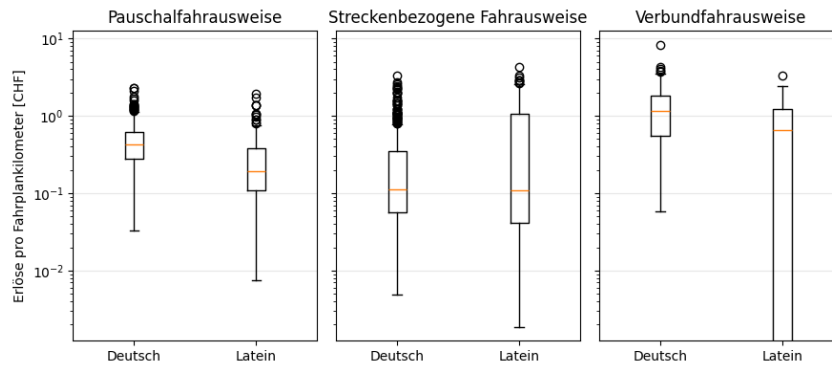
Abbildung 15: Zerlegung der Erlösstruktur von PostAuto

Verbunds- und streckenbezogenen Erlöse variieren stark. In den Kantonen Wallis und Uri sowie in grossen Teilen des Kantons Graubünden existieren keine Tarifverbünde. Der Anteil an Verbundserlösen ist dementsprechend für betroffene Linien sehr niedrig bzw. null. Sofern Tarifverbünde existieren, machen die Verbunderlöse einen grossen Teil der Gesamterlöse aus. Da die PostAuto-Linien oft Zubringer zum übergeordneten bzw. Bahnnetz sind, verkehren sie in vielen Fällen innerhalb eines Tarifverbunds. Bei Bahnlinien kann ein höherer Anteil an streckenbezogenen Erlösen erwartet werden, da diese häufiger tarifverbundübergreifend verkehren.

Die Pauschalerlöse sind in der Deutschschweiz höher und machen einen grösseren Anteil der Gesamterlöse aus. Dies deutet auf einen höheren ÖV-Modalsplit hin. Der Anteil der Verbundserlöse ist hingegen in der lateinsprachigen Schweiz höher. Diese Resultate



(a) Anteile der verschiedenen Erlösarten an den Gesamterlösen



(b) Erlösniveau der verschiedenen Erlösarten

Abbildung 16: Erlösaufteilung der PostAuto-Linien

stimmen mit den Mobilitätskennzahlen überein. General- und Halbtax-Abonnemente sind in der Deutschschweiz am verbreitetsten, während in der französischsprachigen Schweiz häufiger Tarifverbundabos gekauft werden (vgl. Kapitel 2.2.2). Jedoch ist das Erlösniveau der Verbundfahrausweise in der deutschsprachigen Schweiz deutlich höher. Dies kann einerseits durch teurere Fahrausweise und andererseits durch Unterschiede in der Verbunderlösstruktur verursacht werden.

8.1.2 Kosten

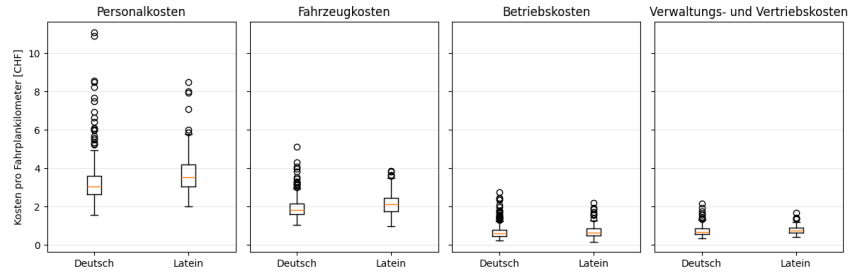
Die Kosten können in vier grosse Kostenarten unterteilt werden: Personalkosten, Fahrzeugkosten, Betriebskosten sowie Verwaltungs- und Vertriebskosten.

Abbildung 17a zeigt, dass die Gesamtkostenanteile der Kostenarten zwischen den Sprachregionen ähnlich sind. Eine Varianz besteht in beiden Sprachregionen; die Durchschnitte unterscheiden sich jedoch kaum. Abbildung 17b zeigt hingegen, dass die Kosten pro Fahrplankilometer in der lateinsprachigen Schweiz rund 10 % höher sind. Der Unterschied zwischen den Sprachregionen kann somit auch innerhalb eines nationalen und regionenübergreifenden TU beobachtet werden. Dies wurde bereits im Robustheitscheck der Shapley-Shorrocks-Zerlegung ohne nationale TU festgestellt (vgl. Kapitel 7.1.1).

Da die Kosten für jede Kostenart proportional etwa gleich viel höher sind, werden



(a) Anteile der verschiedenen Kostenarten an den Gesamtkosten



(b) Kostenniveau der verschiedenen Kostenarten

Abbildung 17: Kostenaufteilung der PostAuto-Linien

die Ursachen in den betrieblichen Indikatoren vermutet, die teilweise auch strukturell verursacht sind. Tabelle 18 fasst vier Modelle zusammen. Die Annahme- und Residuentests sind im Anhang D ergänzt. Die Modellerweiterungen verbessern die Modellgüte jeweils statistisch signifikant.

Tabelle 18: Kostenmodell für PostAuto-Linien: OLS-Regressionen von $\log(\text{Kosten pro Fahrplankilometer})$

	(0)	(1)	(2a)	(2b)	(3)
Konstante	1.902*** (0.014)	4.693*** (0.161)	4.240*** (0.140)	4.233*** (0.098)	0.802*** (0.198)
Sprachregion (Latein = 1)	0.103*** (0.022)	0.045*** (0.017)	0.014 (0.015)	0.033 (0.011)	0.007 (0.009)
$\log(\text{Geschwindigkeit})$		-0.819*** (0.047)	-0.710*** (0.041)	-0.766*** (0.029)	-0.848*** (0.021)
$\log(\text{Betriebseffizienz})$			-1.016*** (0.105)		
$\log(\text{Fahrplaneffizienz})$				-0.786*** (0.039)	-0.851*** (0.032)
$\log(\text{Personalkosten pro Stunde})$					0.877*** (0.048)
Beobachtungen	550	550	550	550	550
Adj. R^2	0.035	0.490	0.658	0.773	0.861
Log-Likelihood	-25.3	150.3	261.0	373.6	509.9

Standardfehler in Klammern.

* $p < 0.10$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

Geschwindigkeit = Fahrplankilometer / Fahrplanstunden.

Fahrplaneffizienz = Fahrplanstunden / Gesamtstunden.

Betriebseffizienz = Fahrplankilometer / Gesamtkilometer.

Das Modell (0) beschreibt den beobachteten Unterschied von 10.9 %.

Das Modell (1) kontrolliert die durchschnittliche Geschwindigkeit. Leicht mehr als die Hälfte des Sprachregioneneffekts kann damit erklärt werden. Die lateinsprachigen PostAuto-Linien fahren langsamer. Mögliche Ursachen sind die Siedlungsstrukturen, die Topografie und die Verkehrsbedingungen.

Das Modell (2a) kontrolliert zusätzlich die Betriebseffizienz, die als Quotient von Fahrplankilometern und Gesamtkilometern definiert wird. Der Sprachregioneneffekt ist mit dieser Kontrolle insignifikant. Der Standardfehler ist grösser als der vorhergesagte Effekt. Das deutet darauf hin, dass in der lateinsprachigen Schweiz mehr Leerfahrten nötig sind. Mögliche Gründe sind längere Distanzen zu den Depots, eine topografisch anspruchsvollere Lage sowie mehr Überfahrten.

Als Alternativmodell wird im Modell (2b) die Fahrplaneffizienz anstelle der Betriebseffizienz kontrolliert. Damit werden zusätzlich die Wendezeiten berücksichtigt. Auch hier ist der Sprachregioneneffekt statistisch nicht signifikant. Obwohl dies die normierten Kosten insgesamt besser vorhersagt, erklärt es einen kleineren Anteil des Sprachregioneneffekts. Dies deutet darauf hin, dass die Wendezeiten zwar einen wichtigen Kostenfaktor darstellen, die Unterschiede zwischen den Sprachregionen jedoch stärker mit den Leerfahrten zusammenhängen. Als Endmodell werden im Modell (3) zusätzlich die Personalkosten pro Stunde berücksichtigt. Diese Variable basiert – anders als in den bisherigen Modellen – auf den Gesamtstunden inklusive Leerfahrten. Diese Spezifikation erklärt einen grossen Teil des Sprachregioneneffekts sowie 86 % der Varianz. Es verbleibt nur ein kleiner und statistisch insignifikanter Sprachregioneneffekt. Der hohe Erklärungsgrad ist unter Berücksichtigung der homogenen Stichprobe sowie der detaillierten betrieblichen Indikatoren plausibel.

Tabelle 19: Oaxaca-Blinder-Zerlegung des PostAuto-Kostenmodells (3)

PostAuto-Kostenmodell Modell (3)	Koeffizient	$\bar{x}_{i,L} - \bar{x}_{i,D}$	Beitrag	Relative Wichtigkeit
log(Geschwindigkeit)	-0.848	-0.071	0.061	58.6
log(Fahrplaneffizienz)	-0.851	-0.020	0.017	16.4
log(Personalkosten pro Stunde)	0.877	0.021	0.019	18.2
Erklärter Teil			0.096	93.2
Unerklärter Teil			0.007	6.8
log(Kosten pro Fahrplankilometer)			0.103	100.0

Hinweis: Die Beiträge geben den Anteil der jeweiligen erklärenden Variable an der Differenz der logarithmierten Kosten pro Fahrplankilometer zwischen den Sprachregionen an.

Zur quantitativen Einordnung der einzelnen betrieblichen Faktoren wird das Endmodell zusätzlich mittels einer Oaxaca-Blinder-Zerlegung analysiert. Tabelle 19 enthält die Oaxaca-Blinder-Zerlegung des finalen PostAuto-Kostenmodells. Fast 60 % des Sprachregionenunterschieds lassen sich auf die durchschnittliche Geschwindigkeit zurückführen.

Diese ist in der lateinsprachigen Schweiz rund 7 % niedriger als in der Deutschschweiz. Gleichzeitig ist die Fahrplaneffizienz rund 2 % niedriger, während die Personalkosten rund 2 % höher sind. Diese Effekte tragen 16 % bzw. 18 % zum Unterschied bei.

8.1.3 Fazit

Die höheren Erlöse pro Fahrplankilometer in der Deutschschweiz sind mehrheitlich auf die Nachfrage zurückzuführen. Das Erlösniveau liegt in der Deutschschweiz zwar höher, insbesondere bei Tarifverbünden; dieser Effekt wirkt sich jedoch nur begrenzt auf den KDG aus. Der höhere Anteil an Pauschalfahrausweisen der Deutschschweiz spiegelt das ÖV-affinere Mobilitätsverhalten wider. Die beobachteten Unterschiede auf der Kostenseite können grösstenteils auf die durchschnittliche Geschwindigkeit zurückgeführt werden. Dies ist mehrheitlich auf anspruchsvollere Produktionsbedingungen zurückzuführen, beispielsweise durch kurvenreiche Strassen und stockenden Verkehr durch den höheren MIV-Modalsplit. Eine niedrigere Fahrplaneffizienz sowie höhere Personalkosten in der lateinsprachigen Schweiz tragen ebenfalls zum Unterschied bei. Diese erklärenden Variablen können die Differenzen zwischen den Sprachregionen beinahe vollständig erklären. Das Fallbeispiel *PostAuto* zeigt damit exemplarisch, dass regionale Kostenunterschiede im RPV weniger auf institutionelle Unterschiede als vielmehr auf strukturelle und betriebliche Rahmenbedingungen zurückzuführen sind.

8.2 Kanton Obwalden

Der Kanton Obwalden hat den höchsten KDG aller Kantone (siehe Abbildungen 1 und 10). Auf den ersten Blick scheint dies nicht plausibel, da Obwalden vollumfänglich im Berggebiet liegt, keine dichten Siedlungen hat und an keiner zentralen Verkehrsachse liegt.

Abbildung 18 zeigt das RPV-Angebot des Kantons Obwalden. Insgesamt verkehren 17 bestellte Linien im Kantonsgebiet, darunter Bus- und Schmalspurlinien. Der Anteil der Schmalspurlinien beträgt 53 % gemessen an den Fahrplankilometern und 82 % gemessen an den Kosten. Der Kanton Obwalden weist somit einen geringen Anteil an Bus- und einen sehr hohen Anteil an Schmalspurlinien auf.

Der PE Luzern - Interlaken hat dabei einen KDG von 103 %. Die stark touristisch ausgelegte Linie trägt 45.7 % der Gesamtkosten und 62 % der Gesamterlöse des Kantons bei (vgl. Tabelle 20). Als Teil der *Grand Train Tour of Switzerland* besteht eine grosse touristische Nachfrage. Rund 53 % der Erlöse sind auf touristische Billette zurückzuführen. Dieser Anteil ist durch die deutlich grössere Nachfrage sowie das höhere Erlösniveau der touristischen Billette zu erklären, die die Erlöse pro Fahrplankilometer stark beeinflussen. Als Vergleich: Bei der S5 sind es lediglich 6 %.

Der hohe KDG des Kantons Obwalden ist somit massgeblich durch eine einzelne, stark nachfrage- und erlösintensive Linie geprägt. Dieses Fallbeispiel verdeutlicht, dass bei

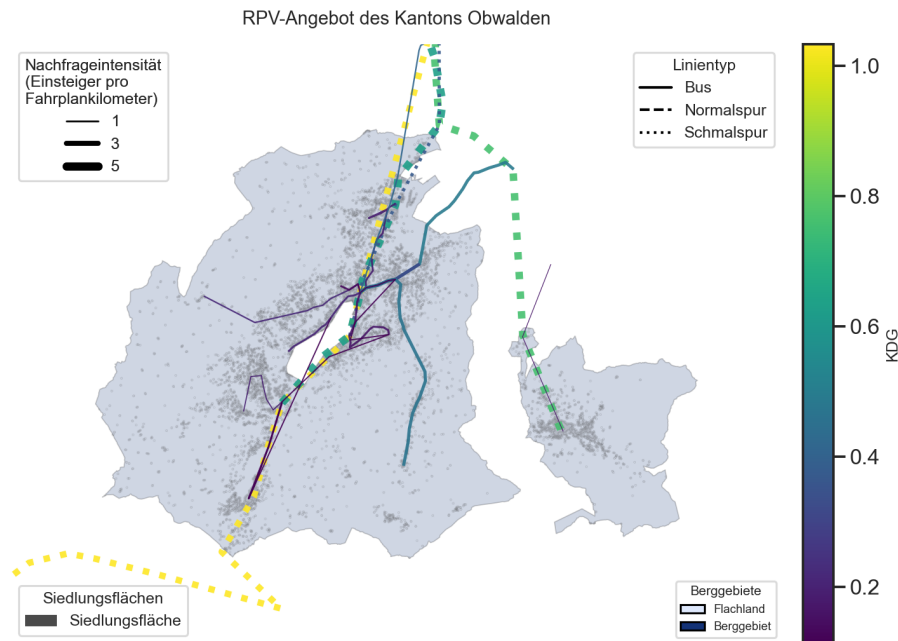


Abbildung 18: RPV-Angebot des Kantons Obwalden

Tabelle 20: Vergleich zwischen zwei Schmalspurlinien im Kanton Obwalden

Linie	PE Luzern - Interlaken	S5 Luzern - Giswil
KDG	103 %	63 %
Anteil an Gesamterlösen Kt. OW	62.0 %	20.5 %
Anteil an Gesamtkosten Kt. OW	45.7 %	24.8 %
Erlöse pro Fahrplankilometer	45.9	13.1
Erlöse pro Personenkilometer	0.318	0.270
Erlösanteil touristische Billette ¹	52.8 %	6.1 %
Erlösanteil Verbundbillette	6.9 %	62.9 %

¹ Zu den touristischen Billetten werden Freizeit, Gruppen- und Spezialbillette sowie Erlöse aus dem Swiss Travel System und internationalen Angeboten gezählt.

kleinen Kantonen der kantonale KDG stark durch einzelne Linien beeinflusst werden kann und daher nur mit Vorsicht als aggregierte Kennzahl interpretiert werden sollte.

Gleichzeitig zeigt das Beispiel, dass auch in strukturell peripheren und topografisch anspruchsvollen Regionen hohe KDG möglich sind, wenn Linien mit hoher touristischer Nachfrage Bestandteil des RPV sind. RPV-Linien können in solchen Fällen – trotz primärer Erschliessungsfunktion – substanzielle Erlöse generieren, die den KDG auf kantonaler Ebene deutlich erhöhen.

8.3 Vergleich zweier Kantonspaare

Die Kantonspaare werden gebildet, um die Unterschiede zwischen den Sprachregionen detailliert zu analysieren. Ein Kantonspaar besteht aus einem latein- und einem deutschsprachigen Kanton. Die Paare werden so gebildet, dass die Kantone sich in demografischen, geografischen und sozioökonomischen Faktoren möglichst ähneln, sodass die Produktionsbedingungen vergleichbar sind. Das bestehende Verkehrsangebot und ÖV-spezifische Faktoren werden somit bewusst nicht berücksichtigt.

Die Bildung der Kantonspaare erfolgt auf Basis eines Merkmalsvektors, der aus Bevölkerungsdichte, Urbanisierungsgrad, Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf, Erwerbsquote, Motorisierungsgrad, Landfläche und Topografie besteht. Alle Variablen werden z-standardisiert. Dabei bezeichnet $\mathbf{z}_c = (z_{c,1}, \dots, z_{c,n})^\top$ den Vektor der z-standardisierten Merkmale des Kantons c . Für jeden lateinsprachigen Kanton l wird anschliessend derjenige deutschsprachige Kanton d bestimmt, dessen standardisierter Merkmalsvektor die geringste euklidische Distanz zu l aufweist (Nearest-Neighbor-Matching mit Zurücklegen):

$$d^*(l) = \arg \min_{d \in \mathcal{D}} \|\mathbf{z}_l - \mathbf{z}_d\|_2 = \arg \min_{d \in \mathcal{D}} \sqrt{\sum_{i=1}^n (z_{l,i} - z_{d,i})^2}. \quad (22)$$

Für die Fallbeispiele wurden die folgenden zwei Kantonspaare ausgewählt.

- Vaud (VD) – St. Gallen (SG)
- Fribourg (FR) – Luzern (LU)

Die beiden lateinsprachigen Kantone liegen zentral in der lateinsprachigen Schweiz und weisen eine relativ ausgeglichene Siedlungsstruktur sowie eine vergleichbare Topografie auf.

8.3.1 Kantonspaar Fribourg - Luzern

Das Kantonspaar Fribourg - Luzern umfasst zwei mittelgrosse Kantone mit insgesamt vergleichbaren strukturellen Rahmenbedingungen. Tabelle 21 zeigt, dass sich die beiden Kantone hinsichtlich Fläche, Berggebietsanteil, räumlicher Heterogenität sowie RPV-Erschliessung stark ähneln. Unterschiede bestehen insbesondere in der Bevölkerungsdichte und im Urbanisierungsgrad, welche im Kanton Luzern deutlich höher ausfallen. Zudem weist Luzern eine leicht höhere Erwerbsquote, einen deutlich höheren ÖV-Modalsplit sowie einen deutlich ausgeglicheneren Pendlersaldo auf. Die Produktionsbedingungen sind somit insgesamt vergleichbar, wobei die höhere Bevölkerungsdichte und Urbanisierung im Kanton Luzern eine stärkere und räumlich konzentriertere Nachfrage ermöglichen. Die leicht höhere Erwerbsquote könnte Auswirkungen auf die Auslastung in den Hauptverkehrszeiten haben. Ein ausgeglichener Pendlersaldo kann darauf hindeuten, dass die Nachfrage in

Tabelle 21: Vergleich der Produktionsbedingungen zwischen Fribourg und Luzern

Kanton	Fribourg	Luzern
Fläche [km^2]	1'671.4	1'493.3
Berggebietsanteil [%]	45	38
Bevölkerung	346'674	437'944
Anteil mit RPV-Erschliessung ² [%]	83.3	83.5
Bevölkerungsdichte ¹ [$\frac{Einwohner}{km^2}$]	226.5	314.9
Urbanisierungsgrad [%]	67.4	79.4
Räumlicher Variationskoeffizient	1.53	1.48
Erwerbsquote [%]	62.8	65.1
BIP pro Kopf [CHF]	61'808	72'019
Relativer Pendlersaldo [%]	-19.3	-1.8
Motorisierungsgrad [$\frac{Fahrzeuge}{1'000 Einwohner}$]	588	524
Modalsplit ÖV [%]	10.3	19.9

¹ Die Bevölkerungsdichte wird analog Anhang 2 Abs. 1 ARPV mit der Produktivfläche berechnet.

² Bevölkerungsanteil, der im 500 m-Umkreis einer RPV-Haltestelle wohnt.

beide Richtungen ausgeglichener ist, während der Pendlersaldo in Fribourg eine unidirektionale Nachfrage verursachen könnte. Insgesamt spiegeln sich in diesem Kantonspaar die Differenzen der Sprachregionen wider, die in Kapitel 2.2 identifiziert wurden.

Die RPV-Kennzahlen (Tabelle 22) zeigen, dass der KDG im Kanton Luzern deutlich höher als im Kanton Fribourg ist. Der Unterschied ist insbesondere bei den Schmalspurlinien ausgeprägt, die in Luzern teilweise von touristischer Nachfrage profitieren¹⁷. Aufgrund des geringen Anteils der Schmalspur am Gesamtangebot wird im Folgenden jedoch der Fokus auf Bus- und Normalspurlinien gelegt. Die Verteilung nach Fahrplankilometern zeigt, dass der Kanton Luzern verstärkt auf Busangebote setzt, während der Kanton Fribourg ein grosses Bahnangebot aufweist. Das Schienennetz ist dabei mehrheitlich historisch bedingt.

Die Erlöse pro Fahrplankilometer sind in Luzern durchgehend höher, was sich auch in einer höheren Linienbelastung widerspiegelt. Diese Feststellung ist konsistent mit den Ergebnissen der Erlös- und Nachfragemodelle, in denen der Bevölkerungsdichte ein wesentlicher Beitrag zur Erklärung der regionalen Unterschiede zugeordnet werden konnte. Auf der Kostenseite liegen die Kosten pro Fahrplankilometer im Kanton Fribourg insgesamt leicht höher. Die Buslinien verkehren im Schnitt leicht schneller, jedoch ist die Fahrplaneffizienz niedriger. Somit wirken diese Effekte gegenläufig und kompensieren sich teilweise. Zusätzlich bestehen deutliche Unterschiede in den Personalkosten, die in Fribourg höher ausfallen. Regionale Unterschiede wurden bereits im Fallbeispiel PostAuto beobachtet, wenngleich in geringerem Ausmass. Methodische Unterschiede in der Kostenabgrenzung zwischen TU könnten diese Differenzen zusätzlich beeinflussen, wodurch die Plausibilität

¹⁷Die touristischen Linien der Zentralbahn, die im Fallbeispiel über den Kanton Obwalden diskutiert wurden, werden vom Kanton Luzern mitbestellt.

Tabelle 22: Kennzahlen des RPV-Angebots in den Kantonen Fribourg (FR) und Luzern (LU)

Kennzahl	Gesamt		Bus		Normalspur		Schmalspur	
	FR	LU	FR	LU	FR	LU	FR	LU
KDG [%]	36	60	24	50	45	66	29	73
Verkehrsmittelanteil nach Kosten [%]	100	100	34	38	53	55	12	8
Verkehrsmittelanteil nach Fahrplankilometern [%]	100	100	54	65	39	32	7	3
Anzahl Linien	103	97	84	77	16	13	3	7
Erlös pro Fahrplankilometer [CHF]	4.28	6.68	1.84	3.18	7.36	12.53	6.11	19.00
Erlösniveau [CHF]	0.22	0.24	0.24	0.30	0.20	0.22	0.35	0.30
Kosten pro Fahrplankilometer [CHF]	11.84	11.08	7.53	6.41	16.28	19.02	20.72	26.18
Linienbelastung	19.40	27.43	7.63	10.70	36.16	57.66	17.32	64.28
Fahrzeugkapazität	152	159	109	111	210	253	167	207
Durchschnittliche Geschwindigkeit [$\frac{km}{h}$]	40.08	35.19	32.67	30.11	58.41	52.30	40.69	41.65
Fahrplaneffizienz [%]	73	79	73	79	75	83	68	74
Personalkosten [$\frac{CHF}{h}$]	-	-	92	64	-	-	-	-

Die Werte beschreiben jeweils den Durchschnitt aller bestellten Linien des Kantons.

und Vergleichbarkeit dieser Kennzahl eingeschränkt sein kann.

Abbildung 19 verdeutlicht die unterschiedlichen RPV-Angebotsstrukturen. Das Angebot im Kanton Fribourg ist sehr dicht. Das Normalspurnetz ähnelt dabei einer Gitterform. Es bestehen je zwei parallele Strecken in Nordost-Südwest- und Ost-West-Richtung. Die höchste Nachfrage und die höchsten KDG werden auf Linien nach Bern erzielt. Die Bundesstadt nimmt dabei die Zentrumsfunktion ein. Das flächendeckende Busnetz ist dicht aufgebaut und erschliesst die Regionen in mehreren Richtungen. Die Linien fahren Umwege zur Erschliessung der Dörfer, was die Reisezeit erhöhen und die Attraktivität verschlechtern kann. Der niedrige ÖV-Modalsplit ist teilweise kulturell bedingt, hängt jedoch auch mit der Attraktivität und Erschliessung zusammen.

Im Kanton Luzern führen die Bahnlinien dagegen radial von Luzern in verschiedene Richtungen. Luzern ist der Knotenpunkt dieses Systems. Die Buslinien bilden die Zubringer und verkehren weitgehend in Korridoren. Die Berggebiete, die weniger Nachfrage und höhere Kosten verursachen, können in Luzern einfacher mittels weniger Zubringer erschlossen werden. Diese Struktur erlaubt eine stärkere Bündelung der Nachfrage und begünstigt eine effizientere Auslastung.

Abbildung 19 zeigt, dass der KDG in vergleichbaren Angeboten im Kanton Luzern höher ist. Die Normalspurlinien in Richtung Zürich (Nordost) und Olten (Nordwest) weisen einen höheren KDG als die Linien zwischen Bern und dem Kanton Fribourg auf. Im Kanton Fribourg ist der relative Pendlersaldo negativ, d. h., es pendeln mehr Erwerbstätige weg als

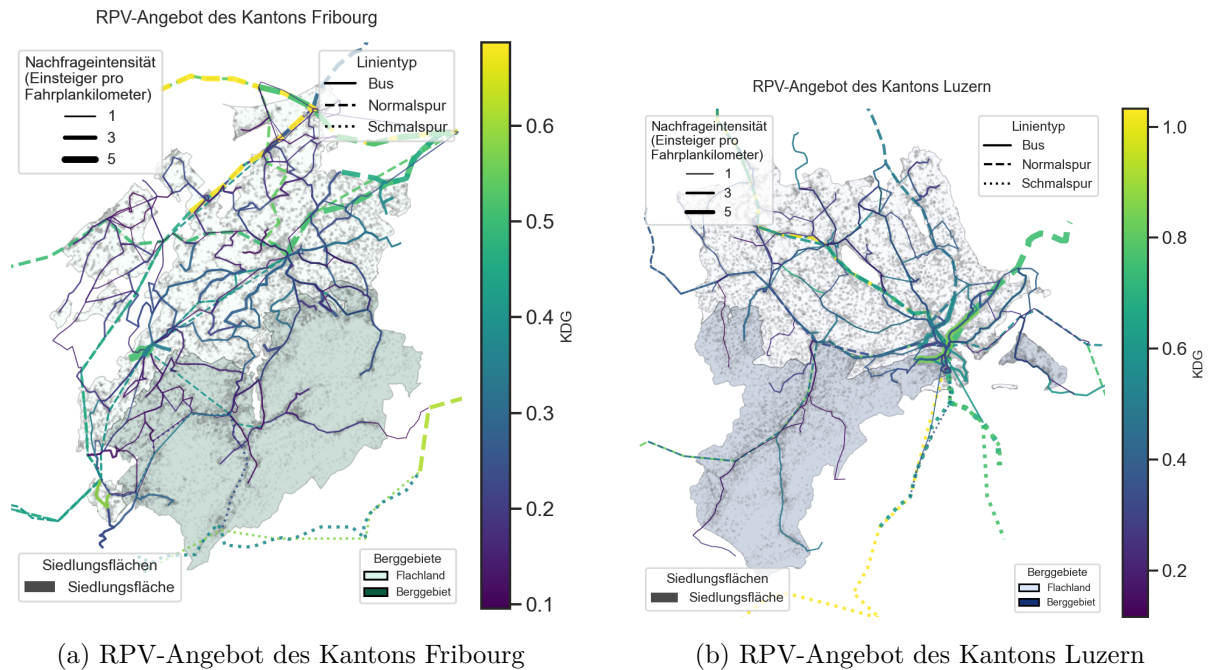


Abbildung 19: Vergleiche der Angebots- und Netzstruktur der Kantone Fribourg und Luzern

zu. Eine unidirektionale Nachfrage, insbesondere während der Hauptverkehrszeiten, führt dazu, dass die Fahrzeugkapazität nur in eine Richtung stark ausgelastet ist. Dies zeigt sich auch in den Kennzahlen. Die Linienbelastung ist im Kanton Luzern bei Normalspurlinien rund 60 % höher, während die Fahrzeugkapazität nur rund 20 % höher ist. Dies hat direkte Auswirkungen auf die Kostenverteilung. Der Effekt der unidirektionalen Nachfrage ist möglicherweise durch die Sprachgrenze verstärkt. Pendlerströme sind tendenziell auf gleichsprachige Zentren ausgerichtet.

Aufgrund des historisch bedingten Schienennetzes sind die Kantone in der Angebotsplanung eingeschränkt. Im Kanton Luzern ist das Bahnangebot radial auf die Stadt Luzern ausgerichtet und wird durch Buslinien in klaren Korridoren ergänzt, was eine effiziente Bündelung der Nachfrage ermöglicht. Im Kanton Fribourg stellt ein dichtes Busnetz die flächendeckende Erschliessung der Gemeinden sicher, führt jedoch teilweise zu Umwegen und längeren Reisezeiten. Trotz vergleichbarer Produktionsbedingungen resultieren daraus unterschiedliche Effizienzgrade. Die höhere Bevölkerungsdichte und Urbanisierung sowie ein ausgeglichenerer Pendlersaldo begünstigen im Kanton Luzern eine bessere Auslastung der Fahrzeugkapazitäten. Der gleiche Erschliessungsgrad wird dort mit weniger Linien und stärkerer Bündelung erreicht, während im Kanton Fribourg ein dichteres Netz erforderlich ist. Eine koordinierte Angebots- und Raumplanung, die die Raumentwicklung entlang wichtiger Korridore fördert, könnte eine höhere Angebotseffizienz ermöglichen. Dies könnte die Nachfrage erhöhen und die Betriebseffizienz fördern. Dadurch würden eine bessere Kostenverteilung und eine höhere Kostendeckung begünstigt.

8.3.2 Kantonspaar Vaud - St. Gallen

Das Kantonspaar Vaud - St. Gallen umfasst zwei grosse Kantone mit insgesamt vergleichbaren strukturellen Rahmenbedingungen. Der Kanton Vaud ist sowohl hinsichtlich Bevölkerung als auch Fläche rund 58 % grösser als der Kanton St. Gallen. Die Bevölkerungsdichte nach der Produktivfläche ist in Vaud leicht höher. Der Kanton St. Gallen besitzt somit mehr unproduktive Flächen, was mit dem höheren Berganteil übereinstimmt.

Tabelle 23: Vergleich der Produktionsbedingungen zwischen Vaud und St. Gallen

Kanton	Vaud	St. Gallen
Fläche [km^2]	3'211.9	2'030.8
Berggebietsanteil [%]	44	63
Bevölkerung	855'106	540'036
Anteil mit RPV-Erschliessung ² [%]	69.8	90.1
Bevölkerungsdichte ¹ [$\frac{Einwohner}{km^2}$]	317	307
Urbanisierungsgrad [%]	85.5	88.9
Räumlicher Variationskoeffizient	1.64	1.33
Erwerbsquote [%]	58.2	63.2
BIP pro Kopf [CHF]	76'834	81'218
Relativer Pendlersaldo [%]	1.0	0.1
Motorisierungsgrad [$\frac{Fahrzeuge}{1'000 Einwohner}$]	504	555
Modalsplit ÖV [%]	16.7	16.3

¹ Die Bevölkerungsdichte wird analog Anhang 2 Abs. 1 ARPV mit der Produktivfläche berechnet.

² Bevölkerungsanteil, der im 500 m-Umkreis einer RPV-Haltestelle wohnt.

Tabelle 23 zeigt, dass sich die Kantone hinsichtlich Bevölkerungsdichte, Urbanisierungsgrad und Verkehrsverhalten ähneln. Unterschiede bestehen insbesondere in der Fläche, im Berggebietsanteil sowie in der räumlichen Verteilung der Bevölkerung. Vaud weist einen höheren räumlichen Variationskoeffizienten auf, was auf ein stärker ausgeprägtes Stadt-Land-Gefälle hindeutet. Zudem erschliesst das RPV im Kanton Vaud einen deutlich geringeren Bevölkerungsanteil als im Kanton St. Gallen.

Der Unterschied im KDG zwischen den beiden Kantonen beträgt etwas mehr als 20 Prozentpunkte (Tabelle 24). Während der Kanton St. Gallen über ein stark ausgebautes Normalspurangebot verfügt, das durch Buslinien ergänzt wird, setzt der Kanton Vaud vergleichsweise stärker auf Schmalspurlinien. Insgesamt sind die Erlöse pro Fahrplankilometer zwischen den beiden Kantonen vergleichbar. Innerhalb der Verkehrsmittel weisen jedoch insbesondere Bus- und Schmalspurangebote im Kanton St. Gallen höhere Erlösniveaus auf. Die Nachfrage und damit die Linienbelastung sind in St. Gallen leicht höher, wobei diese Unterschiede deutlich geringer ausfallen als die im gesamtsprachregionalen Vergleich beobachteten Effekte.

Im Gegensatz zum Kantonspaar Fribourg - Luzern lassen sich die Unterschiede im

Tabelle 24: Kennzahlen des RPV-Angebots in den Kantonen Vaud (VD) und St. Gallen (SG)

Kennzahl	Gesamt		Bus		Normalspur		Schmalspur	
	VD	SG	VD	SG	VD	SG	VD	SG
KDG [%]	37.30	59.13	23.99	45.89	53.87	70.08	28.78	43.30
Verkehrsmittelanteil nach Kosten [%]	100	100	33	41	40	55	27	4
Verkehrsmittelanteil nach Fahrplankilometern [%]	100	100	57	63	29	35	14	2
Anzahl Linien	151	151	117	109	22	35	12	7
Erlös pro Fahrplankilometer [CHF]	5.18	5.87	1.90	2.97	10.40	10.92	7.96	8.68
Erlösniveau [CHF]	0.23	0.22	0.24	0.32	0.20	0.19	0.31	0.38
Kosten pro Fahrplankilometer [CHF]	13.89	9.93	7.91	6.48	19.31	15.59	27.67	20.04
Linienbelastung	22.76	26.22	7.76	9.22	51.31	56.91	25.41	22.98
Fahrzeugkapazität	151.13	152.78	103.13	95.70	252.07	256.01	139.27	137.93
Durchschnittliche Geschwindigkeit [$\frac{km}{h}$]	33.57	33.16	29.34	27.26	53.41	56.23	28.44	23.51
Fahrplaneffizienz [%]	79	81	80	80	83	84	70	81
Personalkosten [$\frac{CHF}{h}$]	-	-	79	66	-	-	-	-

Die Werte beschreiben jeweils den Durchschnitt aller bestellten Linien des Kantons.

KDG bei Vaud - St. Gallen somit nur zu einem geringen Teil durch Nachfrage- oder Erlösunterschiede erklären. Ausschlaggebend sind vielmehr die höheren Kosten im Kanton Vaud. Dies betrifft insbesondere die Bus- und Schmalspurangebote, bei denen höhere Personal- und Fahrzeugkosten anfallen. Auch bei den Normalspurlinien liegen die Kosten pro Fahrplankilometer in Vaud deutlich über jenen in St. Gallen. Erstere sind jedoch mit jenen des Kantons Luzern vergleichbar.

Ein Vergleich zweier kostenintensiver Normalspurlinien verdeutlicht die Ursachen der Kostenunterschiede zwischen den beiden Kantonen. Die Linie R4 Le Brassus/Vallorbe – Lausanne im Kanton Vaud weist trotz einer Fahrplaneffizienz von über 90 % eine deutlich niedrigere Durchschnittsgeschwindigkeit (45 km/h) auf als die S1 Wil – St. Gallen im Kanton St. Gallen (59 km/h). Die geringere Geschwindigkeit führt dazu, dass fixe Kosten auf weniger Fahrplankilometer verteilt werden und erhöht damit die Kosten pro Kilometer. Dieser Effekt erklärt jedoch nur einen Teil der Differenz. Zusätzlich fallen auf der R4 höhere Fahrpersonalkosten an (4.54 CHF pro Fahrplankilometer gegenüber 2.27 CHF), was – analog zu den Busmodellen – auf Unterschiede in den Anstellungs- und Produktionsbedingungen sowie in der Kostenzuordnung hindeutet. Auch die Fahrzeugkosten pro Fahrplankilometer sind mit 7.62 CHF deutlich höher als bei der S1 (4.48 CHF), was auf Unterschiede im Rollmaterial, dessen Alter sowie auf höhere Abschreibungen schliessen lässt. Der Linienvergleich zeigt damit, dass die höheren Kosten im Kanton Vaud durch das Zusammenwirken von geringerer Geschwindigkeit, höheren Löhnen und unternehmensspezifischen Kostenstrukturen erklärt werden.

Trotz vergleichbarer Fahrzeuggrössen liegen die Kosten pro Fahrplankilometer der Schmalspurangebote im Kanton Vaud deutlich über jenen im Kanton St. Gallen. Die Fahrplaneffizienz ist in Vaud zwar tiefer, erklärt den Kostenunterschied jedoch nur teilweise. Weitere Ursachen sind insbesondere in den Fahrzeugkosten sowie in den unternehmensspezifischen Strukturen zu vermuten. Während die zwölf Schmalspurlinien im Kanton Vaud von sieben verschiedenen Unternehmen betrieben werden, ist das Angebot im Kanton St. Gallen stärker gebündelt. Ein Vergleich der Compagnie du chemin de fer Lausanne–Echallens–Bercher (LEB) mit den Appenzeller Bahnen (AB) verdeutlicht diese Unterschiede: Die Fahrzeugkosten pro Fahrplankilometer betragen bei der LEB rund 13.00 CHF, gegenüber 5.80 CHF bei den AB. Neben Unterschieden im Rollmaterial und dessen Alter deutet dies darauf hin, dass kleinere Bestellmengen und fehlende Skaleneffekte zu deutlich höheren Kosten führen können.

Die Netzstrukturen (Abbildung 20) unterstützen diese Interpretation. Im Kanton Vaud konzentrieren sich die Hauptachsen entlang des Genfersees und zwischen Lausanne und Yverdon, während Schmalspurlinien die regionalen Zentren anbinden. Im Grossraum Lausanne sind nur wenige RPV-Angebote vorhanden. Die niedrige RPV-Erschliessung kann mit dem hohen Anteil an Ortsverkehrslinien in dieser Region erklärt werden. Im Kanton St. Gallen ist ein grosser Teil der Bevölkerung im nördlichen Teil des Kantons angesiedelt. Das Angebot besteht dort durch einen Bahnkorridor sowie radiale Buslinien, die als Zubringer dienen. Im Berggebiet erfolgt die Erschliessung durch einen Korridor im Tal. Der südwestliche Teil ist an die S-Bahn-Zürich angeschlossen. Diese Linien sowie deren Zubringer weisen einen hohen KDG und eine hohe Nachfrage auf, was auf die räumliche Beeinflussung der Nachbarkantone hindeutet. Diese Bündelung der Nachfrage begünstigt eine effizientere Auslastung und niedrigere Stückkosten.

Zusammenfassend zeigt das Fallbeispiel Vaud - St. Gallen, dass trotz ähnlicher struktureller Rahmenbedingungen erhebliche Unterschiede im KDG auftreten können. Im Unterschied zu Fribourg - Luzern sind diese Unterschiede hier primär kostengetrieben. Höhere Personal- und Fahrzeugkosten, geringere Durchschnittsgeschwindigkeiten sowie eine fragmentierte Angebots- und Unternehmensstruktur führen im Kanton Vaud zu deutlich höheren Kosten pro Fahrplankilometer. Das Fallbeispiel unterstreicht damit die Bedeutung von Skaleneffekten und Standardisierung für die Wirtschaftlichkeit des RPV.

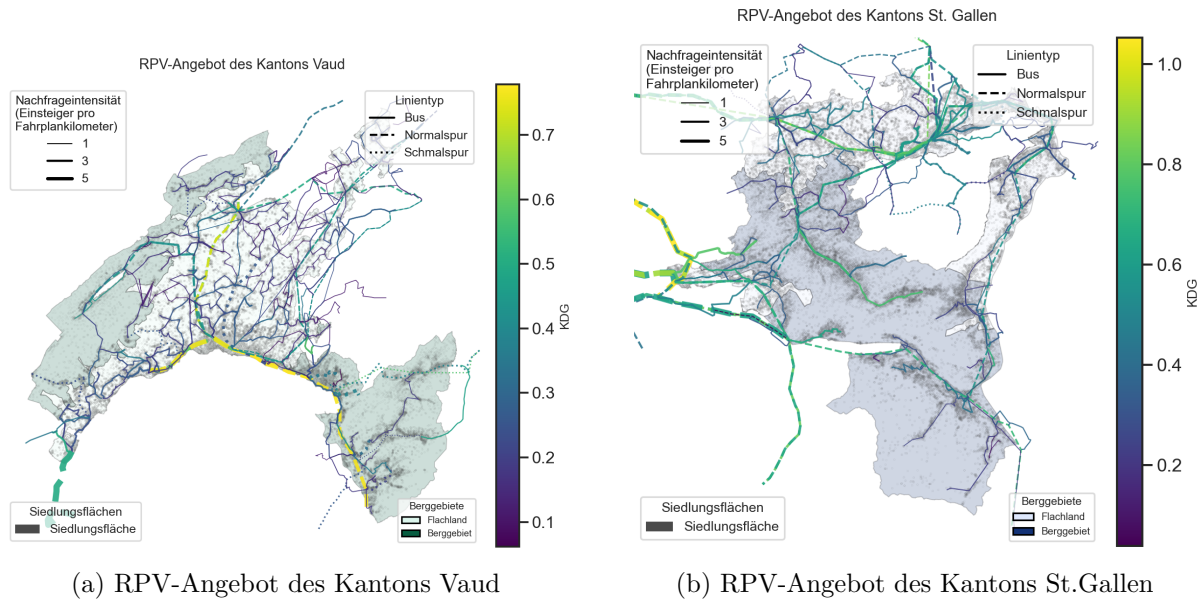


Abbildung 20: Vergleiche der Angebots- und Netzstruktur der Kantone Vaud und St. Gallen

9 Diskussion

Dieses Kapitel diskutiert die empirischen Ergebnisse zur Erklärung regionaler Unterschiede im KDG des RPKV in der Schweiz. Ausgangspunkt der Analyse war die beobachtete Differenz zwischen der deutsch- und der lateinsprachigen Schweiz, die sich sowohl in aggregierten Kennzahlen als auch auf der Ebene einzelner Linien und Kantone zeigt. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, diese Unterschiede zu quantifizieren, strukturell einzuordnen und ihre Ursachen entlang der Zusammenhänge zwischen Angebot, Nachfrage, Erlösen und Kosten zu identifizieren.

Die Shapley–Shorrocks-Zerlegung ermöglichte zunächst eine konsistente Aufteilung der beobachteten KDG-Differenzen in Struktur-, Erlös- und Kostenkomponenten. Dabei zeigte sich, dass die höheren KDG in der deutschsprachigen Schweiz primär durch nachfrageseitige Faktoren erklärt werden können, während kostenbezogene Unterschiede eine ergänzende, jedoch je nach Kontext unterschiedlich ausgeprägte Rolle spielen. Diese aggregierten Ergebnisse wurden anschliessend durch multivariate OLS-Regressionen auf Linienebene vertieft, um die Relevanz einzelner erklärender Variablen unter Kontrolle weiterer Einflussfaktoren zu untersuchen. Die Regressionsmodelle bestätigten insbesondere die Bedeutung der Bevölkerungsdichte, der Linienbelastung sowie der betrieblichen Effizienzindikatoren und zeigten, dass der Koeffizient des Sprachregionen-Dummys durch geeignete erklärende Faktoren weitgehend reduziert werden kann. Ergänzend dazu erlaubte die Oaxaca–Blinder-Zerlegung eine differenzierte Betrachtung der durchschnittlichen Unterschiede zwischen den Sprachregionen und eine Quantifizierung der Beiträge einzelner Faktoren zum erklärten und unerklärten Teil der Unterschiede. Insbesondere bei den Nachfrage- und PostAuto-Modellen konnte gezeigt werden, dass ein Grossteil der

Differenzen auf systematische Unterschiede in den erklärenden Variablen zurückzuführen ist, während der verbleibende unerklärte Anteil vergleichsweise gering ausfällt und je nach Modellspezifikation auch negativ sein kann. Schliesslich wurden ausgewählte Fallbeispiele auf Kantons- und Unternehmensebene analysiert, um die statistischen Ergebnisse räumlich und betrieblich zu kontextualisieren. Die Kantonspaare Fribourg - Luzern und Vaud - St. Gallen verdeutlichen, dass sich ähnliche Produktionsbedingungen in unterschiedlichen Angebotsstrategien und Kostenstrukturen niederschlagen können und dass regionale Unterschiede nicht monokausal erklärbar sind. Das Fallbeispiel PostAuto zeigte zudem, dass selbst innerhalb eines nationalen TU deutliche regionale Kostenunterschiede bestehen, die sich auf betriebliche Effizienz, Geschwindigkeit und Personalkosten zurückführen lassen.

Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden die zentralen Treiber zusammengeführt und die Ergebnisse kritisch im Hinblick auf ihre Aussagekraft, Limitationen und verkehrspolitischen Implikationen diskutiert.

9.1 Haupttreiber

Die Erlösseite wird einerseits durch die Nachfrage und andererseits durch das Erlösniveau bestimmt. Erstere erwies sich als zentraler Treiber der Sprachregionendifferenz; rund 85 % der Differenz konnten der Linienbelastung zugeordnet werden. Das Erlösniveau zeigte zwar in den Erlösmodellen einen signifikanten Einfluss, ein signifikanter Effekt auf den KDG konnte jedoch nicht festgestellt werden. Dies ist einerseits auf die komplexe Fahrausweis- und Erlösstruktur zurückzuführen. Andererseits wirken sich Tarifunterschiede lediglich im tiefen Prozentbereich auf die Erlöse aus und fallen im Vergleich zur Kostenhöhe kaum ins Gewicht. Gleichwohl weist die lateinsprachige Schweiz ein tieferes Tarifniveau auf, insbesondere bei den Tarifverbünden. Der hohe Bevölkerungsanteil mit Verbundabonnements bestätigt dabei eine geringe Preiselastizität der Nachfrage und deutet stärker auf kulturelle Unterschiede in der Verkehrsmittelwahl hin.

Die Nachfrage stellt folglich den primären Bestimmungsfaktor der Erlöse dar und wird bei nach Fahrplankilometern normierten Erlösen durch die durchschnittliche Linienbelastung beschrieben. Die potenzielle Nachfrage ergibt sich dabei wesentlich aus der Siedlungs- und Arbeitsplatzdichte im Einzugsgebiet. Der Sprachregionenvergleich zeigt, dass die deutschsprachige Schweiz dichter besiedelt ist und geringere Berggebietsanteile aufweist, womit strukturell ein höheres Nachfragepotenzial besteht. Das Nachfragemodell bestätigt diesen Befund; rund 27 % der Nachfragedifferenz ist auf die tiefere Bevölkerungsdichte in der lateinsprachigen Schweiz zurückzuführen. Das Fallbeispiel Obwalden verdeutlicht zudem, dass touristische Nachfrage die Erlöse und damit den KDG in peripheren Räumen deutlich erhöhen kann, was auch in der Literatur als wichtiger Faktor für eine tragfähige ÖV-Erschliessung bestätigt wird (Petersen, 2016).

Neben der strukturellen Nachfrage spielt die Angebotsattraktivität eine zentrale Rolle.

Die ÖV-Erschliessung steht in direkter Konkurrenz zum MIV, wobei die Reisezeit eine deutlich grössere Bedeutung als der Preis hat. Im Nachfragemodell wirkt die Reisezeit dem Sprachregioneneffekt entgegen: In der lateinsprachigen Schweiz ist der relative Zeitznachteil einer ÖV-Reise zum nächstgelegenen Zentrum gegenüber dem MIV geringer als in der Deutschschweiz. Weitere angebotsseitige Faktoren wie Taktfrequenz, Zuverlässigkeit und Tarifintegration beeinflussen die wahrgenommene Angebotsqualität zusätzlich.

Bei vergleichbarer Angebotsqualität hängt die effektive Nachfrage schliesslich von der Verkehrsmittelwahl ab. Empirische Befunde zeigen, dass die Nachfrage in der lateinsprachigen Schweiz bei ähnlicher Erschliessungsqualität tiefer ausfällt (Blatti und Munafò, 2019). Die Mobilitätskennzahlen bestätigen diesen Trend; ÖV-Abonnemente sind in der Deutschschweiz deutlich weiter verbreitet (Bundesamt für Statistik (BFS) und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), 2023). Diese Unterschiede sind auch historisch und kulturell geprägt. Der ÖV-Ausbau wurde in der deutschsprachigen Schweiz früher und kontinuierlicher vorangetrieben, während in der lateinsprachigen Schweiz lange der MIV im Vordergrund stand. Die Resultate sind daher ebenfalls unter Berücksichtigung einer Rückkoppelung zwischen Angebot, Nachfrage und Verkehrsmittelwahl zu interpretieren, deren Effekte zeitlich verzögert auftreten. Entsprechend stellt die Akzeptanz des ÖV keinen kurzfristigen verkehrspolitischen Hebel dar, sondern entwickelt sich über längere Zeiträume. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich dadurch langfristig unterschiedliche Nachfrage- und Angebotsgleichgewichte stabilisieren können. Diese Rückkopplung ist jedoch nicht unbegrenzt, da sowohl das strukturelle Nachfragepotenzial als auch der langfristig erreichbare Modalsplit durch räumliche, demografische und verkehrliche Rahmenbedingungen begrenzt werden.

Die Kostenseite weist insgesamt geringere, jedoch heterogenere Unterschiede auf. Aggregiert sind die normierten Kosten aufgrund der Normalspurlinien in der deutschsprachigen Schweiz höher; der Robustheitscheck der Shapley-Shorrocks-Zerlegung zeigt jedoch, dass dieser Effekt weitgehend durch den Kanton Zürich erklärt wird. Die S-Bahn Zürich verkehrt mit deutlich grösseren und kostenintensiveren Fahrzeugen. Trotz hoher Kosten weist sie aufgrund der starken Nachfrage einen hohen KDG auf. Die Bahnlinien zeigen insgesamt sehr heterogene Kostenstrukturen, was im Fallbeispiel Vaud–St. Gallen insbesondere bei den Fahrzeugkosten deutlich wird.

Für Buslinien wird hingegen ein durchgängig höheres Kostenniveau in der lateinsprachigen Schweiz festgestellt. Auffällig sind dabei die höheren Personalkosten pro Stunde. Diese Kennzahl ist jedoch nur eingeschränkt als Lohnniveau interpretierbar, da sie auf produktiven Stunden basiert und auch Unterschiede in der Kostenzuordnung zwischen den TU enthalten kann. Mögliche Ursachen sind neben unterschiedlichen Lohnstrukturen auch kürzere Arbeitszeiten, ein geringerer Anteil produktiver Fahrzeit an der Gesamt-arbeitszeit oder methodische Unterschiede in der Kostenabgrenzung. Die Kosten- und PostAuto-Modelle zeigen zudem, dass Fahrplaneffizienz und durchschnittliche Geschwin-

digkeit die Kostenverteilung wesentlich beeinflussen, insbesondere da mehrere Kostenarten zeitabhängig anfallen. Diese Effekte sind jedoch stark räumlich und strukturell bedingt.

Im Hinblick auf den KDG ist weniger die absolute Kostenhöhe als vielmehr deren Verteilung entscheidend. Die Relevanz der Kostenseite hängt dabei wesentlich von der gewählten Bezugsgrösse ab: Bei einer Normierung pro Fahrplankilometer treten Nachfrageunterschiede in den Hintergrund, während sie bei einer Betrachtung pro PKM über die Auslastung wirksam werden. Kurzfristig können die Gesamtkosten als fix betrachtet werden, da das Angebot im Voraus festgelegt wird. Mittelfristig lassen sich jedoch betriebliche Kosten durch eine bessere Ausnützung der vorhandenen Betriebsmittel beeinflussen, während langfristig alle Kosten variabel sind. Investitionen in zusätzliches Rollmaterial sind langfristig geplant und setzen stabile Einsatzmöglichkeiten voraus; sie führen zudem zu sprunghaften Anstiegen der Kapitalkosten, während sich variable Kosten von Jahr zu Jahr anpassen lassen. Eine enge Abstimmung zwischen Angebot und Nachfrage ist daher zentral, um eine hohe Auslastung bei gleichzeitig guter Fahrplaneffizienz zu erreichen und die bestehenden Betriebsmittel effizient einzusetzen. Dadurch können die anfallenden Kosten effizient auf die Nachfrage verteilt und durch die Erlöse angemessen gedeckt werden. Langfristig sind einerseits die Betriebsmittel so zu beschaffen, dass das Angebot optimal auf die erwartete Nachfrage abgestimmt ist, und andererseits Raum- und Angebotsplanung so zu koordinieren, dass die Nachfrage möglichst effizient bedient werden kann. Bahnlinien können dabei aufgrund ihrer höheren Fahrzeugkapazitäten grössere Fahrgastmengen bündeln, während Buslinien häufig als Zubringer zu den Bahnlinien fungieren. Die Fallbeispiele haben gezeigt, dass die deutschsprachigen Kantone hierfür tendenziell günstigere Rahmenbedingungen aufweisen. Das Fallbeispiel Fribourg – Luzern zeigt, dass eine konzentrierte Erschliessung entlang weniger Korridore eine effizientere Kostenverteilung ermöglicht. Historisch gewachsene Schienennetze begrenzen dabei die Angebotsflexibilität, weshalb eine raumplanerische Entwicklung entlang bestehender Korridore besonders vorteilhaft erscheint.

Skaleneffekte spielen ebenfalls eine wichtige Rolle für die Kostenstruktur im RPV. Einerseits sinken die Kosten pro Kilometer mit einer besseren Ausnützung der bestehenden Betriebsmittel, andererseits steigen die Kosten mit zunehmender Bestellmenge und Kapazität unterproportional. Das Fallbeispiel Vaud – St. Gallen hat gezeigt, dass im Kanton Vaud Schmalspur-TU jeweils nur wenige Linien betreiben. Rollmaterialbeschaffungen könnten zum Beispiel zusammengelegt werden, um bessere Konditionen zu verhandeln und Kosten zu sparen. Zusätzlich hätte diese Vereinheitlichung auch kostensenkende Effekte beim Know-how. Diese Potenziale sind jedoch aufgrund der voneinander getrennten Netze begrenzt, weshalb auch Unterhalts- und Instandhaltungsarbeiten sich nur eingeschränkt bündeln lassen. Ähnliche Skaleneffekte sind auch bei Buslinien zu beobachten, etwa bei der Treibstoffbeschaffung. Darüber hinaus wirken Skaleneffekte insbesondere über die Kapazität: Die Fahrdienstpersonalkosten machen bei Buslinien rund die Hälfte der Ge-

samtkosten aus, steigen jedoch bei grösseren Fahrzeugen kaum an. Gleichzeitig sinken die Anschaffungskosten pro Sitzplatz mit zunehmender Fahrzeuggrösse. Skaleneffekte entfalten sich damit vor allem pro Personen- bzw. Platzkilometer.

Der RPV dient primär der Groberschliessung, was der Angebotsplanung eine obere Effizienzgrenze setzt. Die Deutschschweiz weist höhere durchschnittliche Linienbelastungen und Fahrzeugkapazitäten auf, wodurch eine günstigere Kostenverteilung und höhere KDG erreichbar sind. In der lateinsprachigen Schweiz führen geringere Bevölkerungsdichten und stärker verstreute Siedlungen zu mehr Linien mit geringer Nachfrage, die primär der Grunderschliessung dienen und folglich tiefere KDG aufweisen. In Grenzlagen können zusätzlich externe Pendler- und Nachfrageeffekte auftreten, deren Einfluss jedoch aufgrund der Datenlage nur begrenzt quantifiziert werden kann. Dabei ist hervorzuheben, dass auch in der deutschsprachigen Schweiz zahlreiche Linien mit geringer Nachfrage und tiefem Kostendeckungsgrad bestehen, die primär der Grunderschliessung dienen. Der zentrale Unterschied liegt darin, dass diese Linien durch zusätzlich nachfragestarke Verbindungen mit hohen KDG ergänzt werden. Die aggregiert höheren KDG resultieren somit weniger aus einer Abwesenheit nachfrageschwacher grunderschliessender Angebote als vielmehr aus einer stärkeren Heterogenität innerhalb der Sprachregion und einer stärkeren Bündelung der Verkehrsströme.

Die Ergebnisse sind dabei nicht als deterministische Erklärung einzelner KDG-Werte zu verstehen, sondern als Identifikation systematischer Treiber, die Unterschiede zwischen Regionen und Angebotsstrukturen auf aggregierter Ebene prägen.

9.2 Limitierungen

Die vorliegende Arbeit zeigt übergeordnete Zusammenhänge und Trends auf. Die Resultate stellen jedoch keine abschliessende Analyse dar, sondern basieren auf mehreren Annahmen und Vereinfachungen, die aufgrund der Datenlage und des Untersuchungsumfangs notwendig waren. Eine zentrale Einschränkung besteht darin, dass ausschliesslich RPV-Angebote berücksichtigt wurden, während der übrige ÖV ausgeblendet bleibt. Insbesondere für die Angebotsstruktur, die Anschlussqualität und die Netzverknüpfung kann dies eine relevante Rolle spielen. Weitere Aspekte wie die Infrastrukturfinanzierung und die detaillierte Preisbildung wurden nicht berücksichtigt. Erstere wird über separate Finanzierungsmechanismen abgegolten, während für Letztere keine öffentlich verfügbaren Daten vorliegen. Zudem wurde angenommen, dass die verwendeten Indikatoren und Kennzahlen korrekt und einheitlich definiert sind. Bei Plausibilitätsprüfungen zeigen sich jedoch vereinzelt Abweichungen und Inkonsistenzen. Eine systematische Verifizierung der Indikatoren ist nicht möglich.

Eine weitere Limitierung ergibt sich aus der Verwendung von Planwerten für das Jahr 2025, da diese für das Bestellverfahren relevant sind. Die Daten bilden somit nicht

die effektiv realisierten Kosten und Erlöse ab, sondern Schätzwerte. Planwerte können kurzfristige Schwankungen teilweise glätten. Zudem ist es möglich, dass Erlöse tendenziell eher vorsichtig geschätzt und Kosten eher grosszügig budgetiert werden. Hinweise auf systematische Unterschiede zwischen den Sprachregionen wurden dabei nicht festgestellt, jedoch auch nicht explizit untersucht. Zwar werden die Jahresrechnungen subventionsrechtlich geprüft und stark abweichende Plan-Ist-Differenzen identifiziert, Anpassungen für Folgeofferten erfolgen jedoch zeitverzögert.

Die Datenlage im RPV-Bereich ist zudem fragmentiert und nicht in einheitlichen Formaten verfügbar. Für die Linien liegen primär Stammdaten und Indikatoren in strukturierter Form vor, während Plan- und Jahresrechnungen in heterogenen, teilweise nicht verarbeitbaren Formaten eingereicht werden. Eine detaillierte Analyse der Erlös- und Kostenstrukturen war daher nur eingeschränkt möglich. Zusätzlich fehlen Informationen zu den betriebsbesorgenden TU für eine vertiefte Analyse von Skaleneffekten. Die erstellten Liniengeodaten können aufgrund von Abweichungen zwischen Fahrplan- und Offertlinien Ungenauigkeiten enthalten; für die Analyse wurde jedoch angenommen, dass sich diese Effekte im Aggregat ausgleichen. Schliesslich ergeben sich zusätzliche Ungenauigkeiten aus der Zuordnung externer Daten. Aggregierte Kantonskennzahlen können die Produktions- und Nachfragesituation einzelner Linien nur eingeschränkt abbilden. Dadurch können einzelne Zusammenhänge abgeschwächt und die statistische Unsicherheit erhöht werden, da lokale Unterschiede innerhalb der Kantone nicht vollständig erfasst werden. Zudem stammen zentrale Mobilitätsindikatoren aus dem Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2021, der lediglich alle sechs Jahre erhoben wird. Die Resultate aus dem Jahr 2021 sind zwar vergleichsweise aktuell, jedoch stark durch die Covid-19-Pandemie geprägt. Es ist daher davon auszugehen, dass sich das Verkehrsverhalten seither teilweise verändert hat und die verwendeten Kennzahlen nicht in allen Fällen den heutigen Zustand widerspiegeln.

Inhaltlich beschränkt sich die Analyse auf den Vergleich zwischen der lateinsprachigen und der deutschsprachigen Schweiz. Innerhalb der Sprachregionen besteht jedoch eine ausgeprägte Heterogenität, sodass die Resultate nicht direkt auf einzelne Kantone oder Linien übertragen werden können. Dies wurde durch die Fallbeispiele explizit aufgezeigt. Methodisch wurde zugunsten einer besseren Interpretierbarkeit auf komplexere Modellspezifikationen verzichtet. Nichtlinearitäten, Panelstrukturen oder räumliche Autokorrelationen wurden beispielsweise nicht berücksichtigt. Der Fokus lag darauf, quantitative Beiträge zu identifizieren und die beobachteten Unterschiede zu erklären und zu zerlegen. Die Schätzung möglichst exakter Kosten- und Erlösfunktionen war dabei nur die zweite Priorität. Dabei wurden entsprechend potenzielle systematische Ineffizienzen nicht explizit untersucht. Die genannten Einschränkungen dürften primär die Präzision einzelner Schätzungen beeinflussen. Die grundsätzlichen Zusammenhänge zeigen sich jedoch konsistent über verschiedene Modelle, Aggregationsebenen und Fallbeispiele hinweg, weshalb die zentrale Resultatrichtung als robust eingeschätzt wird.

9.3 Implikationen

Die Ergebnisse dieser Arbeit haben Implikationen für die Politik, das EP 27 sowie die Angebotsplanung und damit für die Rolle der Besteller und der TU. Als Teil des Service public wird der RPV regelmässig politisch diskutiert. Die beträchtlichen jährlichen Abgeltungssummen gewinnen insbesondere durch die angespannte Lage des Bundeshaushalts an Relevanz. Der RPV steht dabei im Spannungsfeld unterschiedlicher politischer Zielsetzungen: Während einige Akteure einen preislich attraktiven und weiter ausgebauten ÖV fordern, plädieren andere für Kostensenkungen und – sofern nötig – Angebotsreduktionen. Im Zentrum steht dabei die Frage, wie öffentliche Mittel effizient eingesetzt werden sollen und was Effizienz im Kontext des RPV konkret bedeutet. Auch zwischen den Kantonen bestehen Unterschiede, die sich unter anderem im Tarifniveau der Tarifverbünde widerspiegeln und teilweise durch zusätzliche kantonale Tarifierleichterungen verstärkt werden. Somit ist es im RPV unabdingbar, klare Grundsätze für eine nachhaltige Angebotsentwicklung und die Sicherstellung der Grunderschliessung festzulegen. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen auf, welche Faktoren den KDG der RPV-Linien massgeblich beeinflussen. Es liegt letztlich an der Politik zu entscheiden, wie strukturelle, angebots- und nachfrageseitige Einflüsse gewichtet und finanziell abgegolten werden sollen, um regional unterschiedlichen Nachfragepotenzialen und Produktionsbedingungen gerecht zu werden. Unterschiede im KDG sind vor diesem Hintergrund nicht als rein effizienzbezogene Abweichungen zu interpretieren, sondern reflektieren auch verkehrspolitische Zielkonflikte zwischen Wirtschaftlichkeit und Erschliessung.

Die anteilmässige Bundesbeteiligung an den ungedeckten Kosten wird heute wesentlich anhand der Bevölkerungsdichte bestimmt. Die Ergebnisse dieser Arbeit stützen diese Praxis, da die Bevölkerungsdichte als zentraler Treiber der Nachfrage identifiziert wurde und einen erheblichen Anteil der KDG-Unterschiede erklärt. Gleichzeitig zeigen die Analysen, dass die Angebotsstruktur, die räumliche Verteilung der Nachfrage und die betrieblichen Rahmenbedingungen die Wirkung der Bevölkerungsdichte wesentlich mitprägen. Folglich erscheint es sinnvoll, bestehende Verteilmechanismen nicht grundsätzlich infrage zu stellen, sie jedoch im Zusammenspiel mit klar definierten Angebotsgrundsätzen und regionalen Strukturmerkmalen zu interpretieren.

Die Ergebnisse legen nahe, dass die Berücksichtigung struktureller Faktoren bei der Ausgestaltung der Finanzierung grundsätzlich plausibel ist. Das Mobilitätsverhalten erklärt zwar ebenfalls einen erheblichen Teil der Nachfrageunterschiede, eignet sich jedoch aus konzeptionellen Gründen nicht als eigenständige Bemessungsgrundlage. Es ist weniger als exogener Strukturparameter zu verstehen, sondern vielmehr als Ergebnis historisch gewachsener Mobilitätsmuster, kultureller Präferenzen sowie der langfristigen Angebotsentwicklung. Eine explizite Berücksichtigung des Modalsplits für die Bundesbeteiligung würde daher das Risiko bergen, geringe Nachfrage strukturell zu kompensieren und ineffiziente

Angebote zu fördern, anstatt die zugrunde liegenden Rahmenbedingungen zu adressieren.

Im Hinblick auf das EP 27 sind die Ergebnisse besonders relevant. Sie verdeutlichen, an welchen Stellen allfällige Massnahmen ansetzen müssten, um den KDG nachhaltig zu erhöhen. Kurzfristig ist eine Erhöhung des KDG auf der Kostenseite nur begrenzt möglich und setzt voraus, dass TU betriebliche Ineffizienzen identifizieren und abbauen können. Diese Effizienzgewinne müssten nicht nur bestehende Kosten senken, sondern auch inflationsbedingte Kostenanstiege kompensieren. Eine Eigenbeteiligung der TU kann das RPV-Budget kurzfristig entlasten, stellt jedoch keine nachhaltige Lösung dar. Auf der Erlösseite kann grundsätzlich entweder das Erlösniveau oder die Nachfrage gesteigert werden. Tarifmassnahmen zeigen dabei jedoch nur begrenzte Wirkung. Die Erlös- und PostAuto-Modelle haben gezeigt, dass Unterschiede im Erlösniveau kaum einen signifikanten Einfluss auf den KDG haben. Dieses Resultat erscheint plausibel: Ein KDG von beispielsweise 50 % erhöht sich bei einer Tarifierhöhung von 3 % lediglich um rund 1.5 Prozentpunkte, sofern Nachfrage und Kosten unverändert bleiben. Eine kurzfristige Nachfragesteigerung ist hingegen schwer zu erzielen und in den Offerten adäquat zu berücksichtigen.

Das grösste Potenzial liegt daher in der mittel- und langfristigen Angebotsplanung. Mittelfristig ist eine Steigerung der Nachfrage anzustreben, wofür der ÖV insbesondere im Vergleich zum MIV attraktiver werden muss und der ÖV-Modalsplit erhöht werden sollte. Dieses Potenzial ist vor allem in der lateinsprachigen Schweiz vorhanden. Neben laufenden Angebotsausbauten spielt auch das Image des ÖV eine wichtige Rolle. Auf der Kostenseite ist ein möglichst effizientes Angebot mit den bestehenden Betriebsmitteln anzustreben, das eng auf die Nachfrage abgestimmt ist. Dies kann positive Effekte auf die Kostenverteilung haben. Da die Nachfrage jedoch meist graduell wächst, könnten aus rein ökonomischer Sicht auch Angebotsreduktionen – etwa bei der Taktfrequenz – diskutiert werden, um die Gesamtabgeltungssumme zu begrenzen. Solche Entscheidungen stellen jedoch primär politische Abwägungen dar. Die Verantwortung liegt dabei weniger bei den TU als vielmehr bei der Politik und den Bestellern, die Angebotsgrundsätze festlegen und an veränderte Rahmenbedingungen anpassen müssen.

Diese Steuerungsrolle gewinnt insbesondere in langfristiger Perspektive an Bedeutung. Auf der Nachfrage- bzw. Erlösseite können Raum- und Angebotsplanung besser aufeinander abgestimmt werden. Siedlungsentwicklungen entlang bestehender Verkehrskorridore und des Schienennetzes schaffen günstige Rahmenbedingungen für den ÖV. Neben einer steigenden Nachfrage können dadurch auch die betrieblichen Bedingungen verbessert werden. Dadurch kann langfristig ein höheres Nachfrage- und Auslastungsgleichgewicht erreicht werden, sodass eine höhere Auslastung zu einer breiteren Verteilung der Kosten führt. Dies kann die Abgeltungen pro Personen- und Fahrplankilometer senken sowie den finanziellen Spielraum für gezielte Angebotsverbesserungen erhöhen oder die öffentliche Hand entlasten. Dabei ist der RPV jedoch nicht isoliert zu betrachten, sondern im Kontext des gesamten Verkehrssystems und seiner Wechselwirkungen zu beurteilen. Zusätzlich ist entscheidend,

in welchem Umfang zusätzliche Investitionen erforderlich sind, um eine gegebene Nachfragesteigerung zu erzielen, und wie dieser zusätzliche Nutzen gesellschaftlich bewertet wird. Da es sich im RPV um ein stark reguliertes System mit monopolistischen Strukturen handelt, liegt es letztlich an der Politik, die Rolle des RPV, den gewünschten Erschliessungsgrad und den damit verbundenen Mitteleinsatz festzulegen und den gesamtgesellschaftlichen Nutzen dieser Investitionen zu quantifizieren. Die Analyse liefert hierfür eine empirische Grundlage, ersetzt jedoch keine normative Abwägung.

Ergänzend zeigen die Ergebnisse, dass pauschale KDG-Zielvorgaben den unterschiedlichen strukturellen Rahmenbedingungen der Sprachregionen nur begrenzt gerecht werden. Die Spielräume für kurzfristige Effizienzgewinne sind eingeschränkt. Mittel- und langfristig weist jedoch insbesondere die lateinsprachige Schweiz ein hohes Potenzial für die Nachfragesteigerung auf. Insbesondere die Angebotserweiterungen lassen auf eine höhere ÖV-Affinität und damit verbundene KDG-Steigerungen hoffen. Aufgrund der strukturellen Unterschiede erscheint eine differenzierte Betrachtung der regionalen Ausgangslagen daher zentral, um verkehrspolitische Zielsetzungen realistisch und wirksam umzusetzen.

10 Fazit

Zur Analyse der Sprachregionenunterschiede wurde eine erweiterte Datenbasis herangezogen. Auf Grundlage von Fahrplandaten wurden Liniengeodaten erstellt und mit geografischen, demografischen und sozioökonomischen Variablen ergänzt. Zur Quantifizierung der einzelnen Einflussfaktoren wurden die Beiträge der Verkehrsmittelanteile sowie der nach Fahrplankilometern normierten Kosten und Erlöse mittels Shapley-Shorrocks-Dekomposition bestimmt. Rund 80 % der Unterschiede im KDG lassen sich dabei der Nachfrage zuordnen. Anschliessend wurden mithilfe multipler OLS-Regressionen mit Sprachregionsdummy die Einflüsse exogener Faktoren analysiert. Die Nachfrage wird dabei massgeblich durch die Bevölkerungsdichte sowie den kulturell geprägten Modalsplit bestimmt, der über die Anzahl Halbtax-Abonnements pro Einwohner angenähert wurde. Auf der Kostenseite sind bei Buslinien insbesondere die geringere durchschnittliche Geschwindigkeit, die tiefere Fahrplaneffizienz sowie höhere Personalkosten in der lateinsprachigen Schweiz ausschlaggebend. Aufgrund der begrenzten Anzahl an Bahnlinien und ihrer ausgeprägten Heterogenität konnten für den Bahnverkehr keine generalisierbaren Aussagen abgeleitet werden.

Die Fallbeispiele Fribourg - Luzern und Vaud - St. Gallen ergänzen die quantitativen Ergebnisse. Während das erste Fallbeispiel die zentralen Befunde bestätigt, verdeutlicht das zweite die erhebliche Heterogenität innerhalb der Sprachregionen, wobei die Unterschiede dort primär auf der Kostenseite liegen. Insgesamt unterstreichen die Fallbeispiele die zentrale Bedeutung der Kostenverteilung für den KDG.

10.1 Zentrale Erkenntnisse

Die zentralen Erkenntnisse dieser Arbeit lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Nachfrage: Die Nachfrage ist mit rund 80 % der wichtigste Treiber der Unterschiede im KDG zwischen den Sprachregionen. Sie ist zu einem grossen Teil strukturell bedingt, da die lateinsprachige Schweiz eine geringere Bevölkerungsdichte und damit ein niedrigeres Nachfragepotenzial aufweist. Der deutlich tiefere ÖV-Modalsplit verstärkt diesen Effekt zusätzlich.

Angebotsplanung: Neben Massnahmen zur Stärkung der ÖV-Akzeptanz kann die Nachfrage durch eine effiziente Angebotsplanung gesteigert werden, die eng mit der raumplanerischen Entwicklung abgestimmt ist. Der Fokus liegt dabei auf der Bündelung der Nachfrage in Korridoren und einem effizienten Einsatz der Betriebsmittel, um Attraktivität und Auslastung zu erhöhen.

Kostenverteilung: Eine hohe Auslastung und eine abgestimmte Angebotsplanung ermöglichen eine effizientere Kostenverteilung. Dies führt zu tieferen Abgeltungsbeträgen, höheren KDG und einem effizienteren Einsatz öffentlicher Mittel. Skaleneffekte können diese Effekte zusätzlich verstärken.

10.2 Ausblick

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen auf, in welchen Dimensionen sich die Sprachregionen im RPV unterscheiden, und liefern eine fundierte Grundlage zur Weiterentwicklung bestehender Angebots- und Finanzierungsstrukturen. Sie regen eine vertiefte Diskussion darüber an, wie begrenzte öffentliche Mittel eingesetzt werden sollen und welche Strategien geeignet sind, den KDG langfristig zu erhöhen. Gleichzeitig wird deutlich, dass strukturelle Faktoren einen erheblichen Einfluss ausüben, was die Frage aufwirft, wie diese bei der Mittelvergabe angemessen berücksichtigt werden sollen.

Weitere Forschungsarbeiten könnten detailliertere Analysen der Kosten- und Erlösfunktionen vornehmen. Mit der Einführung der neuen Kalkulationsstruktur ab dem Bestellverfahren 2027/2028 stehen erstmals vergleichbare und detaillierte Daten für sämtliche RPV-Angebote zur Verfügung. Dadurch können künftig auch Fahrausweisstrukturen, einzelne Kostenarten sowie zusätzliche Indikatoren wie Gesamtstunden und Gesamtkilometer systematisch berücksichtigt werden.

Die vorliegende Arbeit bildet zudem eine Grundlage für vertiefte Analysen einzelner Treiber. Zukünftige Studien könnten diese gezielter isolieren und mithilfe von Zeitreihen untersuchen, um die Entstehung und Entwicklung regionaler Unterschiede besser zu verstehen. Die in dieser Arbeit erstellten Liniengeodaten sowie die Verknüpfung mit geografischen, demografischen und sozioökonomischen Faktoren schaffen hierfür wichtige Voraussetzungen. Insbesondere Choice-Modelle könnten verwendet werden, um die Wechselwirkungen zwischen Angebotsqualität, räumlichen Faktoren, Modalsplit und Nachfrage detaillierter zu analysieren. Ergänzend könnten quantitative Netzwerkanalysen zusätzliche Erkenntnisse zur räumlichen Angebotsstruktur, zur Bündelung von Verkehrsströmen sowie zu langfristigen Entwicklungspotenzialen des RPV liefern. Schliesslich bieten auch raum- und angebotsplanerische Strategien auf lokaler Ebene weiteres Analysepotenzial, da sie einen wesentlichen Einfluss auf Nachfrage, Kostenstruktur und langfristige Entwicklung des RPV haben.

Literaturverzeichnis

- Alliance SwissPass (2024). *Die öV-Branche kurz erklärt: Handbuch zur Alliance SwissPass*. PDF-Dokument. <https://www.allianceswisspass.ch/de/asp/Downloads?download=19682> (abgerufen am 21.1.2026).
- Audoly, R., R. McGee, S. Ocampo und G. Paz-Pardo (2025). *A Practitioner's Note on the Shapley-Owen-Shorrocks Decomposition*. Staff Report 1163. Federal Reserve Bank of New York. DOI: 10.59576/sr.1163. <https://doi.org/10.59576/sr.1163>.
- Bar-Yosef, A., K. Martens und I. Benenson (2013). „A model of the vicious cycle of a bus line“. *Transportation Research Part B: Methodological* 54, S. 37–50. DOI: 10.1016/j.trb.2013.01.002.
- Blatti, G. und S. Munafò (2019). *Der Modalsplit des Personenverkehrs in der Schweiz – Bedeutung und Herausforderungen für den öffentlichen Verkehr*. Techn. Ber. 6t-bureau de recherche im Auftrag von LITRA, VÖV und ARE. https://litra.ch/media/article_images/2019/03/190322_Modalsplitstudie_DT_Web_lowRes.pdf (abgerufen am 21.1.2026).
- Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) (2024). *Amtliches Ortschaftenverzeichnis*. <https://www.swisstopo.admin.ch/de/amtliches-ortschaftenverzeichnis#Download> (abgerufen am 21.11.2025).
- Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) (2025). *swissBOUNDARIES3D*. <https://www.swisstopo.admin.ch/de/landschaftsmodell-swissboundaries3d> (abgerufen am 28.12.2025).
- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) (2025a). *Accessibility by public transport depending on travel time and potential at destination*. <https://data.geo.admin.ch/browser/index.html#/collections/ch.are.erreichbarkeit-oev> (abgerufen am 8.11.2025).
- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) (2025b). *Accessibility by road depending on travel time and potential at destination*. <https://data.geo.admin.ch/browser/index.html#/collections/ch.are.erreichbarkeit-miv> (abgerufen am 8.11.2025).
- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) (2025c). *Settlement*. <https://data.geo.admin.ch/browser/index.html#/collections/ch.are.siedlung?.language=en> (abgerufen am 28.12.2025).
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2022). *Sprachgebiet*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/nomenklaturen/sprreg.assetdetail.23887725.html> (abgerufen am 26.1.2026).

- Bundesamt für Statistik (BFS) (2024a). *Berggebiete*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/nomenklaturen/mont.assetdetail.32626988.html> (abgerufen am 19.1.2026).
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2024b). *Hauptsprachen nach Kanton*. <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/31085931> (abgerufen am 11.2.2026).
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2025a). *Berggebietsregionen 2019*. <https://www.agvc.happ.bfs.admin.ch/de/boundaries?SnapshotDate=06.04.2025&Unit=MONT2019> (abgerufen am 28.12.2025).
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2025b). *Räumliche Typologien*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/querschnittsthemen/raeumliche-analysen/raeumliche-gliederungen/raeumliche-typologien.html> (abgerufen am 19.2.2026).
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2025c). *Statistik der Bevölkerung und Haushalte (STAT-POP), Geodaten 2024*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/dienstleistungen/geostat/geodaten-bundesstatistik/gebaeude-wohnungen-haushalte-personen/bevoelkerung-haushalte-ab-2010.assetdetail.36171301.html> (abgerufen am 8.11.2025).
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2025d). *Statistik der Unternehmensstruktur (STATENT), Beschäftigte und Arbeitsstätten: Geodaten 2023*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/dienstleistungen/geostat/geodaten-bundesstatistik/arbeitsstaetten-beschaeftigung/statistik-unternehmensstruktur-statent-ab-2011.assetdetail.36073031.html> (abgerufen am 8.11.2025).
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2025e). *Statistischer Atlas der Schweiz*. <https://statatlas.bfs.admin.ch/?obs=main&lang=de#c=indicator&view=map179> (abgerufen am 3.10.2025).
- Bundesamt für Statistik (BFS) und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) (2023). *Mobilitätsverhalten der Bevölkerung – Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2021*. Hauptbericht Statistik der Schweiz, Themenbereich 11. Neuchâtel / Bern: Bundesamt für Statistik (BFS) und Bundesamt für Raumentwicklung (ARE). <https://www.are.admin.ch/dam/de/sd-web/tyvYsyXwxXbT/mzmv-hauptbericht2021.pdf> (abgerufen am 21.1.2026).
- Bundesamt für Verkehr (BAV) (2017). *Leitfaden Kennzahlen RPV*. https://www.bav.admin.ch/dam/de/sd-web/Hc3IIxfRF-WY/leitfaden_kennzahlen_rpv.pdf (abgerufen am 19.1.2026).

- Bundesamt für Verkehr (BAV) (2020). *Richtlinie minimale Wirtschaftlichkeit im regionalen Personenverkehr (RPV)*. https://www.bav.admin.ch/dam/de/sd-web/Rqkp-9zhJ3kP/minimale_wirtschaftlichkeit.pdf (abgerufen am 19.1.2026).
- Bundesamt für Verkehr (BAV) (2023). *Richtlinie BAV (Guidance): Bestellung RPV*. <https://www.bav.admin.ch/dam/de/sd-web/5JV2A0WaKnaB/bestellung-rpv.pdf> (abgerufen am 19.1.2026).
- Bundesamt für Verkehr (BAV) (2025a). *Erlösniveau der Verbünde 2023–2033*. Interner Datensatz. Zuständige Stelle: Abteilung Finanzierung, Bundesamt für Verkehr (BAV).
- Bundesamt für Verkehr (BAV) (2025b). *Kalkulationsstruktur*. <https://www.bav.admin.ch/dam/de/sd-web/PEQ2ab0w09CT/Kalkulationsstruktur%202.0.xlsx> (abgerufen am 19.1.2026).
- Bundesamt für Verkehr (BAV) (2025c). *Linienauszug aus QMS RPV CH*. Interner Datensatz. Stand: 03.11.2025. Fachlich zuständige Stelle: Abteilung Finanzierung, Bundesamt für Verkehr (BAV). Technische Umsetzung und Betrieb: ETC Solutions GmbH.
- Bundesamt für Verkehr (BAV) (2025d). *Linienindikatoren für das Fahrplanjahr 2025*. Interner Datensatz. Stand 30.10.2025. Fachanwendung TUV. Zuständige Stelle: Abteilung Finanzierung, Bundesamt für Verkehr (BAV). Nicht öffentlich zugänglich.
- Bundesamt für Verkehr (BAV) (2025e). *Regionaler Personenverkehr*. <https://www.bav.admin.ch/de/regionaler-personenverkehr> (abgerufen am 19.1.2026).
- Bundesamt für Verkehr (BAV) (2025f). *Trassenpreis*. <https://www.bav.admin.ch/de/trassenpreis> (abgerufen am 13.2.2026).
- Bundeskanzlei (2026). *Der Schweizerische Föderalismus*. <https://www.ch.ch/de/politisches-system/funktionsweise-und-organisation/federalismus/#drei-politische-ebenen> (abgerufen am 21.1.2026).
- Cowie, J. (2010). *The Economics of Transport. A theoretical and applied perspective*. Routledge.
- Cullmann, A., M. Farsi und M. Filippini (2009). *Unobserved heterogeneity and cost efficiency in public transport*. Working Paper SSRN ID 1592835. SSRN. <https://papers.ssrn.com/abstract=1592835>.
- deFacto (2022). *Dem Röstigraben auf der Spur*. <https://www.defacto.expert/2022/09/23/dem-roestigraben-auf-der-spur/> (abgerufen am 21.1.2026).
- Elder, T. E., J. H. Goddeeris und S. J. Haider (2009). *Unexplained Gaps and Oaxaca-Blinder Decompositions*. IZA Discussion Paper 4159. IZA – Institute of Labor Economics. <https://docs.iza.org/dp4159.pdf>.

- État de Vaud (2022). *Dossier de presse – Evolution offre RER Vaud*. https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/accueil/fichiers_pdf/2022_novembre/Dossier_de_presse_-_Evolution_offre_RER_Vaud.pdf (abgerufen am 20.2.2026).
- Eugster, B., R. Lalive, A. Steinhauer und J. Zweimüller (2017). „Culture, Work Attitudes, and Job Search: Evidence from the Swiss Language Border“. *Journal of the European Economic Association* 15.5, S. 1056–1100. DOI: 10.1093/jeea/jvw024. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvw024>.
- Farsi, M., M. Filippini und W. H. Greene (2005). „Efficiency Measurement in Network Industries: Application to the Swiss Railway Companies“. *Journal of Regulatory Economics* 28.1, S. 69–90. DOI: 10.1007/s11149-005-2356-9. <https://doi.org/10.1007/s11149-005-2356-9>.
- Filippini, M., R. Maggi und P. Prioni (2001). „Cost-based Yardstick Regulation in the Swiss Regional Public Bus Industry“. In: *Proceedings of the 1st Swiss Transport Research Conference (STRC)*. Ascona, Switzerland: Swiss Transport Research Conference. <https://www.strc.ch/2001/fillipin.pdf>.
- Forschungs-Informationssystem (FIS) (2013). *Nachfrageseitige Netzwerkeffekte*. <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/409408/> (abgerufen am 21.1.2026).
- Kockelman, K. M., T. D. Chen, K. A. Larsen und B. G. Nichols (2013). *The Economics of Transportation Systems. A Reference for Practitioners*. 1. Aufl. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Lai, R. (2013). *Operations Forensics: Business Performance Analysis Using Operations Measures and Tools*. Cambridge, MA und London: The MIT Press.
- Mohring, H. (1972). „Optimization and Scale Economies in Urban Bus Transportation“. *American Economic Review* 62.4. Accessed via JSTOR, S. 591–604. <https://www.jstor.org/stable/1806101>.
- Niehans, J. (1956). „Preistheoretischer Leitfaden für Verkehrswissenschaftler“. *Schweizerisches Archiv für Verkehrswissenschaft und Verkehrspolitik* 11, S. 293–320.
- Pels, E. und P. Rietveld (2007). „Cost Functions in Transport“. In: *Handbook of Transport Modelling: 2nd Edition*. Emerald Group Publishing Limited. DOI: 10.1108/9780857245670-019. <https://doi.org/10.1108/9780857245670-019>.
- Petersen, T. (2016). „Watching the Swiss: A network approach to rural and exurban public transport“. *Transport Policy* 52, S. 175–185. DOI: 10.1016/j.tranpol.2016.07.012.
- Rapp Trans AG (2021). *Benchmarking öV Schweiz (BMCH)*. Interner Bericht.

- SBB Infrastruktur (2025). *Tarifverbundkarte*. <https://data.sbb.ch/explore/dataset/tarifverbundkarte/information/> (abgerufen am 21.11.2025).
- Schweizer Radio und Fernsehen (SRF) (2023). *Wie tief ist der Röstigraben und wie prägt er die Politik?* <https://www.srf.ch/news/schweiz/romandie-deutschschweiz-wie-tief-ist-der-roestigraben-und-wie-praegt-er-die-politik> (abgerufen am 21.1.2026).
- Schweizerische Bundesbahnen (SBB) (2026). *Bahnprogramm Léman 2030*. <https://company.sbb.ch/de/bahnentwicklung/projekte/romandie-wallis/leman-2030.html> (abgerufen am 20.2.2026).
- Schweizerischer Bundesrat (2025a). *Botschaft zum Entlastungspaket 2027 für den Bundeshaushalt (EP 27)*. Bundesblatt. BBI 2025 3067.
- Schweizerischer Bundesrat (2025b). *Botschaft zum Verpflichtungskredit für die Abgeltung von Leistungen des regionalen Personenverkehrs (RPV) für die Jahre 2026–2028*. Bundesblatt. BBI 2025 1867.
- Shapley, L. S. (1953). „A Value for n-Person Games“. In: *Contributions to the Theory of Games II*. Hrsg. von H. W. Kuhn und A. W. Tucker. Princeton: Princeton University Press, S. 307–317. DOI: 10.1515/9781400881970-018. <https://doi.org/10.1515/9781400881970-018>.
- Shorrocks, A. (2013). „Decomposition Procedures For Distributional Analysis: A Unified Framework Based on the Shapley Value“. *Journal of Economic Inequality* 11, S. 99–126. DOI: 10.1007/s10888-011-9214-z.
- Simonelli, F., A. Papola, F. Tinessa, D. Tocchi und V. Marzano (2023). „Towards a bottom-up estimation of a standard unit operating cost for bus operators: Methodology and policy implications in Italy“. *Case Studies on Transport Policy* 12, S. 101017. DOI: 10.1016/j.cstp.2023.101017. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213624X23000718>.
- Spörri, J. (2022). „Ausbau der Bahninfrastruktur: Die Romandie fühlt sich diskriminiert – zu Recht?“ *Aargauer Zeitung*. <https://www.aargauerzeitung.ch/schweiz/ausbau-der-bahninfrastruktur-die-romandie-schreit-nach-diskriminierung-zu-recht-ld.2358148> (abgerufen am 13.2.2026).
- Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) (2025). *Die Lage auf dem Arbeitsmarkt 2025. Monatsbericht Dezember 2025*. Bericht. Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO). https://www.seco.admin.ch/dam/seco/de/dokumente/Publikationen_Dienstleistungen/Publikationen_Formulare/Arbeit/Arbeitslosenversicherung/Die%20Lage%20auf%20dem%20Arbeitsmarkt/arbeitsmarkt_2025/2025-12_Die_Lage_auf_dem_Arbeitsmarkt.pdf

f_dem_Arbeitsmarkt_DE.pdf.download.pdf/2025-12_Die_Lage_auf_dem_Arbeitsmarkt_DE.pdf (abgerufen am 20.2.2026).

Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) und Polynomix (2017). *Staat und Wettbewerb: Schlussbericht*. Studie / Schlussbericht. Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO). https://www.seco.admin.ch/dam/seco/de/dokumente/Publicationen_Dienstleistungen/Publicationen_Formulare/Wirtschaftslage/Wettbewerb_Service_Public/Service_Public/SECO_Polynomix_Staat-und-Wettbewerb_Schlussbericht_20171127fin.pdf.download.pdf/SECO_Polynomix_Staat-und-Wettbewerb_Schlussbericht_20171127fin.pdf (abgerufen am 21.1.2026).

Systemaufgaben Kundeninformation (SKI) (2025a). *Anzahl Tarifverbundsabos je PLZ*. <https://data.opentransportdata.swiss/de/dataset/verbundsabos> (abgerufen am 3.10.2025).

Systemaufgaben Kundeninformation (SKI) (2025b). *Fahrplan 2025 (GTFS2020)*. https://data.opentransportdata.swiss/dataset/6cca1dfb-e53d-4da8-8d49-4797b3e768e3/resource/e9ac0a23-dca8-4c30-96cb-b94ffbf2b721/download/gtfs_fp2025_2025-09-01.zip (abgerufen am 8.1.2026).

Systemaufgaben Kundeninformation (SKI) (2025c). *Generalabonnement und Halbtax*. <https://data.opentransportdata.swiss/de/dataset/ga-hta-liste1> (abgerufen am 3.10.2025).

Systemaufgaben Kundeninformation (SKI) (2025d). *Haltestellenliste (Heute)*. <https://data.oev-info.ch/explore/dataset/stop-points-today/> (abgerufen am 7.11.2025).

Systemaufgaben Kundeninformation (SKI) (2026a). *GTFS*. <https://opentransportdata.swiss/de/cookbook/timetable-cookbook/gtfs/> (abgerufen am 9.1.2026).

Systemaufgaben Kundeninformation (SKI) (2026b). *Linien und Teillinien (Swiss Line Directory)*. <https://opentransportdata.swiss/de/cookbook/masterdata-cookbook/swiss-line-directory/> (abgerufen am 9.1.2026).

Uehlinger, C. und S. Kammhuber (2025). „Managing Cultural Diversity in Switzerland“. In: *Handbook of Diversity Competence: European Perspectives*. Hrsg. von P. Genkova, M. Flynn, M. Morley und M. Ravsticová. Cham: Springer Nature Switzerland, S. 123–138. DOI: 10.1007/978-3-031-69308-3_9. https://doi.org/10.1007/978-3-031-69308-3_9.

Vrtic, M. (2026). *Elastizität der Personenverkehrsnachfrage in der Schweiz*. <https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/baug/ivt/ivt-dam/vpl/reports/001-100/ab46.pdf> (abgerufen am 13.2.2026).

Zürcher Verkehrsverbund (ZVV) (2026). *Geschichte / ZVV*. <https://www.zvv.ch/de/ueber-uns/zuercher-verkehrsverbund/geschichte.html> (abgerufen am 20.2.2026).

Anhang

A Übersicht der Datensätze

Tabelle 25 fasst die Datensätze, deren Inhalt, Bezugsjahr, Format und Quelle zusammen. Die Verknüpfung und Verwendung der Datensätze werden in Kapitel 5 beschrieben.

Tabelle 25: Übersicht der verwendeten Datensätze

Datensatz	Inhalt	Jahr	Format	Quelle
Stammdaten BAV	Metadaten, Indikatoren und Haltestellen gemäss QMS aller RPV-Angebote für das Jahr 2025	2025	XLSX	(Bundesamt für Verkehr (BAV), 2025d)
QMS-Haltestellen	Linienauszug aus QMS RPV CH	2025	Interner Datensatz	(Bundesamt für Verkehr (BAV), 2025c)
Fahrplandaten	GTFS-Daten der Fahrplanlinien des schweizerischen ÖV für das Jahr 2025, Stand 01.09.2025.	2025	GTFS (ZIP)	(Systemaufgaben Kundeninformation (SKI), 2025b)
Haltestellenliste (Heute)	Liste mit allen ÖV-Haltestellen sowie deren Koordinaten und Höhe	2025	CSV	(Systemaufgaben Kundeninformation (SKI), 2025d)
Erlösniveau der Verbünde	Erlösniveau der Verbünde 2023–2033	2024	Interner Datensatz	(Bundesamt für Verkehr (BAV), 2025a)
GA- und HTA-Abo	Anzahl General- und Halbtax-Abonnements pro Postleitzahl	2024	XLSX	(Systemaufgaben Kundeninformation (SKI), 2025c)
Tarifverbundabos	Anzahl Tarifverbundabonnements pro Postleitzahl	2024	XLSX	(Systemaufgaben Kundeninformation (SKI), 2025a)
Ortschaftenverzeichnis	Offizielles Ortschaftenverzeichnis mit Geodaten nach Ortschaft und Postleitzahl	2024	ESRI Shapefile	(Bundesamt für Landestopografie (swisstopo), 2024)

Fortsetzung auf nächster Seite

Datensatz	Inhalt	Jahr	Format	Quelle
Kantonsgrenzen	Geodaten der Kantone (swiss-BOUNDARIES3D)	2025	GPKG	(Bundesamt für Landestopografie (swisstopo), 2025)
STATPOP	Geodaten mit Bevölkerung und Haushalte pro Hektare	2024	CSV	(Bundesamt für Statistik (BFS), 2025c)
STATENT	Geodaten mit Unternehmensstruktur, Beschäftigte, Arbeitsstätten pro Hektare	2023	CSV	(Bundesamt für Statistik (BFS), 2025d)
Berggebietregionen	Geodaten der Berggebietsregionen 2019	2025	GPKG	(Bundesamt für Statistik (BFS), 2025a)
Statistischer Atlas	Jeweils die aktuellsten demografischen, geografischen und sozioökonomischen Daten aggregiert auf Kantonsebene	Diverse	XLSX	(Bundesamt für Statistik (BFS), 2025e)
Erreichbarkeit Strasse	Erreichbarkeit nach Reisezeit (MIV) pro Gemeinde	2025	GPKG	(Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), 2025b)
Erreichbarkeit ÖV	Erreichbarkeit nach Reisezeit (ÖV) pro Gemeinde	2025	GPKG	(Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), 2025a)
Siedlung	Siedlungsflächenmodell mit besiedelten Flächen	2025	GPKG	(Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), 2025c)
Tarifverbundkarte	Räumliche Darstellung der Tarifverbundgebiete	2025	GEOJSON	(SBB Infrastruktur, 2025)

B Datenaufbereitung

Für die Aufbereitung der Liniengeodaten werden zunächst für jede RPV- bzw. Offertlinie die zugehörigen Haltestellen aus dem Fahrplan exportiert. Zu Beginn des Matching-Verfahrens werden die Variablen *Best Match* und *Best Score* initialisiert. Anschliessend wird für jede Fahrplan- bzw. GTFS-Linie ein Matching-Prozess durchgeführt. Dabei wird zunächst die jeweilige GTFS-Linie geladen und ihre Liniennummer mit derjenigen der betrachteten

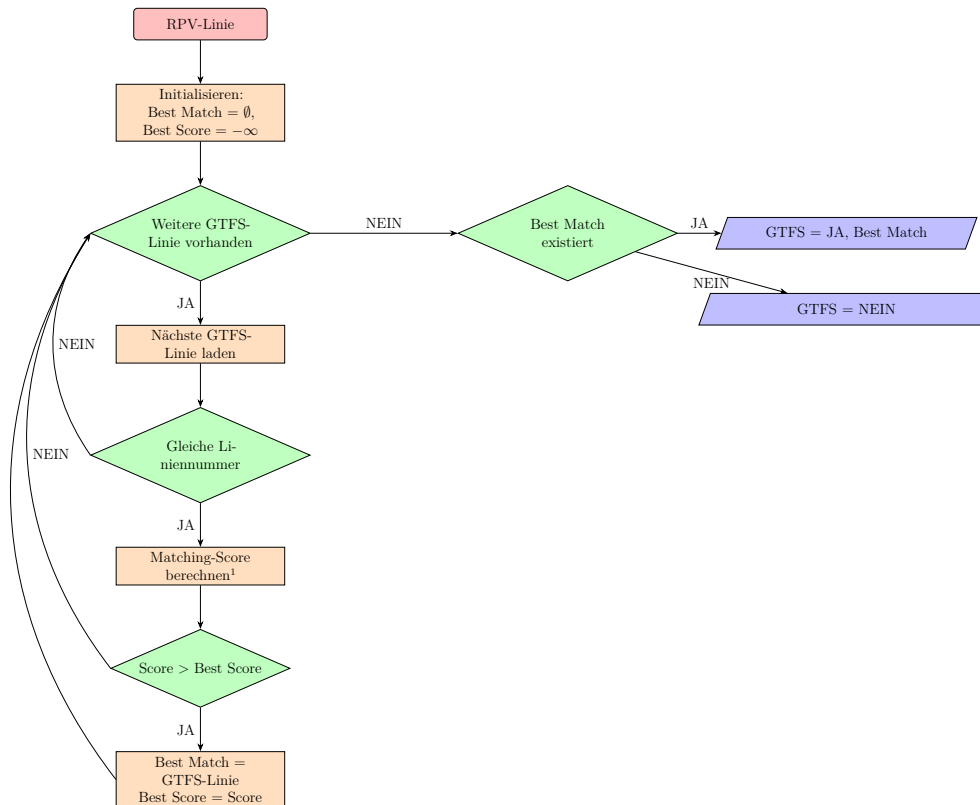


Abbildung 21: Prozessübersicht des GTFS-Matching-Algorithmus

Hinweis: ¹ Die Liniennummer ist nur regional eindeutig. Da die Linienbezeichnung aus den Ortschaften des Linienverlaufs stammt, können die Ortsnamen in der Haltestellenbezeichnung (alles bis zum Komma) mit den Ortschaften in der Linienbezeichnung verglichen werden. Der Matching-Score entspricht der Summe der Übereinstimmungen.

RPV-Linie verglichen. Stimmen die Liniennummern nicht überein, wird die GTFS-Linie verworfen und der Prozess mit der nächsten GTFS-Linie fortgesetzt. Bei übereinstimmender Liniennummer wird ein *Matching-Score* berechnet. Dieser entspricht der Anzahl Übereinstimmungen, bei denen die Ortsbezeichnungen in den Haltestellennamen – dies entspricht dem Text bis zum Komma – mit einer Ortschaft in der Linienbezeichnung der RPV-Linie übereinstimmen. Dieses Vorgehen basiert auf der Eigenschaft, dass Liniennummern nur regional eindeutig sind. Übersteigt der berechnete Matching-Score den aktuellen *Best Score*, wird die betrachtete GTFS-Linie als neuer *Best Match* gesetzt und der *Best Score* entsprechend aktualisiert. Dieser Prozess wird iterativ für alle GTFS-Linien wiederholt. Nach Abschluss der Prüfung aller GTFS-Linien wird im Erfolgsfall *GTFS = JA* zusammen mit dem identifizierten *Best Match* ausgegeben. Kann hingegen keine passende GTFS-Linie identifiziert werden, wird *GTFS = NEIN* ausgegeben. Der GTFS-Matching-Algorithmus wird in Abbildung 21 dargestellt.

Nachdem die GTFS-Haltestellen exportiert wurden, erfolgt die definitive Haltestellenzuordnung pro RPV-Linie. Dieser Schritt ist erforderlich, da weder die GTFS- noch die QMS-Haltestellenlisten für alle Linien vollständig vorliegen. Im vorliegenden Datensatz

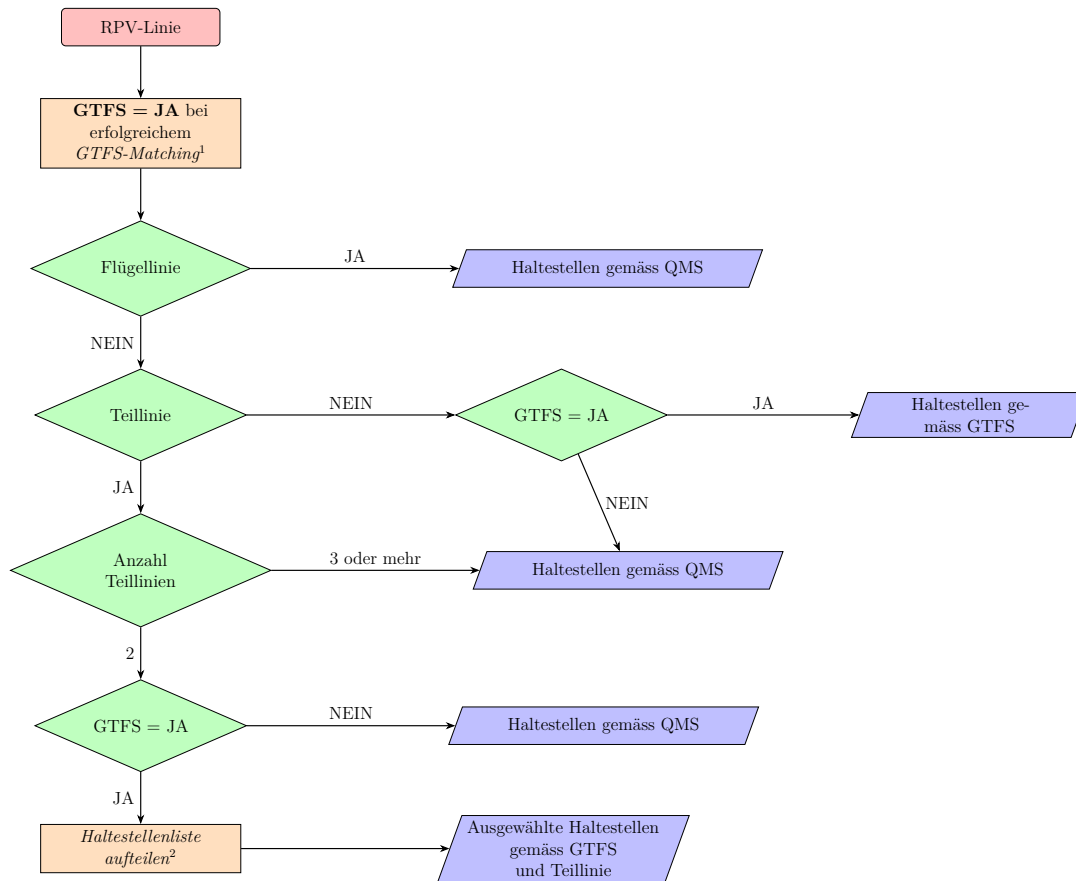


Abbildung 22: Prozessübersicht der Haltestellenzuordnung pro RPV-Linie

Hinweis: ¹ Der GTFS-Matching-Algorithmus exportiert die Haltestellenliste aus den Fahrplandaten. ² Der Haltestellenliste-aufteilen-Algorithmus teilt die Haltestellenliste am Knotenpunkt und gibt die Haltestellen der entsprechenden Teillinie zurück.

existiert jedoch für jede RPV-Linie mindestens eine Haltestellenliste aus GTFS oder QMS, weshalb der Fall einer fehlenden Zuordnung nicht weiter betrachtet wird. Der Zuordnungsprozess wird analog zum GTFS-Matching-Algorithmus für jede RPV-Linie separat durchgeführt. Der Prozess der Haltestellenzuordnung wird in Abbildung 22 dargestellt.

Zu Beginn wird anhand des GTFS-Matching-Algorithmus geprüft, ob eine Haltestellenliste aus den GTFS-Daten exportiert werden kann. Im Erfolgsfall wird die Variable *GTFS* = JA gesetzt, andernfalls *GTFS* = NEIN. Auf dieser Grundlage werden die nachfolgenden Fallunterscheidungen vorgenommen und die jeweils geeignete Haltestellenliste zugeordnet.

Für Flügelinien werden grundsätzlich die QMS-Daten verwendet, da im Fahrplan jeder Linienast separat geführt wird. Eine triviale Zuordnung ist nicht möglich. Wird eine Linie ohne Linienbruch abgegolten, werden die GTFS-Daten verwendet, sofern diese verfügbar sind; andernfalls wird auf die QMS-Daten zurückgegriffen. Bei Teillinien ist zusätzlich die Anzahl der Offerten relevant. Wird eine Linie in drei oder mehr Teillinien unterteilt, werden aufgrund der erhöhten Komplexität die QMS-Daten verwendet. Im Fall von genau zwei Teillinien werden – sofern verfügbar – die GTFS-Daten herangezogen. Hierzu wird die

entsprechende Haltestellenliste aufgeteilt: Es wird geprüft, ob die gemäss GTFS-Matching-Algorithmus identifizierten übereinstimmenden Ortschaften in der Haltestellenliste vor oder nach dem Knotenpunkt auftreten. Der entsprechende Teil der Haltestellenliste wird anschliessend der jeweiligen RPV-Linie zugeordnet.

C Anhang zur Shapley-Shorrocks-Dekomposition

Die folgenden Tabellen beinhalten die Ergebnisse der Shapley-Shorrocks-Dekompositionen inklusive bootstrap-basierter Konfidenzintervalle.

Tabelle 26: Bootstrap-basierte Konfidenzintervalle der Shapley-Shorrocks-Beiträge zur Differenz im Kostendeckungsgrad

Verkehrsmittel	Komponente	Punkt	KI _{2.5}	KI _{97.5}	Sig. 5 %	Anteil (%)
Bus	Gesamtbeitrag	-4.34	-6.86	-1.78	Ja	21.2
Bus	Strukturbeitrag	2.47	-0.10	5.34	Nein	-12.0
Bus	Kostenbeitrag	-1.81	-2.30	-1.35	Ja	8.8
Bus	Erlös: Belastung	-2.15	-3.01	-1.34	Ja	10.5
Bus	Erlös: Erlösniveau	-2.85	-3.44	-2.27	Ja	13.9
Normalspur	Gesamtbeitrag	-15.01	-21.41	-9.04	Ja	73.1
Normalspur	Strukturbeitrag	-6.33	-12.25	-0.81	Ja	30.8
Normalspur	Kostenbeitrag	3.56	0.90	6.52	Ja	-17.3
Normalspur	Erlös: Belastung	-9.76	-14.14	-5.63	Ja	47.6
Normalspur	Erlös: Erlösniveau	-2.48	-3.86	-0.96	Ja	12.1
Schmalspur	Gesamtbeitrag	-1.17	-7.12	4.29	Nein	5.7
Schmalspur	Strukturbeitrag	2.14	-2.76	6.87	Nein	-10.4
Schmalspur	Kostenbeitrag	-0.53	-2.24	1.09	Nein	2.6
Schmalspur	Erlös: Belastung	-5.66	-8.16	-2.95	Ja	27.6
Schmalspur	Erlös: Erlösniveau	2.89	0.03	5.21	Ja	-14.1
Summe	Gesamtbeitrag	-20.52	-25.37	-16.34	Ja	100.0
Summe	Strukturbeitrag	-1.72	-3.54	-0.19	Ja	8.4
Summe	Kostenbeitrag	1.21	-1.94	4.46	Nein	-5.9
Summe	Erlös: Belastung	-17.57	-22.64	-12.88	Ja	85.6
Summe	Erlös: Erlösniveau	-2.44	-5.94	0.51	Nein	11.9

Hinweis: Konfidenzintervalle basieren auf einem stratifizierten Cluster-Bootstrap auf Linienebene. Ein Beitrag wird als statistisch signifikant interpretiert, wenn das 95 %-Konfidenzintervall den Wert null nicht enthält. Die Anteile beziehen sich auf den absoluten Beitrag zur Gesamtdifferenz im Kostendeckungsgrad.

Tabelle 27: Bootstrap-basierte Konfidenzintervalle der Shapley-Shorrocks-Beiträge zur Differenz im Kostendeckungsgrad (Robustheitscheck ohne Linien des Kantons Zürich)

Verkehrsmittel	Komponente	Punkt	KI _{2.5}	KI _{97.5}	Sig. 5 %	Anteil (%)
Bus	Gesamtbeitrag	-4.37	-6.93	-1.66	Ja	21.3
Bus	Strukturbeitrag	1.15	-1.22	3.91	Nein	-5.6
Bus	Kostenbeitrag	-1.94	-2.44	-1.47	Ja	9.5
Bus	Erlös: Belastung	-1.86	-2.81	-0.92	Ja	9.1
Bus	Erlös: Erlösniveau	-1.71	-2.22	-1.21	Ja	8.3
Normalspur	Gesamtbeitrag	-7.40	-13.66	-1.04	Ja	36.1
Normalspur	Strukturbeitrag	-1.01	-6.97	4.56	Nein	4.9
Normalspur	Kostenbeitrag	-0.29	-2.74	2.26	Nein	1.4
Normalspur	Erlös: Belastung	-2.87	-6.70	1.05	Nein	14.0
Normalspur	Erlös: Erlösniveau	-3.23	-4.50	-1.70	Ja	15.7
Schmalspur	Gesamtbeitrag	-4.47	-10.39	1.13	Nein	21.8
Schmalspur	Strukturbeitrag	-0.80	-5.59	3.61	Nein	3.9
Schmalspur	Kostenbeitrag	-0.59	-2.57	1.34	Nein	2.9
Schmalspur	Erlös: Belastung	-6.50	-9.27	-3.27	Ja	31.7
Schmalspur	Erlös: Erlösniveau	3.42	-0.03	6.21	Nein	-16.7
Summe	Gesamtbeitrag	-16.24	-20.85	-12.02	Ja	79.1
Summe	Strukturbeitrag	-0.66	-2.50	0.91	Nein	3.2
Summe	Kostenbeitrag	-2.83	-6.09	0.20	Nein	13.8
Summe	Erlös: Belastung	-11.24	-16.08	-6.16	Ja	54.8
Summe	Erlös: Erlösniveau	-1.52	-5.25	1.65	Nein	7.4

Hinweis: Konfidenzintervalle basieren auf einem stratifizierten Cluster-Bootstrap auf Linienebene. Der Kanton Zürich ist aus der Stichprobe ausgeschlossen. Ein Beitrag wird als statistisch signifikant interpretiert, wenn das 95 %-Konfidenzintervall den Wert null nicht enthält. Die Anteile beziehen sich auf den absoluten Beitrag zur Gesamtdifferenz im Kostendeckungsgrad.

Tabelle 28: Bootstrap-basierte Konfidenzintervalle der Shapley-Shorrocks-Beiträge zur Differenz im Kostendeckungsgrad (Robustheitscheck ohne Linien nationaler Transportunternehmen)

Verkehrsmittel	Komponente	Punkt	KI _{2.5}	KI _{97.5}	Sig. 5 %	Anteil (%)
Bus	Gesamtbeitrag	-4.13	-7.19	-0.48	Ja	20.1
Bus	Strukturbeitrag	2.83	-0.50	7.14	Nein	-13.8
Bus	Kostenbeitrag	-2.57	-3.37	-1.89	Ja	12.5
Bus	Erlös: Belastung	-1.13	-2.38	0.08	Nein	5.5
Bus	Erlös: Erlösniveau	-3.26	-4.17	-2.48	Ja	15.9
Normalspur	Gesamtbeitrag	-13.75	-21.17	-6.65	Ja	67.0
Normalspur	Strukturbeitrag	-9.29	-15.72	-2.61	Ja	45.3
Normalspur	Kostenbeitrag	1.60	-1.26	4.21	Nein	-7.8
Normalspur	Erlös: Belastung	-4.00	-7.61	-0.48	Ja	19.5
Normalspur	Erlös: Erlösniveau	-2.05	-3.58	-0.17	Ja	10.0
Schmalspur	Gesamtbeitrag	-1.34	-11.63	6.70	Nein	6.5
Schmalspur	Strukturbeitrag	5.04	-3.03	11.72	Nein	-24.6
Schmalspur	Kostenbeitrag	-1.03	-4.45	2.23	Nein	5.0
Schmalspur	Erlös: Belastung	-10.93	-15.54	-5.53	Ja	53.3
Schmalspur	Erlös: Erlösniveau	5.59	0.05	10.20	Ja	-27.2
Summe	Gesamtbeitrag	-19.22	-26.63	-13.21	Ja	93.7
Summe	Strukturbeitrag	-1.43	-3.25	0.19	Nein	7.0
Summe	Kostenbeitrag	-2.01	-6.52	2.20	Nein	9.8
Summe	Erlös: Belastung	-16.06	-22.45	-9.27	Ja	78.3
Summe	Erlös: Erlösniveau	0.28	-5.90	5.55	Nein	-1.4

Hinweis: Konfidenzintervalle basieren auf einem stratifizierten Cluster-Bootstrap auf Linienebene. Die Stichprobe schliesst nationale Transportunternehmen aus. Ein Beitrag wird als statistisch signifikant interpretiert, wenn das 95 %-Konfidenzintervall den Wert null nicht enthält. Die Anteile beziehen sich auf den absoluten Beitrag zur Gesamtdifferenz im Kostendeckungsgrad.

D Anhang zu den OLS-Modellen

D.1 Ergänzende Oaxaca-Blinder-Dekompositionen

Tabelle 29: Oaxaca-Blinder-Zerlegung des Erlösmodells

Oaxaca-Blinder-Zerlegung Erlösmodell (2)	Koeffizient	$\bar{x}_{i,L} - \bar{x}_{i,D}$	Beitrag	Relative Wichtigkeit
Bus	-1.8112	0.038	-0.0683	13.3
Erwerbsquote ¹	0.0055	-1.354	-0.0075	1.5
log(Einwohner pro km)	0.2184	-0.386	-0.0844	16.5
Tarifniveau ¹	0.1323	-0.742	-0.0982	19.2
Geschwindigkeit ¹	-0.1100	-0.191	0.0210	4.1
Reisezeit ¹	-0.0543	-0.201	0.0109	2.1
Anschlüsse ¹	0.0626	0.136	0.0085	1.7
Erklärter Teil			-0.2149	58.4
Unerklärter Teil			-0.2145	41.6
log(Erlöse pro Fahrplankilometer)			-0.4353	100.0

Hinweis: Die Tabelle zeigt die Oaxaca-Blinder-Zerlegung der Differenz der logarithmierten Erlöse pro Fahrplankilometer zwischen den Gruppen L und D . Negative Beiträge erhöhen die beobachtete Differenz.

Die relative Wichtigkeit basiert auf den Absolutwerten und ist daher richtungsunabhängig.

¹ Z-standardisierte Variable.

Tabelle 30: Oaxaca-Blinder-Zerlegung des Kostenmodells für Bahnlinien

Kostenmodell (Bahn) Modell 2	Koeffizient	$\bar{x}_{i,L} - \bar{x}_{i,D}$	Beitrag	Relative Bedeutung
Schmalspur	0.1148	0.123	0.0141	6.2
Trassenpreis pro km ¹	0.2531	-0.244	-0.0618	27.3
log(Steigung pro km)	0.0068	0.476	0.0032	1.4
log(Kapazität)	0.1692	-0.321	-0.0542	24.0
Geschwindigkeit ¹	-0.1218	-0.365	0.0444	19.6
log(Fahrplankilometer)	-0.0627	0.374	-0.0234	10.3
Erklärter Teil			-0.0778	88.8
Unerklärter Teil			0.0265	11.2
log(Kosten pro Fahrplankilometer)			-0.0513	100.0

Hinweis: Die Tabelle zeigt die Oaxaca-Blinder-Zerlegung der Differenz der logarithmierten Kosten pro Fahrplankilometer zwischen den Gruppen L und D . Negative Beiträge erhöhen die beobachtete Kostendifferenz.

Die relative Wichtigkeit basiert auf den Absolutwerten und ist daher richtungsunabhängig.

¹ Z-standardisierte Variable.

D.2 Residuen- und Multikollinearitätsanalyse

Im Folgenden werden die Residuen- und Multikollinearitätsanalysen kurz erläutert. Die Residuen sind in allen Modellen weitgehend symmetrisch um die Nulllinie verstreut.

Abweichungen treten vor allem an den Rändern auf, was auch in den Q-Q-Plots ersichtlich ist. In den Kostenmodellen weist die LOWESS-Glättung leicht U-Formen auf. Die LOWESS-Glättung wird verwendet, um Nichtlinearitäten in der Modellspezifikation zu identifizieren. Die leichte Krümmung ist vertretbar, insbesondere im Hinblick auf die Interpretierbarkeit. Die Normalitätsannahme der Residuen kann in allen Modellen als hinreichend plausibel angesehen werden.

Die Varianzinflationsfaktoren (VIF) befinden sich für alle Regressoren unterhalb der gängigen Schwellenwerte von 5 bzw. 10. Es bestehen somit keine Hinweise auf relevante Multikollinearität.

Erlösmodell Abbildung 23 stellt die Residuenplots für das Erlösmodell (3) dar. Abbildung 23a zeigt die Residuen in Abhängigkeit der geschätzten Werte. Die Residuen streuen weitgehend symmetrisch um die Nulllinie und weisen keine systematischen Muster auf. Die LOWESS-Glättung verläuft nahe der Nulllinie. Dies deutet darauf hin, dass keine wesentlichen Nichtlinearitäten oder funktionale Fehlanpassungen vorliegen.

Der Q-Q-Plot in Abbildung 23b zeigt eine insgesamt gute Annäherung an die Referenzlinie, insbesondere im zentralen Bereich der Verteilung. An den Rändern sind Abweichungen zu erkennen, vor allem im oberen Bereich. Dies deutet auf vereinzelte Ausreisser bzw. etwas schwere Tails hin. Die Abweichungen von der Normalverteilung erscheinen jedoch moderat, sodass die Normalitätsannahme der Residuen als hinreichend plausibel angesehen werden kann.

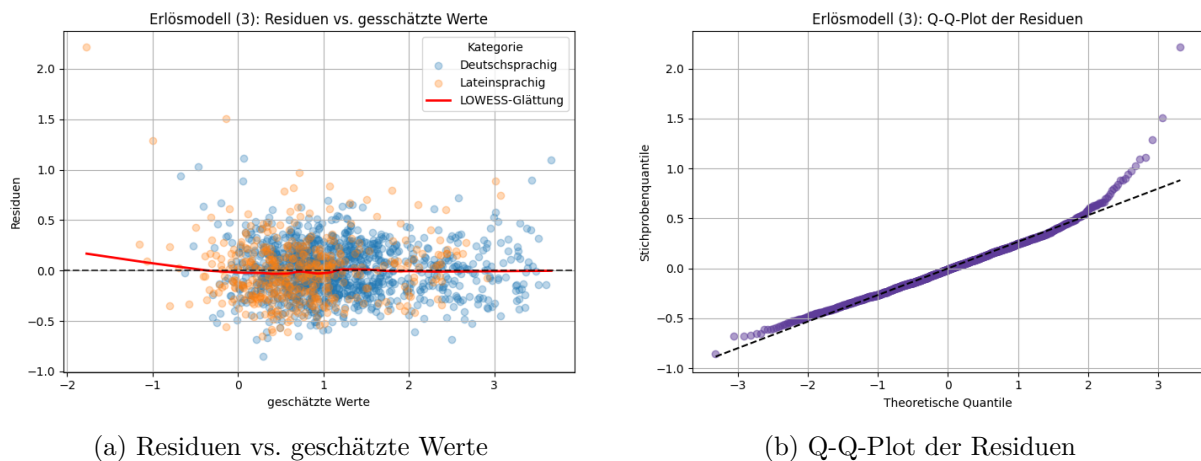


Abbildung 23: Residuenanalyse für das Erlösmodell (3)

Die berechneten VIF des Erlösmodells liegen für alle Regressoren unterhalb der gängigen Schwellenwerte von 5 bzw. 10, sodass keine Hinweise auf relevante Multikollinearität bestehen. Die entsprechenden VIF-Werte sind in Tabelle 31 dargestellt.

Tabelle 31: Varianzinflationsfaktoren: Erlösmodell

Variable	VIF
Sprachregion (Latein = 1)	2.36
Bus	3.21
Erwerbsquote	2.96
$\log(\text{Einwohner pro km})$	1.88
Tarifniveau	1.41
Geschwindigkeit	2.13
Reisezeit	1.73
Anschlüsse	1.27
$\log(\text{Belastung})$	3.22
Halbtax pro Einwohner	1.88

Ein VIF-Wert grösser als 5 deutet auf moderate, ein Wert grösser als 10 auf starke Multikollinearität hin.

Nachfragemodell Abbildung 24 stellt die Residuenplots für das Nachfragemodell (2b) dar. Abbildung 24a zeigt die Residuen in Abhängigkeit der geschätzten Werte. Die Residuen streuen weitgehend symmetrisch um die Nulllinie und weisen keine systematischen Muster auf. Die sichtbare Zweiteilung der Residuen lässt sich durch strukturelle Unterschiede zwischen den Beobachtungen erklären, insbesondere durch die Heterogenität zwischen Bus- und Bahnlinien. Die LOWESS-Glättung verläuft weitgehend horizontal und nahe der Nulllinie. Dies deutet auf eine angemessene funktionale Spezifikation hin.

Der Q-Q-Plot in Abbildung 24b weist über weite Teile der Verteilung eine enge Annäherung an die Referenzlinie auf. Abweichungen treten vor allem am unteren Rand auf. Dies deutet auf vereinzelte Ausreisser hin. Die Abweichungen von der Normalverteilung erscheinen jedoch insgesamt moderat, sodass die Normalitätsannahme der Residuen als hinreichend plausibel angesehen wird.

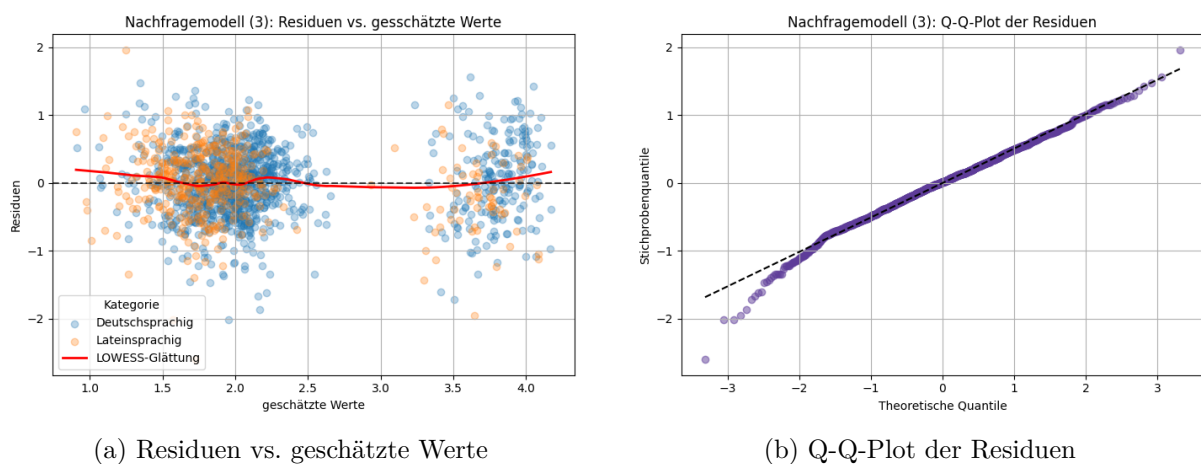


Abbildung 24: Residuenanalyse für das Nachfragemodell (3)

Die berechneten VIF des Nachfragemodells liegen für alle Regressoren unterhalb der gän-

gigen Schwellenwerte von 5 bzw. 10, sodass keine Hinweise auf relevante Multikollinearität bestehen. Die entsprechenden VIF-Werte sind in Tabelle 32 dargestellt.

Tabelle 32: Varianzinflationsfaktoren: Nachfragemodell

Variable	VIF
Sprachregion (Latein = 1)	1.43
Bus	1.14
log(Bevölkerungsdichte)	1.97
Halbtax pro Einwohner	1.55

Ein VIF-Wert grösser als 5 deutet auf moderate, ein Wert grösser als 10 auf starke Multikollinearität hin.

Kostenmodell (Bus) Abbildung 25 stellt die Residuenplots für das Kostenmodell (2b) (Bus) dar. Abbildung 25a zeigt die Residuen in Abhängigkeit der geschätzten Werte. Die Residuen streuen überwiegend symmetrisch um die Nulllinie und weisen keine systematischen Muster auf. Die LOWESS-Glättung weist eine leicht U-förmige Struktur auf, was auf geringfügige Nichtlinearitäten hindeuten könnte. Die Abweichungen sind jedoch moderat.

Der Q-Q-Plot in Abbildung 25b weist über weite Teile der Verteilung eine gute Annäherung an die Referenzlinie auf. Am oberen Rand treten jedoch sichtbare Abweichungen auf, was auf eine leichte Rechtssteilheit hindeutet. Die Abweichungen von der Normalverteilung erscheinen jedoch insgesamt begrenzt, sodass die Normalitätsannahme der Residuen als hinreichend plausibel angesehen wird.

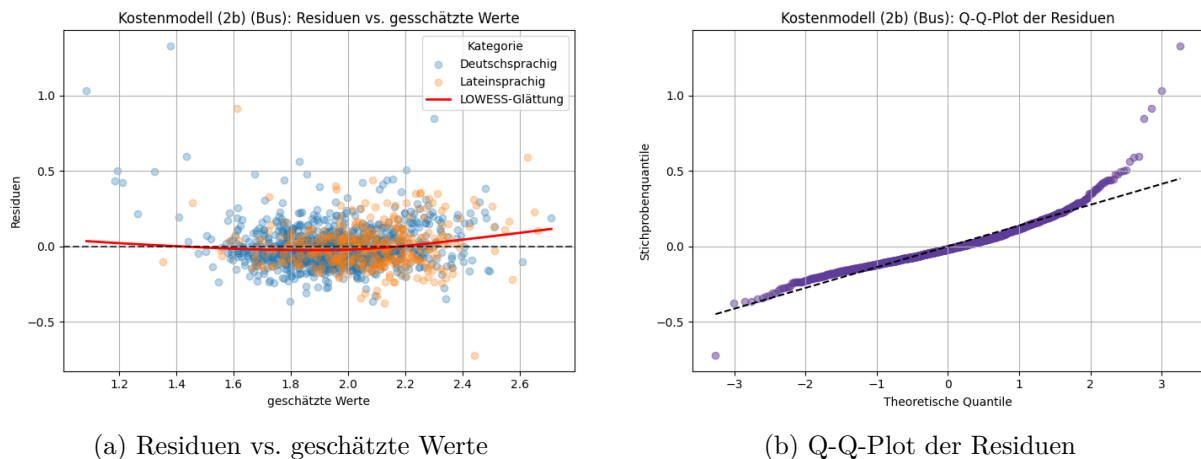


Abbildung 25: Residuenanalyse für das Kostenmodell (2b) (Bus)

Die berechneten VIF des Kostenmodells für Buslinien liegen für alle Regressoren unterhalb der gängigen Schwellenwerte von 5 bzw. 10, sodass keine Hinweise auf relevante Multikollinearität bestehen. Die entsprechenden VIF-Werte sind in Tabelle 33 dargestellt.

Tabelle 33: Varianzinflationsfaktoren: Kostenmodell (Bus)

Variable	VIF
Sprachregion (Latein = 1)	1.14
log(Steigung pro km)	1.36
log(Bevölkerungsdichte)	1.68
log(Geschwindigkeit)	1.27
Fahrplaneffizienz	1.10
log(Fahrplankilometer)	1.33
Personalkosten pro Stunde	1.37
Kapazität	1.66

Ein VIF-Wert grösser als 5 deutet auf moderate, ein Wert grösser als 10 auf starke Multikollinearität hin.

Kostenmodell (Bahn) Abbildung 26 stellt die Residuenplots für das Kostenmodell (2) (Bahn) dar. Abbildung 26a zeigt die Residuen in Abhängigkeit der geschätzten Werte. Die Residuen streuen weitgehend symmetrisch um die Nulllinie und weisen keine systematischen Muster auf. Die LOWESS-Glättung weist eine Krümmung auf, insbesondere bei höheren geschätzten Werten. Dies könnte auf Nichtlinearitäten hinweisen. Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen, insbesondere vor dem Hintergrund der begrenzten Anzahl an Beobachtungen und der bestehenden Heterogenität zwischen den Bahnlinien.

Der Q-Q-Plot in Abbildung 26b zeigt im zentralen Bereich eine enge Annäherung an die Referenzlinie. Abweichungen treten an den Rändern auf, insbesondere in den oberen Quantilen. Dies deutet auf vereinzelte Ausreisser hin. Die Abweichungen von der Normalverteilung erscheinen jedoch insgesamt moderat, sodass die Normalitätsannahme der Residuen als hinreichend plausibel angesehen wird.

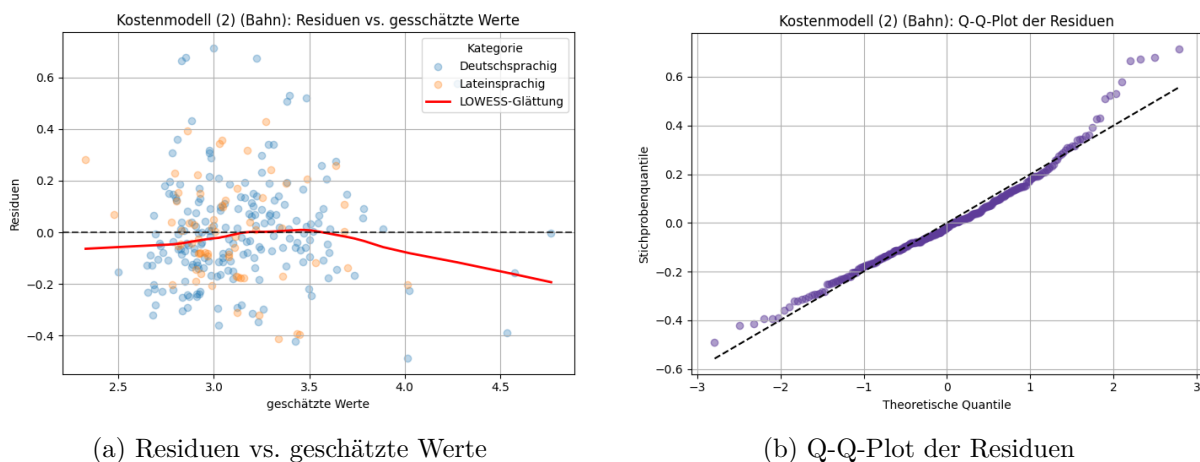


Abbildung 26: Residuenanalyse für das Kostenmodell (2) (Bahn)

Die berechneten VIF des Kostenmodells für Bahnlinien liegen für alle Regressoren

unterhalb der gängigen Schwellenwerte von 5 bzw. 10, sodass keine Hinweise auf relevante Multikollinearität bestehen. Die entsprechenden VIF-Werte sind in Tabelle 34 dargestellt.

Tabelle 34: Varianzinflationsfaktoren: Kostenmodell (Bahn)

Variable	VIF
Sprachregion (Latein = 1)	1.12
Schmalspur	1.87
Trassenpreis pro km	1.87
log(Steigung pro km)	1.66
log(Kapazität)	2.54
Geschwindigkeit	1.94
log(Fahrplankilometer)	1.06

Ein VIF-Wert grösser als 5 deutet auf moderate, ein Wert grösser als 10 auf starke Multikollinearität hin.

PostAuto-Modell Abbildung 27 stellt die Residuenplots für das PostAuto-Modell (3) dar. Abbildung 27a zeigt die Residuen in Abhängigkeit der geschätzten Werte. Die Residuen streuen weitgehend symmetrisch um die Nulllinie und weisen keine systematischen Muster auf. Die LOWESS-Glättung verläuft weitgehend mit der Nulllinie.

Der Q-Q-Plot in Abbildung 27b zeigt im zentralen Bereich eine gute Annäherung an die Referenzlinie. In den oberen Quantilen treten leichte Abweichungen auf, die auf eine moderate Rechtssteilheit der Residuen hindeuten. Die Abweichungen von der Normalverteilung erscheinen jedoch begrenzt, sodass die Normalitätsannahme der Residuen als hinreichend plausibel angesehen wird.

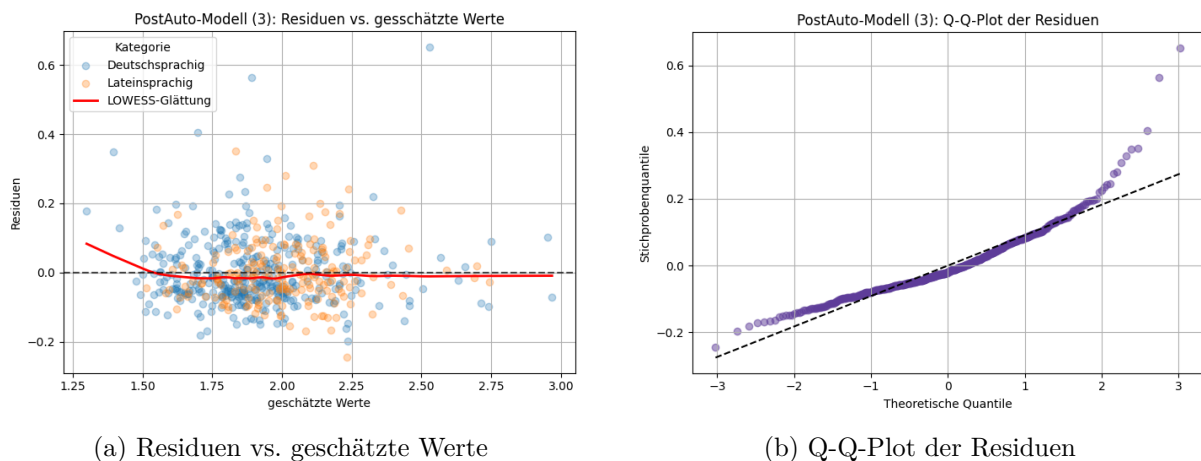


Abbildung 27: Residuenanalyse für das PostAuto-Modell (3)

Die berechneten VIF des PostAuto-Modells liegen für alle Regressoren unterhalb der gängigen Schwellenwerte von 5 bzw. 10, sodass keine Hinweise auf relevante Multikollinearität bestehen. Die entsprechenden VIF-Werte sind in Tabelle 35 dargestellt.

Tabelle 35: Varianzinflationsfaktoren: PostAuto-Modell

Variable	VIF
Sprachregion (Latein = 1)	1.07
log(Geschwindigkeit)	1.15
log(Betriebseffizienz)	1.55
log(Fahrplaneffizienz)	1.47
log(Personalkosten pro Stunde)	2.13

Ein VIF-Wert grösser als 5 deutet auf moderate, ein Wert grösser als 10 auf starke Multikollinearität hin.

E Generative AI Disclaimer

In dieser Arbeit wurden generative KI-Tools (insbesondere ChatGPT und Microsoft Copilot) unterstützend eingesetzt. Die Nutzung erfolgte ausschliesslich für nicht-vertrauliche Inhalte. Es wurden keine sensiblen oder personenbezogenen Daten sowie keine internen Datensätze oder vertraulichen Dokumente in das KI-Tool eingegeben. Die KI wurde in folgenden Anwendungsfällen verwendet:

- **Sprachliche Überarbeitung** einzelner Textpassagen (Stil, Verständlichkeit, Grammatik, Kürzung), ohne die inhaltliche Aussage zu verändern.
- **Unterstützung bei der Python-Programmierung** (z. B. Fehlersuche und Debugging, Visualisierung sowie Dokumentation).
- **Unterstützung bei LaTeX/BibLaTeX** (z. B. Formatierung von Quellenangaben, Konsistenz von Literaturangaben, Fehlersuche bei Kompilationsmeldungen).
- **Qualitätssicherung** durch Hinweise auf mögliche Unklarheiten, Inkonsistenzen oder fehlende Angaben (z. B. Prüfpunkte in Literaturangaben).
- **Erstellung dieser Deklaration.**

KI-generierte Vorschläge wurden nur nach inhaltlicher Prüfung übernommen. Für die Richtigkeit der Aussagen, Interpretationen, Berechnungen, Quellenangaben und Schlussfolgerungen trägt der Autor die volle Verantwortung.

Typische Prompt-Struktur

“Formuliere den folgenden Text in einem akademischen, präzisen Stil um, ohne die Bedeutung zu verändern. Text: ‘[...]’ ”

“Erkläre die folgende Fehlermeldung und schlage eine Korrektur im Python-Code vor. Kontext: ‘[...]’ ”

“Erstelle/prüfe eine BibLaTeX-Quellenangabe im Stil Autor–Jahr für folgende Angaben: ‘[...]’ ”