

Bundesamt für Strassen ASTRA

Mobility Pricing – Wirkungsanalyse am Beispiel der Region Zug Schlussbericht

Zürich/Wollerau/Olten/Bern, 18. April 2019

Daniel Sutter
Philipp Fröhlich
Anne Greinus
Cuno Bieler
Maura Killer
Claude Weis
Milenko Vrtic
Stefan Suter
Matthias Setz
Christoph Lieb
Matthias Amacher

Impressum

Mobility Pricing – Wirkungsanalyse am Beispiel der Region Zug

Schlussbericht

Zürich/Wollerau/Olten/Bern, 18. April 2019

Auftraggeber

Bundesamt für Strassen ASTRA

Projektleitung

Roman Rosenfellner, ASTRA

Autorinnen und Autoren

Daniel Sutter, Anne Greinus, Cuno Bieler, Maura Killer

INFRAS AG, Binzstrasse 23, 8045 Zürich

Tel. +41 44 205 95 95

Philipp Fröhlich

TransSol GmbH, Samstagernstrasse 41, 8832 Wollerau

Tel. +41 79 960 56 82

Milenko Vrtic, Claude Weis

TransOptima GmbH, Friedaustasse 18, 4600 Olten

Tel. +41 62 212 03 19

Stefan Suter, Matthias Setz, Christoph Lieb, Matthias Amacher

Ecoplan AG, Monbijoustrasse 14, 3011 Bern

Tel. +41 31 356 61 62

Begleitgruppe

Matthias Fässler, Bundesamt für Strassen (ASTRA)

Stefan Bürgler, Amt für Raum und Verkehr des Kantons Zug

Christian Egeler, Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Christian Schiller (bis Mai 2018), Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Andreas Justen (ab Juni 2018), Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Markus Liechti, Bundesamt für Verkehr (BAV)

Philipp Mosca, Bundesamt für Verkehr (BAV)

Brigitte Gafner, Bundesamt für Verkehr (BAV)

Frank Bruns, EBP Schweiz AG

Inhalt

Abstract	7
Zusammenfassung	8
1. Einleitung	30
2. Grundprinzipien und Grundmodell Mobility Pricing	34
3. Systemabgrenzungen	36
3.1. Räumliche Systemabgrenzung	36
3.2. Zeitliche Systemabgrenzung	37
3.3. Inhaltliche Systemabgrenzung	37
4. Erweiterung des Gesamtverkehrsmodells Kanton Zug	38
4.1. Gesamtverkehrsmodell Kanton Zug: Überblick	38
4.2. Dynamisches Umlegungsmodell und Kenngrössen	39
4.3. Wahl der Abfahrtszeit	41
4.4. Festlegung der Anteile flexibler Wege	43
5. Tarifszenarien für die 1. Iteration	44
5.1. Parameter und Tarifmodelle	44
5.2. Definition des Spitzenzeitenperimeters	45
5.2.1. Räumliche Abgrenzung	45
5.2.2. Zeitliche Abgrenzung	50
5.3. Tarifszenarien 1a und 1b	51
5.3.1. Grundsätzliches Vorgehen zur Herleitung	51
5.3.2. Herleitung der Tarifszenarien für den MIV	53
5.3.3. Herleitung der Tarifszenarien für den ÖV	57
5.4. Übersicht der gewählten Tarifszenarien für die 1. Iteration	59
6. Wirkungsanalyse 1. Iteration	61
6.1. Verkehrliche Wirkungen	61

6.1.1.	Grundlegendes	61
6.1.2.	Ziel- und Verkehrsmittelwahl	61
6.1.3.	Wahl der Abfahrtszeit	62
6.1.4.	Fahr- bzw. Verkehrsleistungen	64
6.1.5.	Streckenbelastungen und -auslastungen	69
6.1.6.	Fahrtzeitveränderungen MIV	76
6.1.7.	Fazit verkehrliche Wirkungen	78
6.2.	Wirkungen auf die Einnahmen	79
6.3.	Verteilungswirkungen	80
6.3.1.	Verteilungswirkungen nach Einkommensklassen	81
6.3.2.	Arbeitszeitflexibilität nach Bildungsniveau und beruflicher Stellung	102
6.3.3.	Verteilungswirkungen nach Raumtypen	107
6.4.	Bewertung der Tarifszenarien der 1. Iteration	112
7.	Tarifszenarien für die 2. Iteration (Tarifszenarien 2a und 2b)	114
7.1.	Stossrichtungen zur Anpassung der Tarifszenarien	114
7.2.	Herleitung Tarifszenarien für die 2. Iteration	116
7.2.1.	Tarifszenario 2a	116
7.2.2.	Tarifszenario 2b	118
7.3.	Übersicht der gewählten Tarifszenarien für die 2. Iteration	120
8.	Wirkungsanalyse 2. Iteration	123
8.1.	Verkehrliche Wirkungen	123
8.1.1.	Grundlegendes	123
8.1.2.	Ziel- und Verkehrsmittelwahl	123
8.1.3.	Wahl der Abfahrtszeit	123
8.1.4.	Fahr- bzw. Verkehrsleistungen	124
8.1.5.	Streckenbelastungen und -auslastungen	129
8.1.6.	Fahrtzeitveränderungen	133
8.1.7.	Fazit verkehrliche Wirkungen	135
8.2.	Wirkungen auf die Einnahmen	136
8.3.	Verteilungswirkungen	138
8.3.1.	Verteilungswirkungen nach Einkommensklassen	138
8.3.2.	Verteilungswirkungen nach Raumtypen	148
8.3.3.	Personas: 11 Beispiele	151
8.4.	Auswirkungen auf die Wirtschaft und die räumliche Entwicklung	154

8.4.1.	Die Wirkungszusammenhänge im Überblick	154
8.4.2.	Wirkungsketten und Betroffenheitsmuster im Kanton Zug	156
8.4.3.	Wirkungskette Güterverkehr	165
8.4.4.	Räumliche Entwicklung	166
8.4.5.	Fazit	176
8.5.	Wirkungen auf die Umwelt	178
8.6.	Bewertung der Tarifszenarien der 2. Iteration	181
8.7.	Gesamtbewertung aller Tarifszenarien	183
9.	Kosten-Nutzen-Analyse	189
10.	Tarifszenario ÖV: Verfeinerung der ÖV-Tarife	193
10.1.	Herleitung eines verfeinerten Tarifszenarios ÖV	193
10.2.	Verkehrliche Wirkungen	194
10.2.1.	Ziel- und Verkehrsmittelwahl	194
10.2.2.	Wahl der Abfahrtszeit	195
10.2.3.	Fahr- bzw. Verkehrsleistungen	196
10.2.4.	Streckenbelastungen und -auslastungen	198
10.2.5.	Fazit verkehrliche Wirkungen	200
11.	Ergebnisübersicht und Fazit	201
11.1.	Wirkung von Mobility Pricing (Hauptszenario)	201
11.2.	Folgerungen	209
11.3.	Grenzen des Vorgehens und der Methodik	213
11.4.	Empfehlungen und Ausblick aus Sicht der Autoren	216
	Abbildungsverzeichnis	221
	Tabellenverzeichnis	228
	Abkürzungen	232
	Literatur	233
	Annex	239
	Annex A: Belastungsplots Streckenbelastungen	240
	Annex B: Personas – 11 Beispiele	249

Annex C: Kosten-Nutzen-Analyse (KNA): Vorgehen und Detailergebnisse	289
Annex D: Übersicht Tarifszenarien	302

Abstract

Basierend auf dem Konzeptbericht Mobility Pricing beauftragte der Bundesrat das UVEK, Mobility Pricing mit einer (theoretischen) Wirkungsanalyse am Beispiel des Kantons Zug weiter zu vertiefen. Es sollte überprüft werden, ob Mobility Pricing einen wesentlichen Beitrag zum Brechen der Verkehrsspitzen leisten kann. Im Rahmen einer modellbasierten, quantitativen Wirkungsanalyse wurden in der vorliegenden Studie die Effekte einer Kilometerabgabe für den Personenverkehr auf Strasse und Schiene mit unterschiedlichen Tarifen in Gebieten mit Verkehrsüberlastungen zu Spitzen- und Randzeiten anhand der Beispielregion Zug analysiert. In der Arbeit wurde untersucht, wie die Spitzenzeitenperimeter räumlich und zeitlich zu definieren und die Höhe der Tarife auszugestalten sind und wie sich diese Form des Mobility Pricings auf die Verkehrsnachfrage, die Bevölkerung, Wirtschaft und Umwelt sowie die Einnahmen auswirkt.

Das Ergebnis der Analyse zeigt, dass die analysierte Ausgestaltung von Mobility Pricing mit einer km-Abgabe und einer Spitzenzeitarisierung eine signifikante Reduktion der Verkehrsnachfrage in den Spitzenzeiten von 9% bis 12% im MIV und 5% bis 9% im ÖV erlaubt, wobei die Wirkungen in der Abendspitze höher sind.

Daraus resultiert eine deutlich spürbare Verringerung der überlasteten Strecken im MIV und ÖV. Die Verkehrsspitzen können gebrochen werden. Gleichzeitig ist es möglich, das System einnahmenneutral auszugestalten, das heisst die Einnahmen bleiben etwa auf dem bisherigen Niveau. Die Analyse hat damit gezeigt, dass die beiden Ziele von Mobility Pricing – Lenkung und Finanzierung – kein Widerspruch sind, sondern bei entsprechender Ausgestaltung des Modells beide erreicht werden können. Die sozialen Wirkungen des untersuchten Mobility Pricings sind insgesamt etwa neutral, wobei Personen mit eingeschränkter zeitlicher Flexibilität stärker betroffen sind als flexiblere Personen. Die räumlichen Wirkungen des analysierten Modells sind tendenziell positiv und stärken die Zentren, die Wirkungen auf die Wirtschaft sind dagegen klein. Die untersuchte leistungsabhängige Verkehrsabgabe führt zudem zu spürbar positiven Umwelteffekten in Bezug auf die Emission von Luftschadstoffen und Treibhausgasen. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis des betrachteten Mobility Pricings ist positiv, das heisst die Nutzen übersteigen die Kosten deutlich – Mobility Pricing ist volkswirtschaftlich effizient.

Zusammenfassung

Ausgangslage und Ziel

Mit zunehmendem Verkehr geraten die Verkehrsinfrastrukturen und Verkehrsmittel in den Spitzenzeiten an ihre Kapazitätsgrenzen. Es wird davon ausgegangen, dass Mobility Pricing einen wesentlichen Beitrag zum Brechen von Verkehrsspitzen leisten kann, d.h. eine gleichmässige Auslastung der Infrastruktur und Verkehrsmittel über den Tag. Im Konzeptbericht des Bundesrates (Bundesrat 2016) wurde Mobility Pricing als benützungsbezogene Abgaben zur Nutzung von Infrastruktur und Dienstleistungen im Individualverkehr und im öffentlichen Verkehr mit dem Ziel der Beeinflussung der Mobilitätsnachfrage definiert. Im Konzeptbericht wurden verschiedene Modellvarianten zur Ausgestaltung vorgeschlagen und die Auswirkungen qualitativ beurteilt. Berechnungen und Modellierungen sollten zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen, wenn die bevorzugten Modellvarianten definiert sind.

Am 5. Juli 2017 beauftragte der Bundesrat das Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Mobility Pricing mit einer (theoretischen) Wirkungsanalyse am Beispiel des Kantons Zug weiter zu vertiefen. Im Rahmen einer verlässlichen, quantitativen Wirkungsanalyse sollen die Effekte einer Kilometerabgabe mit zeitlich und räumlich differenzierten Tarifen auf Strasse und Schiene im Personenverkehr anhand einer Beispielregion untersucht werden. Es sollte u.a. untersucht werden, wie die Spitzenzeitenperimeter räumlich und zeitlich zu definieren sowie die Höhe der Tarife auszugestalten sind und wie sich leistungsabhängige Verkehrsabgaben auf Mobilität, Bevölkerung, Gewerbe und Umwelt sowie auf die Einnahmen der öffentlichen Hand auswirken. Der Kanton Zug erklärte sich bereit, an einer solchen Wirkungsanalyse als Beispielregion mitzuarbeiten. Grundlage für die Berechnung der verkehrlichen Wirkungen bildete das Gesamtverkehrsmodell Zug (GVM ZG). Zudem sollte Mobility Pricing mittels einer Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) bewertet werden.

Rahmenbedingungen und Systemabgrenzungen

Mobility Pricing wird als ganzheitliches Konzept verstanden, welches in der Ausgestaltung sieben Grundprinzipien entsprechen soll. Die folgenden Grundprinzipien wurden bei der Definition der Tarifszenarien als auch bei der Bewertung dieser berücksichtigt:

1. «pay as you use»: Mobility Pricing bedeutet leistungsbezogene Preise für Produkte und Dienstleistungen anstelle von indirekten Steuern, Abgaben und Einheitstarifen.
2. Kompensation: Es soll nicht mehr, sondern anders bezahlt werden. Mobility Pricing ersetzt bestehende Abgaben.
3. Verteilungswirkung/sozialpolitische Ausgestaltung: Mobilität soll weiterhin für alle erschwinglich sein.

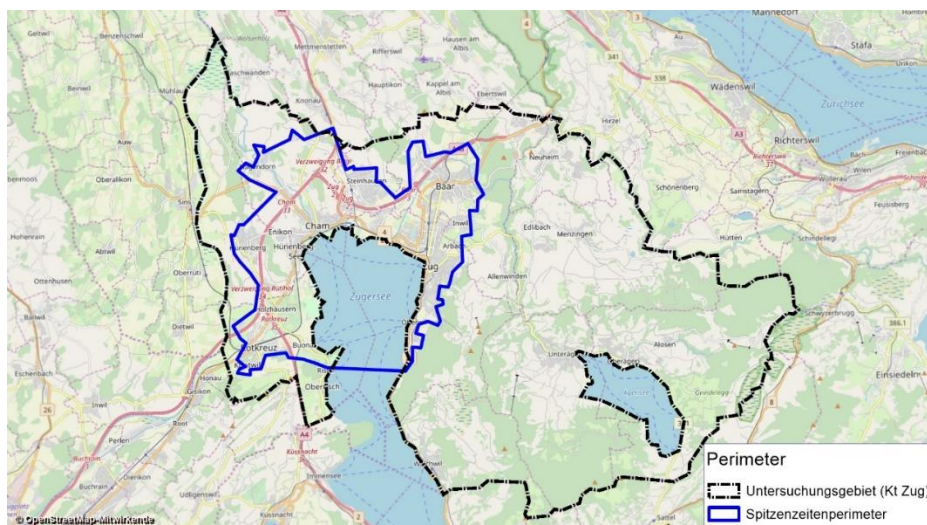
4. Intermodalität: Es wird ein verkehrsträgerübergreifender Ansatz unter Einbezug von Strasse und Schiene verfolgt (vergleichbare Grundsätze und Perimeter, Kostenfairness).

Die weiteren Grundprinzipien (5–7) aus dem Konzeptbericht waren für die vorliegenden Analysen weniger zentral resp. wurden in anderen Teilprojekten untersucht.

5. Modularer Aufbau: Mobility Pricing ist modular zu konzipieren, so dass Massnahmen schrittweise aufgebaut und erweitert werden können und eine schrittweise Migration von Alt zu Neu mit einem zeitlich begrenzten Nebeneinander möglich ist.
6. Datenschutz: Die Datenerhebung, -verwendung, -aufbewahrung und -löschung ist in einer gesetzlichen Grundlage klar definiert. Der Datenschutz ist in allen Phasen (Planung, Umsetzung, Betrieb) gewährleistet.
7. Transparenz: Mobility Pricing ist transparent, nachvollziehbar und übersichtlich.

Für die Analyse wurde davon ausgegangen, dass in der gesamten Schweiz eine km-Abgabe eingeführt wird. Das Untersuchungsgebiet, für welches v.a. die Wirkungen zu untersuchen waren, umfasst den Kanton Zug. Eine zeitliche Differenzierung der Abgabe erfolgt lediglich im Spitzenzeitenperimeter (SZP). Unter Berücksichtigung der Auslastung bzw. der überlasteten Strecken im MIV und ÖV wurde ein grosser Spitzenzeitenperimeter gewählt, der sich an den urban geprägten Stadtlandschaften des Kantons Zug orientiert. Unter Berücksichtigung der Tagesganglinien im MIV und ÖV wurde für alle Tarifszenarien eine im MIV und ÖV identische 2-stündige Spitzenzeit am Morgen (7–9 Uhr) und Abend (17–19 Uhr) gewählt.

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet und Spitzenzeitenperimeter (SZP)



Grafik TransSol. Quelle: GVM ZG.

Im vorliegenden Projekt war eine km-Abgabe im Personenverkehr zu berücksichtigen. Für den Personenverkehr wurde der motorisierte Individualverkehr (MIV) auf der Strasse (Personenwagen inkl. Motorräder) sowie der öffentliche Verkehr (ÖV) auf Strasse und Schiene (Busse, Trolleybusse, Trams, Fern- und Regionalverkehrszüge/Stadtbahn Zug, sowie Schiffe) betrachtet.¹ Für den Güterverkehr wurde vorliegend kein Mobility-Pricing-Konzept mit zeitlich und örtlich differenzierten Tarifen entwickelt.² Er wurde daher vorerst nicht untersucht, er ist aber im Gesamtverkehrsmodell Zug als starre Nachfrage im Strassenverkehr in der Modellierung berücksichtigt. D.h. die Fahrleistungen des Güterverkehrs sind im Verkehrsmodell enthalten, aber es werden beim Güterverkehr keine zeitlich und örtlich differenzierten Kostensätze in der Verkehrsmodellierung hinterlegt. Indirekt reagiert aber auch der Güterverkehr auf Veränderungen der Strassenauslastung durch den Personenverkehr.

Als Betrachtungszeitpunkt für den Verkehrszustand wurde gestützt auf das GVM ZG sowohl für den Referenzzustand (ohne Mobility Pricing) als auch den Anwendungsfall mit Mobility Pricing das Jahr 2030 gewählt. Die weiteren Datengrundlagen beziehen sich auf jeweils aktuelle Ist-Daten.

Vorgehen

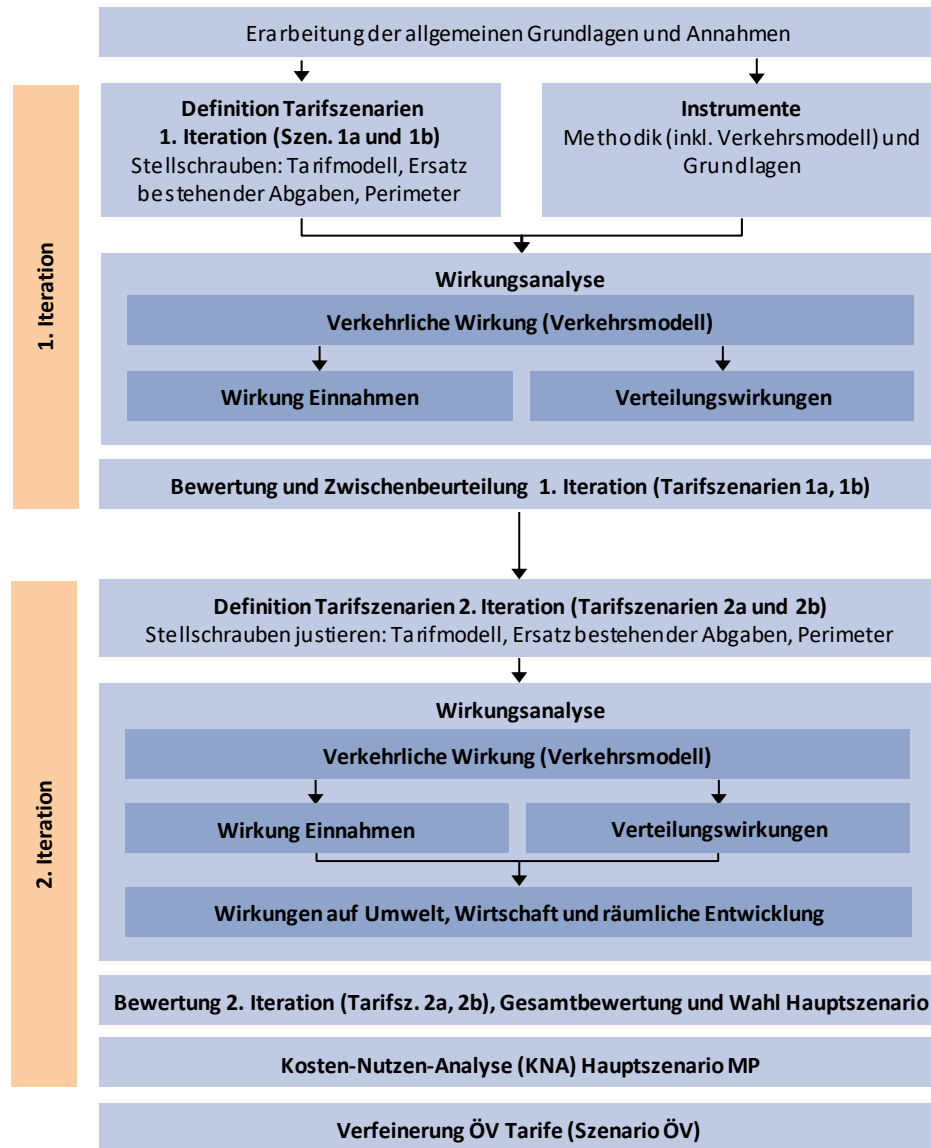
Das methodische Vorgehen ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Wirkungsanalyse gliedert sich in zwei Iterationen mit jeweils zwei verschiedenen Tarifszenarien für den MIV und den ÖV. Insgesamt wurden somit vier Berechnungsdurchläufe durchgeführt. Mit diesem iterativen Vorgehen wurde beabsichtigt, dass die Wirkungen der Tarifszenarien der 1. Iteration bei der Festlegung der Tarifszenarien für die 2. Iteration berücksichtigt werden konnten.

Zentrales Element der vorliegenden Wirkungsanalyse zum Mobilty Pricing bildet die Analyse der verkehrlichen Wirkungen mit Hilfe des GVM ZG. Für dieses lagen bisher lediglich statische Zustände vor, d.h. der durchschnittliche Werktagsverkehr, der durchschnittliche Tagesverkehr sowie Angaben zur Morgen- und Abendspitze. Es war daher in einem ersten Schritt als dynamisches Modell mit stundenfeinen Matrizen, d.h. einer Variation der Verkehrsnachfrage über den Tag, zu erstellen. Zudem waren im GVM ZG räumlich und zeitlich differenzierte Kostensätze zu implementieren.

¹ Dies gilt für das Verkehrsmodell und die Berechnung des Durchschnittstarifs für die Schweiz. Für den Kanton Zug sind Trolleybusse und Schiffe hingegen nicht relevant.

² Dies ist eine vereinfachte «Übungsanlage». Das bedeutet jedoch nicht, dass der Güterverkehr nicht dereinst allenfalls auch mit zeitlich differenzierten Tarifen bepreist werden könnte. Beim Schwerverkehr erfüllt der Güterverkehr mit der LSVa zudem bereits heute das Prinzip «pay as you use».

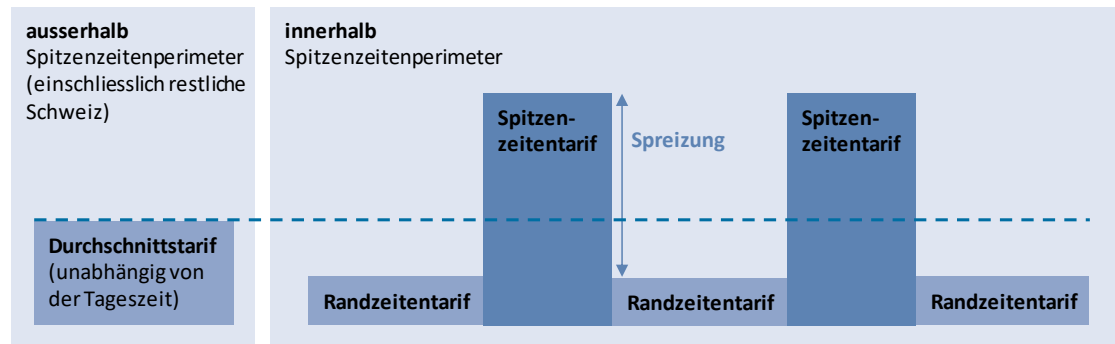
Abbildung 2: Übersicht methodisches Vorgehen



Grafik INFRAS.

Basierend auf den Vorgaben des Konzeptberichts und unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen wurden je zwei Tarifszenarien für die 1. Iteration (1a, 1b) und 2. Iteration (2a, 2b) definiert (vgl. Annex D mit Kurzübersicht der vier Tarifszenarien). Gemäss Pflichtenheft waren zwei Tarifmodelle vorgegeben, die die grundsätzliche Ausgestaltung des Mobility Pricings definieren. Auf Basis der Bewertung der Tarifszenarien der 1. Iteration wurde das in Abbildung 3 dargestellte Tarifmodell 2 als am geeignetsten beurteilt.

Abbildung 3: Gewähltes Tarifmodell



Grafik INFRAS.

Für den MIV war für die 1. Iteration festgelegt, welche der bestehenden Abgaben durch das km-abhängige Mobility Pricing ersetzt werden. Für die 2. Iteration wurde angenommen, dass zusätzliche Abgaben kompensiert werden (vgl. Annex D). Für den ÖV waren sowohl in der 1. als auch der 2. Iteration die heutigen ÖV-Einnahmen zu berücksichtigen. Der Spitzenzeitenperimeter war räumlich wie zeitlich im MIV und ÖV und in beiden Iterationen identisch.

Für die Tarifszenarien der 1. Iteration wurden die verkehrlichen Wirkungen modelliert und die Streckenbelastungen und -auslastungen berechnet. Darauf aufbauend wurden die Wirkungen auf die Einnahmen und die Verteilungswirkungen differenziert nach Einkommensklassen, dem Bildungsniveau, der beruflichen Stellung und nach Raumtypen analysiert. Im Folgenden wurden die Tarifszenarien unter Berücksichtigung der Zielerreichung (Brechen der Verkehrsspitzen), der Einnahmenneutralität (Kompensation) und der sozialpolitischen Ausgestaltung (Verteilungswirkung) bewertet. Darauf aufbauend wurden die Stossrichtungen insbesondere hinsichtlich der Wahl des Tarifmodells, der zusätzlichen Kompensation bestehender Abgaben im MIV sowie der Spreizung der Tarife zur Definition der Tarifszenarien für die 2. Iteration festgelegt. Im Rahmen der zweiten Iteration wurden zusätzlich zu den Wirkungen gemäss 1. Iteration auch die Auswirkungen auf die Wirtschaft und die räumliche Entwicklung sowie die Umweltwirkungen ausgewiesen. Aufgrund der Bewertung der vier Tarifszenarien wurde schliesslich dasjenige Tarifszenario (Tarifszenario 1b = Hauptszenario) ausgewählt, welches sich sowohl hinsichtlich der Zielerreichung als auch der Einhaltung der vorgegebenen Grundprinzipien als das geeignetste herausstellte. Das gewählte Hauptszenario basiert auf dem Tarifmodell 2 (Abbildung 3). Im MIV werden die zweckgebundene Mineralölsteuer und der Mineralölsteuerzuschlag (ca. 57 Rp./l), die Nationalstrassenabgabe (Autobahnvignette, 40 CHF/Jahr) sowie die Automobilsteuer (4% des Fahrzeugwerts) durch die km-Abgabe kompensiert, im ÖV die gesamten Erträge aus den Transportentgelten des ÖV auf Strasse und Schiene. Die resultierenden Tarifr Höhen im Hauptszenario sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Tarifhöhen im Hauptszenario

	Durchschnittstarif ausserhalb SZP	Tarife innerhalb SZP		
		Spitzenzeit	Randzeit	Spreizung
MIV	0.06 CHF/Fzkm	0.21 CHF/Fzkm	0.00 CHF/Fzkm	
	(0.23 CHF/Fzkm	(0.38 CHF/Fzkm	(0.17 CHF/Fzkm	(124%)
	0.17 CHF/Pkm)	0.28 CHF/Pkm)	0.12 CHF/Pkm)	
ÖV	0.20 CHF/Pkm	0.31 CHF/Pkm	0.14 CHF/Pkm	121%

Werte in Klammern: gesamte variable Kosten MIV (Modellinput), d.h. MP-Tarif plus weitere variable Kosten von 17 Rp./Fzkm.

Für das Hauptszenario wurden anhand von elf Beispielen von Mobilitätsnutzenden (Personas) die Verteilungswirkungen vertieft untersucht.

Das Hauptszenario wurde mittels einer umfassenden Kosten-Nutzen-Analyse (KNA, dynamische Wirtschaftlichkeitsbetrachtung) bewertet. Dafür wurde im MIV auf das Instrument NISTRA (Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte) abgestellt. Für den ÖV wurde auf Basis von NIBA (Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte) ein ÖV-Bewertungstool entwickelt, welches dynamisch ist und auch Busse berücksichtigt.

Zusätzlich zu den vier Tarifszenarien war ein verfeinertes Tarifszenario für den ÖV mit differenzierten Tarif-Nutzergruppen (Generalabonnement/Verbundabo-Besitzer, Halbtax-Besitzer, Vollzahler) zu entwickeln, die verkehrlichen Wirkungen zu modellieren und mit dem Hauptszenario zu vergleichen. Ziel war es, ein «realistischeres» Tarifszenario zu definieren, welches der heutigen Komplexität der Tarife im ÖV eher entspricht.

Ergebnisse

A. Verkehrliche Wirkungen

Nachfrageänderung in Spitzenzeiten: Mobility Pricing als km-Abgabe kann einen wesentlichen Beitrag zum Brechen von Verkehrsspitzen in verkehrlich stark belasteten Agglomerationen leisten. Im «Hauptszenario» kann in den Spitzenstunden eine Reduktion der Verkehrsmenge um 9% bis 12% im MIV und 5% bis 9% im ÖV erreicht werden, wobei die Wirkungen in der Abendspitze höher sind. Die folgende Tabelle zeigt die Veränderung der Verkehrsmengen im Kanton Zug im untersuchten Hauptszenario (vgl. Kap. 5.4 für die gewählten Tarifhöhen dieses Szenarios). Die Wirkungen innerhalb des Spitzenzeitenperimeters sind fast gleich gross bzw. minimal höher wie im gesamten Untersuchungsgebiet (Kanton Zug).

Die gesamte Fahr- bzw. Verkehrsleistung über den Tag verändert sich in den untersuchten Tarifszenarien nur wenig, was eine Folge der vorgegebenen Grundprinzipien ist (gesamtes Einnahmenniveau möglichst konstant halten sowie den MIV und ÖV möglichst ähnlich behandeln).

Im Hauptszenario verringert sich die MIV-Fahrleistung im Untersuchungsgebiet (Kanton Zug) um rund 3%, die ÖV-Nachfrage um etwa 1%. Diese minimale modale Verlagerung vom MIV zum ÖV bzw. zum Langsamverkehr ist eine Folge der leichten Erhöhung der variablen Kosten im MIV (Variabilisierung Nationalstrassenabgabe und Automobilsteuer) sowie von Routen- und Verkehrsmittelwahleffekten (Umstieg auf Langsamverkehr) aufgrund der Spitzenzeitbepreisung.

Tabelle 2: Veränderung der Fahr-/Verkehrsleistung im Untersuchungsgebiet Kanton Zug, Hauptszenario im Vergleich zum Referenzfall

Zeitraum	Veränderung der Nachfrage in %	
	MIV (Fzkm)	ÖV (Pkm)
Morgenspitze (7–9 Uhr)	-9.4%	-5.3%
Abendspitze (17–19 Uhr)	-11.7%	-8.6%
«Off-Peak» (restlicher Tag)	0.9%	2.9%
Ganzer Tag	-2.8%	-0.8%

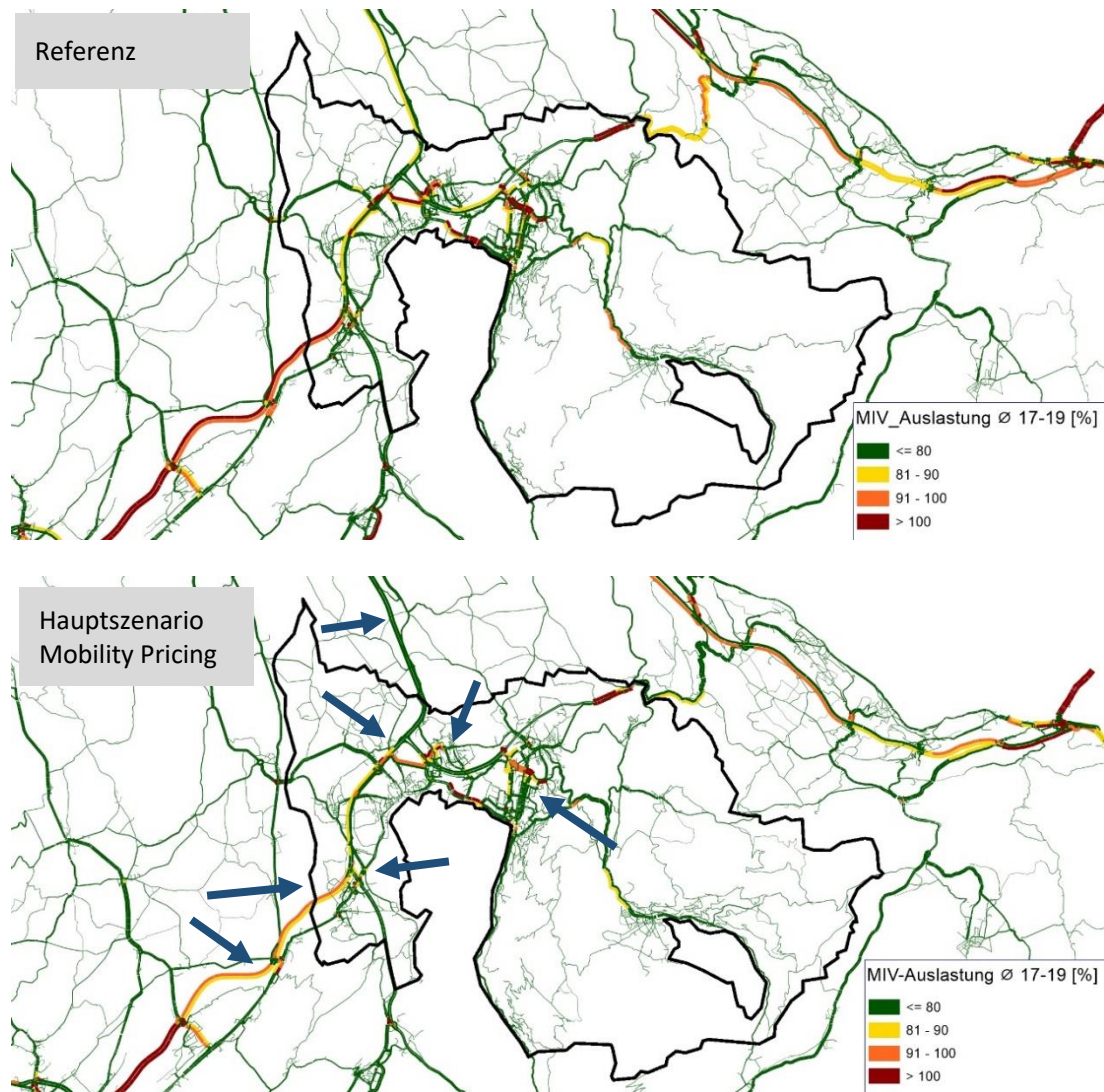
Tabelle INFRAS. Quelle: GVM Kanton Zug.

Je nach Ausgestaltung der Tarifszenarien sind auch höhere verkehrliche Wirkungen in Bezug auf die zeitliche Verlagerung aus den Spitzenstunden möglich. Werden beispielsweise auch die kantonalen Motorfahrzeugsteuern kompensiert und als Teil der km-Abgabe variabilisiert, kann die Verkehrsreduktion in den Spitzenstunden bis gut 15% (im MIV) betragen, wobei dies mit einem Modal Shift vom MIV auf den ÖV verbunden ist und daher nicht nur mit einer zeitlichen Verlagerung von Fahrten (Tarifszenario 2b, vgl. Kap. 8.1).

Streckenbelastungen und -auslastungen: Die Verringerung der Verkehrsnachfrage in den Spitzenzeiten führt zu einer deutlichen Verringerung der überlasteten Strecken bzw. einer Staureduktion (vgl. Abbildung 4, Abbildung 5). Im MIV kann die Auslastung insbesondere auf der Nationalstrasse A4 im Knonauer Amt, der A14 ab Rotkreuz bis Ebikon sowie diverser Hauptverkehrsstrassen in Zug, Baar, Cham und Steinhausen reduziert werden (Abbildung 4). Der Anteil der überlasteten Streckenabschnitte wird durch die Tarifszenarien sowohl im MIV als auch im ÖV signifikant reduziert. Im Hauptszenario verringert sich die Länge der überlasteten Streckenabschnitte (>80% der Kapazität) im Strassenverkehr um einen Drittel am Morgen bzw. einen Viertel am Abend (vgl. Tabelle 3). Die stark überlasteten Abschnitte (>100%) werden sogar noch deutlich stärker entlastet, nämlich um 70% am Morgen und um gut 50% am Abend. Im ÖV ist der Rückgang in der Morgenspitze etwas weniger ausgeprägt: Im Hauptszenario reduziert sich die Länge der Streckenabschnitte mit einer Auslastung von über 100% um gut 10%. In der Abendspitze werden dagegen zwei Drittel dieser überlasteten Strecken verringert. Im ÖV

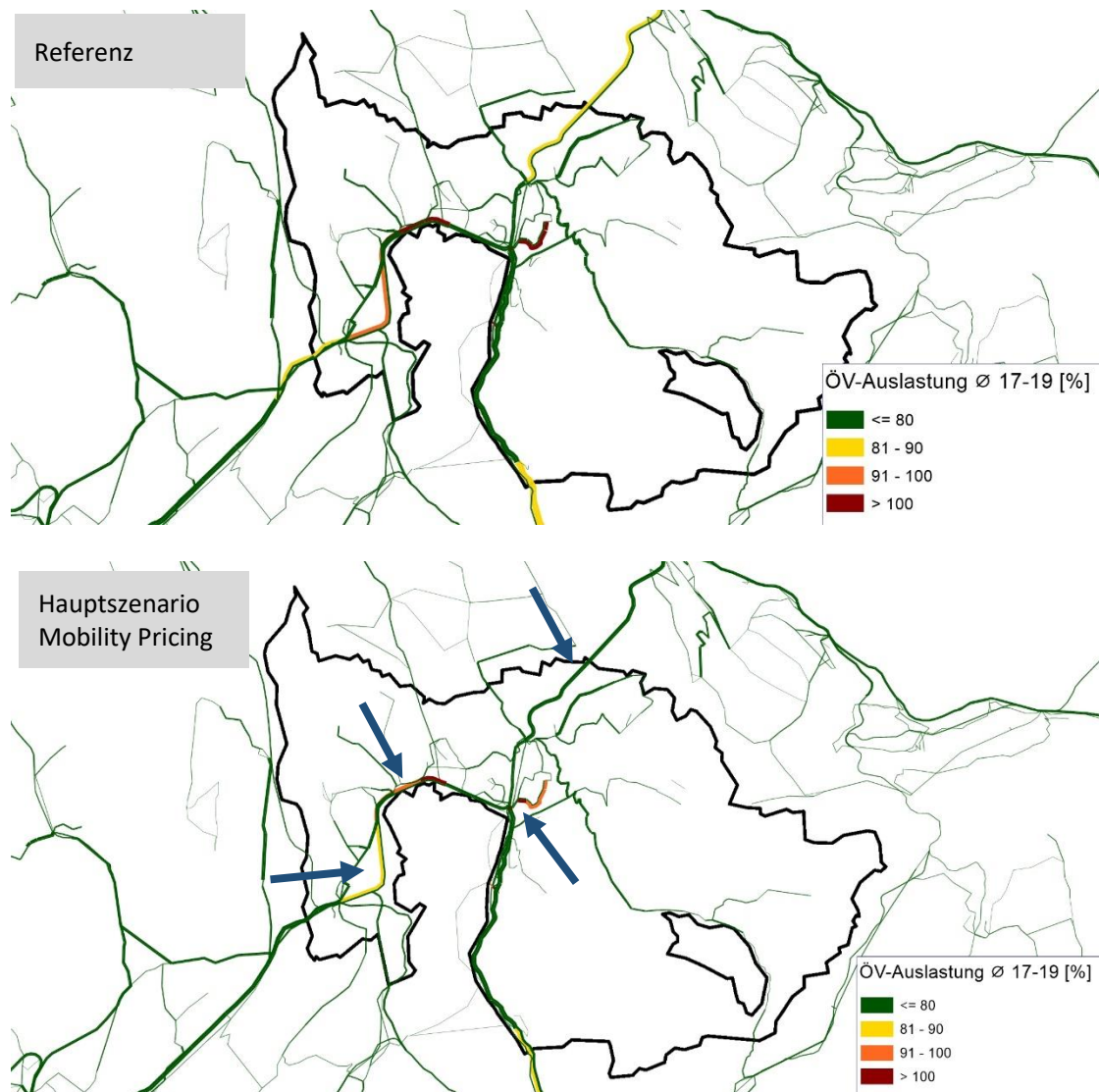
nimmt die Überlastung insbesondere auf dem Bahnkorridor Zug–Cham–Rotkreuz und weiter Richtung Luzern, auf der Bahnstrecke Thalwil–Zug sowie auf einzelnen Busstrecken innerhalb der Stadt Zug signifikant ab (vgl. Abbildung 5).

Abbildung 4: Auslastung MIV 2030 in Abendspitze (17–19 Uhr): Referenz vs. Mobility Pricing Hauptszenario



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG.

Abbildung 5: Auslastung ÖV 2030 in Abendspitze (17–19 Uhr): Referenz vs. Mobility Pricing Hauptszenario



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG.

Tabelle 3: Veränderungen der Streckenlänge nach Strassenauslastung im Hauptszenario vgl. mit Referenz (relativ, in %) im MIV

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr	Abendspitzenstunden 17–19 Uhr
80–90%	-19%	-23%
90–100%	-4%	+51%
> 100%	-70%	-53%
> 80%	-31%	-25%

Veränderung Fahrzeiten: Die Verringerung der Überlastung führt zu einer Reduktion der Reisezeiten während den Spitzenzeiten. Der gesamte Reisezeitgewinn durch Mobility Pricing beträgt im gesamten Verkehrsmodellgebiet 1.5 Mio. Stunden pro Jahr. Die konkreten Reisezeitgewinne sind räumlich unterschiedlich verteilt: Für typische Ost-West-Relationen (z.B. Einsiedeln–Sins) beträgt die Reisezeiteinsparung knapp eine Minute. Bei einer Transitfahrt auf einer typischen Nord-Süd-Relation (Bsp. Knonau–Arth) ist der Reisezeitgewinn etwas geringer (weniger als 20 Sekunden), weil nur wenige Kilometer der Fahrt auf einer zu Spitzenzeiten überlasteten Strecke stattfinden (zwischen Cham und Rütihof). Bei Fahrten in die Agglomeration Zug rein (oder raus) sind die Wirkungen dagegen höher: Für Fahrten zwischen Luzern und Zug oder von Birmensdorf ZH nach Zug beträgt der Reisezeitgewinn rund 1–2 Minuten in der Abendspitze und etwas weniger als eine Minute in der Morgenspitze.

B. Einnahmewirkung

Eine km-Abgabe mit unterschiedlichen Tarifen zu Spitzenzeiten und Randzeiten in dafür vorgesehenen Perimetern kann so ausgestaltet werden, dass das gesamte Einnahmenniveau in etwa konstant bleibt. Im untersuchten Hauptszenario nimmt das Einnahmenniveau im Untersuchungsgebiet gegenüber dem Referenzfall im MIV insgesamt um 0.3% und im ÖV um gut 1.5% ab. Das Grundprinzip der Kompensation (Einnahmeneutralität) wird mit einer Reduktion der Einnahmen um 1% für MIV und ÖV zusammen eingehalten. Im MIV resultieren geringe Mehreinnahmen innerhalb des Spitzenzeitenperimeters von knapp 1%, die aufgrund der Mindereinnahmen von knapp 4% ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters kompensiert werden. Im ÖV resultieren sowohl innerhalb als auch ausserhalb Mindereinnahmen (-1.7% bzw. -1.0%).

C. Verteilungswirkungen

Soziale Verteilungswirkungen (Einkommensklassen): Insgesamt beträgt die mögliche zusätzliche finanzielle Belastung der Haushalte im Hauptszenario maximal knapp 1% Prozent des Bruttohaushaltseinkommens. Während dies für die oberen Einkommensklassen, welche gemessen am Bruttohaushaltseinkommen weniger stark belastet werden, kein Problem darstellen sollte, kann die Umstellung auf eine km-Abgabe für zeitlich inflexible MIV-Haushalte der unteren Einkommensklassen nicht zu unterschätzende finanzielle Konsequenzen haben, falls diese Haushalte zur Spitzenzeit unterwegs sind resp. sein müssen. Trotzdem ist aber davon auszugehen, dass die Mobilität für fast alle Beteiligten weiterhin bezahlbar bleibt (und damit das Grundprinzip der sozialpolitischen Verteilungswirkung eingehalten werden kann).

Haushalte der unteren Einkommensklassen weisen aufgrund des tieferen Bildungsniveaus und aufgrund ihrer beruflichen Stellung tendenziell eine tiefere Arbeitszeitflexibilität auf als vermögendere Haushalte, wobei die Unterschiede bezüglich der Arbeitszeitflexibilität relativ gering

sind. Trotzdem muss davon ausgegangen werden, dass die Haushalte der unteren Einkommensklassen vergleichsweise öfter einer Spitzenlasttarifizierung ausgesetzt wären als die restlichen Haushalte.

Räumliche Verteilungswirkungen: Im Hauptszenario sind die räumlichen Verteilungswirkungen moderat. Fahrten innerhalb des Spitzenzeitenperimeters sowie Fahrten zwischen Spitzenzeitenperimeter und restlichem Kanton Zug werden im Durchschnitt über den ganzen Tag etwas günstiger. Dagegen werden Fahrten durch den Spitzenzeitenperimeter mit Start und Ziel ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters insgesamt stärker belastet (v.a. Transitfahrten), weil sie überproportional oft zu Spitzenzeiten erfolgen (Pendler). Folglich werden die Bewohner innerhalb des Spitzenzeitenperimeters insgesamt tendenziell leicht entlastet (im Mittel über den ganzen Tag werden Fahrten mit Start oder Ziel im Spitzenzeitenperimeter rund 3% günstiger).

D. Wirkungen auf Wirtschaft, räumliche Entwicklung und Umwelt

Insgesamt dürften die Auswirkungen eines Mobility Pricing in der vorliegenden Ausgestaltung auf die Wirtschaft im Kanton Zug und die räumliche Entwicklung eher gering bzw. tendenziell leicht positiv sein.

- Der gewerbliche Verkehr profitiert von Reisezeitgewinnen und erhöhter Zuverlässigkeit.
- Der Freizeit- und Einkaufsverkehr ist zeitflexibler als der Pendlerverkehr und findet häufiger ausserhalb der Spitzenzeiten statt. Gleiches gilt für den Anlieferverkehr von Unternehmen, der mehrheitlich ausserhalb der Spitzenzeiten stattfindet. Entsprechend wird dieser Verkehr finanziell insgesamt entlastet und entsprechend profitieren Unternehmen mit Sitz innerhalb des Spitzenzeitenperimeters tendenziell.
- Die relevantesten Auswirkungen auf die Wirtschaft ergeben sich über die Verteuerung des Pendelns in den Spitzenzeiten, was die Attraktivität der Unternehmen als Arbeitgeber tendenziell verringert. Der Einfluss auf die Standortwahl von Unternehmen wird aber insgesamt als eher gering eingeschätzt.
- In Bezug auf die räumlichen Wirkungen wird im Hauptszenario der Spitzenzeitenperimeter – also die städtische Agglomeration Zugs – als Standort gestärkt, insbesondere als Wohnort (vgl. räumliche Verteilungswirkungen) aber auch für touristische Besucher, die oft ausserhalb der Spitzen unterwegs sind. Entsprechend wirkt das Hauptszenario tendenziell einer Zersiedelung entgegen.
- Die Umweltwirkungen im untersuchten Hauptszenario sind eher moderat, aber doch nicht unerheblich. Die Treibhausgasemissionen werden im Untersuchungsgebiet Kanton Zug insgesamt um rund 6% reduziert, die Luftschadstoffemissionen von Stickoxiden und Feinstaub sinken um 4% bzw. 5% im Vergleich zur Referenzentwicklung. Von der gesamten Emissions-

reduktion wird rund die Hälfte durch die verringerte MIV-Fahrleistung verursacht, die andere Hälfte ist eine Folge der Staureduktion (Verringerung überlasteter Strecken mit Stau bzw. stockendem Verkehr).

E. Bewertung mittels Kosten-Nutzen-Analyse

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht über die Resultate der Bewertung des Hauptszenarios mittels einer Kosten-Nutzen-Analyse. Mit dem Hauptszenario von Mobility Pricing steht eine gute Variante zur Auswahl: Sie erzielt einen Nutzenüberschuss von 54 Mio. CHF pro Jahr und erreicht damit ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1.77. Die hohen Kosten (notwendiger Aufbau und Betrieb der technischen Systeme für die Umsetzung) können durch hohe Reisezeitgewinne sowie durch die Reduktion von Unfall- und Umweltkosten – ausgelöst durch abnehmende Fahr- bzw. Verkehrsleistungen – mehr als kompensiert werden.

Abbildung 6: Ergebnisüberblick KNA

Indikator	Annuitäten in Mio. CHF	
	Verschlechterung ← → Verbesserung	
Kostenkomponenten		
Direkte Kosten		
Investitionskosten		-3.3
Ersatzinvestitionen		-7.1
Betriebs- und Unterhaltskosten ¹		-59.9
Nutzenkomponenten		
Verkehrsqualität		
Reisezeit		58.1
Betriebskosten Fahrzeuge		3.5
Nutzen durch Mehrverkehr		-0.5
Polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung ²		14.4
Sicherheit		27.2
Umwelt		21.4
Saldo ³		53.7
Nutzen-Kosten-Verhältnis		1.77

¹ Inkl. zusätzlicher Überwachungskosten aufgrund des Mobility Pricing

² Kosten zur langfristigen Aufrechterhaltung des heutigen Niveaus an polizeilicher Verkehrsregelung und Überwachung (exkl. zusätzlicher Überwachungskosten aufgrund des Mobility Pricing)

³ Nutzenüberschuss (blau) bzw. Kostenüberschuss (rot)

Grafik Ecoplan.

Neben den in der KNA quantifizierten Effekten hat Mobility Pricing weitere wichtige Auswirkungen, die vorerst mit den vorhandenen Instrumenten und Methoden nicht in Geldeinheiten ausgedrückt werden können. Die untenstehende Abbildung gibt eine Übersicht über die wichtigsten **nicht-monetarisierten Auswirkungen** und deren erwartete Ausprägung.

Abbildung 7: Übersicht über die nicht-monetarisierbaren Auswirkungen

	Mobility Pricing
Zuverlässigkeit MIV	++
Fahrplanstabilität ÖV	+
Komfort ÖV	+
Auswirkungen auf den Langsamverkehr	++
Lärm in Schutz- und Erholungsgebieten	+

++ = starke Verbesserung, + = Verbesserung

Tabelle Ecoplan.

Folgerungen

Verkehrsspitzen lassen sich spürbar brechen

- Die analysierte Ausgestaltung von Mobility Pricing mit einer km-Abgabe und einer Spitzenzeitentarifizierung erlaubt eine signifikante Reduktion der Verkehrsnachfrage in den Spitzenzeiten von von 9% bis 12% im MIV und 5% bis 9% im ÖV. Daraus resultiert eine deutlich spürbare Verringerung der überlasteten Strecken im MIV und ÖV. Die Verkehrsspitzen können gebrochen werden.
- Das Brechen der Verkehrsspitzen gelingt im MIV besser als im ÖV. Dies liegt insbesondere daran, dass im MIV der Anteil jener Fahrzwecke höher ist, die eine höhere Flexibilität aufweisen ihre Fahrt zeitlich zu verschieben (v.a. Freizeit- und Einkaufsverkehr), während im ÖV der Anteil wenig flexibler Verkehre (v.a. Ausbildungsverkehr) höher ist.
- Am Abend gelingt das «Brechen der Spitzen» besser, das heisst die Verkehrsreduktion ist höher als am Morgen. Auch hier liegt der Hauptgrund im höheren Anteil flexibler Wege (v.a. Freizeit, Einkauf) am Abend als am Morgen, wo der Arbeits- und Ausbildungsverkehr dominiert.
- Die Verkehrsreduktion in den Spitzenzeiten führt zu spürbaren Reisezeitgewinnen auf der Strasse. Diese sind ebenfalls am Abend deutlich höher als am Morgen. Als Folge der Verkehrsreduktion zu Spitzenzeiten resultiert zudem eine markante Erhöhung der Zuverlässigkeit dank geringerem Staurisiko. Im ÖV führt die Nachfragereduktion in den Spitzenzeiten zu einer Reduktion der Auslastung bzw. Überlastung der Züge und Busse und damit zu einer Verbesserung des Komforts. Eine Verringerung der Überlast im ÖV führt zudem tendenziell zu einer höheren Fahrplanstabilität.

- Das für die vorliegende Untersuchung gewählte Design für Mobility Pricing umfasst nur die Agglomeration Zug mit einer Spitzenzeitentarifizierung. Würde eine zeitliche Differenzierung der km-Abgabe auch auf weitere, benachbarte Agglomerationen ausgeweitet – also die Region Luzern sowie die Agglomeration Zürich – könnten die verkehrlichen Wirkungen spürbar erhöht werden. Beispielsweise würden bei Pendlerfahrten zwischen diesen beiden Agglomerationen und Zug die Kostenunterschiede zwischen einer Fahrt zu Rand- bzw. zu Spitzenzeiten nochmals deutlich vergrößert, wenn der Spitzenzeitentarif in beiden Agglomerationen und somit auf einem viel längeren Teil der Fahrt gilt. Entsprechend erhöht sich auch der Anreiz, die Abfahrtszeit anzupassen.
- Mittel- und langfristig dürfte die verkehrliche Wirkung noch höher sein, weil es Anpassungen bei der Wahl von Wohn- oder Arbeitsort oder weiteren Verhaltensanpassungen wie z.B. vermehrtem Carpooling (höhere PW-Auslastung) und vermehrtem Homeoffice geben wird. Diese Effekte sind in der vorliegenden Verkehrsmodellierung nicht abgedeckt.

Soziale Wirkungen insgesamt etwa neutral

- Die sozialen Verteilungswirkungen sind insgesamt moderat. Höhere Einkommensklassen werden absolut gesehen stärker getroffen, weil sie eine deutlich höhere Mobilitätsnachfrage haben. Die finanzielle Belastung hängt jedoch stark von der zeitlichen Flexibilität der Haushalte ab (vgl. Abbildung 45 und Abbildung 47 im Kap. 6.3.1.2). Generell sind Personen mit eingeschränkter zeitlicher Flexibilität im Arbeitsverkehr, welche häufig zu den Spitzenzeiten fahren müssen, stärker von einer Spitzenpreistarifizierung betroffen als flexiblere Personen.
- Die gesamte Verteilungswirkung nach Einkommensklassen ist jedoch nicht eindeutig: Haushalte mit tieferen Einkommen weisen im Durchschnitt eine etwas geringere Grundflexibilität im Arbeitsverkehr auf, weil sie öfters in Jobs mit eingeschränkter zeitlicher Flexibilität tätig sind (Verkauf, Gesundheitswesen, Industrie). Bei anderen Verkehrszwecken wie Freizeit oder Einkauf dürften diese Haushalte aber eher ausweichen. Haushalte mit höheren Einkommen dagegen können sich höhere Spitzenzeitentarife eher leisten, weichen deshalb weniger aus und werden deshalb eher mehr bezahlen. Klar ist aber: Haushalte mit besonders tiefen Einkommen und mit geringer zeitlicher Flexibilität werden gemessen an ihrem Einkommen stärker belastet.
- Die Analyse von 11 Beispielen von Mobilitätsnutzenden (Personas, vgl. Kap. 8.3.3) hat zudem gezeigt, dass die Variabilisierung der heute fixen Verkehrsabgaben zu unterschiedlichen Wirkungen führt: Von der Variabilisierung der Autobahnvignette profitieren alle gleich, vom

Wegfall der Automobilsteuer profitieren Personen mit teuren PW stärker – diese Fahrzeughalter sind vermehrt in den oberen Einkommensklassen zu finden.³ Andererseits weisen Personen mit hohem Einkommen auch eine signifikant höhere MIV-Fahrleistung auf und tragen deshalb wiederum höhere Gesamtkosten im Falle eines km-abhängigen Mobility Pricings.

- Die Erkenntnisse der vorliegenden Analyse unterstützen damit die Ergebnisse aus früheren Studien: Die Verteilwirkungen von Mobility Pricing fallen nicht per se zu Ungunsten der tiefen Einkommensklassen aus (vgl. auch ASTRA 2007c). Entscheidend für die Verteilungswirkungen ist aber auch die Art der Einnahmenverwendung. Im vorliegenden Mobility-Pricing-Szenario wird davon ausgegangen, dass mit allen Einnahmen bisherige Verkehrsabgaben ersetzt werden und die Einnahmen gemäss der bisherigen Verwendung eingesetzt werden, hauptsächlich für die Verkehrsfinanzierung.

Räumliche Wirkungen tendenziell positiv und die Zentren stärkend; wirtschaftliche Wirkungen gering

- Die räumlichen Verteilungswirkungen des untersuchten Tarifszenarios sind moderat. Eine km-Abgabe mit Spitzenzeitentarifizierung führt im Gegensatz zu einem Cordon Pricing oder Zonen Pricing zu keinen negativen räumlichen Wirkungen. Das gewählte Tarifmodell mit Tarifspreizung nur innerhalb des Spitzenzeitenperimeters (vgl. Kap. 5.1) weist aus räumlicher Sicht deutliche Vorteile auf, weil die Spitzenzeitenzuschläge direkt wieder im gleichen Perimeter (Spitzenzeitenperimeter) kompensiert werden. Eine km-Abgabe mit Spitzen- und Randzeitentarifizierung in einem definierten Spitzenzeitenperimeter und konstantem Tarif ausserhalb führt insgesamt sogar zu einer leichten Entlastung innerhalb des Agglomerationsperimeters, weil Pendler von aussen einen wesentlichen Teil der Mehrbelastung zu Spitzenzeiten mittragen, aber kaum von den Entlastungen zu Randzeiten profitieren.

Folglich ergibt sich für die Bewohner innerhalb des Spitzenzeitenperimeters im Durchschnitt in diesem Modell keine Mehrbelastung. Aus räumlicher Sicht positiv zu würdigen ist die verbesserte Erreichbarkeit, insbesondere im Agglomerationsraum. Als Folge der beiden erwähnten positiven Wirkungen für den städtischen Agglomerationsraum wirkt dieses Modell der Zersiedlung tendenziell leicht entgegen. Die räumlichen Effekte dürften aber beim Hauptszenario insgesamt als gering eingestuft werden.

- Ähnlich ist die Situation für das Gewerbe innerhalb des Spitzenzeitenperimeters. Vor allem Unternehmen im Bereich Freizeit und Einkauf profitieren tendenziell, wenn ihr Standort innerhalb des Spitzenzeitenperimeters liegt. Ihre Kunden sind oft auch ausserhalb der Spitzenzeiten unterwegs und profitieren somit im Durchschnitt mehr von den Preissenkungen in den Randzeiten, als dass sie von den Preiserhöhungen in den Hauptverkehrszeiten betroffen

³ Dies ist auch eine Folge des in der vorliegenden Untersuchung verwendeten einfachen Modells mit einheitlichen km-Tarifen für alle PW, unabhängig ihrer Grösse oder anderer Merkmale.

sind. Gleiches gilt für das Gewerbe oder Handwerker, die einen grossen Teil ihrer Fahrten über den Tag verteilt ausserhalb der Spitzenzeiten (d.h. zwischen 9 und 16 Uhr) durchführen. Hinzu kommt, dass sie während der Spitzenzeiten vom besseren Verkehrsfluss und Zeitgewinnen profitieren, was bei ihnen direkt zu Kosteneinsparungen führt.

Andere Unternehmen innerhalb des Spitzenzeitenperimeters, vor allem solche mit Angestellten mit geringerer zeitlicher Flexibilität, dürften dagegen leicht negativ betroffen sein, weil ihre Mitarbeitenden die Spitzenzeitentarifizierung trifft und die Unternehmen als Arbeitgeber an Attraktivität verlieren können. Unternehmensinterne Massnahmen zur Förderung von zeitlich und räumlich flexiblem Arbeiten können diese Wirkungen jedoch mindern.

Positive Umweltwirkungen

- Die untersuchten Mobility-Pricing-Szenarien zielen nicht primär auf eine positive Umweltwirkung ab. Dennoch ergeben sich im Hauptszenario spürbar positive Wirkungen in Bezug auf die Emission von Luftschadstoffen und Treibhausgasen (Emissionsreduktionen im Untersuchungsgebiet Kanton Zug von ca. -5% bis -6%). Ein erheblicher Teil dieser Emissionsreduktion ist auf die Verringerung von Stau bzw. überlasteten Strecken zurückzuführen.

Mobility Pricing volkswirtschaftlich effizient: Nutzen überwiegen Kosten

- Das Nutzen-Kosten-Verhältnis des analysierten Mobility Pricing Hauptszenarios ist positiv, das heisst die Nutzen übersteigen die Kosten deutlich. Zwar ist das Mobility Pricing mit erheblichen Kosten verbunden, vor allem die laufenden Kosten für den Betrieb (Erhebung, Kontrolle etc.) sind erheblich. Die Nutzen sind jedoch um einiges höher, wobei die positiven Wirkungen auf die Reisezeit herausragen. Einzelne, im Rahmen des Mobility Pricings tendenziell positiv zu wertende, Nutzenaspekte können heute in der Kosten-Nutzen-Analyse aus modelltechnischen Gründen nicht monetarisiert werden: die verbesserte Zuverlässigkeit im MIV, der Komfortgewinn und die verbesserte Fahrplanstabilität im ÖV sowie die Auswirkungen auf den Langsamverkehr. Ein noch besseres Nutzen-Kosten-Verhältnis dürfte erzielt werden können, wenn im vorliegenden Fall auch benachbarte Städte wie Zürich oder Luzern eine Spitzenzeitenbepreisung einführen. In diesem Fall könnten in der KNA gleichbleibenden Kosten zusätzliche Nutzen gegenübergestellt werden. Aus diesen Gründen ist das Ergebnis der KNA konservativ, d.h. das Nutzen-Kosten-Verhältnis wird tatsächlich noch besser sein.

Ausgestaltung Mobility Pricing: km-Abgabe mit Spreizung im urbanen Raum hat Potenzial

- Die grundsätzliche Ausgestaltungsform des Mobility Pricings mit einer schweizweiten km-Abgabe und einer Spitzenzeitenbepreisung in verkehrlich stark belasteten Gebieten erweist sich als gut geeignetes Mobility-Pricing-Modell. Das Modell erlaubt eine räumlich und zeitlich differenzierte und relativ präzise Beeinflussung der Verkehrsspitzen.

- Die Wahl eines relativ ausgedehnten Spitzenzeitenperimeters, der den gesamten Agglomerationskern und die wichtigsten verkehrlichen Hauptachsen umfasst, hat sich für das Beispiel Zug bewährt. Auf diese Weise umfasst der Spitzenzeitentarif alle wichtigen in den Spitzenzeiten überlasteten Infrastrukturen. Die Wirkung der Spitzenzeitentarifizierung geht über den Spitzenzeitenperimeter hinaus und entlastet auch dort überlastete Strecken.
- Im untersuchten Hauptszenario wurde im Spitzenzeitenperimeter zu den Randzeiten der Mobility-Pricing-Tarif im MIV auf 0.00 CHF pro Fzkm gesenkt, während der Tarif in den Spitzenzeiten 0.21 CHF/Fzkm beträgt. Ob in der Realität ein «Nulltarif»⁴ angewendet werden soll, gilt es abzuwägen: Die Mobilität in den Randzeiten würde stark verbilligt und könnte somit eventuell mittel- und langfristig eine zusätzliche Nachfrage nach Mobilität generieren. Andererseits kann mit einem Nulltarif in Randzeiten eine maximale zeitliche Lenkung erreicht werden.
- Das Tarifmodell mit einem konstanten Durchschnittstarif überall ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters (Tarifmodell 2, vgl. Kap. 5.1) weist gegenüber dem Modell 1, bei dem der tiefere Tarif auch ganztags in allen Gebieten ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters gilt, deutliche Vorteile auf. Beispielsweise beeinflusst die Einführung zusätzlicher Gebiete bzw. Agglomerationen mit einer Spitzenzeitentarifizierung die Tarifhöhe im Modell 2 nicht. Insofern ist das Modell 2 deutlich flexibler.
- Die Vorgaben gemäss den Grundprinzipien für die zu untersuchenden Tarifszenarien waren relativ eng. Mit veränderten Vorgaben und darauf aufbauend einer Anpassung der hier untersuchten Mobility-Pricing-Modelle könnten die Wirkungen weiter erhöht oder differenziert werden. Die Erhöhung des Einnahmenniveaus und somit des gesamten Kostendeckungsgrades sowie mehr Flexibilität zwischen den Verkehrsmodi würde eine noch stärkere Lenkung erlauben. Dabei wäre anzustreben, dass die Mehreinnahmen in irgendeiner Form (auch ausserhalb des Verkehrsabgabensystems) ebenfalls kompensiert würden.
- Die Einnahmenneutralität kann gemäss Modellrechnung grundsätzlich erreicht werden. Wenn sich mittelfristig die verkehrlichen Wirkungen jedoch verstärken (oder abschwächen), weil beispielsweise auch andere Standort- oder Zielwahlentscheide gefällt werden und somit mehr (oder weniger) Verkehrsteilnehmende aus der Spitzenzeit ausweichen, führt dies zu Mindereinnahmen (oder Mehreinnahmen). In diesem Fall müsste das Tarifniveau angepasst werden, um das Einnahmenniveau in etwa konstant halten zu können.

⁴ Auch bei einem Mobility-Pricing-Tarif von 0.00 CHF/Fzkm gibt es weiterhin relevante variable Kosten im MIV (Treibstoff, Reparaturen, Reifen etc.), nämlich gemäss GVM Zug im Durchschnitt 0.17 CHF/Fzkm.

Empfehlungen und Ausblick aus Sicht der Autoren

Fazit und Empfehlungen

- Ein Mobility Pricing als km-Abgabe mit einer zeitlichen und räumlichen Preisdifferenzierung ermöglicht die Lenkung des Verkehrs und leistet einen Beitrag zu einer verursachergerechten Bepreisung der Infrastrukturnutzung. Je mehr heutige Abgaben durch ein km-abhängiges Mobility Pricing ersetzt werden, desto grösser ist das Potenzial für einen zeitlichen, räumlich differenzierten Lenkungseffekt. Kurzfristig bieten sich dazu im MIV vor allem die zweckgebundenen Anteile der Mineralölsteuer sowie die fixen Abgaben auf Bundesebene an, die Nationalstrassenabgabe und die Automobilsteuer. Bei der Variabilisierung von heute fixen Abgaben erhöht sich die verkehrliche Wirkung. Mittel- und langfristig könnten auch die Einnahmen aus der kantonalen Motorfahrzeugsteuer in eine km-Abgabe berücksichtigt werden, wobei damit allerdings noch viele Umsetzungsfragen offen bzw. ungelöst sind. Beim ÖV könnten die heutigen Tariferträge in eine km-Abgabe umgelegt und somit Abonnemente in der heutigen Form abgeschafft werden.
- Ein verkehrsträgerübergreifendes Modell für den MIV und den ÖV ist zweckmässig und es macht aus verkehrlicher Sicht Sinn, die beiden Verkehrsträger grundsätzlich ähnlich zu behandeln. Eine vollständige Gleichbehandlung der beiden Verkehrsträger ist aber nicht sinnvoll. Je nach Auslastung von Strasse oder im ÖV kann es in gewissen Räumen sinnvoll sein, modale Verlagerungen explizit zu fördern. Auf diese Weise können noch freie Kapazitäten bei einem Verkehrsträger besser ausgenutzt und teure Ausbauten beim anderen Verkehrsträger verringert werden. In Bezug auf die sozialen Verteilungswirkungen kann es zudem ebenfalls Sinn machen, die beiden Verkehrsträger nicht identisch zu behandeln.
- Wie könnte ein zukünftiges Mobility-Pricing-Modell aussehen?
 - Das untersuchte Szenario einer schweizweiten km-Abgabe mit einer Tarifspreizung für Spitzen- vs. Randzeiten in Gebieten mit hoher Verkehrsbelastung ist zielführend.
 - Von den beiden untersuchten Tarifmodellen hat das Modell 2 (vgl. Kap. 5.1) klare Vorteile: in verkehrlich stark belasteten Gebieten werden die Tarife zu Spitzenzeiten erhöht, bei gleichzeitiger Senkung ausserhalb der Spitzenzeiten. In den anderen Gebieten gilt ein über den Tag konstanter km-Tarif. Das Tarifmodell 1 mit dauerhafter Reduktion der Tarife ausserhalb der stark belasteten Gebiete (Kap. 5.1) sollte nicht mehr weiterverfolgt werden.
 - Um keine kleinräumigen unerwünschten Ausweicheffekte zu generieren und um eine flächendeckende Entlastung stark belasteter Verkehrsinfrastrukturen zu erreichen, sollte der Spitzenzeitenperimeter eher gross gewählt werden und das gesamte urbane Agglomerationsgebiet umfassen.

- Folgende Aspekte sind bei einem solchen Mobility Pricing besonders zu beachten:
 - Lenkungswirkung und Einnahmenniveau sind eng miteinander gekoppelt. Erhöht oder verringert sich beispielsweise mittel- bis langfristig die zeitliche Lenkungswirkung, sinken oder steigen die Einnahmen. Das Tarifniveau muss bei einer Spitzenzeitentarifizierung deshalb jeweils angepasst werden, damit das Niveau der Einnahmen stabil bleibt.
 - Mögliche negative soziale Verteilungswirkungen müssen kritisch beobachtet und allenfalls mittels geeigneter und gezielter flankierender Massnahmen oder Anpassungen an der Konzeption abgefedert werden. Ein wichtiger Einflussfaktor für Ausmass und Wirkungsrichtung der sozialen Verteilungswirkungen ist die Art der Verwendung der Mobility-Pricing-Erträge (z.B. für Verkehrsfinanzierung, Rückverteilung, Steuersenkungen etc.).
 - Weil die heutige Mineralölsteuer in Bezug auf die Umweltwirkung sehr verursachergerichtet ist (höherer Verbrauch wird stärker besteuert), kann ein einheitlicher bzw. einziger km-Tarif für alle PW zu unerwünschten Effekten führen, z.B. dass Fahrzeuge mit hohem Verbrauch weniger stark belastet werden als dies heute der Fall ist. Um unerwünschte Umweltwirkung zu vermeiden, ist deshalb eine entsprechende Ausgestaltung der km-Abgabe notwendig (z.B. nach Umweltkriterien differenzierte Tarife).
 - Hoheitliche Fragen sollten bei einem Mobility Pricing frühzeitig festgelegt werden. Diese Fragen wurden in der vorliegenden Studie nicht analysiert und sollten noch vertieft werden. Besonders virulent wird die hoheitliche Frage, wenn auch bisher kantonale Abgaben in einer km-Abgabe variabilisiert werden. In solchen Fällen sind klare Regelungen zur Einnahmenverteilung und -verwendung zu treffen.
- Mobility Pricing kann einen wichtigen Beitrag zum Brechen der Verkehrsspitzen leisten. Damit die Wirkung umfassend realisiert werden kann, sollte das Mobility Pricing mit weiteren Massnahmen ergänzt und koordiniert werden:
 - verkehrspolitische Aspekte wie z.B. die Abstimmung mit weiteren Verkehrsabgaben, das Parkplatzmanagement sowie insbesondere der Ausbau von Verkehrsinfrastrukturen,
 - raumplanerische Rahmenbedingungen, die eine abgestimmte Entwicklung von Siedlung und Verkehr ermöglichen, z.B. Festlegung von Bauzonen und Entwicklungsgebieten, Wahl von Schulstandorten,
 - ergänzende freiwillige Massnahmen und Rahmenbedingungen z.B. bei Unternehmen und der öffentlichen Hand, z.B. Verbesserung der Möglichkeiten für räumlich und zeitlich flexibles Arbeiten, flexiblere Schulzeiten.
- Allerdings hat Mobility Pricing auch andere Nutzen als das Brechen von Verkehrsspitzen: Insbesondere kann Mobility Pricing einen Beitrag zur Sicherstellung der Verkehrsfinanzierung leisten, was insbesondere im MIV mit den mittel- und langfristig sinkenden Mineralölsteuererträgen (u.a. wegen zunehmender Elektromobilität) sehr relevant ist. Bei der weiteren

Ausgestaltung von Mobility Pricing sollten deshalb nebst der Verkehrslenkung auch Aspekte zur Verkehrsfinanzierung stärker berücksichtigt und der Nutzen für eine längerfristig gesicherte Finanzierung vertieft werden. Nebst den zwei Hauptnutzen – Lenkung und Finanzierung – gibt es weitere Nutzen von Mobility Pricing:

- Mobility Pricing führt zu einem positiven Umwelteffekt. Bei konstantem Einnahmenniveau ist dieser Effekt zwar nur moderat. Die Wirkung wird jedoch umso höher, je mehr fixe Abgaben variabilisiert werden. Bei einer gesamten Erhöhung des Abgaben- bzw. Einnahmenniveaus könnte die Umweltwirkung nochmals erhöht werden.
- Mobility Pricing kann zudem, wenn richtig ausgestaltet, einen positiven Beitrag zu einer zielgerichteten räumlichen Entwicklung leisten.
- Mobility Pricing bietet langfristig als Instrument weitere Möglichkeiten für ein faires und volkswirtschaftlich effizientes Preissystem, u.a. im Bereich der externen Effekte.
- Die vorliegende Analyse geht vom heutigen Verkehrssystem aus. Das heisst, Wirkungen neuer Technologien wie automatisiertes Fahren und Elektromobilität oder neuere Angebotsformen im Verkehr waren nicht Gegenstand der Untersuchung. Auch wenn diese Zukunftsentwicklungen einen grossen Einfluss auf das Verkehrssystem haben werden, dürften die Kernaussagen dieser Studie unverändert bleiben.

Ausblick

Die vorliegende Studie konnte eine Reihe von Erkenntnissen liefern zu den Wirkungen eines Mobility Pricings als km-Abgabe mit zeitlich und örtlich differenzierten Tarifen. Einige Fragen sind aber aufgrund der Aufgabenstellung sowie der Methodik offengeblieben. Aus Sicht der Autoren sind dies insbesondere folgende:

- Wirkung eines schweizweiten analogen Modells mit km-Abgabe und zeitlich und räumlich differenzierter Tarifierung in mehreren Spitzenzeitenperimetern.
- Mittel- und langfristige Wirkungen eines zeitlich und räumlich differenzierten Mobility Pricings, inkl. Standort- und Zielwahlentscheiden (v.a. Wohn- und Arbeitsort).
- Wirkungen einer Ablösung der heutigen Pauschalfahrausweise im ÖV durch eine konsequente km-abhängige Bepreisung. In der vorliegenden Studie konnte dieser Effekt mit dem bestehenden Verkehrsmodell nicht abgebildet werden, sondern lediglich der Effekt der zeitlich und räumlich differenzierten Tarifierung.
- Detailliertere Auswirkungen von Mobility Pricing auf die Zuverlässigkeit im MIV sowie die Fahrplanstabilität im ÖV.
- Allfällige Verbesserungen im ÖV-Komfort: Diese Wirkungen konnten in der vorliegenden Studie nicht quantifiziert werden. Die Berücksichtigung der ÖV-Komfortveränderungen würde eine Erweiterung der KNA-Methodik bedingen.

- Analyse weiterer ähnlicher Mobility-Pricing-Modelle, die von den Grundprinzipien abweichen (z.B. in Bezug auf Einnahmenniveau, Unterschiede zwischen den Verkehrsmodi).
- Umsetzungsfragen, insbesondere in Bezug auf Verantwortlichkeiten und Hoheiten (Tarifhoheit, Einnahmenhoheit).

Im Bezug auf die nächsten Schritte sehen wir folgende Handlungsfelder, in den Vertiefungen notwendig sind:

- **Konzeption Gesamtsystem:** In einem nächsten Schritt wäre es sinnvoll, ein kohärentes Gesamtsystem, das heisst ein umsetzbares und akzeptiertes Mobility-Pricing-System, zu erarbeiten. In der vorliegenden Studie wurde ein System vertieft, das primär auf die zeitliche Lenkung ausgerichtet ist und sich stark an den gesetzten Prämissen orientiert. Für die weitere Konkretisierung eines Mobility-Pricing-Systems wären verschiedene weitere Elemente zu konkretisieren, damit das System anwendbar ist und eine breitere Akzeptanz erreichen kann:
 - *Hoheitliche Fragen:* Vertiefung der Fragen zu den Zuständigkeiten für die Tarifgestaltung, die Einnahmenverwendung und die Umsetzung. Eine besondere Beachtung gilt dabei der vertikalen Rollenteilung (v.a. Bund und Kantone, aber auch Gemeinden) im Strassenverkehr sowie auch im öffentlichen Verkehr.
 - *Intermodalität:* Klärung und Vertiefung der Fragen, in welchen Bereichen oder Räumen sich ein Mobility-Pricing-System allenfalls bewusst zwischen MIV und ÖV unterscheiden soll, weil beispielsweise Umsteigeeffekte aus Effizienzgründen (in die eine oder andere Richtung) erwünscht sind.
 - *Ausgestaltung im ÖV:* Prüfung bzw. Vertiefung weiterer, innovativer Tarifsysteme im ÖV (z.B. Bonus zu Spitzen- und Malus zu Randzeiten für Pauschalfahrausweise). Ziel ist es, auch für den ÖV einen Transitionspfad aufzuzeigen, der die Vorteile der heutigen Pauschalfahrausweise nutzt (z.B. Kundenbindung, langfristige Umsteigeeffekte) und auf Akzeptanz stösst.
 - *Verfeinerung Tarifgestaltung:* In der vorliegenden Studie leiteten sich die Tarifhöhen direkt aus den strikten Prämissen (zeitliche Verkehrslenkung, Einnahmenneutralität, Gleichbehandlung MIV und ÖV) ab. Für die Festlegung eines umsetzbaren und akzeptierten Mobility-Pricing-Systems sollten auch andere Elemente geprüft und allenfalls berücksichtigt werden (umweltseitige Differenzierung, ökonomische Effizienz/Grenzkosten, Kostendeckungsgrade, Finanzierungsziele).
- **Experimente und vertiefte Forschung:** Die im Rahmen der bisherigen Forschung basierend auf Modellen ermittelten Verhaltensreaktionen der Verkehrsteilnehmenden sollten nun in

Experimenten geprüft und vertieft werden. Dazu eignen sich möglichst realitätsnahe Experimente mit Probanden hinsichtlich des Mobilitätsverhaltens bei einem Mobility Pricing mit km-Abgabe und räumlich-zeitlich differenzierten Tarifen. Diese Experimente sollten möglichst direkt in den Alltag eingebunden sein, das heisst an das effektive Verkehrsverhalten der Probanden anknüpfen und über eine gewisse Zeit dauern. Wenn möglich sollten auch innovative und unterschiedliche Pricing-Ansätze mit Anzeilelementen (insbesondere im ÖV) berücksichtigt werden. Die Erkenntnisse daraus könnten anschliessend für die Verfeinerung des Gesamtsystems genutzt und auch als Grundlage für vertiefte Modellierungen bzw. Wirkungsanalysen verwendet werden. Darüber hinaus könnten Experimente auch Hinweise für Umsetzungs- und Akzeptanzfragen liefern.

Ergänzend macht auch weitere Forschung zu theoretischen Verhaltensänderungen Sinn, um die Inputgrössen der Verkehrsmodelle weiter zu verbessern. Im Vordergrund stehen folgende Wirkungsketten:

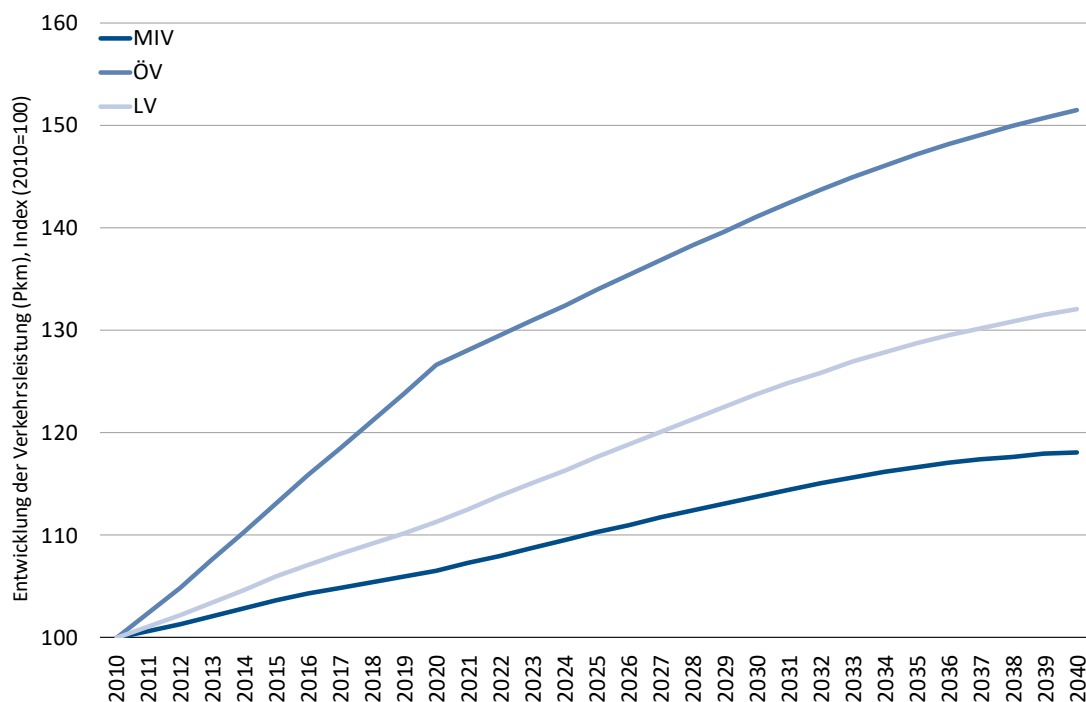
- Reaktionsmuster zur Wahl der Abfahrtszeit bei zeitlich differenzierten Mobility-Pricing-Tarifen,⁵
- Verhaltensänderungen und verkehrliche Wirkungen im öffentlichen Verkehr bei einem Übergang von heutigem, differenziertem Preissystem mit vielen Pauschalfahrausweisen auf eine km-abhängige Bepreisung.

⁵ Zu dieser Frage wird in Kürze eine Studie gestartet: Im Rahmen des Mikrozensus Verkehr 2020 wird eine Stated-Preference-Befragung zur Wahl von Abfahrtszeiten bei unterschiedlichen Preisen in einem Mobility Pricing durchgeführt.

1. Einleitung

Mit zunehmendem Verkehr geraten die Verkehrsinfrastrukturen in Spitzenzeiten vor allem am Morgen und am Abend an ihre Kapazitätsgrenzen. In den übrigen Zeiten sind Strasse und Schiene jedoch schwächer ausgelastet. Die Verkehrsnachfrage wird langfristig weiter steigen. Gemäss den Verkehrsperspektiven bis 2040 des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE 2016) wird im Referenzszenario eine Zunahme der Verkehrsleistung im motorisierten Individualverkehr (MIV) von durchschnittlich 0.6% p.a. und im öffentlichen Verkehr (ÖV) von durchschnittlich 1.4% p.a. in den Jahren von 2010 bis 2040 (Abbildung 8) ausgegangen.

Abbildung 8: Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr bis 2040



Grafik INFRAS. Quelle: ARE 2016.

Ergänzend zu einzelnen Ausbaumassnahmen hat sich der Bund die gleichmässiger Auslastung der bestehenden Infrastruktur über den ganzen Tag zum Ziel gesetzt. Eine Möglichkeit, die Nachfrage über den Tag zu beeinflussen und damit Strasse und Schiene besser auszulasten und Verkehrsspitzen zu brechen, bietet Mobility Pricing.

Im Konzeptbericht Mobility Pricing (Bundesrat 2016) vom Juni 2016 hat der Bund unter Berücksichtigung des Syntheseberichts zum Forschungspaket «Mobility Pricing» aus dem Jahr 2007 (Rapp Trans 2007) dargelegt, was er unter Mobility Pricing versteht und welche Ziele er

damit verfolgt⁶. Es wurden Varianten zur Ausgestaltung von Mobility Pricing vorgeschlagen und mögliche Auswirkungen grob skizziert. Aufbauend auf dem Konzeptbericht wurde beabsichtigt, mit interessierten Gebieten die Möglichkeit von Pilotprojekten zu prüfen. Gespräche mit interessierten Kantonen und Regionen ergaben, dass weitere vertiefende Abklärungen nötig sind, bevor die Realisierung von Pilotversuchen in Betracht gezogen werden kann. Zudem zeigte sich, dass die Problemstellung in den verschiedenen Regionen und angedachten Lösungsansätze sich sehr unterschiedlich darstellten.

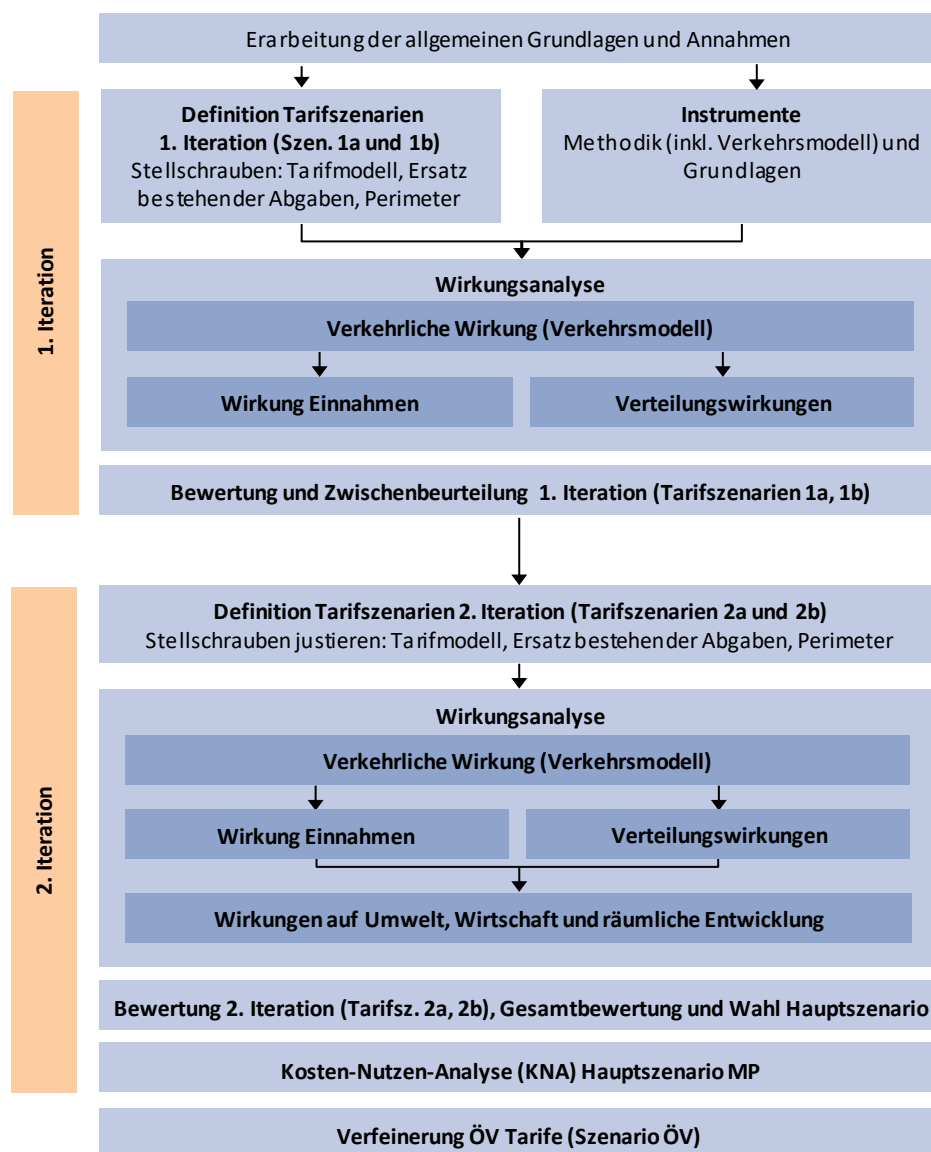
Am 5. Juli 2017 hat der Bundesrat das Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) daher beauftragt, Mobility Pricing mit einer (theoretischen) Wirkungsanalyse am Beispiel des Kantons Zug weiter zu vertiefen (Teilprojekt 1). Im Rahmen einer verlässlichen, quantitativen Wirkungsanalyse sollen die Effekte zeitlich und räumlich differenzierter, km-abhängiger Tarife auf Strasse und Schiene anhand einer Beispielregion untersucht werden. Der Kanton Zug hatte sich bereit erklärt, auf bereits vorhandenen Grundlagen an einer Konkretisierung von Mobility Pricing mitzuwirken. Im Rahmen dieser Arbeiten soll u.a. untersucht werden, wie die Spitzenperimeter räumlich und zeitlich zu definieren, die Höhe der Tarife auszugestalten und wie sich leistungsabhängige Verkehrsabgaben auf Mobilität, Bevölkerung, Gewerbe und Umwelt sowie auf die Einnahmen der öffentlichen Hand auswirken. Grundlage für die verkehrlichen Wirkungen bildet das Gesamtverkehrsmodell Zug (GVM ZG). Ergänzend zum Teilprojekt 1 sind im Rahmen dieser Etappe offene Grundsatzfragen der Themenfelder Technologie und Datenschutz abzuklären (Teilprojekt 2). Die Ergebnisse dieser beiden Teilprojekte sollten im 1. Quartal 2019 vorliegen. Es ist vorgesehen, dem Bundesrat anschliessend einen zusammenfassenden Bericht mit Vorschlägen für das weitere Vorgehen zu unterbreiten.

Das Teilprojekt zur Wirkungsanalyse am Beispiel der Region Zug wurde im Februar 2018 gestartet. Das Vorgehen im Rahmen der Wirkungsanalyse am Beispiel der Region Zug ist in Abbildung 9 dargestellt. Die Wirkungsanalyse umfasst im Kern eine Modellierung der verkehrlichen Wirkungen verschiedener Tarifszenarien für ein Mobility Pricing im Personenverkehr für den MIV und ÖV. Die Tarifszenarien wurden gestützt auf den Grundprinzipien des Bundesrates entwickelt (Bundesrat 2016). Die Wirkungsanalyse gliedert sich in zwei Iterationen mit jeweils zwei verschiedenen Tarifszenarien für den MIV und dem ÖV. Mit diesem iterativen Vorgehen wurde beabsichtigt, dass die Tarifszenarien in der 2. Iteration nachjustiert und optimiert werden, so dass die Wirkung verbessert werden kann. Zentrales Element der Wirkungsanalyse ist die Modellierung der verkehrlichen Wirkungen der Tarifszenarien im MIV und ÖV. Hierfür wurde das GVM ZG weiterentwickelt. Aufbauend auf den Ergebnissen der Verkehrsmodellierung wurden die weiteren Wirkungen (Einnahmen, Verteilungswirkungen, Wirtschaft und

⁶ Der Synthesebericht zum Mobility Pricing (Rapp Trans 2007) im Rahmen des Forschungsauftrag VSS 2005/910 aus dem Jahr 2007 fasst die Ergebnisse aus insgesamt neun Einzelprojekten zu verschiedenen Aspekten zur Anwendbarkeit von Preiselementen für die Benutzung von Verkehrsanlagen zusammen.

räumliche Entwicklung sowie Umwelt) analysiert und eine Bewertung der Tarifszenarien vorgenommen. Basierend auf einer Gesamtbewertung aller vier Tarifszenarien der 1. und 2. Iteration wurde das «Hauptszenario» (Best-Variante) gewählt. Das Hauptszenario wurde mittels einer Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) bewertet. Zusätzlich zu den Tarifszenarien der 1. und 2. Iteration wurde basierend auf dem gewählten Hauptszenario ein zusätzliches Szenario ÖV mit differenzierten ÖV-Tarifen untersucht.

Abbildung 9: Übersicht methodisches Vorgehen



Grafik INFRAS.

Der Schlussbericht dokumentiert die Herleitung und Wahl der Tarifszenarien, fasst das Vorgehen zur Erweiterung des Gesamtverkehrsmodells Zug und die Ergebnisse der Wirkungsanalyse der 1. und 2. Iteration zusammen. Basierend auf der Gesamtbewertung aller Tarifszenarien wird die Wahl des Hauptszenarios dokumentiert, welche die Grundlage der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) von Mobility Pricing bildete.

Der Schlussbericht gliedert sich wie folgt: In Kapitel 2 werden die Grundprinzipien und das Grundmodell des Mobility Pricings zusammengefasst. Die Systemabgrenzungen für die vorliegende Untersuchung werden in Kapitel 3 erläutert. Die Erweiterung des Gesamtverkehrsmodells Zug ist Gegenstand von Kapitel 4. In Kapitel 5 bzw. 7 werden die Tarifszenarien im MIV und ÖV der 1. bzw. 2. Iteration, deren Herleitung und Auswahl erläutert. In Kapitel 6 bzw. 8 werden die Ergebnisse der Wirkungsanalysen der 1. bzw. 2. Iteration zusammengefasst. Die Bewertung der Tarifszenarien der 2. Iteration sowie zusätzlich eine Gesamtbewertung aller vier Tarifszenarien bilden den Schluss des Kapitels 8. In Kapitel 9 werden das Vorgehen und die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse von Mobility Pricing dokumentiert. Zusätzlich zu den Tarifszenarien der 1. und 2. Iteration wurde basierend auf dem gewählten Hauptszenario (Tarifszenario 1b) ein zusätzliches Szenario ÖV mit differenzierten ÖV-Tarifen untersucht. Kapitel 10 zeigt die Ergebnisse dieser Vertiefung zu den ÖV-Tarifen. Schliesslich werden im Kapitel 11 die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung nochmals zusammengefasst, Folgerungen gezogen und ein Ausblick auf die weiteren möglichen Schritte gewagt.

2. Grundprinzipien und Grundmodell Mobility Pricing

Mobility Pricing wird definiert als benützungsbezogene Abgaben für Infrastrukturnutzung und Dienstleistungen im Individualverkehr und im öffentlichen Verkehr mit dem Ziel der Beeinflussung der Mobilitätsnachfrage (Rapp Trans 2007). Gemäss Konzeptbericht des Bundesrats vom Juni 2016 wird Mobility Pricing als ein Instrument verstanden, mit dem verkehrsträgerübergreifend Verkehrsspitzen gebrochen und eine gleichmässige Auslastung der Verkehrsinfrastrukturen erreicht werden kann (Bundesrat 2016). Mit der Glättung der Nachfrage soll Stau- und Kapazitätsproblemen vor dem Hintergrund steigender Verkehrsleistungen auf Strasse und Schiene entgegengewirkt werden.

Mit dem Mobility Pricing sind sieben Grundprinzipien verbunden⁷:

1. «pay as you use»: Mobility Pricing bedeutet leistungsbezogene Preise für Produkte und Dienstleistungen anstelle von indirekten Steuern, Abgaben und Einheitstarifen.
2. Kompensation: Es soll nicht mehr, sondern anders bezahlt werden.
3. Verteilungswirkung / sozialpolitische Ausgestaltung: Mobilität soll weiterhin für alle erschwinglich sein.
4. Intermodalität: Es wird ein verkehrsträgerübergreifender Ansatz unter Einbezug von Strasse und Schiene verfolgt (vergleichbare Grundsätze und Perimeter, Kostenfairness).
5. Modularer Aufbau: Mobility Pricing ist modular zu konzipieren, so dass Massnahmen schrittweise aufgebaut und erweitert werden können und eine schrittweise Migration von Alt zu Neu mit einem zeitlich begrenzten Nebeneinander möglich ist.
6. Datenschutz: Die Datenerhebung, -verwendung, -aufbewahrung und -löschung ist in einer gesetzlichen Grundlage klar definiert. Der Datenschutz ist in allen Phasen (Planung, Umsetzung, Betrieb) gewährleistet.
7. Transparenz: Mobility Pricing ist transparent, nachvollziehbar und übersichtlich.

Diese Grundprinzipien waren für die Definition der Tarifszenarien und die Auswirkungsanalyse zu operationalisieren. Im Hinblick auf die Definition der Tarifszenarien betraf dies die Grundprinzipien 1, 2 und 4 (Tabelle 4, vgl. auch Pflichtenheft S. 7/8). Das Pflichtenheft enthielt entsprechende Vorgaben für die 1. Iteration und Anpassungsmöglichkeiten für die 2. Iteration, die bei der Definition der Tarifszenarien entsprechend zu berücksichtigen waren.

Die Grundprinzipien «pay as you use» und «Intermodalität» waren bei der Definition der Tarifszenarien einzuhalten. Die Grundprinzipien «Kompensation» und «Verteilungswirkung»

⁷ Vgl. Kapitel 3 im Konzeptbericht zum Mobility Pricing für eine umfassendere Beschreibung der Grundprinzipien (Bundesrat 2016).

waren bei der Definition der Tarifszenarien grundsätzlich zu berücksichtigen. Ob diese tatsächlich eingehalten werden, war letztendlich im Rahmen der Wirkungsanalyse zu prüfen.

Tabelle 4: Operationalisierung der Grundprinzipien 1–4 für die 1. Iteration

Grundprinzip Festlegungen (ergänzt auf Basis Pflichtenheft/Offerte)	
1. «pay as you use»	Die Bepreisung erfolgt leistungsbezogen. Das Grundmodell des Mobility Pricings ist ein Gebietsmodell mit einer km-Abgabe für den Personenverkehr mit zeitlicher und örtlicher Differenzierung der Tarife zu Spitzenzeiten in stark belasteten Gebieten. Distanzabhängige Bepreisung der gefahrenen Kilometer: ▪ Motorisierte Individualverkehr (MIV): Rp./Fahrzeugkilometer (Fzkm) ▪ öffentlicher Verkehr (ÖV): Rp./Personenkilometer (Pkm) Die Tarifhöhen sind so festzulegen, dass eine möglichst grosse Spreizung erreicht wird. Auf negative Tarife ist im 1. Iterationsschritt zu verzichten. Weitere Differenzierungen (z.B. Strassenkategorien, Fahrzeugtypen, Personengruppen etc.) sind im Rahmen des vorliegenden Projekts (u.a. auch aufgrund der Komplexität) nicht vorgesehen.
2. Kompensation (Einnahmenneutralität)	Es werden bestehende Abgaben, Steuern oder Tarife durch die neue, differenzierte km-Abgabe ersetzt. Das Einnahmenniveau insgesamt und die Verteilung der Einnahmen auf die bestehenden Finanzierungsgefässe bleiben gleich. Das Grundprinzip gilt je Verkehrsträger, d.h. es sollen dieselben Einnahmen im ÖV bzw. MIV resultieren wie im Status quo. Der Durchschnittstarif entspricht den Einnahmen aus den ersetzten Abgaben und Steuern (MIV) bzw. Einnahmen der Verkehrsbetriebe (ÖV) dividiert durch die Fzkm (MIV) bzw. Pkm (ÖV). ▪ Strasse MIV: Die zweckgebundenen spezifischen Verkehrsabgaben auf Bundesebene sollen durch eine km-Abgabe ersetzt werden. Konkret: Automobilsteuer, Nationalstrassenabgabe, Mineralölsteuerzuschlag, zweckgebundene Mineralölsteuer. Auf eine Kompensation der Schwerverkehrsabgaben, Parkgebühren und Versicherungsprämien ist grundsätzlich zu verzichten. Für die 1. Iteration ist auf eine Kompensation der nicht zweckgebundenen Mineralölsteuer und der kantonalen Motorfahrzeugsteuer zu verzichten (in der 2. Iteration aber berücksichtigt). ▪ ÖV: Alle ÖV-Nutzende haben dieselben Tarife (Rp./Pkm). In den Tarifszenarien werden keine Pauschalfahrausweise abgebildet.⁸ ▪ Es wäre ein Tarifmodell denkbar, in dem aufgrund der Tarifhöhen in einem ersten Schritt Mehreinnahmen generiert, die in einem zweiten Schritt zurückverteilt würden. Ein solches Tarifmodell ist nicht Gegenstand dieses Projekts.
3. Verteilungswirkung	Die Verteilungswirkungen sollen möglichst gering sein. Mobility Pricing ist tariflich so auszugestalten, dass Mobilität weiterhin für alle Nutzer erschwinglich bleibt.
4. Intermodalität	Das Mobility-Pricing-Modell gilt sowohl für den MIV als auch den ÖV. Da das Grundprinzip «Kompensation» im MIV in Bezug auf die Tarifgestaltung einschränkender ist als im ÖV, leiten sich die Spreizungen im ÖV von jenen im MIV ab. Im MIV erlaubt der im Vergleich zum ÖV relativ geringere Durchschnittstarif entsprechend eine geringere Spreizung des Tarifs als im ÖV. Die Tarifszenarien sind für den MIV und den ÖV also grundsätzlich ähnlich auszugestalten. Der Spitzenzeitenperimeter (SZP) soll gleich oder mindestens ähnlich sein.

⁸ Im Arbeitsschritt 6 (verfeinertes Tarifszenario ÖV) wird von dieser Annahme abgewichen (vgl. Kap. 10).

3. Systemabgrenzungen

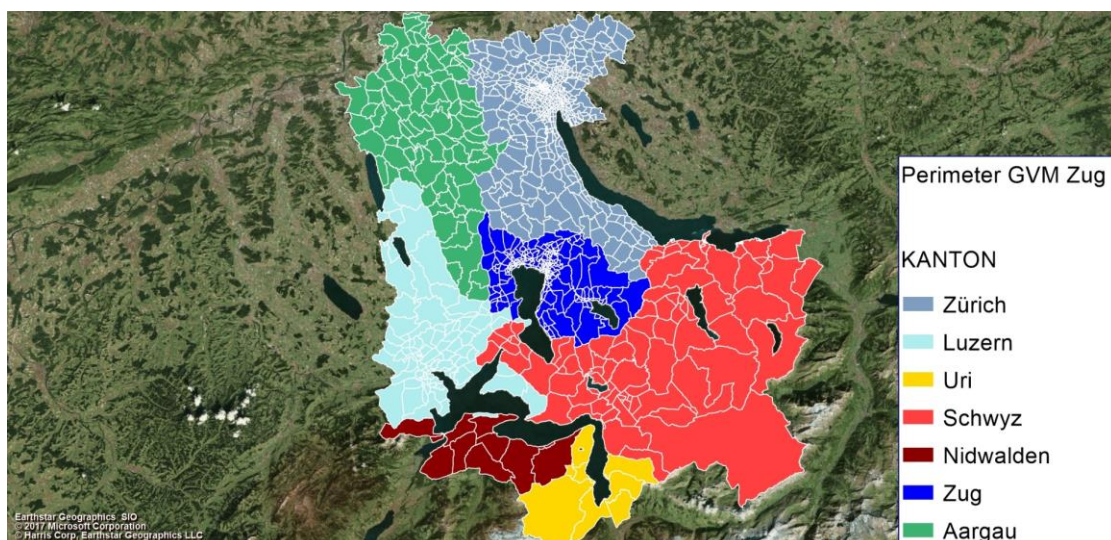
3.1. Räumliche Systemabgrenzung

Für das Projekt wird davon ausgegangen, dass eine km-Abgabe sowohl im Untersuchungsgebiet als auch ausserhalb, d.h. für die gesamte Schweiz, gilt. Eine zeitliche Differenzierung der Abgabe erfolgt lediglich für den Spitzenzeitenperimeter (SZP) (vgl. Kap. 5).

Im Rahmen der Projektdefinition wurde die Region Zug als **Untersuchungsgebiet** definiert. Die konkrete Abgrenzung der Region Zug erfolgte im Rahmen der Projektbearbeitung. Es wurde sowohl für den 1. als auch den 2. Iterationsschritt der Kanton Zug als Untersuchungsgebiet festgelegt. Ein alternatives Untersuchungsgebiet wäre die Agglomeration Zug gewesen. Die Agglomeration Zug besteht aus 14 Gemeinden, d.h. zusätzlich zu den Gemeinden des Kantons Zug werden noch die Gemeinden Knonau (ZH), Meierskappel (LU) sowie Oberrüti (AG) hinzugezählt. Arth gilt als Kerngemeinde ausserhalb der Agglomeration. In Absprache mit dem Kanton Zug und der Begleitgruppe schien die Kantonsgrenze Zug für das Untersuchungsgebiet besser geeignet als die Agglomerationsdefinition.

Der **Wirkungsperimeter**, d.h. jenes Gebiet, für das die Wirkungen analysiert werden, umfasst grundsätzlich das Untersuchungsgebiet. Die verkehrlichen Wirkungen wurden allerdings für den gesamten Perimeter des Gesamtverkehrsmodells Zug ermittelt, welcher über das Untersuchungsgebiet hinausgeht. Der Perimeter des GVM ZG umfasst nebst dem Kanton Zug die Kantone Zürich, Schwyz, Uri, Nidwalden, Luzern und Aargau bzw. Teile davon (Abbildung 10).

Abbildung 10: Perimeter des Gesamtverkehrsmodells des Kantons Zug (GVM ZG)



Grafik TransSol. Quelle: eigene Darstellung, GVM ZG.

3.2. Zeitliche Systemabgrenzung

Zentrale Basis der Wirkungsanalyse zum Mobility Pricing bildet das Gesamtverkehrsmodell Zug (GVM ZG). Aufbauend auf den Ergebnissen der Verkehrsmodellierung wurden die weiteren Wirkungen (Einnahmen, Verteilungswirkungen etc.) analysiert und die Tarifszenarien einschliesslich einer Kosten-Nutzen-Analyse bewertet. Als Betrachtungszeitpunkt im Hinblick auf den Verkehrszustand wurde daher das Jahr 2030 gemäss Gesamtverkehrsmodell Zug festgelegt (vgl. hierzu Kap. 4). Das heisst sowohl der Referenzzustand (ohne Mobility Pricing) als auch Mobility Pricing wurde für das Jahr 2030 betrachtet und war Grundlage für die Wirkungsanalysen. Die weiteren Datengrundlagen beziehen sich auf aktuelle IST-Daten. Beispielsweise lagen die Angaben zu den zu kompensierenden Einnahmen wie die Mineralölsteuereinnahmen gemäss Statistik der Kosten und Finanzierung des Verkehrs des Bundesamts für Statistik (BFS) für die Jahre 2010 bis 2014 bzw. 2015 vor und die Mikrozensus-Daten für das Jahr 2015. Für diese Daten wurde vereinfacht angenommen, dass sich diese bis 2030 nicht verändern werden.

3.3. Inhaltliche Systemabgrenzung

Im vorliegenden Projekt wurde der Personenverkehr im Verkehrsmodell und bei der Ermittlung des Durchschnittstarifs Schweiz wie folgt berücksichtigt:

- Motorisierter Individualverkehr (MIV) auf der Strasse: Personenwagen inkl. Motorräder,
- öffentlicher Verkehr (ÖV): Busse (inkl. Trolleybusse in der Schweiz), Trams, Fern- und Regionalverkehrszüge/Stadtbahn Zug.

Eine Differenzierung des Tarifsystems beispielsweise nach unterschiedlichen Qualitäten im ÖV oder im MIV nach Strassenkategorien war nicht vorgesehen (vgl. Tabelle 4).

Im vorliegenden Projekt wurde angenommen, dass der Güterverkehr auf der Strasse keinem Mobility Pricing unterliegt. Der Güterverkehr auf der Strasse wurde daher nicht untersucht, aber ist im Gesamtverkehrsmodell Zug als starre Nachfrage in der Umlegung berücksichtigt (da es indirekte Auswirkungen aufgrund veränderter Kapazitäten geben kann). Mit dem Ausschluss des Güterverkehrs wurde die Komplexität des Projekts bewusst reduziert. Dies bedeutet jedoch nicht, dass der Strassengüterverkehr nicht dereinst ebenfalls einem Mobility Pricing unterliegen könnte.

4. Erweiterung des Gesamtverkehrsmodells Kanton Zug

4.1. Gesamtverkehrsmodell Kanton Zug: Überblick

Das Gesamtverkehrsmodell Kanton Zug (GVM ZG) wurde im Zeitraum von Mitte 2013 bis Anfang 2015 von TransOptima GmbH, TransSol GmbH und regioconcept AG im Auftrag des Kantons Zug für die Zustände 2012 und 2030 aufgebaut (Kanton Zug 2015). Es handelt sich um ein multimodales Modell, welches mit dem Softwarepaket VISUM/VICEVA der Firma PTV AG (Karlsruhe) realisiert wurde. Es verwendet die Verkehrsverhaltens-Daten des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 (MZMV 2010; ARE und BFS 2012) und die Ergebnisse der *Stated Preference* (SP) Befragungen 2010 (ARE 2012). Es wurden Werktags- und Tagesverkehrsmodelle (DWV und DTV) sowie Morgen- und Abendspitzenmodelle (MSP und ASP) erstellt. Das Modell umfasst 1'163 Zonen in sieben verschiedenen Kantonen (vgl. Abbildung 10).

Für den Prognosezustand 2030 wurden die in Tabelle 5 aufgelisteten Massnahmen im MIV-Netz eingebaut.

Tabelle 5: MIV-Prognosemassnahmen 2030

Kanton	Ort	Massnahme	Nr.
Zug	Cham–Hünenberg	Umfahrung und 10 min Widerstand Zentrum Cham	1
Zug	Grindel–Bibersee	Ausbau der Verbindungsstrasse und Sperrung Knonauserstrasse	2
Zug	Zug	Tangente inkl. flankierende Massnahmen	3
Schwyz	Küssnacht	Ausbau Zugerstrasse und Südumfahrung (1. Abschnitt)	8
Schwyz	Sissikon	Umfahrung (Axenstrasse)	9
Aargau	Sins	Umfahrung	10
Zürich	Ottenbach	Umfahrung	11
Zürich	Nordumfahrung ZH	6-streifiger Ausbau A1	12

Tabelle TransSol / TransOptima.

Im ÖV-Netz 2030 wurde für die Bahn der Fahrplan des Angebotsschritts des Strategischen Entwicklungsprogramms Bahninfrastruktur (STEP) 2025 ins Modell integriert.

Die prognostizierten Veränderungen der Siedlungs- und soziodemographischen Daten für 2030 wurden für die Zonen innerhalb des Kantons Zug vom Auftraggeber festgelegt. Für die ausserkantonalen Zonen wurde auf die Daten des GVM Zürich und des NPVM zurückgegriffen. Die neuen Mobilitätsraten wurden aus den Schweizerischen Verkehrsperspektiven bis 2030 übernommen. Für Details sei auf den Bericht zum GVM ZG (Vrtic et al., 2015) verwiesen.

4.2. Dynamisches Umlegungsmodell und Kenngrössen

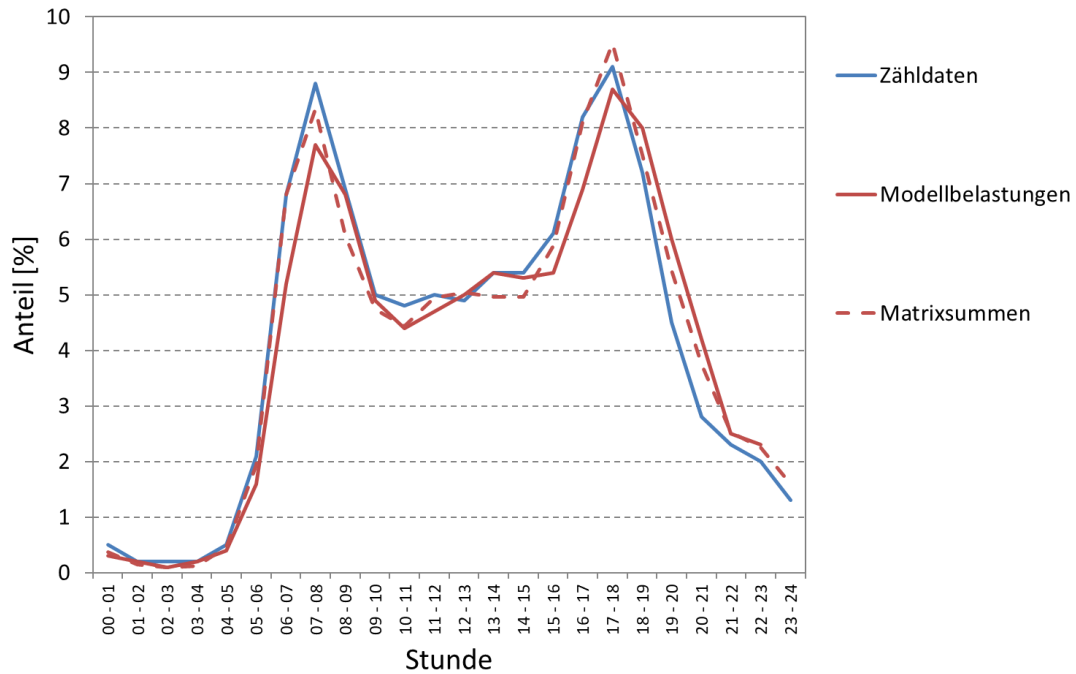
In der makroskopischen Verkehrsmodellierung wird in der Regel der sogenannte Vier-Stufen-Ansatz verwendet, welcher die «wichtigsten» Schritte der Berechnung der Verkehrsnachfrage modellmässig beschreibt. Diese sind:

1. Verkehrserzeugung;
2. Verkehrsverteilung oder Zielwahl;
3. Verkehrsmittel- oder Moduswahl;
4. Routenwahl.

Die gängigen Modelle sind in der Lage, Reaktionen der Verkehrsteilnehmenden auf Veränderungen im System (Strukturdaten, wie Arbeitsplätze etc., oder Verkehrsangebot) auf allen vier Stufen abzubilden. Die Wahl der Abfahrts- bzw. Ankunftszeit ist eine weitere mögliche Reaktion, welche bei fast allen Angebotsveränderungen zum Tragen kommen kann. Daher kann sie als fünfte Stufe betrachtet werden, deren Berechnung vor- oder zwischengeschaltet erfolgen sollte. Dieser Stufe wurde aber sowohl in der Schweiz als auch international in der Praxis bisher meist wenig Beachtung geschenkt. Auch für das GVM ZG liegen nur statische Zustände (durchschnittlicher Werktagsverkehr (DWV), durchschnittlicher Tagesverkehr (DTV), Morgenspitze (MSP), Abendspitze (ASP)) vor, ein dynamisches Modell wurde bisher nicht erstellt. Bei einem dynamischen Modell wird die Variation der Verkehrsnachfrage über den Tag in Zeitscheiben (meist eine Stunde) abgebildet.

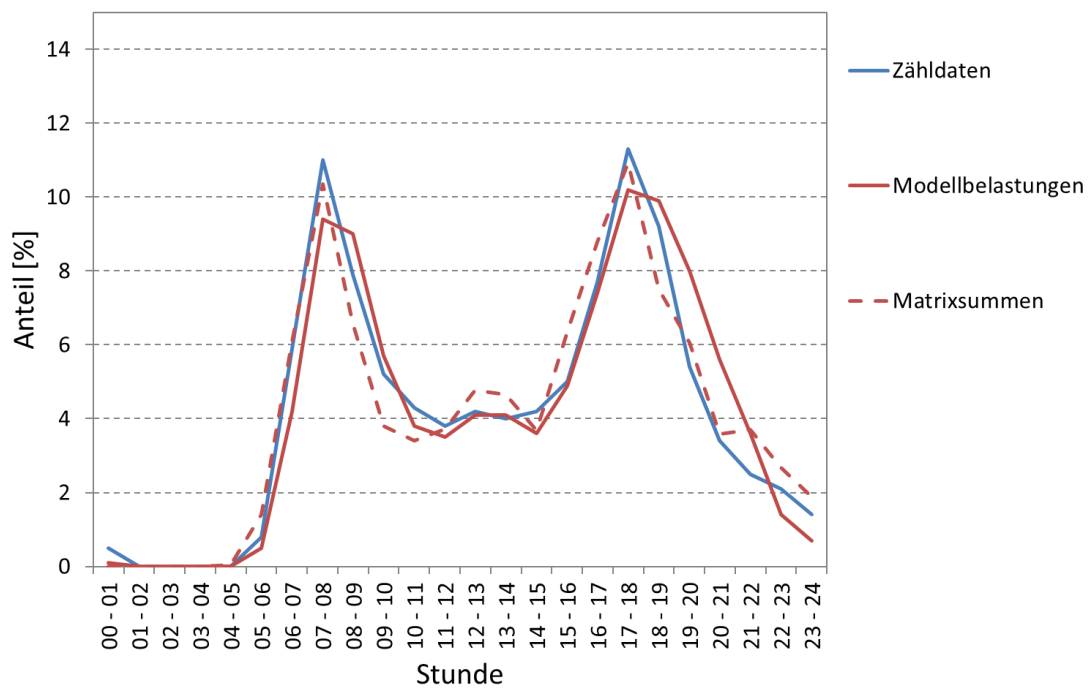
In einem ersten Schritt wurde deshalb ein dynamisches Modell für das GVM ZG erstellt. Grundlage hierfür ist das vorliegende kalibrierte DWV-Modell. Aus den Daten des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015 (MZMV 2015, ARE und BFS 2017) und den bestehenden DWV-Matrizen 2030 für die PW und den ÖV wurde über die jeweiligen im Modell abgebildeten Aktivitäten die Nachfrage zeitlich disaggregiert. Anschliessend wurden die rund 300 Matrizen (24 Stunden mal 12 Wegzwecke) je Modus zu den 24 einzelnen Stunden-Matrizen aufsummiert und ins Modell eingelesen. Die DWV-Strassengüterverkehrsmatrix (Summe aus Lieferwagen, Lastwagen sowie Last- und Sattelzügen) wurde gemäss ihren Stundenanteilen in den Zählwerten aufgeteilt und ebenfalls ins Modell importiert. Die Gesamt- und Sitzplatzkapazitäten 2030 wurden für den Kanton Zug mittels Angaben des BAV und des Kantons den Linien zugewiesen. Die Parametrisierung (Einstellungen) des dynamisch-stochastischen Umlegungsverfahrens wurde getestet und die Routenwahl berechnet. In Abbildung 11 und Abbildung 12 werden die relativen Anteile der Modellwerte (Summe der Streckenbelastungen auf den ausgewählten Querschnitten sowie Summe der Nachfragematrix) mit den Zählwerten verglichen. Es ist eine gute Übereinstimmung des zeitlichen Verlaufs der Nachfrage zu erkennen.

Abbildung 11: Auswertung Stundenwerte dynamisches MIV-Modell GVM ZG



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: GVM ZG.

Abbildung 12: Auswertung Stundenwerte dynamisches ÖV-Modell GVM ZG



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: GVM ZG.

Dieses dynamische Modell für das GVM ZG (Prognosezustand 2030) musste sowohl für den MIV als auch für den ÖV von Grund auf neu aufgebaut werden. Dieses dient als Referenzfall für die folgenden Modellrechnungen. Mit dem dynamischen Modell können in Visum stundenfeine Kenngrössenmatrizen im MIV unter Zuhilfenahme statischer Einzelstundenberechnungen (MIV-Fahrzeit unter Belastung und MIV-Kosten) und im ÖV dynamisch (ÖV-Fahrzeit, ÖV-Auslastung, Anzahl Umsteigevorgänge etc.) ermittelt werden. Diese dienen als Eingangsgrössen für die Ermittlung der verkehrlichen Auswirkungen. Die Verfahrensabläufe für deren Berechnung im Referenz- und in den Anwendungsfällen wurden erstellt.

4.3. Wahl der Abfahrtszeit

In Visum sind verschiedene dynamische Umlegungsverfahren implementiert (dynamisches Nutzergleichgewicht DUE, stochastisch und simulationsbasiert), welche auch eine Wahl der Abfahrtszeit zulassen. Diese Verfahren haben aber zwei Probleme:

1. Der Verschiebungsvorgang kann nicht kontrolliert werden, die laut MZMV 2015 gewählte Abfahrtszeit würde also auch ohne die Einführung zeitlicher Gebühren verschoben werden. Diese muss für den Referenzfall aber fix bleiben.
2. Die für die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) benötigte Differenzmatrix der zwischen den Stundenscheiben verschobenen Fahrten kann nicht erstellt werden.

Die genannten Umstände führten zur Schlussfolgerung, dass die Wahl der Abfahrtszeit jeweils separat zur Umlegung als vorgelagerter Entscheidungsprozess zu berechnen ist. Zu diesem Zweck wird ein eigenes Visual Basic Skript unter Verwendung des externen Matrixeditors Muuli 12.52-8 von Visum erstellt, mit dem die Verschiebung der Abfahrtszeiten als Reaktion auf das veränderte Verkehrsangebot einschliesslich Mobility-Pricing-Komponenten in den einzelnen Stunden in, vor und nach den Spitzenstundenperioden berechnet wird.

Dabei wird der sogenannte Pivot-Point-Ansatz (Ortúzar und Willumsen 2011) verwendet, welcher für den Ist- und Planfall mit relativen Nutzendifferenzen zwischen den einzelnen Stunden arbeitet und daraus die relative Verschiebung der Ist-Nachfrage berechnet. Des Weiteren werden unterschiedliche Verhaltensparameter laut der SVI-Studie «Einfluss der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme auf das Verkehrsverhalten» (Fröhlich *et al.*, 2014) und unterschiedliche Anteile zeitlich flexibler Wege nach Zweck implementiert.

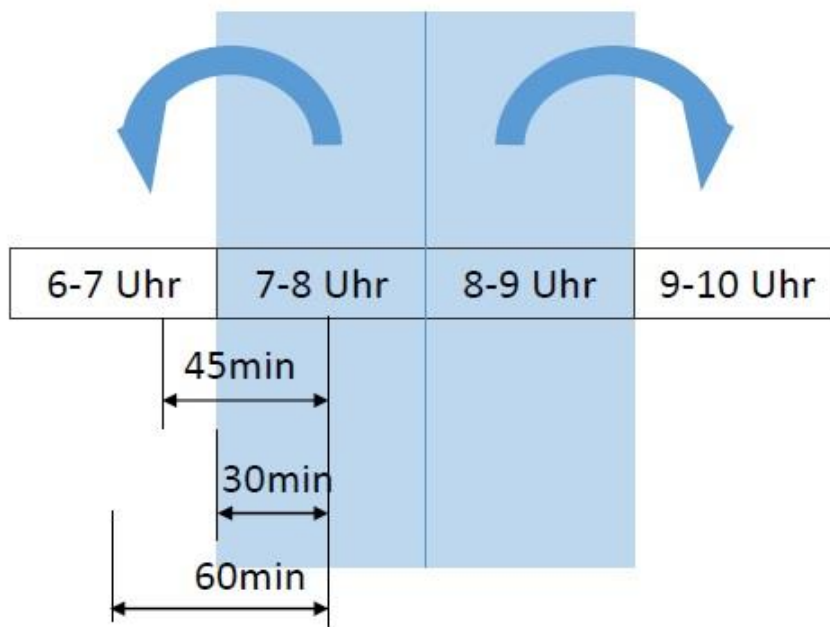
Die Nutzenfunktionen beinhalten folgende Komponenten, welche bei der Verschiebung der Abfahrtszeit berücksichtigt werden:

- MIV:
 - Fahrtzeit im belasteten Netz;
 - Kosten;

- Verschiebungswiderstand;
- ÖV:
 - Fahrtzeit;
 - Umsteigehäufigkeit;
 - Auslastung;
 - Kosten;
 - Verschiebungswiderstand.

Die Verschiebungswiderstände bilden die inhärente Präferenz der Verkehrsteilnehmenden für deren gewählte Abfahrts- bzw. Ankunftszeit ab. Um deren Auswirkungen in einer realistischen Bandbreite abzubilden, werden Sensitivitätsanalysen hinsichtlich der Ausprägung der mittleren Abweichung der Ankunftszeit bei der Wahl einer anderen Abfahrtszeit durchgeführt (sprich, wieviel früher oder später findet die Fahrt tatsächlich statt, wenn sie in die vorher- oder nachher-Stunde verschoben wird). Es wurden Tests mit Verschiebungsdauern von 45 (mittel / Referenzfall), 30 (tief) und 60 (hoch) Minuten durchgeführt, um zu eruieren, ob und wie stark die Modellergebnisse auf die Veränderung dieser Annahme der Verteilung der Fahrten innerhalb der Stunden reagieren (siehe Abbildung 13).

Abbildung 13: Sensitivitätsanalyse Verschiebungswiderstand



Grafik TransSol.

4.4. Festlegung der Anteile flexibler Wege

Eine zentrale Eingangsgrösse für das Abfahrtszeitwahlmodell sind die Anteile der Wege je Zweck, welche zu einem anderen Zeitpunkt als dem gewählten abfahren könnten. Diese Wege werden als «flexibel» bezeichnet.

Für die Pendlerwege konnte zu deren Berechnung eine Kombination aus Raumdaten und dem MZMV 2015 verwendet werden. Für sämtliche Verkehrszellen innerhalb des Kantons Zug wurde die Verteilung der Arbeitsplätze und Vollzeitäquivalente auf die 2-stellige NOGA-Codierung⁹ ermittelt. Aus dem MZMV 2015 konnten über die Zuordnung der Befragten zu denselben NOGA-Klassen sowie der Frage nach dem Arbeitszeitmodell die Anteile flexibler Wege je NOGA-Klasse berechnet werden. Eine Verrechnung dieser Anteile mit den räumlichen Verteilungen der Arbeitsplätze erlaubt die Ableitung eines Anteils flexibler Wege je Verkehrszelle, welche als Eingangsgrösse in das Abfahrtsmodell einfliesst. Dabei wurden folgende Annahmen bezüglich der Anteile flexibler Wege pro Arbeitszeitmodell getroffen:

- fest vorgegebene Zeiten für Arbeitsbeginn und -ende: 0%;
- feste Blockzeiten: 25%;
- fest vorgegebene Anzahl Stunden für wöchentliche oder monatliche Arbeit: 50%;
- total flexible Arbeitsstunden: 100%.

Die Verrechnung dieser Anteile mit den Verteilungen der Arbeitszeitmodelle in den NOGA-Klassen sowie mit den Anteilen der NOGA-Klassen je Verkehrszelle führt zu einem mittleren Anteil flexibler Wege von ca. 41% für alle Arbeitsplätze im Kanton Zug. Dies bedeutet andererseits, dass im Modell davon ausgegangen wird, dass 59% der Arbeitswege nicht verschoben werden können und auch im Modell nicht verschoben werden (unabhängig von der Höhe der Tarife).

Für die übrigen Fahrtzwecke (Ausbildung, Einkaufen, Nutzfahrt, Freizeit) werden (in Absprache mit der Begleitgruppe und teilweise abgeleitet aus früheren Studien, v.a. INFRAS et al., 2016; IWSB et al., 2016; Bürger et al., 2013) Annahmen bezüglich der Anteile flexibler Wege getroffen:

- Ausbildung: 0% (Annahme fixer Schulbeginnzeiten);
- Einkaufen: 80% (hohe Flexibilität);
- Nutzfahrt: 20% (Pflichtwege mit wenig Flexibilität);
- Freizeit: 80% (hohe Flexibilität).

Für den Aussenverkehr (Wege von ausserhalb des GVM ZG ins Modellgebiet und umgekehrt, sowie Transitverkehr) liegt keine fahrtzweckspezifische Differenzierung vor. Hier wird pauschal ein flexibler Anteil von 60% angenommen, welcher sich aus einer gewichteten Mittelwertbildung aus den oben genannten flexiblen Anteilen ergibt.

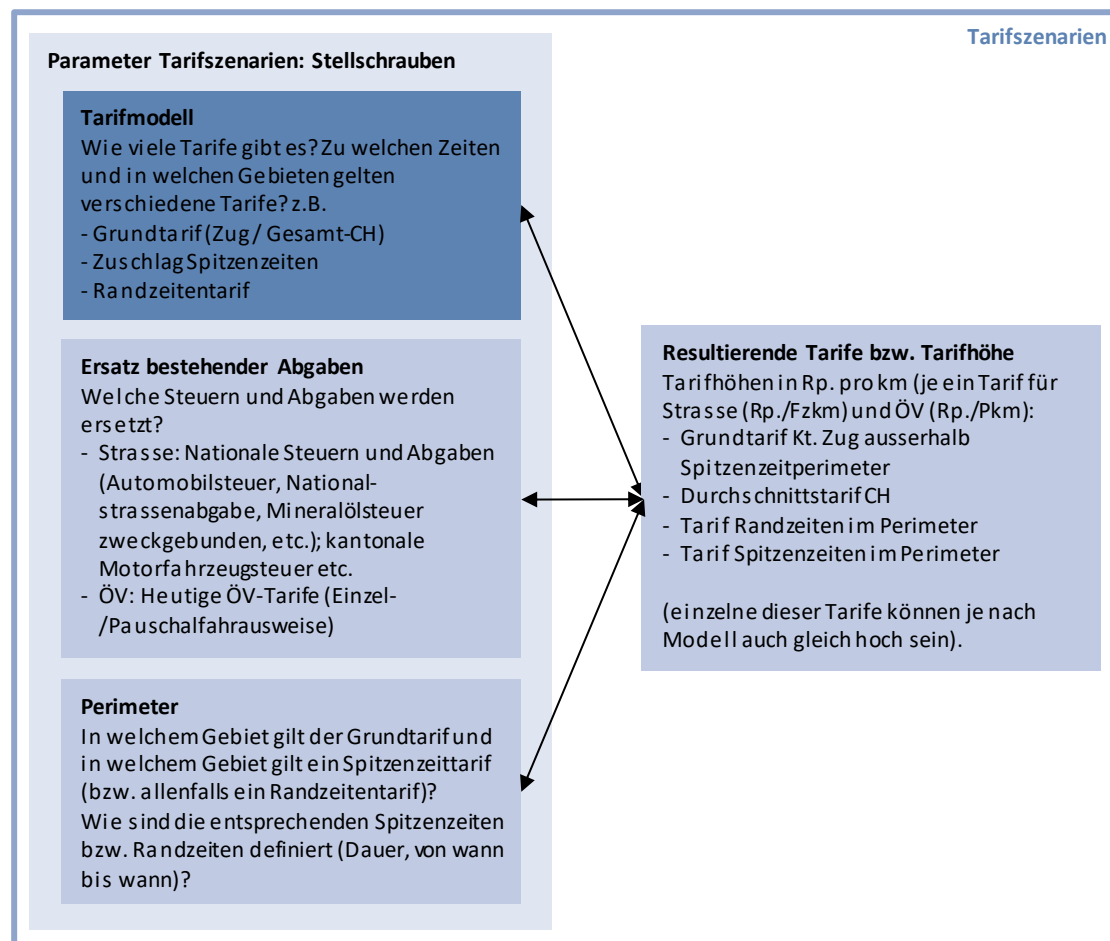
⁹ Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige, Nomenclature générale des activités économiques (BFS 2008).

5. Tarifszenarien für die 1. Iteration

5.1. Parameter und Tarifmodelle

Für die Wirkungsanalyse waren zwei Iterationen mit je zwei Tarifszenarien vorzusehen. Die Tarifszenarien bestehen aus verschiedenen Parametern, die variiert werden können und aus denen schliesslich konkrete Tarife resultieren, die zeitlich differenziert sind (Abbildung 14).

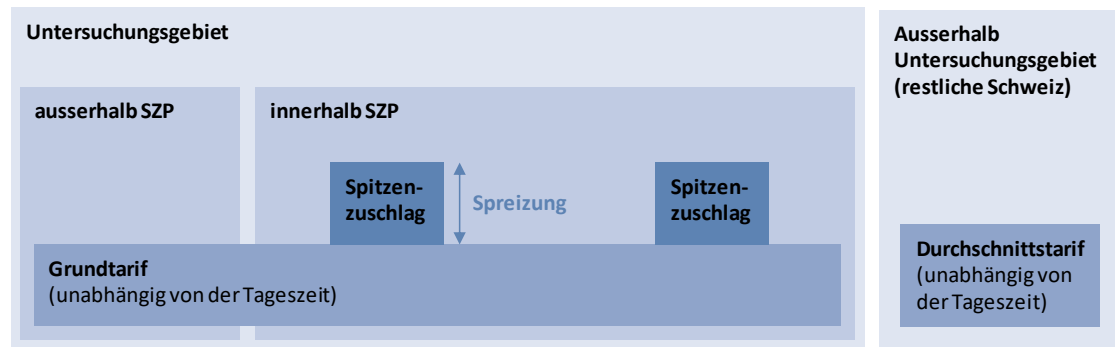
Abbildung 14: Parameter Tarifszenarien



Grafik INFRAS. Quelle: Offerte.

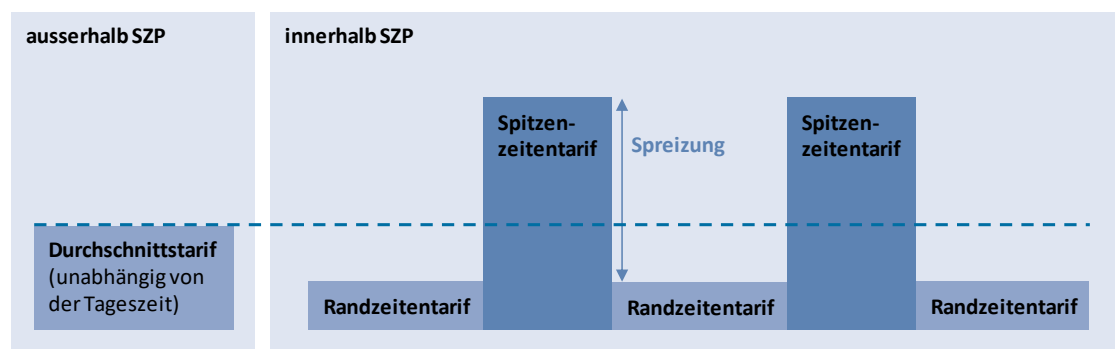
Für die 1. Iteration sind die Tarifmodelle im Pflichtenheft definiert (Abbildung 15 und Abbildung 16). Zudem wurden hinsichtlich des Ersatzes bestehender Steuern und Abgaben Vorgaben im Pflichtenheft formuliert (Kap. 2). Für die 1. Iteration war daher zunächst der Spitzenzeitenperimeter räumlich (wo gilt welcher Tarif?) und zeitlich (wann gilt der Spitzenzeitentarif?) zu definieren.

Abbildung 15: Tarifmodell 1 für Tarifszenario 1a



Grafik INFRAS. Quelle: Pflichtenheft.

Abbildung 16: Tarifmodell 2 für Tarifszenario 1b



Grafik INFRAS. Quelle: Pflichtenheft.

5.2. Definition des Spitzenzeitenperimeters

Für die räumliche wie zeitliche Festlegung des Spitzenzeitenperimeters bildeten Auswertungen aus dem Gesamtverkehrsmodell Zug die Grundlage.

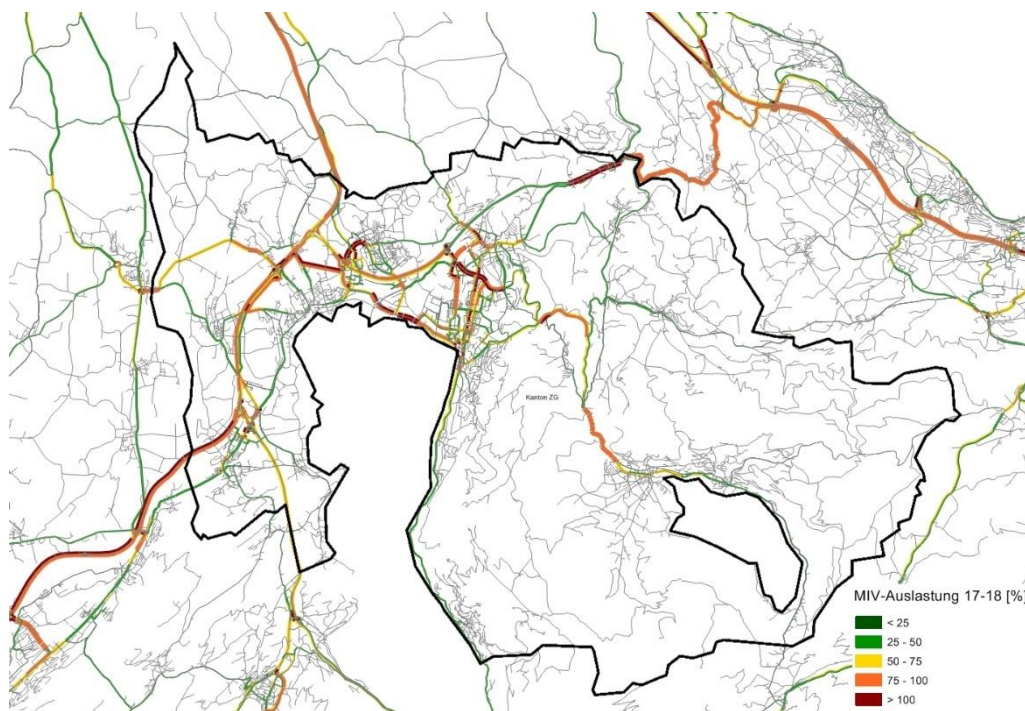
5.2.1. Räumliche Abgrenzung

Spitzenzeitentarife sollen für überlastete bzw. stark belastete Netze im Untersuchungsgebiet gelten. Entsteht Stau auf überlasteten oder hoch belasteten Strecken, resultieren volkswirtschaftlich Staukosten (Keller 2018). Gemäss ökonomischer Theorie können Stauungen als Externalitäten aufgefasst werden. Es wäre ökonomisch optimal, eine zeitabhängige Staugebühr in Höhe jener Staukosten zu erheben, die durch eine zusätzliche Fahrt den Anderen auferlegt wird (soziale Grenzkosten) (z.B. Knieps 2002, 2007). Entsprechend müssten Spitzenzeitentarife jeweils individuell auf überlasteten Strecken(-abschnitten) ermittelt und erhoben werden. Im

Sinne der Praktikabilität, Transparenz und Einfachheit des Systems wird hierauf verzichtet und versucht, ein Spitzenzeitenperimeter festzulegen, das einen Grossteil des stark belasteten Netzes bzw. der stark belasteten Strecken umfasst. Ausgehend von der geschätzten Auslastung im Jahr 2030 gemäss Auswertungen aus dem Gesamtverkehrsmodell Zug wurde die räumliche Abgrenzung des Spitzenzeitenperimeters somit für ein Gebiet und nicht individuell für die einzelnen Strecken bzw. Streckenabschnitten definiert.

Die geschätzte Auslastung am Beispiel der Abendspitzenstunde 17–18 Uhr auf der Strasse im MIV¹⁰ und im ÖV¹¹ im Kanton Zug im Jahr 2030 ist in Abbildung 17 und Abbildung 18 dargestellt. Es zeigt sich, dass im MIV verschiedene Streckenabschnitte in der Stadt Zug als auch den anderen Gemeinden hoch- bzw. überlastet sind. Im ÖV ist insbesondere die Bahnlinie von Thalwil über Zug nach Rotkreuz hoch belastet bzw. überlastet.

Abbildung 17: Auslastung MIV 2030 während der Abendspitzenstunde 17–18 Uhr



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG.

¹⁰ Definition: Im MIV wird die Auslastung mit der Anzahl Gesamtfahrzeuge (PW, Lieferwagen und LKW) pro Stunde im Verhältnis zur stündlichen Strassenkapazität berechnet.

¹¹ Definition: Im ÖV wird die Auslastung mit dem Passagieraufkommen pro Stunde im Verhältnis zur Gesamtkapazität der Linien in der jeweiligen Stundenscheibe berechnet. Auf den Bahnlinien entspricht die Sitzplatzkapazität der Gesamtkapazität. Bei den sonstigen ÖV-Systemen (Bus, Tram) beträgt die jeweilige Gesamtkapazität nebst den Sitzplätzen auch die zulässigen Stehplätze.

Abbildung 18: Auslastung ÖV 2030 während der Abendspitzenstunde 17–18 Uhr



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG.

Bei der Wahl des Spitzenzeitenperimeters waren folgende Aspekte ausschlaggebend:

- Die räumliche Abgrenzung soll möglichst einfach, transparent und verständlich sein. Eine Differenzierung nach verschiedenen Strassen bzw. Strecken wurde daher verworfen. Für das vorliegende Projekt wurde daher ein räumlich zusammenhängendes Spitzenzeitenperimeter definiert, d.h. es werden nicht verschiedene räumlich verteilte Spitzenzeitenperimeter betrachtet. Der Spitzenzeitenperimeter wird flächig gewählt, weil sonst die Gefahr von Ausweichverkehr erhöht würde und zudem regelmässige Anpassungen des Perimeters aufgrund veränderter Auslastungen nötig machen würde.
- Es wurde festgelegt, dass der Spitzenzeitenperimeter im ÖV identisch zum MIV zu wählen ist, um die Komplexität zu reduzieren und die Vergleichbarkeit sowie das Grundprinzip der Intermodalität (vgl. Kapitel 2) zu gewährleisten.
- Bei der Grösse des Spitzenzeitenperimeters stand das Ziel im Vordergrund, hoch belastete bzw. überlastete Strassen bzw. Strassenabschnitte für das gesamte Untersuchungsgebiet (Kanton Zug) zu berücksichtigen, um eine möglichst grosse Verbesserung für das Verkehrssystem des Untersuchungsgebietes zu erreichen. Er wurde daher möglichst gross gewählt.

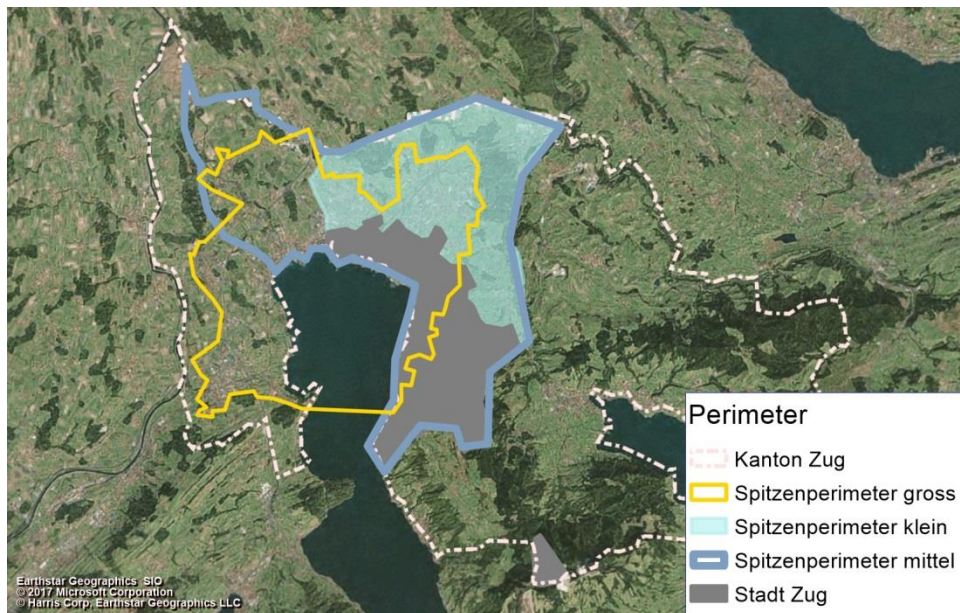
Unter Berücksichtigung der Auslastung im MIV und ÖV im Jahr 2030 am Beispiel der Abendspitze 17–18 Uhr war daher grundsätzlich eher ein grösserer Spitzenzeitenperimeter, welcher

über die Stadt Zug hinausgeht und die urban geprägten Stadtlandschaften mit überlasteten Strassen einschliesst, zu definieren.

Es wurden verschiedene mögliche Spitzenzeitenperimeter definiert, um mögliche Tarifszenarien zu skizzieren und erste Wirkungen grob abzuschätzen (Abbildung 19). Der kleinste Spitzenstundenperimeter umfasst die Stadt Zug. Der kleine und der mittlere Spitzenstundenperimeter berücksichtigen die Stadt Zug und die Gemeinden Baar und Steinhausen bzw. zusätzlich die Gemeinde Cham. Der grosse Spitzenstundenperimeter orientiert sich nicht an den Gemeindegrenzen und berücksichtigt ein Gebiet, welches Teile der Gemeinden Zug (Stadt), Baar, Steinhausen, Cham, Hünenberg und Rotkreuz umfasst. Das grosse Spitzenzeitenperimeter wurde so gewählt, dass die urban geprägten Stadtlandschaften gemäss der räumlichen Gliederung des kantonalen Richtplans berücksichtigt sind.

Grundsätzlich denkbar war auch, ein Spitzenzeitenperimeter zu wählen, welches den gesamten Kanton Zug (Untersuchungsgebiet) umfasst. In diesem Fall würde Tarifmodell 1 insofern obsolet werden, da es dem Tarifmodell 2 entsprechen würde. Dies wurde ausgeschlossen.

Abbildung 19: Untersuchungsgebiet und mögliche Spitzenzeitenperimeter



Grafik TransSol. Quelle: GVM ZG.

Die verkehrliche Bedeutung der verschiedenen Perimeter ist in Tabelle 6 zusammengefasst. Für den MIV wurden die Fahrleistungen (Fahrzeugkilometer) auf dem jeweiligen Territorium auf Auswertungen des Gesamtverkehrsmodells Zug für das Jahr 2030 berechnet. Zur Ermittlung

der Jahresfahrleistung wurde der durchschnittliche Tagesverkehr (DTV) mit 365 multipliziert. Zur Berechnung des DTV im MIV wurde der durchschnittliche Werktagsverkehr (DWV) mit dem Faktor 0.948 multipliziert. Im ÖV wurde die Verkehrsleistung (Pkm) analog dem Vorgehen im MIV ermittelt. Für die Berechnung des DTV wurde ein Faktor von 0.903 zugrundegelegt. Die Umrechnungsfaktoren wurden aus den Zuständen DWV und DTV des GVM ZG ermittelt.

Im grossen Spitzenzeitenperimeter werden rund 77% der Fahrleistungen im MIV bzw. 78% der Verkehrsleistung im ÖV des Kantons Zug erbracht, d.h. die Anteile im MIV und ÖV sind ähnlich hoch. Im Gegensatz dazu variieren diese Anteile im MIV und ÖV in anderen möglichen Spitzenzeitenperimetern (Stadt Zug, kleiner und mittlerer SZP) stark. Im Sinne des Prinzips der Intermodalität ist daher das grosse Spitzenzeitenperimeter zu präferieren.

Tabelle 6: Fahrleistungen MIV und Verkehrsleistungen ÖV im Jahr 2030 für verschiedene Perimeter

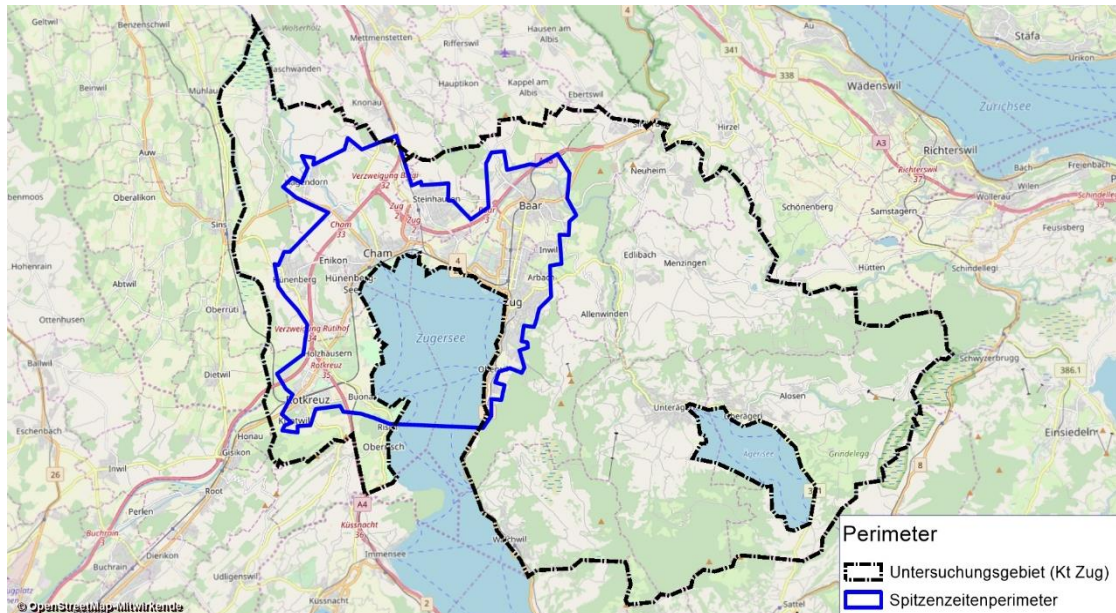
Perimeter	MIV (Tsd. Fzkm)			ÖV (Tsd. Pkm)		
	DWV	DTV	Jahr	DWV	DTV	Jahr
Stadt Zug	303	287	104'654	493	445	162'554
Spitzenzeitenperimeter klein (Gem. Zug, Baar, Steinhausen)	1'099	1'042	380'291	1'020	922	336'430
Spitzenzeitenperimeter mittel (Gem. Zug, Baar, Steinhausen, Cham)	1'732	1'642	599'348	1'163	1'050	383'291
Spitzenzeitenperimeter gross (Gem. Zug, Baar, Steinhausen, Cham, Rotkreuz)	2'302	2'182	796'572	1'292	1'167	425'897
Kanton Zug total	2'993	2'837	1'035'491	1'664	1'503	548'518
Perimeter GVM ZG	33'526	31'782	11'600'597	27'056	24'431	8'917'393

MIV: Motorisierter Individualverkehr, ÖV: Öffentlicher Verkehr, Tsd.: Tausend, Fzkm: Fahrzeugkilometer, Pkm: Personenkilometer, DWV: Durchschnittlicher Werktagsverkehr, DTV: Durchschnittlicher Tagesverkehr

Tabelle INFRAS. Quelle: Auswertungen GVM ZG vom April 2018, Schätzungen.

Fazit: Unter Berücksichtigung der Auslastungen sowohl im MIV als auch ÖV ist **das grosse Spitzenzeitenperimeter** zu wählen, **das sich an den urban geprägten Stadtlandschaften des Kantons Zug orientiert**. Der Spitzenzeitenperimeter ist unter Berücksichtigung des Prinzips der Intermodalität im MIV und ÖV identisch.

Abbildung 20: Untersuchungsgebiet und das gewählte (grosse) Spitzenzeitenperimeter

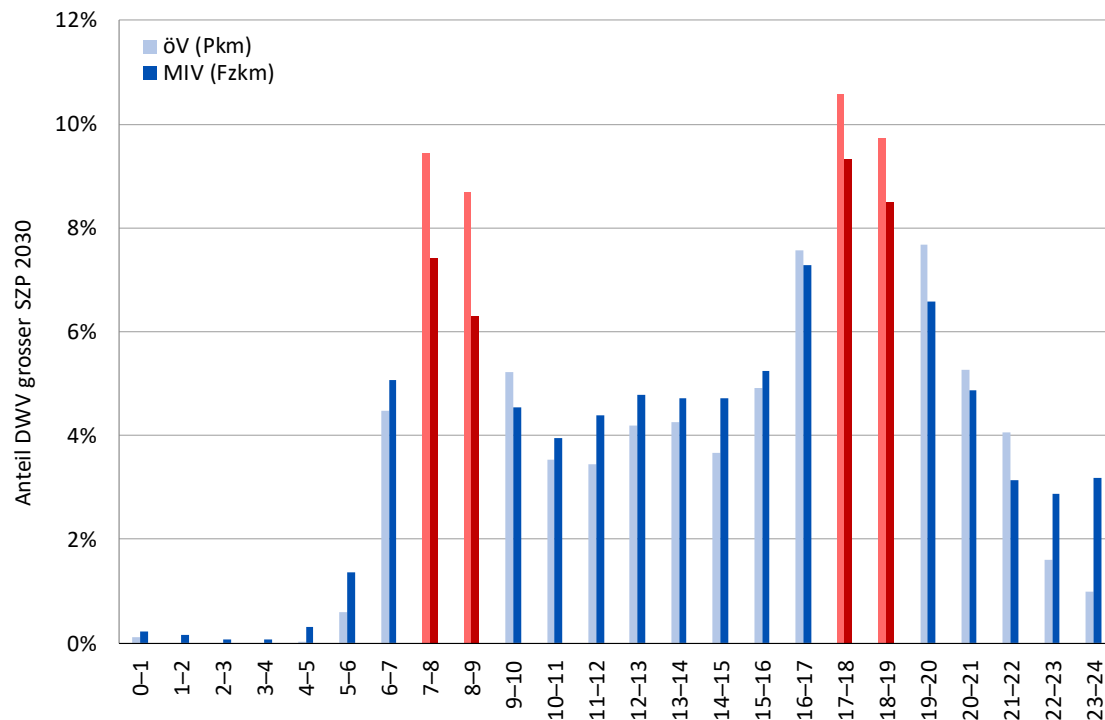


Grafik TransSol. Quelle: GVM ZG.

5.2.2. Zeitliche Abgrenzung

Im Hinblick auf die Festlegung der Spitzenzeiten ist basierend auf den Auswertungen aus dem GVM ZG die Tagesganglinie am Beispiel des grossen Spitzenzeitenperimeters im MIV und ÖV im Jahr 2030 in Abbildung 21 dargestellt. Für die 1. Iteration wurde eine im MIV und ÖV identische 2-stündige Spitzenzeit am Morgen (7–9 Uhr) und Abend (17–19 Uhr) vorgeschlagen. Sowohl im ÖV – dort sehr ausgeprägt – als auch im MIV ist die Nachfrage in diesen beiden Stunden klar am höchsten. Mit einer für den MIV und ÖV identischen Spitzenzeit wird dem Prinzip der Intermodalität Rechnung getragen. Zudem ist davon auszugehen, dass bei einer einstündigen Morgen- und Abendspitze eine zeitliche Verlagerung stattfinden würde, die vermutlich zu einer starken Erhöhung des Verkehrs in der nachfolgenden (8–9 Uhr bzw. 18–19 Uhr im MIV und ÖV) oder der vorhergehenden Stunde und damit zu einer deutlichen Verschärfung der Kapazitätsprobleme in dieser «neuen» Spitzenstunde führen könnte. Bei einer längeren Spitzenzeit (im MIV ist die Nachfrage auch in der jeweils vorangehenden Stunde – 6–7 und 16–17 Uhr – sehr hoch) wirkt der Spitzenzeittarif zwar auf mehr Personen und erhöht so potenziell die Wirkung. Allerdings wird die Möglichkeit, die Fahrt zeitlich zu verschieben, weiter eingeschränkt. Zudem ist zu beachten, dass die Möglichkeit zur Spreizung der Tarife kleiner ausfällt, je länger die Dauer der Spitzenzeiten. Je länger die Spitzenzeiten definiert sind, desto weniger gross kann die Spreizung, d.h. Differenz zum Grund- bzw. Randzeittarif sein, da sonst das Prinzip der Kompensation nicht eingehalten werden kann.

Abbildung 21: Tagesganglinie im MIV und ÖV im Jahr 2030 am Beispiel des grossen Spitzenzeitenperimeters



Pkm: Personenkilometer, Fzkm: Fahrzeugkilometer

Grafik INFRAS. Quelle: GVM ZG.

Fazit: Für die 1. Iteration wird **eine im MIV und ÖV identische 2-stündige Spitzenzeit am Morgen (7–9 Uhr) und Abend (17–19 Uhr)** gewählt.

5.3. Tarifszenarien 1a und 1b

5.3.1. Grundsätzliches Vorgehen zur Herleitung

Damit die Wirkungen (insb. Wirkung auf die Einnahmen) im 1. Iterationsschritt bereits einigermaßen «zielnah» – d.h. den Grundprinzipien (v.a. hinsichtlich Kompensation) entsprechend – sind, mussten die einzelnen Tarife (Grundtarif, Zuschlag Spitzenzeiten im Tarifmodell 1 bzw. Tarifszenario 1a; Randzeiten- und Spitzenzeitentarif im Tarifmodell 1 bzw. Tarifszenario 1b) sorgfältig gewählt werden. Dazu wurden – ausserhalb des Verkehrsmodells – separate, einfache (statische) Modellrechnungen mit «Testszenarien» durchgeführt, um die Tarifszenarien unter Berücksichtigung der verkehrlichen Wirkungen sowie der Gewährleistung der Einnahmenneutralität herzuleiten. Ein ähnliches Vorgehen wurde beispielsweise auch im Projekt A2 des Forschungspakets Mobility Pricing (Ecoplan/INFRAS 2007b) sowie in der Modellskizze Mobility Pricing für das UVEK (INFRAS, Ecoplan, Rapp Trans 2011) angewandt.

Die Tarifszenarien für den MIV und den ÖV wurden grundsätzlich nach dem gleichen Prinzip hergeleitet (Abbildung 22). Mit Hilfe eines einfachen Excel-basierten Berechnungsmodells – im Folgenden auch «Tischmodell» genannt – wurden unter Berücksichtigung der Vorgaben (v.a. Einnahmeneutralität und vorgegebene Tarifmodelle) und unter Verwendung einer Gesamtpreiselastizität der Nachfrage mögliche Tarifhöhen für die beiden Tarifmodelle berechnet. Grundlage bildeten Auswertungen aus dem GVM ZG zur zeitlichen und örtlichen Verteilung der Fahr- bzw. Verkehrsleistung.

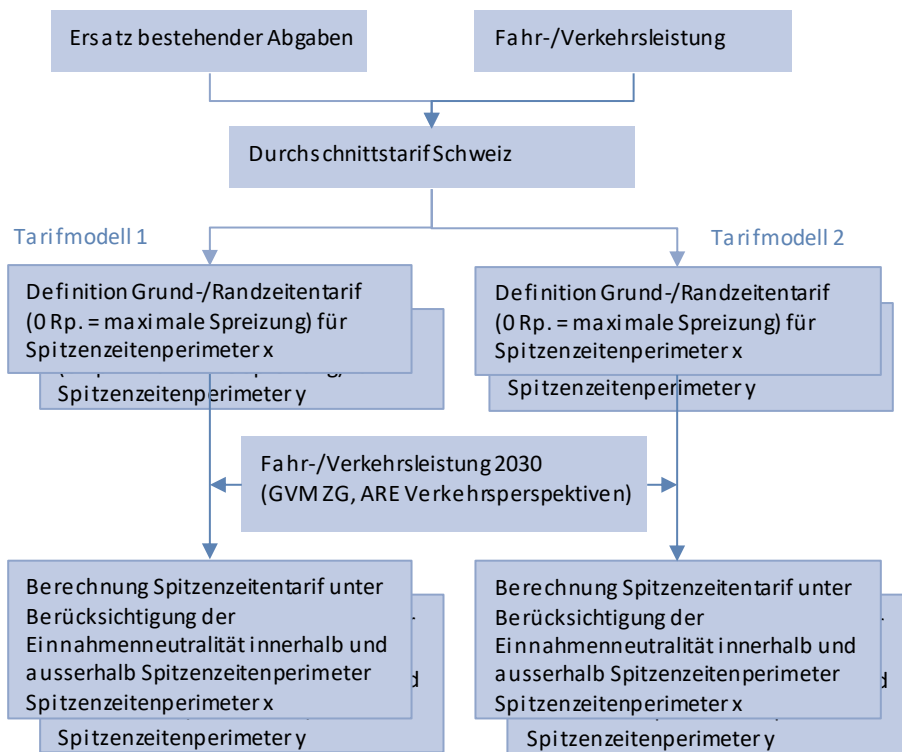
In dieser ersten, groben Abschätzung wurden die Nachfrageeffekte auf sehr hoch aggregiertem Niveau berücksichtigt, d.h. es wurde keine Differenzierung wie beispielsweise nach Fahrtzweck vorgenommen. Die Herleitung erfolgte separat für den MIV und den ÖV, d.h. es wurden keine Nachfrageeffekte im ÖV aufgrund der Einführung des Mobility Pricings im MIV und vice versa (Modal-Split-Effekte) berücksichtigt.

Die Herleitung für den MIV und ÖV unterschieden sich jedoch insofern, dass für den MIV eine Kilometerabgabe entsprechend der gefahrenen Fahrzeugkilometer (Fahrleistung) und für den ÖV eine Abgabe entsprechend der zurückgelegten Personenkilometer (Verkehrsleistung) zu definieren war. Im Verkehrsmodell wurden hingegen die variablen Kosten pro gefahrenen Personenkilometer zugrunde gelegt. Daher war für den MIV die fahrleistungsbezogene Kilometerabgabe in einen personenkilometerbezogenen, variablen Kostensatz umzurechnen, d.h. es wurde nur eine Änderung der variablen Kosten berücksichtigt. Demzufolge war für den MIV die Änderung der variablen Kosten für das Verkehrsmodell zu berechnen, d.h. für den MIV ist ein Teil der Abgaben und Steuern zu «variabilisieren».

Im Gesamtverkehrsmodell Zug wird im Referenzzustand ein variabler Kostensatz für den MIV in Höhe von 16 Rp./Pkm berücksichtigt. Diese variablen Kosten enthielten bereits einen Teil der Abgaben, die durch Mobility Pricing ersetzt werden (zweckgebundene Mineralölsteuer, Mineralölsteuerzuschlag). Daher wurden im Folgenden für den MIV die Ableitung der neu differenzierten variablen Kostensätze separat ausgewiesen. Für den ÖV waren sämtliche Einnahmen aus Transportentgelten zu berücksichtigen.

Dieser Ansatz weist grosse Unsicherheiten auf, da die Abschätzungen sehr hoch aggregiert erfolgten (u.a. keine differenzierten Aussagen zu den Wirkungen, z.B. zeitliche Verlagerung der Fahrt, veränderte Zielwahl oder Routenwahl) und keine Modal-Split-Effekte berücksichtigt wurden. Andererseits konnte so einfach aufgezeigt werden, wie je nach Tarifmodell die Tarifhöhen variieren, wenn beispielsweise verschieden grosse Spitzenzeitenperimeter oder verschieden grosse Spreizungen zugrunde gelegt werden. An diesem grundsätzlichen Vorgehen wurde für die 2. Iteration festgehalten (vgl. Kapitel 7).

Abbildung 22: Vorgehen zur Herleitung der Tarifszenarien



Grafik INFRAS.

5.3.2. Herleitung der Tarifszenarien für den MIV

Zur Festlegung der Tarifszenarien im MIV wurde zunächst der Durchschnittstarif Schweiz geschätzt. Für die Ermittlung des Durchschnittstarifs wurden die schweizweiten Abgaben und Steuern im Strassenverkehr für den MIV (Personenwagen, Motorräder, exkl. Cars) den entsprechenden Fahrleistungen (Fzkm) gegenübergestellt. Datengrundlage waren einerseits die Statistiken des Bundesamts für Statistik zu den Fahrleistungen und Fahrzeugbewegungen im Personenverkehr (BFS 2018a) sowie Sonderauswertungen aus der Statistik der Kosten und der Finanzierung des Verkehrs (BFS 2018b).

Für die 1. Iteration wurde angenommen, dass im MIV der Mineralölsteuerzuschlag und der zweckgebundene Teil der Mineralölsteuer¹² (2'750 Mio. Franken im MIV im 2014), die Nationalstrassenabgabe (Autobahnvignette, 309 Mio. Franken im MIV im 2014) sowie die Automobilsteuer (354 Mio. Franken im MIV im 2014) durch Mobility Pricing ersetzt werden. Hieraus ergab sich ein Durchschnittstarif Schweiz für den MIV von 6 Rp./Fzkm im 2015 (Tabelle 7). Es wurde angenommen, dass dieser Tarif auch im Jahr 2030 gilt.

¹² Für diese Untersuchung wird ein zweckgebundener Anteil von 60% gemäss Situation seit 1. Januar 2018 zugrunde gelegt.

Die Mineralölsteuer und der Zuschlag auf die Mineralölsteuer auf Treibstoffe waren bereits als variable Kosten im Verkehrsmodell integriert. Der Anteil dieser Einnahmen betrug im 2015 5 Rp./Fzkm im Schweizer Durchschnitt für die Personenwagen und Motorräder. Der Anteil der Automobilsteuer und Nationalstrassenabgabe, die fixe Kosten sind, am Durchschnittstarif Schweiz betrug 1 Rp./Fzkm. Der im Referenzzustand im Verkehrsmodell berücksichtigte variable Kostensatz für den MIV (16 Rp./Pkm bzw. 22 Rp./Fzkm unter Berücksichtigung eines durchschnittlichen Besetzungsgrades von 1.37 Personen pro Fahrzeug (laut GVM ZG) war demnach im Durchschnittstarif um einen 1 Rp./Fzkm zu erhöhen, da für die 1. Iteration die beiden «Fixkostenblöcke» Automobilsteuer und Nationalstrassenabgabe «variabilisiert» wurden.

Tabelle 7: Durchschnittstarif Schweiz MIV, 1. Iteration

	Einheit	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Zu kompensierende Einnahmen	Mio. CHF	3'539	3'504	3'509	3'442	3'413	3'317
Fahrleistungen MIV	Mio. Fzkm	53'786	54'441	55'486	56'464	57'423	58'414
Durchschnittstarif MIV Schweiz	CHF/Fzkm	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06

Tabelle INFRAS. Quellen: BFS 2018a, 2018b.

Ausgehend vom Durchschnittstarif Schweiz in Höhe von 6 Rp./Fzkm und der Prämisse der Einnahmenneutralität konnte auf Basis der Fahrleistungen gemäss Auswertungen aus dem Verkehrsmodell der Spitzenzeiten- sowie Grund- bzw. Randzeitentarif berechnet werden. Diese fielen je nach Spitzenzeitenperimeter unterschiedlich hoch aus. Wird die Vorgabe einer maximalen Spreizung zwischen Rand- bzw. Grundtarif sowie Spitzenzeitentarif umgesetzt, wäre in der Rand- bzw. Grundzeit keine Kilometerabgabe zu leisten (0 Rp./Fzkm).

Fraglich ist, ob im Tarifmodell 1 ein Grundtarif von 0 Rp./Fzkm die richtigen Anreize im Sinne des Mobility Pricings setzt, weil damit im ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters gelegenen Raum rund um die Uhr das Mobility Pricing kostenlos wäre. Das Prinzip «pay as you use» wäre damit quasi nicht eingehalten. Vor diesem Hintergrund wurden daher sowohl im MIV als auch im ÖV zusätzlich drei weitere Spreizungen, d.h. Differenz zwischen Grund-/Randzeitentarif und Spitzenzeitentarif, bei den folgenden Varianten der Tarifszenarien berücksichtigt:

- klein: bis 50%,
- mittel: rund 50–100%,
- gross: rund 100 und mehr%.

Im MIV bezieht sich die Spreizung auf die Differenz zwischen den im Verkehrsmodell zu berücksichtigenden variablen Kosten während der Grund-/Randzeit und der Spitzenzeit.¹³

Für eine erste grobe Abschätzung verkehrlicher Wirkungen und deren Einfluss auf die Prämisse der Einnahmenneutralität berücksichtigte das Tischmodell von INFRAS Elastizitäten. Tabelle 8 fasst die Ergebnisse für beide Tarifmodelle und unterschiedlich grosser Spreizungen für das grosse Spitzenzeitenperimeter zusammen.

Für die vorliegenden groben Abschätzungen wurde angenommen, dass die Gesamtpreiselastizität im MIV -0.15 beträgt, d.h. steigen die variablen Kosten im MIV um 100%, sinkt die Nachfrage um 15% (vgl. ARE 2012). Im Vergleich zu früheren Studien (z.B. Ecoplan/INFRAS 2007a) wird die Elastizität also etwas geringer eingeschätzt. Vor dem Hintergrund dieser sehr groben Abschätzungen erschien dieses Vorgehen zweckmässig. Allfällige Nachfrageeffekte im ÖV blieben unberücksichtigt (Modal-Split-Effekt).

Die Berücksichtigung einer einfachen Preiselastizität führt zu einer Nachfragedämpfung in den Spitzenzeiten (und einer Nachfrageerhöhung zu Randzeiten bzw. in Gebieten mit Grundtarif) und als Folge davon zu einer Verringerung der Einnahmen. Folglich werden im Tischmodell bei Berücksichtigung der Elastizitäten die Spitzenzeidentarife etwas angehoben, um die Prämisse der Einnahmenneutralität zu erfüllen.

Tabelle 8: Varianten Tarifszenarien MIV unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts (Elastizität = -0.15), grosses Spitzenzeitenperimeter

Sprei- zung	Tarifmodell 1 / Tarifszenario 1a			Tarifmodell 2 / Tarifszenario 1b		
	Spitzenzeit	Grundtarif	Spreizung	Spitzenzeit	Randzeit	Spreizung
klein	0.13 CHF/Fzkm (0.30 CHF/Fzkm)	0.04 CHF/Fzkm (0.21 CHF/Fzkm)	(43%)	0.11 CHF/Fzkm (0.28 CHF/Fzkm)	0.04 CHF/Fzkm (0.21 CHF/Fzkm)	(33%)
mittel	0.20 CHF/Fzkm (0.37 CHF/Fzkm)	0.02 CHF/Fzkm (0.19 CHF/Fzkm)	(95%)	0.16 CHF/Fzkm (0.33 CHF/Fzkm)	0.02 CHF/Fzkm (0.19 CHF/Fzkm)	(74%)
gross	0.25 CHF/Fzkm (0.42 CHF/Fzkm)	0.01 CHF/Fzkm (0.18 CHF/Fzkm)	(133%)	0.19 CHF/Fzkm (0.36 CHF/Fzkm)	0.01 CHF/Fzkm (0.18 CHF/Fzkm)	(100%)
maximal	0.29 CHF/Fzkm (0.46 CHF/Fzkm)	0.00 CHF/Fzkm (0.17 CHF/Fzkm)	(171%)	0.21 CHF/Fzkm (0.38 CHF/Fzkm)	0.00 CHF/Fzkm (0.17 CHF/Fzkm)	(124%)

Spitzenzeiten: 7–9 sowie 17–19 Uhr, Spitzenperimeter: gross

Werte in Klammern: gesamte variable Kosten (Input für Modell): MP Tarif plus weitere variable Kosten

Tabelle INFRAS.

¹³ Das heisst, die angestrebte prozentuale Spreizung bezieht sich beim MIV nicht nur auf den reinen Mobility-Pricing-Tarif, sondern auf die gesamten variablen Kosten der Verkehrsnutzenden, berücksichtigt also zusätzlich zum Mobility-Pricing-Tarif auch die weiteren variablen Kosten für z.B. Benzinkosten (gemäss GVM ZG sind dies zusätzliche 11 Rp./Fzkm). Im GVM ZG wurde für die variablen Kosten ein genereller Erfahrungswert (Treibstoff- und variable Unterhaltskosten) ohne Herleitung der einzelnen Komponenten verwendet.

Unter Berücksichtigung einer Elastizität von -0.15 nahm die Fahrleistung im MIV in der Schweiz (exkl. Untersuchungsgebiet) sowie bei Tarifmodell 2 im Untersuchungsgebiet exkl. Spitzenzeitenperimeter bei Einführung des Mobility Pricings um 0.7% ab, da sich die variablen Kosten um 1 Rp./Fzkm im Durchschnitt Schweiz erhöhen. Je nach Spreizung resultierten für das Untersuchungsgebiet (Tarifmodell 1, exkl. SZP) und im Spitzenzeitenperimeter unterschiedlich hohe Nachfrageänderungen (Tabelle 9). Bei einer mittleren Spreizung konnte – gemäss einfacher Elastizitätenrechnung – mit einer Nachfragedämpfung zu den Spitzenzeiten innerhalb des Spitzenzeitenperimeters von gut 8% gerechnet werden, bei einer grossen bis maximalen Spreizung sind auch etwas höhere Nachfrageeffekte von -11% bis -16% möglich.

Tabelle 9: Änderung der Fahrleistungen im MIV unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts

Spreizung	Tarifmodell 1 / Tarifszenario 1a			Tarifmodell 2 / Tarifszenario 1b	
	Untersuchungs- gebiet exkl. SZP	SZP (Rand- und Spit- zenzeiten)	SZP (Spitzenzeiten)	SZP (Rand- und Spit- zenzeiten)	SZP (Spitzenzeiten)
klein	+0.7%	-1.3%	-5.5%	-0.8%	-4.1%
mittel	+2.1%	-1.9%	-10.2%	-1.0%	-7.5%
gross	+2.7%	-2.5%	-13.6%	-1.0%	-8.9%
maximal	+3.4%	-2.9%	-16.4%	-1.2%	-10.9%

Spitzenzeiten: 7–9 sowie 17–19 Uhr, Spitzenperimeter (SZP): gross

Tabelle INFRAS.

Gewählte Tarifszenarien MIV 1. Iteration:

Im MIV wurde für die 1. Iteration für Tarifszenario 1a (Tarifmodell 1) eine mittlere Spreizung und für Tarifszenario 1b (Tarifmodell 2) die maximale Spreizung gewählt. Ein Randzeitentarif von 0 Rp./Fzkm bzw. die maximale Spreizung wurde für Tarifszenario 1b gewählt, um eine möglichst hohe Wirkung zu erzielen. Da bei Tarifmodell 1 mit einem Grundtarif von 0 Rp./Fzkm bzw. einer maximalen Spreizung das Grundprinzip «pay as you use» quasi nicht eingehalten wird, wurde für Tarifszenario 1a eine mittlere Spreizung gewählt. Auf diese Weise unterschieden sich die beiden Tarifmodelle der 1. Iteration etwas deutlicher, was die Bandbreite der Ergebnisse erhöhen sollte.

Gemäss Tischmodell war bei den gewählten Tarifszenarien von einem ähnlich hohen Rückgang der Fahrleistungen um rund 10–11% auszugehen war. Im Ergebnis resultierten im MIV folgende Tarifhöhen (Spitzenzeitentarif, Grund-/Randzeitentarif):

- Tarifszenario 1a: 0.20 CHF/Fzkm, 0.02 CHF/Fzkm (mittlere Spreizung variable Kosten: 95%)
- Tarifszenario 1b: 0.21 CHF/Fzkm, 0.00 CHF/Fzkm (max. Spreizung variable Kosten: 124%)

5.3.3. Herleitung der Tarifszenarien für den ÖV

Für die Ermittlung des Durchschnittstarifs Schweiz im ÖV wurden die schweizweiten Erträge aus den Transportentgelten im ÖV auf Strasse und Schiene der Verkehrsleistung (Pkm) gegenübergestellt (Tabelle 10). Für die 1. Iteration wurde angenommen, dass der Durchschnittstarif Schweiz im ÖV im Jahr 2030 rund 20 Rp./Pkm beträgt. Dieser lag damit leicht unter dem Durchschnittstarif von 22 Rp./Pkm im Jahr 2014, entspricht aber damit dem bisher im GVM ZG hinterlegten Kostensatz und erleichtert damit den Vergleich der Wirkungen mit und ohne Mobility Pricing. Da die Erträge bereits vollständig berücksichtigt wurden, gilt der Durchschnittstarif Schweiz im ÖV auch für die 2. Iteration (vgl. Kapitel 7).

Tabelle 10: Durchschnittstarif Schweiz ÖV, 1. und 2. Iteration

	Einheit	2010	2011	2012	2013	2014
Zu kompensierende Einnahmen	Mio. CHF	4'625	4'823	4'968	5'328	5'345
Verkehrsleistungen	Mio. Pkm	23'579	23'986	23'870	24'107	24'728
Durchschnittstarif ÖV Schweiz	CHF/Pkm	0.20	0.20	0.21	0.22	0.22

Tabelle INFRAS. Quellen: BFS 2017a, 2017b, 2017c.

Unter Berücksichtigung des Durchschnittstarifs Schweiz im ÖV in Höhe von 20 Rp./Pkm und der Prämisse der Einnahmenneutralität wurde analog dem Vorgehen für den MIV auf Basis der Verkehrsleistungen gemäss Auswertungen aus dem Verkehrsmodell der Spitzenzeiten- sowie Grund- bzw. Randzeitentarif berechnet. Dies erfolgte ebenfalls für die verschiedenen Spitzenzeitenperimeter und verschiedenen Spreizungen (vgl. Abschnitt 3.1). Da das Grundprinzip «Kompensation» im MIV in Bezug auf die Tarifgestaltung einschränkender ist als im ÖV, leiten sich die Spreizungen im ÖV von jenen im MIV ab. Im MIV erlaubt der im Vergleich zum ÖV relativ geringere Durchschnittstarif entsprechend geringere Spreizungen der Tarife als im ÖV. Daher wurde angenommen, dass die Festlegungen im MIV soweit möglich und sinnvoll auf den ÖV zu übertragen sind. Die Spreizungen im ÖV wurden daher analog dem MIV gemäss dem Prinzip der Intermodalität wie folgt definiert:

- klein: bis 50%,
- mittel: rund 50–100%,
- gross: rund 100 und mehr.

Aufgrund des höheren Niveaus der Kilometerabgabe im ÖV waren im Gegensatz zum MIV deutlich höhere Spreizungen, d.h. Differenzen zwischen Grund-/Randzeiten- und Spitzentarif, möglich. Die Tarife wurden so gewählt, dass eine möglichst ähnliche prozentuale Spreizung wie im MIV resultiert.

Für eine erste grobe Abschätzung verkehrlicher Wirkungen berücksichtigte das Tischmodell für den ÖV die gleiche Elastizität (-0.15) wie im MIV. Diese vereinfachte Annahme erschien vor dem Hintergrund früherer Berichte eher hoch (ASTRA 2007b), aber in Anbetracht aktueller Berichte moderat (ARE 2012). Es wäre auch grundsätzlich denkbar gewesen, verschiedene Gesamtpreiselastizitäten für den MIV und den ÖV zu verwenden. Da diese groben Abschätzungen indikativ waren und die Wirkungsabschätzung auf Basis des dynamisierten Verkehrsmodells erfolgte, schien die vereinfachte Annahme einer Elastizität von -0.15 im ÖV für die Herleitung möglicher Tarifszenarien für die 1. Iteration zweckmässig.

Tabelle 11 fasst die Ergebnisse für beide Tarifmodelle und unterschiedlich grosser Spreizungen für den ÖV für das grosse Spitzenzeitenperimeter zusammen.

Tabelle 11: Varianten Tarifszenarien ÖV unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts (Elastizität = -0.15), grosses Spitzenzeitenperimeter

Spreizung	Tarifmodell 1 / Tarifszenario 1a			Tarifmodell 2 / Tarifszenario 1b		
	Spitzenzeit	Grundtarif	Spreizung	Spitzenzeit	Randzeit	Spreizung
klein	0.25 CHF/Pkm	0.18 CHF/Pkm	39%	0.25 CHF/Pkm	0.17 CHF/Pkm	47%
mittel	0.31 CHF/Pkm	0.16 CHF/Pkm	94%	0.29 CHF/Pkm	0.15 CHF/Pkm	93%
gross	0.38 CHF/Pkm	0.14 CHF/Pkm	171%	0.31 CHF/Pkm	0.14 CHF/Pkm	121%
maximal	0.77 CHF/Pkm	0.00 CHF/Pkm	-	0.77 CHF/Pkm	0.00 CHF/Pkm	-

Spitzenzeiten: 7–9 sowie 17–19 Uhr, Spitzenzeitenperimeter: gross

Tabelle INFRAS.

Bei maximaler Spreizung konnte die Einnahmenneutralität für das Untersuchungsgebiet nicht gewährleistet werden, da der Nachfragerückgang zu Spitzenzeiten nicht kompensiert werden konnte. Für beide Tarifmodelle wurde der Spitzenzeitentarif bei maximaler Spreizung so gewählt, dass die Unter-/Überdeckung minimiert wird. Bei Tarifmodell 1 beträgt die Unterdeckung rund 34% und bei Tarifmodell 2 rund 12%, d.h. die Einnahmen mit Mobility Pricing liegen um rund 34% bzw. 12% unter den Einnahmen ohne Mobility Pricing.

Unter Berücksichtigung des Grundprinzips der Intermodalität wurde im ÖV das Tarifszenario gewählt, bei dem die relative Spreizung für das jeweilige Tarifmodell ähnlich der Spreizung im MIV ist (gleiche prozentuale Differenz der variablen Kosten). Dementsprechend wurde im ÖV für das Tarifszenario 1a (Tarifmodell 1) eine kleinere und für das Tarifszenario 1b (Tarifmodell 2) eine mittlere Spreizung gewählt.

Bei Einführung eines Mobility Pricings resultierten gemäss Tischmodell für das Untersuchungsgebiet (Tarifmodell 1, exkl. SZP) und im Spitzenzeitenperimeter je nach Spreizung unterschiedlich hohe Nachfrageänderungen (Tabelle 12).

Tabelle 12: Änderung der Verkehrsleistungen im ÖV unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts

Spreizung	Tarifmodell 1 / Tarifszenario 1a			Tarifmodell 2 / Tarifszenario 1b	
	Untersuchungs- gebiet exkl. SZP	SZP (Rand- und Spit- zenzeiten)	SZP (Spitzenzeiten)	SZP (Rand- und Spit- zenzeiten)	SZP (Spitzenzeiten)
klein	+1.5%	-0.5%	-3.8%	-0.1%	-3.8%
mittel	+3.0%	-1.3%	-8.3%	-0.3%	-6.8%
gross	+4.5%	-2.4%	-13.5%	-0.4%	-8.2%
maximal	+15%	-7.2%	-42.8%	-7.2%	-42.8%

Spitzenzeiten: 7–9 sowie 17–19 Uhr, Spitzenzeitenperimeter (SZP): gross

Tabelle INFRAS.

Gewählte Tarifszenarien ÖV 1. Iteration:

Im ÖV wurde für die 1. Iteration für Tarifszenario 1a (Tarifmodell 1) eine mittlere Spreizung und für Tarifszenario 1b (Tarifmodell 2) eine grosse Spreizung gewählt, wobei gemäss Tischmodell von einem ähnlich hohen Rückgang der Verkehrsleistungen um rund 8% ausgegangen wurde. Im Ergebnis resultierten im ÖV folgende Tarifhöhen (Spitzenzeitentarif, Grund-/Randzeitentarif):

- Tarifszenario 1a: 0.31 CHF/Pkm, 0.16 CHF/Pkm (mittlere Spreizung variable Kosten: 94%)
- Tarifszenario 1b: 0.31 CHF/Pkm, 0.14 CHF/Pkm (grosse Spreizung variable Kosten: 121%)

5.4. Übersicht der gewählten Tarifszenarien für die 1. Iteration

In Tabelle 13, Abbildung 23 und Abbildung 24 sind die Tarifszenarien für den MIV und ÖV der 1. Iteration nochmals zusammengefasst. Für den MIV werden in Tabelle 13 zusätzlich in Klammern die variablen Kosten als Input für das Modell dargestellt.

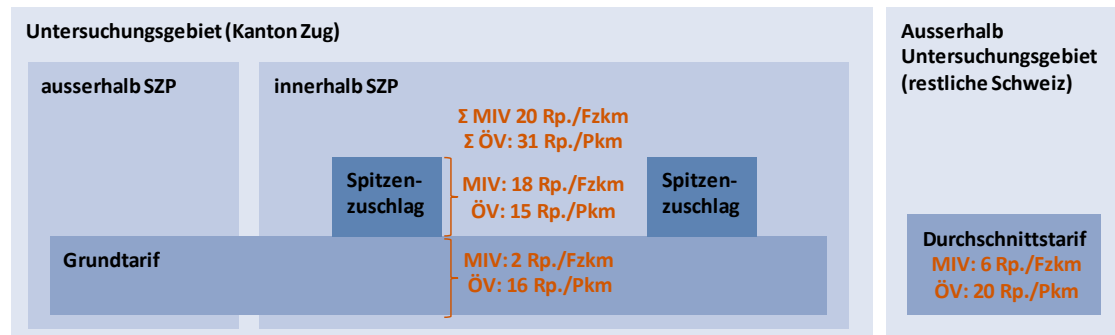
Tabelle 13: Übersicht Tarife MIV und ÖV für die 1. Iteration

	Tarifmodell 1 / Tarifszenario 1a			Tarifmodell 2 / Tarifszenario 1b		
	Spitzenzeit	Grundtarif	Spreizung	Spitzenzeit	Randzeit	Spreizung
MIV	0.20 CHF/Fzkm (0.37 CHF/Fzkm 0.27 CHF/Pkm)	0.02 CHF/Fzkm (0.19 CHF/Fzkm 0.14 CHF/Pkm)	(95%)	0.21 CHF/Fzkm (0.38 CHF/Fzkm 0.28 CHF/Pkm)	0.00 CHF/Fzkm (0.17 CHF/Fzkm 0.12 CHF/Pkm)	(124%)
ÖV	0.31 CHF/Pkm	0.16 CHF/Pkm	94%	0.31 CHF/Pkm	0.14 CHF/Pkm	121%

Werte in Klammern: gesamte variable Kosten MIV (Input für Modell): MP-Tarif plus weitere variable Kosten

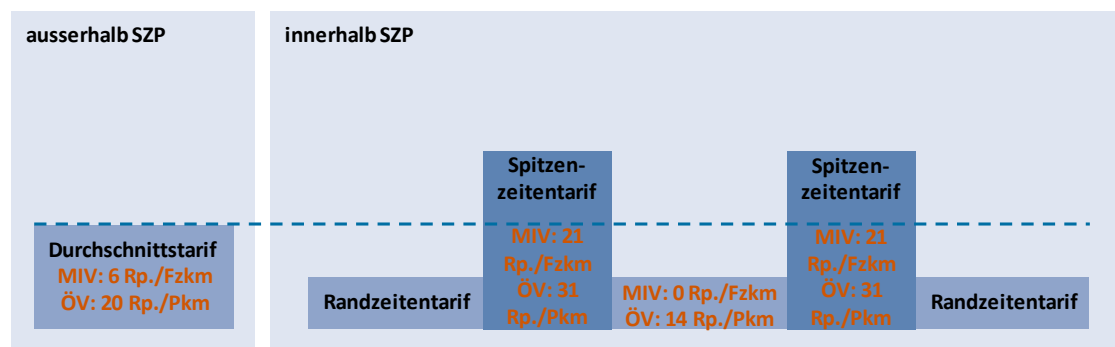
Tabelle INFRAS.

Abbildung 23: Tarifszenarien 1a im MIV und ÖV



Grafik INFRAS.

Abbildung 24: Tarifszenarien 1b im MIV und ÖV



Grafik INFRAS.

6. Wirkungsanalyse 1. Iteration

6.1. Verkehrliche Wirkungen

6.1.1. Grundlegendes

Eine grundlegende Annahme der Modellrechnungen ist, dass die Verkehrserzeugung, also die Anzahl Wege pro Bezugsperson und Strukturdatengrösse und somit das Gesamtverkehrsaufkommen (Anzahl Wege) über den Tag, in allen Szenarien gleichbleibt. Bei den zu erwarteten sehr moderaten Angebotsveränderungen kann von einem vernachlässigbaren Einfluss auf die Mobilitätsraten (Anzahl Wege pro Person und Fahrtzweck) ausgegangen werden, für deren Veränderung zudem keine empirischen Grundlagen vorhanden sind. Veränderungen im Verkehrsverhalten sind somit in den drei letzten Stufen des Vier-Stufen-Modells (Ziel-, Verkehrsmittel- und Routenwahl), sowie natürlich in der hier zusätzlich berücksichtigten Wahl der Abfahrtszeit, zu erwarten.

Das Nachfragemodell des GVM ZG (in der Software VISEVA) berechnet nur Wege innerhalb des Modellgebiets; der Aussenverkehr (im Referenzfall aus dem Nationalen Personenverkehrsmodell übernommen) wird bezüglich Volumen und Verteilung unverändert beibehalten (konstant gehalten), aber bei der Wahl der Abfahrtszeit mitberücksichtigt. Der Strassengüterverkehr je Stundenscheibe wird konstant gehalten, aber er kann das Routenwahlverhalten durch die veränderten PW-Belastungen anpassen.

6.1.2. Ziel- und Verkehrsmittelwahl

Die Ziel- und Verkehrsmittelwahl für den DWV wird folgendermassen neu berechnet:

- Die aus den Einzelstunden neu ermittelten Kenngrössenmatrizen werden nachfragegewichtet zu Tageswerten aggregiert.
- Die neuen Kenngrössen werden sodann in das Nachfragemodell (VISEVA) eingelesen und bei der Verschiebung der Anteile berücksichtigt.
- Die Verteilung und Aufteilung auf Ziele und Verkehrsmittel wird vom Modell simultan berechnet.

Eine Berechnung der Ziel- und Verkehrsmittelwahl je Stundenscheibe ist in VISEVA (wie in allen anderen makroskopischen Nachfragesoftware) nicht möglich, wäre aber ein interessantes aber, sowohl methodisch als auch programmiertechnisch, auch sehr herausforderndes Forschungsthema. Zu der kurz- bis mittelfristigen Wirkung des dynamischen Pricings auf die langfristigen Entscheidungen, wie die Wahl des Wohnorts oder des Arbeitsplatzes, gibt es wenig

gesicherte Erkenntnisse. Sie dürfte aber im Verhältnis zu den kurzfristigen Entscheidungen (Abfahrtszeit, Routenwahl) gering sein, insbesondere bei der hier angesetzten eher kleinräumigen Ausdehnung des Pricing-Gebiets.

Bei der Berechnung der Ziel- und Verkehrsmittelwahl resultieren im Vergleich zum Referenzfall im Tagesverkehr sehr geringe Veränderungen (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: Ergebnisse Ziel- und Verkehrsmittelwahl (DWV)

Modus	Referenz		Tarifsszenario 1a			Tarifsszenario 1b		
	# Wege [Mio.]	Anteil [%]	# Wege [Mio.]	Anteil [%]	Diff. ggü. Ref. [%]	# Wege [Mio.]	Anteil [%]	Diff. ggü. Ref. [%]
Fuss	2.06	29.0	2.07	29.1	+0.45	2.07	29.1	+0.44
Velo	0.45	6.3	0.45	6.3	+0.49	0.45	6.3	+0.48
MIV	3.20	45.1	3.18	44.8	-0.64	3.18	44.8	-0.64
ÖV	1.39	19.6	1.40	19.7	+0.65	1.40	19.7	+0.68
Total	7.10		7.10		±0.00	7.10		±0.00

Die Vorgabe der Einnahmenneutralität führen dazu, dass die Kostenvariablen über den Tag gemittelt in allen Szenarien weitestgehend gleichbleiben. Eine Ausnahme bilden die MIV-Kosten, bei denen ein zusätzlicher Rappen pro Fahrzeugkilometer «variabilisiert» wird und die im Modell berücksichtigten Kilometerkosten somit um diesen Wert steigen. Daraus resultiert in den Tarifsszenarien 1a und 1b gegenüber dem Referenzfall ein geringfügig tieferer Modal-Split-Anteil für den MIV. Die dort abgezogenen Fahrten werden laut VISEVA-Ergebnis (vgl. Tabelle 14) zu ähnlichen Teilen vom ÖV und vom Langsamverkehr übernommen.

6.1.3. Wahl der Abfahrtszeit

Tabelle 15 (MIV) und Tabelle 16 (ÖV) zeigen die Verschiebung der Abfahrtszeiten aus den Spitzenstunden in die in der Tabelle aufgeführten Vor- bzw. Nachgängerstunden im MIV und ÖV für das Tarifsszenario 1a, Tabelle 17 (MIV) und Tabelle 18 (ÖV) für das Tarifsszenario 1b.

Die Grössenordnung des Wirkungspotenzials der Mobility-Pricing-Massnahmen ergibt sich aus der Anzahl an «potenziell verschiebbaren Wegen», welche ihrerseits aus der räumlichen Ausdehnung der Massnahmen (Spitzenzeitenperimeter), der Verteilung der Fahrtzwecke in den betrachteten Stunden sowie den flexiblen Anteilen resultieren. Diese Anzahl ist im ÖV tendenziell geringer als im MIV, da hier in den Spitzenstunden die weniger flexiblen Fahrtzwecke (Arbeits- und Bildungspendlerwege) dominieren.

Insgesamt sind die Ergebnisse der Tarifszenarien 1a und 1b sehr ähnlich und werden hier am Beispiel des Tarifszenarios 1a erläutert. In der Morgenspitze könnten im MIV ca. 20'000 PW-Fahrten in die Vorgängerstunde (von der Zeitscheibe 7–8 Uhr in die Zeitscheibe 6–7 Uhr) und ca. 15'000 in die Nachgängerstunde (von der Zeitscheibe 8–9 Uhr in die Zeitscheibe 9–10 Uhr) verschoben werden. Von diesem Potenzial werden ca. 20% aller Fahrten tatsächlich verschoben. Dies gilt ebenso für die Abendspitze, wo das Potential mit ca. 26'000 bzw. ca. 23'000 Fahrten für die Vor- und Rückverschiebung aber etwas höher liegt. Eine Verschiebung innerhalb der Pricing-Periode oder in eine nicht angrenzende Stunde (z.B. von 7–8 Uhr nach 11–12 Uhr) sind modelltechnisch nicht vorgesehen. Im ÖV ist die absolute Anzahl an verschiebbaren Fahrten aufgrund des tieferen Modal-Split-Anteils deutlich geringer als im MIV. In der Morgenspitze werden von den ca. 7'000 vor- und ca. 5'000 rückverschiebbaren Wegen ca. 27% tatsächlich verschoben. In der Abendspitze liegen sowohl die potenziell verschiebbaren Wege (ca. 8'500 bzw. ca. 6'500) als auch deren verschobene Anteile (ca. 29% bzw. ca. 33%) leicht höher.

Tabelle 15: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 1a – MIV)

Uhrzeit	Potenziell verschiebbare PW-Fahrten	Verschobene PW-Fahrten	Anteil [%]
06:00 – 07:00	19'633	4'020	20.5
09:00 – 10:00	15'486	3'112	20.1
16:00 – 17:00	26'429	5'737	21.7
19:00 – 20:00	22'911	4'962	21.7

Tabelle 16: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 1a – ÖV)

Uhrzeit	Potenziell verschiebbare ÖV-Wege	Verschobene Wege	Anteil [%]
06:00 – 07:00	6'837	1'856	27.1
09:00 – 10:00	5'019	1'328	26.5
16:00 – 17:00	8'602	2'454	28.5
19:00 – 20:00	6'456	2'121	32.9

Tabelle 17: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 1b – MIV)

Uhrzeit	Potenziell verschiebbare PW-Fahrten	Verschobene PW-Fahrten	Anteil [%]
06:00 – 07:00	19'619	4'071	20.8
09:00 – 10:00	15'475	3'176	20.5
16:00 – 17:00	26'407	5'841	22.1
19:00 – 20:00	22'890	5'054	22.1

Tabelle 18: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifsszenario 1b – ÖV)

Uhrzeit	Potenziell verschiebbare ÖV-Wege	Verschobene Wege	Anteil [%]
06:00 – 07:00	6'842	1'893	27.7
09:00 – 10:00	5'023	1'355	27.0
16:00 – 17:00	8'612	2'471	28.7
19:00 – 20:00	6'465	2'160	33.4

6.1.4. Fahr- bzw. Verkehrsleistungen

Abbildung 25 und Abbildung 26 zeigen die Verschiebungen der Tagesganglinie (gemessen in PW-Fahr- bzw. ÖV-Verkehrsleistungen in Fahrzeug- bzw. Personenkilometern) in den beiden Tarifsszenarien für das Untersuchungsgebiet. Aus Abbildung 27 und Abbildung 28 sind die Veränderungen der Fahr- bzw. Verkehrsleistungsanteile am Tagesgesamtverkehr ersichtlich.

Abbildung 25: Vergleich Tarifsszenarien vs. Referenz: Ganglinie der PW-Fahrleistungen (Kanton Zug)

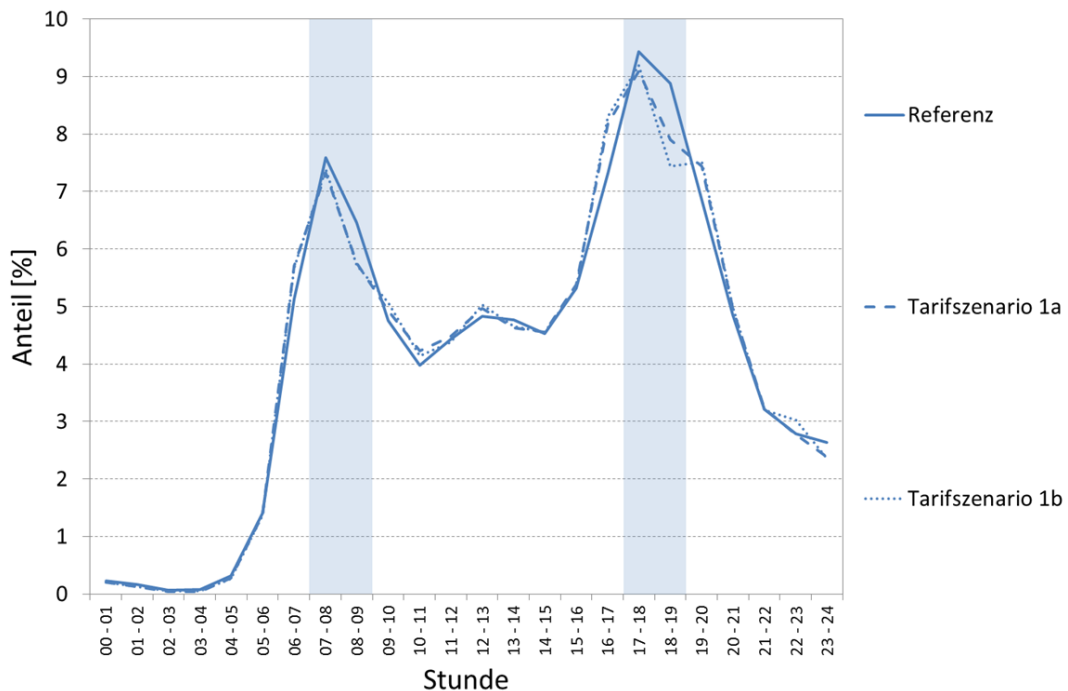


Abbildung 26: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Ganglinie der ÖV-Fahrleistungen (Kanton Zug)

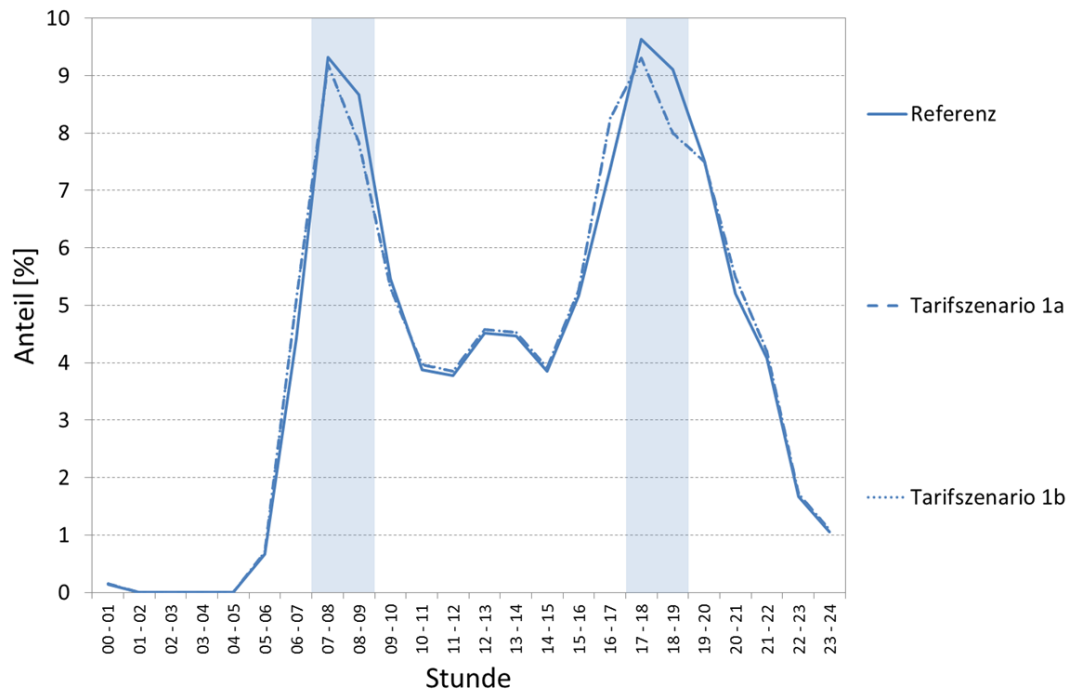


Abbildung 27: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Veränderung Anteile an PW-Fahrleistung (Kanton Zug)

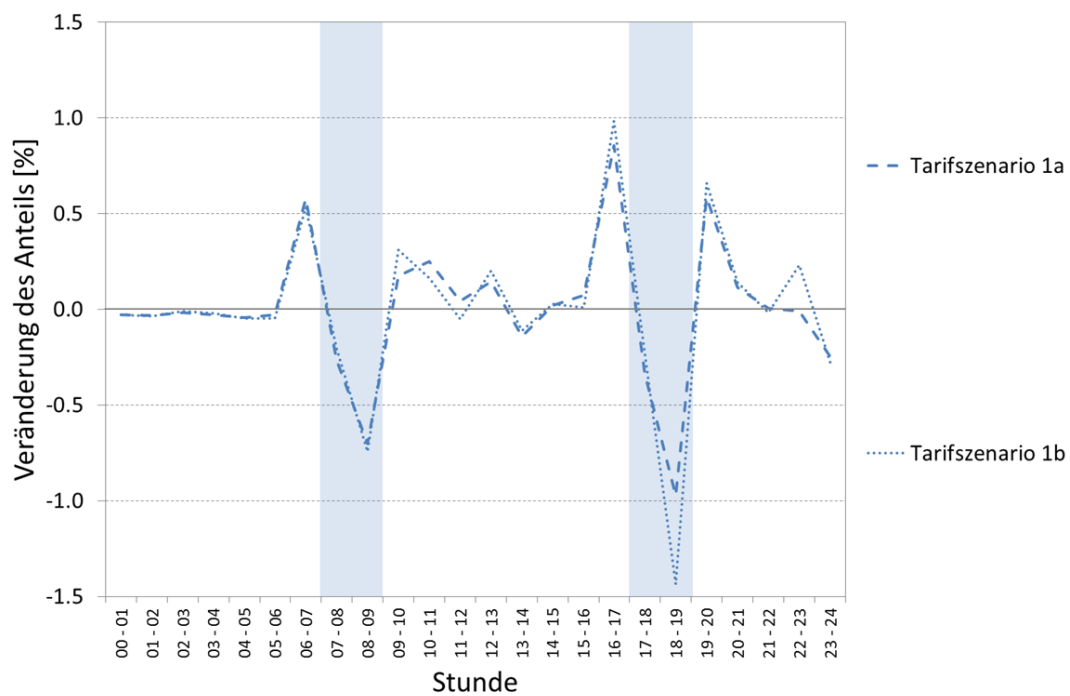


Abbildung 28: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Veränderung Anteile an ÖV-Verkehrsleistung (Kanton Zug)

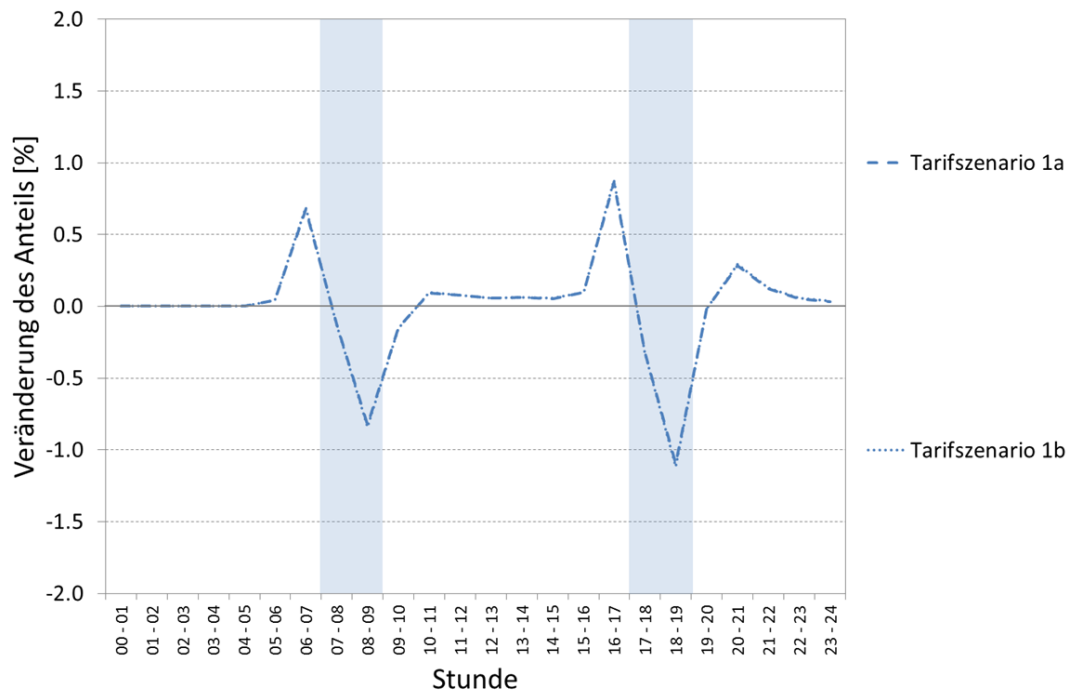


Tabelle 19 und Tabelle 20 zeigen die Veränderungen der PW-Fahrleistungen bzw. ÖV-Verkehrsleistungen im Kanton Zug in der Morgenspitze auf.

Tabelle 19: Ergebnisse Veränderungen der PW-Fahrleistungen Tarifszenarien 1a und 1b vs. Referenz (Kanton Zug)

Uhrzeit	PW-Fahrleistung [Fzkm]			Veränderung [%]	
	Referenz	Tarifszenario 1a	Tarifszenario 1b	Tarifszenario 1a	Tarifszenario 1b
06:00 – 07:00	153'413	165'822	164'589	+8.1	+7.3
07:00 – 08:00	226'779	212'583	214'400	-6.3	-5.5
08:00 – 09:00	193'198	167'305	166'142	-13.4	-14.0
09:00 – 10:00	141'989	143'058	147'030	+0.8	+3.6

Tabelle TransOptima. Quelle: GVM ZG.

Tabelle 20: Ergebnisse Veränderungen der ÖV-Verkehrsleistungen Tarifszenarien 1a und 1b vs. Referenz (Kanton Zug)

Uhrzeit	ÖV-Verkehrsleistung [Pkm]			Veränderung [%]	
	Referenz	Tarifszenario 1a	Tarifszenario 1b	Tarifszenario 1a	Tarifszenario 1b
06:00 – 07:00	71'337	79'104	79'442	+10.9	+11.4
07:00 – 08:00	150'096	148'796	149'073	-0.9	-0.7
08:00 – 09:00	139'480	125'191	125'073	-10.2	-10.3
09:00 – 10:00	87'823	84'632	84'740	-3.6	-3.5

Tabelle TransOptima. Quelle: GVM ZG.

Aus Tabelle 21 sind die auf die beiden Tarifzeiten aggregierten Veränderungen der Fahr- bzw. Verkehrsleistungen im Untersuchungsgebiet (Kanton Zug) im MIV und ÖV ersichtlich.

Tabelle 21: Ergebnisse Veränderungen der Fahr- bzw. Verkehrsleistungen Tarifszenarien 1a und 1b vs. Referenz im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet)

Zeitraum	MIV		ÖV	
	Tarifszenario 1a	Tarifszenario 1b	Tarifszenario 1a	Tarifszenario 1b
Morgenspitze	-9.6%	-9.4%	-5.4%	-5.3%
Abendspitze	-9.8%	-11.7%	-8.6%	-8.6%
«Off-Peak» (Rest)	+0.4%	+0.9%	+2.9%	+2.9%
Ganzer Tag (DWV)	-2.9%	-2.8%	-1.0%	-0.8%

Tabelle TransOptima. Quelle: GVM ZG.

In beiden Tarifszenarien können die Verkehrsspitzen sowohl am Morgen als auch am Abend gebrochen werden. Die höchste Reduktion resultiert für den MIV im Tarifszenario 1b. Die Wirkungen in der Abendspitze sind für den MIV wie den ÖV und für beide Tarifszenarien höher als in der Morgenspitze. Ursächlich hierfür sind die höheren Anteile flexibler Fahrtzwecke.

Die grösste Reduktion in den Spitzenzeiten ergibt sich bei Tarifszenario 1b im MIV in der Abendspitze mit knapp 12%. Die geringste Wirkung zeigt sich – unabhängig vom gewählten Tarifszenario – im ÖV in der Morgenspitze. Im ÖV sind die Reduktionen in den Spitzenzeiten im Vergleich zum MIV etwas geringer. Grund hierfür ist v.a. der geringere Anteil flexibler Fahrtzwecke. Zudem ist im ÖV die Nutzenkomponente «Fahrzeit» zwischen den Szenarien konstant (da keine Fahrplanänderungen implementiert werden) und fällt somit im Gegensatz zum MIV (wo die Fahrzeiten belastungsabhängig sind) als Kriterium für die Bewertung und die Wahl der Abfahrtszeit weg. Die Wirkungen der Tarifszenarien 1a und 1b unterscheiden sich im ÖV kaum. Im Gegensatz zum MIV sind die Wirkungen im ÖV in der Abendspitze identisch. Über den gesamten Tag betrachtet reduzieren sich in beiden Tarifszenarien die Fahrleistungen im MIV um knapp 3% bzw. die Verkehrsleistungen im ÖV um ca. 1%.

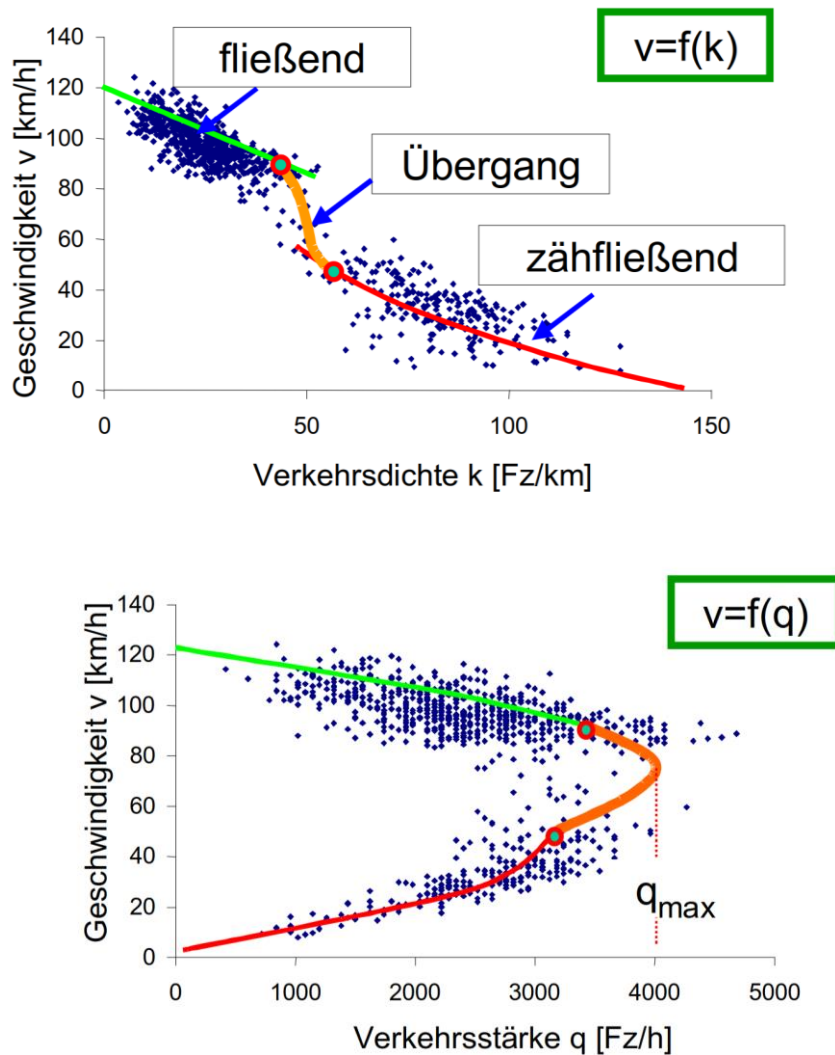
Da im MIV die Abendspitze deutlich stärker ausgeprägt ist als die Morgenspitze, hat Tarifszenario 1b gewisse Vorteile gegenüber Tarifszenario 1a. Zudem sind die Wirkungen im MIV über alle Spitzenstunden betrachtet im Tarifszenario 1b höher als im Tarifszenario 1a. Gestützt auf die verkehrlichen Wirkungen wäre Tarifszenario 1b dem Tarifszenario 1a vorzuziehen.

Vor dem Hintergrund der Einschätzungen der verkehrlichen Wirkungen im Hinblick auf das Brechen von Verkehrsspitzen verschiedener Modelle von Mobility oder Road Pricing sowie zeitlicher differenzierter ÖV-Tarife (vgl. INFRAS 2016, S. 111) erscheint eine Reduktion der Fahr- bzw. Verkehrsleistungen in den Spitzenstunden von durchschnittlich rund 10% im MIV bzw. 7% im ÖV als eher gering.

Exkurs: Zusammenhang zwischen Verkehrsmenge und Staurisiko

Der Zusammenhang zwischen Verkehrsdichte (Fz/km) bzw. Verkehrsstärke (Fz/h) zur Fahrgeschwindigkeit zeigt im Bereich der Kapazitätsgrenze ein ausgeprägtes nicht-lineares Verhalten. Dies bedeutet, dass schon geringe Rückgänge bei den Verkehrsmengen zu signifikanten Erhöhungen der durchschnittlich gefahrenen Geschwindigkeiten führen. Umgekehrt, wenn nur ein paar Fahrzeuge im Übergangsbereich dazukommen, beginnt der Verkehrsfluss instabil zu werden und die Fahrgeschwindigkeit sackt ab. In Abbildung 29 ist dieser Zusammenhang mit empirischen Daten dargestellt.

Abbildung 29: Zusammenhang Verkehrsdichte bzw. Verkehrsstärke zur Geschwindigkeit (Ausserorts-Strasse)



Quelle: Wu (2000)

6.1.5. Streckenbelastungen und -auslastungen

Insgesamt liegen die im GVM ZG berechneten Auswirkungen der Mobility-Pricing-Tarifszenarien verglichen mit anderen verkehrsplanerischen Massnahmen wie z.B. Infrastrukturausbauten im Bereich der erwarteten Grössenordnungen. In Anhang A sind die Veränderungen der Streckenbelastungen von Szenario 1a gegenüber dem Referenzfall für die relevanten Stunden (6–10 Uhr und 16–20 Uhr) beispielhaft aufgeführt.

Im Allgemeinen reagieren Wege, welche eine lange Distanz innerhalb des Spitzenstundenperimeters zurücklegen, stärker auf das Pricing, da dieses distanzabhängig ist. Die Abfahrtszeiten solcher Wege werden also überproportional stark nach vorne bzw. hinten verschoben. Sehr lange Wege (länger als 1 Stunde), welche nach vorne verschoben werden, sind aber in der nachfolgenden Pricing-Stunde aufgrund der langen Fahrtdauer teilweise noch im Netz unterwegs. Dies führt in der Pricing-Stunde zu einer Reduktion der Entlastungen sowohl bei den Netzbelastungen als auch bei den Fahrleistungen. Aus diesem Grund ist die Wirkung der Tariffszenarien in der zweiten Pricing-Stunde durchwegs grösser – hier werden die Wege ja nach hinten verschoben, und längere Fahrten überlappen dann allenfalls in die zweite Stunde nach der Pricing-Stunde, wo sie problemlos von den vorhandenen Netzkapazitäten aufgenommen werden können.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Veränderungen der Strassenauslastung (PW und LKW) für die beiden Zweistunden-Pricingperioden am Morgen (7–9 Uhr) und am Abend (17–19 Uhr) aufgeführt. Dabei werden für die Belastungen und Kapazitäten jeweils Mittelwerte aus den beiden betrachteten Einzelstunden berechnet. Die Nachfrage des Strassengüterverkehrs wurde in den Berechnungen konstant gehalten. Durch den zufallsbehafteten Prozess des Verkehrsablaufs in hochbelasteten Netzen (Staubildung), welcher von einer Vielzahl von Randbedingungen abhängt, ist es kaum möglich, exakte Schlussfolgerungen bezüglich der Auswirkungen auf die Staubildung zu ziehen. Es können aber Rückschlüsse auf die Reduktion der möglichen instabilen Verkehrszustände (Level of Service D und höher) gezogen werden.

In Tabelle 22 ist der Referenzzustand abgebildet. Hier zeigt sich, dass die stark ausgelasteten Strecken längenmässig nur einen kleinen Teil des Gesamtstrassennetzes im Kanton Zug ausmachen, also lokal konzentriert sind. Die Ergebnisse der beiden Szenarien (Tabelle 23 und Tabelle 24) zeigen, dass die Tariffszenarien 1a und 1b besonders auf den hoch ausgelasteten Strecken Verbesserungen bringen.

Tabelle 22: Streckenlänge nach Strassenauslastung (PW und LKW) Referenz (Kanton Zug)

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr		Abendspitzenstunden 17–19 Uhr	
	Absolut (km)	Anteil	Absolut (km)	Anteil
< 80%	1689.7	98.8%	1666.1	97.4%
80–90%	10.3	0.6%	21.9	1.3%
90–100%	4.4	0.3%	5.9	0.3%
> 100%	6.6	0.4%	17.1	1.0%
> 80%	21.3	1.2%	44.9	2.6%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

Tabelle 23: Veränderungen der Streckenlänge nach Strassenauslastung (PW und LKW) Tarifszenario 1a vs. Referenz (Kanton Zug)

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr		Abendspitzenstunden 17–19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80–90%	-2.3	-22%	-10.4	-47%
90–100%	-2.7	-62%	-0.3	-5%
> 100%	-2.2	-34%	-8.1	-47%
> 80%	-7.2	-34%	-18.8	-42%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

Tabelle 24: Veränderungen der Streckenlänge nach Strassenauslastung (PW und LKW) Tarifszenario 1b vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr		Abendspitzenstunden 17–19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80–90%	-1.9	-19%	-5.0	-23%
90–100%	-0.2	-4%	+3.0	+51%
> 100%	-4.6	-70%	-9.1	-53%
> 80%	-6.7	-31%	-11.1	-25%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung getrennt nach Bahn- und Busstrecken innerhalb des Untersuchungsperimeters aufgeführt. Die Ergebnisse für die beiden Szenarien 1a und 1b sind im ÖV sehr ähnlich, da die dynamische ÖV-Umlegung im Gegensatz zur MIV-Umlegung kein stochastisches Verfahren (mit einer Zufallskomponente in der Berechnung der Verteilung des Verkehrs auf verschiedene Routen) ist, sondern die Routenwahl in jedem Modelldurchlauf exakt gleich bleibt. Auch ist die ÖV-Routenwahl aufgrund der Netzstruktur viel beschränkter als im MIV. Für die Berechnungen der Veränderungen wurden beim ÖV aufgrund der geringen Längen in den beiden Klassen 80%–90% und 90%–100% diese zu einer Klasse (80%–100%) zusammengefasst, da sonst die prozentualen Veränderungen oft nicht zu berechnen sind. Die Veränderungen durch die Pricing-Tarife wirken auf den hochausgelasteten Strecken und deren Anteil verringert sich. Bei der Bahn bedeutet eine Auslastung von mehr als 100 %, dass nicht alle Passagiere einen Sitzplatz finden und daher während der Zugfahrt stehen müssen. Beim Bus bedeuteten 100 % Auslastung, dass sowohl die Sitz- als auch Stehplätze belegt sind und zusätzliche Passagiere nicht mehr oder nur unter sehr unkomfortablen Umständen einsteigen können.

Tabelle 25: Streckenlänge nach ÖV-Streckenauslastung (Bahn) Referenz (Kanton Zug)

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr		Abendspitzenstunden 17–19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
< 80%	59.9	73.9%	67.9	83.6%
80–90%	1.4	1.7%	5.7	7.0%
90–100%	9.7	12.0%	4.7	5.8%
> 100%	10.1	12.5%	2.9	3.6%
> 80%	21.2	26.1%	13.3	16.4%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

Tabelle 26: Streckenlänge nach ÖV-Streckenauslastung (Bus) Referenz (Kanton Zug)

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr		Abendspitzenstunden 17–19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
< 80%	318.9	98.2%	322.3	99.3%
80–90%	2.0	0.6%	0.0	0.0%
90–100%	0.9	0.3%	0.0	0.0%
> 100%	3.0	0.9%	2.4	0.7%
> 80%	5.9	1.8%	2.4	0.7%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

Tabelle 27: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bahn) Tarifszenario 1a vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr		Abendspitzenstunden 17–19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80–100%	+1.2	+11%	1.5	+14%
> 100%	-1.1	-11%	-2.9	-100%
> 80%	+0.1	±0%	-1.4	-11%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

Tabelle 28: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bus) Tarifszenario 1a vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr		Abendspitzenstunden 17–19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80–100%	+0.4	+15%	-0.4	k.A.
> 100%	-0.4	-3%	-1.6	-67%
> 80%	±0.0	±0%	-2.0	-83%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

Tabelle 29: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bahn) Tarifszenario 1b vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr		Abendspitzenstunden 17–19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80–100%	1.2	+11%	-3.8	-37%
> 100%	-1.1	-11%	-1.9	-66%
> 80%	+0.1	±0%	-5.7	-43%

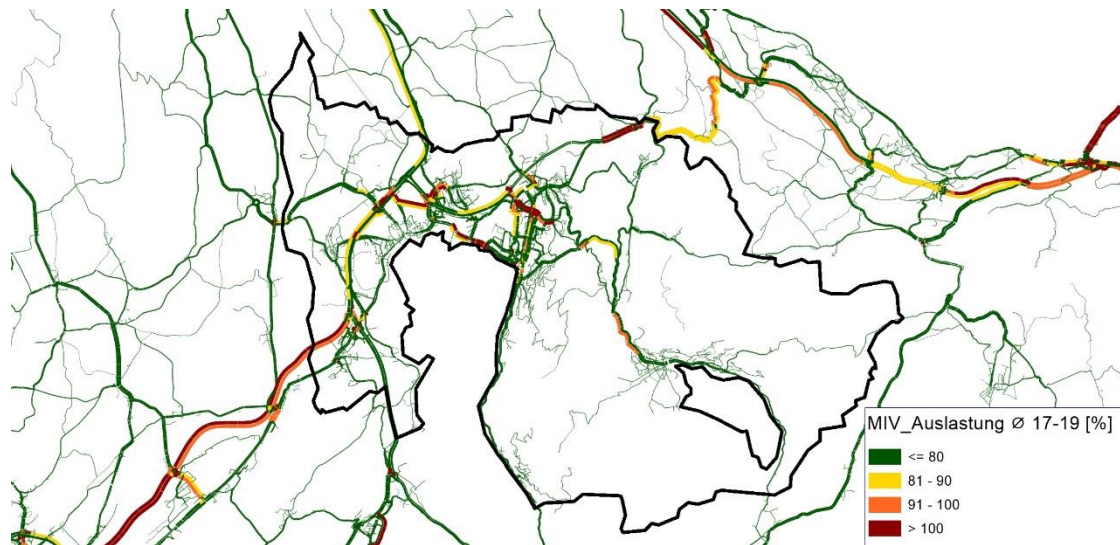
Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

Tabelle 30: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bus) Tarifszenario 1b vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr		Abendspitzenstunden 17–19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80–100%	±0.0	±0%	+1.6	k.A.
> 100%	±0.0	±0%	-1.6	-57%
> 80%	±0.0	±0%	±0.0	±0%

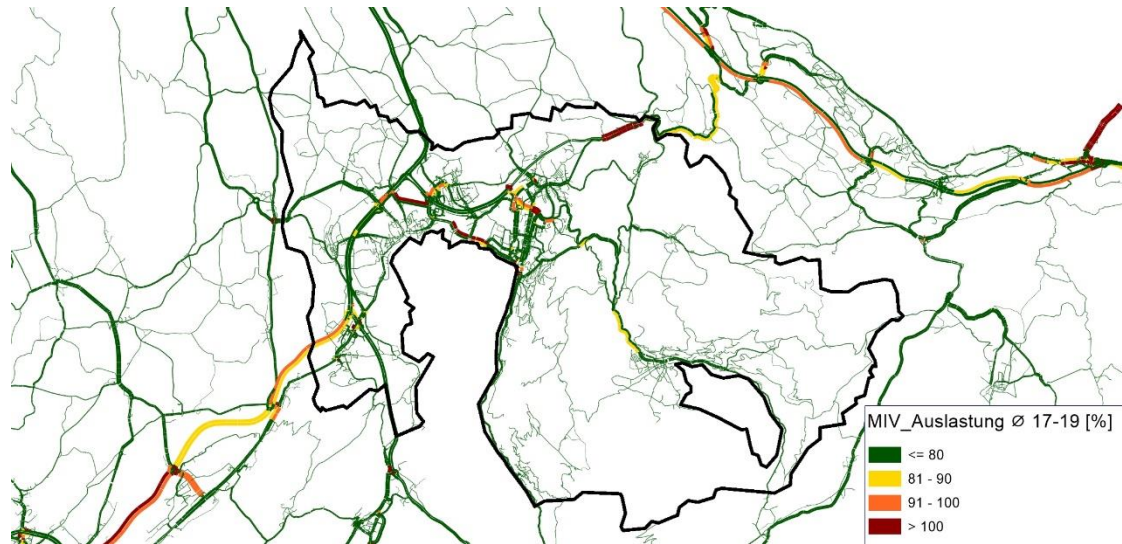
Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

Exemplarisch für die Abendspitzenperiode von 17 bis 19 Uhr ist für den MIV und ÖV die Auslastung für den Referenzfall sowie die Tarifszenarien 1a und 1b in den folgenden Abbildungen dargestellt.

Abbildung 30: Auslastung MIV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Referenz

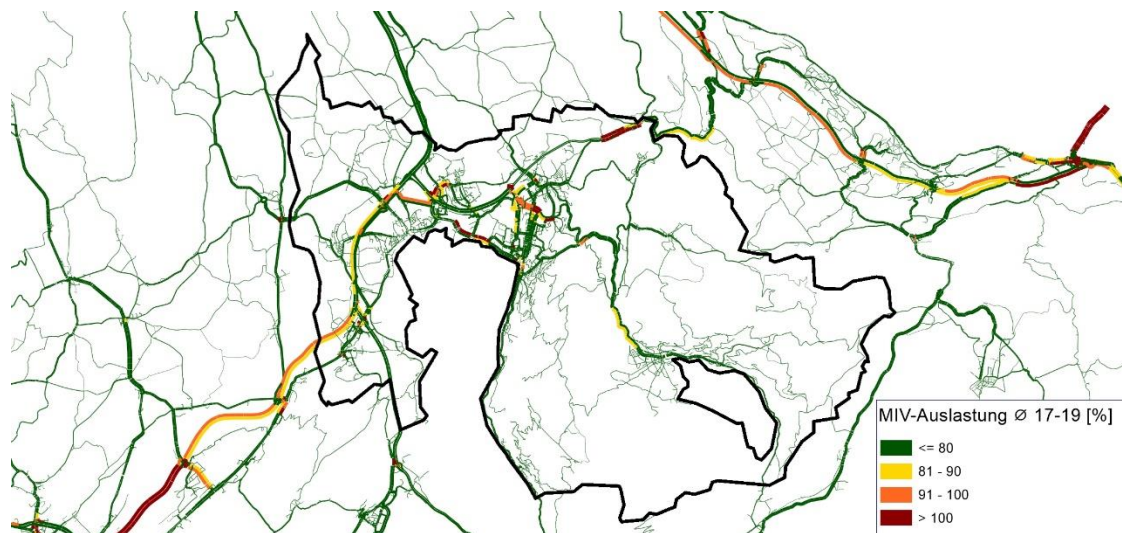
Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG.

Abbildung 31: Auslastung MIV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 1a



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG.

Abbildung 32: Auslastung MIV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 1b



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG.

Abbildung 33: Auslastung ÖV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Referenz



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG.

Abbildung 34: Auslastung ÖV 2030 während der der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 1a



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG.

Abbildung 35: Auslastung ÖV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 1b



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG.

6.1.6. Fahrtzeitveränderungen MIV

Ein weiterer Aspekt für die Beurteilung der Tarifszenarien sind die dadurch entstehenden Veränderungen der Fahrtzeiten im MIV. Diese sind für verschiedene Beispielrelationen in nachfolgenden Tabellen dargestellt:

- Knonau–Arth (Transitverkehr Nord-Süd-Achse) [1];
- Sins–Einsiedeln (Transitverkehr West-Ost-Achse) [2];
- Zug–Luzern [3].

Weitere Veränderungen der Fahrzeiten für ausgewählte Relationen können den typischen Beispiel-Personas entnommen werden (vgl. Annex B bzw. Kap 8.3.3)

Für Tarifszenario 1a zeigen sich folgende Effekte (Tabelle 31):

- Der Weg von Knonau nach Arth führt beinahe vollumfänglich durch den Kanton Zug und ca. zur Hälfte durch den Spitzenperimeter. Da hier die Kosten über den Tag leicht zunehmen, nimmt der MIV Modal Split geringfügig ab. Die Kapazitätsauslastung der Strassen und somit die Fahrtzeitveränderungen ergeben sich hier aber praktisch allein aus den Abfahrtszeitverschiebungen. Da diese aufgrund des grossen Anteils im Spitzenperimeter relativ gross sind und von den Spitzen- in die Randzeiten stattfinden, nehmen die Fahrtzeiten in letzteren leicht zu, in ersteren ab.

- Zwischen Sins und Einsiedeln wird ebenfalls ausschliesslich durch den Kanton Zug, aber zu einem geringeren Anteil durch den Spitzenperimeter, gefahren. Auch hier nimmt der MIV Modal Split durch die etwas höheren mittleren Kosten leicht ab. Im Zusammenspiel mit der Verschiebung der Abfahrtszeiten in die Randzeiten erhöht sich dort die Kapazitätsauslastung. Da dieser Effekt aber aufgrund des geringeren Anteils im Spitzenperimeter weniger spürbar ist als beim oben beschriebenen Weg und durch den Modal-Split-Effekt aufgehoben wird, ergeben sich auch in den Randzeiten Fahrtzeitersparnisse, diese sind aber geringer als in den Spitzenstunden.
- Zwischen Zug und Luzern führt die Fahrt ca. zur Hälfte durch den Spitzenperimeter und der Rest findet ausserhalb des Untersuchungsgebiets statt. Auch hier findet durch die gegenüber dem Referenzfall erhöhten Kilometerkosten ein leichter Rückgang des MIV Modal Splits statt, was in den Spitzenzeiten zusammen mit den Abfahrtszeitverschiebungen zu geringeren Auslastungen und somit zu Fahrtzeitersparnissen führt. In den Randzeiten steigen die Fahrtzeiten aufgrund der Abfahrtszeitverschiebungen wiederum leicht an.

Dieselben Aussagen wie für Tarifszenario 1a gelten in der Tendenz, sowohl was die Vorzeichen als auch die Grössenordnungen betrifft, auch für Tarifszenario 1b (Tabelle 32).

Tabelle 31: Veränderung der Fahrtzeiten, Tarifszenario 1a

Weg Nr.	Randzeiten				Morgenspitze				Abendspitze			
	Fahrtzeit Referenz [min]	Fahrtzeit Tarifszenario 1a [min]	Differenz absolut [min]	Differenz relativ [%]	Fahrtzeit Referenz [min]	Fahrtzeit Tarifszenario 1a [min]	Differenz absolut [min]	Differenz relativ [%]	Fahrtzeit Referenz [min]	Fahrtzeit Tarifszenario 1a [min]	Differenz absolut [min]	Differenz relativ [%]
[1]	22.3	22.3	+0.02	+0.09	20.5	20.3	-0.12	-0.59	20.8	20.6	-0.22	-1.06
[2]	41.4	40.9	-0.42	-1.02	42.3	41.6	-0.68	-1.61	43.2	42.3	-0.91	-2.11
[3]	34.2	35.1	+0.87	+2.55	32.4	31.7	-0.62	-1.92	35.3	33.6	-1.71	-4.84

Tabelle TransOptima. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

Tabelle 32: Veränderung der Fahrtzeiten, Tarifszenario 1b

Weg Nr.	Randzeiten				Morgenspitze				Abendspitze			
	Fahrtzeit Referenz [min]	Fahrtzeit Tarifszenario 1b [min]	Differenz absolut [min]	Differenz relativ [%]	Fahrtzeit Referenz [min]	Fahrtzeit Tarifszenario 1b [min]	Differenz absolut [min]	Differenz relativ [%]	Fahrtzeit Referenz [min]	Fahrtzeit Tarifszenario 1b [min]	Differenz absolut [min]	Differenz relativ [%]
[1]	22.3	22.4	+0.07	+0.31	20.5	20.3	-0.12	-0.59	20.8	20.6	-0.22	-1.06
[2]	41.4	41.0	-0.37	-0.89	42.3	41.6	-0.68	-1.61	43.2	42.3	-0.92	-2.13
[3]	34.2	36.2	+1.99	+5.82	32.4	31.7	-0.64	-1.98	35.3	33.6	-1.72	-4.87

Tabelle TransOptima. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

6.1.7. Fazit verkehrliche Wirkungen

Das Fazit zu den verkehrlichen Wirkungen der Tarifszenarien 1a und 1b lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Resultate der Tarifszenarien 1a und 1b sind sehr ähnlich. In beiden Tarifszenarien können die Verkehrsspitzen gebrochen werden.
- Die Resultate der Verkehrsmittel- und Zielwahl zwischen den Tarifszenarien und gegenüber dem Referenzfall sind aufgrund der im Tagesmittel wenig voneinander abweichenden Einflussgrößen sehr stabil.
- Der ÖV hat weniger potenziell verschiebbare Wege, da hier die weniger flexiblen Fahrtzwecke dominieren. Davon werden aber relativ gesehen mehr Wege verschoben als im MIV.
- Die Veränderungen in der Abendspitze sind bei beiden Modi stärker als in der Morgenspitze. Die Reduktion im MIV in der Abendspitze ist bei Tarifszenario 1b deutlich höher im Vergleich zu Tarifszenario 1a.
- Der Anteil der überlasteten Streckenabschnitte wird durch die Tarifszenarien sowohl auf der Strasse als auch im ÖV signifikant reduziert. Auf der Strasse führt die Reduktion der überlasteten Abschnitte zu einem verringerten Staurisiko und entsprechend einer höheren Zuverlässigkeit.
- Die Verringerung der Verkehrsleistungen in den Spitzenzeiten liegt:
 - im MIV bei ca. -10 bis -12%;
 - im ÖV bei ca. -6 bis -9%.

6.2. Wirkungen auf die Einnahmen

Die Entwicklung der Einnahmen im Referenzfall (ohne Mobility Pricing) und mit Mobility Pricing sowie deren Differenz für die Tarifszenarien 1a und 1b für das Untersuchungsgebiet insgesamt ist in Tabelle 33 dargestellt. Für beide Tarifszenarien konnte das Grundprinzip der Einnahmenneutralität im Untersuchungsgebiet eingehalten werden. Mit den gewählten Tarifszenarien 1a und 1b der 1. Iteration resultierten sowohl im MIV als auch ÖV leichte Mindereinnahmen. Im MIV ist die Differenz im Tarifszenario 1a höher im Vergleich zu Tarifszenario 1b. Im ÖV sind kaum Unterschiede hinsichtlich der Einnahmenveränderungen. Insgesamt lagen die Mindereinnahmen bei Tarifszenario 1a leicht höher. Die Abweichungen erscheinen jedoch in Anbetracht der notwendigen Rundungen bei den Tarifen, v.a. im MIV, relativ gering.

Tabelle 33: Veränderung der Einnahmen im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet) insgesamt, 1. Iteration

	Referenz (Mio. CHF)	Tarifszenario 1a			Tarifszenario 1b		
		Mobility Pricing (Mio. CHF)	Differenz Absolut (Mio. CHF)	Differenz Relativ (%)	Mobility Pricing (Mio. CHF)	Differenz Absolut (Mio. CHF)	Differenz Relativ (%)
MIV	62.0	60.1	-1.9	-3.1%	61.9	-0.2	-0.3%
ÖV	106.2	104.3	-1.9	-1.7%	104.6	-1.6	-1.5%
total	168.2	164.4	-3.8	-2.3%	166.5	-1.8	-1.1%

Tabelle INFRAS. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

Bei der Betrachtung der Einnahmenveränderungen differenziert nach Spitzenzeitenperimeter und ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters werden die Unterschiede der Tarifmodelle deutlich (Tabelle 34). Da im Tarifmodell 1 die Einnahmen während der Spitzenzeiten mit dem Grundtarif kompensiert werden, ergeben sich entsprechend starke Unterschiede für den Spitzenzeitenperimeter und den restlichen Raum des Untersuchungsgebietes. Hingegen erfolgt bei Tarifmodell 2 die Kompensation der Einnahmen aus den Spitzenzeitentarifen innerhalb des Spitzenzeitenperimeters mit dem Randzeitentarif.

Tabelle 34: Veränderung der Einnahmen im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet), innerhalb und ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters (SZP), 1. Iteration

	Tarifszenario 1a		Tarifszenario 1b	
	MIV	ÖV	MIV	ÖV
innerhalb SZP	+19.2%	+4.6%	+0.9%	-1.7%
ausserhalb SZP	-67.3%	-20.6%	-3.7%	-1.0%
Untersuchungsgebiet	-3.1%	-1.7%	-0.3%	-1.5%

Tabelle INFRAS. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

Da bei Tarifmodell 2 die Kompensation der Mehreinnahmen zu Spitzenzeiten innerhalb des Spitzenzeitenperimeters zur Randzeit erfolgt, sind die Abweichungen der relativen Veränderungen der Einnahmen zu Spitzen- und Randzeiten für Tarifszenario 1b höher im Vergleich zu Tarifszenario 1a (Tabelle 35).

Tabelle 35: Veränderung der Einnahmen im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet), zu Spitzen- und Randzeiten, 1. Iteration

	Tarifszenario 1a		Tarifszenario 1b	
	MIV	ÖV	MIV	ÖV
Spitzenzeiten	+198%	+46%	+211%	+43%
Randzeiten	-67%	-18%	-100%	-28%
Spitzenzeitenperimeter	+19.2%	+4.6%	+0.9%	-1.7%

Tabelle INFRAS. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen.

Fazit: Beide Tarifszenarien erfüllen das Grundprinzip der Kompensation (Einnahmenneutralität), wobei die Mindereinnahmen insgesamt für Tarifszenario 1a etwas höher ausfallen. Aufgrund der Kompensation der Spitzenzeitentarife innerhalb des Spitzenzeitenperimeters in den Randzeiten hat Tarifmodell 2 (Tarifszenario 1b) gewisse Vorteile sofern Mobility Pricing auch in anderen Gebieten eingeführt würde. Bei Tarifmodell 1 müsste bei einer Einführung zusätzlicher Gebiete mit Bepreisung der Spitzenzeiten der Grundtarif jeweils für alle Gebiete mit Mobility Pricing mit zeitlich differenzierten Tarifen angepasst werden.

6.3. Verteilungswirkungen

Die Wirkungsanalyse hinsichtlich der Verteilungswirkungen soll die Frage beantworten, wie sich Mobility Pricing aus finanzieller Sicht auf die Haushalte und Verkehrsteilnehmenden auswirkt. Dabei wird auch berücksichtigt, welche sozio-ökonomischen Gruppen und Regionen / Räume in welchem Umfang von den Auswirkungen des Mobility Pricings betroffen sind. Die Analyse der finanziellen Auswirkungen erfolgt differenziert nach folgenden Merkmalen:

- Einkommensklassen (Kapitel 6.3.1), wobei zwei Zustände unterschieden werden:
 - Heutige finanzielle Belastungen der Haushalte/Personen durch die Mobilitätsausgaben (Status quo)
 - Finanzielle Belastungen der Haushalte/Personen in den Tarifszenarien des Mobility Pricings bei unverändertem Verkehrsverhalten.
- Bildungsniveau (Kapitel 6.3.2, Abschnitt a.)
- Berufliche Stellung (Kapitel 6.3.2, Abschnitt b.)
- Raumtypen (Kapitel 6.3.3)

6.3.1. Verteilungswirkungen nach Einkommensklassen

6.3.1.1. Verwendete Datengrundlagen und methodisches Vorgehen

Verwendete Datengrundlagen

Für die Berechnung der Verteilungswirkungen nach Einkommensklassen wird u. a. auf die Daten der Haushaltsbudgeterhebung (HABE) des Bundesamtes für Statistik (BFS 2016b) zurückgegriffen. Die HABE weist die jährlichen Mobilitätsausgaben unterschiedlicher Haushaltskategorien sehr detailliert aus und erlaubt es, die Ausgaben für den motorisierten Individualverkehr und für den öffentlichen Verkehr differenziert zu betrachten. Abbildung 36 zeigt die Ausgabekategorien der HABE im Bereich Verkehr. Zudem werden für die Analyse im Rahmen der 2. Iteration (Tarifszenario 2b) auch die Ausgaben für die kantonalen Motorfahrzeugsteuern miteinbezogen, welche in der HABE unter der Kategorie «Gebühren» ebenfalls enthalten sind.

Die HABE basiert auf einer jährlichen Stichprobenerhebung (Zufallsstichprobe), welche nach den 7 Grossregionen der Schweiz geschichtet ist. Für die Analyse der Verteilungswirkungen nach Einkommensklassen kann auf eine Stichprobe von 9'367 Haushalten¹⁴ zurückgegriffen werden, welche sich aus den drei Untersuchungsjahren 2012–2014 zusammensetzt. Es handelt sich somit um einen gepoolten Datensatz.

Dank der detaillierten Aufschlüsselung der Mobilitätsausgaben sind in der HABE alle zur Diskussion stehenden Kompensationen, über welche die verlangte Einnahmenneutralität der Einführung eines Mobility Pricings erreicht werden soll, explizit ausgewiesen.¹⁵ Entsprechend lassen sich auch die Auswirkungen von Kompensationen quantitativ darstellen.

Gemäss dem Grundprinzip «Pay as you use» erfolgt die Bepreisung im Mobility-Pricing-Fall durch eine distanzabhängige Abgabe (km-Abgabe). Damit die Auswirkungen einer km-Abgabe mittels HABE simuliert werden können, werden für die analysierten Durchschnittshaushalte (vgl. weiter unten) die jährlichen Fahrleistungen bestimmt und deren finanzielle Auswirkungen in die HABE übertragen. Für die Bestimmung der durchschnittlichen jährlichen Fahrleistung wird auf Daten des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015 (MZMV) des ARE und BFS (ARE und BFS 2017) abgestellt.

Da die verwendeten Datengrundlagen aus HABE und MZMV zum Teil auf kleinen Stichproben beruhen, sind die auf deren Basis berechneten Werte nicht als exakte Grössen, sondern ausdrücklich als Grössenordnungen zu verstehen.

¹⁴ Nach Datenbereinigungen aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen umfasst die analysierte Stichprobe noch 9'256 Beobachtungen resp. Haushalte.

¹⁵ Die Motorfahrzeugsteuer ist in der HABE bei der Ausgabekategorie «Gebühren» als Unterkategorie enthalten. Die Mineralölsteuer lässt sich über die in der HABE ausgewiesenen Treibstoffverbrauchsmengen berechnen (separate Unterkategorien für Benzin und Diesel; Mengenangaben in Liter).

Abbildung 36: Ausgabekategorien der HABE im Bereich Verkehr

62: Verkehr	
621: Kauf und Betrieb von Personenfahrzeugen	622: Verkehrsdienstleistungen
6211: Autos	6221: Beförderung von Personen auf Schienen
6211.01: Neue Autos	6221.01: Zug, Billette oder Streckenabonnemente
6211.02: Occasionsautos	6221.02: Tram, Billette oder Streckenabonnemente
6212: Motorräder, Motorroller und Mopeds	6222: Beförderung von Personen auf Strassen
6212.00: Motorräder, Motorroller und Mopeds	6222.01: Bus, Billette oder Streckenabonnemente
6213: Fahrräder	6222.02: Taxifahrten
6213.00: Fahrräder	6223: Beförderung von Personen mit Flugzeugen
6214: Zubehör und Ersatzteile für Fahrzeuge	6223.00: Flugzeug, Billette
6214.01: Zubehör und Ersatzteile für motorisierte Fahrzeuge	6224: Beförderung von Personen auf Wasserwegen
6214.02: Zubehör und Ersatzteile für nicht-motorisierte Fahrzeuge	6224.00: Schiff, Billette oder Streckenabonnemente
6215: Treibstoffe und Schmiermittel	6225: Kombinierte Transportmittel
6215.01: Benzin	6225.01: Generalabonnemente und Tageskarten SBB
6215.02: Diesel	6225.02: Halbtaxabonnemente SBB
6215.03: Schmiermittel und andere Pflegemittel für Fahrzeuge	6225.03: Billette für regionalen oder städtischen Verkehrsverbund
6216: Service und Reparaturen an Fahrzeugen	6225.04: Abonnemente für regionalen oder städtischen Verkehrsverbund
6216.00: Service und Reparaturen an Fahrzeugen	6226: Weitere Verkehrsdienstleistungen
6217: Übrige Dienstleistungen im Bereich Personenfahrzeuge	6226.00: Andere Personen- oder Warentransporte ohne Skilifte
6217.01: Miete von Garagen und Einstellplätzen	
6217.02: Parkieren	
6217.03: Leasing von Fahrzeugen	
6217.04: Autobahnvignetten Schweiz	
6217.05: Übrige Dienstleistungen (Fahrzeugmiete usw.)	
43: Gebühren	
430: Gebühren	
4300: Gebühren	
4300.02: Fahrzeugsteuer	

Grafik Ecoplan. Quelle: BFS 2016b.

Differenzierung und Kalibrierung der Durchschnittshaushalte

Das Verkehrsverhalten und damit verbunden die Verkehrsausgaben der Haushalte unterscheiden sich einerseits nach Einkommensniveau der Verkehrsteilnehmenden und andererseits nach dem Alter derselben (vgl. untenstehenden Exkurs). Aus diesem Grund erfolgt die Betrachtung der Durchschnittshaushalte differenziert nach Erwerbshaushalten (8 Einkommensklassen) und

Rentnerhaushalten¹⁶ (4 Einkommensklassen). Um die HABE mit dem MZMV verbinden zu können, wurden die auszuwertenden HABE-Einkommensklassen analog zu den im MZMV ausgewiesenen Einkommensklassen gebildet.¹⁷

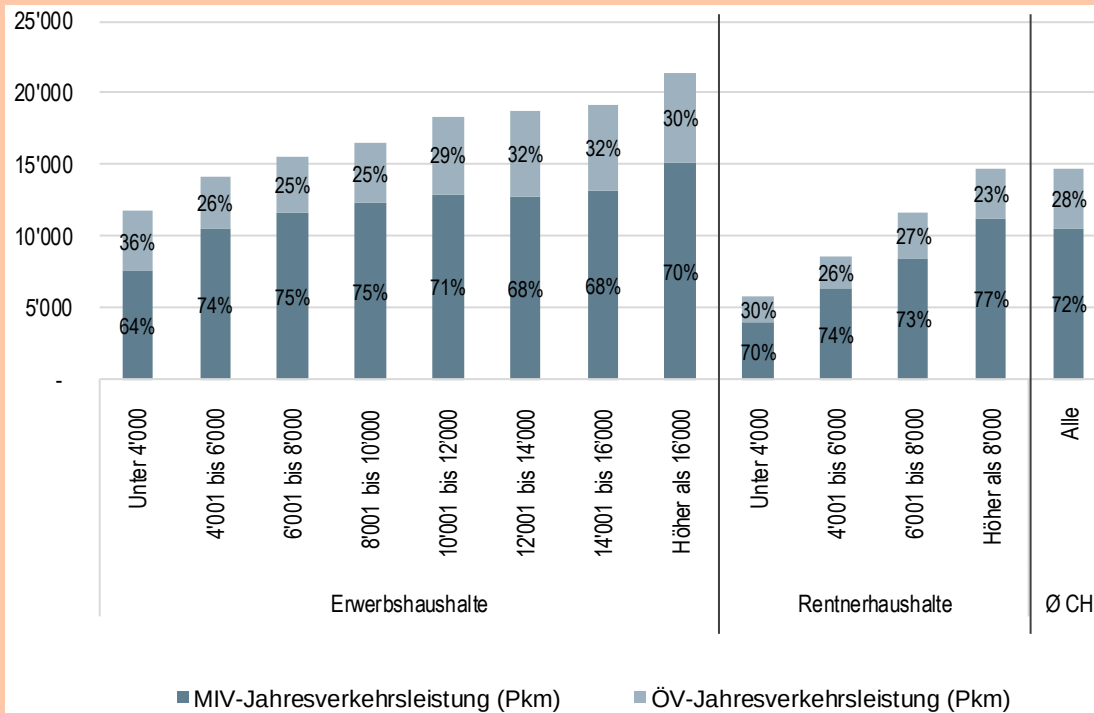
Exkurs: Jährliche Verkehrsleistung nach Haushaltseinkommen und Haushaltstyp

Zwischen den für die Analysen unterschiedenen Durchschnittshaushalten bestehen gewisse Unterschiede bezüglich deren Verkehrsverhalten im MIV und im ÖV. Die untenstehende Abbildung basiert auf den Daten des MZMV und zeigt die jährlich zurückgelegten Personenkilometer (Pkm) im MIV und im ÖV von Einzelpersonen, die einer gewissen Haushaltseinkommenskategorie angehören (getrennt nach Erwerbshaushalten und Rentnerhaushalten). Es zeigt sich, dass die jährlich zurückgelegte Distanz in der Tendenz mit dem Haushaltseinkommen ansteigt, wobei Personen aus Erwerbshaushalten deutlich mehr Kilometer zurücklegen als Personen aus Rentnerhaushalten. Zudem nutzen Personen aus Erwerbshaushalten vermehrt den ÖV – hinsichtlich des Modal Split (zwischen MIV und ÖV) lassen sich jedoch keine eindeutigen Rückschlüsse auf das Einkommen ziehen.

¹⁶ In der HABE werden neben den AHV-Rentnern auch IV-Bezüger und Sozialhilfeempfänger unter die Kategorie Rentnerhaushalt subsummiert, sofern die betroffene Person den grössten Beitrag zum Haushalteinkommen leistet.

¹⁷ Während das monatliche Bruttohaushaltseinkommen in der HABE differenziert ausgewiesen wird, werden im MZMV lediglich Einkommensklassen abgefragt.

Abbildung 37: Jährliche Verkehrsleistung (Pkm; MIV und ÖV) nach Einkommen und Haushaltstyp, Jahr 2015



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus ARE und BFS 2017

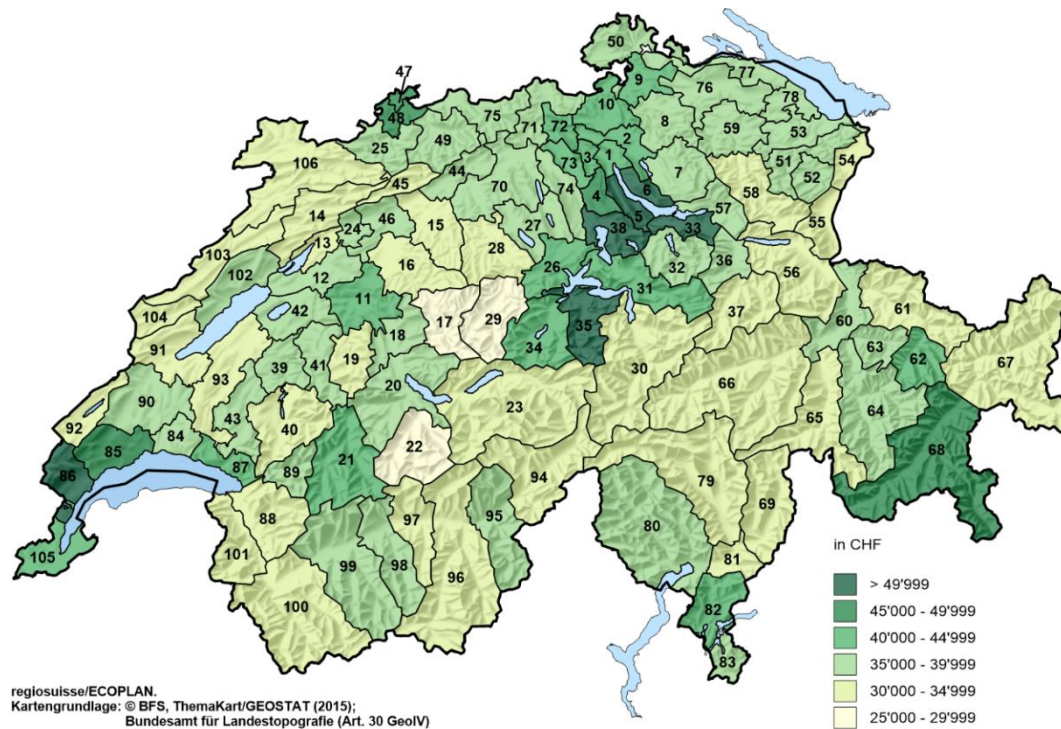
Aufgrund der kleinen Stichprobe kann die Auswertung der HABE nicht auf Ebene des Kantons Zug oder des GVM ZG vorgenommen werden und erfolgt daher auf nationaler Ebene. Abbildung 39 zeigt die Verteilung der Haushalte auf die unterschiedenen Einkommensklassen auf nationaler Ebene (getrennt nach Erwerbshaushalten und Rentnerhaushalten). Während die Hälfte aller Erwerbshaushalte monatlich über mehr als CHF 10'000 verfügen kann, müssen rund 5% der Erwerbshaushalte mit weniger als CHF 4'000 auskommen.

Um die Einkommensverhältnisse für das Modellgebiet «GVM ZG» und das Untersuchungsgebiet «Kanton Zug» wiedergeben zu können, wurden die Haushaltsverteilungen mithilfe von Angaben zum reinen Einkommen¹⁸ auf diese Perimeter kalibriert. Im Vergleich zur Ausgangsverteilung auf Ebene Gesamtschweiz weist der Perimeter GVM ZG einen höheren Anteil der Haushalte in den oberen Einkommensklassen aus (Abbildung 39). Da die durchschnittlichen

¹⁸ Sonderauswertung aus der Steuerstatistik 2014 der Eidgenössischen Steuerverwaltung (ESTV) für die Perimeter Gesamtschweiz, Kanton Zug und GVM ZG. Das reine Einkommen wird von der ESTV auf Basis einer Rückrechnung ausgehend vom steuerbaren Einkommen berechnet (Addition der Standardabzüge, jedoch nicht der «Sonderabzüge»).

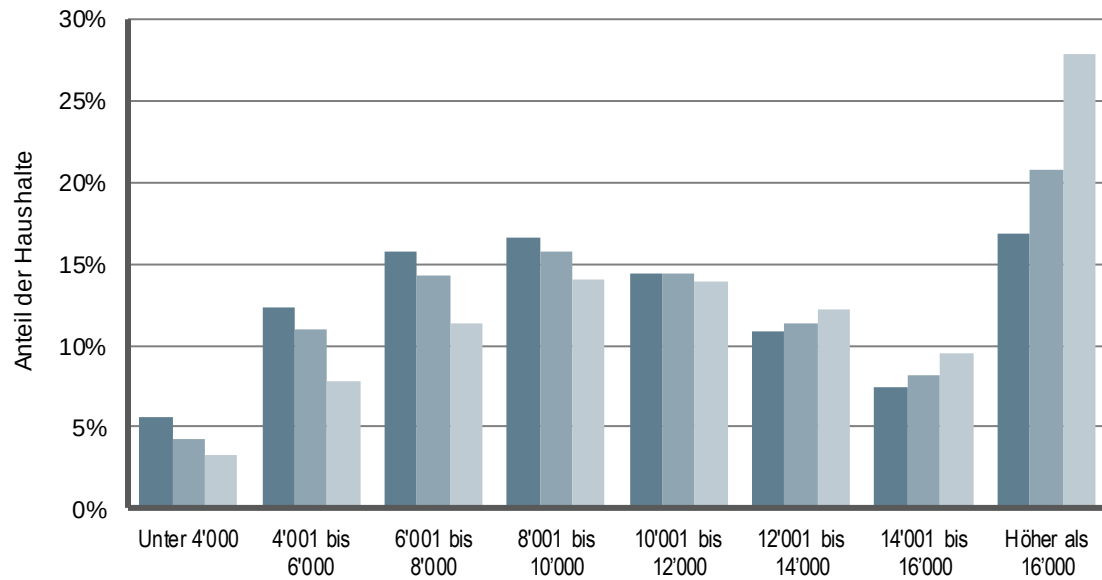
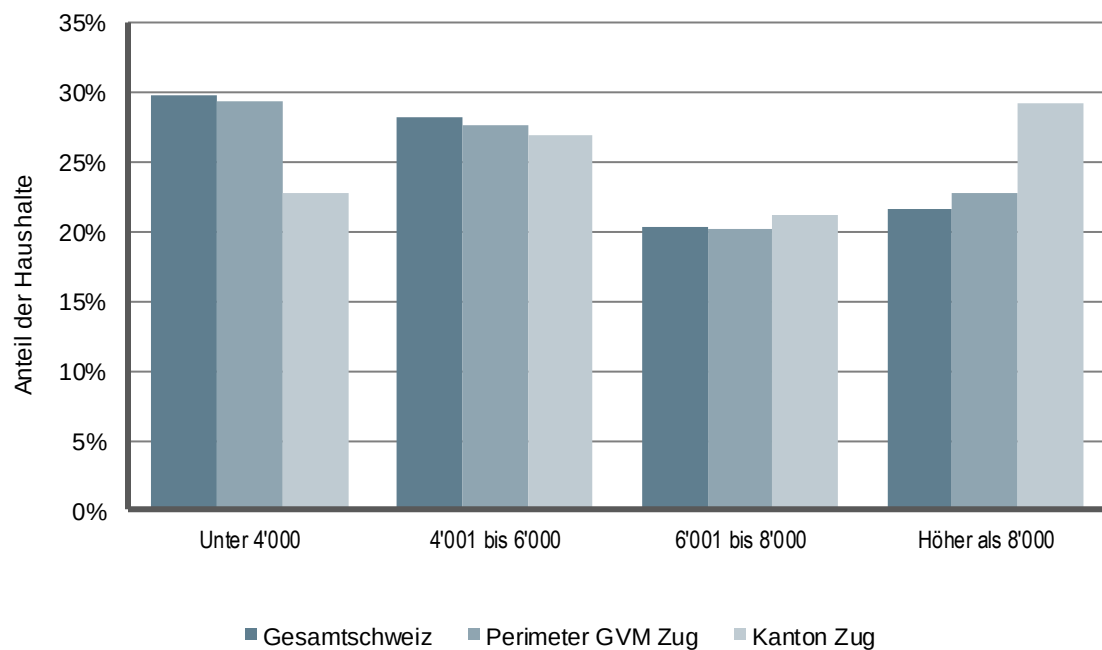
Einkommen im Kanton Zug deutlich höher liegen als im Schweizer Durchschnitt (Abbildung 38, MS-Region Nr. 38 «Zug»), zeigen sich diese Verschiebungen für den Kanton Zug nochmals stärker (Abbildung 39): Drei von vier Haushalte verfügen hier über ein monatliches Bruttoeinkommen von über 10'000 CHF und auf 100 Haushalte kommen lediglich 3 Haushalte, welche mit weniger als 4'000 CHF auskommen müssen. Im Vergleich zur Gesamtschweiz weist der Kanton Zug zudem sehr viele Haushalte mit einem Bruttoeinkommen von über 16'000 CHF pro Monat auf.

Abbildung 38: Reines Einkommen natürlicher Personen pro Kopf (in CHF), Jahr 2013



Quelle: regiosuisse 2017, S. 97.

Abbildung 39: Verteilung der HABE-Haushalte nach Einkommensklassen

Erwerbshaushalte**Rentnerhaushalte**

Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016b.

Methodisches Vorgehen zur Berechnung der Einkommenswirkungen

Bei der Berechnung der Einkommenswirkungen, die sich aufgrund der Einführung der km-Abgabe (Erstwirkung) und der zeitlichen Differenzierung des Mobility Pricings ergeben, wurde nach folgenden Schritten vorgegangen:

- Herleitung der Haushalts- resp. Verkehrsausgaben (vgl. Abbildung 36) aus der HABE, differenziert nach den unterschiedenen Einkommensklassen der Erwerbs- und Rentnerhaushalte. Auf Basis der differenziert ausgewiesenen Verkehrsausgaben kann die Budgetbelastung der Haushalte im Referenzfall hergeleitet werden, die sich aufgrund der Ausgaben für MIV und ÖV ergibt.
- Umlegung der durch das Mobility Pricing tangierten Verkehrsausgaben in eine km-Abgabe. Hierzu wird als Erstes ermittelt, welche Teile der Verkehrsausgaben¹⁹ in die km-Abgabe umzulegen sind (Absolutbeträge, getrennt nach MIV und ÖV). Anschliessend werden die betroffenen Ausgaben durch die jährliche Verkehrsleistung (gemäss MZMV) des jeweiligen Durchschnittshaushalts geteilt (separat für MIV und ÖV), wodurch man Kilometerkosten für ÖV und MIV im Referenzfall erhält. Da die umzulegenden Kilometerkosten der einzelnen Durchschnittshaushalte im Referenzfall eine gewisse Abweichung zum schweizerischen Durchschnitt resp. zur km-Abgabe im Projektfall aufweisen, entsteht durch die Einführung der km-Abgabe eine finanzielle Erstwirkung. Diese Erstwirkung ergibt sich unabhängig von Verkehrsverhaltensänderungen und kann vereinfacht durch die folgende Formel beschrieben werden:

$$\text{Erstwirkung} = \text{Verkehrsleistung im Referenzfall} * (\text{km-Tarif} - \text{umzulegende Kilometerkosten Referenzfall})$$

- Um die finanziellen Auswirkungen aufgrund der zeitlichen Differenzierung der Tarife zu untersuchen, werden die zeitlich differenzierten km-Tarife (im Projektfall) mit der jährlichen Verkehrsleistung der einzelnen Durchschnittshaushalte (im Referenzfall) multipliziert. Dabei wird angenommen, dass sich das Verkehrsverhalten der Haushalte nicht ändert. Als Formel kann die resultierende Kostenveränderung wie folgt dargestellt werden:

$$\text{Kostenveränderung durch zeitlich differenzierte Tarife} = \text{Verkehrsleistung im Referenzfall} * ((\text{Zeitlich differenzierte Tarife} * \text{Zeitanteil pro Tarif}) - \text{Durchschnittstarif})$$

- Der gesamte Erstrundeneffekt ergibt sich somit aus der Erstwirkung und der Kostenveränderung aufgrund der zeitlich differenzierten Tarife.

¹⁹ In den Tarifszenarien 1a/b sind dies im ÖV die Ticket- und Abonnementskosten, und im MIV die Automobilsteuer, die Nationalstrassenabgabe, der Mineralölsteuerzuschlag und die zweckgebundene Mineralölsteuer.

6.3.1.2. Ergebnisse Verteilungswirkungen nach Einkommensklassen

Die nachfolgend präsentierten quantitativen Analysen wurden aufgrund der kleinen Stichprobe der HABE auf Basis der nationalen Samples von HABE und MZMV vollzogen (vgl. Abschnitt 6.3.1.1). Unter der Annahme, dass die im Kanton Zug ansässigen Haushalte einer bestimmten Einkommensklasse ein ähnliches Verkehrsverhalten aufweisen wie die Haushalte derselben Einkommensklasse auf nationaler Ebene, können auf Basis der Auswertungen auch Rückschlüsse für den Kanton Zug gezogen werden.

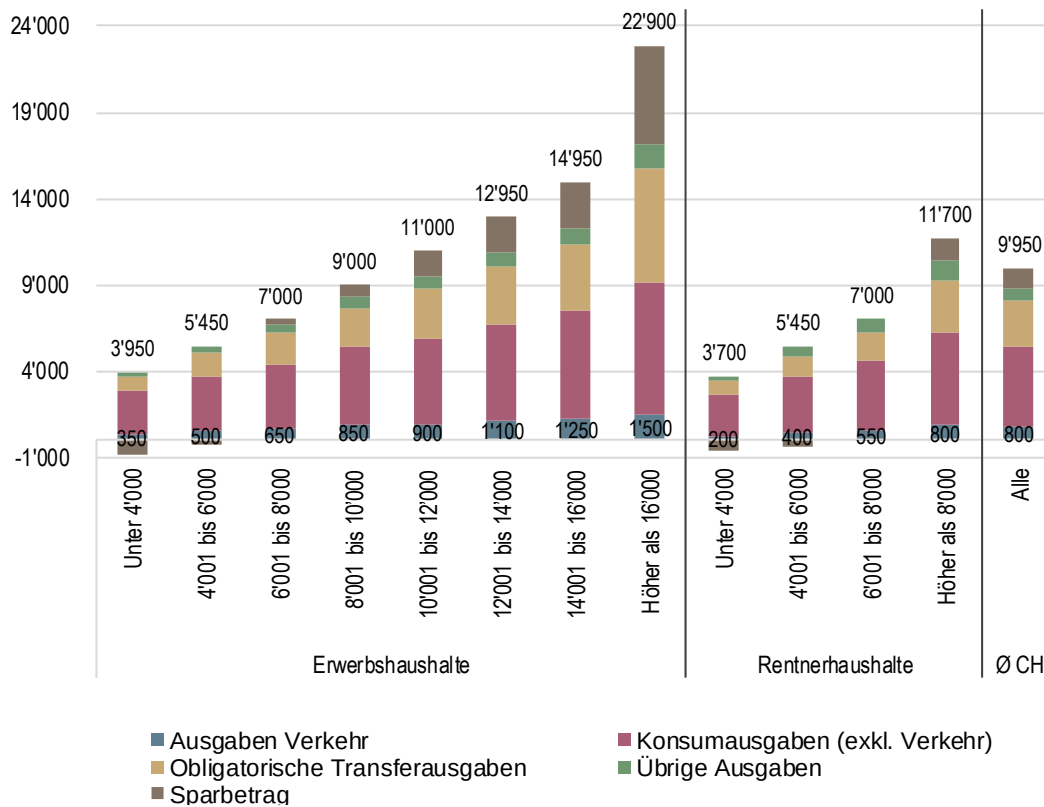
Mobilitätsausgaben der Haushalte gemäss Status Quo

Die Schweizer Haushalte geben pro Monat durchschnittlich 800 CHF für ihre Mobilität²⁰ aus, was rund 8% ihres Haushaltsbudgets entspricht. Abbildung 40 zeigt die Haushaltsbudgets und -ausgaben für die unterschiedenen Erwerbs- und Rentnerhaushalte. Es ist ersichtlich, dass:

- die Rentnerhaushalte tiefere Verkehrsausgaben aufweisen als die jeweilige Vergleichsgruppe bei den Erwerbshaushalten.
- die Verkehrsausgaben bei den Erwerbshaushalten mit zunehmendem Haushaltsbudget unterproportional steigen: der Anteil der Verkehrsausgaben am Haushaltsbudget sinkt bei den Erwerbshaushalten von 11% in der untersten Einkommensklasse auf 7% in der höchsten Einkommensklasse. Bei den Rentnerhaushalten liegt der Anteil über alle Einkommensklassen hinweg nahe am nationalen Durchschnittswert von 8%.
- bei den Haushalten der Einkommensklasse «Unter 4'000» die Gesamtausgaben über dem Haushaltsbudget liegen, wodurch der monatliche Sparbetrag negativ ausfällt. Für diese Haushalte wären somit allfällige Mehrausgaben aufgrund des Mobility Pricings nicht tragbar bzw. mit einer Erhöhung der Verschuldung verbunden.

²⁰ Darin enthalten sind die Ausgaben für MIV, ÖV, LV sowie Taxifahrten und Flugreisen.

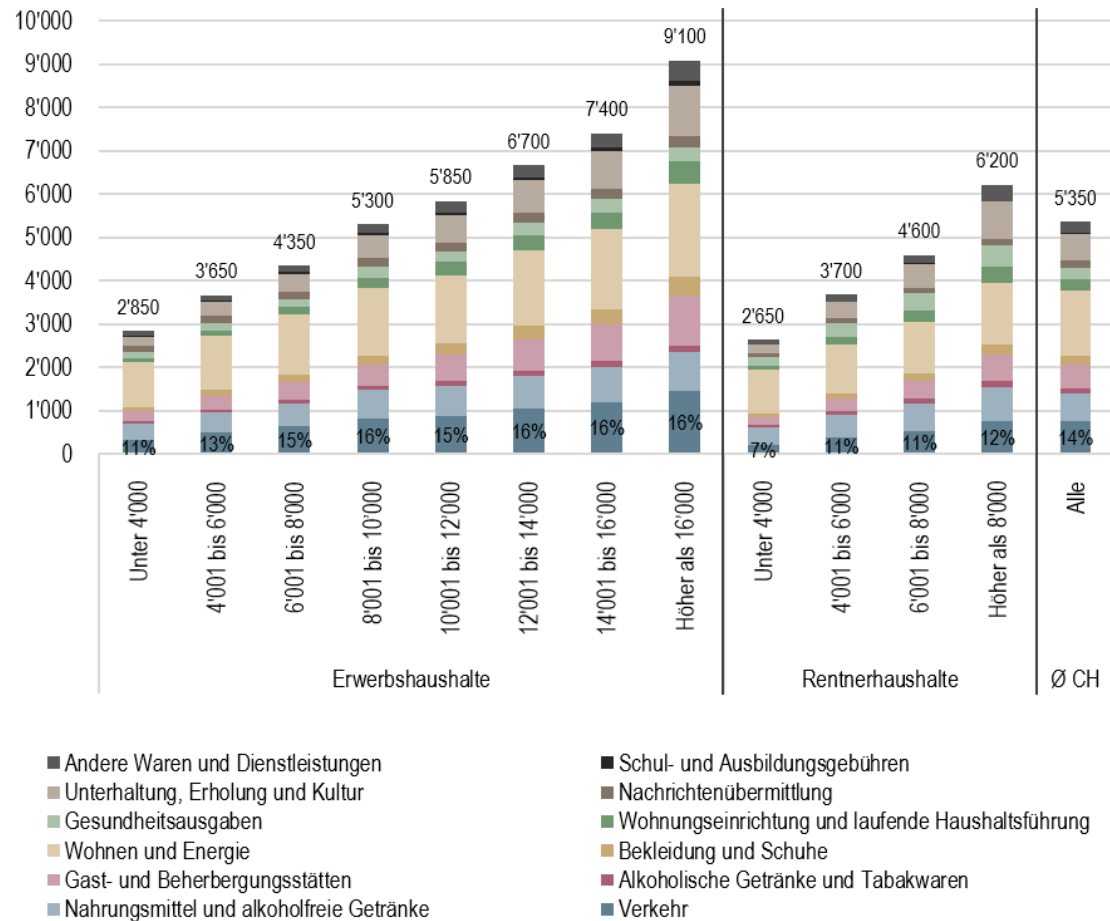
Abbildung 40: Monatliche Haushaltsausgaben resp. Haushaltsbudget (in CHF; Werte auf 50 CHF gerundet)



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016b.

Gemessen an den durchschnittlichen **Konsumausgaben** der Schweizer Haushalte von 5'350 CHF pro Monat beträgt der Anteil der Verkehrsausgaben rund 14% (vgl. Abbildung 41). Dabei wachsen die Verkehrsausgaben im Vergleich zu den restlichen Konsumausgaben mit zunehmendem Haushaltsbudget überproportional: bei den Erwerbshaushalten steigt der Anteil der Verkehrsausgaben an den Konsumausgaben von 11% in der untersten Einkommensklasse auf 16% in der höchsten Einkommensklasse, bei den Rentnerhaushalten steigt der Anteil von 7% auf 12%. Dies hängt insbesondere damit zusammen, dass sich die Haushalte mit steigendem Budget teurere Fahrzeuge oder auch längere resp. mehr Flugreisen leisten.

Abbildung 41: Monatliche Konsumausgaben (in CHF; Werte auf 50 CHF gerundet)



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016b.

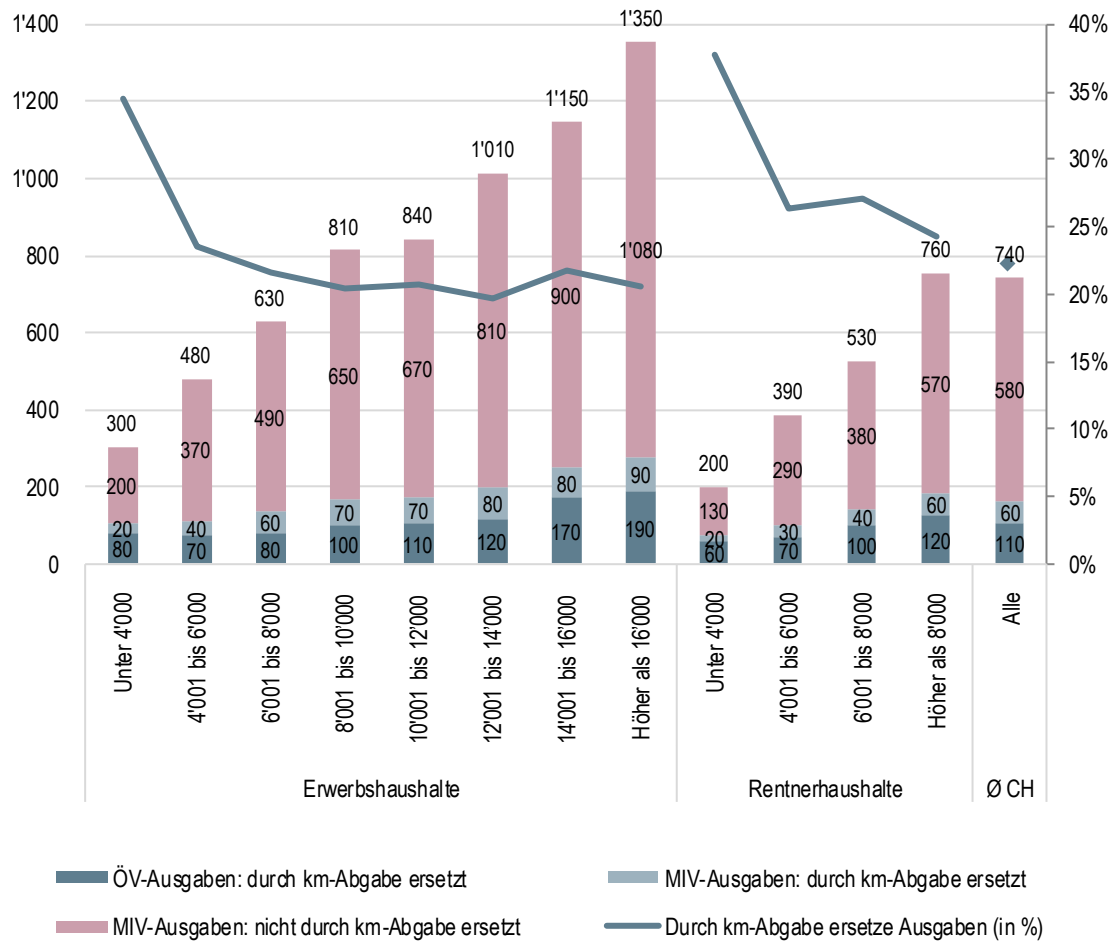
In Abbildung 42 werden die **monatlichen Verkehrsausgaben für den MIV und den ÖV** betrachtet, also jene Ausgaben, welche durch die km-Abgabe im Rahmen des Mobility Pricings tangiert werden. Hierbei entsprechen die grauen Säulenbestandteile den heutigen Verkehrsausgaben, welche bei der Einführung des Mobility Pricings (Tarifsszenarien 1a/b) durch eine km-Abgabe ersetzt werden – für den Schweizer Durchschnittshaushalt sind dies CHF 170 resp. 22% seiner Ausgaben für MIV und ÖV, wobei die von der km-Abgabe betroffenen ÖV-Ausgaben²¹ fast doppelt so hoch liegen wie die betroffenen MIV-Ausgaben²². Weiter ist ersichtlich, dass bei den unteren Einkommensklassen ein grösserer Anteil der Gesamtausgaben für den MIV und den ÖV durch die km-Abgabe ersetzt wird als bei den vermögenden Einkommensklassen (vgl. rechte

²¹ Beim Grossteil dieser Ausgaben handelt es sich um «variabilisierte» Pauschalabonnemente, wobei das Generalabonnement 40% des Gesamtbetrags ausmacht.

²² Die durch die km-Abgabe ersetzten MIV-Ausgaben basieren hauptsächlich auf der Mineralölsteuer. Zudem macht die «variabilisierte» Autobahnvignette gut 5% und die Automobilsteuer knapp 7% der ersetzten Ausgaben aus.

Achse in Abbildung 42). Dies liegt in erster Linie daran, dass sich vermögende Haushalte mehr und auch teurere Autos leisten.

Abbildung 42: Monatliche Verkehrsausgaben für MIV und ÖV (in CHF; Werte auf 10 CHF gerundet), Tarifszenarien 1a und 1b



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016b.

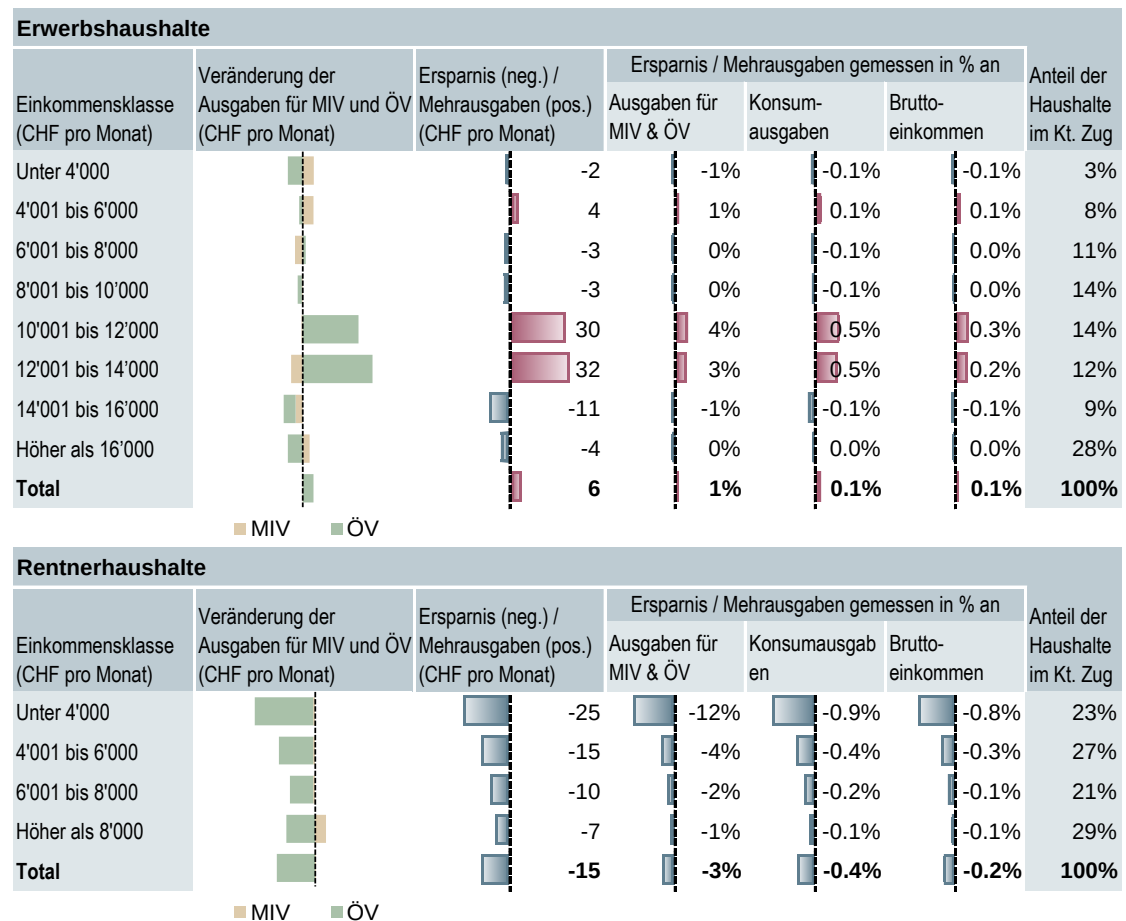
Haushaltsbelastung durch die Einführung einer km-Abgabe

Hinweis: Unter «Kosten» werden im vorliegenden Abschnitt die Kosten der Haushalte verstanden, welche durch die km-Abgabe ersetzt werden – andernfalls wird speziell darauf hingewiesen.

Finanziell wirkt sich die Einführung einer km-Abgabe in zweierlei Hinsicht auf die untersuchten Haushalte aus:

Durch die Umwandlung eines Teils der heutigen Ausgaben für den MIV und den ÖV in eine km-Abgabe (unter der Annahme, dass sich das Verkehrsverhalten der Haushalte nicht ändert): Haushalte, welche ihre Mobilitätsausgaben zum heutigen Zeitpunkt optimiert²³ haben und deshalb tiefe Durchschnittskosten pro zurückgelegten Kilometer aufweisen, werden bei der Einführung einer km-Abgabe gegenüber den restlichen Haushalten benachteiligt. Dies weil die der Tarifberechnung zugrundeliegenden durchschnittlichen Kilometerkosten über den aktuellen Kilometerkosten dieser Haushalte liegen.

Abbildung 43: Finanzielle Auswirkungen aufgrund der Einführung der km-Abgabe in den Tarifszenarien 1a und 1b



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016b sowie ARE und BFS 2017.

²³ Z.B. ein Inhaber eines Generalabonnements, der sehr viele ÖV-Kilometer zurücklegt oder eine Inhaberin eines Autos mit geringem Benzinverbrauch resp. unterdurchschnittlichem Aufwand für die Mineralölsteuer pro zurückgelegten Kilometer.

Abbildung 43 zeigt die finanziellen Auswirkungen, die sich für die einzelnen Durchschnittshaushalte aufgrund des beschriebenen Umstandes ergeben. Es fällt auf, dass die unteren und oberen Einkommensklassen der Erwerbshaushalte von der Einführung einer km-Abgabe nicht stark tangiert werden. Demgegenüber haben die Erwerbshaushalte der beiden Einkommensklassen von 10'001 bis CHF 14'000 CHF einen Mehraufwand von gut 30 CHF pro Monat zu tragen, was hauptsächlich auf die für diese Haushalte stark veränderten ÖV-Kosten (aufgrund der Umliegung der Abonnementskosten in eine km-Abgabe) zurückzuführen ist. Diese Mehrausgaben werden insbesondere von den Rentnerhaushalten sowie den Erwerbshaushalten der untersten Einkommenskategorie kompensiert, welche eine tiefere Mobilität aufweisen als die restlichen Haushalte. Die tiefere Mobilität dieser Haushalte hat in der Ausgangssituation überdurchschnittlich hohe ÖV-Kilometerkosten zur Folge, die durch den Wechsel auf eine km-Abgabe auf den nationalen Durchschnitt gesenkt werden. Die «Variabilisierung» der Fixkosten führt somit zu einer Entlastung der Haushalte mit tiefer Mobilität.²⁴

Während sich bei den Kilometerkosten für den ÖV in der Ausgangssituation grosse Unterschiede zwischen den analysierten Einkommensklassen ergeben, zeigen sich beim MIV nur relativ geringe Differenzen. Zwar profitieren die einkommensschwachen Haushalte mit tiefer Mobilität auch hier von «variabilisierten» Fixkosten (Autobahnvignette und Automobilsteuer), der Haupteffekt ist jedoch auf den unterschiedlichen Treibstoffverbrauch pro gefahrenen Kilometer zurückzuführen. Dieser liegt beispielsweise bei den untersten beiden Einkommensklassen der Erwerbshaushalte unter dem nationalen Durchschnitt, was wiederum darauf zurückzuführen sein dürfte, dass diese Haushalte vergleichsweise kleine Fahrzeuge mit geringem Treibstoffverbrauch besitzen.²⁵ Letztlich hat dieser Umstand tiefere durchschnittliche Kilometerkosten in der Ausgangssituation zur Konsequenz, was bei der Umstellung auf eine «nur» zeitlich differenzierte km-Abgabe zu einer Mehrbelastung führt.

Weitere Beobachtungen: Durch die Einführung einer km-Abgabe sinken einerseits die Verkehrsausgaben (für MIV & ÖV) der Rentnerhaushalte um durchschnittlich 3%, andererseits steigen die Verkehrsausgaben der Erwerbshaushalte um durchschnittlich 1%. Während die Rentnerhaushalte im Durchschnitt knapp ein halbes Prozent ihrer Konsumausgaben einsparen können, steigen die Konsumausgaben der Erwerbshaushalte im Bereich von 10'001 bis 14'000 CHF um rund ein halbes Prozent.

²⁴ Zudem profitieren auch die Erwerbshaushalte der beiden vermögendsten Einkommensklassen von veränderten ÖV-Kosten. Dies dürfte unter anderem damit zusammenhängen, dass diese Haushalte in der Ausgangssituation vermehrt über ein Generalabonnement der 1. Klasse verfügen und dadurch überdurchschnittlich hohe Kilometerkosten aufweisen. Es ist aber davon auszugehen, dass die betroffenen Personen bei einer differenzierteren Ausgestaltung der km-Abgabe (in 1. und 2. Klasse) in den meisten Fällen ein «Ticket» der 1. Klasse kaufen würden und somit mehr bezahlen würden.

²⁵ Grundsätzlich würde man aus den gleichen Gründen auch bei Rentnerhaushalten unterdurchschnittliche Kilometerkosten erwarten - dies widerspiegelt sich jedoch nicht in den analysierten Daten. Ein möglicher Grund hierfür könnte sein, dass die Rentnerhaushalte tendenziell ältere Fahrzeuge mit hohem Treibstoffverbrauch verwenden.

Durch die zeitliche Differenzierung der Tarife: Nicht alle Haushalte sind gleichermaßen flexibel bezüglich der zeitlichen Verschiebung ihrer Fahrten (vgl. hierzu auch Abschnitt 6.3.2). Um das Spektrum der möglichen Betroffenheitsmuster aufgrund der zeitlichen Differenzierung der Tarife aufzuzeigen, werden die Auswirkungen der beiden Tarifszenarien (1a und 1b) anhand von zwei Eckvarianten analysiert:

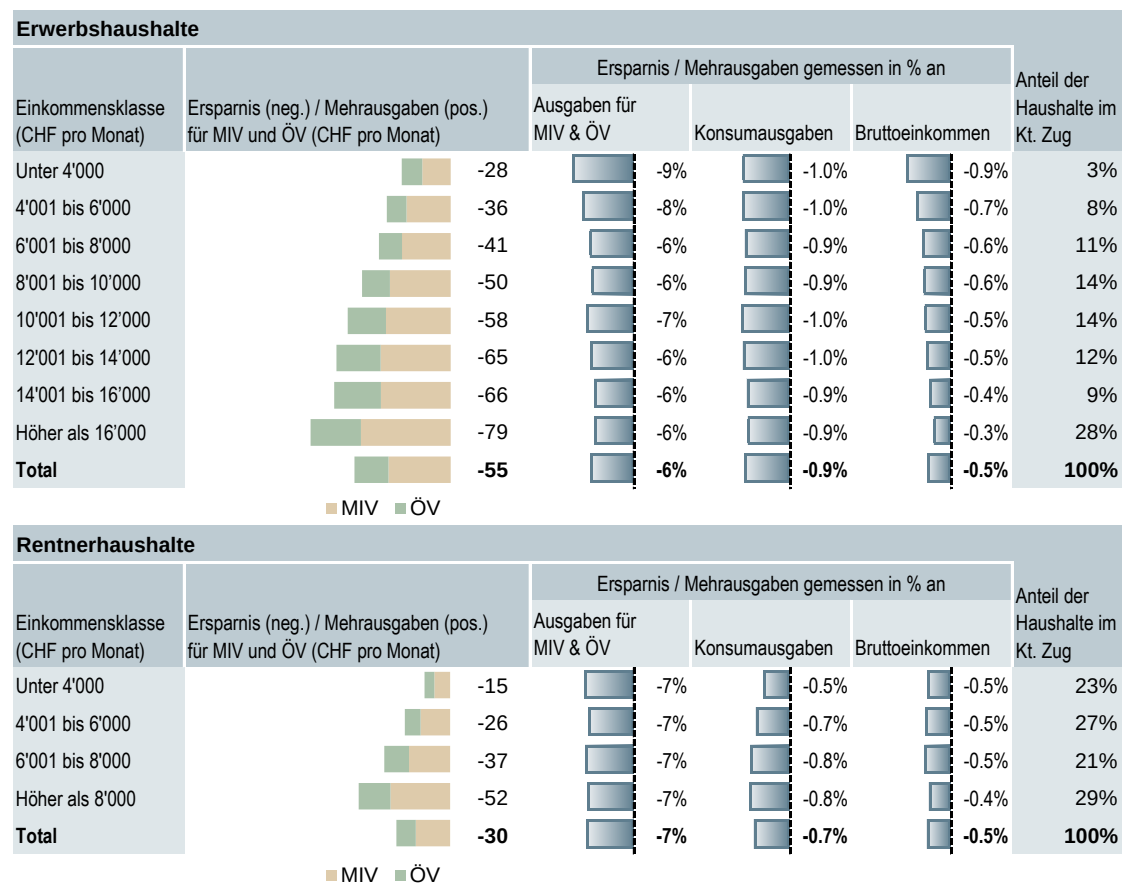
- *Variante Flexibel (Best-Case-Szenario):* Hierzu wird angenommen, dass der Haushalt der Spitzenzeitentartifizierung perfekt ausweichen kann und 70% seiner Fahrten ausserhalb der Spitzenzeit im Spitzenzeitenperimeter zurücklegt. Weiter wird angenommen, dass 20% der Strecken ausserhalb des Untersuchungsgebiets zurückgelegt werden.²⁶ Dieses Szenario würde beispielsweise einem im Spitzenzeitenperimeter ansässigen Haushalt entsprechen, der den Grossteil seiner Strecken im Spitzenzeitenperimeter zurücklegt und der Spitzenzeit perfekt ausweichen kann.
- *Variante Inflexibel (Worst-Case-Szenario):* In dieser Variante wird davon ausgegangen, dass der Haushalt lediglich seine Pendlerfahrten im Spitzenzeitenperimeter zurücklegt und dies zur Spitzenzeit (keine Fahrten zu Randzeiten im Spitzenzeitenperimeter). Diese Pendlerfahrten machen im MIV 20% und im ÖV 30% der zurückgelegten Jahresdistanz des Haushalts aus²⁷ und teilen sich zu je 50% auf die Morgen- resp. Abendspitzenstunde auf. Zudem wird angenommen, dass der Haushalt 50% seiner Strecken ausserhalb des Untersuchungsgebiets zurücklegt.²⁸ Dieses Szenario würde z.B. einem Haushalt entsprechen, welcher täglich zu Arbeitszwecken von Ausserhalb in der Spitzenzeit in den Spitzenzeitenperimeter fährt oder diesen durchfährt und sonst keine Strecken im Spitzenzeitenperimeter zurücklegt.

²⁶ Diese Annahme ist lediglich für das Tarifszenario 1a relevant, da nur in diesem Tarifszenario eine zusätzliche Tariffdifferenzierung zwischen dem Untersuchungsgebiet ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters (Grundtarif) und dem Restgebiet der Schweiz (Durchschnittstarif) besteht (vgl. Abbildung 15).

²⁷ Diese nationalen Durchschnittswerte wurden aus den Daten des MZMV (ARE und BFS 2017) gewonnen und sind auf eine Genauigkeit von 10% gerundet.

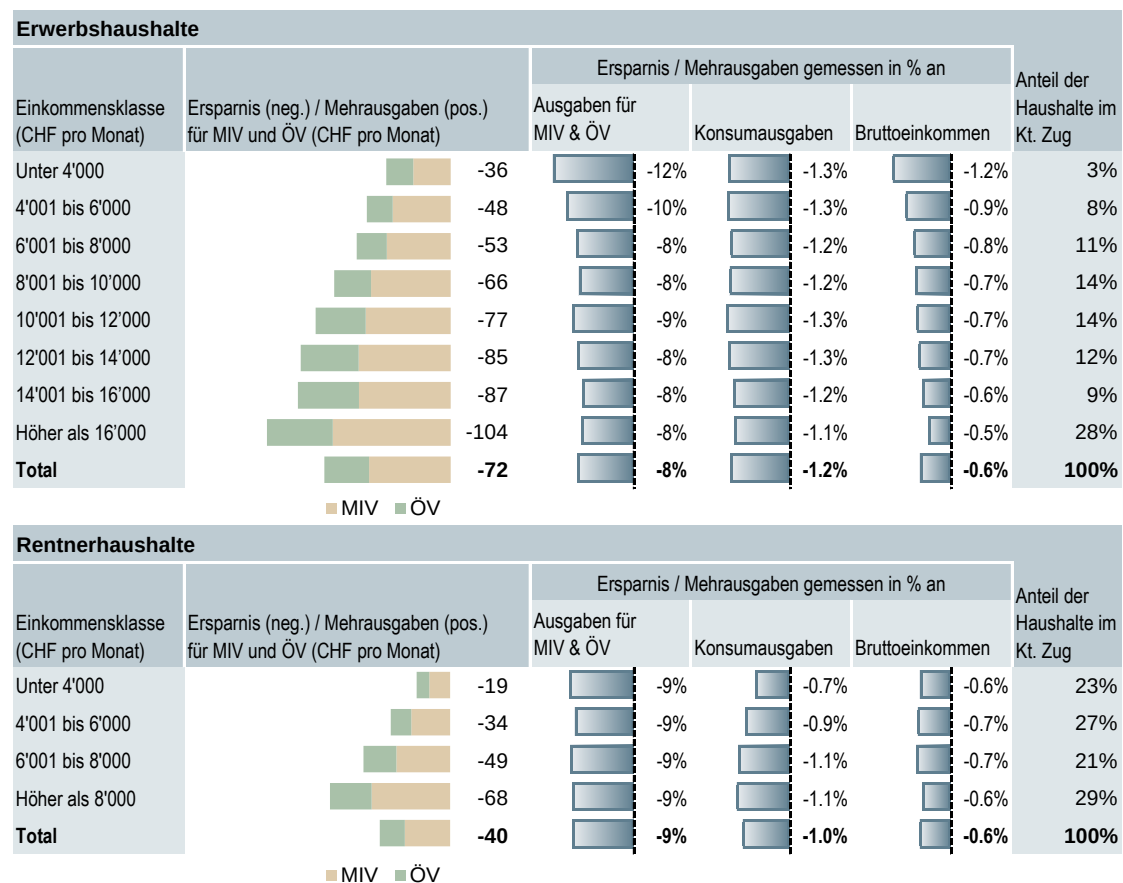
²⁸ siehe Fussnote 26.

Abbildung 44: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 1a bei perfekter zeitlicher Flexibilität der Haushalte



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016 sowie ARE und BFS 2017.

Abbildung 45: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 1b bei perfekter zeitlicher Flexibilität der Haushalte



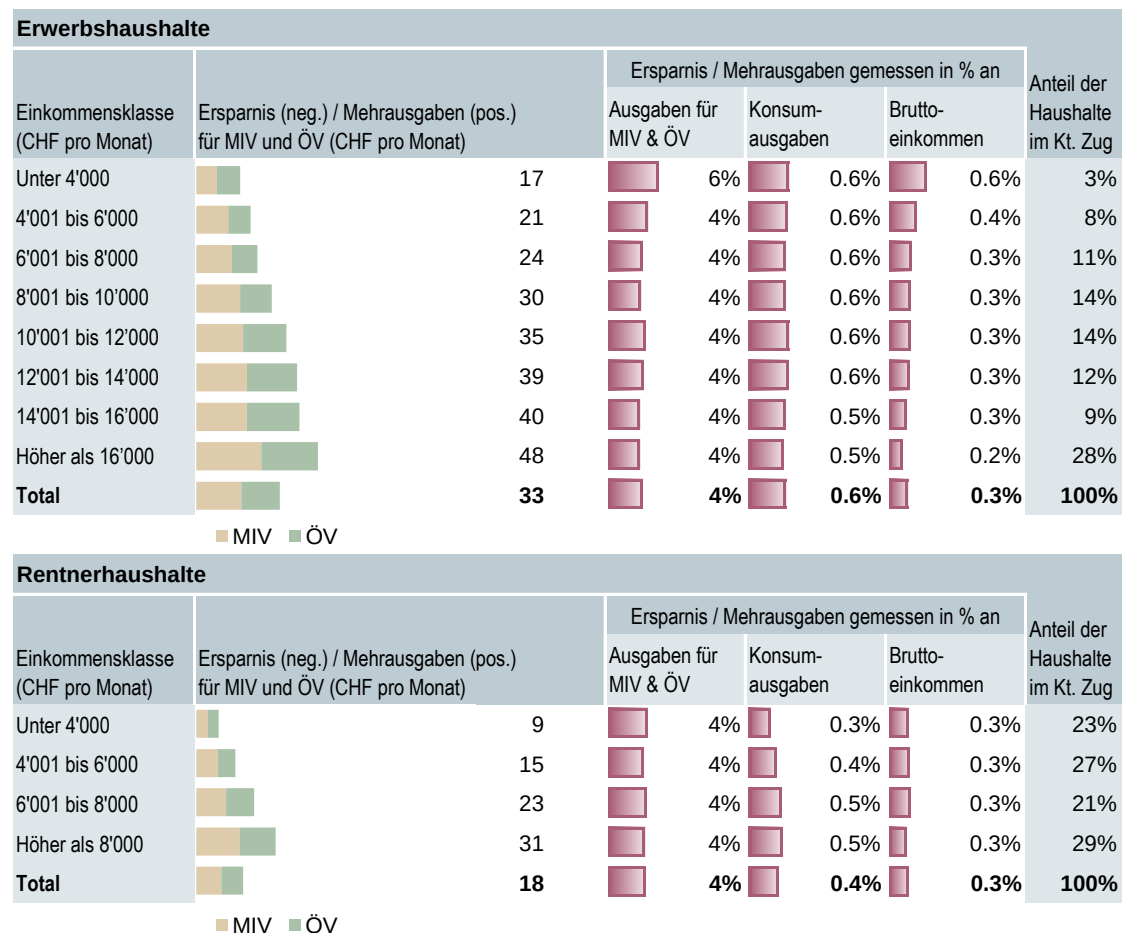
Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016 sowie ARE und BFS 2017.

Die Auswirkungen der **Variante «Flexibel»** werden in Abbildung 44 für das Tarifszenario 1a und in Abbildung 45 für das Tarifszenario 1b wiedergegeben. Durch den Umstand, dass die simulierten Haushalte zur Spitzenzeit nie im Spitzenzeitenperimeter unterwegs sind, ergeben sich durchwegs positive Auswirkungen für diese Haushalte. Hierbei können die Haushalte mit tiefen Einkommen aufgrund ihrer tieferen Mobilität betragsmässig zwar weniger Geld einsparen als die vermögenden Haushalte, in Relation zum Bruttoeinkommen sind die Einsparungen der Haushalte mit tiefen Einkommen jedoch grösser als bei den vermögenden Haushalten, da die in die km-Abgaben umgelegten Kosten einen grösseren Anteil an ihrem Haushaltsbudget ausmachen (vgl. Abbildung 42).

Die Einsparungen der Haushalte sind unter Tarifszenario 1b ein Drittel höher als unter Tarifszenario 1a. Dies weil der Tarif im Spitzenzeitenperimeter zu Randzeiten in Tarifszenario 1b tiefer liegt als in Tarifszenario 1a und die zusätzlichen Kosten für Wege ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters im Untersuchungsgebiet (Grundtarif in Tarifszenario 1a vs. Durchschnittstarif

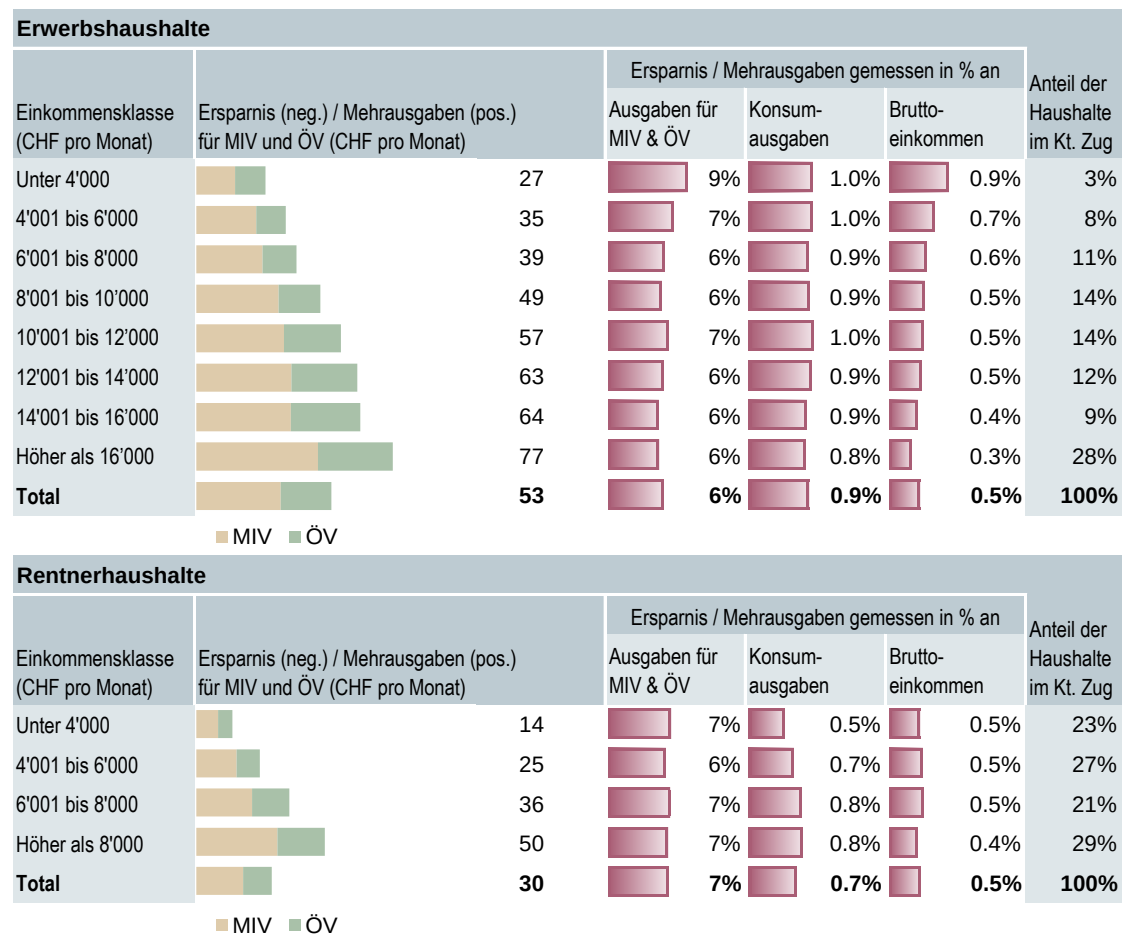
in Tarifszenario 1b) unter den gegebenen Annahmen überkompensiert werden. So kann ein durchschnittlicher Erwerbshaushalt unter Tarifszenario 1b monatlich 72 CHF seiner Verkehrsausgaben einsparen, während die Einsparung unter Tarifszenario 1a 55 CHF betragen würde.

Abbildung 46: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 1a bei zeitlicher Inflexibilität der Haushalte



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016 sowie ARE und BFS 2017.

Abbildung 47: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 1b bei zeitlicher Inflexibilität der Haushalte



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016 sowie ARE und BFS 2017.

Etwas anders sieht es bei der **Variante «Inflexibel»** aus, deren Auswirkungen in Abbildung 46 für das Tarifszenario 1a und in Abbildung 47 für das Tarifszenario 1b veranschaulicht werden. Während ein durchschnittlicher Rentnerhaushalt unter Tarifszenario 1b monatlich 30 CHF mehr für seine Mobilität aufwenden muss, sieht sich ein durchschnittlicher Erwerbshaushalt mit einer Mehrbelastung von 53 CHF bzw. 0.5% des Bruttohaushaltseinkommens konfrontiert. Wiederum sind die betragsmässigen finanziellen Auswirkungen bei den vermögenden Haushalten aufgrund ihrer höheren Mobilität höher als bei den Haushalten mit tieferen Einkommen. In Relation zum Bruttoeinkommen werden die Haushalte mit tieferen Einkommen jedoch stärker zur Kasse gebeten, da die in der Ausgangslage in eine km-Abgabe umgewandelten Kosten einem grösseren Anteil ihres Haushaltsbudgets entsprechen als bei den vermögenden Haushalten (vgl. Abbildung 42).

Wiederum sind die finanziellen Auswirkungen auf die Haushalte unter den gegebenen Annahmen in Tarifszenario 1b deutlich höher als in Tarifszenario 1a. Dies weil die km-Tarife zur Spitzenzeit im Spitzenzeitenperimeter in Tarifszenario 1b höher liegen als in Tarifszenario 1a und zusätzlich auch höhere Kosten für Wege ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters im Untersuchungsgebiet (Durchschnittstarif in Tarifszenario 1b vs. Grundtarif in Tarifszenario 1a) anfallen.

Wie eingangs erwähnt, weisen die betrachteten Haushalte eine unterschiedlich starke Flexibilität bezüglich der zeitlichen Verschiebung ihrer Fahrten auf. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass sich die einzelnen Haushalte nach der Einführung einer km-Abgabe irgendwo zwischen den beiden aufgezeigten Eckvarianten wiederfinden würden. Die folgenden Abschnitte befassen sich vertieft mit den Ursachen einer erhöhten zeitlichen Flexibilität²⁹.

²⁹ Im vorliegenden Bericht wird unter «zeitlicher Flexibilität» die Möglichkeit verstanden, einer Spitzenlasttarifizierung zeitlich auszuweichen.

Exkurs: Arbeitszeitflexibilität der Haushalte

Zwischen der Einkommenshöhe und den Möglichkeiten, einer Spitzenlasttarifizierung zeitlich auszuweichen, besteht ein Zusammenhang. Verschiedene Studien zum Thema «flexibles Arbeiten» und «Spitzenbrechen» zeigen, dass Ausweichmöglichkeiten v.a. bei «Wissensarbeitenden» bestehen und dass Arbeitende, die an gewisse Öffnungs- und Betriebszeiten gebunden sind, in dieser Hinsicht deutlich inflexibler sind. Nachfolgend werden einige wichtige Ergebnisse in diesem Zusammenhang ausgeführt.

- *Höhere Einkommen sind vor allem in Branchen mit einem höheren Potenzial für Arbeitszeitflexibilität zu finden:* IWBS et al. (2016)³⁰ bringen vor, dass in zahlreichen Dienstleistungsberufen – aufgrund der technischen Entwicklung in der IKT (Informations- und Kommunikationstechnologie) – die physische Anwesenheit am Arbeitsplatz nicht mehr zwingend notwendig ist. Homeoffice wird daher als vielversprechende Massnahme angesehen, um Pendlerwege zu reduzieren. Als weitere zu fördernde Massnahme wird die Flexibilisierung der Arbeitszeit durch Gleitarbeitszeiten genannt. Arbeit, die zeitlich flexibel gestaltet werden könnte, wird dabei zumeist von Personen mit höherem Einkommen und einer höheren MIV-Affinität ausgeführt.³¹
- *«Wissensintensive Branchen» weisen eine höhere Arbeitszeitflexibilität auf:* Auch Ecoplan (2015a)³² befasste sich mit den zwei Massnahmen Gleitarbeitszeit und Homeoffice; ersteres für eine zeitliche Verschiebung von Fahrten, zweiteres für einen Fahrtenverzicht. Dabei wird berücksichtigt, dass nicht alle Erwerbstätigen die gleichen Möglichkeiten haben, flexible Arbeitsformen umzusetzen. Näherungsweise wird davon ausgegangen, dass Büroangestellte als «Wissensarbeitende» prinzipiell diese Möglichkeit haben, da sie grundsätzlich nicht an einen fixen Arbeitsplatz und fixe Arbeitszeiten gebunden sind.
- SBB und Swisscom (2013)³³ starteten in diesem Umfeld einen Pilotversuch namens «Work-Anywhere» in Bern, bei welchem 264 Mitarbeitende («Wissensarbeitende») während zweier Monate versuchten ihre Arbeitszeit so einzurichten, dass sie möglichst selten in den HVZ unterwegs sind. Tatsächlich konnten die «Wissensarbeitenden» eine HVZ-Vermeidungsquote von 37% erreichen.

Der nachfolgende Abschnitt befasst sich noch etwas vertiefter mit der Arbeitszeitflexibilität nach Bildungsniveau und beruflicher Stellung, wobei auch deren Ausprägung in Bezug auf die im vorliegenden Abschnitt unterschiedenen Einkommensklassen untersucht wird.

³⁰ IWBS, KIT und SNZ Ingenieure und Planer AG (2016), Zeitliche Homogenisierung der Verkehrsbelastung – Brechen von Spitzen.

³¹ Siehe auch: Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW (2012), Flexible Arbeitszeiten in der Schweiz. Auswertung einer repräsentativen Befragung der Schweizer Erwerbsbevölkerung, Studie im Auftrag des SECO, S. 58.

³² Ecoplan (2015a), Verkehrsinfrastrukturen smarter nutzen dank flexibler Arbeitsformen.

³³ SBB und Swisscom (Hrsg.) (2013), WorkAnywhere, Mehr Produktivität und Zufriedenheit der Mitarbeitenden sowie Entlastung der Verkehrsinfrastruktur dank mobil-flexibler Arbeitsformen.

Fazit bezüglich der Bewertung der Tarifszenarien 1a und 1b in Bezug auf die Verteilungswirkung nach Einkommensklassen

Finanziell wirkt sich die Einführung einer km-Abgabe in zweierlei Hinsicht auf die untersuchten Haushalte aus (ohne Anpassung im Verkehrsverhalten):

- Da die Haushalte in der Ausgangssituation unterschiedlich hohe Kilometerkosten für ihre Mobilität aufweisen, führt allein die Einführung einer km-Abgabe (ohne zeitlich differenzierte Tarife) zu einer ersten Umverteilung zwischen den Haushalten. Dabei profitieren einkommensschwache Haushalte aufgrund ihrer tieferen durchschnittlichen Mobilität und den damit verbundenen hohen Kilometerkosten von der «Variabilisierung» der Fixkosten (insbesondere im ÖV aufgrund der variabilisierten Pauschalabonnemente). Zudem sinken die MIV-Ausgaben für Haushalte, welche Fahrzeuge mit hohem Treibstoffverbrauch benutzen. Während alle Einkommensklassen der Rentnerhaushalte durch die Einführung einer km-Abgabe entlastet werden, erfahren die Erwerbshaushalte mit einem Bruttoeinkommen von 10'001 bis 14'000 CHF eine Mehrbelastung, die durch die «Variabilisierung» der Pauschalabonnemente im ÖV zu erklären ist. Die restlichen Erwerbshaushalte erfahren keine grosse Veränderung aufgrund der beschriebenen Erstwirkung.
- Die zeitliche Differenzierung der Tarife bringt eine Entlastung für diejenigen Haushalte, welche der Spitzenlasttarifizierung ausweichen können und belastet im Gegenzug all jene Haushalte, welche über eine geringe zeitliche Flexibilität verfügen und dadurch der Spitzenlasttarifizierung nicht ausweichen können. Zeitlich inflexible Haushalte der unteren Einkommensklassen werden aufgrund ihrer tieferen Mobilität durch die Spitzenlasttarifizierung unter den getroffenen Annahmen betragsmässig zwar weniger stark belastet als Haushalte der oberen Einkommensklassen. Gemessen am Haushaltseinkommen ist die zusätzliche finanzielle Belastung jedoch grösser für die Haushalte mit niedrigem Einkommen, da die in die km-Abgabe umgelegten Kosten einen grösseren Anteil an ihrem Haushaltsbudget ausmachen.

Insgesamt ist die mögliche zusätzliche finanzielle Belastung der Haushalte unter Tarifszenario 1b höher als unter Tarifszenario 1a und beträgt maximal knapp 1% Prozent des Bruttohaushaltseinkommens. Während dies für die oberen Einkommensklassen, welche gemessen am Bruttohaushaltseinkommen weniger stark belastet werden, kein Problem darstellen sollte, kann die Umstellung auf eine km-Abgabe für inflexible MIV-Haushalte der unteren Einkommensklassen nicht zu unterschätzende finanzielle Konsequenzen haben. Trotzdem darf aber davon ausgegangen werden, dass die Mobilität sowohl unter Tarifszenario 1a als auch unter Tarifszenario 1b für die meisten Beteiligten weiterhin bezahlbar bleibt.

6.3.2. Arbeitszeitflexibilität nach Bildungsniveau und beruflicher Stellung

Im vorangegangenen Abschnitt wurde gezeigt, welche finanziellen Folgen die Einführung einer km-Abgabe für einzelne Haushalte haben kann. Dabei wurde von zwei fixierten Fällen ausgegangen: perfekter Flexibilität bezüglich des Ausweichens einer Spitzenlasttarifizierung respektive maximaler Inflexibilität. In den nächsten beiden Abschnitten soll nun gezeigt werden, wie ausgeprägt die Arbeitszeitflexibilität in den unterschiedenen Einkommensklassen ist. Hierzu wird die zeitliche Arbeitszeitflexibilität auf Basis der beiden Merkmale «Bildungsniveau» (vgl. Abschnitt a.) und «berufliche Stellung» (vgl. Abschnitt b.) analysiert.

Aus dem MZMV lassen sich sowohl Angaben zu den beiden genannten Merkmalen als auch zum Arbeitszeitmodell der Verkehrsteilnehmenden gewinnen. Um diese Angaben quantitativ auswerten zu können, werden für die Arbeitszeitflexibilität pro Arbeitszeitmodell die gleichen Werte unterstellt wie in Abschnitt 4.4:

- fest vorgegebene Zeiten für Arbeitsbeginn und -ende: 0%;
- feste Blockzeiten: 25%;
- fest vorgegebene Anzahl Stunden für wöchentliche oder monatliche Arbeit: 50%;
- total flexible Arbeitsstunden: 100%.

Ein Flexibilitätswert von 100% entspricht hierbei dem Fall der «perfekten Flexibilität», d.h. der Verkehrsteilnehmende kann der Spitzenlasttarifizierung immer ausweichen.

a. Verteilungswirkungen nach Bildungsniveau

Der MZMV differenziert das Bildungsniveau der Verkehrsteilnehmenden nach 3 Kategorien:

- Tertiärstufe
- Sekundarstufe II
- Obligatorische Schule

Die Verknüpfung des Bildungsniveaus mit den oben genannten Arbeitszeitmodellen, welche im MZMV abgefragt werden, führt zu der in Abbildung 48 ausgewiesenen Arbeitszeitflexibilität nach Bildungsniveau. Es ist gut ersichtlich, dass die Arbeitszeitflexibilität mit zunehmendem Bildungsniveau steigt.

Abbildung 48: Arbeitszeitflexibilität nach Bildungsniveau

Bildungsniveau	Flexibilität
Tertiärstufe	46%
Sekundarstufe II	34%
Obligatorische Schule	30%

Grafik Ecoplan. Quelle: ARE und BFS 2017.

Exkurs: Den positiven Zusammenhang zwischen Bildungsniveau und Arbeitszeitflexibilität bestätigen auch zwei Studien aus Deutschland. So arbeiten laut DIW Berlin (2014)³⁴ vor allem hoch qualifizierte Arbeitnehmende wie Manager, Wissenschaftler, Juristen, Publizisten, Ingenieure oder Lehrer in den eigenen vier Wänden, wobei die Mehrheit dieser Personen über einen Hochschulabschluss verfügt. Zudem arbeiten gemäss dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2015)³⁵ deutsche Akademikerinnen und Akademiker öfter zeitlich und räumlich entgrenzt.

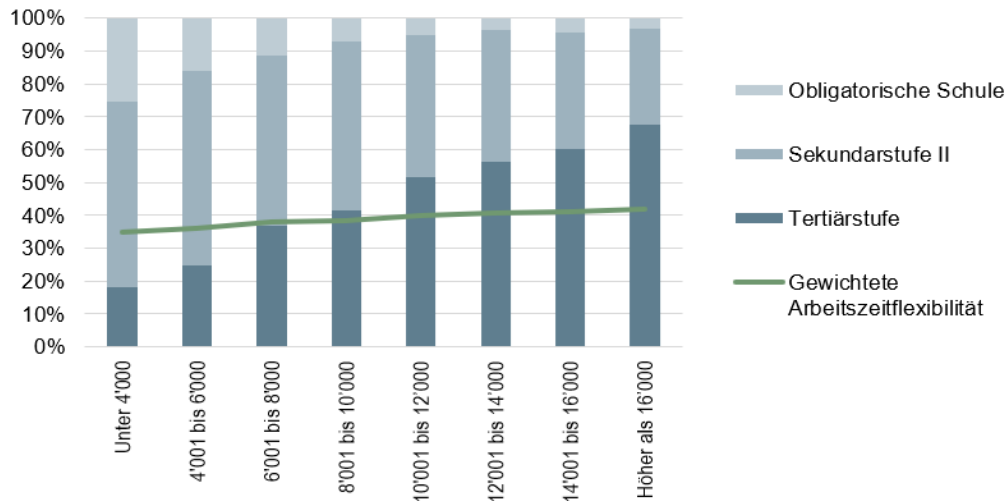
In einem weiteren Schritt können nun die in Abschnitt 6.3.1.2 untersuchten Einkommensklassen der Erwerbshaushalte³⁶ mit der Arbeitszeitflexibilität nach Bildungsniveau verknüpft werden. Aus Abbildung 49 lässt sich gut erkennen, dass das Bildungsniveau und das Bruttoeinkommen positiv korreliert sind. Während in der untersten Einkommensklasse weniger als 20% der Haushaltszielpersonen aus dem MZMV über einen Abschluss auf Tertiärstufe verfügen, weisen in der vermögendsten Einkommensklasse knapp 70% der Haushaltszielpersonen eine tertiäre Ausbildung auf. Zusammenfassend zeigt die nach Bildungsniveau gewichtete Arbeitszeitflexibilität (vgl. grüne Linie in Abbildung 49) auf, dass die Haushalte der unteren Einkommensklassen aufgrund des tieferen Bildungsniveaus in der Tendenz eine tiefere Arbeitszeitflexibilität aufweisen als die vermögenden Haushalte.

³⁴ DIW Berlin (2014), Heimarbeit: Immer weniger Menschen in Deutschland gehen ihrem Beruf von zu Hause aus nach.

³⁵ Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.) (2015), Monitor - Mobiles und entgrenztes Arbeiten: Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung.

³⁶ Es werden nur die Einkommensklassen der Erwerbshaushalte betrachtet, da die Arbeitszeitflexibilität für die Rentnerhaushalte in den meisten Fällen nicht relevant ist, da sie nicht erwerbstätig sind.

Abbildung 49: Anteil Arbeitnehmende (in %) nach Bildungsniveau, gegliedert nach Arbeitszeitflexibilität



Grafik Ecoplan. Quelle: ARE und BFS 2017.

Fazit: Haushalte der unteren Einkommensklassen weisen aufgrund des tieferen Bildungsniveaus tendenziell eine tiefere Arbeitszeitflexibilität auf als vermögende Haushalte, wobei die Unterschiede bezüglich der gewichteten Arbeitszeitflexibilität relativ gering sind. Trotzdem muss davon ausgegangen werden, dass die Haushalte der unteren Einkommensklassen vergleichsweise öfter einer Spitzenlasttarifizierung ausgesetzt wären und sich daher näher bei der formulierten Eckvariante «Inflexibel» (vgl. Abschnitt 6.3.1.2) befinden würden als die restlichen Haushalte.

b. Verteilungswirkungen nach beruflicher Stellung

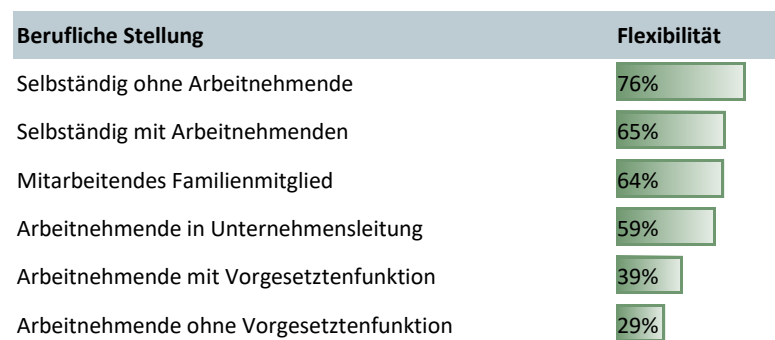
Für die Verteilungseffekte nach beruflicher Stellung wird methodisch analog zu den Verteilungswirkungen nach Bildungsniveau vorgegangen. Der MZMV unterscheidet bei der beruflichen Stellung folgende Kategorien:

- Selbständig mit Arbeitnehmenden
- Selbständig ohne Arbeitnehmende
- Mitarbeitendes Familienmitglied
- Arbeitnehmende in Unternehmensleitung
- Arbeitnehmende mit Vorgesetztenfunktion
- Arbeitnehmende ohne Vorgesetztenfunktion

Somit kann durch Verknüpfung der beruflichen Stellung mit der Flexibilität pro Arbeitszeitmodell die Arbeitszeitflexibilität nach beruflicher Stellung berechnet werden, welche in Abbildung

50 ausgewiesen wird. Es zeigt sich, dass Selbständigerwerbende eine höhere Arbeitszeitflexibilität aufweisen als Arbeitnehmende, und dass die Arbeitszeitflexibilität bei den Arbeitnehmenden mit zusätzlicher Verantwortung zunimmt.

Abbildung 50: Arbeitszeitflexibilität nach beruflicher Stellung



Grafik Ecoplan. Quelle: ARE und BFS 2017.

Exkurs: Die hier auf Basis des MZMV für die Schweiz berechneten Resultate stehen im Einklang mit Erkenntnissen aus Deutschland. So ist es beispielsweise Führungskräften in Deutschland häufiger erlaubt, von Homeoffice Gebrauch zu machen: Im Jahr 2015 durften 64% der Führungskräfte im Dienstleistungsbereich und 41% der Führungskräfte im verarbeitenden Gewerbe Homeoffice nutzen. Bei den Arbeitnehmenden ohne Vorgesetztenfunktion waren es lediglich 20% respektive 15%.³⁷ Zudem arbeiten Arbeitnehmende mit mehr Handlungsspielraum, höherem Termindruck oder mehr Multitasking öfter zeitlich und räumlich entgrenzt.³⁸

Wiederum können in einem zweiten Schritt die in Abschnitt 6.3.1.2 untersuchten Einkommensklassen³⁹ mit der berechneten Arbeitszeitflexibilität verbunden werden. Aus der resultierenden Abbildung 51 lässt sich herauslesen, dass:

- die unterste Einkommensklasse bezüglich der flexibelsten beruflichen Stellung «Selbständig ohne Arbeitnehmer» den höchsten Anteil an Haushaltszielpersonen aufweist. Dies dürfte u.a. damit zusammenhängen, dass Selbständigerwerbende sich selbst oftmals nur ein reduziertes Einkommen ausbezahlen (insbesondere aus steuerlichen Gründen) und deshalb bei den vorliegenden Analysen in den unteren Einkommensklassen erfasst werden.

³⁷ Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.) (2016), Monitor - Digitalisierung am Arbeitsplatz: Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung.

³⁸ Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.) (2015), Monitor - Mobiles und entgrenztes Arbeiten: Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung.

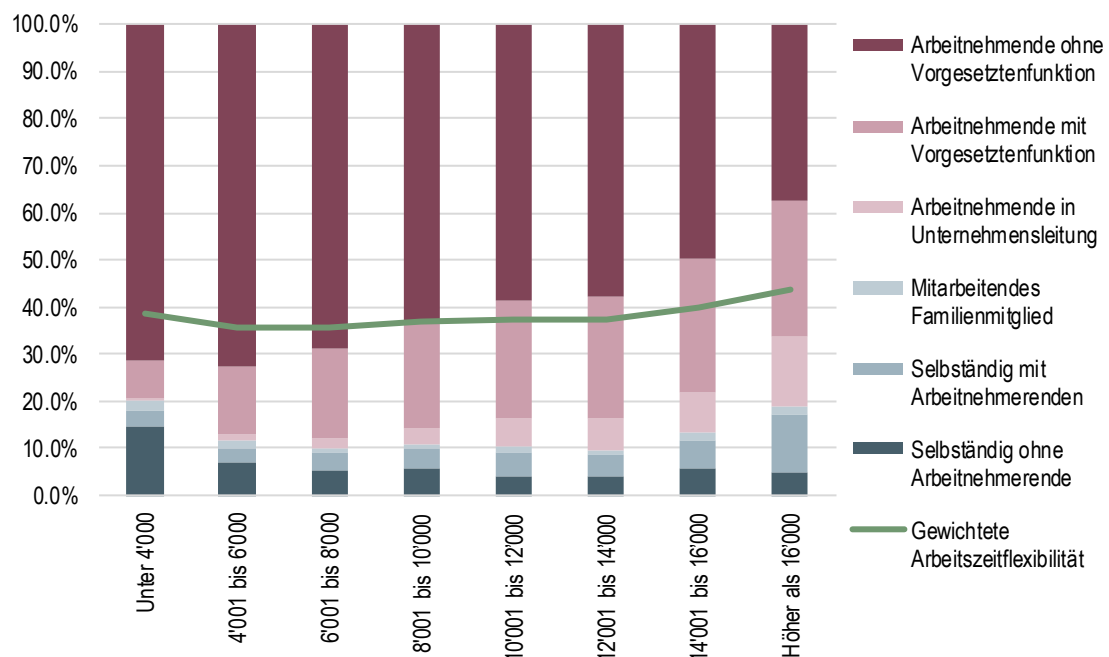
³⁹ Es werden nur die Einkommensklassen der Erwerbshaushalte betrachtet, da die Arbeitszeitflexibilität für die Rentnerhaushalte in den meisten Fällen nicht relevant ist.

- die unterste Einkommensklasse auch bezüglich der unflexibelsten und anteilmässig grössten beruflichen Stellung «Arbeitnehmer ohne Vorgesetztenfunktion» den höchsten Anteil an Haushaltszielpersonen aufweist. Der Anteil an Arbeitnehmenden dieser beruflichen Stellung sinkt indes mit zunehmendem Einkommensniveau.

Zusammenfassend lässt sich auf Basis der nach beruflicher Stellung gewichteten Arbeitszeitflexibilität (vgl. grüne Linie in Abbildung 51) sagen, dass die vermögenden Haushalte aufgrund der vermehrt wahrgenommenen Führungsfunktion in der Tendenz eine höhere Arbeitszeitflexibilität aufweisen als die einkommensschwachen Haushalte, wobei die unterste Einkommensklasse die grosse Ausnahme bildet.

Fazit: Vermögende Haushalte verfügen aufgrund ihrer beruflichen Stellung tendenziell über eine höhere Arbeitszeitflexibilität als Haushalte der unteren Einkommensklassen. Daher muss davon ausgegangen werden, dass die Haushalte der unteren Einkommensklassen (mit Ausnahme der Selbständigerwerbenden) vergleichsweise öfter einer Spitzenlasttarifizierung ausgesetzt wären und sich somit näher bei der formulierten Eckvariante «Inflexibel» (vgl. Abschnitt 6.3.1.2) befinden würden als die restlichen Haushalte.

Abbildung 51: Anteil Arbeitnehmende (in %) nach beruflicher Stellung, gegliedert nach Arbeitszeitflexibilität



Grafik Ecoplan. Quelle: ARE und BFS 2017.

6.3.3. Verteilungswirkungen nach Raumtypen

Bei der Verteilungswirkung nach Raumtypen interessiert die Frage, wie sich die verkehrlichen Wirkungen infolge des Mobility Pricings sowie die finanzielle Belastung der Personen aus verschiedenen Raumtypen unterscheidet, d.h. ob zum Beispiel Bewohner aus ländlichen Regionen mehr oder weniger belastet werden als Bewohner der Agglomeration Zug. Von besonderem Interesse sind mögliche Verteilungswirkungen zwischen den Räumen «innerhalb» vs. «ausserhalb» des Spitzenzeitenperimeters und «ausserhalb Spitzenzeitenperimeter», weil oft argumentiert wird, dass Bewohner von innerhalb des Spitzenzeitenperimeters stärker belastet werden.

Die Berechnung der räumlichen Verteilungswirkungen knüpft direkt an die Ergebnisse des Verkehrsmodells an. Aus dem Verkehrsmodell wird die Verkehrsnachfrage ohne bzw. mit Mobility-Pricing-Modell räumlich differenziert ermittelt. Dabei interessiert die Verkehrsnachfrage des Ziel- bzw. Quellverkehrs zwischen den entsprechenden Raumtypen. Für die Analyse werden folgende Raumtypen unterschieden:

- Untersuchungsgebiet (Kanton Zug):
 - Innerhalb Spitzenzeitenperimeter (SZP)
 - Ausserhalb Spitzenzeitenperimeter (restl. Kanton Zug)
- Ausserhalb Untersuchungsgebiet (ausserhalb Kanton Zug, aber innerhalb GVM-Gebiet): Für die Fahrten mit Start oder Ziel ausserhalb des Untersuchungsgebiets wurden zwar Auswertungen vorgenommen, in denen das gesamte restliche Gebiet in städtische, intermediäre und ländliche Räume unterschieden wurde (gemäss Stadt/Land-Typologie des BFS). Allerdings sind die Ergebnisse für diese drei Raumtypen oft sehr ähnlich und werden deshalb in der Folge bei der Darstellung der Ergebnisse nicht separat ausgewiesen.

Eine umfassende Auswertung nach den drei Stadt-/Land-Raumtypen macht für das beschränkte Gebiet des Kantons Zug wenig Sinn. Bei einem schweizweiten Modell wären solche Analysen jedoch wertvoll. Für den Kanton Zug deckt die Unterscheidung nach «innerhalb» und «ausserhalb» Spitzenzeitenperimeter gleichzeitig auch gerade das städtische Agglomerationsgebiet einerseits und das eher intermediär-ländliche Gebiet andererseits (= ausserhalb SZP) ab.

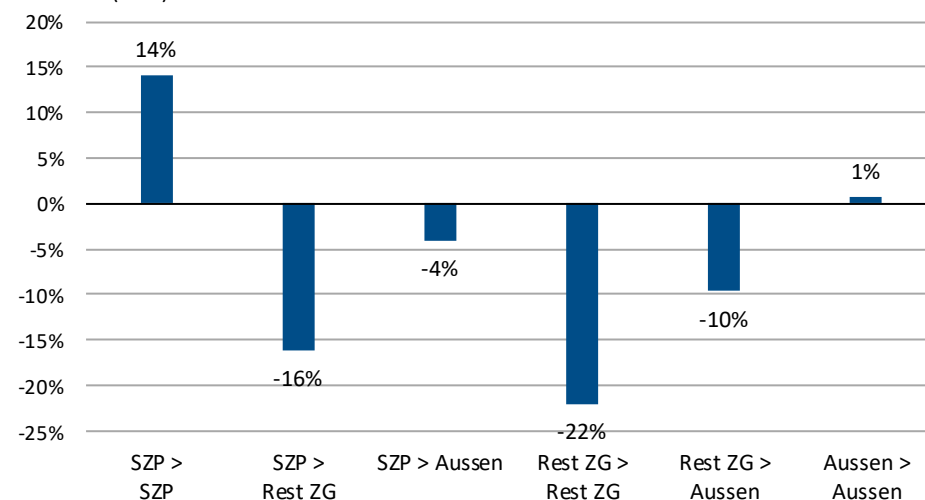
Aus den verkehrlichen Wirkungen werden schliesslich die finanziellen Belastungen für die verschiedenen Relationen bestimmt, unter Berücksichtigung der jeweiligen Abgabenhöhe im Referenzfall (Status Quo) sowie den Mobility-Pricing-Tarifszenarien. Berechnet wird die Veränderung der Kosten durchschnittlicher Fahrten zwischen verschiedenen Raumtypen infolge des Mobility Pricings: Dabei werden die Kosten mit einer Spitzenzeitentarifizierung gemäss dem jeweiligen Tarifszenario mit den Kosten im Referenzzustand verglichen, in dem ein einheitlicher Kilometertarif angewandt wird.

Grundlage für die Berechnung bilden die Anzahl Fahrten je Stunde zwischen den verschiedenen Raumtypen (jeweils in beide Richtungen) aus den Verkehrsmodellauswertungen, aus denen mit Hilfe der mittleren Fahrlängen je Relation die Fahrleistungen ermittelt werden können. Auf diese Fahrleistungen je Relation werden schliesslich die jeweiligen Mobility-Pricing-Tarife je Stunde und Raumtyp angewandt und daraus die durchschnittlichen Kosten je Fahrt für alle Relationen berechnet. Daraus resultiert die Veränderung der Kosten für Mobility Pricing pro Fahrt (im Durchschnitt über den Tag) je Szenario im Vergleich zu einem Referenzzustand. Als Referenzzustand wird in den Szenarien 1a und 1b ein schweizweit identischer und zeitlich nicht differenzierter Kilometertarif von 0.06 CHF pro Fzkm beim MIV bzw. 0.20 CHF pro pkm beim ÖV hinterlegt.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die Veränderung der Mobility-Pricing-Kosten im Tagesdurchschnitt für den MIV und den ÖV pro Fahrt von und nach den verschiedenen Raumtypen. Dargestellt ist die Veränderung der Kosten infolge der Einführung des Mobility Pricings für das Szenario 1a. In den Abbildungen sind immer die Fahrten in beide Richtungen dargestellt, also z.B. von städtischen Gebieten (ausserhalb Kanton Zug) in den Spitzenzeitenperimeter und auch umgekehrt vom Spitzenzeitenperimeter in städtische Gebiete.

Abbildung 52: Veränderung Kosten für Mobility Pricing MIV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 1a

Veränderung MIV-Kosten pro Fahrt im Vergleich mit Referenz (in %)



SZP: Spitzenzeitenperimeter. Aussen = ausserhalb Untersuchungsgebiet.

Grafik INFRAS. Quelle: Auswertungen aus dem GVM ZG, INFRAS 2018.

Beim Tarifszenario 1a steigen die Kosten für Fahrten innerhalb des Spitzenstundenperimeters um +14% (dabei sind alle Fahrten über den ganzen Tag berücksichtigt). Alle anderen Relationen

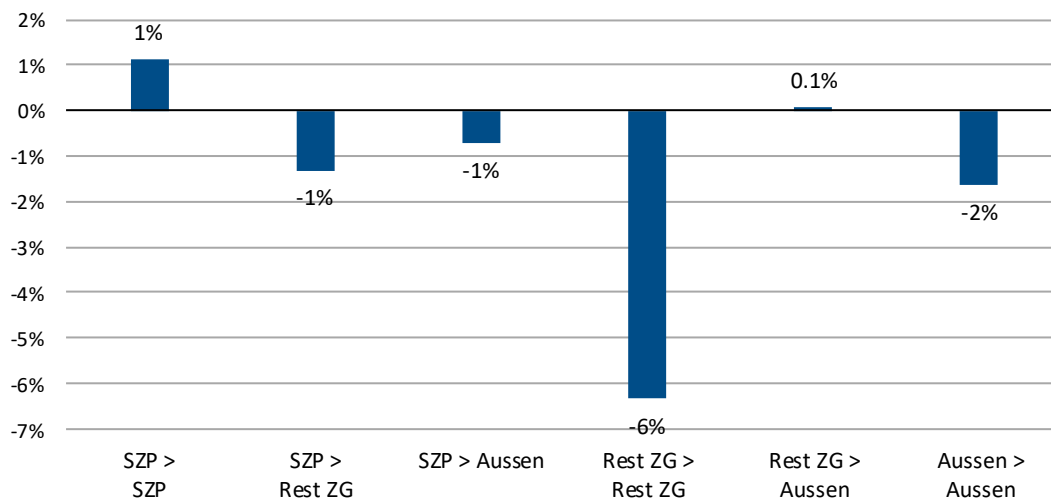
für Fahrten in den Spitzenstundenperimeter profitieren im Szenario 1a vom flächig verringerten Grundtarif, d.h. ihre Kosten sinken. Ein besonders starker Rückgang der Kosten pro Fahrt ergibt sich bei Fahrten innerhalb des restlichen Untersuchungsgebiets (Rest Kanton Zug > Rest Kanton Zug): Sie profitieren vom verringerten Grundtarif zu allen Tageszeiten. Es zeigt sich also klar, dass im Modell 1a die Erhöhung der Tarife in den Spitzenzeiten im Spitzenzeitenperimeter mit einer Reduktion der Tarife in den Gebieten ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters ausgeglichen wird. Längere Fahrten in der weiteren Agglomeration Zug profitieren tendenziell.

Insgesamt werden im Tarifmodell 1a also Fahrten innerhalb des Spitzenzeitenperimeters stärker belastet, während Fahrten im Umland durchschnittlich günstiger werden. Auch wenn keine Analyse auf der Ebene der Einwohner vorgenommen wurde, lässt sich der Schluss ziehen, dass im Tarifmodell 1a tendenziell die Einwohner des Spitzenzeitenperimeters stärker belastet werden, während die Bewohner ausserhalb (v.a. im restlichen Kanton Zug) tendenziell profitieren.

Abbildung 53: Veränderung Kosten für Mobility Pricing ÖV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 1a

Veränderung ÖV-Kosten im Vergleich mit Referenz (in %)

Nach Relationen



SZP: Spitzenzeitenperimeter. Aussen = ausserhalb Untersuchungsgebiet.

Grafik INFRAS. Quelle: Auswertungen aus dem GVM ZG, INFRAS 2018.

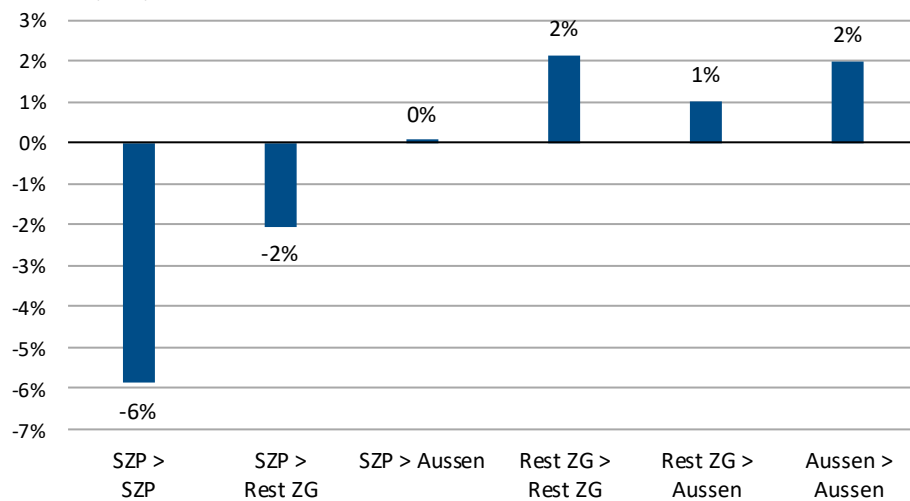
Beim ÖV sieht das Bild ähnlich aus: Auch hier steigen die Kosten insbesondere für Fahrten innerhalb des Spitzenzeitenperimeters, während Fahrten ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters (vor allem solche innerhalb des Kantons Zug) profitieren (vgl. Abbildung 53).

Beim Tarifszenario 1b sind die Ergebnisse deutlich anders: Hier müssen Personen mit Fahrten von und in den Spitzenstundenperimeter über den ganzen Tag summiert insgesamt rund

6% weniger bezahlen. Ebenfalls günstiger werden insgesamt auch die meisten weiteren Relationen mit Start oder Ziel im Spitzenstundenperimeter. Dagegen steigen die Kosten bei Relationen mit Start und Ziel ausserhalb des Untersuchungsgebiets, also bei Transitfahrten durch den Spitzenzeitenperimeter oder durch den ganzen Kanton Zug. Dies ist unter anderem eine Folge der leicht erhöhten Durchschnittskosten des km-Tarifs Schweiz wegen der Integration der Nationalstrassenabgabe und der Automobilsteuer. Beim Szenario 1b profitieren also Fahrten innerhalb oder in den Spitzenzeitenperimeter im Durchschnitt, während für Fahrten im Umland im Tagesdurchschnitt mehr bezahlt werden muss.

Abbildung 54: Veränderung Kosten für Mobility Pricing MIV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 1b

Veränderung MIV-Kosten pro Fahrt im Vergleich mit Referenz (in %)

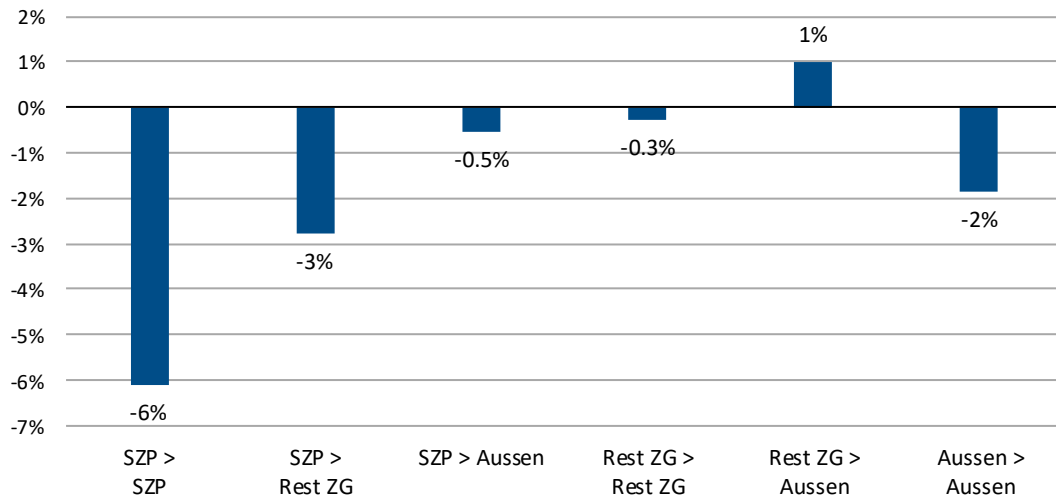


SZP: Spitzenzeitenperimeter. Aussen = ausserhalb Untersuchungsgebiet.

Grafik INFRAS. Quelle: Auswertungen aus dem GVM ZG, INFRAS 2018.

Abbildung 55: Veränderung Kosten für Mobility Pricing ÖV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 1b

Veränderung ÖV-Kosten im Vergleich mit Referenz (in %)
Nach Relationen



SZP: Spitzenzeitenperimeter. Aussen = ausserhalb Untersuchungsgebiet.

Grafik INFRAS. Quelle: Auswertungen aus dem GVM ZG, INFRAS 2018.

6.4. Bewertung der Tarifszenarien der 1. Iteration

Für die Bewertung der Tarifszenarien sind grundsätzlich die Ziele und die Grundprinzipien gemäss Konzeptbericht zum Mobility Pricing heranzuziehen (Bundesrat 2016, vgl. Kapitel 2). Im Vordergrund für die Bewertung der Tarifszenarien der 1. Iteration standen die Zielerreichung und die Erfüllung der wichtigsten Grundprinzipien. Für die Bewertung der Tarifszenarien wurde von den Auftragnehmern drei Kriterien vorgeschlagen:

- Zielerreichung: Können Verkehrsspitzen gebrochen werden?
- Grundprinzip «Kompensation» (Einnahmenäquivalenz): Können mit Mobility Pricing die gleichen Einnahmen gewährleistet werden wie im Referenzfall, so dass insgesamt nicht mehr bezahlt wird?
- Grundprinzip «sozialpolitische Ausgestaltung»: Bleibt Mobilität weiterhin für alle Beteiligten bezahlbar?

Dieses Vorgehen für die Bewertung der Tarifszenarien der 1. Iteration im Hinblick auf die Wahl der Tarifszenarien für die 2. Iteration wurde unter Berücksichtigung der durchgeführten Wirkungsanalyse und der zur Verfügung stehenden Zeit als zweckmässig erachtet. Für die Gesamtwürdigung aller Tarifszenarien und insbesondere im Hinblick auf die Auswahl des Hauptszenarios aus den untersuchten Tarifszenarien der 1. als auch der 2. Iteration wird ein erweitertes Kriterien-Set vorgeschlagen (vgl. Kapitel 8.7), da die Wirkungsanalyse der 2. Iteration umfassender ist und auch weitere Aspekte im Hinblick auf die weiteren Arbeiten sinnvollerweise betrachtet werden sollen.

Tabelle 36: Bewertung der Tarifszenarien 1a und 1b

Kriterium	Tarifszenario 1a	Tarifszenario 1b
Zielerreichung Spitzen brechen (verkehrliche Wirkungen)	- Das Kriterium wird grundsätzlich erfüllt. - Der Nachfragerückgang in den Spitzenstunden (MIV: -10%, ÖV: -7%) wird als gut eingeschätzt. - Der Nachfragerückgang in den Spitzenzeiten im MIV als auch ÖV ist mit Tarifszenario 1b insgesamt vergleichbar. Die Reduktion im MIV in der Abendspitze ist jedoch geringer im Vergleich zu Tarifszenario 1b. - Der Anteil der überlasteten Streckenabschnitte wird sowohl auf der Strasse als auch im ÖV signifikant reduziert.	- Das Ziel wird grundsätzlich erreicht. - Der Nachfragerückgang in den Spitzenstunden (MIV: -11%, ÖV: -7%) wird als gut eingeschätzt. - Tarifszenario 1b hat in der Abendspitze im MIV eine grössere Wirkung als Szenario 1a. - Da im MIV die Abendspitze deutlich stärker ausgeprägt ist als die Morgenspitze, hat Tarifszenario 1b gewisse Vorteile gegenüber Tarifszenario 1a (Reduktion MIV in der Abendspitze höher). Zudem sind die Wirkungen im MIV über alle Spitzenstunden betrachtet im Tarifszenario 1b höher als im Tarifszenario 1a. - Der Anteil der überlasteten Streckenabschnitte wird sowohl auf der Strasse als auch im ÖV signifikant reduziert.
Kompensation (Einnahmenneutralität)	- Das Tarifszenario wurde so gewählt, dass die Einnahmenneutralität gewährleistet wird. Das Kriterium wird erfüllt. - Die Mindereinnahmen liegen jedoch etwas höher als im Tarifszenario 1b. - Bei Tarifmodell 1 müsste bei einer Einführung zusätzlicher Gebiete mit Mobility Pricing der Grundtarif jeweils für alle Gebiete mit Mobility Pricing angepasst werden. Tarifmodell 1 ist daher unflexibler im Vergleich zu Tarifmodell 2 (Tarifszenario 1b),	- Das Tarifszenario wurde so gewählt, dass die Einnahmenneutralität gewährleistet wird. Das Kriterium wird erfüllt. - Aufgrund der etwas geringeren Mindereinnahmen ist Szenario 1b etwas vorteilhafter. - Aufgrund der Kompensation der Spitzenzeittarife innerhalb des Spitzenzeitenperimeters in den Randzeiten hat Tarifmodell 2 (Tarifszenario 1b) gewisse Vorteile sofern Mobility Pricing auch in anderen Gebieten eingeführt würde. Die Flexibilität ist höher im Vergleich zu Tarifmodell 1.
sozialpolitische Ausgestaltung (Verteilungswirkungen)	- Das Kriterium wird erfüllt. Die grössten finanziellen Konsequenzen ergeben sich für inflexible MIV-Haushalte der unteren Einkommensklassen. Die mögliche zusätzliche Belastung der Haushalte ist etwas geringer als im Tarifszenario 1b. - Die räumlichen Verteilwirkungen sind im Szenario 1a negativer, weil die Bewohner des Spitzenzeitenperimeters überproportional belastet werden.	- Das Kriterium wird erfüllt. Die grössten finanziellen Konsequenzen ergeben sich für inflexible MIV-Haushalte der unteren Einkommensklassen. Die mögliche zusätzliche Belastung der Haushalte ist jedoch höher als im Tarifszenario 1a. - Bei den räumlichen Verteilwirkungen schneidet das Szenario 1b deutlich besser ab: die städtische Agglomeration Zugs wird entlastet und gestärkt, auch als Wohnort.

Tabelle INFRAS.

Fazit: Im Ergebnis ist festzuhalten, dass beide Tarifszenarien grundsätzlich geeignet sind. Das übergeordnete Ziel, Verkehrsspitzen zu brechen, erfüllen beide Tarifszenarien bzw. Tarifmodelle. Tarifszenario 1b hat bei zwei der drei zugrunde gelegten Kriterien jeweils gewisse Vorteile gegenüber dem Tarifszenario 1a. Tarifszenario 1b bzw. **Tarifmodell 2 ist daher grundsätzlich etwas vorteilhafter.**

7. Tarifszenarien für die 2. Iteration (Tarifszenarien 2a und 2b)

7.1. Stossrichtungen zur Anpassung der Tarifszenarien

Im Hinblick auf die 2. Iteration sind grundsätzlich **verschiedene Anknüpfungspunkte** für die Anpassung der Tarifszenarien denkbar:

Erstens könnte der Spitzenzeitenperimeter sowohl räumlich als auch zeitlich angepasst werden. Beispielsweise könnte die Abendspitze länger als die Morgenspitze gewählt werden. Zweitens wäre eine Anpassung des Tarifmodells oder der Fokus auf nur ein Tarifmodell denkbar. Drittens könnten die Tarifhöhen angepasst werden:

- Zur Anpassung von Tarifhöhen könnten unter Beibehaltung der Kompensation der in der 1. Iteration gewählten Einnahmen die Spreizung der Tarife erhöht werden. Im MIV würde dies jedoch negative Tarife bedeuten.
- Andererseits wäre die Kompensation zusätzlicher Abgaben im MIV möglich, was gleichzeitig zu einer Erhöhung der Spreizung im ÖV genutzt werden könnte.

Die Tarifszenarien 1a und 1b erzielten grundsätzlich die gewünschten verkehrlichen Wirkungen, d.h. es können die Verkehrsspitzen gebrochen werden. Das Ausmass dieser Wirkungen wird als gut beurteilt, auch im Hinblick auf das zukünftige prognostizierte Verkehrswachstum. Im Vordergrund für die Wahl der Tarifszenarien für die 2. Iteration stehen daher solche Anpassungen von Parametern, die die verkehrlichen Wirkungen gegenüber der 1. Iteration erhöhen, aber gleichzeitig die Einhaltung der Grundprinzipien (Kapitel 2) gewährleisten.

Auf eine **Anpassung des Spitzenzeitenperimeters** sollte verzichtet werden, da davon auszugehen ist, dass die verkehrliche Wirkung hierdurch nicht erhöht werden kann. Zudem ist grundsätzlich davon auszugehen, dass der Spitzenzeitenperimeter vernünftig gewählt wurde. Eine zeitliche Ausdehnung der Spitzenzeiten ist aufgrund der Ganglinien nicht angezeigt, ausser allenfalls ein früherer Beginn der Abendspitze ab 16 Uhr. Allerdings würde bei einer Verlängerung der Spitzenzeiten die Möglichkeit, die Fahrt aus der Spitze zu verschieben, eingeschränkt. Darüber hinaus ist es sinnvoll, den Spitzenzeitenperimeter (räumlich und zeitlich) aus Gründen der Vergleichbarkeit für die 2. Iteration beizubehalten. Dadurch müssen diesbezüglich auch keine Anpassungen am Gesamtverkehrsmodell vorgenommen werden, was aufgrund der zeitlichen Beschränkungen des Projekts als sinnvoll erachtet wird. Allerdings ist es denkbar, die Morgen- und Abendspitze unterschiedlich zu bepreisen, um die stärkere Ausprägung der Abendspitze im MIV zu berücksichtigen.

Da sowohl mit Tarifmodell 1 als auch 2 verkehrliche Wirkungen erzielt werden konnten, wird auf eine grundlegende Anpassung der beiden Tarifmodelle verzichtet. Aufgrund der ähnlichen Ergebnisse der verkehrlichen Wirkungen für Tarifszenario 1a (Tarifmodell 1) und Tarifszenario 1b (Tarifmodell 2) ist es sinnvoll, in der 2. Iteration auf **ein Tarifmodell zu fokussieren**

und für die Definition der Tarifszenarien 2a und 2b andere Parameter zu variieren. Aufgrund der Ergebnisse der 1. Iteration weist Tarifmodell 2 (Tarifszenario 1b) gewisse Vorteile gegenüber Tarifmodell 1 (Tarifszenario 1a) auf. Gegen Tarifmodell 1 sprechen insbesondere folgende zwei Argumente:

- Aufgrund des niedrigen Grundtarifs im Untersuchungsgebiet ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters würden sich Verkehrsteilnehmende in diesem Gebiet bedeutend weniger an den Kosten der Infrastrukturnutzung beteiligen, was dem Verursacherprinzip bzw. dem Prinzip «pay as you use» widersprechen würde.
- Würde Mobility Pricing mit einer zeitlichen Differenzierung auf weitere Gebiete angewandt, hätte dies im Modell 1 jeweils Auswirkungen auf die Höhe des Grundtarifs. Bei Anpassungen oder Ausweitung des Anwendungsbereichs von Mobility Pricing mit einer zeitlichen Differenzierung, müssten die Tarife überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Dies würde die Flexibilität einschränken.

Aus diesen Gründen wird für die 2. Iteration nur noch das Tarifmodell 2 verwendet, also sowohl für Tarifszenario 2a als auch 2b, wobei dieses mit einer unterschiedlichen Bepreisung der Morgen- und Abendspitze gegenüber dem Grundmodell minim angepasst wird. Das Modell als solches wird aber nicht angepasst. Hauptmerkmal des Tarifmodells 2 ist die Kompensation der Mehreinnahmen im Spitzenzeitenperimeter zu Spitzenzeiten innerhalb des Spitzenzeitenperimeters, d.h. der gewichtete Durchschnittstarif innerhalb des Spitzenzeitenperimeters entspricht dem Durchschnittstarif ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters. Dies bedeutet, dass mit der Wahl des Tarifmodells 2 zudem eine Erweiterung bzw. schrittweise Einführung von Mobility Pricing mit zeitlicher Differenzierung in anderen Gebieten grundsätzlich möglich ist.

Hinsichtlich der Anpassung der Tarifhöhen würde die Erhöhung der Spreizung bei Tarifmodell 2 zu negativen Tarifen in den Randzeiten im MIV führen. Bei negativen Tarifen in den Randzeiten würden für Fahrten ausserhalb der Spitzenzeit ein Betrag gutgeschrieben (Bonus). Auch wenn dies grundsätzlich denkbar wäre, erscheint dies schwer kommunizierbar und widerspricht dem Verursacherprinzip. Deswegen wurde in diesem Projekt hierauf verzichtet.

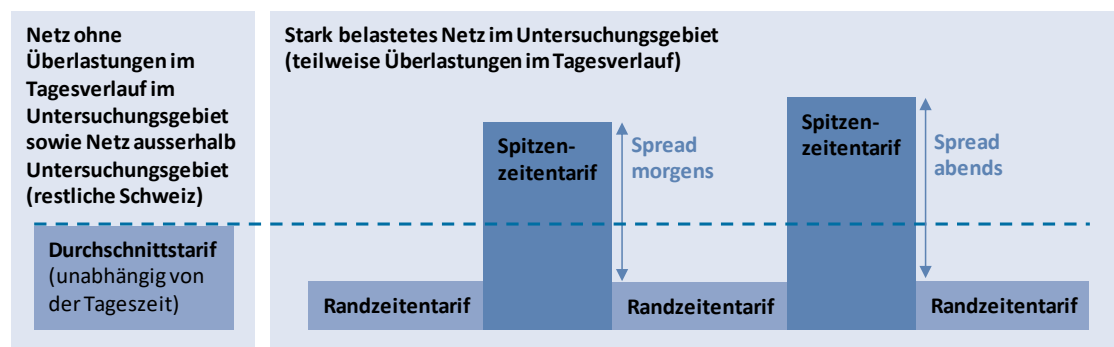
Für die Änderung der Tarifhöhen steht die **Kompensation zusätzlicher Einnahmen im MIV** im Vordergrund, da hierdurch die verkehrlichen Wirkungen erhöht werden können. Da aufgrund von Model Split-Effekten die Wirkungen im ÖV vermutlich reduziert würden, ist denkbar, die Spreizung der Tarife im ÖV ebenfalls zu erhöhen. Zur Kompensation zusätzlicher Einnahmen stehen die nicht zweckgebundene Mineralölsteuer sowie die Einnahmen aus der kantonalen Motorfahrzeugsteuer zur Verfügung. Während die nicht zweckgebundene Mineralölsteuer bereits in den variablen Kosten des MIV im Gesamtverkehrsmodell enthalten sind, würde die

Kompensation der Einnahmen aus den kantonalen Motorfahrzeugsteuern zu einer Erhöhung der variablen Kosten des MIV im GVM ZG führen.

7.2. Herleitung Tarifszenarien für die 2. Iteration

Tarifszenarien 2a und 2b basieren grundsätzlich auf dem Tarifszenario 1b (Tarifmodell 2), wobei im Gegensatz zur 1. Iteration die Abendspitze mindestens im MIV höher bepreist wird als die Morgenspitze. Eine unterschiedlich hohe Bepreisung der Abend- und Morgenspitze im MIV trägt der Tagesganglinie im MIV Rechnung. Der Anteil am durchschnittlichen Werktagsverkehr im grossen Spitzenzeitenperimeter in den Abendspitzenzeiten 17–19 Uhr liegt um rund 4 Prozentpunkte über dem Anteil in den Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr (vgl. Abschnitt 5.2.2, Abbildung 21).

Abbildung 56: Tarifmodell 2 im MIV für die 2. Iteration



Grafik INFRAS.

Der Spitzenzeitenperimeter ist – analog der 1. Iteration – ein grosses, räumlich zusammenhängendes Gebiet, das sich an den urban geprägten Stadtlandschaften des Kantons Zug orientiert. Der Spitzenzeitenperimeter ist unter Berücksichtigung des Prinzips der Intermodalität im MIV und ÖV identisch. Analog der 1. Iteration wird eine im MIV und ÖV identische 2-stündige Spitzenzeit am Morgen (7–9 Uhr) und Abend (17–19 Uhr) gewählt. Die Tarifszenarien 2a und 2b unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der Kompensation zusätzlicher Einnahmen.

7.2.1. Tarifszenario 2a

Im Tarifszenario 2a werden gegenüber den Tarifszenarien der 1. Iteration zusätzlich zu den Einnahmen aus der zweckgebundenen Mineralölsteuer, dem Mineralölsteuerzuschlag, der Automobilsteuer und der Nationalstrassenabgabe auch die Einnahmen der nicht zweckgebundenen Mineralölsteuer kompensiert (868 Mio. Franken im MIV). Aufgrund der zusätzlichen Kompensation der Einnahmen aus der nicht zweckgebundenen Mineralölsteuer wird im MIV einerseits

der Durchschnittstarif Schweiz von 6 auf 7 Rp./Fzkm erhöht (Tabelle 37). Andererseits werden die zusätzlichen Einnahmen zur Erhöhung des Tarifs in der Abendspitze verwendet. Der Tarif in der Morgenspitze bleibt gleich wie im Tarifszenario 1b (21 Rp./Fzkm). Die nicht zweckgebundene Mineralölsteuer ist bereits in den variablen Kosten des MIV im GVM ZG enthalten ist, d.h. insgesamt sind 6 Rp./Fzkm von den 7 Rp./Fzkm bereits in den variablen Kosten des MIV im GVM ZG enthalten.

Tabelle 37: Durchschnittstarif Schweiz MIV, 2. Iteration (Tarifszenario 2a)

	Einheit	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Zu kompensierende Einnahmen	Mio. CHF	4'445	4'385	4'393	4'317	4'281	4'140
Fahrleistungen MIV	Mio. Fzkm	53'786	54'441	55'486	56'464	57'423	58'414
Durchschnittstarif MIV Schweiz	CHF/Fzkm	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07

Tabelle INFRAS. Quellen: BFS 2018a, 2018b.

Für den ÖV bleibt der Durchschnittstarif Schweiz bei 0.20 CHF/Pkm analog der 1. Iteration. Hinsichtlich der Ausgestaltung des Grundtarifs und der Spitzentarife im ÖV wurden verschiedene Möglichkeiten diskutiert. Folgende Varianten sind denkbar:

- Variante 1 (Status quo): Das Tarifszenario 1b im ÖV wird für die 2. Iteration beibehalten, d.h. es erfolgt insbesondere keine Differenzierung zwischen Morgen- und Abendspitze, da diese im ÖV – im Gegensatz zum MIV – ähnlich hoch sind.
→ Vorteil: Keine Veränderung gegenüber Tarifszenario 1b, und somit gute Vergleichbarkeit.
- Variante 2: Die Spreizung wird im ÖV erhöht, um die verkehrlichen Wirkungen zu vergrößern. Der Spitzentarif am Morgen und Abend ist gleich. Da die Spreizung im ÖV in der 1. Iteration an den MIV angelehnt wurde, könnte in der 2. Iteration ebenfalls die höhere Spreizung auf den ÖV angewandt werden, wobei die Spreizung im MIV zwischen Abendspitze und Grundtarif als Orientierung genommen wird. Der Grundtarif müsste entsprechend gesenkt werden.
→ Vorteil: Erhöhung der verkehrlichen Wirkung im ÖV.
- Variante 3: Wie beim MIV wird die Spreizung im ÖV bei der Abendspitze erhöht. Der Grundtarif wird gesenkt, der Spitzenzeitentarif am Abend erhöht und der Spitzenzeitentarif am Morgen wird beibehalten. Auch damit kann die verkehrliche Wirkung vergrößert werden.
→ Vorteil: Differenzierung Morgen- und Abendspitze ist analog MIV; Spreizung im ÖV ist vergleichbar mit jener im MIV (Grundprinzip Intermodalität).

Die unter Berücksichtigung der Einnahmeneutralität berechneten Tarife im MIV und die verschiedenen Varianten im ÖV sind in Tabelle 38 zusammengefasst.

Tabelle 38: Mögliche Tarifszenarien 2a

	Durchschnittstarif Schweiz	Grundtarif	Spitzenzeittarif morgens	Spitzenzeittarif abends
MIV	0.07 CHF/Fzkm (0.23 CHF/Fzkm 0.17 CHF/Pkm)	0.00 CHF/Fzkm (0.16 CHF/Fzkm 0.12 CHF/Pkm)	0.21 CHF/Fzkm (0.37 CHF/Fzkm 0.27 CHF/Pkm)	0.28 CHF/Fzkm (0.44 CHF/Fzkm 0.32 CHF/Pkm)
ÖV – Variante 1		0.14 CHF/Pkm	0.31 CHF/Pkm	0.31 CHF/Pkm
ÖV – Variante 2	0.20 CHF/Pkm	0.13 CHF/Pkm	0.35 CHF/Pkm	0.35 CHF/Pkm
ÖV – Variante 3		0.13 CHF/Pkm	0.31 CHF/Pkm	0.39 CHF/Pkm

Werte in Klammern: gesamte variable Kosten MIV (Input für Modell), d.h. MP Tarif plus weitere variable Kosten

Tabelle INFRAS.

Auf Basis des Tischmodells wurde unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts (-0.15) die voraussichtlichen Veränderungen der Fahrleistungen im MIV sowie Verkehrsleistungen im ÖV aufgrund der Einführung eines Mobility Pricings gemäss Tarifszenario 2a geschätzt (Tabelle 42). Gemäss Tischmodell ist davon auszugehen, dass die Nachfrage im MIV zu Spitzenzeiten um rund 13% zurückgeht (Vergleich Tarifszenario MIV 1b: -10.9%). Die möglichen verkehrlichen Wirkungen im ÖV sind abhängig von der gewählten Variante. Mit Variante 2 (Erhöhung der Spreizung) kann die höchste Wirkung erzielt werden (Vergleich Tarifszenario ÖV 1b: -8.2%).

Tabelle 39: Änderung der Fahrleistungen im MIV und Verkehrsleistungen im ÖV unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts, Tarifszenario 2a

Tarifszenario 2a			
	Untersuchungsgebiet exkl. SZP	SZP (Rand- und Spitzenzeiten)	SZP (Spitzenzeiten)
MIV	-0.7%	-1.4%	-12.9%
ÖV – Variante 1		-0.2%	-8.3%
ÖV – Variante 2	0.0%	-0.8%	-11.3%
ÖV – Variante 3		-0.8%	-11.3%

Tabelle INFRAS.

7.2.2. Tarifszenario 2b

Im Tarifszenario 2b werden gegenüber den Tarifszenarien der 1. Iteration zusätzlich zu den Einnahmen aus der zweckgebundenen Mineralölsteuer, dem Mineralölsteuerzuschlag, der Automobilsteuer und der Nationalstrassenabgabe auch die Einnahmen der nicht zweckgebundenen Mineralölsteuer und der kantonalen Motorfahrzeugsteuer (rund 2 Mrd. Franken im MIV im

2015) kompensiert. Hierdurch erhöht sich der Durchschnittstarif Schweiz im MIV auf 11 Rp./Fzkm, wobei davon gegenüber heute 5 Rp./Fzkm neu variable Kosten sind (4 Rp. aus der Motorfahrzeugsteuer, 1 Rp. aus der Nationalstrassenabgabe und der Automobilsteuer) und zu einer Erhöhung der im Gesamtverkehrsmodell interlegten variablen Kosten im MIV führen. Gegenüber dem Tarifszenario 2a wäre der Durchschnittstarif um 4 Rp./Fzkm höher. Um diese Differenz werden auch der Grundtarif und der Spitzenzeitentarif am Morgen erhöht. Der Spitzenzeitentarif am Abend wird (mit Hilfe des Tischmodells) so gewählt, dass die Einnahmenneutralität im Untersuchungsgebiet gewährleistet wird. Weil die deutliche Erhöhung des Durchschnittstarifs Schweiz eine Dämpfung der Fahrleistung (und somit eine Reduktion der Einnahmen) mit sich bringt, kann in diesem Tarifszenario der Spitzenzeitentarif am Abend deutlich höher gewählt werden.

Tabelle 40: Durchschnittstarif Schweiz MIV, 2. Iteration (Tarifszenario 2b)

	Einheit	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Zu kompensierende Einnahmen	Mio. CHF	6'329	6'302	6'360	6'226	6'246	6'156
Fahrleistungen MIV	Mio. Fzkm	53'786	54'441	55'486	56'464	57'423	58'414
Durchschnittstarif MIV Schweiz	CHF/Fzkm	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11

Tabelle INFRAS. Quellen: BFS 2018a, 2018b.

Im Folgenden wird für den ÖV angenommen, dass das Tarifszenario 2a dem Tarifszenario 1b im ÖV entspricht (entspricht Variante 1 im Tarifszenario 2a). Analog Tarifszenario 2a wären für den ÖV aber auch Varianten 2 und 3 denkbar. Da die Höhe der Spreizung zwischen Grundtarif und Abendspitze im MIV im Tarifszenario 2a und 2b ähnlich hoch sind, würden sich für das Tarifszenario 2b die Tarife im ÖV für die Varianten 2 und 3 gegenüber Tarifszenario 2a nicht ändern.

Tabelle 41: Vorschläge Tarifszenario 2b

	Durchschnittstarif Schweiz	Grundtarif	Spitzenzeitentarif morgens	Spitzenzeitentarif abends
MIV	0.11 CHF/Fzkm (0.27 CHF/Fzkm 0.20 CHF/Pkm)	0.04 CHF/Fzkm (0.20 CHF/Fzkm 0.15 CHF/Pkm)	0.25 CHF/Fzkm (0.41 CHF/Fzkm 0.30 CHF/Pkm)	0.37 CHF/Fzkm (0.53 CHF/Fzkm 0.39 CHF/Pkm)
ÖV	0.20 CHF/Pkm	0.14 CHF/Pkm	0.31 CHF/Pkm	0.31 CHF/Pkm

Werte in Klammern: gesamte variable Kosten MIV (Input für Modell), d.h. MP Tarif plus weitere variable Kosten

Tabelle INFRAS.

Auf Basis des Tischmodells wurde unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts (-0.15) die voraussichtlichen Veränderungen der Fahrleistungen im MIV sowie Verkehrsleistungen im ÖV für das Tarifszenario 2b abgeschätzt (Tabelle 42). Es ist davon auszugehen, dass die Nachfrage im MIV zu Spitzenzeiten um rund 18% zurückgeht. Für den ÖV resultiert ein voraussichtlicher Nachfragerückgang zu Spitzenzeiten von rund 8%.

Tabelle 42: Änderung der Fahrleistungen im MIV und Verkehrsleistungen im ÖV unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts, Tarifszenario 2b

	Untersuchungsgebiet exkl. SZP	SZP (Rand- und Spitzenzeiten)	SZP (Spitzenzeiten)
MIV	-3.4%	-4.8%	-17.6%
ÖV	0.0%	-0.2%	-8.3%

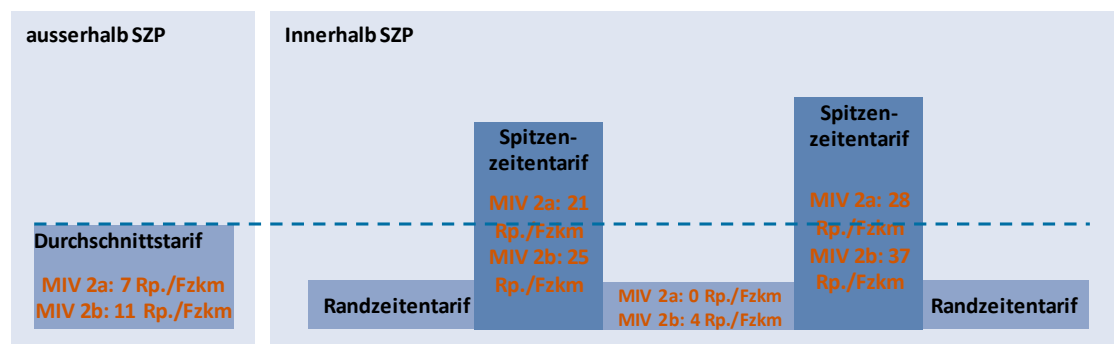
Tabelle INFRAS.

Aufgrund der Differenz der voraussichtlichen verkehrlichen Wirkungen zwischen ÖV und MIV ist mit Modal-Split-Effekten zu rechnen. Diese können mit dem «Tischmodell» jedoch nicht abgebildet werden.

7.3. Übersicht der gewählten Tarifszenarien für die 2. Iteration

Während die Tarifszenarien 2a und 2b für den MIV eindeutig hergeleitet wurden (vgl. Abbildung 57), war für den ÖV die entsprechende(n) Variante(n) zu wählen. Für den ÖV war abzuwägen, ob das Tarifszenario 1b (Variante 1) beibehalten oder eine stärkere Differenzierung analog MIV für die Abendspitze (Varianten 2 und 3) präferiert wird. Die verkehrlichen Wirkungen wären bei einer stärkeren Spreizung im ÖV etwas höher, weswegen allenfalls geringere Modal-Split-Effekte resultieren könnten.

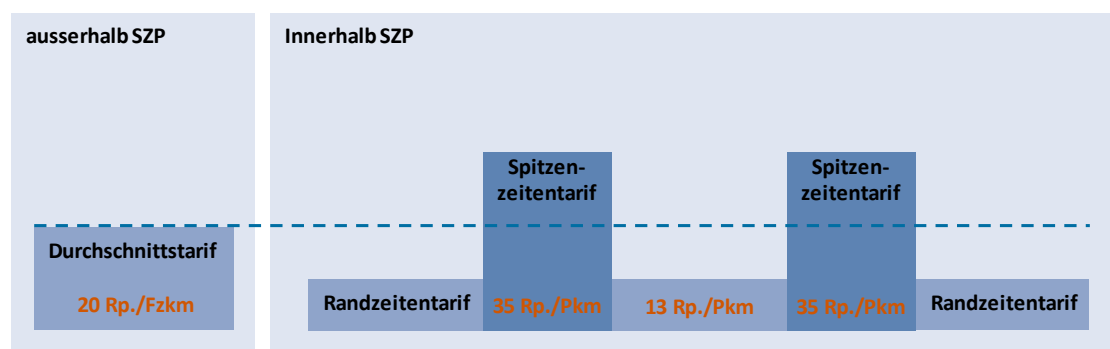
Abbildung 57: MIV Tarifszenarien für die 2. Iteration



Grafik INFRAS.

Für den ÖV stand gemäss Abstimmung mit der Begleitgruppe Variante 2 im Vordergrund. Mit der stärkeren Spreizung sowohl in der Morgen- als auch Abendspitze analog der Spreizung im MIV in der Abendspitze wird dem Prinzip der Intermodalität Rechnung getragen. Aufgrund der ähnlich hohen Spitzen am Morgen und Abend ist eine Differenzierung des Spitzenzeitentarifs zwischen Morgen und Abend nicht sinnvoll. Variante 2 wurde schliesslich für beide Tarifszenarien 2a und 2b im ÖV gewählt, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten (Abbildung 58).

Abbildung 58: ÖV Tarifszenario für die 2. Iteration (2a und 2b identisch)



Grafik INFRAS.

In Tabelle 43 und Tabelle 44 sind die gewählten Tarifszenarien 2a und 2b zusammengefasst.

Tabelle 43: Tarifszenario 2a

	Durchschnitts- tarif Schweiz	Randzeiten- tarif	Spitzenzeiten- tarif	Spitzenzeiten- tarif	Spreizung Durchschnitts- vs. Spitzenzeitentarif		Spreizung Rand- vs. Spitzen- zeitentarif	
					morgens	abends	morgens	abends
MIV	0.07 CHF/Fzkm (0.23 CHF/Fzkm 0.17 CHF/Pkm)	0.00 CHF/Fzkm (0.16 CHF/Fzkm 0.12 CHF/Pkm)	0.21 CHF/Fzkm (0.37 CHF/Fzkm 0.27 CHF/Pkm)	0.28 CHF/Fzkm (0.44 CHF/Fzkm 0.32 CHF/Pkm)	61%	91%	131%	175%
ÖV	0.20 CHF/Pkm	0.13 CHF/Pkm	0.35 CHF/Pkm	0.35 CHF/Pkm	75%		169%	

Werte in Klammern: gesamte variable Kosten MIV (Input für Modell), d.h. MP Tarif plus weitere variable Kosten

Tabelle 44: Tarifszenario 2b

	Durchschnitts- tarif Schweiz	Randzeiten- tarif	Spitzenzeiten- tarif	Spitzenzeiten- tarif	Spreizung Durchschnitts- vs. Spitzenzeitentarif		Spreizung Rand- vs. Spitzen- zeitentarif	
					morgens	abends	morgens	abends
MIV	0.11 CHF/Fzkm	0.04 CHF/Fzkm	0.25 CHF/Fzkm	0.37 CHF/Fzkm				
	(0.27 CHF/Fzkm	(0.20 CHF/Fzkm	(0.41 CHF/Fzkm	(0.53 CHF/Fzkm	52%	96%	105%	165%
	0.20 CHF/Pkm)	0.15 CHF/Pkm)	0.30 CHF/Pkm)	0.39 CHF/Pkm)				
Öv	0.20 CHF/Pkm	0.13 CHF/Pkm	0.35 CHF/Pkm	0.35 CHF/Pkm	75%		169%	

Werte in Klammern: gesamte variable Kosten MIV (Input für Modell), d.h. MP Tarif plus weitere variable Kosten

8. Wirkungsanalyse 2. Iteration

8.1. Verkehrliche Wirkungen

8.1.1. Grundlegendes

Die grundsätzlichen Modellannahmen und -methodiken sind die gleichen wie für die Tarifszenarien 1a und 1b (vgl. Abschnitt 6.1.1).

8.1.2. Ziel- und Verkehrsmittelwahl

In Tabelle 45 sind die Ergebnisse der Ziel- und Verkehrsmittelwahl für die Tarifszenarien 2a und 2b und deren Differenz gegenüber dem Referenzzustand (Ref.) dargestellt. Die Veränderungen für das Tarifszenario 2a liegen aufgrund der Einnahmenneutralität praktisch im gleichen Bereich wie bei den Tarifszenarien 1a und 1b (vgl. Kapitel 6.1). Anders sieht die Situation bei Tarifszenario 2b aus, wo aufgrund der höheren variablen MIV-Kosten eine signifikante Verschiebung des Modal Split vom MIV zum ÖV und zum Langsamverkehr stattfindet.

Tabelle 45: Ergebnisse Ziel- und Verkehrsmittelwahl

Mo- dus	Referenz		Tarifszenario 2a			Tarifszenario 2b		
	# Wege [Mio.]	Anteil [%]	# Wege [Mio.]	Anteil [%]	Diff. ggü. Ref. [%]	# Wege [Mio.]	Anteil [%]	Diff. ggü. Ref. [%]
Fuss	2.06	29.0	2.07	29.1	+0.46	2.09	29.5	+1.78
Velo	0.45	6.3	0.45	6.3	+0.51	0.46	6.4	+1.95
MIV	3.20	45.1	3.18	44.8	-0.64	3.12	43.9	-2.64
ÖV	1.39	19.6	1.40	19.7	+0.64	1.43	20.2	+2.81
Total	7.10		7.10		±0.00	7.10		±0.00

8.1.3. Wahl der Abfahrtszeit

Tabelle 46 (MIV) und Tabelle 47 (ÖV) zeigen die Verschiebung der Abfahrtszeiten aus den Spitzenstunden in die in der Tabelle aufgeführten Vor- bzw. Nachgängerstunden im MIV und ÖV für das Tarifszenario 2a, Tabelle 48 (MIV) und Tabelle 49 (ÖV) für das Tarifszenario 2b.

Die Ergebnisse des Tarifszenarios 2a ist aufgrund der höheren Kosten in den Pricingstunden etwas stärker, insbesondere im MIV in der Abendspitze mit einem Anteil von ca. 23.5%. Beim Tarifszenario 2b mit den höchsten Spitzenzeitentartifen und einer stärkeren Spreizung zwischen Morgen- und Abendspitzen sind die höchsten Anteile an verschobenen PW-Fahrten in

der Abendspitze (knapp 26%) zu beobachten. Im ÖV sind die Unterschiede aufgrund der gleichen Spitzenstundentarife in den Tarifszenarien 2a und 2b geringer (knapp 30% der potentiell verschiebbaren Wege), aber doch signifikant höher als bei den Tarifszenarien der ersten Iteration.

Tabelle 46: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 2a – MIV)

Uhrzeit	Potenziell verschiebbare Fahrten	Verschobene Fahrten	Anteil [%]
06:00 – 07:00	19'609	4'068	20.7
09:00 – 10:00	15'464	3'138	20.3
16:00 – 17:00	26'391	6'251	23.6
19:00 – 20:00	22'874	5'383	23.5

Tabelle 47: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 2a – ÖV)

Uhrzeit	Potenziell verschiebbare Wege	Verschobene Wege	Anteil [%]
06:00 – 07:00	6'820	1'975	29.0
09:00 – 10:00	5'007	1'411	28.2
16:00 – 17:00	8'583	2'494	29.1
19:00 – 20:00	6'444	2'240	34.8

Tabelle 48: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 2b – MIV)

Uhrzeit	Potenziell verschiebbare Fahrten	Verschobene Fahrten	Anteil [%]
06:00 – 07:00	19'230	4'076	21.2
09:00 – 10:00	15'145	3'141	20.7
16:00 – 17:00	25'845	6'650	25.7
19:00 – 20:00	22'372	5'717	25.6

Tabelle 49: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 2b – ÖV)

Uhrzeit	Potenziell verschiebbare Wege	Verschobene Wege	Anteil [%]
06:00 – 07:00	7'086	2'044	28.8
09:00 – 10:00	5'215	1'466	28.1
16:00 – 17:00	8'903	2'556	29.0
19:00 – 20:00	6'661	2'319	34.8

8.1.4. Fahr- bzw. Verkehrsleistungen

Abbildung 59 und Abbildung 60 zeigen die Verschiebungen der Tagesganglinie (gemessen in PW-Fahrleistungen bzw. ÖV-Verkehrsleistungen in Fahrzeug- bzw. Personenkilometern) in den

beiden Tarifszenarien für das Untersuchungsgebiet (Kanton Zug). Aus den Detail-Abbildungen (Abbildung 61 und Abbildung 62) sind die Veränderungen der Fahr- bzw. Verkehrsleistungsanteile am Tagesgesamtverkehr ersichtlich.

Abbildung 59: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Ganglinie der PW-Fahrleistungen (Kanton Zug)

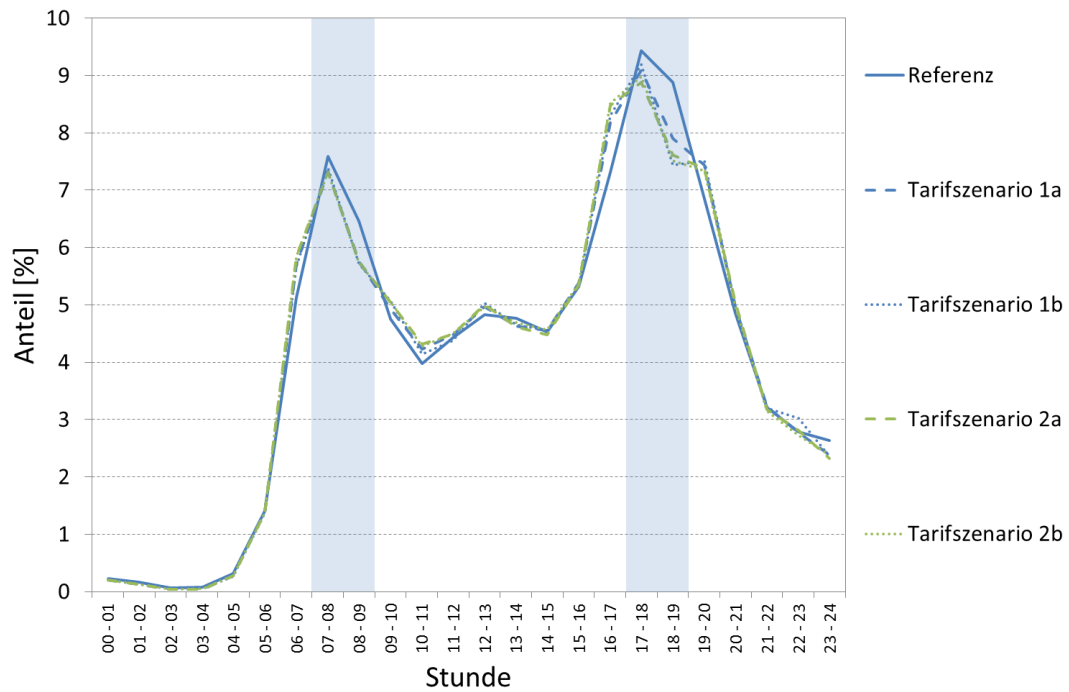


Abbildung 60: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Ganglinie der ÖV-Verkehrsleistungen (Kanton Zug)

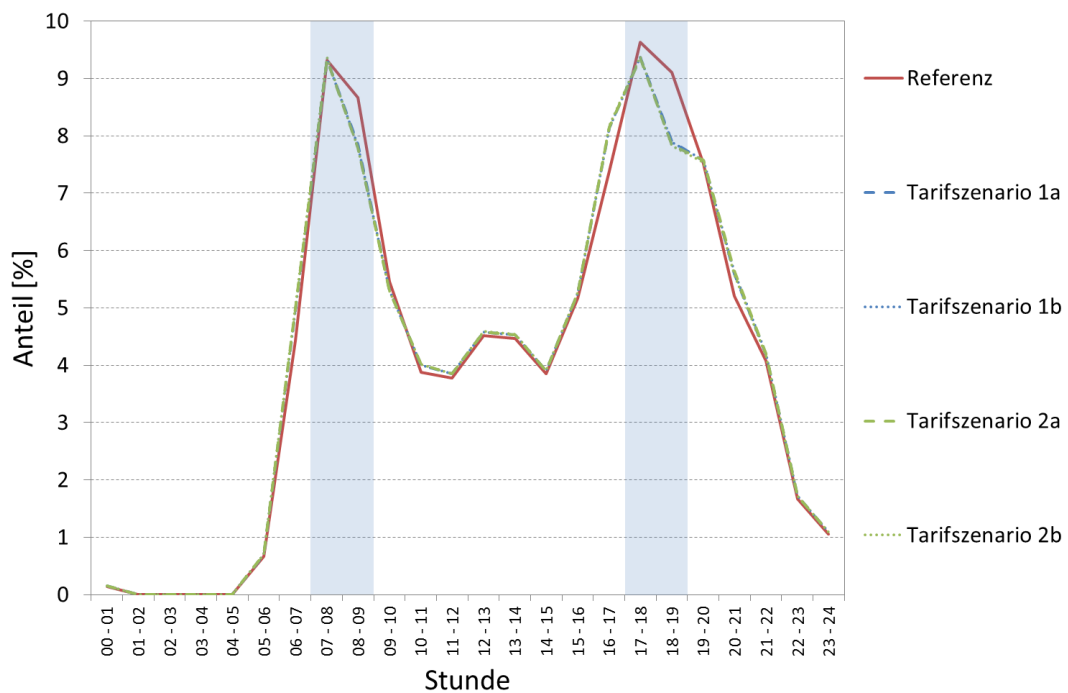


Abbildung 61: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Veränderung Anteile an PW-Fahrleistung (Kanton Zug)

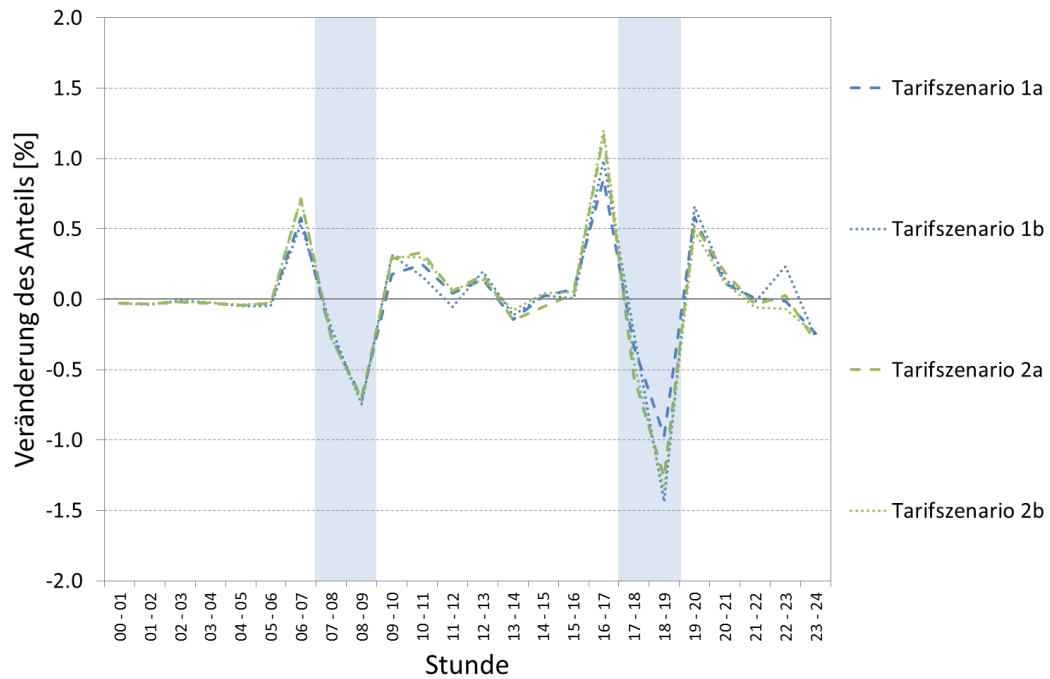


Abbildung 62: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Veränderung Anteile an ÖV-Verkehrsleistung (Kanton Zug)

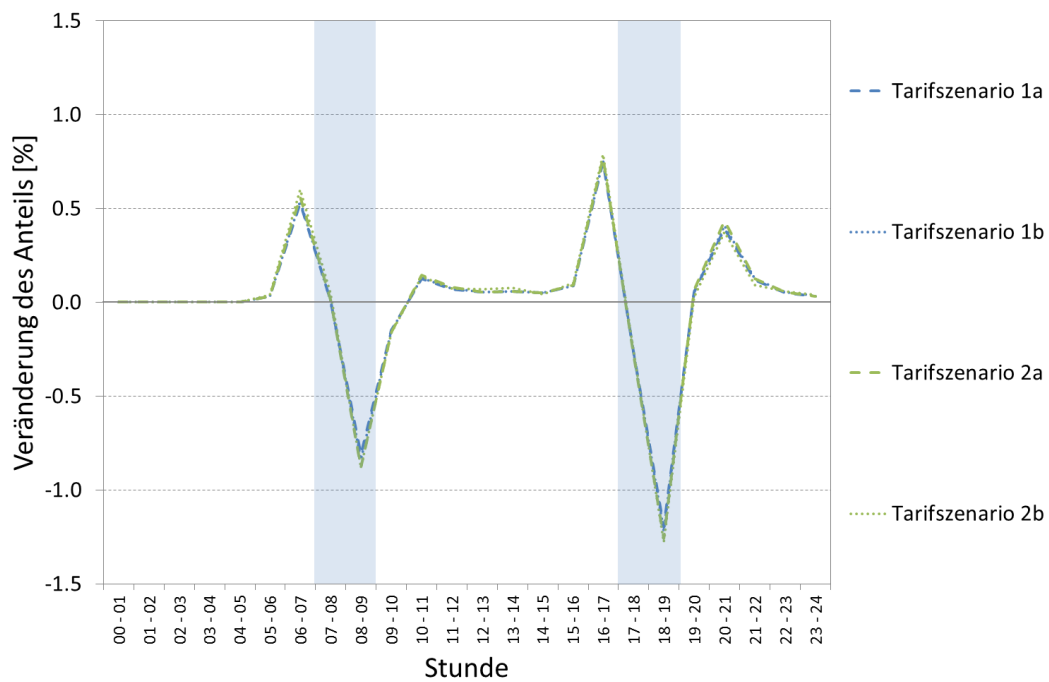


Tabelle 50 und Tabelle 51 zeigen die Veränderungen der PW-Fahr- bzw. ÖV-Verkehrsleistungen im Kanton Zug in der Morgenspitze auf.

Tabelle 50: Ergebnisse Veränderungen der PW-Fahrleistungen Tarifszenarien vs. Referenz

Uhrzeit	PW-Fahrleistung [Fzkm]			Veränderung [%]	
	Referenz	Tarifszenario 2a	Tarifszenario 2b	Tarifszenario 2a	Tarifszenario 2b
06:00 – 07:00	153'413	169'438	163'892	+10.4	+6.8
07:00 – 08:00	226'779	211'990	205'215	-6.5	-9.5
08:00 – 09:00	193'198	166'878	160'745	-13.6	-16.8
09:00 – 10:00	141'989	146'059	141'725	+2.9	-0.2

Tabelle 51: Ergebnisse Veränderungen der ÖV-Verkehrsleistungen Tarifszenarien vs. Referenz

Uhrzeit	ÖV-Verkehrsleistung [Pkm]			Veränderung [%]	
	Referenz	Tarifszenario 2a	Tarifszenario 2b	Tarifszenario 2a	Tarifszenario 2b
06:00 – 07:00	71'337	79'400	82'919	+11.3	+16.2
07:00 – 08:00	150'096	148'442	154'443	-1.1	+2.9
08:00 – 09:00	139'480	123'807	128'332	-11.2	-8.0
09:00 – 10:00	87'823	84'194	87'225	-4.1	-0.7

Aus Tabelle 52 sind die auf die beiden Tarifzeiten aggregierten Veränderungen der Fahr- bzw. Verkehrsleistungen im Untersuchungsgebiet im MIV und ÖV ersichtlich.

Tabelle 52: Ergebnisse Veränderungen der Fahr- bzw. Verkehrsleistungen Tarifszenarien 2a und 2b vs. Referenz im Kanton Zug

Zeitraum	MIV		ÖV	
	Tarifszenario 2a	Tarifszenario 2b	Tarifszenario 2a	Tarifszenario 2b
Morgenspitze	-9.8%	-12.9%	-6.0%	-2.4%
Abendspitze	-12.6%	-15.4%	-9.3%	-6.0%
«Off-Peak» (Rest)	+1.0%	-2.3%	+2.5%	+6.4%
DWV	-3.0%	-6.2%	-1.2%	+2.4%

Im Tarifszenario 2a können die Verkehrsspitzen im Untersuchungsgebiet (Kanton Zug) um durchschnittlich rund 11.4% im MIV bzw. 7.7% im ÖV reduziert werden. Gegenüber dem Tarifszenario 1b bedeutet dies eine Verbesserung (höhere Reduktion) um 2 Prozentpunkte im MIV bzw. 0.7 Prozentpunkte im ÖV. Die Nachfrage über den ganzen Tag betrachtet nimmt um 3% im MIV bzw. 1% im ÖV ab. Die verkehrlichen Wirkungen im MIV und ÖV im Tarifszenario 2a werden – ähnlich dem Tarifszenario 1b – als gut eingeschätzt.

Mit der zusätzlichen Kompensation von heute fixen Kosten im MIV (kantonale Motorfahrzeugsteuer) im Tarifszenario 2b resultiert eine deutlich höhere Reduktion der Fahrleistungen im MIV. Im ÖV ist die Reduktion im Tarifszenario 2b hingegen deutlich geringer als im Tarifszenario 2a. Grund hierfür sind insbesondere die oben angesprochenen Modal-Split-Effekte mit der Verteilung weg vom MIV aufgrund der dort höheren Kosten. Die verkehrlichen Wirkungen im MIV und ÖV im Tarifszenario 2b werden unterschiedlich beurteilt. Im MIV wird die Reduktion um durchschnittlich 14% als gut eingeschätzt. Im ÖV hingegen ist die verkehrliche Wirkung eher gering.

Wird lediglich das Ziel «Brechen der Verkehrsspitzen» als Beurteilungskriterium herangezogen, ist das Tarifszenario 2a für den ÖV und das Tarifszenario 2b für den MIV vorteilhafter.

8.1.5. Streckenbelastungen und -auslastungen

In Tabelle 53 und Tabelle 54 sind die Veränderungen der Strassenauslastung (PW und LKW) in den Tarifszenarien 2a und 2b aufgeführt. Die Nachfrage des Strassengüterverkehrs wurde in den Berechnungen konstant gehalten. Die Ergebnisse der beiden Tarifszenarien zeigen eine ähnliche Grössenordnung und die Wirkung in der Abendspitzenstunde ist stärker als in der Morgenspitzenstunde.

Tabelle 53: Veränderungen der Strassenauslastung (PW und LKW) Tarifszenarien 2a vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7-9 Uhr		Abendspitzenstunden 17-19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80-90%	-0.4	-4%	-8.1	-37%
90-100%	-0.4	-10%	-1.1	-19%
> 100%	-3.5	-53%	-10.9	-63%
> 80%	-4.3	-20%	-20.1	-45%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

Tabelle 54: Veränderungen der Strassenauslastung (PW und LKW) Tarifszenarien 2b vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7-9 Uhr		Abendspitzenstunden 17-19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80-90%	-4.2	-41%	-11.1	-51%
90-100%	-2.8	-62%	-2.2	-38%
> 100%	-3.2	-48%	-9.7	-57%
> 80%	-10.2	-48%	-23.0	-51%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

In den nachfolgenden Tabellen sind die Veränderungen der ÖV-Streckenauslastungen aufgeführt. Die Ergebnisse für das Tarifszenario 2a im ÖV zeigt einen Rückgang der hochausgelasteten Strecken bei Bus und Bahn. Im Tarifszenario 2b sind die Ergebnisse gemischt: einerseits steigen insbesondere in der Morgenspitze die höchstausgelasteten Strecken, da die zusätzlichen Passagiere aus dem Modal Shift mit geringerem flexiblen Anteil (Pendlerwege) zu bewältigen sind, andererseits gibt es in den Abendstunden leichte Verbesserungen.

Tabelle 55: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bahn) Tarifszenarien 2a vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7-9 Uhr		Abendspitzenstunden 17-19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80-100%	+1.1	+10%	-3.5	-34%
> 100%	-1.1	-11%	-2.9	-100%
> 80%	±0.0	±0%	-6.4	-48%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

Tabelle 56: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bus) Tarifszenarien 2a vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7-9 Uhr		Abendspitzenstunden 17-19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80-100%	±0.0	0%	-1.2	k.A.
> 100%	±0.0	0%	-1.6	-69%
> 80%	±0.0	±0%	-2.8	-100%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

Tabelle 57: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bahn) Tarifszenarien 2b vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7-9 Uhr		Abendspitzenstunden 17-19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80-100%	-4.3	-39%	-0.7	-7%
> 100%	+4.3	+43%	-0.8	-28%
> 80%	±0.0	±0%	-1.5	-11%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

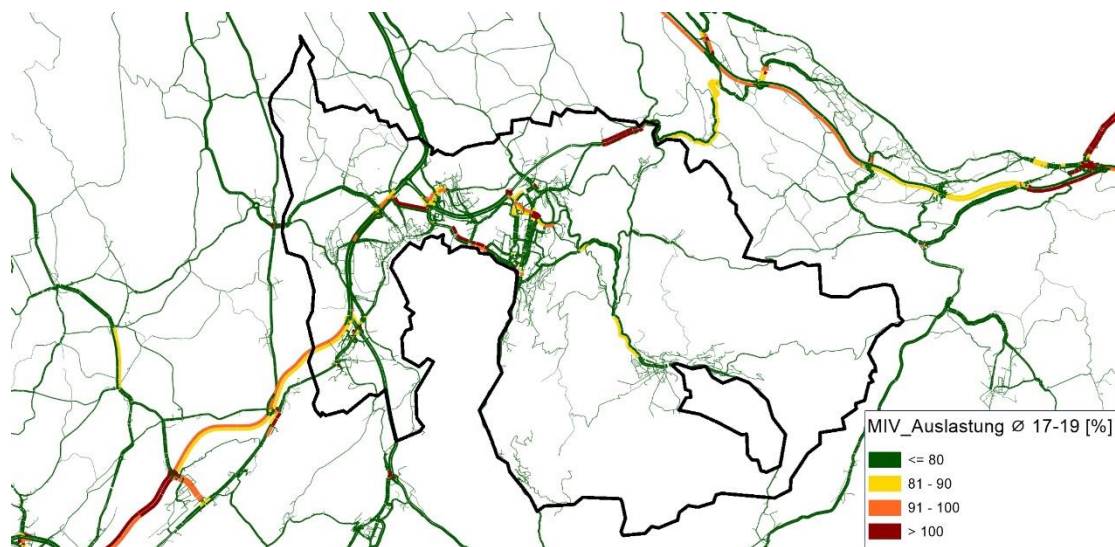
Tabelle 58: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bus) Tarifszenarien 2b vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7-9 Uhr		Abendspitzenstunden 17-19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80-100%	-0.9	-32%	1.5	k.A.
> 100%	0.8	28%	-1.5	-62.8
> 80%	-0.1	-2%	±0.0	±0%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

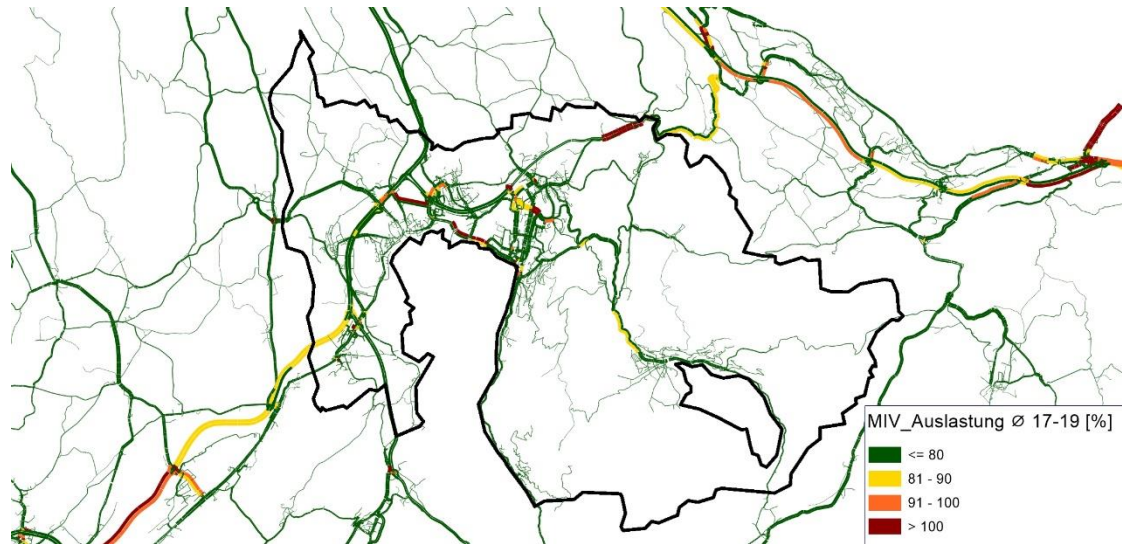
Exemplarisch für die Abendspitzenperiode von 17 bis 19 Uhr ist für den MIV und ÖV die Auslastung für Tarifszenario 2a sowie 2b in den folgenden Abbildungen dargestellt.

Abbildung 63: Auslastung MIV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 2a



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG

Abbildung 64: Auslastung MIV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 2b



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG

Abbildung 65: Auslastung ÖV 2030 während der der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 2a



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG

Abbildung 66: Auslastung ÖV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 2b



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG

8.1.6. Fahrtzeitveränderungen

Für die Tarifszenarien 2a und 2b wurden analog zu jenen der 1. Iteration (cf. Abschnitt 6.1.6) die Fahrtzeitveränderungen für ausgewählte Relationen ausgewertet:

- Knonau – Arth (Transitverkehr Nord-Süd-Achse) [1];
- Sins – Einsiedeln (Transitverkehr West-Ost-Achse) [2];
- Zug – Luzern [3].

Die Ergebnisse sind in Tabelle 59 (Tarifszenario 2a) und Tabelle 60 (Tarifszenario 2b) dargestellt. Die Effekte sind weitestgehend analog zu den Aussagen in Abschnitt 6.1.6 zu interpretieren. In Tarifszenario 2b sind die Fahrtzeiterparnisse in den Spitzenstunden aufgrund des grösseren Modal-Split-Effekts, welcher sich mit der veränderten Wahl der Abfahrtszeit überlagert, am grössten.

Tabelle 59: Veränderung der Fahrtzeiten, Tarifszenario 2a

Weg Nr.	Randzeiten				Morgenspitze				Abendspitze			
	Fahrtzeit Referenz [min]	Fahrtzeit Tarifszenario 2a [min]	Differenz absolut [min]	Differenz relativ [%]	Fahrtzeit Referenz [min]	Fahrtzeit Tarifszenario 2a [min]	Differenz absolut [min]	Differenz relativ [%]	Fahrtzeit Referenz [min]	Fahrtzeit Tarifszenario 2a [min]	Differenz absolut [min]	Differenz relativ [%]
[1]	22.3	22.4	+0.08	+0.36	20.5	20.3	-0.12	-0.59	21.3	20.6	-0.23	-0.23
[2]	41.4	43.6	+2.27	+5.49	42.3	41.6	-0.67	-1.58	43.2	42.2	-0.97	-0.97
[3]	34.2	36.6	+2.41	+7.05	32.4	31.7	-0.64	-1.98	35.3	33.5	-1.82	-1.82

Tabelle TransOptima. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

Tabelle 60: Veränderung der Fahrtzeiten, Tarifszenario 2b

Weg Nr.	Randzeiten				Morgenspitze				Abendspitze			
	Fahrtzeit Referenz [min]	Fahrtzeit Tarifszenario 2b [min]	Differenz absolut [min]	Differenz relativ [%]	Fahrtzeit Referenz [min]	Fahrtzeit Tarifszenario 2b [min]	Differenz absolut [min]	Differenz relativ [%]	Fahrtzeit Referenz [min]	Fahrtzeit Tarifszenario 2b [min]	Differenz absolut [min]	Differenz relativ [%]
[1]	22.3	22.4	+0.03	+0.13	20.5	20.3	-0.16	-0.78	21.3	20.5	-0.30	-1.44
[2]	41.4	40.9	-0.50	-1.21	42.3	41.4	-0.87	-2.06	43.2	41.9	-1.33	-3.08
[3]	34.2	35.0	+0.85	+2.49	32.4	31.6	-0.81	-2.50	35.3	33.0	-2.27	-6.43

Tabelle TransOptima. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

8.1.7. Fazit verkehrliche Wirkungen

Das Fazit zu den verkehrlichen Wirkungen der Tarifszenarien 2a und 2b lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- In beiden Tarifszenarien können die Verkehrsspitzen gebrochen werden.
- Die Resultate der Verkehrsmittel- und Zielwahl zwischen den Tarifszenarien und gegenüber dem Referenzfall sind aufgrund der im Tagesmittel wenig voneinander abweichenden Einflussgrößen sehr stabil, jedoch zeigt sich bei Tarifszenario 2b aufgrund des hohen MIV-Pricing-Niveaus eine Verschiebung von PW zu ÖV-Wegen.
- Der ÖV hat weniger potentiell zwischen den Stunden verschiebbare Wege, da hier die weniger flexiblen Fahrtzwecke dominieren. Davon werden aber relativ gesehen mehr Wege verschoben als im MIV.
- Die Veränderungen in der Abendspitze sind bei beiden Modi stärker als in der Morgenspitze. Die Reduktion im MIV in der Abendspitze ist bei Tarifszenario 2b deutlich höher im Vergleich zu Tarifszenario 2a.
- Der Anteil der überlasteten Streckenabschnitte wird durch die Tarifszenarien sowohl auf der Strasse als auch im ÖV signifikant reduziert. Auf der Strasse führt die Reduktion der überlasteten Abschnitte zu einem verringerten Staurisiko und entsprechend einer höheren Zuverlässigkeit.
- Die Verringerung der Verkehrsleistungen in den Spitzenzeiten liegt:
 - im MIV bei ca. -10 bis -15%;
 - im ÖV bei ca. -6 bis -9%.

8.2. Wirkungen auf die Einnahmen

Die Entwicklung der Einnahmen im Referenzfall (ohne Mobility Pricing) und mit Mobility Pricing für die Tarifszenarien 2a und 2b für das Untersuchungsgebiet insgesamt ist in Tabelle 61 dargestellt. Da im Gegensatz zur 1. Iteration die kompensierten Einnahmen im MIV in den Tarifszenarien variieren, werden im MIV zwei verschiedene Referenzen im Vergleich berücksichtigt. Für die Referenz für Tarifszenario 2a wird davon ausgegangen, dass ein Durchschnittstarif von 7 Rp./Fzkm in der gesamten Schweiz gilt. Der Referenz für Tarifszenario 2b liegt ein Durchschnittstarif von 11 Rp. /Fzkm zugrunde.

Mit den gewählten Tarifszenarien 2a und 2b der 2. Iteration resultieren insgesamt Mehreinnahmen, wobei die gesamten Mehreinnahmen im Tarifszenario 2b (+2.5%) höher ausfallen als im Tarifszenario 2a (+0.7%). Für die Tarifszenarien können das Grundprinzip der Einnahmenneutralität im Untersuchungsgebiet insgesamt eingehalten werden, wobei Tarifszenario 2a etwas besser abschneidet im Vergleich zu Tarifszenario 2b. Aufgrund der höheren Nachfrage im ÖV resultieren im Tarifszenario 2b deutliche Mehreinnahmen. Für Tarifszenario 2b wird dieses Grundprinzip bezogen auf den ÖV mit einer Erhöhung der Einnahmen um 4.3% daher nicht mehr ganz eingehalten.

Tabelle 61: Veränderung der Einnahmen im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet) insgesamt, 2. Iteration

	Tarifszenario 2a				Tarifszenario 2b			
	Referenz (Mio. CHF)	Mobility Pricing (Mio. CHF)	Differenz Absolut (Mio. CHF)	Differenz Relativ (%)	Referenz (Mio. CHF)	Mobility Pricing (Mio. CHF)	Differenz Absolut (Mio. CHF)	Differenz Relativ (%)
MIV	72.4	72.4	0.0	0.0%	113.8	114.8	1.0	+0.9%
ÖV	106.2	106.8	0.6	+0.6%	106.2	110.7	4.5	+4.3%
total	178.6	179.2	0.6	+0.3%	220.0	225.5	5.5	+2.5%

Tabelle INFRAS. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

Die Einnahmenveränderungen wurden differenziert nach Spitzenzeitenperimeter und ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters ausgewertet (Tabelle 62). Da im MIV im Tarifmodell 2b ein Randzeitentarif in Höhe von 4 Rp./Fzkm gilt, resultieren deutlich höhere Mehreinnahmen innerhalb des Spitzenzeitenperimeters. Modal-Split-Effekte führen zu einer Erhöhung der Personenkilometer im ÖV, was zu höheren Einnahmen im ÖV innerhalb als auch ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters führt. Der Effekt ist innerhalb des Spitzenzeitenperimeters deutlich stärker ausgeprägt.

Tabelle 62: Veränderung der Einnahmen im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet), innerhalb und ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters (SZP), 2. Iteration

	Tarifsszenario 2a		Tarifsszenario 2b	
	MIV	ÖV	MIV	ÖV
innerhalb SZP	+0.6%	+1.2%	+3.1%	+5.2%
ausserhalb SZP	-1.5%	-1.3%	-5.4%	+1.6%
Untersuchungsgebiet	+0.0%	+0.6%	+0.9%	+4.3%

Tabelle INFRAS. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

Da im Tarifsszenario 2a im MIV kein Randzeitentarif erhoben wird, ist die Veränderung in den Rand- und Spitzenzeiten stärker ausgeprägt im Vergleich zu Tarifsszenario 2b (Tabelle 63). Im ÖV sind die Unterschiede zwischen Tarifsszenario 2a und 2b gering. Die deutlich höheren Verkehrsleistungen im ÖV in Tarifsszenario 2b führen jedoch zu höheren Einnahmen im Spitzenzeitenperimeter.

Tabelle 63: Veränderung der Einnahmen im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet), zu Spitzen- und Randzeiten, 2. Iteration

	Tarifsszenario 2a		Tarifsszenario 2b	
	MIV	ÖV	MIV	ÖV
Spitzenzeiten	+210%	+60%	+144%	+67%
Randzeiten	-100%	-33%	-64%	-31%
Spitzenzeitenperimeter	+0.6%	+1.2%	+3.1%	+5.2%

Tabelle INFRAS. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

Fazit: Beide Tarifsszenarien erfüllen grundsätzlich für MIV und ÖV zusammen betrachtet das Grundprinzip der Kompensation (Einnahmenneutralität), wobei die Mehreinnahmen insgesamt für Tarifsszenario 2b etwas höher ausfallen v.a. aufgrund der Mehreinnahmen im ÖV um 4.3%. Für Tarifsszenario 2b wird dieses Grundprinzip bezogen auf den ÖV daher nicht mehr ganz eingehalten.

8.3. Verteilungswirkungen

Die Analyse der finanziellen Auswirkungen erfolgt für die 2. Iteration wie bereits in der 1. Iteration nach Einkommensklassen (Abschnitt 8.3.1) und nach Raumtypen (Abschnitt 8.3.2). Zusätzlich werden die Verteilungswirkungen für das optimale Tarifszenario 1b anhand von 11 typischen Beispielen analysiert (Abschnitt 8.3.3).

8.3.1. Verteilungswirkungen nach Einkommensklassen

Im Vergleich zum Tarifszenario 1b ergeben sich aufgrund der folgenden Zusatzannahmen Veränderungen in der finanziellen Belastung der Haushalte:

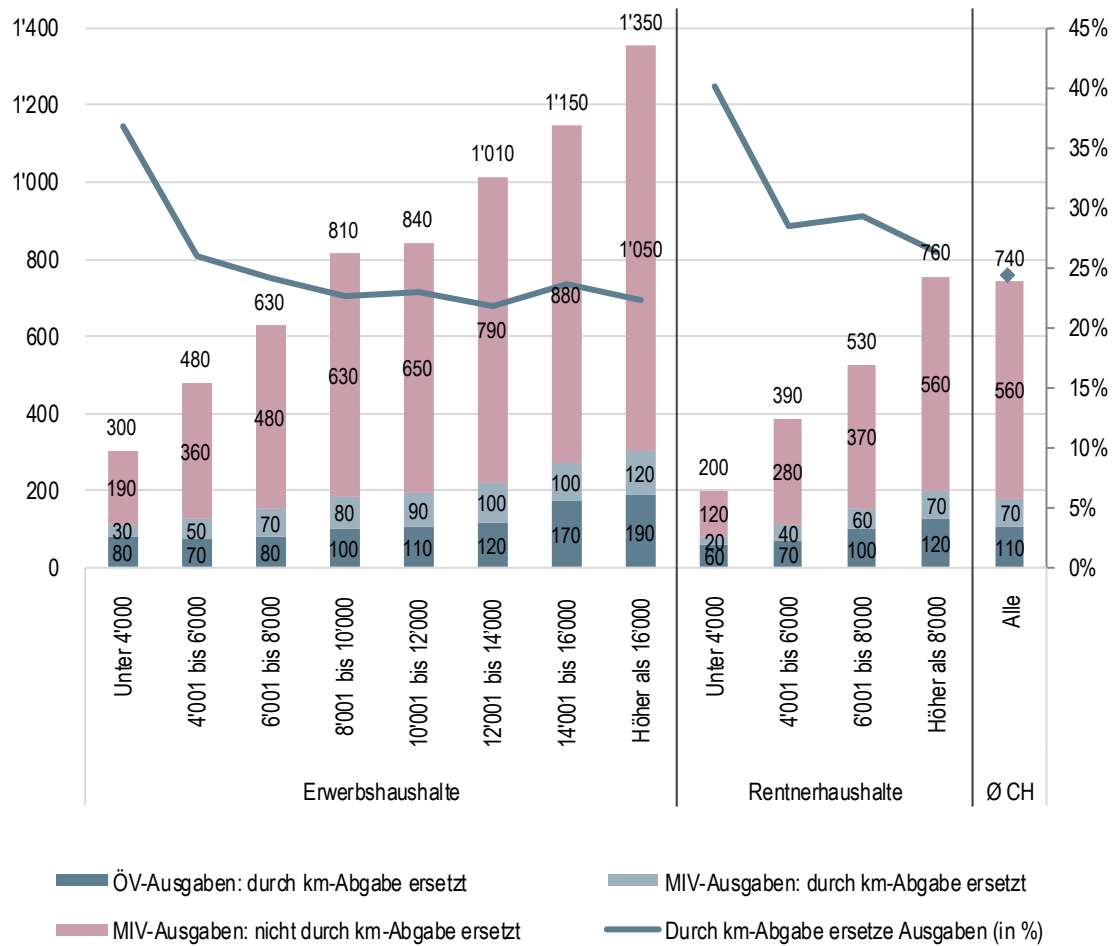
- Tarifszenario 2a: im Vergleich zu Tarifszenario 1b zusätzliche Umlegung der nicht zweckgebundenen Mineralölsteuer (variable Kosten) in die km-Abgabe sowie Erhöhung der Spreizung der km-Tarife im MIV (v.a. Abendspitze) und im ÖV.
- Tarifszenario 2b: im Vergleich zu Tarifszenario 2a wird zusätzlich die kantonale Motorfahrzeugsteuer (Fixkosten) in die km-Abgabe umgelegt.
- Im Folgenden werden die zusätzlichen Verteilungswirkungen nach Einkommensklassen besprochen, welche sich für die Tarifszenarien 2a/b im Vergleich zu Tarifszenario 1b ergeben. Für die Basisanalyse der Einkommenswirkungen im Rahmen der Tarifszenarien 1a/b wird auf Abschnitt 6.3.1.2 verwiesen.

Auswirkungen auf die Mobilitätsausgaben der Haushalte gemäss Status Quo

Durch die beiden zusätzlichen Umlegungen in eine km-Abgabe verändern sich die anteilmässigen Kosten der Haushalte, welche in der Ausgangslage durch die km-Abgabe ersetzt werden:

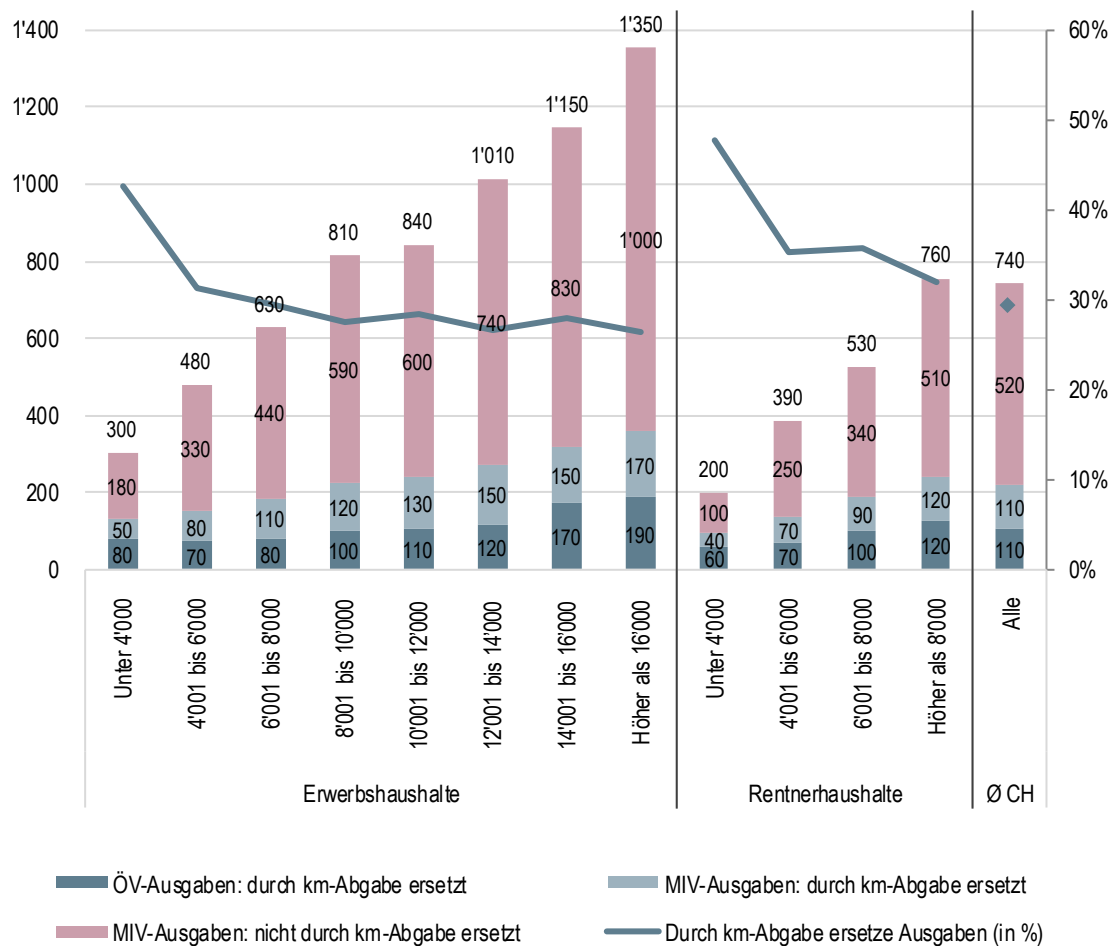
- Aufgrund der Umwandlung der nicht zweckgebundenen Mineralölsteuer in Tarifszenario 2a steigen die durch die km-Abgabe umgewandelten MIV-Kosten um durchschnittlich 10 CHF pro Monat, wodurch die umgewandelten Kosten auf fast 25% der Mobilitätsausgaben für MIV und ÖV steigen (vgl. Abbildung 67 und als Referenz Abbildung 42).
- Durch die zusätzliche Umlegung der kantonalen Motorfahrzeugsteuer in Tarifszenario 2b steigen die von der km-Abgabe betroffenen MIV-Kosten im Durchschnitt nochmals um 40 CHF pro Haushalt und Monat (vgl. Abbildung 68 und als Referenz Abbildung 67). Die umgewandelten Kosten für MIV und ÖV liegen dadurch betragsmässig fast gleich hoch, wobei die umgelegten ÖV-Ausgaben bei den einkommensschwachen Haushalten anteilmässig höher liegen als bei den restlichen Haushalten.

Abbildung 67: Monatliche Verkehrsausgaben für MIV und ÖV (in CHF; Werte auf 10 CHF gerundet), Tarifszenario 2a



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS (2016b)

Abbildung 68: Monatliche Verkehrsausgaben für MIV und ÖV (in CHF; Werte auf 10 CHF gerundet), Tarifszenario 2b



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS (2016b)

Haushaltsbelastung durch die Einführung einer km-Abgabe

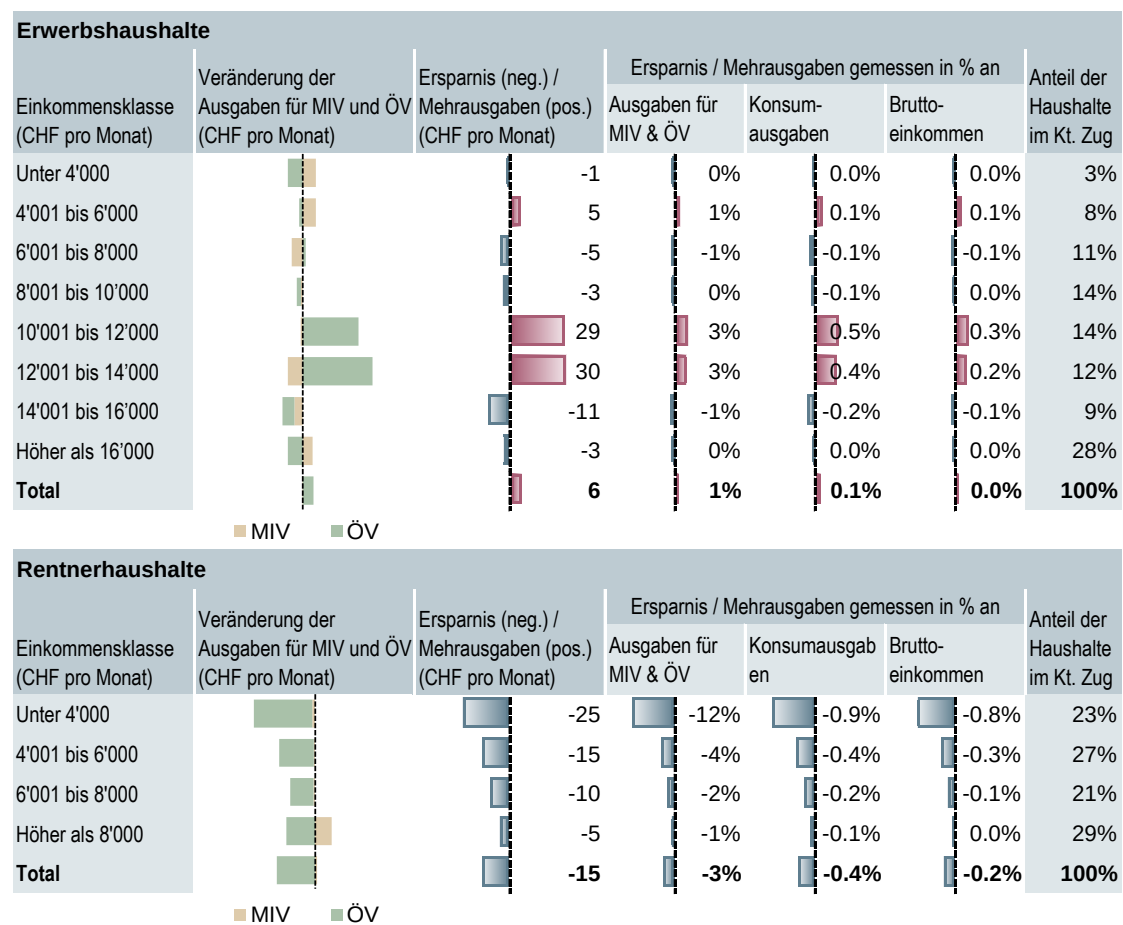
Hinweis: Unter «Kosten» werden im vorliegenden Abschnitt die Kosten der Haushalte verstanden, welche durch die km-Abgabe ersetzt werden – andernfalls wird speziell darauf hingewiesen.

Wie in Abschnitt 6.3.1.2 wirkt sich die Einführung einer km-Abgabe finanziell in zweierlei Hinsicht auf die untersuchten Haushalte aus:

Durch die Umwandlung eines Teils der heutigen Ausgaben für MIV und ÖV in eine km-Abgabe (unter der Annahme, dass sich das Verkehrsverhalten der Haushalte nicht ändert): Haushalte,

welche ihre Mobilitätsausgaben zum heutigen Zeitpunkt optimiert⁴⁰ haben und deshalb tiefe Durchschnittskosten pro zurückgelegten Kilometer aufweisen, werden bei der Einführung einer km-Abgabe gegenüber den restlichen Haushalten benachteiligt. Dies weil die der Tarifberechnung zugrundeliegenden durchschnittlichen Kilometerkosten über den aktuellen Kilometerkosten dieser Haushalte liegen.

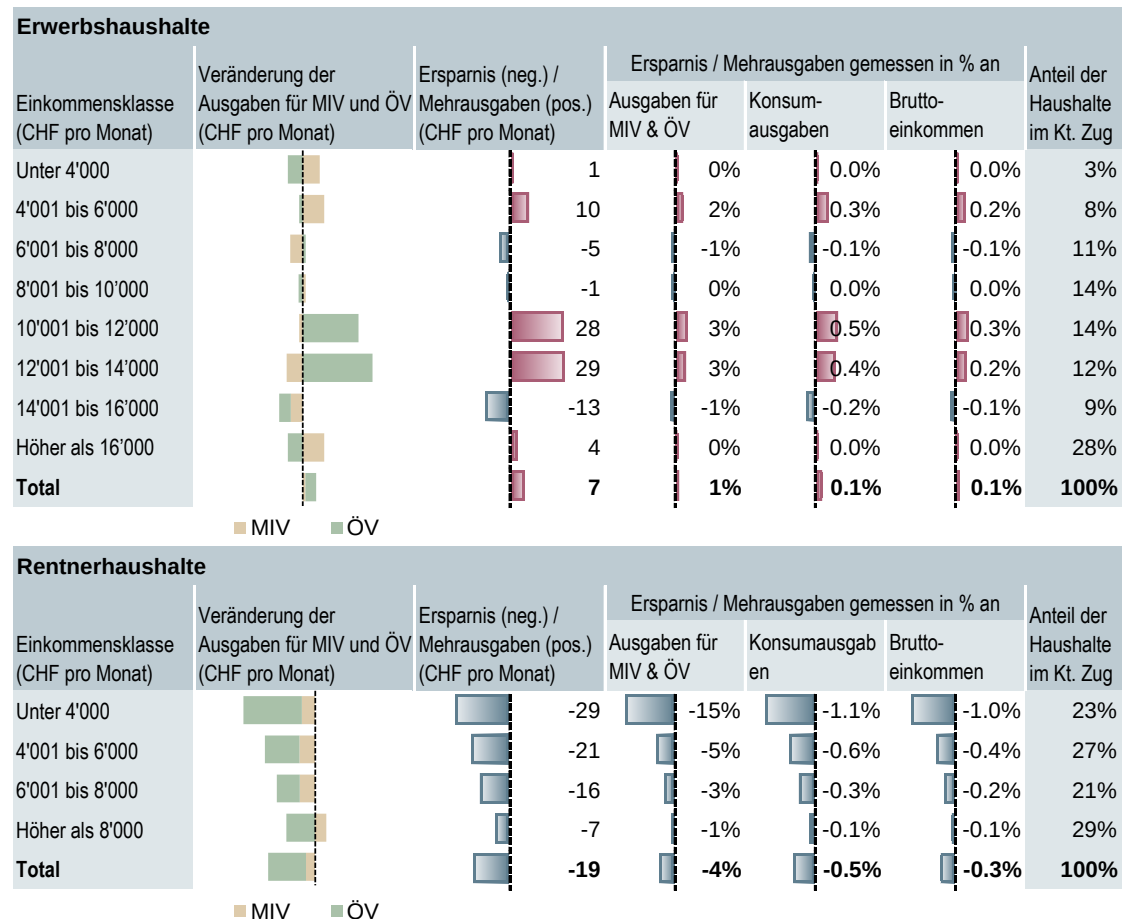
Abbildung 69: Finanzielle Auswirkungen aufgrund der Einführung der km-Abgabe in Tarifszenario 2a



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016 sowie ARE und BFS 2017

⁴⁰ Z.B. ein Inhaber eines Generalabonnements, der sehr viele ÖV-Kilometer zurücklegt oder eine Inhaberin eines Autos mit geringem Benzinverbrauch resp. unterdurchschnittlichem Aufwand für die Mineralölsteuer pro zurückgelegten Kilometer.

Abbildung 70: Finanzielle Auswirkungen aufgrund der Einführung der km-Abgabe in Tarifszenario 2b



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016 sowie ARE und BFS 2017

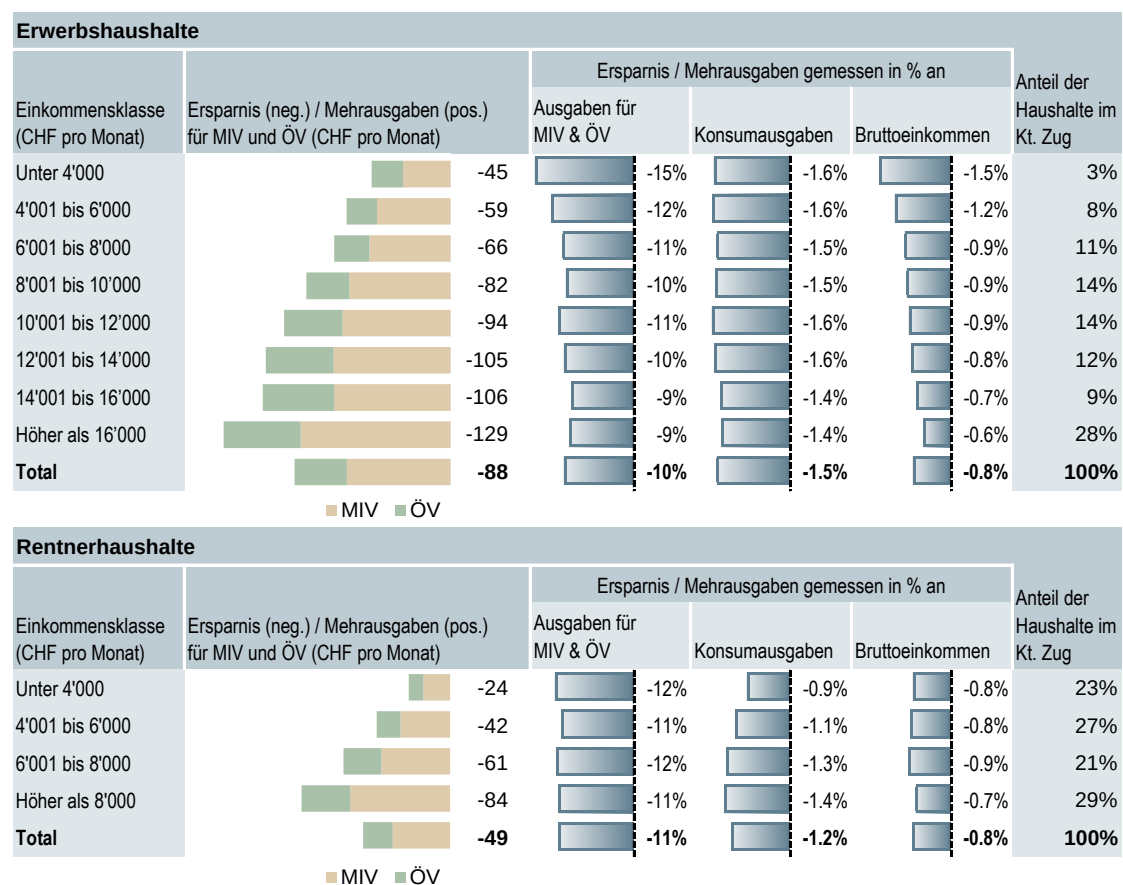
Abbildung 69 zeigt die finanziellen Auswirkungen, welche sich inkl. der Umwandlung der nicht zweckgebundenen Mineralölsteuer (Tarifszenario 2a) ergeben. Im Vergleich zu den Tarifszenarien 1a/b (vgl. Abbildung 43) werden die finanziellen Auswirkungen im MIV etwas stärker, sie sind aber noch immer geringer als im ÖV. Durch die zusätzliche Umlegung der kantonalen Motorfahrzeugsteuer in eine km-Abgabe werden die finanziellen Auswirkungen nochmals spürbar stärker (vgl. Abbildung 70). Insgesamt steigt die durchschnittliche monatliche Ersparnis der Rentnerhaushalte durch die beiden Umwandlungen auf knapp 20 CHF (in Tarifszenario 2b). Für die Erwerbshaushalte ergeben sich (mit Ausnahme der Einkommensklassen von 10'001–16'000 CHF) im Durchschnitt weiterhin keine spürbaren finanziellen Auswirkungen aufgrund der Erstwirkung.

Durch die zeitliche Differenzierung der Tarife: Nicht alle Haushalte sind gleichermassen flexibel bezüglich der zeitlichen Verschiebung ihrer Fahrten (vgl. 6.3.2). Um das Spektrum der

möglichen Betroffenheitsmuster aufgrund der zeitlichen Differenzierung der Tarife aufzuzeigen, werden die Auswirkungen der beiden Tarifszenarien 2a/b wiederum anhand der beiden definierten Eckvarianten analysiert, welche in Abschnitt 6.3.1.2 wie folgt definiert wurden:

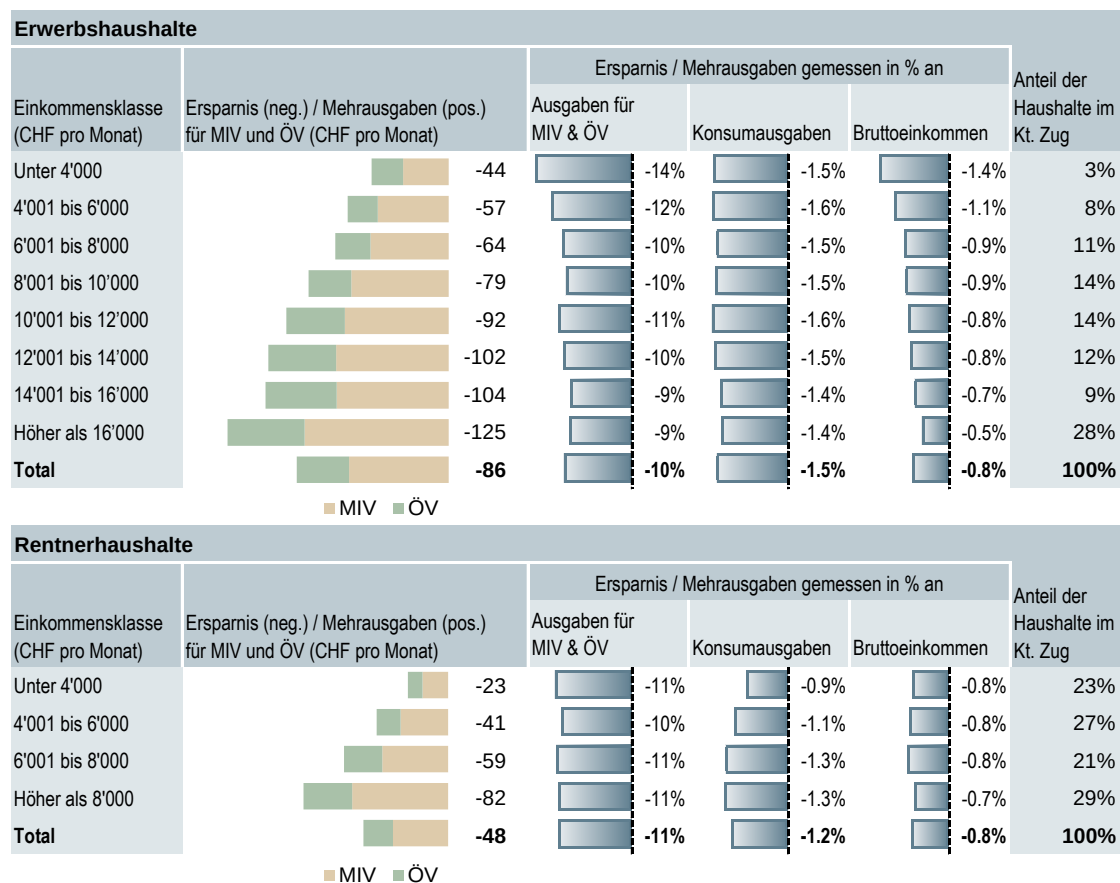
- **Variante Flexibel (Best-Case-Szenario):** Der Haushalt kann der Spitzenzeitentartifizierung perfekt ausweichen und legt 70% seiner Fahrten im Spitzenzeitenperimeter ausserhalb der Spitzenzeit zurück. Die restlichen 30% der Strecken legt der Haushalt ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters zurückgelegt.
- **Variante Inflexibel (Worst-Case-Szenario):** Der Haushalt legt lediglich seine Pendlerfahrten im Spitzenzeitenperimeter zurück und dies zur Spitzenzeit (keine Fahrten zu Randzeiten im Spitzenzeitenperimeter). Diese Pendlerfahrten machen im MIV 20% und im ÖV 30% der zurückgelegten Jahresdistanz des Haushalts aus und teilen sich zu je 50% auf die Morgen- resp. Abendspitzenstunden auf.

Abbildung 71: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 2a bei perfekter zeitlicher Flexibilität der Haushalte



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016 sowie ARE und BFS 2017

Abbildung 72: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 2b bei perfekter zeitlicher Flexibilität der Haushalte



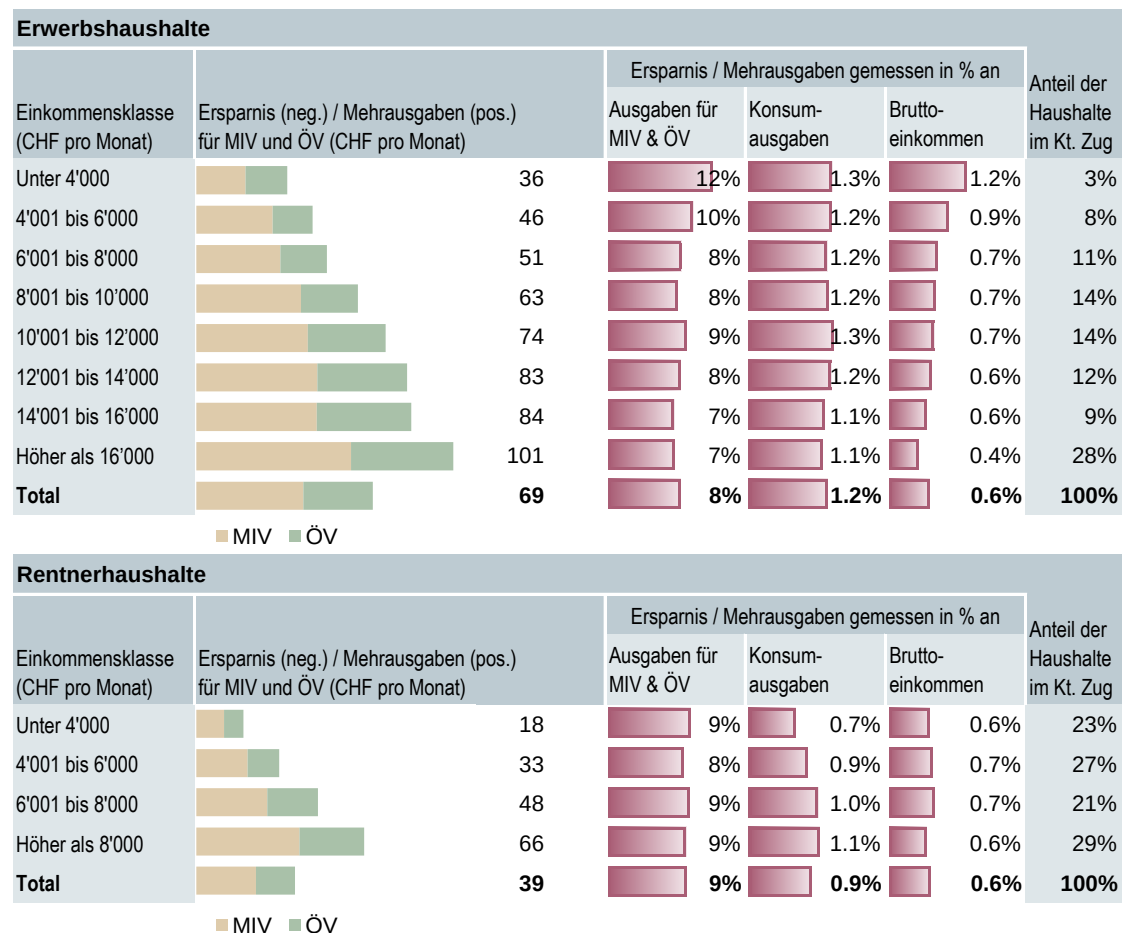
Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016 sowie ARE und BFS 2017

Die Auswirkungen der **Variante «Flexibel»** werden in Abbildung 71 für das Tarifszenario 2a und in Abbildung 72 für das Tarifszenario 2b wiedergegeben. Im Vergleich zum Tarifszenario 1b (vgl. Abbildung 45) sind die positiven finanziellen Auswirkungen nochmals rund 20% grösser, wobei Tarifszenario 2a leicht stärkere Auswirkungen hat als Tarifszenario 2b. So kann ein durchschnittlicher Erwerbshaushalt unter Tarifszenario 2a monatlich 88 CHF seiner Verkehrsausgaben einsparen, während die Einsparung unter Tarifszenario 2b 86 CHF beträgt.⁴¹ Die höheren Einsparungen unter Tarifszenario 2a sind darauf zurückzuführen, dass der tiefere Randzeitentarif unter den gegebenen Annahmen (Best-Case-Szenario) das grössere Einsparpotential entfaltet als die zusätzliche Spreizung zwischen den km-Tarifen, welche im Tarifszenario 2b aufgrund der «Variabilisierung» der kantonalen Motorfahrzeugsteuer möglich wird.

⁴¹ Hinweis: Unter Tarifszenario 1b sind es CHF 72, die ein durchschnittlicher Erwerbshaushalt in der Variante «Flexibel» einsparen kann.

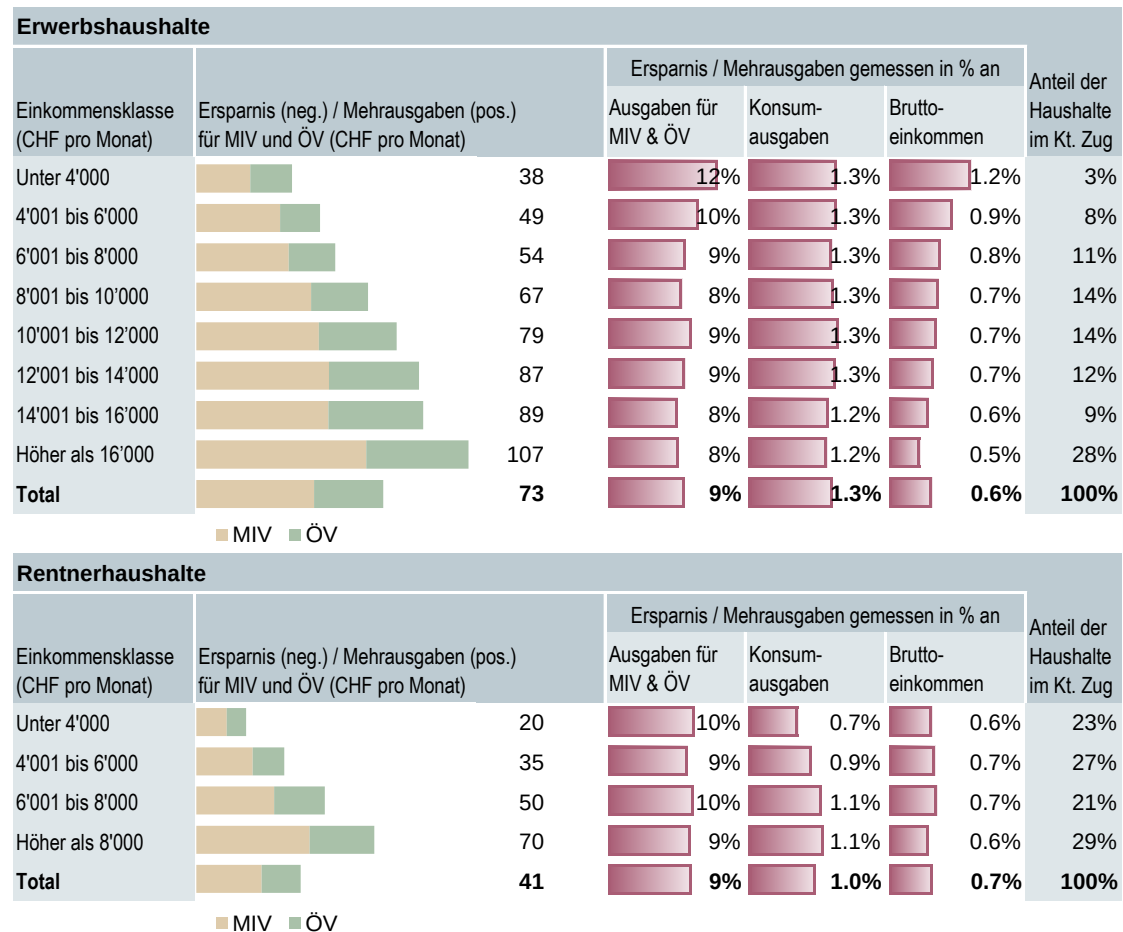
Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Haushaltseinkommenskategorien verändern sich in den Tarifszenarien 2a und 2b im Vergleich zu Tarifszenario 1b nur marginal und bleiben in ihrer Richtung und Interpretation grundsätzlich die Gleichen.

Abbildung 73: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 2a bei zeitlicher Inflexibilität der Haushalte



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016 sowie ARE und BFS 2017

Abbildung 74: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 2b bei zeitlicher Inflexibilität der Haushalte



Grafik Ecoplan. Quelle: Auswertungen aus BFS 2016 sowie ARE und BFS 2017

Ein anderes Bild zeigt sich bei der **Variante «Inflexibel»**, deren Auswirkungen Abbildung 73 für das Tarifszenario 2a und in Abbildung 74 für das Tarifszenario 2b wiedergegeben werden. Während sich zwischen den verschiedenen Einkommenskategorien grundsätzlich die gleichen Unterschiede zeigen wie unter Tarifszenario 1b (vgl. Abbildung 47), steigt die absolute Mehrbelastung der Haushalte nochmals deutlich an, wobei Tarifszenario 2b die Haushalte etwas stärker trifft als Tarifszenario 2a.

Während die durchschnittliche monatliche Mehrbelastung der Erwerbshaushalte unter Tarifszenario 1b bei 53 CHF lag, beträgt sie unter Tarifszenario 2a 69 CHF und unter Tarifszenario 2b 73 CHF. Wie in den ersten beiden Tarifszenarien sind auch unter den Tarifszenarien 2a/b die betragsmässigen finanziellen Auswirkungen bei den vermögenden Haushalten höher als bei den Haushalten mit tieferen Einkommen. In Relation zum Bruttoeinkommen werden die Haushalte mit tieferen Einkommen jedoch stärker zur Kasse gebeten: Beispielsweise erhöht sich die

am Bruttoeinkommen gemessene Mehrbelastung für die unterste Einkommensklasse der Erwerbshaushalte von 0.9% im Tarifszenario 1b auf 1.2% in den Tarifszenarien 2a/b.

Fazit bezüglich der Bewertung der Tarifszenarien 2a und 2b in Bezug auf die Verteilungswirkung nach Einkommensklassen

Im Vergleich zum Tarifszenario 1b zeigen sich in den Tarifszenarien 2a/b die folgenden finanziellen Zusatzwirkungen (ohne Anpassung im Verkehrsverhalten):

- Erstwirkungen: Aufgrund der Umlegung der nicht zweckgebundenen Mineralölsteuer sinken in Tarifszenario 2a nochmals die MIV-Ausgaben für jene Haushalte, welche Fahrzeuge mit hohem Treibstoffverbrauch benutzen. Diesem – vom Gesetzgeber grundsätzlich unerwünschten – Umstand könnte beispielsweise mit einer Differenzierung der km-Tarife nach Fahrzeugeffizienzklasse resp. nach Treibstoffverbrauchskategorie entgegnet werden. In Tarifszenario 2b wird zusätzlich auch die kantonale Motorfahrzeugsteuer in die km-Abgabe umgelegt, wodurch die finanziellen Erstwirkungen im MIV nochmals spürbar ansteigen.
- Die zeitliche Differenzierung der Tarife in den Tarifszenarien 2a/b bringt im Vergleich zu Tarifszenario 1b eine stärkere Entlastung für diejenigen Haushalte, welche der Spitzenlasttarifizierung ausweichen können und im Gegenzug eine stärkere Belastung für all jene Haushalte, welche über eine geringe zeitliche Flexibilität verfügen und dadurch der Spitzenlasttarifizierung nicht ausweichen können. Die Unterschiede zwischen den verglichenen Einkommensklassen verändern sich hierbei aber nur geringfügig.

Insgesamt ist die mögliche zusätzliche finanzielle Belastung der Haushalte unter den Tarifszenarien 2a/b nochmals deutlich höher als unter Tarifszenario 1b und beträgt in beiden Szenarien maximal rund 1.2 Prozent des Bruttohaushaltseinkommens. Während dies für die oberen Einkommensklassen, welche gemessen am Bruttohaushaltseinkommen weniger stark belastet werden, ein lösbares Problem darstellen sollte, muss bei inflexiblen MIV-Haushalten der unteren Einkommensklassen mit nicht zu unterschätzenden finanziellen Konsequenzen gerechnet werden. Trotzdem kann aber davon ausgegangen werden, dass die Mobilität sowohl unter Tarifszenario 2a als auch unter Tarifszenario 2b für den Grossteil der Haushalte weiterhin bezahlbar bleiben würde.

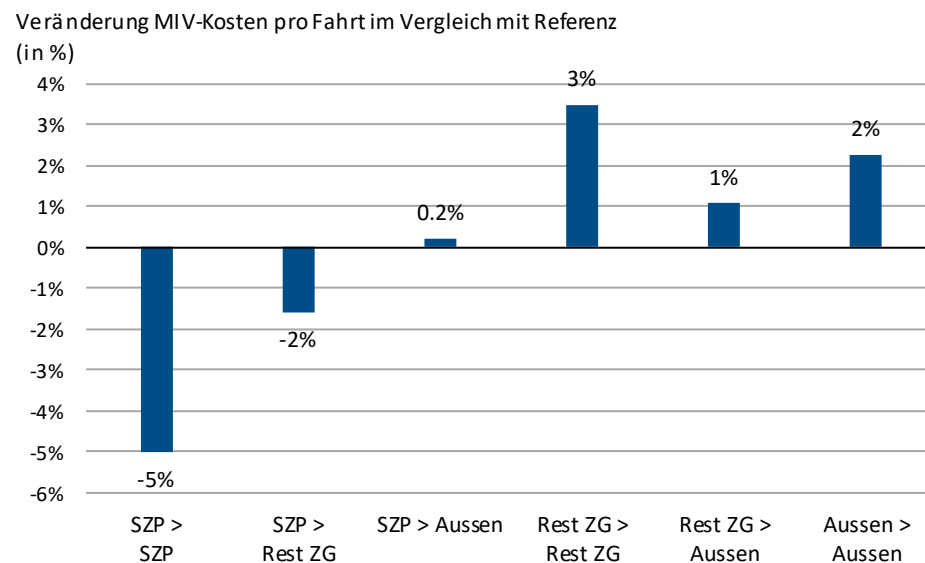
8.3.2. Verteilungswirkungen nach Raumtypen

Die Analyse der Verteilungswirkungen nach Raumtypen für die zwei Tarifszenarien der 2. Iteration erfolgt analog zur 1. Iteration. Das entsprechende Vorgehen ist in der Wirkungsanalyse der 1. Iteration dargestellt (vgl. Kap. 6.3.3).

Die folgenden Abbildungen zeigen die Veränderung der Mobility-Pricing-Kosten im Tagesdurchschnitt für den MIV und den ÖV pro Fahrt von und nach den verschiedenen Raumtypen. Dargestellt ist die Veränderung der Kosten infolge der Einführung des Mobility Pricings für das Szenario 2a. In den Abbildungen sind immer die Fahrten in beide Richtungen dargestellt, also z.B. von Gebieten ausserhalb des Kantons Zug in den Spitzenzeitenperimeter und auch umgekehrt vom Spitzenzeitenperimeter in Gebiete ausserhalb. Als Referenz ist auch hier die Erhöhung des schweizweiten km-Grundtarifs beim MIV auf 0.07 CHF/Fzkm bereits berücksichtigt.

Die Ergebnisse des Szenarios 2a sind sehr ähnlich wie im Szenario 1b: Fahrten innerhalb des Spitzenzeitenperimeters werden insgesamt (Summe über den ganzen Tag) etwas billiger, wie auch Fahrten zwischen Spitzenzeitenperimeter und restlichem Kanton Zug. Teurer dagegen werden Fahrten im Kanton Zug mit Start und Ziel ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters. Beim ÖV ist das Ergebnis sehr ähnlich. Fahrten innerhalb des SZP werden zwar in den Spitzenzeiten teurer. Die tiefen Tarife zu den Randzeiten führen jedoch zu einer Überkompensation. Anders gesagt: Fahrten innerhalb des SZP profitieren im Tagesmittel davon, dass der Spitzenzeitentarif zu einem wesentlichen Teil von anderen Fahrten (ausserhalb SZP) mitgetragen wird.

Abbildung 75: Veränderung Kosten für Mobility Pricing MIV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 2a

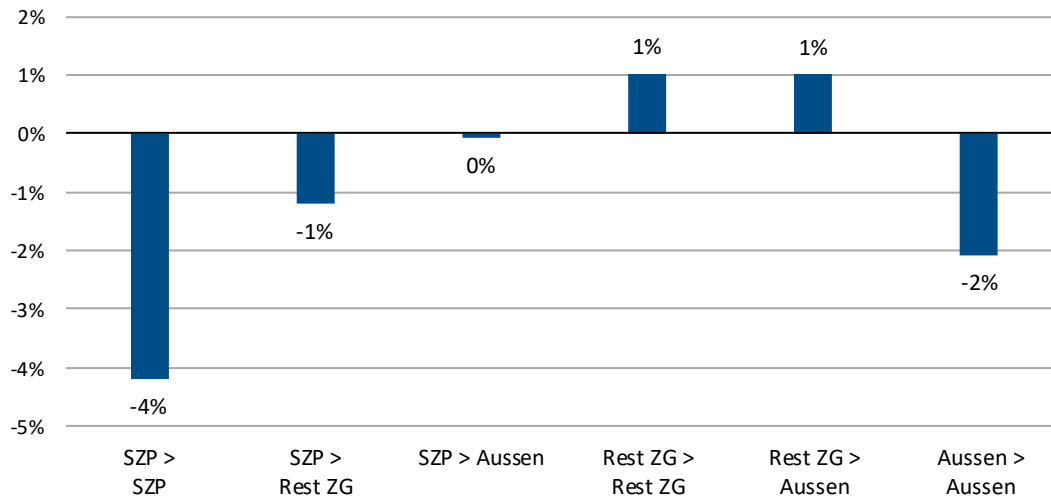


SZP: Spitzenzeitenperimeter. Aussen = ausserhalb Untersuchungsgebiet.

Grafik INFRAS. Quelle: Auswertungen aus dem GVM ZG, INFRAS 2018.

Abbildung 76: Veränderung Kosten für Mobility Pricing ÖV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 2a

Veränderung ÖV-Kosten im Vergleich mit Referenz (in %)
Nach Relationen



SZP: Spitzenzeitenperimeter. Aussen = ausserhalb Untersuchungsgebiet.

Grafik INFRAS. Quelle: Auswertungen aus dem GVM ZG, INFRAS 2018.

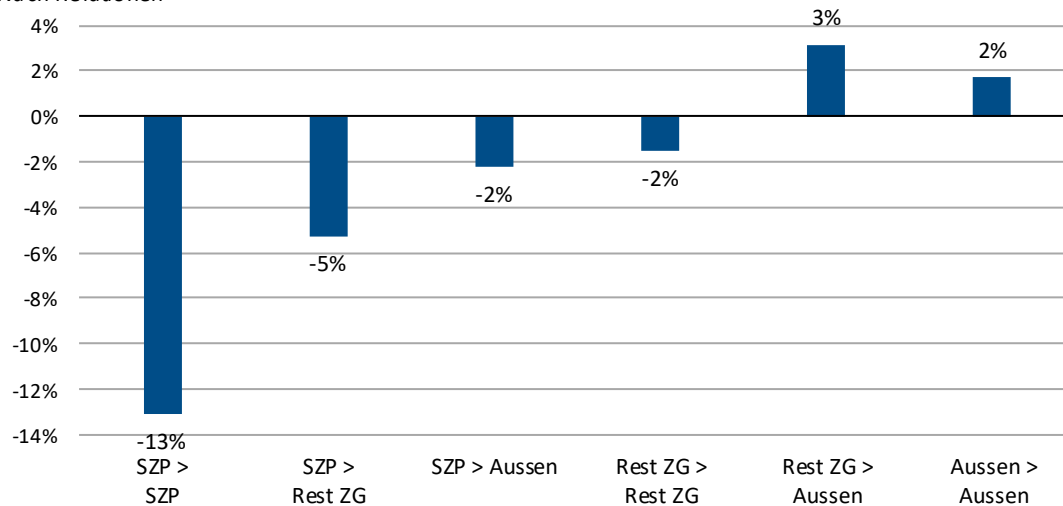
Im Szenario 2b werden die Kosten im Vergleich zu einer Referenz mit einheitlichen variablen Kosten ohne Spitzenzeitentarifizierung ermittelt (0.11 CHF/Fzkm in der ganzen Schweiz, infolge Integration der kantonalen Motorfahrzeugsteuer). Für die Analyse der Verteilwirkungen werden die relativen Unterschiede zwischen den Relationen dargestellt. Hier zeigt sich grundsätzlich das gleiche Bild wie bei den Szenarien 1b und 2a: Klar am positivsten erweist sich das Tarifszenario 2b für Fahrten innerhalb des Spitzenzeitenperimeters, gefolgt von Fahrten zwischen Spitzenzeitenperimeter und restlichem Kanton Zug. Die grössten Zusatzkosten ergeben sich, im Durchschnitt über den ganzen Tag, bei Fahrten mit Start und Ziel ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters (Transit), weil diese mutmasslich weniger stark von den niedrigen Randzeitentarifen profitieren.

Beim ÖV sieht das Ergebnis beim Tarifszenario 2b fast identisch aus wie bei 2a. Die ÖV-Tarife sind in diesen beiden Tarifszenarien identisch. Unterschiede ergeben sich also einzig aus indirekten verkehrlichen Effekten aufgrund der Verlagerung von MIV-Fahrten auf den ÖV, weil im Tarifszenario 2b die MIV-Kosten deutlich höher sind.

Abbildung 77: Veränderung Kosten für Mobility Pricing MIV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 2b

Veränderung MIV-Kosten pro Fahrt im Vergleich mit Referenz (in %)

Nach Relationen



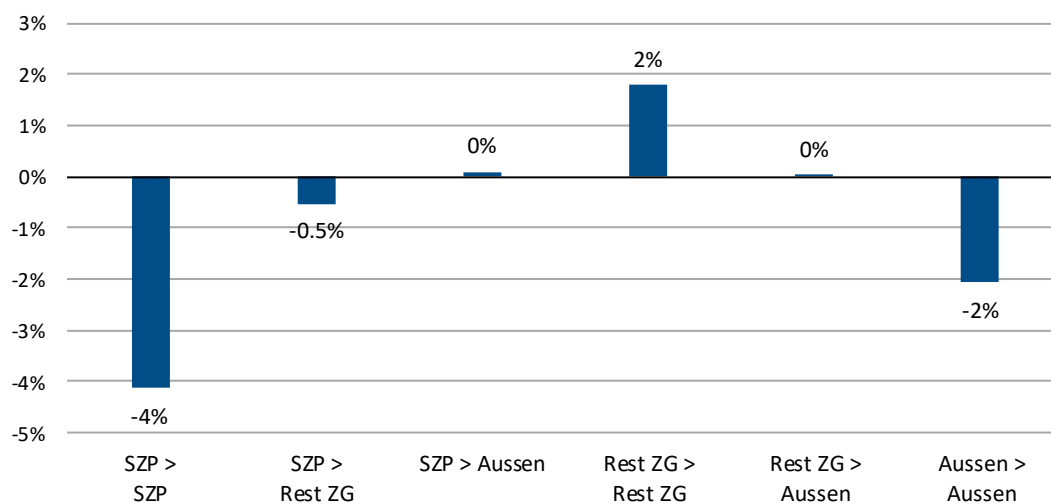
SZP: Spitzenzeitenperimeter. Aussen = ausserhalb Untersuchungsgebiet.

Grafik INFRAS. Quelle: Auswertungen aus dem GVM ZG, INFRAS 2018.

Abbildung 78: Veränderung Kosten für Mobility Pricing ÖV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 2b

Veränderung ÖV-Kosten im Vergleich mit Referenz (in %)

Nach Relationen



SZP: Spitzenzeitenperimeter. Aussen = ausserhalb Untersuchungsgebiet.

Grafik INFRAS. Quelle: Auswertungen aus dem GVM ZG, INFRAS 2018.

Fazit: In Bezug auf die räumlichen Verteilwirkungen unterscheiden sich die beiden Szenarien 2a und 2b nur wenig. In beiden Fällen werden Fahrten im oder in den Spitzenzeitenperimeter im

Durchschnitt billiger. Folglich profitieren tendenziell die Einwohner des Spitzenzeitenperimeters. Andererseits werden vor allem längere Fahrten von ausserhalb des Kantons Zug sowie Fahrten im Restkanton stärker belastet. Generell gilt zudem: Längere Fahrten werden insbesondere im Tarifmodell 2b im MIV überdurchschnittlich stark belastet. Das Tarifmodell 2b kommt deshalb der Agglomeration Zug sowie generell Bewohnern von städtischen Agglomerationen tendenziell entgegen, weil deren durchschnittliche Distanzen geringer sind als bei Bewohnern in intermediären und ländlichen Gebieten.

8.3.3. Personas: 11 Beispiele

In den vorangehenden Abschnitten sind die Verteilungswirkungen nach Einkommensklassen und Raumtypen analysiert worden. Um die Aussagen anschaulicher zu machen, was Mobilitäts Pricing für einzelne Personen bedeuten könnte, sind in einem weiteren Arbeitsschritt und ohne Anspruch auf Repräsentativität 11 fiktive Personen mit unterschiedlichem Mobilitätsverhalten definiert worden.⁴² Mit ihnen sollen die zentralen Auswirkungen leicht verständlich illustriert werden. Nachdem im letzten Abschnitt noch die Durchschnittshaushalte betrachtet wurden, stehen nun also einzelne Individuen im Vordergrund. Selbstredend können bei dieser Darstellung nicht alle Sachverhalte des wirklichen komplexen Lebens berücksichtigt werden, es handelt sich somit um eine vereinfachte Darstellung.

Bei der Bestimmung der finanziellen Auswirkungen des Hauptszenarios auf die einzelnen Personen resp. Haushalte werden die folgenden vereinfachenden Annahmen unterstellt:

- Es werden die im GVM ZG hinterlegten Kostensätze pro Kilometer für MIV und ÖV verwendet. Dadurch werden
 - im MIV für alle Fahrzeugtypen die gleichen variablen Kosten aus dem GVM ZG verwendet,
 - im ÖV die wegfallenden Fixkosten (z.B. Generalabonnement) nicht gesondert berücksichtigt, sondern als variable Kosten betrachtet (vgl. Kapitel 5.3).
- Pro Person werden jeweils spezifische Strecken für die Wegzwecke Arbeit, Einkauf und Freizeit unterstellt und analysiert, die im oder in der Nähe des SZP zurückgelegt werden. Hierbei wird das Verkehrsverhalten an Wochentagen berücksichtigt.⁴³

⁴² Mit den Personas wird versucht, möglichst viele Facetten des täglichen Mobilitätsverhaltens abzubilden. In Bezug auf eine mögliche Gesamtaussage können die Personas jedoch nicht gleichgewichtet werden, da sie nicht gleichermassen repräsentativ sind.

⁴³ Bei der Auswahl der Personas wurde hauptsächlich auf erwerbstätige Personen fokussiert, welche für ihren Arbeitsweg in den Spitzenstunden resp. in den angrenzenden Randzeiten unterwegs sind. Daneben existieren aber gerade im Einkaufs- und Freizeitverkehr sehr viele Wege, die sich leicht in die Randzeit verschieben lassen und dadurch zu Kosteneinsparungen führen.

- Zudem wird den Personen eine individuelle MIV-Jahresdistanz hinterlegt. Hierbei haben wir uns an den in Abbildung 37 ausgewiesenen Werten aus dem MZMV (ARE und BFS 2017) sowie am Verkehrsverhalten der betrachteten Person orientiert. Für die restliche Jahresdistanz, die nach Abzug der differenziert ausgewiesenen Strecken verbleibt, wird angenommen, dass diese ausserhalb des SZP zurückgelegt wird (und somit zum Durchschnittstarif).
- Es wird davon ausgegangen, dass alle MIV-Nutzenden im Ausgangszustand über eine Autobahnvignette verfügen.
- Die Fahrzeuge der MIV-Nutzenden wurden anhand des Einkommens und des Mobilitätsverhaltens der betrachteten Personen gewählt. Bei Neuwagen wird von einem Abschreibungshorizont von 15 Jahren ausgegangen⁴⁴, bei den Occasion-Autos von 10 Jahren. Zur Vereinfachung wird eine lineare Abschreibung des Fahrzeugpreises unterstellt.
- Komforteffekte, welche sich beispielsweise aufgrund einer geringeren Auslastung des ÖV ergeben, können aus methodischen Gründen nicht quantifiziert werden und fliessen daher nur qualitativ in die Bewertung ein. Gleiches gilt für die Zu- und Abgangszeiten im ÖV, welche sich z.B. aufgrund eines geringeren Fahrgastaufkommens verkürzen können.
- In den Beispielen wird unterstellt, dass sich das Verkehrsverhalten der beschriebenen Personen nicht ändert. Aufgrund des zusätzlichen «Kostendrucks», der durch das Mobility Pricing generiert wird, ist aber davon auszugehen, dass einige der Personas ihr Mobilitätsverhalten anpassen würden. Eine mögliche Anpassungsreaktion sind hierbei Abfahrtszeitverschiebungen, durch welche sich zusätzliche Kosten und Nutzen für die Verkehrsteilnehmenden ergeben (vgl. hierzu den Exkurs zur Abfahrtszeitverschiebung im Annex C, Kap. C.1.2).

Die wichtigsten Erkenntnisse aus den fiktiven Personas

Die einzelnen Personengeschichten und deren Besprechung finden sich in Annex B. An dieser Stelle sei aber auf die wichtigsten Erkenntnisse hingewiesen, welche sich aus den Personenbeispielen ergeben:

- *Positive & negative Wirkungen gleichen sich teilweise aus:* Die Spitzenzeitenbepreisung kann für Personen mit tiefem Einkommen und einer tiefen zeitlichen Flexibilität nicht zu unterschätzende finanzielle Konsequenzen haben. Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass gewisse Wege auch zur Randzeit im SZP zurückgelegt werden, wodurch die negativen finanziellen Auswirkungen der Spitzenzeitentarifierung etwas gedämpft werden.
- *Von der Variabilisierung der Autobahnvignette profitieren alle gleich, vom Wegfall der Automobilsteuern profitieren aufgrund der getroffenen vereinfachten Annahmen Personen mit teuren PW stärker:* Durch die Einführung des Mobility Pricings werden die bisher fixen Kosten

⁴⁴ Ecoplan (2018a), Berechnung der Verkehrsmittelkosten des motorisierten Strassenverkehrs, Statistik der Kosten und Finanzierung des Verkehrs, Studie im Auftrag des Bundesamtes für Statistik (BFS), S. 22.

für die Automobilsteuer und die Autobahnvignette «variabilisiert» und in die km-Abgabe integriert. Während der Wegfall der Autobahnvignette bei allen Autobesitzern zu einer jährlichen Ersparnis von 40 CHF führt, wirkt sich der Wegfall der Automobilsteuer⁴⁵ sehr unterschiedlich auf die Fahrzeughalter aus. So kann der gutverdienende Treasury Manager John Smith aufgrund seines Sportwagens (Kaufpreis von 80'000 CHF) jährlich rund 200 CHF einsparen. Demgegenüber betragen die Einsparungen bei der Drogistin Andrina Novak, welche über ein relativ geringes Einkommen verfügt, weniger als CHF 40 pro Jahr, da sie einen Occasions-Kleinwagen fährt. Von der Variabilisierung der Automobilsteuer profitieren also insbesondere Fahrzeughalter mit teuren Autos – diese Fahrzeughalter sind vermehrt in den oberen Einkommensklassen zu finden. Dieser Umstand ist auf das in der vorliegenden Untersuchung verwendete einfache Modell mit einheitlichen km-Tarifen für alle PW zurückzuführen, unabhängig bspw. ihrer Grösse. Allerdings weisen Personen mit hohem Einkommen auch eine signifikant höhere MIV-Fahrleistung auf und tragen deshalb wiederum höhere Kosten im Falle eines km-abhängigen Mobility Pricings.

- *Personen mit einer tiefen MIV-Jahresverkehrsleistung können ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters mehr Geld einsparen:* Personen, welche den MIV nur gelegentlich oder wenig nutzen (z.B. Rentner), sind – wie alle anderen MIV-Nutzenden – ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters von der Erhöhung des durchschnittlichen Fahrpreises um 1 Rp / Fzkm betroffen. Die daraus entstehenden Mehrkosten sind für die beschriebenen Personen aber vergleichsweise gering, da sie eine tiefe MIV-Jahresverkehrsleistung aufweisen. Demgegenüber profitieren sie jedoch im selben Umfang vom Wegfall der oben beschriebenen Fixkosten wie alle anderen MIV-Nutzenden.
- *In den Spitzenzeiten profitieren MIV-Nutzende von Reisezeitgewinnen, ÖV-Nutzende erleben eine Komfortsteigerung:* Neben Reisezeitgewinnen aufgrund von Staureduktionen zur Spitzenzeit profitieren MIV-Nutzende auch von einer erhöhten Zuverlässigkeit (Stabilität des Strassenverkehrsnetzes) im Tagesverlauf. Demgegenüber können ÖV-Nutzende zwar nicht direkt von Reisezeitgewinnen profitieren⁴⁶, zur Spitzenzeit erhöht sich aber der Komfort in den Verkehrsmitteln des ÖV – beispielsweise steigt durch das geringere Fahrgastaufkommen zur Spitzenzeit das Platzangebot in den Transportmitteln und damit der Komfort.

⁴⁵ Die Automobilsteuer beträgt 4% des Fahrzeugwerts (exkl. MWST) beim Import. Zur Vereinfachung wurde bei den analysierten Personas davon ausgegangen, dass alle Fahrzeuge importiert wurden.

⁴⁶ Durch kürzeren Zu- und Abgangszeiten aufgrund des tieferen Fahrgastaufkommens könnten sich allenfalls marginale Reisezeitgewinne ergeben.

8.4. Auswirkungen auf die Wirtschaft und die räumliche Entwicklung

8.4.1. Die Wirkungszusammenhänge im Überblick

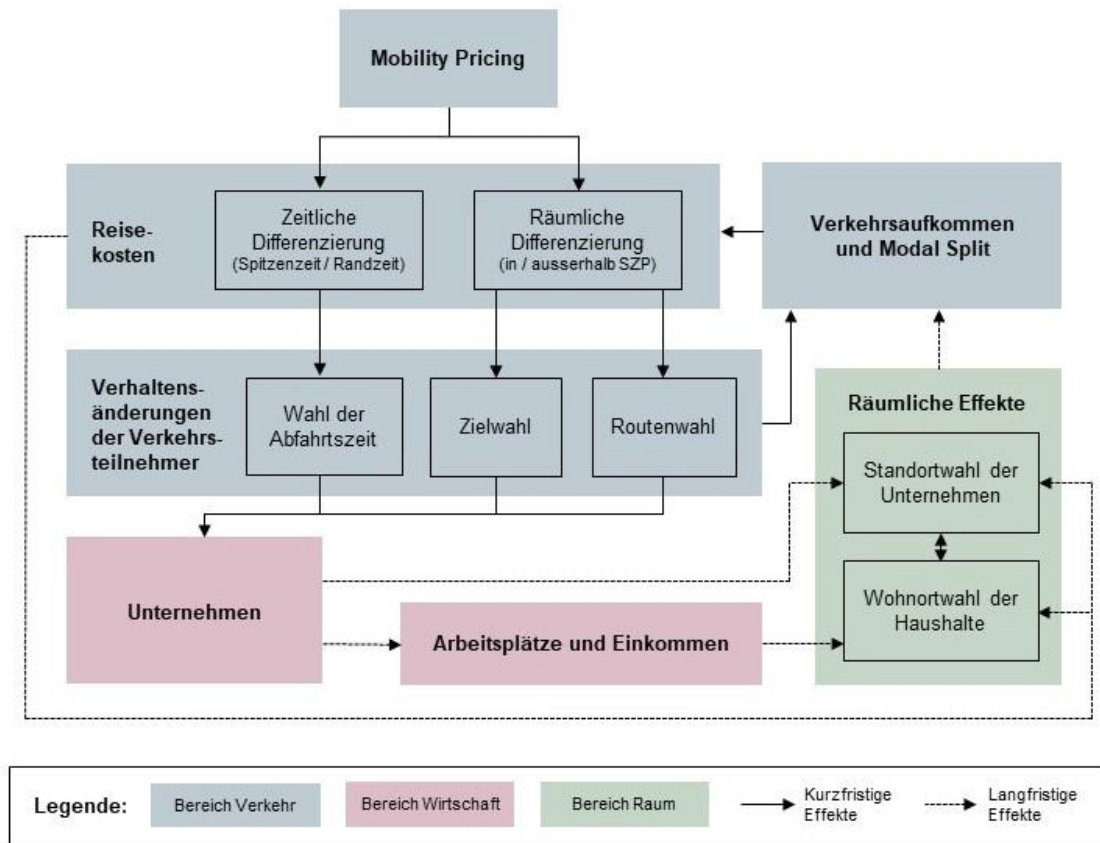
Das veränderte Verkehrsverhalten aufgrund der Einführung eines Mobility Pricings mit zeitlicher und räumlicher Differenzierung hat einen Einfluss auf die Wirtschaft und die räumliche Entwicklung. Abbildung 79 zeigt die Wirkungszusammenhänge im Überblick.

Die Einführung eines Mobility Pricings mit zeitlicher und räumlicher Differenzierung beeinflusst die Wirtschaft über die Veränderung der generalisierten Reisekosten:

- Einerseits verändern sich die Kosten der Verkehrsteilnehmenden **monetär** – durch die «**Variabilisierung**» der Verkehrssteuern und -abgaben sowie durch die **zeitliche und räumliche Differenzierung** der Tarife.
- Andererseits sehen sich die Verkehrsteilnehmenden mit **Reisezeitgewinnen und -verlusten** konfrontiert, die aus Veränderungen beim Verkehrsaufkommen inner- und ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters (SZP) resultieren.⁴⁷

⁴⁷ Insgesamt resultiert eine Verschiebung des Verkehrsaufkommens im SZP weg von der Spitzen- zu Randzeiten, was zu Reisezeitgewinnen zur Spitzenzeit und zu längeren Fahrzeiten zu Randzeiten führt (vgl. Kapitel 6.1).

Abbildung 79: Wirkungszusammenhänge Mobility Pricing mit zeitlicher und räumlicher Differenzierung



Grafik: Ecoplan. Angelehnt an: Ecoplan/Büro Widmer (2004, S. K-2) und Ecoplan/IBR (2015, S.83)

Abbildung 79 illustriert die Wirkungen der veränderten generalisierten Reisekosten aufgrund der Einführung eines Mobility Pricings mit zeitlich und räumlicher Differenzierung im SZP auf die Wirtschaft und die räumliche Entwicklung. Während sich die zeitliche Differenzierung der Tarife auf die **Wahl der Abfahrtszeit** auswirkt, beeinflusst die räumliche Differenzierung die **Ziel- und Routenwahl** der Verkehrsteilnehmenden: Fahrten durch den SZP werden zur Spitzenzeit tendenziell gemieden, sind aber zu Randzeiten attraktiv. Stellt man nur auf die veränderten Preise ab, werden Ziele im SZP (z.B. Einkaufszentren) zur Spitzenzeit somit weniger attraktiv als vergleichbare Ziele ausserhalb des SZP, zu den Randzeiten sind dieselben Ziele aber attraktiver.

Unternehmen mit Standort im SZP sind von den Effekten der hier gewählten Ausprägung eines Mobility Pricings umso stärker betroffen, je weiter im Zentrum des Perimeters sie liegen: Als Arbeitgeber verlieren sie an Attraktivität, wenn die Pendlerkosten durch das Mobility Pricing steigen. Aus Wettbewerbsgründen sehen sie sich allenfalls gezwungen, die gestiegenen Reisekosten durch Lohnerhöhungen zumindest teilweise zu kompensieren oder allenfalls fle-

xiblere Arbeitszeiten und vermehrt Home-Office anzubieten sofern dies möglich ist. Als Verkaufsstandorte können sie einen Wettbewerbsnachteil erleiden, wenn die Anreise zu ihren Konkurrenten relativ günstiger wird.

Es fallen aber nicht nur die monetären Effekte ins Gewicht: Für Verkehre, bei welchen die Reisezeit (inkl. Zuverlässigkeit) einen hohen Wert hat (z.B. beim Geschäftsverkehr und beim Güterverkehr), ergeben sich wegen der Abnahme des Verkehrsaufkommens in den Spitzenzeiten bzw. Verbesserung der Auslastung über den ganzen Tag positive Auswirkungen.

Die Effekte auf die Unternehmen wirken sich langfristig auf das lokale Arbeitsplatzangebot und das lokale Einkommen aus und beeinflussen dadurch nicht nur die Standortwahl von Firmen, sondern auch die Wohnortwahl von Haushalten. Diese Standortentscheide wiederum haben Auswirkungen auf das lokale Verkehrsaufkommen und den Modal Split. Veränderungen im Verkehrsaufkommen und im Modal Split führen zu lokalen Reisezeitgewinnen und -verlusten und dadurch ebenfalls zu Veränderungen bei den generalisierten Reisekosten.

Im Folgenden werden die wichtigsten Auswirkungen des Mobility Pricings (auf ausgewählte Wirtschaftsfelder und die räumliche Entwicklung im Kanton Zug skizziert. Es bezieht sich insbesondere auf die Tarifszenarien 2a und 2b der 2. Iteration, d.h. auf das Tarifmodell 2. Da Tarifmodell 2 auch dem Tarifszenario 1b zugrunde lag, sind die folgenden Aussagen daher auch auf Tarifszenario 1b übertragbar. Dafür unterscheiden wir vier Wirkungsketten, über die sich die potenziellen Auswirkungen massgeblich ergeben:

- Wirkungskette Arbeitsverkehr,
- Wirkungskette Geschäftsverkehr,
- Wirkungskette Einkaufsverkehr,
- Wirkungskette Güterverkehr.

Die räumliche Entwicklung wird in Bezug auf die Unternehmensstandorte, Wohnstandorte und den Freizeitverkehr beurteilt.

8.4.2. Wirkungsketten und Betroffenheitsmuster im Kanton Zug

8.4.2.1. Wirkungskette Arbeitsverkehr

Die Anreise zu Arbeitsplätzen im SZP ist je nach Tageszeit mit unterschiedlichen Reisekosten verbunden. Für Betriebe mit geringer Flexibilität bezüglich der Arbeitszeiten wird der SZP als Standort eher unattraktiver, wenn die Anreise für Arbeitnehmende zu den Spitzenzeiten erfolgen muss und damit teurer wird. Auf dem Arbeitsmarkt erleiden solche Unternehmen gegenüber Konkurrenten ausserhalb des SZP einen gewissen Wettbewerbsnachteil bei der Personalrekrutierung. Im Falle eines gesättigten Arbeitsmarktes könnte für Arbeitgeber ein – im Um-

fang klarerweise beschränkter – Druck entstehen, die höheren Mobilitätskosten für die Arbeitnehmenden durch Anpassungen bei der Lohnhöhe kompensieren zu müssen. Bei Unternehmen mit einer gewissen Flexibilität schafft ein zeitlich differenziertes Mobility Pricing einen Anreiz, Potenziale für flexiblere Arbeitszeiten oder Home-Office auch tatsächlich auszuschöpfen.

Umgekehrt könnte der SZP für Betriebe mit hoher Flexibilität bezüglich der Arbeitszeiten als Arbeitsstandort an Attraktivität gewinnen, weil die Anreisekosten ausserhalb der Hauptverkehrszeiten nun geringer sind als zuvor. Und schliesslich gilt auch hier: Durch Reisezeitgewinne zu den Hauptverkehrszeiten profitieren gewisse Arbeitgeber von einer besseren Erreichbarkeit. Es sind Arbeitgeber, deren Mitarbeitende eine hohe Zahlungsbereitschaft für kurze Reisezeiten aufweisen, die lieber etwas mehr für den Arbeitsweg bezahlen, wenn er dadurch zeitlich kürzer wird.

Die Arbeitszeitflexibilität in den einzelnen Branchen unterscheidet sich stark. Abbildung 80 zeigt die Ergebnisse einer entsprechenden Auswertung von Mikrozensusdaten nach Wirtschaftszweigen.⁴⁸ Zu den Branchen mit der grössten Arbeitszeitflexibilität zählen tendenziell solche mit einem grossen Anteil an «Wissensarbeitenden» (vgl. Abschnitt 6.3.2), wie etwa freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleistungen, das IKT-Gewerbe sowie das Grundstücks- und Wohnungswesen (z.B. Immobilienmakler).⁴⁹ Im Gegensatz dazu weisen Branchen in denen die Arbeitszeiten mehrheitlich durch feste Einsatzpläne, Betriebsöffnungszeiten und sequentielle Arbeitsprozesse mit vielen beteiligten Mitarbeitenden vorgegeben sind eine tiefe Arbeitszeitflexibilität auf (wie etwa das Bau- und Gastgewerbe, das Gesundheits- und Sozialwesen und die Wasserversorgung und Abfallentsorgung.)

⁴⁸ Die Werte wurden mit Daten des MZMV ermittelt, analog zum im Abschnitt 6.3.2 beschriebenen Verfahren. Die aufgeführten Wirtschaftszweige entsprechen den 21 Abschnitten der NOGA-Klassierung (vgl. BFS 2008, S. 8 f.).

⁴⁹ Auch Arbeitnehmende in der Land- und Forstwirtschaft weisen eine sehr hohe Arbeitszeitflexibilität auf. Diese Branche ist aber innerhalb des urbanen SZP kaum vertreten und deshalb für diese Untersuchung irrelevant.

Abbildung 80: Arbeitszeitflexibilität nach Wirtschaftszweig

Wirtschaftszweig	Flexibilität
Grundstücks- und Wohnungswesen	58%
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	58%
Freiberufliche, wissenschaftliche u. techn. Dienstleistungen	58%
Information und Kommunikation	56%
Private Haushalte mit Hauspersonal	55%
Kunst, Unterhaltung und Erholung	53%
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	51%
Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	49%
Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	49%
Energieversorgung	42%
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung	38%
Verarbeitendes Gewerbe/Herstellung von Waren	38%
Erziehung und Unterricht	35%
Exterritoriale Organisationen und Körperschaften	34%
Handel; Instandhaltung und Reparatur von Motorfahrzeugen	34%
Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen	33%
Verkehr und Lagerei	30%
Baugewerbe/Bau	29%
Gastgewerbe/Beherbergung und Gastronomie	27%
Gesundheits- und Sozialwesen	27%
Wasserversorgung u. Abfallentsorgung	26%

Grafik: Ecoplan. Quelle: ARE und BFS 2017

Wegen den deutlichen Unterschieden in der Arbeitszeitflexibilität fallen die Auswirkungen eines Mobility Pricings mit Spitzenzeitarbeitertarifierung unterschiedlich aus, je nachdem, wie die Branchenstruktur im bepreisten Gebiet, dem SZP, ist.⁵⁰ Abbildung 81 zeigt die Verteilung der Beschäftigten (in Vollzeitäquivalenten) auf die Wirtschaftszweige für verschiedene geographische Einheiten:

- den Kanton Zug (Untersuchungsgebiet),
- den SZP,
- das Zuger Kantonsgebiet ausserhalb des SZP,
- die Schweiz und
- die Schweiz ohne den Kanton Zug.

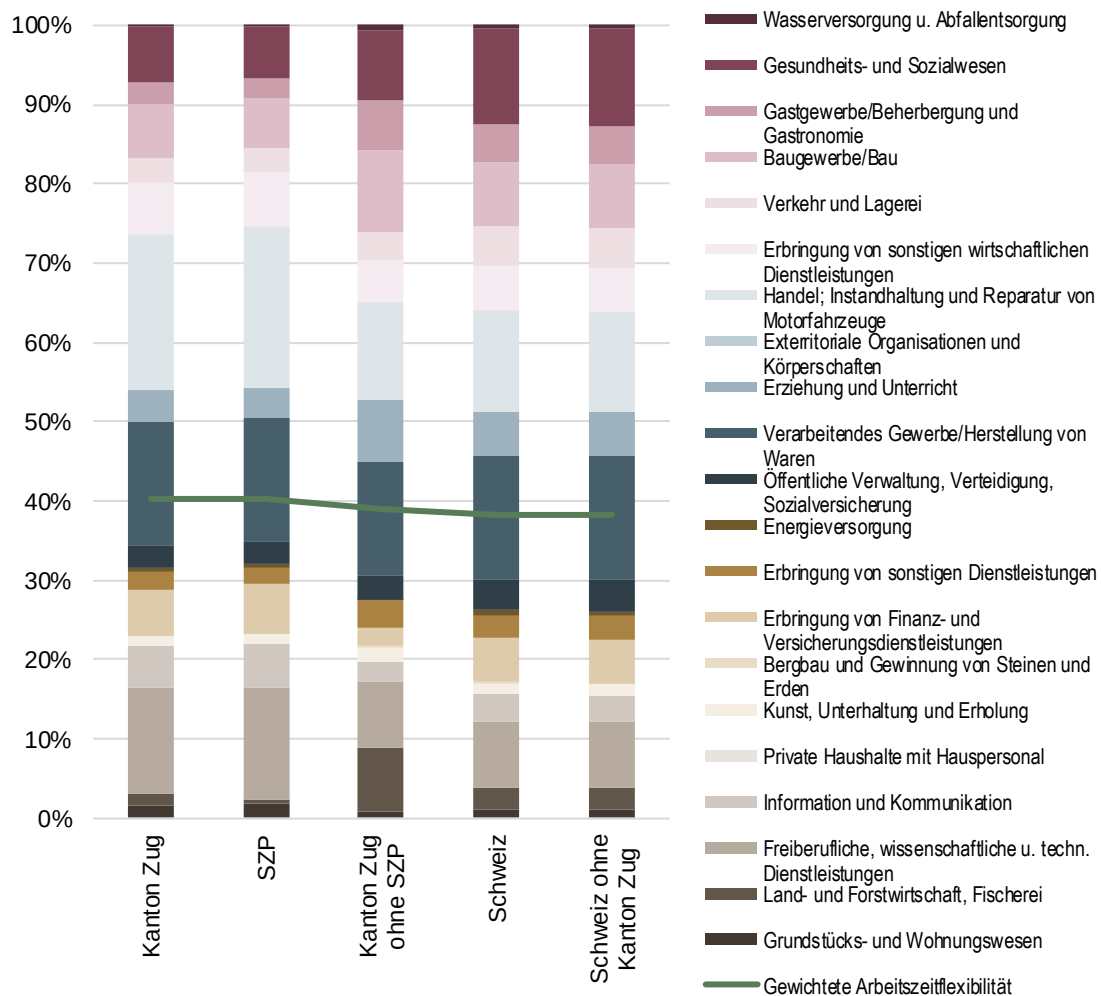
Die Wirtschaftszweige sind nach ihrer Arbeitszeitflexibilität geordnet: Unten in der Abbildung befinden sich die flexibelsten, oben die unflexibelsten Wirtschaftszweige.

⁵⁰ Neben der Arbeitszeitflexibilität spielt auch die Tageszeit, zu welcher die An- und Abreise der Arbeitnehmenden stattfindet, eine essenzielle Rolle. Beispielsweise kann ein Arbeitnehmer im Gastgewerbe zwar zeitlich inflexibel sein, aufgrund der Arbeitszeiten (z.B. Arbeitsbeginn nach 08:00 und Arbeitsende nach 21:00) erfolgt die An- resp. Abreise zum Arbeitsplatz aber dennoch zur Randzeit.

Es zeigt sich, dass die Branchenstruktur des Kantons Zug (Untersuchungsgebietes) jener des SZP sehr ähnlich ist, da 88% der Vollzeitäquivalente des Kantons auf den SZP entfallen. Im Gegensatz dazu entspricht die Branchenstruktur der Kantonsgebiete ausserhalb des SZP weitgehend der Branchenverteilung auf nationaler Ebene, wobei der Anteil der Land- und Forstwirtschaft etwas höher liegt als im nationalen Durchschnitt.

Der direkte Vergleich des SZP mit dem Zuger Kantonsgebiet ausserhalb des SZP zeigt, dass die Arbeitszeitflexibilität im SZP bei einem durchschnittlichen Wert von rund 40% nur minim höher liegt als ausserhalb (39%), und dies obschon die Branchenstruktur zwischen den beiden Gebieten erhebliche Unterschiede aufweist: Im Vergleich zum übrigen Kantonsgebiet weist der SZP neben einem höheren Anteil von zeitlich eher flexiblen Stellen im Bereich der freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen sowie in der Finanz- und Versicherungsbranche auch einen höheren Anteil an eher unflexiblen Stellen in der Motorfahrzeugbranche auf. Demgegenüber hat das übrige Kantonsgebiet einerseits prozentual mehr Beschäftigte in der Land- und Forstwirtschaft, welche eine hohe zeitliche Flexibilität aufweisen, andererseits aber auch einen höheren Anteil von Beschäftigten im unflexiblen Bau- und Gastgewerbe.

Abbildung 81: Geografische Verteilung der Beschäftigten auf die Wirtschaftszweige, geordnet nach Arbeitszeitflexibilität



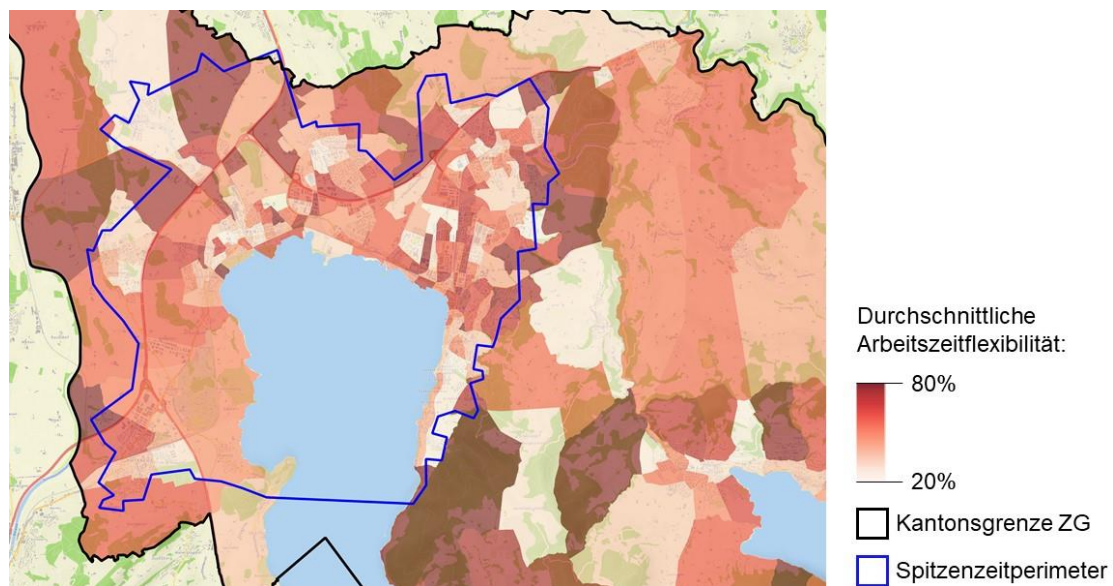
Grafik: Ecoplan. Quelle: ARE und BFS (2017), BFS (2018c).

Die unterschiedliche Branchenstruktur des SZP und des übrigen Kantonsgebiets hat zwar eine fast identische durchschnittliche Arbeitszeitflexibilität zur Folge, die kleinräumigen Unterschiede der Arbeitszeitflexibilität innerhalb dieser Gebiete sind jedoch sehr gross, wie Abbildung 82 zeigt. Die Karte bildet die durchschnittliche Arbeitszeitflexibilität je Verkehrsmodellzone im Kanton Zug ab.⁵¹ Je dunkler die Verkehrsmodellzone eingefärbt ist, desto höher ihre durchschnittliche Arbeitszeitflexibilität. Die Abbildung zeigt, dass kein klares räumliches Muster in Bezug auf die Arbeitszeitflexibilität erkennbar ist: Weder scheint es grosse räumliche Konzentrationen von sehr flexiblen oder sehr unflexiblen Arbeitsstätten zu geben, noch lassen sich

⁵¹ Die Berechnungen erfolgten gemäss der Beschreibung in Kapitel 4.4 und basieren auf vollzeitäquivalenten Stellen.

Regionen erkennen, die als Arbeitsstandorte durch das Mobility Pricing klar gewinnen oder verlieren würden. Dass in ländlichen Gebieten die Arbeitszeitflexibilität teilweise höher ist, hängt mit den dort höheren Anteilen von Landwirtschaft und/oder zeitlich flexibleren Dienstleistungs- und Gewerbebranchen zusammen. Die Grafik bildet direkt den Branchenmix der jeweiligen Gebiete ab. Die entsprechenden Daten flossen auf diese Weise ins Verkehrsmodell ein.

Abbildung 82: Durchschnittliche Arbeitszeitflexibilität innerhalb der Verkehrsmodellzonen



Grafik: Ecoplan. Quelle: ARE und BFS (2017), BFS (2018c), Open Street Map.

Allein auf Basis der Branchenstruktur und der Arbeitszeitflexibilität der Wirtschaftszweige lassen sich damit keine Aussagen zu räumlich differenzierten Betroffenheitsmustern herleiten. Am relevantesten bleiben die individuellen Betroffenheitsmuster, wie sie oben in Kapitel 8.3.3 (Personas) beschrieben worden sind.

8.4.2.2. Wirkungskette Geschäftsverkehr

Der Anteil von Fahrten für geschäftliche Tätigkeiten an der Gesamtzahl der täglich zurückgelegten Strecken ist mit 7% zwar relativ gering, Geschäftswege sind aber oft länger als Wege zu anderen Zwecken, weshalb der Anteil am gesamten Verkehrsvolumen etwas höher als 7% ist.⁵²

Je nach Tätigkeit ergeben sich unterschiedliche Betroffenheitsmuster. So weisen die Fahrten von Gewerbetreibenden (z.B. Sanitäre, Maler) einerseits ein geringes Time-Shift-Potenzial auf, weil sie für ihre Aufträge oft an enge Terminpläne und festgelegte Zeitfenster für die Auftragsausführung gebunden sind. Andererseits profitieren solche Betriebe vom Mobility Pricing,

⁵² ARE und BFS (2016), Verkehrsverhalten der Bevölkerung: Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015, S. 49.

wenn sie aufgrund der Reduktion des Verkehrsaufkommens zu Spitzenzeiten kostbare Reisezeit einsparen können. Die Zahlungsbereitschaft für solche Zeitgewinne ist bei Geschäftsreisen von Dienstleistungsbetrieben mit vergleichsweise hohen Stundenansätzen (z.B. Banken, Versicherungen) besonders hoch. Entscheidend ist, wie substantiell die Reisezeitgewinne in den konkreten Fällen ausfallen. Mit Blick auf übliche Stundenansätze auch im gewerblichen Vergleich ist klar, dass schon ein kleiner Zeitgewinn rein rechnerisch ausreicht, um die Verteuerung einer Fahrt in der Spitzenzeit zu kompensieren. Dies gilt ganz besonders für Fahrten von Gewerbetreibenden mit mehreren Insassen im Fahrzeug (so führt bspw. ein Zeitgewinn von 2–3 Minuten in der Spitzenzeit bei einem Fahrzeug mit drei Maler/innen mit Stundensätzen von 80 CHF auf der Fahrt zum Einsatzort zu einer rechnerischen Kostenreduktion von 10 CHF was spürbar mehr ist als der zu entrichtende Preis für das Mobility Pricing). In der realen Welt dürften weniger diese rein rechnerischen «Zahlenspiele» eine Rolle spielen, sondern die in der Spitzenzeit reduzierte Stausituation und damit auch die erhöhte Zuverlässigkeit im Geschäftsverkehr. Davon profitieren insbesondere auch Liefer- bzw. Kurierdienste, deren Bedeutung im Zeitalter von eCommerce stark zugenommen hat. Insgesamt dürfte der Geschäftsverkehr also zu den Profiteuren eines Mobility Pricings mit Zeitdifferenzierung gehören.

Aus den Daten des MZMV geht hervor, dass knapp 60% der in der Schweiz anfallenden Reisezeit zu Geschäftszwecken auf nur vier der oben in Abbildung 80 unterschiedenen Wirtschaftszweige entfallen:⁵³

- auf die Motorfahrzeugbranche,
- das Baugewerbe,
- die Verkehrs- und Lagereibranche sowie
- das verarbeitende Gewerbe.

Auch bei diesen Branchen ergibt sich kein klares räumliches Verteilungsmuster innerhalb des Untersuchungsgebietes (Kanton Zug).

8.4.2.3. Wirkungskette Einkaufsverkehr

Es ist grundsätzlich zu erwarten, dass sich durch die zeitliche Differenzierung der Kilometerabgabe eine gewisse zeitliche Verschiebung der Kundenfrequentierung von Einkaufsläden im SZP ergibt. Durch die räumliche Differenzierung der Tarife entsteht den Läden im SZP ein Wettbewerbsnachteil zu den Spitzenzeiten, sofern sich den Kunden nahegelegene Ausweichmöglichkeiten ausserhalb des SZP bieten. Zu den Randzeiten geniessen Läden im SZP hingegen einen Wettbewerbsvorteil.

⁵³ Eigene Berechnungen basierend auf Daten des MZMV 2015.

Die Auswirkungen von differenzierten Verkehrsabgaben auf Handel und Gewerbe sind immer wieder umstrittenes Thema. Von betroffenen Unternehmen werden wegen der Verteuerung von Fahrten häufig negative Auswirkungen geltend gemacht, in der Praxis wird dieser Befund aber bei weitem nicht immer bestätigt. Bekannte Beispiele dafür sind Analysen für den Detailhandel, die in Zusammenhang mit den Road-Pricing-Lösungen in Stockholm und London durchgeführt worden sind.

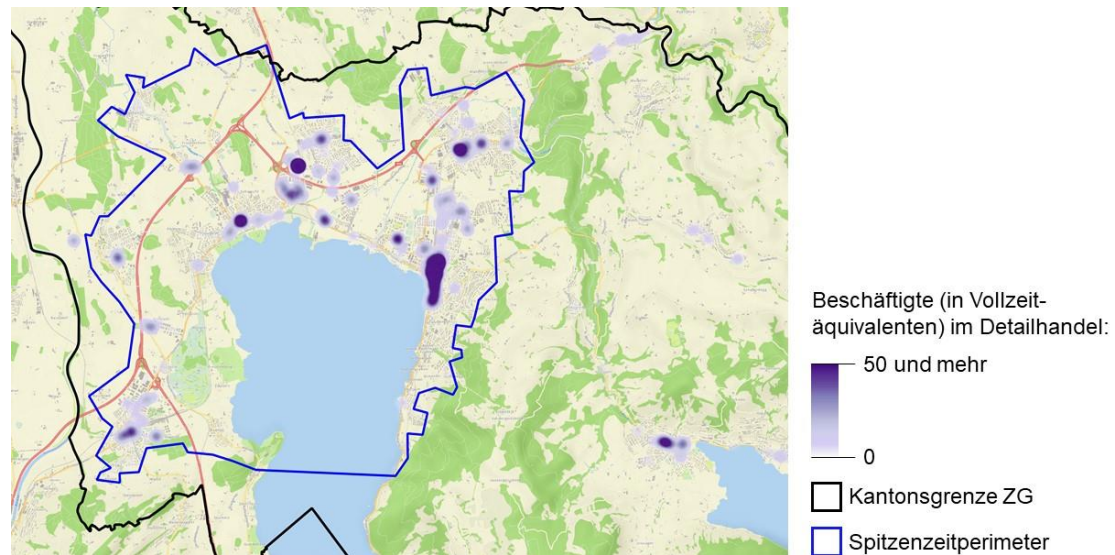
- Durch die Road-Pricing-Abgabe in Stockholm sanken zwar die Einkaufsfahrten tagsüber um 17 Prozent (Trivector 2006 erwähnt in Daunfeldt et al. 2009), die Läden in der Innenstadt erlitten aber dennoch keine Umsatzeinbussen (Daunfeldt et al. 2009).
- In London verzeichnete eines der grössten Kaufhäuser der Innenstadt einen Rückgang der Verkäufe um mehr als fünf Prozent (im ersten Jahr nach der Einführung des Road Pricings) (Quddus et al. 2007). Gesamthaft betrachtet gingen die Verkäufe in der Innenstadt jedoch nicht zurück (Quddus et al. 2007).

Mit Blick auf die potenziellen Auswirkungen eines Mobility Pricings auf Verkaufsstätten im SZP spricht die angenommene Ausgestaltung des Mobility Pricings dafür, dass nur mit unbedeutenden Effekten zu rechnen ist. Im Gegensatz zu London und Stockholm würde die Abgabe nicht für die Einfahrt in den SZP erhoben, sondern pro gefahrenen Kilometer im SZP. Dadurch sind die Läden am Rande des SZP kaum resp. weniger stark betroffen als jene im Zentrum. Es gibt keine Wettbewerbsverzerrungen unmittelbar am Rand des Pricing-Gebietes, wie das bei Cordon-Lösungen zu beobachten ist. Noch am stärksten betroffen sind zentrumsnahe Einkaufslagen. Diese Geschäfte könnten aber auch von einem zeitlich differenzierten Mobility Pricing profitieren, da sie ausserhalb der Spitzenzeiten kostengünstiger zu erreichen sind. Zudem können sich durch die Verkehrsreduktion zu den Spitzenzeiten auch positive Effekte für zentrumsnahe Einkaufsläden ergeben, etwa wenn sich dadurch die Parkplatzverfügbarkeit im Spitzenzeitenperimeter erhöht (vgl. Hu/Saleh 2005, S. 449).

Die Frequentierung im Detailhandel hängt stark vom betrachteten Wochentag ab. In der vorliegenden Untersuchung wurde jedoch keine Differenzierung zwischen Arbeitstagen und Wochenende bei den Mobility-Pricing-Tarifen vorgenommen. Und schliesslich gilt es die Relation von Fahrtenverteuerung und durchschnittlichen Einkaufsausgaben im Auge zu behalten.

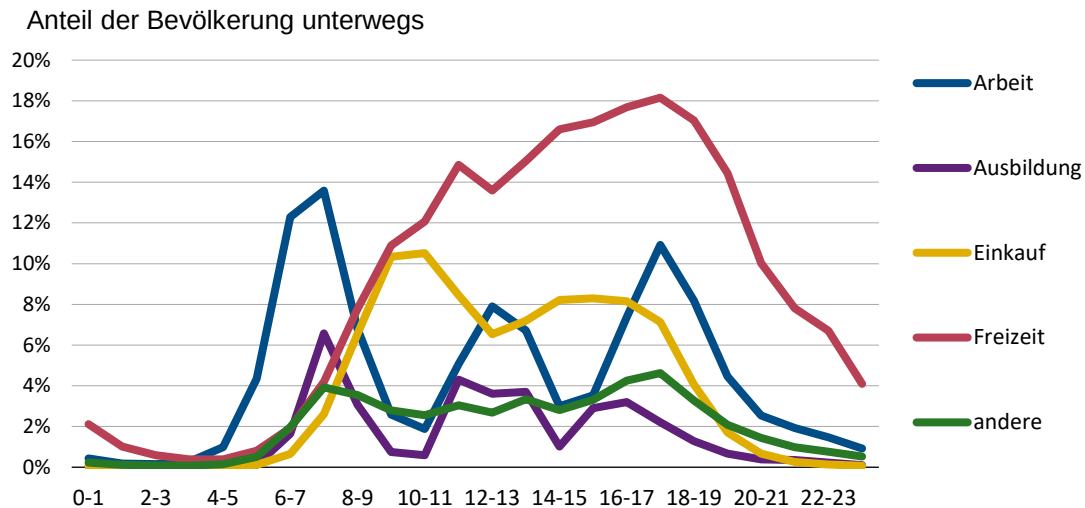
Abbildung 83 zeigt in Form einer *Heatmap* die räumliche Verteilung der Anzahl Beschäftigten (in Vollzeitäquivalenten) im Detailhandel für den Kanton Zug. Es zeigt sich, dass der überwiegende Teil des Detailhandels im SZP angesiedelt ist, wobei die Gemeinden Zug, Baar und Cham sowie das Einkaufszentrum Zugerland die wichtigsten Standorte darstellen. Der bedeutendste Detailhandel-Standort ausserhalb des SZP ist die Gemeinde Unterägeri.

Abbildung 83: Detailhandelsstandorte im Kanton Zug



Grafik: Ecoplan. Quelle: BFS (2016c), Open Street Map.

Die Abbildung macht aber auch deutlich, dass sich nur wenig Läden im Zentrum des SZP befinden, wo die preislichen Effekte des Mobility Pricings am stärksten sind. Zudem gibt es kaum grössere Detailhändler direkt ausserhalb der SZP-Grenze, auf welche die Kunden ausweichen könnten. Aufgrund der räumlichen Anordnung der Einkaufsmöglichkeiten ist nicht damit zu rechnen, dass sich die Kundenfrequenz durch das Mobility Pricing massgeblich von einem Standort zum anderen verschiebt. Ebenfalls dafür spricht, dass der Einkaufsverkehr überwiegend ausserhalb der Spitzenzeiten (insbesondere samstags) stattfindet (siehe Abbildung 84). Davon profitieren die Detailhändler innerhalb des Spitzenzeitenperimeters.

Abbildung 84: Verkehr im Tagesablauf nach Fahrzweck (in %)

Durchschnittliches Verkehrsaufkommen über die Woche

Grafik INFRAS. Quelle: BFS 2017c.

8.4.3. Wirkungskette Güterverkehr

Der Güterverkehr wurde im Rahmen dieser Untersuchung vom Mobility Pricing ausgenommen, bzw. mit der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe besteht eine verkehrsleistungsabhängige Abgabe, allerdings keine räumlich und zeitlich differenzierte⁵⁴. Wegen dieser Einschränkung hat das Mobility Pricing keinen direkten monetären Einfluss auf die Transportkosten von Gütern. Indirekt profitiert der Güterverkehr aber einerseits von Reisezeitgewinnen und einer erhöhten Zuverlässigkeit bei Fahrten während der Spitzenzeiten (durch die Reduktion des Verkehrsaufkommens), andererseits wird er zu Randzeiten durch Zeitverluste belastet (aufgrund des erhöhten Verkehrsaufkommens). Je nach Unternehmensstandort ergeben sich entsprechend unterschiedliche zeitliche und damit verbunden auch finanzielle Auswirkungen.

Die Zeitgewinne und -verluste haben in erster Linie Auswirkungen auf transportintensive Branchen. Unter Transportintensität versteht man den «Anteil der für den Strassengüterverkehr benötigten Kosten an der Bruttoproduktion»⁵⁵. Zu den Branchen mit der höchsten Transportintensität (> 2%) zählen jene, die Produkte von vergleichsweise geringem Wert mit hohem

⁵⁴ Hierbei handelt es sich um eine «Übungsannahme» für die durchgeführte Studie. Es soll damit nicht gesagt werden, dass der Güterverkehr nicht dereinst auch von der Spitzenzeitbepreisung betroffen wäre. Insbesondere bei den Lieferwagen (Fahrzeuge mit einem Gesamtgewicht < 3.5t, die heute keine LSVA bezahlen) könnte dies auch durchaus zu «Verhaltensänderungen» führen.

⁵⁵ Ecoplan/Infras (2007b), Volkswirtschaftliche Auswirkungen der LSVA mit höherer Gewichtslimite, S. 114.

Gewicht und/oder grossem Volumen herstellen, oder mit ihnen handeln. Dazu zählen beispielsweise die Papier- und Kartonproduktion, das Baugewerbe, das Nahrungsmittelgewerbe, der Grosshandel sowie der Automobilhandel und das Tankstellengewerbe.⁵⁶ Die meisten von ihnen sind typischerweise nicht an Zentrumsanlagen angesiedelt.

Die Auswirkungen auf den Güterverkehr wurden daher nicht untersucht, da er im Rahmen dieser Untersuchung vom Mobility Pricing nur indirekt betroffen ist und die Auswirkungen entsprechend nur gering sind. Angesichts der Bedeutung der Fahrzeiten und v.a. der Zuverlässigkeit von Transporten sind die Auswirkungen insgesamt positiv.

8.4.4. Räumliche Entwicklung

Diese Kapitel untersucht, welchen Einfluss Mobility Pricing mit zeitlich differenzierten Tarifen in einem Spitzenzeitenperimeter und die daraus folgenden verkehrlichen und räumlichen Verteilwirkungen (siehe Kapitel 8.1-0) auf die mittel- bis langfristige räumliche Entwicklung im Untersuchungsgebiet haben. Es bezieht sich insbesondere auf die Tarifszenarien 2a und 2b der 2. Iteration, d.h. auf das Tarifmodell 2. Zu beachten ist, dass Tarifmodell 2 auch dem Tarifszenario 1b zugrunde lag und die folgenden Aussagen daher auch zu einem gewissen Grad auf Tarifszenario 1b übertragbar sind.

Im Folgenden werden insbesondere die wichtigsten mittel- und langfristigen Wirkungen von Mobility Pricing auf die Standortwahl von Unternehmen und von Privaten für Wohnen sowie Nutzungsentscheide beim Freizeitverkehr diskutiert. Die Analyse erfolgt qualitativ auf Basis einer Literaturrecherche zu verschiedenen europäischen Städten. Der Bereich Arbeits-/Pendlerverkehr wurde bereits im Kapitel 8.4.2 thematisiert und wird hier daher nur am Rande aufgegriffen.

8.4.4.1. Auswirkungen auf Unternehmensstandorte

Die Einführung von Mobility Pricing mit zeitlich und räumlich differenzierten Tarifen kann langfristig einen Effekt auf die Standortwahl von Unternehmen haben. Dies ist jedoch abhängig von der Bedeutung des Standorts für ein Unternehmen, der Branche des Unternehmens und der damit verbundenen Arbeitszeitflexibilität der Mitarbeitenden (vgl. Kap. 8.4.2.1). Bei der Standortwahl von Unternehmen spielen unterschiedliche Standortfaktoren eine Rolle. Diese betreffen beispielsweise die Flächenverfügbarkeit, gesetzliche und fiskalische Rahmenbedingungen, die Verkehrsanbindung, die Nähe zu anderen Einrichtungen etc. Es ist davon auszugehen, dass Mobility Pricing mit einer zeitlichen Differenzierung grundsätzlich eher einen vernachlässigbaren Effekt auf die Standortwahl von Unternehmen hat.

⁵⁶ Ecoplan/Infras (2007b), Volkswirtschaftliche Auswirkungen der LSVA mit höherer Gewichtslimite, S. 114, basierend auf Infras (2006), Die Nutzen des Verkehrs: Teilprojekt 2: Beitrag des Verkehrs zur Wertschöpfung in der Schweiz, S. 74.

Für den Detailhandel hat die Standortwahl aufgrund der Kundenfrequentierung eine hohe Bedeutung (z.B. Löchl 2008, Ciari et al. 2008). Die Bedeutung des Standortes nimmt aufgrund des gestiegenen Online-Handels tendenziell zu. Bei der Standortplanung im Detailhandel sind verschiedene Faktoren relevant, die jedoch nach Art des Geschäfts bzw. verkaufter Produkte variieren können (Ciari et al. 2008). Neben der Erreichbarkeit sind beispielsweise die Kosten für den Standort (Miete, Kaufpreis), die Nähe zur Konkurrenz oder die (potenziellen) Kundensegmente relevant. Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass der Einfluss eines zeitlich differenzierten Mobility Pricings auf die Standortwahl auch im Detailhandel eher vernachlässigbar ist (vgl. auch Kap. 8.4.2.3). Dies auch vor dem Hintergrund, dass die bedeutenden Detailhandelsstandorte überwiegend innerhalb des SZP liegen (vgl. Abbildung 83).

8.4.4.2. Auswirkungen auf Wohnstandorte

Die mittel- bis langfristigen Effekte von Mobility Pricing zeigen sich in der räumlichen Entwicklung insbesondere in der Wohnortwahl von Privaten. Damit kann sich die Einführung eines Mobility Pricings auf die räumliche Siedlungs- und Bevölkerungsentwicklung auswirken. Gemäss diversen Studien zu Mobility Pricing und räumlicher Entwicklung erhöhen preisliche Massnahmen⁵⁷ die Bereitschaft von betroffenen Personen zur Standortanpassung. Der Effekt wird aber (im Vergleich zu den verkehrlichen Effekten von Mobility Pricing) insgesamt als gering eingeschätzt (siehe dazu Studien Eliasson and Mattsson 2001, EBP 2005, ASTRA 2007a/2007b, Rapp Trans 2007).

Mit den Tarifszenarien 1b, 2a und 2b sind vor allem Pendler, die entweder von ausserhalb in den Spitzenzeitenperimeter reisen oder vom Spitzenzeitenperimeter ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters reisen, betroffen. Weshalb eine Verlagerung des Wohnorts in den Spitzenzeitenperimeter attraktiv wird, falls der Arbeitsort innerhalb des Spitzenzeitenperimeters. Falls der Arbeitsort ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters liegt, besteht ein gewisser Anreiz, den Wohnort ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters zu verlagern. Von längeren Transitstrecken wird abgesehen. Obwohl Pendler generell einen Anreiz haben ihren Wohnort nahe dem Arbeitsort zu wählen und damit eine Tendenz zur Zentralisierung besteht, hat eine Veränderung der Fahrkosten auch langfristig jedoch nur einen geringen Effekt auf den Entscheid für einen Wohnortswechsel. Gemäss einer österreichischen Befragung würden nur ca. 2–4% der Befragten einen Wohnortswechsel in Betracht ziehen, falls sich die variablen Fahrkosten erhöhen (Steininger et al. 2005). Die Studienautoren gehen sogar davon aus, dass dieser Anteil in der

⁵⁷ Im Gegensatz zu dieser Studie, welche den ÖV im Mobility Pricing integriert, gehen die meisten Studien von einem Road Pricing (ohne ÖV) aus. Es ist zu erwarten, dass die Auswirkungen eines Mobility Pricings welches den ÖV miteinbezieht, einen stärkeren Effekt auf die Standortwahl hat, als ein reines Road Pricing (Verlagerung auf den ÖV ist ebenfalls mit einer Preisdifferenzierung verbunden). Dennoch schätzen wir diesen Effekt als gering ein.

Realität tiefer liegen würde. Der Grund dafür liegt unter anderen darin, dass bei Wohnstandortentscheiden andere Faktoren wie z.B. Nähe zur Natur, Steuern, Länge des Arbeitswegs, Schulen, soziale Verankerung, Freizeit- und Kulturangebote stärker gewichtet werden als verkehrliche Faktoren (EBP 2005, ASTRA 2007b). Die Reisekosten beeinflussen zwar die Wohnstandortwahl, dies jedoch in einer untergeordneten Rolle (ASTRA 2007a). Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass Individuen zunächst ihre Alltagsmobilität anpassen und erst langfristig über Wohnortentscheide nachdenken. Dies zeigt auch exemplarisch die Wirkungen des Angebotsausbaus der A4 Knonaueramt (siehe unten). Darüber hinaus haben betroffene Personen weitere Möglichkeiten, den preislichen Massnahmen auszuweichen, z.B. Fahrtenverzicht, Home-Office, oder den Kostenanstieg zu kompensieren, z.B. Bildung von Fahrgemeinschaften im MIV.

Exkurs Angebotsausbau: A4 Knonaueramt

Nicht nur preisliche Massnahmen haben einen direkten Effekt auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer, sondern auch Massnahmen im Bereich Angebotsausbau können das Verhalten der Verkehrsteilnehmer beeinflussen. Damit kann sich die Erreichbarkeit indirekt auf die räumliche Entwicklung eines Gebiets auswirken. Der folgende Exkurs geht auf die Auswirkungen von Verkehrsinfrastrukturen ein am Beispiel der A4 durch das Knonaueramt:

Mit Eröffnung der Autobahn A4 im Knonaueramt im Jahr 2009 hat sich die Erreichbarkeit des Bezirks Affoltern stark verbessert und an Nähe zur Stadt Zürich und Zug gewonnen. Gleichzeitig hat sich die Verkehrsbelastung in den Gemeinden durch Ortsdurchfahrten markant reduziert.

Im einer vom ARE in Auftrag gegebenen Studie, wurden die verkehrlichen und räumlichen Effekte des Angebotsausbaus untersucht (ARE 2016). Die Studie bestätigt, dass eine Verbesserung der Erreichbarkeit einen positiven Effekt auf die Attraktivität der Region als Wohn- und Unternehmensstandort hat. Wie sich dies jedoch auf die Bevölkerungsentwicklung in den einzelnen Gemeinden auswirkt, ist schliesslich aber abhängig von folgenden Faktoren:

- andere Standortqualitäten wie: «absoluten Reisezeiten zu wichtigen Arbeitsplatzzentren, die ÖV-Anbindung, das Preisniveau von Wohnungen oder Bauland, das haushaltorientierte Dienstleistungsangebot (Schulen, Detailhandel etc.), die Steuerbelastung sowie die Landschafts- und Umfeldqualität». Insbesondere die Verfügbarkeit von Wohnungen spielt eine wichtige Rolle.
- relative Verbesserung der Standortattraktivität im Vergleich zu den anderen Gemeinden. Je nach Ausgangslage einer Gemeinde, wirkt eine Erhöhung der Erreichbarkeit unterschiedlich resp. stärker auf die Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung eines Standorts (Abnehmender Grenznutzen von neuen Verkehrsinfrastrukturen).

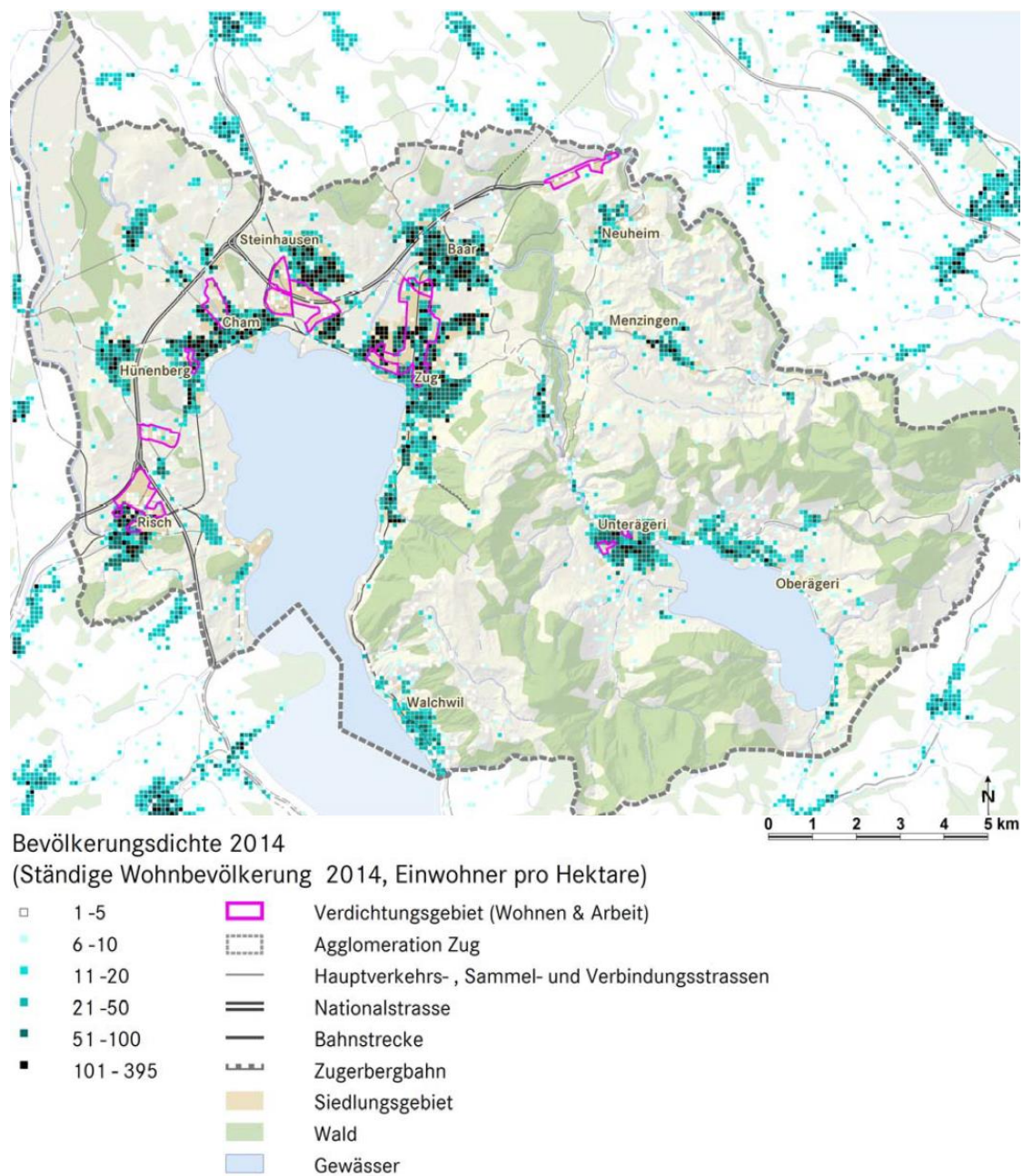
Die Studie zeigt, dass obwohl die Verbesserung der Erreichbarkeit die Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung positiv beeinflusst, dies allein nicht ausreicht, damit zusätzliche Entwicklungsimpulse daraus resultieren. Politische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen sowie deren Entwicklungen sind schliesslich entscheidend für die Raumentwicklung. Darüber hinaus treten die Auswirkungen der A4 auf Wohn- und Siedlungsstrukturen erst nach einigen Jahren vollständig in Kraft. Die verkehrlichen Effekte des Angebotsausbaus zeigen sich innerhalb kurzer Frist.

Wohnstandorte im Kanton Zug

Die räumlichen Wirkungen des Tarifszenarios 1b sind weitgehend identisch mit jenen im Szenario 2a. Beim Tarifmodell 1b wie auch 2a profitiert die Bevölkerung innerhalb des Spitzenzeitenperimeters. Fahrten innerhalb des Spitzenzeitenperimeters werden insgesamt günstiger (Σ über ganzen Tag) sowie Fahrten zwischen dem Spitzenzeitenperimeter und dem restlichen Kanton Zug. Teurer werden Fahrten im Kanton Zug mit Start und Ziel ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters (Transit-Fahrten). Im ÖV sind die Wirkungen ähnlich. Fahrten in Spitzenzeiten werden zwar teurer, aber insgesamt wird es günstiger, weil die niedrigen Tarife in den Randzeiten überkompensieren. Die zusätzliche Erhöhung des Durchschnittstarifs um 1 Rp./Fzkm durch Umlagerung des nicht zweckgebundenen Anteils der Mineralölsteuer im Szenario 2a hat räumlich fast keine Wirkung, weil es sich dabei bereits heute um variable Kosten handelt. Die höhere Preisung der Abendspitze im MIV im Szenario 1b bewirkt insbesondere im Freizeit- und Einkaufsverkehr abends eine Stärkung der kurzen Wege. Im Vergleich zum Tarifszenario 2a nehmen die Kosten im Tarifmodell 2b zu, das Bild ist jedoch ähnlich. Im Szenario 2b sind Fahrten innerhalb des SZP insgesamt günstiger. Ebenfalls profitieren Reisen zwischen dem Spitzenzeitenperimeter und dem restlichen Kanton Zug von insgesamt kostengünstigeren Fahrten. Die meisten Kosten tragen Transitfahrten, da diese weniger stark von Randzeiten profitieren. Der ÖV ist ähnlich betroffen wie im Tarifmodell 2a. Die indirekten Effekte sind jedoch höher, da die Verlagerung vom MIV zu ÖV stärker ist.

Abbildung 85 und Abbildung 86 zeigen die Bevölkerungsdichte sowie die Beschäftigtenkonzentration im Kanton Zug. Die Verteilung der Bevölkerung im Untersuchungsperimeter zeigt, dass ein Grossteil der Bevölkerung in der Stadt Zug und ihren Nachbarsorten Cham, Steinhäusen, Baar, Hühnenberg und Risch wohnt.

Abbildung 85: Bevölkerungsdichte und Verdichtungsgebiete für Wohnen und Arbeiten im Kanton Zug 2014

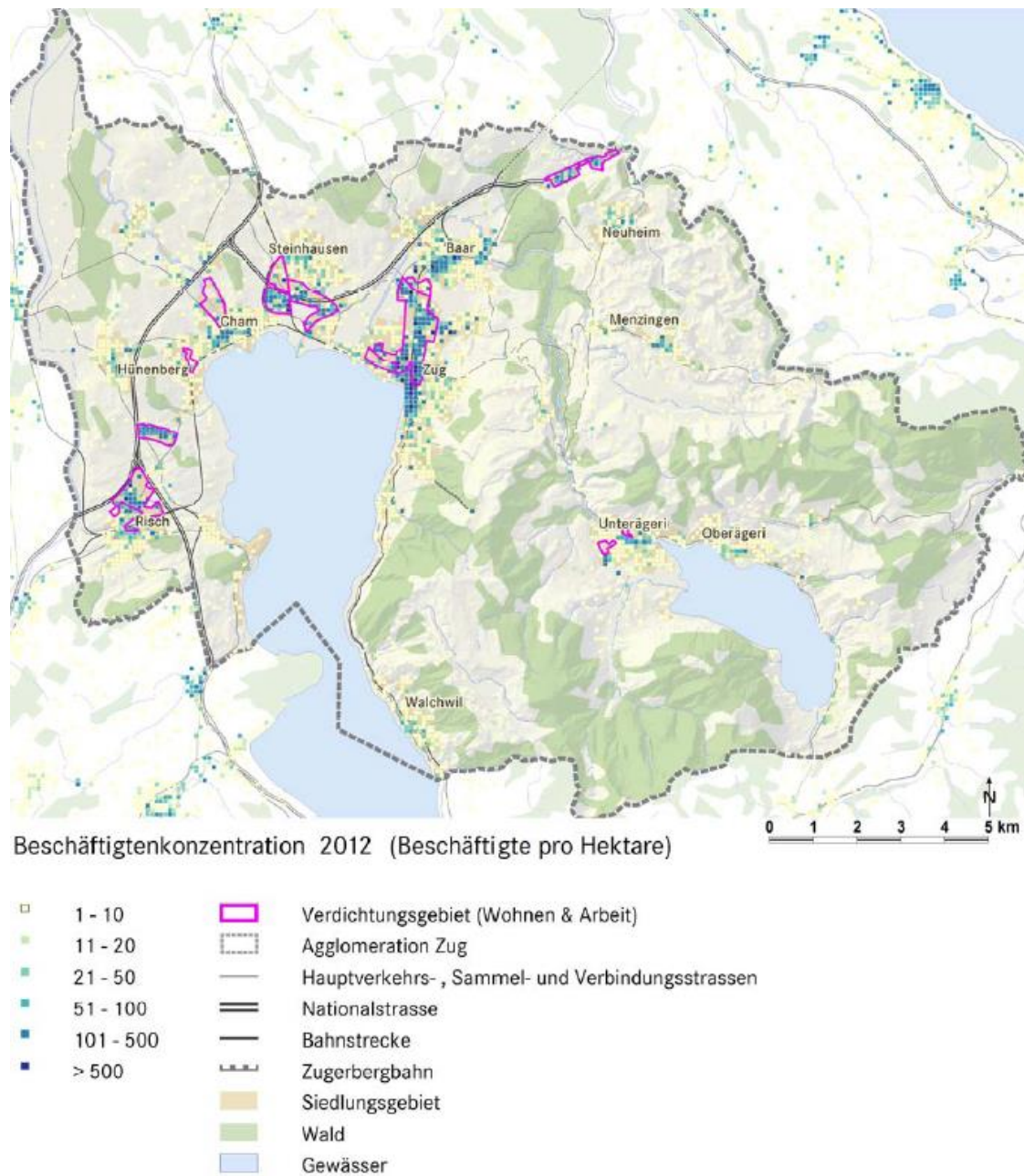


Grafik Amt für Raumplanung Kanton Zug. Quelle: Factsheet ROK Basis Agglo, Amt für Raumplanung Kanton Zug

Die Beschäftigung konzentriert sich insbesondere auf die Verdichtungsgebiete respektive die Stadtlandschaften im Kanton Zug (vgl. Abbildung 86). Somit befinden sich die meisten Wohnorte wie grundsätzlich auch die Arbeitsplätze innerhalb des Spitzenzeitenperimeters. In den

Verdichtungsgebieten, welche auf Wohnen und Arbeiten ausgerichtet sind, sind aber mehrheitlich überwiegend Unternehmen angesiedelt und weniger Wohnen.

Abbildung 86: Beschäftigungskonzentration und Verdichtungsgebiete für Wohnen und Arbeiten im Kanton Zug (2012)



Grafik Amt für Raumplanung Kanton Zug. Quelle: Factsheet ROK Basis Agglo, Amt für Raumplanung Kanton Zug

Je nach tatsächlichem Arbeitsort (inner- oder ausserkantonal) der Personen dürfte aber ihre finanzielle Belastung sehr unterschiedlich sein. Im Jahr 2014 haben 71% der Pendlerinnen und Pendler, die überwiegend innerhalb des Spitzenzeitenperimeters wohnen, auch im Kanton Zug gearbeitet (siehe Tabelle 64). Diese Personen dürften insgesamt von tieferen Kosten profitieren.

Die grösseren Wohngebiete ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters sind in (Unter- und Ober-) Ägeri, Walchwil, Menzingen und Neuheim. Auch hier ist die Gesamtbelastung durch das Mobility Pricing abhängig davon, wo die Personen arbeiten. 77% der Pendler und Pendlerinnen, die ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters wohnen, arbeiten innerhalb des Kantons Zug. Diese Personen profitieren insgesamt.

Tabelle 64: Wegpendler/innen Kanton Zug 2014 (Tsd.)

Gemeinde	Wegpendler/innen (in Tsd.)		
	Total	nach Zielregion	
		Gemeinden des Kantons	Gemeinden ausserhalb des Kantons
innerhalb Spitzenzeitenperimeter: * Gem. Zug, Baar, Steinhausen, Cham, Hünenberg, Risch	51	36 (71%)	15 (29%)
ausserhalb Spitzenzeitenperimeter: * Gem. Menzingen, Neuheim, Oberägeri, Unterägeri, Walchwil	13	10 (77%)	3 (23%)
Kanton Zug total	64	46 (72%)	18 (28%)

Wegpendler/innen nach Wohn- und Zielgemeinde, 2014

*Die Zuteilung der Wegpendler nach SZP und ausserhalb SZP kann nur als Annäherung betrachtet werden, da sich der SZP nicht an den Gemeindegrenzen, sondern an der räumlichen Gliederung des kantonalen Richtplans (siehe Definition SZP Kapitel 3.1) orientiert. Die Daten zur Pendlerstatistik basieren auf gemeindespezifischen Angaben.

Tabelle INFRAS. Quelle: Kanton Zug, Fachstelle Statistik des Kantons Zug, Binnen- und Wegpendelnde nach Wohnort 2014

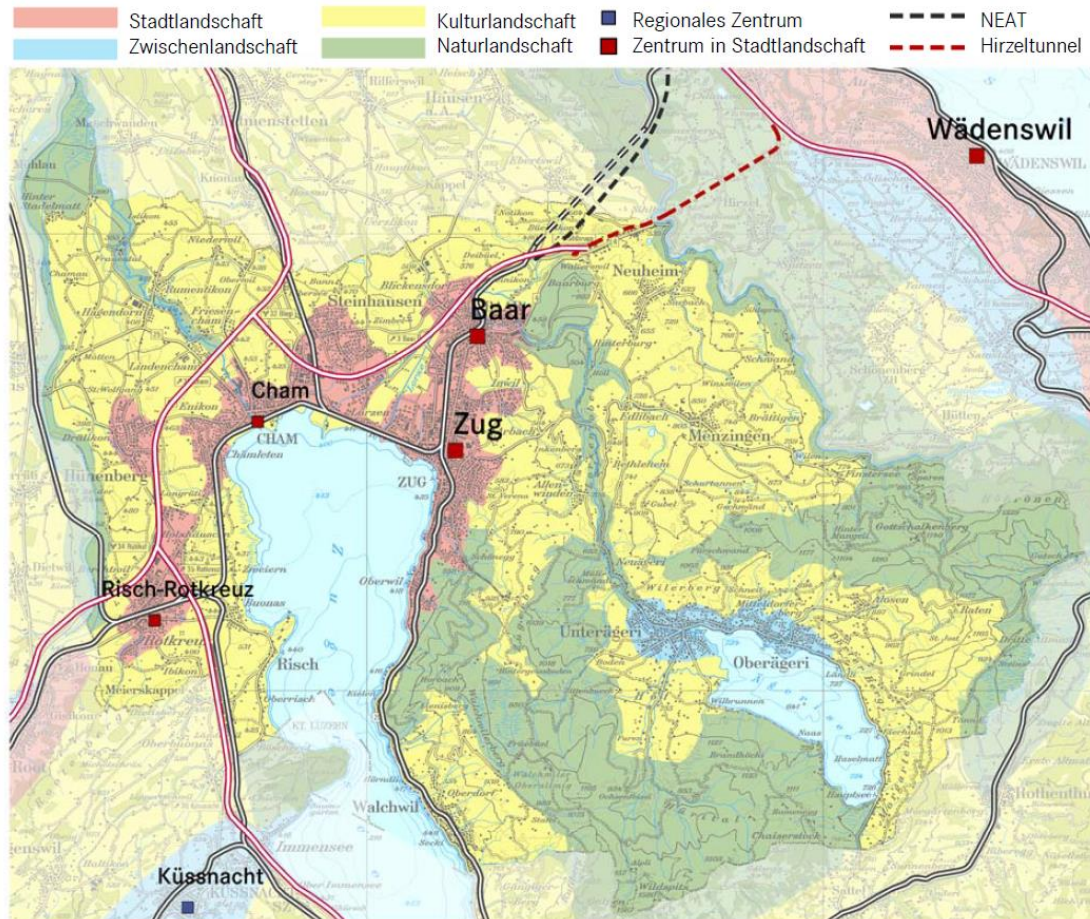
Kantonale Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklungsziele

Die räumlichen Effekte der Tarifszenarien 1b, 2a und 2b – Tendenz zur Zentralisierung und somit Stärkung der Zentren – decken sich mit den kantonalen Siedlungs- und Landschaftszielen des Richtplans des Kanton Zug. Langfristig will der Kanton sein Bevölkerungswachstum auf das bestehende Siedlungsgebiet in der Stadtlandschaft konzentrieren und damit den Bodenflächenverbrauch pro Einwohner tendenziell reduzieren. Bis 2040 soll sich 85% des Bevölkerungswachstums in der Stadtlandschaft niederlassen, die restliche Bevölkerung in Zwischenlandschaften wie z.B. Ober- und Unterägeri (10%) und Kulturlandschaften wie z.B.: Walchwil, Neuheim und Menzingen (5%). In den Naturlandschaften will der Kanton Zug kein weiteres Bevölkerungswachstum (ARV 2018).

Abbildung 87: Räumliche Gliederung des Kantons Zug

Teilkarte G 9: Räumliche Gliederung

Massstab 1:150'000



Stand September 2018

Grafik: Amt für Raumplanung. Quelle: Kantonaler Richtplan: Richtplankarte, Amt für Raumplanung, S. 13

Durch die Wirkungsrichtung der beiden Tarifszenarien 2a und 2b führt die Einführung eines Mobility Pricings im Untersuchungsgebiet zu einer Zentralisierungstendenz in Richtung des Spitzenzeitenperimeters und entgegen einer weiteren Zersiedlung. Die Bevölkerung innerhalb des Spitzenzeitenperimeters profitiert aufgrund verbesserten verkehrlichen Einflussfaktoren (tiefere Mobilitätskosten) sowie des zusätzlichen Nutzens (weniger Verkehrsaufkommen zu Spitzenzeiten, verbesserter Verkehrsfluss) vom Mobility Pricing. Entsprechend steigt die Attraktivität dieses Gebiets. Wohnen an zentraler Lage wird dadurch tendenziell attraktiver. Dies übt

zusätzlichen Druck auf den bereits stark umworbenen Wohnungsmarkt innerhalb des Spitzenzeitenperimeters⁵⁸ aus. Dennoch schätzen wir die tatsächlichen räumlichen Effekte von Mobility Pricing auf die Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung innerhalb des Untersuchungsgebiets insgesamt als moderat ein. Einerseits spielen Fahrkosten nur eine untergeordnete Rolle bei Wohnstandortentscheiden. Andererseits sind die Rahmenbedingungen im Kanton Zug durch den sehr knappen Wohnraum bereits stark eingeschränkt. Vielmehr ist relevant, dass der Kanton Zug seine politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie Entwicklungspotenziale (Boden- und Baureserven) darauf abstimmt und damit mögliche räumliche Entwicklungen in die gewünschte Richtung lenkt. Sofern sich die politischen Stossrichtungen mit den räumlichen Wirkungsimpulsen des Mobility Pricings decken, kann Mobility Pricing diese Entwicklung zusätzlich unterstützen.

8.4.4.3. Auswirkungen auf den Freizeitverkehr

Der Freizeitverkehr macht schweizweit rund 44% der zurückgelegten Tagesdistanzen aus und ist damit der dominante Verkehrszweck, weitaus bedeutender als der Arbeits- (24%) oder der Einkaufsverkehr (13%). Besonders nachmittags und in den frühen Abendstunden sind viele Personen zu Freizeitzwecken unterwegs, wobei der Spitzenwert zwischen 17 und 18 Uhr erreicht wird und somit in die Abendspitzenstunden fällt, in welcher der höhere Tarif gilt.

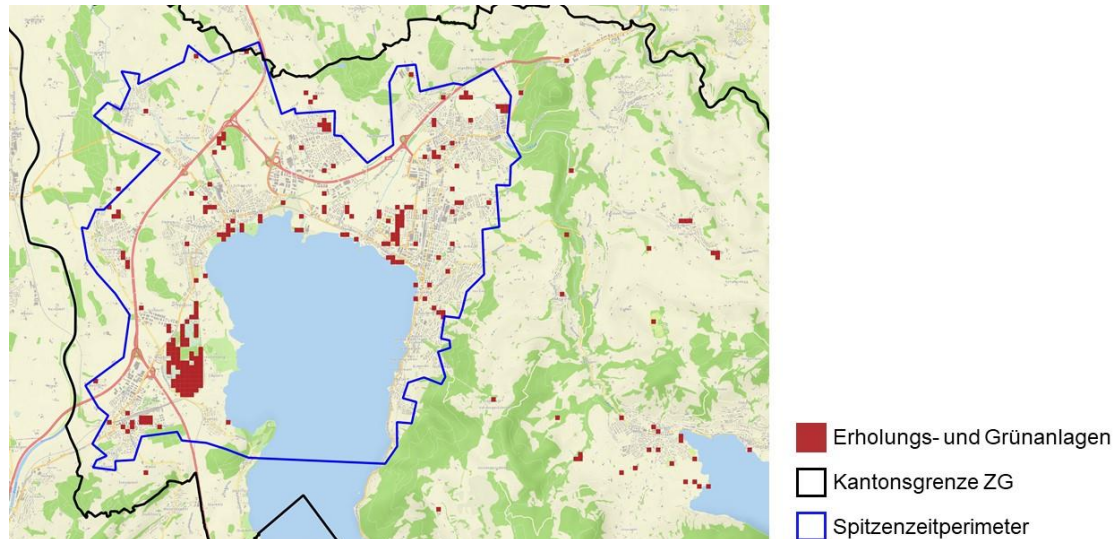
Freizeitaktivitäten weisen ein vergleichsweise hohes Time-Shift-Potenzial auf: Der Grossteil der Freizeitwege entfällt auf zeitlich flexible Aktivitäten wie Besuche bei Verwandten und Bekannten, Restaurantbesuche oder Spaziergänge. Zeitlich eher unflexible Freizeitbeschäftigungen wie Besuche von Kulturveranstaltungen oder Vereinsaktivitäten machen nur einen relativ geringen Teil der Freizeitwege aus (ARE und BFS 2017).

Abbildung 88 zeigt die räumliche Verteilung der Erholungs- und Grünanlagen im Kanton Zug.⁵⁹ Dazu zählen öffentliche Parkanlagen, Sportanlagen, Golfplätze, Campingplätze, Schrebergärten und Friedhöfe (BFS 2014). Auf der Karte ist ersichtlich, dass die Erholungs- und Grünanlagen vor allem innerhalb des Spitzenzeitenperimeters anzutreffen sind, sowie in geringerem Umfang in Unterägeri und in Menzingen. Die grosse Konzentration roter Quadrate westlich des Zugersees entspricht dem Golfpark Holzhäusern.

⁵⁸ Leerwohnungsbestand 2018: Kanton Zug total 0.44%, Gmd. Zug 0.25%, Gmd. Baar 0.20%, Gmd. Cham 0.22%, Gmd. Risch 0.13% (BFS 2018c)

⁵⁹ Die Karte wurde auf Grundlage der schweizerischen Arealstatistik 2013/18 erstellt: BFS (2016a), Arealstatistik Standard nach Nomenklatur. Die Arealstatistik erhebt basierend auf Luftbildern Punkstichproben im Abstand von 100 Metern und ordnet jeden Stichprobenpunkt einer Landnutzung zu. Alle Stichprobenpunkte, die als «Erholungs- und Grünanlagen» kategorisiert wurden, sind als rote Quadrate dargestellt.

Abbildung 88: Standorte von Erholungs- und Grünanlagen im Kanton Zug



Grafik: Ecoplan. Quelle: BFS (2016a), Open Street Map.

Viele Erholungs- und Grünanlagen befinden sich am nördlichen Ufer des Zugersees inmitten des Spitzenzeitenperimeters, wo das Mobility Pricing zu den grössten Preissteigerungen führt. Je nach Art der Anlagen dürften die Effekte des Mobility Pricings auf ihre Frequentierung unterschiedlich sein. So können etwa Spaziergänge leicht von einem entfernt gelegenen Park in einen näher gelegenen «verschoben» oder zu einem anderen Zeitpunkt gemacht werden, um Reisekosten einzusparen. Das Training des Fussball-Vereins hingegen findet zu einer bestimmten Zeit auf einer bestimmten Sportanlage statt. Die (zeitliche) Frequentierung jener Erholungs- und Grünanlagen, welche im Zentrum des Spitzenzeitenperimeter liegen und vor allem nicht zeit- und standortgebundenen Aktivitäten dienen, könnte sich durch das Mobility Pricing also leicht verändern. Demgegenüber dürften Anlagen für zeit- und standortgebundene Aktivitäten weniger stark betroffen sein. Es ist aber durchaus möglich, dass die Benutzungszeiten gewisser Anlagen oder die Trainingszeiten von Vereinen so angepasst werden, dass sie in den Randzeiten zu liegen kommen.

Aus verkehrlicher Sicht sind vor allem Freizeitaktivitäten interessant, die zeitlich unflexibel sind und ein grosses Verkehrsaufkommen generieren. Im Kanton Zug sind das bspw. Eishockeyspiele des EV Zug (im Schnitt knapp 7'000 Zuschauerinnen und Zuschauer (EVZ 2018)). Die Spielstätte des EVZ liegt im Herzen des Spitzenzeitenperimeters. Die Spiele beginnen meist um 19:45 Uhr, falls diese an Werktagen stattfinden (ca. 20–25 Spiele pro Jahr). Viele Fans werden dadurch während der Spitzenzeit (17 bis 19 Uhr) anreisen müssen, damit sie pünktlich zu Spielbeginn im Stadion sind. Falls einige Fans – wie grundsätzlich durch das Mobility Pricing erwünscht – die Fahrt zur Spitzenzeit meiden und erst nach 19 Uhr anreisen, würde sich dadurch

das lokale Verkehrsaufkommen im Umfeld des Stadions erhöhen und möglicherweise Probleme verursachen. Eine Spitzenzeitentarifizierung 17 bis 19 Uhr könnte hier an Spieltagen zu vergleichsweise kleinräumigen unerwünschten Nebeneffekten führen.

8.4.5. Fazit

Insgesamt stufen wir die Auswirkungen eines Mobility Pricings in der vorliegenden Ausgestaltung auf die Wirtschaft im Kanton Zug und die räumliche Entwicklung als eher gering bzw. tendenziell leicht positiv ein. Zusammenfassend die wichtigsten Gründe, die uns zu dieser Einschätzung kommen lassen:

- Der Güterverkehr mit Fahrzeugen > 3.5 t wird durch das Pricing im Rahmen dieser Untersuchung nicht erfasst. Er profitiert aber von einer Abnahme des Verkehrsaufkommens zu Spitzenzeiten.
- Die Abnahme des Verkehrsaufkommens zu Spitzenzeiten kommt auch dem Geschäftsverkehr zugute. Mit Blick auf die vergleichsweise hohen Zeitkosten im Geschäftsverkehr wird in vielen Fällen die Zahlungsbereitschaft für eine kürzere Reisezeit höher sein als der Mobility-Pricing-Tarif.
- Die Ausgestaltung des Mobility Pricings als km-Abgabe verhindert, dass es an den räumlichen Grenzen des SZP zu Wettbewerbsverzerrungen zwischen Unternehmen mit Standort unmittelbar inner- und ausserhalb SZP kommt. Bei einem Cordon Pricing sind solche Effekte anzutreffen.
- Am stärksten von der Fahrtverteuerung durch das Mobility Pricing betroffen sind die zentralen Lagen im SZP. Allerdings profitiert der SZP auch von den Vergünstigungen in Randzeiten. Die zentralen Lagen sind auch typischerweise die Lagen, wo die höchste wirtschaftliche Wertschöpfung pro Flächeneinheit erzielt wird. Zudem erhöhen sich die zeitliche Erreichbarkeit dieser Standorte und evtl. die Parkplatzverfügbarkeit in den Spitzenzeiten.
- Freizeit- und Einkaufsverkehr ist zeitflexibler als der Pendler- und Geschäftsverkehr. Werden Fahrten von der Spitzen- in die Randzeit verschoben, werden sie günstiger. Ohnehin profitieren alle in den Randzeiten vorgenommenen Freizeit- und Einkaufsfahrten.
- Noch am stärksten dürften die Auswirkungen auf die Wirtschaft über die Verteuerung des Pendelns in den Spitzenzeiten sein. Die Analyse der Verteilungswirkungen hat gezeigt, dass es hier bei Arbeitnehmenden mit tiefen Einkommen und wenig flexiblen Jobs stärkere Betroffenheiten geben kann. Wertschöpfungsstarke Unternehmen, die entsprechend auch höhere Löhne bezahlen, profitieren eher, weil die Reisezeiten für ihre einkommensstarken Mitarbeitenden sinken. Die Verteuerung des Pendlerverkehrs in den Spitzenzeiten ist daher eher ein sozialpolitisches als ein wirtschaftspolitisches Thema (vgl. dazu die Ausführungen zu den Verteilungswirkungen in Kapitel 8.3).

- Der Einfluss eines zeitlich und räumlich differenzierten Mobility Pricings gemäss vorliegendem Bericht auf die Standortwahl von Unternehmen und Wohnortwahl von Privaten wird insgesamt als eher gering eingeschätzt. Positive Wirkungen ergeben sich insbesondere als Folge der verbesserten Erreichbarkeit, insbesondere für den Agglomerationsraum. Tendenziell wird in den Tarifmodellen 1b, 2a und 2b der Spitzenzeitenperimeter gestärkt, d.h. Bewohner dieses Gebiets profitieren im Durchschnitt. Entsprechend wirken diese Tarifszenarien tendenziell einer Zersiedelung entgegen.

8.5. Wirkungen auf die Umwelt

Veränderung der Emissionen in den Szenarien

Um zu analysieren, welche Auswirkungen die verschiedenen Szenarien auf die Umwelt haben, werden umweltseitig die Veränderung der Emissionen von Klimagasen (in CO₂-Äquivalente) und der beiden wichtigsten Luftschadstoffe Stickoxid und Feinstaub (NO_x und PM₁₀) berechnet. Für die Umweltwirkungen relevant ist nur der MIV. Im ÖV bleibt das Angebot per Definition in allen Tarifszenarien gleich. Das heisst, bei gleichbleibender Fahrleistung ist eine Erhöhung der Verkehrsleistung zu erwarten, was in einer höheren Auslastung resultiert. Die Auswirkung dieses Effekts auf die Emissionen wird aus Relevanzgründen und aufgrund fehlender Grundlagen (Emissionsfaktoren in Abhängigkeit der Auslastung) vernachlässigt. Insgesamt sind im ÖV umweltseitig keine relevanten Wirkungen zu erwarten.

Die Emissionsberechnungen beruhen auf den Fahrleistungen der einzelnen Tarifszenarien aus den Modellrechnungen, multipliziert mit Emissionsfaktoren für das Jahr 2030 aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren HBEFA v3.3 (INFRAS 2018). Für die unterschiedlichen Perimeter werden angepasste Emissionsfaktoren für den Strassenverkehr berücksichtigt. Das heisst, für den Spitzenzeitenperimeter werden innerorts Emissionsfaktoren und für den übrigen Teil des Kantons Zug werden ausserorts Emissionsfaktoren berücksichtigt. Die Wirkungen von Stau werden ebenfalls anhand unterschiedlicher Emissionsfaktoren berücksichtigt: Für Fahrleistungen, welche auf Abschnitten mit einer Kapazitätsauslastung von mehr als 80% gefahren werden, wird ein (höherer) Emissionsfaktor für stockenden Verkehr bzw. Stau angewendet.

Tabelle 65 und Tabelle 66 zeigen die Resultate der Emissionsberechnungen. In Tabelle 65 sind die gesamten Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen im Referenzzustand 2030 dargestellt, sowie die Emissionsreduktion in den vier Tarifszenarien im Vergleich zur Referenz. In allen vier Szenarien nehmen die Emissionen sowohl innerhalb des Spitzenzeitenperimeters als auch im gesamten Untersuchungsgebiet ab. Die grösste Reduktion ergibt sich im Szenario 2b.

Tabelle 65: Gesamte Emissionen im Referenzzustand 2030 und Veränderung in den Tarifszenarien [in t/a]

Emissionen [t/a]	CO ₂ -eq		NO _x		PM ₁₀ *	
	SZP**	Kanton ZG	SZP	Kanton ZG	SZP	Kanton ZG
Referenz	131'100	178'700	96.3	130.7	32.7	44.0
Tarifszenario 1a	-6'100	-10'300	-3.9	-6.0	-1.4	-2.2
Tarifszenario 1b	-5'300	-10'300	-3.3	-6.0	-1.2	-2.2
Tarifszenario 2a	-6'600	-10'900	-4.3	-6.3	-1.5	-2.4
Tarifszenario 2b	-10'900	-17'900	-7.2	-11.0	-2.5	-4.0

*inkl. Reifen-, Bremsabrieb und Aufwirbelung

**SZP = Spitzenzeitenperimeter

Tabelle INFRAS. Quellen: Auswertungen aus dem GVM ZG, INFRAS 2018.

Tabelle 66 zeigt die prozentuale Abweichung der Tarifszenarien vom Referenzzustand. Die Reduktion der Treibhausgasemissionen im gesamten Untersuchungsgebiet beträgt je nach Szenario knapp 6% (Szenarien 1a, 1b und 2a) und 10% (Szenario 2b). Bei den Luftschadstoffen (NO_x, PM10) sind die Emissionsreduktionen etwas geringer, bei rund 5% bis 9% Verringerung der Emissionen in den Szenarien.

Klar die grösste Reduktion der Luftschadstoffemissionen ergibt sich im Szenario 2b (-8% bis -9%), bei den anderen drei Szenarien liegt die Wirkung in der Summe des Untersuchungsgebiets (Kanton Zug) etwas tiefer (rund -5%). Die resultierenden Wirkungen auf die Luftschadstoffe einerseits und die Treibhausgase andererseits zeigen keine grossen Unterschiede. Die Reduktion der Emissionen ist einerseits eine Folge der Reduktion der Fahrleistung und andererseits eine Folge der Strecken mit Überlastungen (auf Strecken mit stockendem Verkehr oder Stau sind die Emissionen höher als im flüssigen Verkehr).

Insgesamt sind die Wirkungen auf die Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen spürbar positiv. Obwohl die Ausgestaltung des Mobility-Pricing-Szenarios den Fokus auf eine zeitliche Verlagerung des Verkehrs legt und nicht auf eine Reduktion der Verkehrsmenge, zeigen die positiven Wirkungen auf die Schadstoffemissionen ein relevantes Ausmass – und sind quasi ein positives Nebenprodukt von Mobility Pricing. Die Berechnung der Emissionswirkung basiert auf einem Fahrzeugmix des Jahres 2030, der bereits einen erheblichen Anteil Elektrofahrzeuge beinhaltet. Es ist zu erwähnen, dass mit zunehmender Elektrifizierung der Personenwagen die positive Umweltwirkung langfristig sinkt.

Tabelle 66: Abweichungen vom Referenzzustand in den Tarifszenarien [in %]

Emissionen [t/a]	CO2-eq		NOx		PM10*	
	SZP**	Kanton ZG	SZP	Kanton ZG	SZP	Kanton ZG
Tarifszenario 1a	-4.7%	-5.8%	-4.1%	-4.6%	-4.2%	-5.1%
Tarifszenario 1b	-4.0%	-5.8%	-3.4%	-4.6%	-3.5%	-5.1%
Tarifszenario 2a	-5.0%	-6.1%	-4.4%	-4.8%	-4.5%	-5.4%
Tarifszenario 2b	-8.3%	-10.0%	-7.5%	-8.4%	-7.7%	-9.1%

*inkl. Reifen-, Bremsabrieb und Aufwirbelung

**SZP = Spitzenzeitenperimeter

Die relative Wirkung ist im gesamten Untersuchungsgebiet etwas höher als im Spitzenzeitenperimeter. Dies ist eine Folge davon, dass bei höheren Geschwindigkeiten ausserorts die Differenz der Emissionen zwischen Stau und flüssigem Verkehr höher ist als bei Geschwindigkeiten innerorts.

Tabelle 67 zeigt, welchen Anteil der Emissionen durch Stau oder stockenden Verkehr auf überlasteten Strecken verursacht ist. Im Kanton Zug sind 13.6% der Treibhausgasemissionen im

Referenzzustand durch Stau bzw. stockenden Verkehr verursacht, in den Szenarien mit Mobility Pricing sinkt dieser Anteil dank Staureduktion auf rund 9%-10%.

Von der gesamten Emissionsreduktion infolge Mobility Pricing wird in allen Szenarien rund die Hälfte durch die verringerte Fahrleistung verursacht, die andere Hälfte ist eine Folge der Staureduktion (Verringerung überlasteter Strecken mit Stau bzw. stockendem Verkehr).

Tabelle 67: Anteil der Emissionen aufgrund der Stausituationen bzw. Überlastungen [Anteil an den gesamten Emissionen in %]

Emissionen [t/a]	CO2-eq Kanton ZG	NOx Kanton ZG	PM10* Kanton ZG
Referenz	13.6%	7.6%	10.1%
Tarifszenario 1a	10.3%	5.8%	7.7%
Tarifszenario 1b	10.1%	5.7%	7.5%
Tarifszenario 2a	10.1%	5.7%	7.5%
Tarifszenario 2b	9.0%	5.0%	6.7%

*inkl. Reifen-, Bremsabrieb und Aufwirbelung

Tabelle INFRAS. Quellen: Auswertungen aus dem GVM ZG, INFRAS 2018.

Veränderung der Lärmsituation

Für eine detaillierte Analyse der kleinräumigen Wirkungen auf die Lärmbelastung wären aufwändige Modellierungen notwendig. Deshalb werden im vorliegenden Projekt die Lärmwirkungen nur qualitativ beschrieben. Über den ganzen Tag gesehen ist die Wirkung auf die Lärmbelastung aufgrund der geringen Reduktion der Fahrleistungen im MIV relativ klein (Tarifszenario 1a und 1b: Reduktion der Verkehrsmenge um weniger als 3%). In den Spitzenzeiten (morgens und abends) ist die Wirkung auf die Fahrleistung grösser (rund 10%). Hier könnte ein spürbarer Effekt stattfinden, d.h. die Lärmbelastung nimmt leicht ab. Allerdings ist eine Reduktion der Verkehrsmenge um 10% oder 15% aufgrund der logarithmischen Wirkung der Lärmimmissionen höchstens minimal spürbar. Leicht negative Effekte auf die Lärmbelastung treten dagegen in der frühen Morgenstunde (vor 07:00 Uhr) auf, in die ein Teil des Verkehrsaufkommens verlagert wird (sowie abends in die Zeit nach 19 Uhr). Weil es sich bei der Stunde von 6 bis 7 Uhr um eine lärmsensitive Zeit handelt, ist die Zunahme der Emissionen dort negativ zu bewerten. Allerdings gilt auch hier: Die Zunahme der Fahrleistung ist auf einem Niveau (<20%), das bzgl. Lärmwirkung nur eine marginale Verschlechterung bringt.

Fazit zu den Umweltwirkungen

Die Umweltwirkungen sind in allen Tarifszenarien spürbar positiv, obwohl die grössten verkehrlichen Wirkungen eine reine zeitliche Verlagerung von Fahrten umfassen. Die Reduktion der

Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen ergibt sich einerseits aus der leichten Verringerung der MIV-Nachfrage und ist andererseits eine Folge der Verringerung überlasteter Strecken (mit Stau bzw. stockendem Verkehr). Die stärksten Reduktionen gegenüber dem Referenzzustand ergeben sich für Tarifszenario 2b. Dies ist vor allem eine Folge des stärkeren Rückgangs der MIV-Nachfrage. Das Tarifszenario 2b ist daher aufgrund der Umweltwirkungen deutlich vorteilhafter als die anderen Tarifszenarien.

In den vorliegenden Berechnungen nicht berücksichtigt wurde eine allfällige Veränderung der Flottenzusammensetzung. Falls tatsächlich ein pauschaler km-Preis für alle Fahrzeuge angewendet würde, gäben sich neue Anreize, weil heute aufgrund der Mineralölsteuer grössere Fahrzeuge mit hohem Verbrauch stärker bepreist werden. Somit würde ein Pauschaltarif verbrauchsstarke Fahrzeuge gegenüber heute bevorzugen. Diesem Umstand müsste bei einer Einführung von Mobility Pricing wenn möglich Rechnung getragen werden. Andernfalls wäre eine Veränderung der Flottenzusammensetzung – z.B. eine Verschiebung zu weniger effizienten Fahrzeugmodellen – zu erwarten. Aus diesem Grund wäre es sinnvoll, bei einem Mobility Pricing den km-Tarif nach Verbrauch oder Hubraum zu differenzieren. Es ist allerdings zu betonen, dass diese Differenzierung mit zunehmender Elektrifizierung langfristig an Bedeutung verlieren wird.

8.6. Bewertung der Tarifszenarien der 2. Iteration

Die Tarifszenarien der 2. Iteration werden – wie die der 1. Iteration (vgl. Kapitel 6.4) – anhand folgender drei Kriterien bewertet:

- Zielerreichung: Können Verkehrsspitzen gebrochen werden?
- Grundprinzip «Kompensation» (Einnahmenäquivalenz): Können mit Mobility Pricing die gleichen Einnahmen erzielt werden wie im Referenzfall?
- Grundprinzip «sozialpolitische Ausgestaltung»: Bleibt Mobilität weiterhin für alle Beteiligten bezahlbar?

Für die Gesamtwürdigung aller Tarifszenarien und insbesondere im Hinblick auf die Auswahl des Hauptszenarios aus den untersuchten Tarifszenarien der 1. als auch der 2. Iteration wird ein erweitertes Kriterien-Set vorgeschlagen (vgl. folgendes Kapitel 8.7), da die Wirkungsanalyse der 2. Iteration umfassender ist und auch weitere Aspekte im Hinblick auf die Beurteilung der Umsetzbarkeit der untersuchten Tarifszenarien sinnvoll erscheint.

Tabelle 68: Bewertung der Tarifszenarien 2a und 2b

Kriterien	Tarifszenario 2a	Tarifszenario 2b
Zielerreichung Spitzen bre- chen (verkehrli- che Wirkungen)	- Das Ziel wird erreicht. - Im Tarifszenario 2a können die Verkehrsspitzen im Untersuchungsgebiet um durchschnittlich rund 11% im MIV bzw. 8% im ÖV reduziert werden. - Tarifszenario 2a ist für den ÖV vorteilhafter. - Der Anteil der überlasteten Streckenabschnitte wird sowohl auf der Strasse als auch im ÖV signifikant reduziert.	- Die Verkehrsspitzen können gebrochen werden; das Ziel wird grundsätzlich erfüllt. - Im MIV wird die Reduktion um durchschnittlich 14% als gut eingeschätzt. Im ÖV hingegen ist die verkehrliche Wirkung in den Spitzenstunden mit -4% eher gering (Modal-Split-Effekte). - Die Reduktion im MIV in der Abendspitze ist bei Tarifszenario 2b deutlich höher im Vergleich zu Tarifszenario 2a. Tarifszenario 2b ist für den MIV insgesamt vorteilhafter. - Der Anteil der überlasteten Streckenabschnitte wird sowohl auf der Strasse als auch im ÖV signifikant reduziert.
Kompensation (Einnahmen- neutralität)	- Das Kriterium der Einnahmenneutralität im Untersuchungsgebiet wird insgesamt eingehalten. - Die Mehreinnahmen fallen geringer aus im Vergleich zu Tarifszenario 2b.	- Das Kriterium wird im Untersuchungsgebiet insgesamt knapp eingehalten. - Es resultieren Mehreinnahmen, die höher im Vergleich zu Tarifszenario 2a liegen. - Im ÖV resultiert im Tarifszenario 2b jedoch eine Erhöhung der Einnahmen um 4.3%, weswegen das Kriterium auf den ÖV bezogen aufgrund einer höheren Nachfrage nicht eingehalten wird. Tarifszenario 2a hat daher gewisse Vorteile.
sozialpolitische Ausgestaltung (Verteilungs- wirkungen)	- Das Kriterium wird knapp erfüllt. - Die mögliche zusätzliche Belastung der Haushalte ist jedoch deutlich höher als im Tarifszenario 1b.	- Das Kriterium wird knapp erfüllt. - Die mögliche zusätzliche Belastung der Haushalte ist jedoch deutlich höher als im Tarifszenario 1b und leicht höher als im Tarifszenario 2a.

Tabelle INFRAS.

8.7. Gesamtbewertung aller Tarifszenarien

Eine Übersicht der Bewertungen der Tarifszenarien der 1. und 2. Iteration basierend auf den Kapiteln 6.4 und 8.6 findet sich in Tabelle 69. Bezogen auf die drei Hauptkriterien (Zielerreichung, Einnahmenneutralität, sozialpolitische Ausgestaltung) lässt sich folgendes zusammenfassen:

- **Zielerreichung «Verkehrsspitzen brechen»:** Grundsätzlich erfüllen alle Tarifszenarien das Kriterium. Die Verkehrsspitzen können gebrochen und Überlastungen können signifikant reduziert werden. Die Tarifszenarien 1b, 2a und 2b haben den Vorteil, dass die verkehrlichen Wirkungen in der Abendspitze stärker ausgeprägt sind, d.h. der höheren Abendspitze im MIV wird Rechnung getragen. Zu beachten ist jedoch, dass bei Tarifszenario 2b deutliche Modal-Split-Effekte resultierten, d.h. die verkehrlichen Reduktionen im ÖV sind deutlich geringer als im MIV. Vor diesem Hintergrund sind **Tarifszenarien 1b und 2a** mit ähnlich hohen Reduktionen in den Spitzenstunden (MIV: -11%, ÖV: -7%/-8%) aus verkehrlicher Sicht **am geeignetsten**.
- **Grundprinzip «Kompensation» (Einnahmenäquivalenz):** Grundsätzlich wird das Grundprinzip in allen Tarifszenarien insgesamt erfüllt. Während bei den Tarifszenarien 1a und 1b leichte Mindereinnahmen resultieren, ergaben sich Mehreinnahmen bei den Tarifszenarien der 2. Iteration, insbesondere im Szenario 2b. Tarifszenario 1a (Tarifmodell 1) hat einen gewissen Nachteil: Bei einer Einführung zusätzlicher Gebiete mit einer Spitzenzeitentarifizierung müsste der Grundtarif jeweils für alle Gebiete mit Mobility Pricing angepasst werden. Tarifmodell 1 ist daher weniger aufwärtskompatibel im Vergleich zu Tarifmodell 2 und weist auch andere Nachteile auf (u.a. unerwünschte Effekte wie die Verringerung der km-Tarife in den Gebieten ausserhalb der Spitzenzeitenperimeter, wenn in zusätzlichen Agglomerationen Spitzenzeitentarife eingeführt würden). Deswegen wurde in der 2. Iteration das Tarifmodell 2 zugrunde gelegt. Bei Tarifszenario 2b sind die Mehreinnahmen im ÖV jedoch deutlich höher gegenüber 2a. Im Hinblick auf die Einnahmenneutralität hat **Tarifszenario 1b gewisse Vorteile** gegenüber den anderen Szenarien. **Auch Tarifszenario 2a scheint grundsätzlich geeignet**.
- **Grundprinzip «sozialpolitische Ausgestaltung»:** Das Grundprinzip wird für die Tarifszenarien 1a und 1b erfüllt. Betreffend Tarifszenarien 2a und 2b wird das Kriterium lediglich knapp erfüllt. Im Hinblick auf die sozialpolitische Ausgestaltung sind daher **Tarifszenarien 1a und 1b vorteilhafter**.

Darüber hinaus lässt sich für die weiteren Wirkungen folgendes feststellen:

- **Räumliche Wirkungen:** Die räumlichen Wirkungen unterscheiden sich vor allem aufgrund des Tarifmodells. Das im Tarifszenario 1a angewandte Tarifmodell 1 führt zu einer Mehrbelastung der Bewohner innerhalb des Spitzenzeitenperimeters und einer Entlastung der Bewohner ausserhalb. Das Tarifszenario 1a bevorteilt tendenziell längere Fahrten und fördert insgesamt eine Zersiedelungstendenz. Aus räumlicher Sicht schneidet das Tarifszenario 1a (bzw. das Modell 1) klar schlechter ab. Das Tarifmodell 2, das in den Szenarien 1b, 2a und 2b angewandt wird, wirkt dagegen gerade umgekehrt: Die Bewohner innerhalb des Spitzenzeitenperimeters werden im Durchschnitt entlastet. Die Fahrten von ausserhalb inkl. der Transitfahrten dagegen tragen eine Mehrbelastung. Damit wird der städtische Agglomerationskern gestärkt, gerade auch als Wohnort, und die Zersiedelung tendenziell eingeschränkt. Im Tarifmodell 2b ist diese Stärkung des städtischen Raums am stärksten, dafür dürften dort in den ländlichen Gebieten negative räumliche Wirkungen zu erwarten sein, weil diese eine stärkere Belastung zu tragen haben. Entsprechend sinkt die Attraktivität dieser Gebiete. Insgesamt schneiden deshalb aufgrund der räumlichen Wirkungen die **Tarifszenarien 1b und 2a am besten** ab.
- **Wirtschaft:** Die Auswirkungen (positiv und negativ) auf die Wirtschaft werden in den Tarifszenarien 1b, 2a und 2b als gering eingeschätzt. Die Tarifszenarien unterscheiden sich in ihrer Wirkung nicht grundsätzlich. **Alle Tarifszenarien** sind in dieser Hinsicht **geeignet**.
- **Umwelt:** Das Tarifszenario 2b ist aufgrund der Umweltwirkungen deutlich vorteilhafter als die anderen Tarifszenarien. Die Veränderungen in den Tarifszenarien 1a, 1b und liegen deutlich unter den Umweltwirkungen im Tarifszenario 2b. Die Reduktionen sind im Spitzenzeitenperimeter stärker als im Untersuchungsgebiet ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters. Im Hinblick auf die Umweltwirkungen ist daher **Tarifszenario 2b am geeignetsten**.

Aufgrund dieser zusammenfassenden Bewertung der vier Tarifszenarien stehen die **Tarifszenarien 1b und 2a als Hauptszenario («Best-Variante»)** klar im Vordergrund. Im Hinblick auf die Einnahmenneutralität und die sozialpolitische Ausgestaltung ist **Tarifszenario 1b vorteilhafter**. Auch wenn Tarifszenario 2b aufgrund der gesamten verkehrlichen Wirkungen und den Wirkungen auf die Umwelt deutliche Vorteile gegenüber den anderen Tarifszenarien aufweist, hat dieses Szenario unter den Vorgaben gemäss Konzeptbericht v.a. im Hinblick auf die gesellschaftliche Akzeptanz und politische Umsetzbarkeit deutliche Nachteile.

Tabelle 69: Vergleichende Bewertung aller vier analysierten Tarifszenarien

	Tarifszenario 1a	Tarifszenario 1b	Tarifszenario 2a	Tarifszenario 2b
Grundprinzipien				
Zielerreichung Spitzen brechen (verkehrliche Wirkung)	- Das Kriterium wird grundsätzlich erfüllt. - Der Nachfragerückgang in den Spitzenstunden (MIV: -10%, ÖV: -7%) ist gut bzw. signifikant spürbar. - Der Nachfragerückgang in den Spitzenzeiten im MIV als auch ÖV ist mit Tarifszenario 1b insgesamt vergleichbar. Die Reduktion im MIV in der Abendspitze ist jedoch geringer. - Der Anteil der überlasteten Streckenabschnitte wird sowohl auf der Strasse als auch im ÖV signifikant reduziert.	- Das Ziel wird grundsätzlich erreicht. - Der Nachfragerückgang in den Spitzenstunden (MIV: -11%, ÖV: -7%) ist gut bzw. signifikant spürbar. - Tarifszenario 1b hat in der Abendspitze im MIV eine grössere Wirkung als 1a. - Da im MIV die Abendspitze deutlich stärker ausgeprägt ist als die Morgenspitze, hat Tarifszenario 1b gewisse Vorteile gegenüber Tarifszenario 1a. - Der Anteil der überlasteten Streckenabschnitte wird sowohl auf der Strasse als auch im ÖV signifikant reduziert.	- Das Ziel wird erreicht. - Im Tarifszenario 2a können die Verkehrsspitzen im Untersuchungsgebiet um durchschnittlich rund 11% im MIV bzw. 8% im ÖV reduziert werden. - Für MIV und ÖV sind die Wirkungen in der Abendspitze stärker als in der Morgenspitze. - Tarifszenario 2a ist für den ÖV aus verkehrlicher Sicht vorteilhafter als Tarifszenario 2b. - Der Anteil der überlasteten Streckenabschnitte wird sowohl auf der Strasse als auch im ÖV signifikant reduziert.	- Das Ziel wird grundsätzlich erfüllt. - Im MIV wird die Reduktion um durchschnittlich 14% als gut eingeschätzt. Im ÖV hingegen ist die verkehrliche Wirkung in den Spitzenstunden mit -4% eher gering (Modal-Split-Effekte). - Für MIV und ÖV sind die Wirkungen in der Abendspitze stärker als in der Morgenspitze. - Die Reduktion in der Abendspitze im MIV ist bei Tarifszenario 2b deutlich höher im Vergleich zu 2a. - Tarifszenario 2b ist für den MIV insgesamt vorteilhafter. - Der Anteil der überlasteten Streckenabschnitte wird auf Strasse und im ÖV signifikant reduziert.

	Tarifszenario 1a	Tarifszenario 1b	Tarifszenario 2a	Tarifszenario 2b
Kompensation (Einnahmenwirkung)	- Das Grundprinzip wird erfüllt. - Die Mindereinnahmen liegen jedoch etwas höher im Vergleich zu Tarifszenario 1b. - Bei Tarifmodell 1 müsste bei einer Einführung zusätzlicher Gebiete mit MP der Grundtarif jeweils für alle Gebiete mit MP angepasst werden. Tarifmodell 1 ist daher unflexibler im Vergleich zu Tarifmodell 2.	- Das Kriterium wird erfüllt. - Aufgrund der etwas geringeren Mindereinnahmen ist das Tarifszenario etwas vorteilhafter. - Aufgrund der Kompensation der Spitzenzeitentarife innerhalb des Spitzenzeitenperimeters in den Randzeiten hat Tarifmodell 2 gewisse Vorteile sofern MP auch in anderen Gebieten eingeführt würde. Die Flexibilität ist höher im Vergleich zu Tarifmodell 1.	- Das Grundprinzip der Einnahmenneutralität im Untersuchungsgebiet wird insgesamt eingehalten. - Die Mehreinnahmen fallen geringer aus im Vergleich zu Tarifszenario 2b.	- Das Kriterium wird im Untersuchungsgebiet insgesamt knapp eingehalten. - Es resultieren Mehreinnahmen, die höher im Vergleich zu Tarifszenario 2a liegen. - Im ÖV resultiert im Tarifszenario 2b jedoch eine Erhöhung der Einnahmen um 4.3%, weswegen das Kriterium auf den ÖV bezogen aufgrund einer höheren Nachfrage nicht eingehalten wird. Tarifszenario 2a hat daher gewisse Vorteile.
sozialpolitische Ausgestaltung (Verteilungswirkung)	- Das Kriterium wird erfüllt. - Die mögliche zusätzliche Belastung der Haushalte ist etwas geringer. Tarifszenario 1a erfüllt das Kriterium etwas besser.	- Das Grundprinzip wird erfüllt. - Die mögliche zusätzliche Belastung der Haushalte ist jedoch höher als im Tarifszenario 1a.	- Das Grundprinzip wird knapp erfüllt. - Die mögliche zusätzliche Belastung der Haushalte ist jedoch nochmals deutlich höher als im Tarifszenario 1b.	- Das Grundprinzip wird knapp erfüllt. - Die mögliche zusätzliche Belastung der Haushalte ist jedoch nochmals deutlich höher als im Tarifszenario 1b und leicht höher als im Tarifszenario 2a.

	Tarifszenario 1a	Tarifszenario 1b	Tarifszenario 2a	Tarifszenario 2b
Weitere Wirkungen				
Räumliche Wirkungen	▪ Bewohner des Spitzenzeitenperimeters werden überproportional belastet. ▪ Dagegen profitiert das Umland, sowohl die Gebiete ausserhalb des SZP im Kanton Zug, als auch die Gebiete ausserhalb des Kantons, v.a. für längere Fahrten. ▪ Im Tarifmodell 1a wird die städtische Agglomeration in ihrer räumlichen Entwicklung leicht geschwächt, das ländlich-intermediäre Umland profitiert. Es besteht die Gefahr von negativen Zersiedlungswirkungen.	▪ Bewohner innerhalb des Spitzenzeitenperimeters werden insgesamt entlastet. ▪ Dagegen werden Fahrten mit Start und Ziel ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters insgesamt stärker belastet (v.a. Transithfahrten). ▪ Die städtische Agglomeration Zugs wird gestärkt, auch als Wohnort. ▪ Die Zersiedelung wird tendenziell eingeschränkt.	▪ Die räumlichen Wirkungen sind ähnlich wie im Tarifszenario 1b: ▪ Bewohner des Spitzenzeitenperimeters profitieren; d.h. Stärkung der städtischen Agglomeration. ▪ Längere Fahrten von ausserhalb und Transithfahrten werden stärker belastet. ▪ Zersiedelung wird gehemmt. ▪ Verglichen mit Szenario 1b werden im Szenario 2a die Abendspitzen stärker bepreist, was den Freizeitverkehr überproportional trifft.	▪ Die räumlichen Wirkungen sind ähnlich wie im Tarifszenario 1b (vgl. links): ▪ Bewohner des Spitzenzeitenperimeters profitieren. ▪ Längere Fahrten und Transithfahrten werden klar teurer. ▪ Aufgrund des klar höheren Grundtarifs werden längere Fahrten nochmals teurer. Entsprechend ist die Stärkung des städtischen Raums im Szenario 2b am stärksten, dafür müssen die ländlichen Gebiete eine stärkere Belastung tragen.
Wirtschaft	-	▪ Die Auswirkungen auf die Wirtschaft werden in der vorliegenden Ausgestaltung des Mobility Pricings als gering eingeschätzt.	▪ Die Auswirkungen auf die Wirtschaft werden in der vorliegenden Ausgestaltung des Mobility Pricings als gering eingeschätzt.	▪ Die Auswirkungen auf die Wirtschaft werden in der vorliegenden Ausgestaltung des Mobility Pricings als gering eingeschätzt.
Umwelt	▪ Die Veränderungen sind auf ähnlichem Niveau wie für Tarifszenario 2a und liegen deutlich unter den Umweltwirkungen im Tarifszenario 2b. ▪ Die höchsten Reduktionen sind im Spitzenzeitenperimeter festzustellen.	▪ Die Veränderungen sind auf ähnlichem Niveau wie in den Tarifszenarien 1a und 2a und liegen deutlich unter den Umweltwirkungen im Tarifszenario 2b. Insgesamt hat Szenario 1b im Hinblick auf die Umweltwirkungen minime Vorteile gegenüber den Tarifszenarien 1a und 2a. ▪ Die Reduktionen fallen jedoch ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters höher aus.	▪ Die Veränderungen sind auf ähnlichem Niveau wie für Tarifszenario 1a und liegen deutlich unter den Umweltwirkungen im Tarifszenario 2b. ▪ Die höchsten Reduktionen sind im Spitzenzeitenperimeter festzustellen.	▪ Die stärksten Reduktionen gegenüber dem Referenzzustand ergeben sich für Tarifszenario 2b und insbesondere für den Spitzenzeitenperimeter. ▪ Das Tarifszenario 2b ist daher aufgrund der Umweltwirkungen deutlich vorteilhafter als die anderen Tarifszenarien.

	Tarifszenario 1a	Tarifszenario 1b	Tarifszenario 2a	Tarifszenario 2b
Umsetzung				
Akzeptanz (gesellschaftlich)	■ Vor dem Hintergrund der sozialpolitischen Ausgestaltung scheinen die Tarifszenarien 1a und 1b eher gesellschaftlich akzeptabel. ■ Die negativen räumlichen Verteilwirkungen für die städtische Agglomeration (im Spitzenzeitenperimeter) wirken sich negativ auf die Akzeptanz aus.	■ Vor dem Hintergrund der sozialpolitischen Ausgestaltung scheinen die Tarifszenarien 1a und 1b eher gesellschaftlich akzeptabel, wobei Tarifszenario 1a diesbezüglich besser abschneidet. ■ Aufgrund der räumlichen Verteilwirkungen schneidet dagegen das Tarifszenario 1b deutlich besser ab als 1a, was sich positiv auf die Akzeptanz auswirken wird.	■ Die Mobilität bleibt für die meisten Haushalte bezahlbar. Für MIV-Haushalte der unteren Einkommensklassen können sich jedoch nicht zu unterschätzende finanzielle Konsequenzen ergeben, was die gesellschaftliche Akzeptanz mindert. ■ Die räumlichen Verteilwirkungen sind im Tarifszenario 2a wie im 1b vorteilhaft. Die Anwohner im Spitzenzeitenperimeter profitieren insgesamt klar.	■ Die Mobilität bleibt für die meisten Haushalte bezahlbar. Für MIV-Haushalte der unteren Einkommensklassen können sich jedoch nicht zu unterschätzende finanzielle Konsequenzen ergeben, was die gesellschaftliche Akzeptanz mindert. ■ Aufgrund der Modal-Split-Effekte (Verschiebung vom MIV zum ÖV) und der räumlichen Verteilwirkungen kann die gesellschaftliche Akzeptanz geringer sein.
politische Umsetzbarkeit	■ Da v.a. Einnahmen kompensiert werden, die heute bereits variabel sind (Mineralölsteuer inkl. Zuschlag) und in die Hoheit des Bundes fällt, ist die politische Umsetzbarkeit gegenüber den Tarifszenarien der 2a und 2b einfacher.	■ Da v.a. Einnahmen kompensiert werden, die heute bereits variabel sind (Mineralölsteuer inkl. Zuschlag) und in die Hoheit des Bundes fällt, ist die politische Umsetzbarkeit gegenüber den Tarifszenarien der 2a und 2b einfacher.	■ Aufgrund der zusätzlichen Kompensation der nicht-zweckgebundenen Mineralölsteuer inkl. Zuschlag gegenüber den Tarifszenarien 1a und 1b, ist die politische Umsetzbarkeit etwas erschwert.	■ Mit der Kompensation der kant. Motorfahrzeugsteuer zusätzl. zur nicht-zweckgebundenen Mineralölsteuer im MIV ist die politische Umsetzbarkeit deutlich herausfordernder im Vergleich zu den anderen Tarifszenarien; insbesondere vor dem Hintergrund, dass diese kantonal sehr verschieden ausgestaltet ist. Hoheitl. Fragen zwischen Kantonen und Bund (z.B. Einnahmenverteilung und -verwendung) können kritisch sein. ■ Aufgrund der Modal-Split-Effekte (Verschiebung vom MIV zum ÖV) kann die politische Umsetzbarkeit allenfalls erschwert sein.

Tabelle INFRAS.

9. Kosten-Nutzen-Analyse

Basierend auf der vorangegangenen Wirkungsanalyse wurde das Hauptszenario (Tarifsszenario 1b) mittels einer umfassenden Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) bewertet. Das Vorgehen und die Methodik der Kosten-Nutzen-Analyse sind im Annex C dargestellt, ebenso wie die detaillierten Ergebnisse. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der KNA zusammenfassend dargestellt und das Fazit aus der KNA formuliert.

Übersicht Ergebnisse

Das Hauptszenario Mobility Pricing (Tarifsszenario 1b) erzielt einen Nutzenüberschuss von 54 Mio. CHF pro Jahr und erreicht damit ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1.77 (vgl. Abbildung 89). Die hohen Kosten können durch ebenfalls hohe Reisezeitgewinne sowie durch die Reduktion von Unfall- und Umweltkosten – ausgelöst durch abnehmende Fahr- bzw. Verkehrsleistungen – mehr als kompensiert werden.

Abbildung 89: Ergebnisüberblick KNA

Indikator	Annuitäten in Mio. CHF
	Verschlechterung ← → Verbesserung
Kostenkomponenten	
Direkte Kosten	
Investitionskosten	-3.3
Ersatzinvestitionen	-7.1
Betriebs- und Unterhaltskosten ¹	-59.9
Nutzenkomponenten	
Verkehrsqualität	
Reisezeit	58.1
Betriebskosten Fahrzeuge	3.5
Nutzen durch Mehrverkehr	-0.5
Polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung ²	14.4
Sicherheit	27.2
Umwelt	21.4
Saldo ³	53.7
Nutzen-Kosten-Verhältnis	1.77

¹ Inkl. zusätzlicher Überwachungskosten aufgrund des Mobility Pricing

² Kosten zur langfristigen Aufrechterhaltung des heutigen Niveaus an polizeilicher Verkehrsregelung und Überwachung (exkl. zusätzlicher Überwachungskosten aufgrund des Mobility Pricing)

³ Nutzenüberschuss (blau) bzw. Kostenüberschuss (rot)

Die Abbildung 89 zeigt die in der KNA monetarisierbaren Wirkungen (Kosten und Nutzen). Daneben sind aber auch weitere wichtige Auswirkungen, die nicht in Geldeinheiten ausgedrückt werden können, zu berücksichtigen. Die Beurteilung dieser nicht-monetarisierbaren Effekte werden in Abbildung 90 kurz erläutert.

Abbildung 90: Übersicht über die nicht-monetarisierbaren Auswirkungen

	Mobility Pricing
Zuverlässigkeit MIV	++
Fahrplanstabilität ÖV	+
Komfort ÖV	+
Auswirkungen auf den Langsamverkehr	++
<u>Lärm in Schutz- und Erholungsgebieten</u>	+

++ = starke Verbesserung, + = Verbesserung

Grafik Ecoplan

- **Zuverlässigkeit im MIV:** Die Veränderung der Zuverlässigkeit konnte nicht in die Analyse miteinbezogen werden.⁶⁰ Es ist davon auszugehen, dass die Zuverlässigkeit im Hauptszenario (im Vergleich zum Referenzfall) aufgrund der besseren Verteilung der Verkehrsbelastung über den Tag (Dämpfung der Spitzenbelastung) und aufgrund der generellen Abnahme der Verkehrsbelastungen deutlich steigt.
- **Fahrplanstabilität im ÖV:** Im ÖV nennt man die Zuverlässigkeit auch Fahrplanstabilität. In einem zuverlässigen ÖV-System treten nur wenige Verspätungen auf – die Busse und Züge verkehren pünktlich. Aufgrund der Einführung von Mobility Pricing nimmt die Gesamtbelastung im ÖV zwar leicht zu, in den Spitzenzeiten kann das Fahrgastaufkommen aber markant gesenkt werden. Dadurch benötigt der Fahrgastwechsel (Ein- und Aussteiger) während der zuvor stark belasteten Spitzenzeit weniger Zeit und die Fahrplanstabilität steigt tendenziell. Zudem hat die Abnahme der Fahrzeiten im MIV tendenziell kürzere Fahrzeiten im strassengebundenen ÖV zur Folge, was die Fahrplanstabilität zusätzlich steigert.
- **Komfort im ÖV:** Der Komfort im ÖV steigt, wenn die Fahrzeuge weniger stark ausgelastet sind (z.B. Sitzplatzverfügbarkeit). Der Komfort kann bisher nicht in die KNA miteinbezogen werden, da dazu keine Methodik vorliegt. Durch das Mobility Pricing nimmt die ÖV-Nachfrage zwar insgesamt leicht zu, während der zuvor stark belasteten Spitzenzeit nimmt sie

⁶⁰ Für die Bewertung der Zuverlässigkeit im untergeordneten Netz ist keine Methodik verfügbar. Für die Bewertung der Zuverlässigkeit auf Nationalstrassen steht prinzipiell der NISTRA-Indikator VQ2 bzw. die SN 641 825 zur Verfügung. Diese Methodik ist jedoch nicht in der Lage, das Brechen von Verkehrsspitzen zu bewerten, da sie von fixen Tagesganglinien ausgeht. Damit ist die Verschiebung von Fahrten aus den Spitzenzeiten in die Nebenspitzenzeiten nicht abbildbar.

aber stark ab. Dadurch dürfte den Fahrgästen zu den Spitzenzeiten spürbar mehr Platz resp. Sitzplätze zur Verfügung stehen, wodurch ihr Komfort steigt.

- **Auswirkungen auf den Langsamverkehr:** Fussgänger und Velofahrer schätzen es, wenn sie auf möglichst verkehrsfreien Strassen unterwegs sein können, insbesondere Stausituationen sind auch für den Langsamverkehr nachteilig. Dabei geht es um die benötigten Wartezeiten für Strassenquerungen, das subjektive Sicherheitsgefühl und die Aufenthaltsqualität. Dank dem Mobility Pricing mit zeitlich und örtlich differenzierten Tarifen nimmt das Verkehrsaufkommen im MIV innerorts ab, da ein Grossteil des Spitzenperimeters auf Innerortsbereiche entfällt und das Mobility Pricing demnach dort die grösste Wirkung entfaltet. Entsprechend positiv sind die Auswirkungen auf den Langsamverkehr.
- **Lärm in Schutz- und Erholungsgebieten:** Der Verkehrslärm verändert sich auch in Schutz- und Erholungsgebieten, was in der KNA nicht berücksichtigt wird.⁶¹ Die Lärmeffekte werden in der KNA also unterschätzt – der Lärm nimmt mit Mobility Pricing ab.

Abschliessend sei nochmals betont, dass die beiden Effekte «Zuverlässigkeit im MIV» und «Komfort im ÖV» teilweise von grosser Bedeutung sind. Zusammenfassend kann folgendes **Fazit zu den nicht-monetarisierbaren Auswirkungen** gezogen werden: Im Hauptszenario Mobility Pricing weisen sämtliche nicht-monetarisierbaren Effekte ein positives Vorzeichen auf. Aufgrund der Reduktion des Fahrgastaufkommens zu den Spitzenzeiten steigt sowohl der Komfort als auch die Fahrplanstabilität im ÖV. Zudem sind deutliche positive Effekte auf die Zuverlässigkeit im MIV und auf den Langsamverkehr zu erwarten. Gesamthaft schneidet das Mobility Pricing also klar besser ab als es in der KNA den Eindruck macht.

Gesamteinschätzung Kosten-Nutzen-Analyse

Unter den getroffenen Annahmen sowie der Anwendung des GVM ZG entstehen durch das Mobility Pricing volkswirtschaftliche Nutzen, welche deutlich über den volkswirtschaftlichen Kosten zu liegen kommen (Nutzen-Kosten-Verhältnis 1.77).

Das gute Ergebnis ist einerseits auf die hohen Zeitgewinne zurückzuführen, die dank der Spitzenzeitenbepreisung und der Variabilisierung von Fixkosten im MIV erreicht werden können. Andererseits führen diese beiden Eigenschaften des Mobility Pricings auch zu einem leichten Nachfragerückgang im Strassenverkehr – und damit zu einer Abnahme der Unfälle, der Umweltbelastungen und der Polizeikosten sowie zu einer Zunahme der ÖV-Erlöse.

Das Ergebnis kann aber nicht als alleiniges Ergebnis einer Spitzenzeitenbepreisung angesehen werden, denn ein Grossteil der dargestellten Effekte ist auf die Variabilisierung der Fixkosten durch Einführung einer schweizweiten km-Abgabe zurückzuführen. Dabei ist zu beachten,

⁶¹ In die KNA fliessen nur die Auswirkungen auf Personen an ihrem Wohnort ein.

dass das Modellgebiet des GVM ZG sehr gross ist (vgl. Abbildung 10). So entfallen im Referenzfall nur 8.8% der Fzkm im GVM-Gebiet auf den Kanton Zug und lediglich 6.6% auf den Spitzenzeitenperimeter. Während die Variabilisierung der Fixkosten im ganzen GVM-Gebiet Auswirkungen hat, ist der SZP vergleichsweise klein.

Es ist davon auszugehen, dass das Nutzen-Kosten-Verhältnis höher wäre, wenn neben Zug auch benachbarte Städte wie Zürich oder Luzern eine Spitzenzeitenbepreisung einführen würden. In diesem Fall könnten in diesen Agglomerationen zusätzliche Nutzen in Form von Zeit- resp. Komfortgewinnen erzielt werden, ohne dass die Systemkosten für das Mobility Pricing steigen würden. In der vorliegenden Bewertung werden schon alle Kosten für den Perimeter des GVM Zug berücksichtigt, jedoch werden noch lange nicht alle Möglichkeiten für Nutzengewinne (in Form von differenzierten Tarifen zu Spitzenzeiten in städtischen Agglomerationen) ausgeschöpft.

Andererseits wäre das Nutzen-Kosten-Verhältnis auch höher, wenn man die Bewertung auf ein kleineres Gebiet um Zug herum begrenzen und nicht das gesamte GVM-Gebiet miteinbeziehen würde. Dann würden dem Projekt deutlich geringere Kosten angerechnet, während der grösste Teil des Nutzens bestehen bliebe. Allerdings war es aus methodischen Gründen nicht möglich, die Nutzen nur für ein Teilgebiet (also den Kanton Zug) verlässlich zu quantifizieren.

Für eine tendenzielle Unterschätzung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses spricht auch das Ergebnis aus einer früheren Studie am Beispiel der Agglomeration Bern, in der für die Einführung eines Road Pricings ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 14.4 hergeleitet wurde.⁶²

Die vorgenommenen Berechnungen der Kosten-Nutzen-Analyse basieren auf einer Vielzahl von Annahmen. Deshalb wurde im Rahmen einer **Sensitivitätsanalyse** untersucht, wie sich die Ergebnisse verändern, wenn einzelne dieser Annahmen verändert werden. Bei allen durchgeführten Sensitivitätsrechnungen bleibt der Nutzenüberschuss grösser als 25 Mio. CHF pro Jahr und das Nutzen-Kosten-Verhältnis ist immer grösser als 1.33 (und kann sogar auf gut 2.5 steigen). Insgesamt erweisen sich die **KNA-Ergebnisse bezüglich ihres Vorzeichens als sehr robust** gegenüber Anpassungen der wichtigsten Annahmen. Zwar kann das positive Ergebnis je nach getroffener Annahme in der Höhe durchaus substantiell schwanken. Das Fazit bleibt aber in jedem Fall bestehen: Mobility Pricing ist aus volkswirtschaftlicher Sicht sinnvoll.

⁶² Ecoplan (2015b), Kosten, Nutzen und Verteilungseffekte einer Road-Pricing-Lösung in der Region Bern.

10. Tarifszenario ÖV: Verfeinerung der ÖV-Tarife

10.1. Herleitung eines verfeinerten Tarifszenarios ÖV

In den Tarifszenarien der 1. und 2. Iteration wurde eine einheitliche km-abhängige Abgabe berücksichtigt, die räumlich und im Spitzenzeitenperimeter zeitlich differenziert ist, aber nicht nach Nutzergruppen unterscheidet. Ein Durchschnittstarif, der für alle Tarif-Nutzergruppen gilt, entspricht jedoch nicht der heutigen Realität im ÖV. Das heutige Tarifszenario im ÖV ist sehr komplex. Es wurde daher basierend auf dem Hauptszenario ein verfeinertes Tarifszenario ÖV unter Berücksichtigung von verschiedenen Tarif-Nutzergruppen definiert. Ziel war es, ein «realistischeres» Tarifszenario zu definieren, welches der heutigen Komplexität der Tarife im ÖV eher entspricht. Um die Komplexität dieses Szenarios zu begrenzen, wurde festgelegt, dass drei Tarif-Nutzergruppen mit differenzierten Tarifen zu definieren waren.

In der Verkehrsmodellierung wird die Abbildung der ÖV-Kosten meist sehr einfach mit einem einheitlichen kilometerabhängigen Durchschnittstarif vorgenommen, so auch im GVM ZG. Im Rahmen der Verfeinerung der ÖV-Tarife wurden drei Tarif-Nutzergruppen berücksichtigt: Vollzahler, Halbtax-Nutzer und GA- bzw. Verbundabo-Nutzer. Im Sinne eines «Rechenexperiments» wurden die Rechenverfahren im Verkehrsmodell derart angepasst, so dass unterschiedliche Tarife für «Vollzahler», «Halbtaxler» und «GA-ler» abgebildet, die verkehrlichen Wirkungen abgeschätzt und mit dem Referenzzustand und dem Hauptszenario verglichen werden können.

Dafür wurde ein differenziertes Kostenmodell in Visum implementiert (Tabelle 70), welches aber mit dem Hauptszenario vergleichbar ist. Die Spreizung zwischen Rand- und Spitzenzeitentarif ist für die GA/Verbund-Nutzer höher als im Hauptszenario und für die beiden anderen Nutzergruppen geringer. Eine Abkehr von einer kilometerabhängigen Tarifierung gemäss Hauptszenario hin zu Flat-tax-Tarifen bei GA bzw. Verbundabo-Nutzern hätte die Vergleichbarkeit massiv eingeschränkt. Theoretisch könnte man die ÖV-Kosten für GA/Verbund in den Randzeiten auch auf 0 CHF/km setzen, um eine maximale Spreizung zu erreichen. Dies würde aber ausserhalb des Vertrauensintervalls der bestehenden Stated Preference-Studien liegen, da eine kostenlose ÖV-Benutzung nicht in den Befragungsexperimenten vorkommt.

Tabelle 70: Tarife im verfeinerten Tarifszenario ÖV (CHF/km)

Uhrzeit	SZP: Randzeit		SZP: Spitzenzeit	Spreizung zwischen Rand- und Spitzenzeit (absolut)
	Ausserhalb SZP			
GA/Verbund	0.160	0.100	0.300	0.200
Halbtax	0.210	0.160	0.310	0.150
Vollzahler	0.400	0.370	0.460	0.090
Gew. Durchschnitt	0.207	0.153	0.325	0.172
Tarifszenario 1b	0.200	0.140	0.310	0.170

Der gewichtete Durchschnittskostensatz im verfeinerten Tarifszenario ÖV ist somit unwesentlich höher als beim Hauptszenario. Für den MIV wurden für die Ziel- und Verkehrsmittelwahl im GVM ZG die gleichen variablen Kosten wie im Hauptszenario verwendet.

Um die Aufteilung der Gesamt-ÖV-Nachfrage auf die drei hier betrachteten Nutzergruppen (GA-/Verbundabo-Besitzer, Halbtax-Besitzer und Vollzahler) zu ermitteln, wurde eine Auswertung des MZMV 2015 durchgeführt. Hieraus resultierte, dass Personen, die den ÖV nutzen, zu 65% ein GA oder Verbundabo besitzen. 19.4% der ÖV-Nutzer sind Halbtax-Besitzer und 15.5% Vollzahler. Es sei darauf hingewiesen, dass diese Anteile der Nutzergruppen an den ÖV-Wegen naturgemäss nicht den Abo-Besitzraten in der Gesamtbevölkerung entsprechen, da Besitzer eines Abos den ÖV häufiger nutzen als Vollzahler. Diesem Umstand wird durch die Anwendung der hier ausgewerteten Anteile Rechnung getragen.

10.2. Verkehrliche Wirkungen

10.2.1. Ziel- und Verkehrsmittelwahl

In Tabelle 71 sind die Ergebnisse der Ziel- und Verkehrsmittelwahl für das verfeinerte Tarifszenario ÖV gegenüber dem Referenzzustand und dem Hauptszenario dargestellt. Die Veränderungen für das verfeinerte Tarifszenario ÖV liegen aufgrund der Steuerung der mittleren Kosten (die Kostensätze für die Nutzergruppen wurden so gewählt, dass der Mittelwert praktisch genau jenem aus Hauptszenario entspricht) im gleichen Bereich wie beim Hauptszenario.

Gegenüber dem Referenzzustand ist aufgrund der leicht höheren variablen Kosten (analog zum Hauptszenario) ein leichter Rückgang des MIV-Anteils zu verzeichnen. Da die ÖV-Kosten im Mittel geringfügig höher ausfallen als im Hauptszenario, sind die Modal-Split-Verschiebungen gegenüber diesem gegenteilig, d.h. gegenüber der Referenz weniger ausgeprägt.

Tabelle 71: Ergebnisse Ziel- und Verkehrsmittelwahl, verfeinertes Tarifszenario ÖV

Mo- dus	Referenz		Hauptszenario		Verfeinertes Tarifszenario ÖV			
	# Wege [Mio.]	Anteil [%]	# Wege [Mio.]	Anteil [%]	# Wege [Mio.]	Anteil [%]	Diff. ggü. Ref. [%]	Diff. ggü. 1b [%]
Fuss	2.06	29.0	2.07	29.1	2.07	29.1	+0.50	+0.06
Velo	0.45	6.3	0.45	6.3	0.46	6.3	+0.57	+0.09
MIV	3.20	45.1	3.18	44.8	3.18	44.9	-0.49	+0.15
ÖV	1.39	19.6	1.40	19.7	1.39	19.7	+0.22	-0.46
Total	7.10		7.10		7.10		±0.00	±0.00

10.2.2. Wahl der Abfahrtszeit

Nachfolgende Tabellen zeigen die Verschiebung der Abfahrtszeiten aus den Spitzenstunden in die Vor- bzw. Nachgängerstunden im ÖV für das verfeinerte Tarifszenario ÖV und die einzelnen Tarif-Nutzergruppen: Tabelle 72 für die GA-Nutzer, Tabelle 73 für die Halbtax-Besitzer, Tabelle 74 für die Vollzahler und Tabelle 75 für die Summe aller Nutzergruppen. Die GA-Nutzer reagieren aufgrund der grössten Spreizung zwischen Rand- und Spitzenzeitentarif am stärksten und die Vollzahler aufgrund der kleinsten Spreizung am geringsten auf die zusätzlich differenzierten Tarife. Aufgrund der im Mittel sehr ähnlichen Kostenstruktur sind auch die Verschiebungen der Abfahrtszeiten im verfeinerten Tarifszenario ÖV in der Summe sehr ähnlich wie im Hauptszenario.

Tabelle 72: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Verfeinertes Tarifszenario ÖV, GA- Nutzer)

Uhrzeit	Potenziell verschiebbare Wege	Verschobene Wege	Anteil [%]
06:00 – 07:00	4'446	1'319	29.7%
09:00 – 10:00	3'262	951	29.2%
16:00 – 17:00	5'601	1'829	32.7%
19:00 – 20:00	4'209	1'520	36.1%

Tabelle 73: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario ÖV, Halbtax-Nutzer)

Uhrzeit	Potenziell verschiebbare Wege	Verschobene Wege	Anteil [%]
06:00 – 07:00	1'273	315	24.7%
09:00 – 10:00	931	223	24.0%
16:00 – 17:00	1'598	433	27.1%
19:00 – 20:00	1'200	362	30.2%

Tabelle 74: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Verfeinertes Tarifszenario ÖV, Vollzahler)

Uhrzeit	Potenziell verschiebbare Wege	Verschobene Wege	Anteil [%]
06:00 – 07:00	981	221	22.5%
09:00 – 10:00	715	153	21.4%
16:00 – 17:00	1'227	299	24.4%
19:00 – 20:00	922	251	27.2%

Tabelle 75: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Verfeinertes Tarifszenario ÖV, Summe)

Uhrzeit	Potenziell verschiebbare Wege	Verschobene Wege	Anteil [%]
06:00 – 07:00	6700	1855	27.7%
09:00 – 10:00	4908	1327	27.0%
16:00 – 17:00	8426	2561	30.4%
19:00 – 20:00	6331	2133	33.7%

10.2.3. Fahr- bzw. Verkehrsleistungen

Abbildung 91 zeigt die Verschiebung der Tagesganglinie (gemessen in ÖV-Verkehrsleistungen in Personenkilometern) für das verfeinerte Tarifszenario ÖV für das Untersuchungsgebiet. Aus Abbildung 92 ist die Veränderung der Verkehrsleistungsanteile am Tagesgesamtverkehr ersichtlich. Es zeigt sich ein praktisch identischer Verlauf des verfeinerten Tarifszenarios ÖV und des Hauptszenarios (Tarifszenario 1b).

Abbildung 91: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Ganglinie der ÖV-Verkehrsleistungen (Kanton Zug)

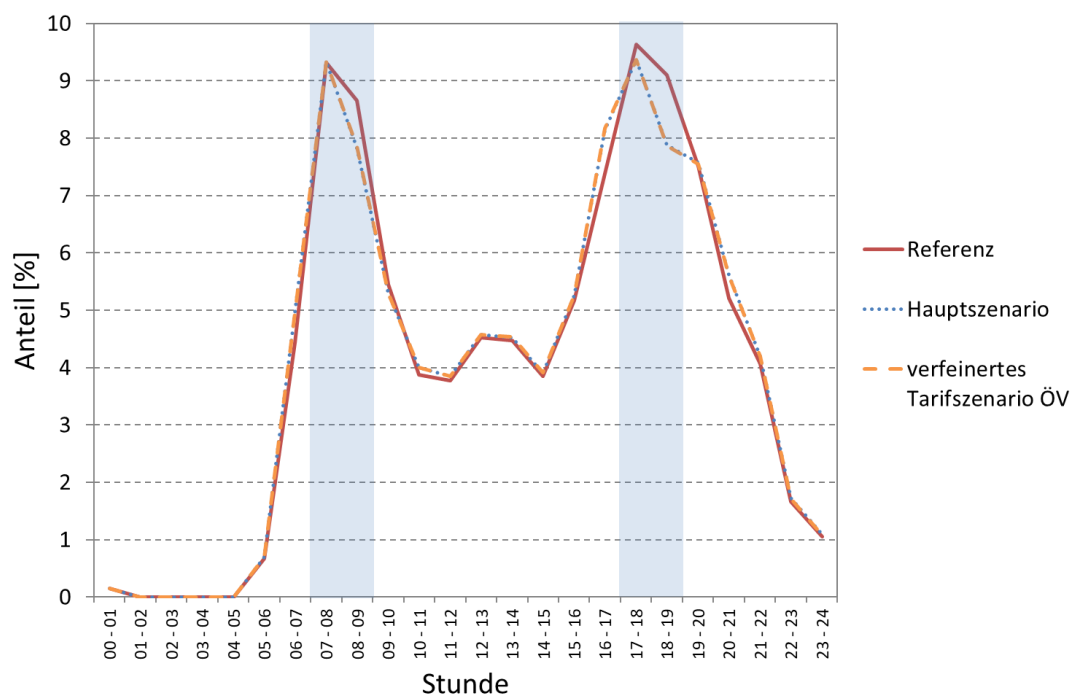


Abbildung 92: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Veränderung der Anteile an ÖV-Verkehrsleistung (Kanton Zug)

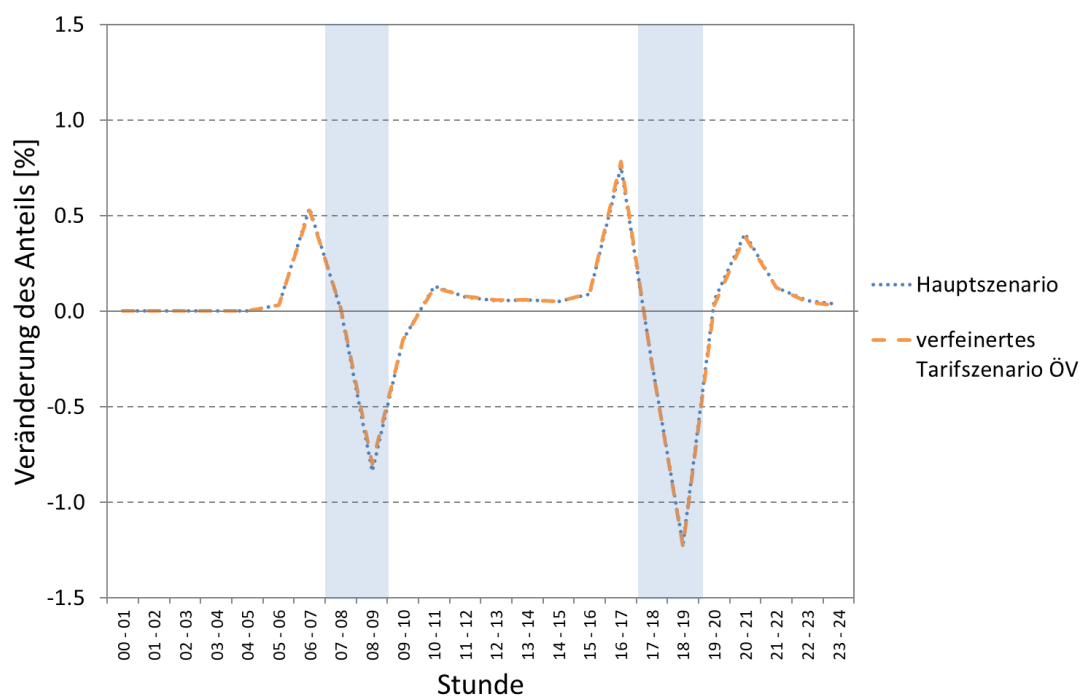


Tabelle 76 zeigt die Veränderungen der ÖV-Verkehrsleistungen im Kanton Zug in den Morgenstunden.

Tabelle 76: Ergebnisse Veränderungen der ÖV-Verkehrsleistungen Hauptszenario und verfeinertes Tarifszenario ÖV vs. Referenz

Uhrzeit	ÖV-Verkehrsleistung [Pkm]			Veränderung [%]	
	Referenz	Hauptszenario	Verfeinertes Tarifszenario ÖV	Hauptszenario	Verfeinertes Tarifszenario ÖV
06:00 – 07:00	71'337	79'442	78'136	+11.4	+9.5
07:00 – 08:00	150'096	149'073	147'161	-0.7	-2.0
08:00 – 09:00	139'480	125'073	123'908	-10.3	-11.2
09:00 – 10:00	87'823	84'740	83'568	-3.5	-4.8

Aus Tabelle 77 sind die auf die beiden Tarifzeiten aggregierten Veränderungen der Verkehrsleistungen im Untersuchungsgebiet (Kanton Zug) im ÖV ersichtlich.

Tabelle 77: Ergebnisse Veränderungen der ÖV-Verkehrsleistungen Hauptszenario und Szenario ÖV vs. Referenz im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet)

Zeitraum	ÖV	
	Hauptszenario	Verfeinertes Tarifszenario ÖV
Morgenspitze	-5.3%	-6.4%
Abendspitze	-8.6%	-9.9%
«Off-Peak» (Rest)	+2.9%	+1.4%
Ganzer Tag (DWV)	-0.8%	-2.1%

Tabelle TransOptima. Quelle: GVM ZG.

In beiden Tarifszenarien können die Verkehrsspitzen sowohl am Morgen als auch am Abend gebrochen werden. Die höchste Reduktion resultiert im Tarifszenario ÖV, da gesamt weniger ÖV-Wege stattfinden.

10.2.4. Streckenbelastungen und -auslastungen

In den nachfolgenden Tabellen sind die Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung für das Tarifszenario ÖV getrennt nach Bahn- und Busstrecken innerhalb des Untersuchungsperimeters aufgeführt. Die Ergebnisse für das Hauptszenario und das verfeinerte Tarifszenario ÖV sind im

ÖV sehr ähnlich, da die dynamische ÖV-Umlegung ein deterministisches Verfahren (ohne Fehlerterme) ist. Auch ist die ÖV-Routenwahl aufgrund der Netzstruktur viel beschränkter als im MIV.

Tabelle 78: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bahn) Tarifszenario ÖV vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr		Abendspitzenstunden 17–19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80–100%	1.2	11%	-3.8	-37%
> 100%	-1.1	-11%	-1.9	-66%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

Tabelle 79: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bus) Tarifszenario ÖV vs. Referenz

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr		Abendspitzenstunden 17–19 Uhr	
	Absolut (km)	Relativ	Absolut (km)	Relativ
80–100%	0.0	0%	+1.6	k.A.
> 100%	0.0	0%	-1.6	-57%

Tabelle TransSol. Quelle: GVM ZG, eigene Berechnungen

Exemplarisch für die Abendspitzenperiode von 17 bis 19 Uhr ist für den ÖV die Auslastung für das Tarifszenarien ÖV in der folgenden Abbildung dargestellt.

Abbildung 93: Auslastung ÖV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, verfeinertes Tarifszenario ÖV



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG

10.2.5. Fazit verkehrliche Wirkungen

Das Fazit zu den verkehrlichen Wirkungen des verfeinerten Tarifszenarios ÖV und der daraus ableitbare Bedarf nach allfälligen zukünftigen Untersuchungen lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Ergebnisse der Berechnungen erscheinen plausibel und sind in Summe praktisch identisch wie im Hauptszenario (Tarifszenario 1b). Aus den bestehenden SP-Studien kann nur ein pauschaler und nicht nach Nutzergruppe differenzierter ÖV-Kostenparameter abgeleitet werden. Daher geht das Modell von der gleichen Kostensensibilität je Nutzergruppe aus, die Ergebnisse sind also mit Vorsicht zu interpretieren. Insbesondere für die GA-Fahrten wären spezifische Kostenparameter wichtig, da aufgrund der Alleinstellungsmerkmale des GA davon auszugehen ist, dass GA-Nutzer anders als Halbtax-Nutzer reagieren.
- Die Veränderungen der ÖV-Verkehrsleistungen sind leicht grösser als beim Hauptszenario, da die Anzahl der ÖV-Wege geringfügig zurückgeht.
- Von besonderem Interesse wären unterschiedliche Verhaltensparameter nach Billett-Typen. Dies könnte mit einer spezifischen SP-Studie inkl. Wahl der Mobilitätswerkzeuge (ÖV-Abonnemente und PWs) gewonnen werden. Bisher wurde in SP-Studien nur ein gemeinsamer Kostenparameter für alle Nutzergruppen geschätzt. Auch wäre der Zusammenhang zwischen Abo-Besitz und Fahrtzweck zu untersuchen und entsprechende Entscheidungsmodelle zu schätzen.
- Bei der ÖV-Nachfrage dominieren die Abo-Besitzer. Für sie wäre bei einer Variabilisierung der Kosten zu unterscheiden zwischen langfristiger Entscheidung (Jahres-/Monatsabo im Grundpreis) und kurzfristiger Entscheidung (Weg mit/ohne Spitzenzeitzuschlag). Untergeordnet gilt dies auch für die Halbtax-Besitzer.
- Klassisch wurde die Abbildung der ÖV-Kosten in Verkehrsmodellen stark vereinfacht als distanzabhängige Kosten mit einem Einheitssatz umgesetzt, so auch im Basismodell des GVM ZG. Hier wäre eine differenzierte Modellierung mit Verbundzonen und verschiedenen Billett-Typen wünschenswert. Das neue NPVM geht in diese Richtung und wird Anhaltspunkte für die Umsetzung auch in künftigen neu zu erstellenden bzw. zu aktualisierenden kantonalen Verkehrsmodellen liefern.

11. Ergebnisübersicht und Fazit

11.1. Wirkung von Mobility Pricing (Hauptszenario)

Das Kapitel 11.1 gibt eine Übersicht der wichtigsten Ergebnisse aus den Kapiteln 6 bis 9. Im anschliessenden Teilkapitel 11.2 werden die zentralen Folgerungen und Erkenntnisse dargestellt.

A. Verkehrliche Wirkungen

Nachfrageänderung in Spitzenzeiten: Mobility Pricing als km-Abgabe kann einen wesentlichen Beitrag zum Brechen von Verkehrsspitzen in verkehrlich stark belasteten Agglomerationen leisten. Im «Hauptszenario» kann in den Spitzenstunden eine Reduktion der Verkehrsmenge um 9% bis 12% im MIV und 5% bis 9% im ÖV erreicht werden, wobei die Wirkungen in der Abendspitze höher sind. Die folgende Tabelle zeigt die Veränderung der Verkehrsmengen im Kanton Zug im untersuchten Hauptszenario (vgl. Kap. 5.4 für die gewählten Tarifhöhen dieses Szenarios). Die Wirkungen innerhalb des Spitzenzeitenperimeters sind fast gleich gross bzw. minimal höher wie im gesamten Untersuchungsgebiet (Kanton Zug).

Die gesamte Fahr- bzw. Verkehrsleistung über den Tag verändert sich in den untersuchten Tarifszenarien nur wenig, was eine Folge der vorgegebenen Grundprinzipien ist (gesamtes Einnahmenniveau möglichst konstant halten sowie den MIV und ÖV möglichst ähnlich behandeln). Im Hauptszenario verringert sich die MIV-Fahrleistung im Untersuchungsgebiet (Kanton Zug) um rund 3%, die ÖV-Nachfrage um etwa 1%. Diese minimale modale Verlagerung vom MIV zum ÖV bzw. zum Langsamverkehr ist eine Folge der leichten Erhöhung der variablen Kosten im MIV (Variabilisierung Nationalstrassenabgabe und Automobilsteuer) sowie von Routen- und Verkehrsmittelwahleffekten (Umstieg auf Langsamverkehr) aufgrund der Spitzenzeitbepreisung.

Tabelle 80: Veränderung der Fahr-/Verkehrsleistung im Untersuchungsgebiet Kanton Zug, Hauptszenario im Vergleich zum Referenzfall

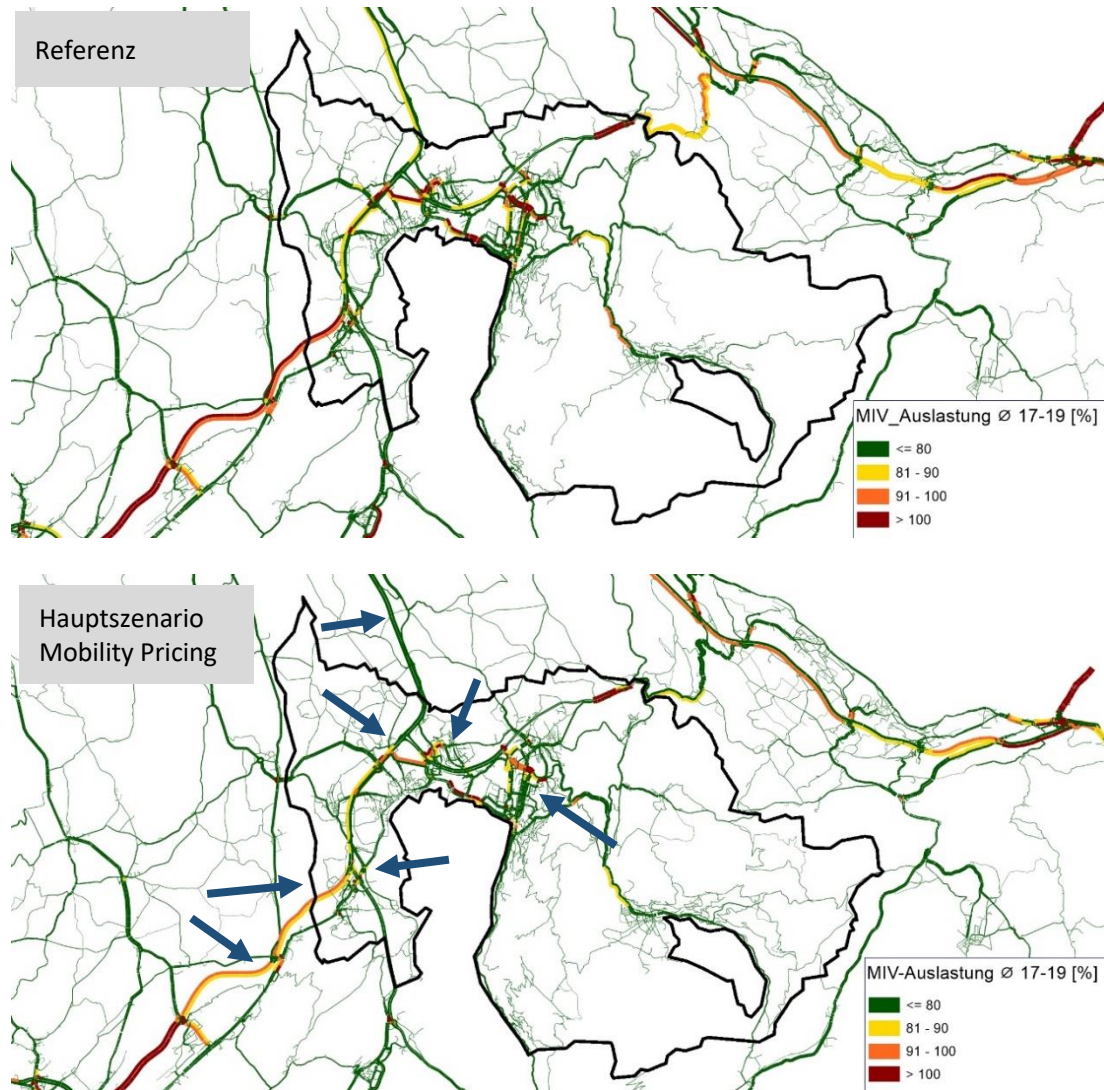
Zeitraum	Veränderung der Nachfrage in %	
	MIV (Fzkm)	ÖV (Pkm)
Morgenspitze (7–9 Uhr)	-9.4%	-5.3%
Abendspitze (17–19 Uhr)	-11.7%	-8.6%
«Off-Peak» (restlicher Tag)	0.9%	2.9%
Ganzer Tag	-2.8%	-0.8%

Tabelle INFRAS. Quelle: GVM Kanton Zug.

Je nach Ausgestaltung der Tarifszenarien sind auch höhere verkehrliche Wirkungen in Bezug auf die zeitliche Verlagerung aus den Spitzenstunden möglich. Werden beispielsweise auch die kantonalen Motorfahrzeugsteuern kompensiert und als Teil der km-Abgabe variabilisiert, kann die Verkehrsreduktion in den Spitzenstunden bis gut 15% (im MIV) betragen, wobei dies mit einem Modal Shift vom MIV auf den ÖV verbunden ist und daher nicht nur mit einer zeitlichen Verlagerung von Fahrten (Tarifszenario 2b, vgl. Kap. 8.1).

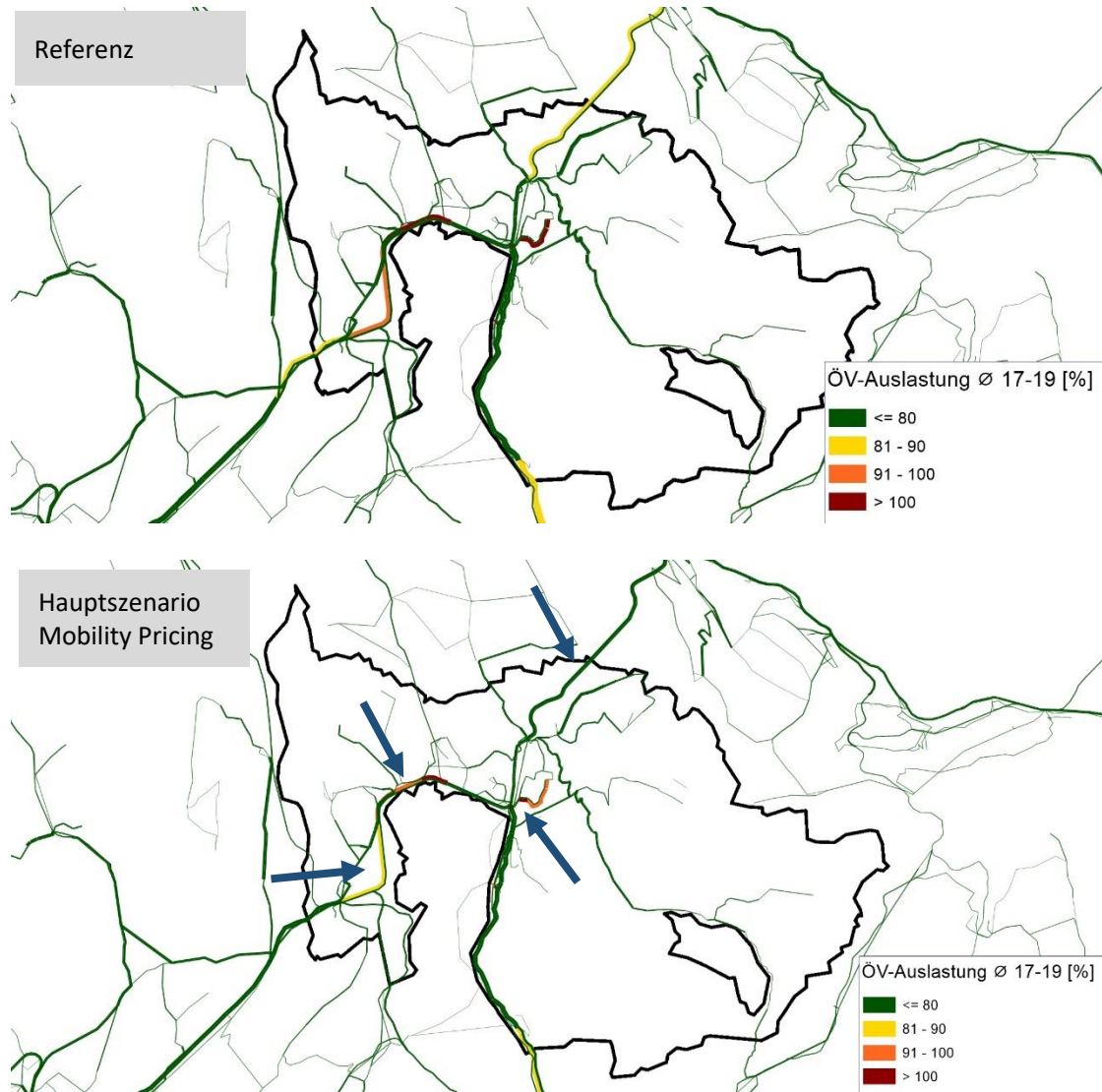
Streckenbelastungen und -auslastungen: Die Verringerung der Verkehrsnachfrage in den Spitzenzeiten führt zu einer deutlichen Verringerung der überlasteten Strecken bzw. einer Staureduktion (vgl. Abbildung 4, Abbildung 5). Im MIV kann die Auslastung insbesondere auf der Nationalstrasse A4 im Knonauer Amt, der A14 ab Rotkreuz bis Ebikon sowie diverser Hauptverkehrsstrassen in Zug, Baar, Cham und Steinhausen reduziert werden (Abbildung 4). Der Anteil der überlasteten Streckenabschnitte wird durch die Tarifszenarien sowohl im MIV als auch im ÖV signifikant reduziert. Im Hauptszenario verringert sich die Länge der überlasteten Streckenabschnitte (>80% der Kapazität) im Strassenverkehr um einen Drittel am Morgen bzw. einen Viertel am Abend (vgl. Tabelle 3). Die stark überlasteten Abschnitte (>100%) werden sogar noch deutlich stärker entlastet, nämlich um 70% am Morgen und um gut 50% am Abend. Im ÖV ist der Rückgang in der Morgenspitze etwas weniger ausgeprägt: Im Hauptszenario reduziert sich die Länge der Streckenabschnitte mit einer Auslastung von über 100% um gut 10%. In der Abendspitze werden dagegen zwei Drittel dieser überlasteten Strecken verringert. Im ÖV nimmt die Überlastung insbesondere auf dem Bahnkorridor Zug–Cham–Rotkreuz und weiter Richtung Luzern, auf der Bahnstrecke Thalwil–Zug sowie auf einzelnen Busstrecken innerhalb der Stadt Zug signifikant ab (vgl. Abbildung 5).

Abbildung 94: Auslastung MIV 2030 in Abendspitze (17–19 Uhr): Referenz vs. Mobility Pricing Hauptszenario



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG.

Abbildung 95: Auslastung ÖV 2030 in Abendspitze (17–19 Uhr): Referenz vs. Mobility Pricing Hauptszenario



Grafik TransSol/TransOptima. Quelle: Auswertungen GVM ZG.

Tabelle 81: Veränderungen der Streckenlänge nach Strassenauslastung im Hauptszenario vgl. mit Referenz (relativ, in %) im MIV

Streckenauslastung	Morgenspitzenstunden 7–9 Uhr	Abendspitzenstunden 17–19 Uhr
80–90%	-19%	-23%
90–100%	-4%	+51%
> 100%	-70%	-53%
> 80%	-31%	-25%

Veränderung Fahrzeiten: Die Verringerung der Überlastung führt zu einer Reduktion der Reisezeiten während den Spitzenzeiten. Der gesamte Reisezeitgewinn durch Mobility Pricing beträgt im gesamten Verkehrsmodellgebiet 1.5 Mio. Stunden pro Jahr. Die konkreten Reisezeitgewinne sind räumlich unterschiedlich verteilt: Für typische Ost-West-Relationen (z.B. Einsiedeln–Sins) beträgt die Reisezeiteinsparung knapp eine Minute. Bei einer Transitfahrt auf einer typischen Nord-Süd-Relation (Bsp. Knonau–Arth) ist der Reisezeitgewinn etwas geringer (weniger als 20 Sekunden), weil nur wenige Kilometer der Fahrt auf einer zu Spitzenzeiten überlasteten Strecke stattfinden (zwischen Cham und Rütihof). Bei Fahrten in die Agglomeration Zug rein (oder raus) sind die Wirkungen dagegen höher: Für Fahrten zwischen Luzern und Zug oder von Birmensdorf ZH nach Zug beträgt der Reisezeitgewinn rund 1–2 Minuten in der Abendspitze und etwas weniger als eine Minute in der Morgenspitze.

B. Einnahmewirkung

Eine km-Abgabe mit unterschiedlichen Tarifen zu Spitzenzeiten und Randzeiten in dafür vorgesehenen Perimetern kann so ausgestaltet werden, dass das gesamte Einnahmenniveau in etwa konstant bleibt. Im untersuchten Hauptszenario nimmt das Einnahmenniveau im Untersuchungsgebiet gegenüber dem Referenzfall im MIV insgesamt um 0.3% und im ÖV um gut 1.5% ab. Das Grundprinzip der Kompensation (Einnahmeneutralität) wird mit einer Reduktion der Einnahmen um 1% für MIV und ÖV zusammen eingehalten. Im MIV resultieren geringe Mehreinnahmen innerhalb des Spitzenzeitenperimeters von knapp 1%, die aufgrund der Mindereinnahmen von knapp 4% ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters kompensiert werden. Im ÖV resultieren sowohl innerhalb als auch ausserhalb Mindereinnahmen (-1.7% bzw. -1.0%).

C. Verteilungswirkungen

Soziale Verteilungswirkungen (Einkommensklassen): Insgesamt beträgt die mögliche zusätzliche finanzielle Belastung der Haushalte im Hauptszenario maximal knapp 1% Prozent des Bruttohaushaltseinkommens. Während dies für die oberen Einkommensklassen, welche gemessen am Bruttohaushaltseinkommen weniger stark belastet werden, kein Problem darstellen sollte, kann die Umstellung auf eine km-Abgabe für zeitlich inflexible MIV-Haushalte der unteren Einkommensklassen nicht zu unterschätzende finanzielle Konsequenzen haben, falls diese Haushalte zur Spitzenzeit unterwegs sind resp. sein müssen. Trotzdem ist aber davon auszugehen, dass die Mobilität für fast alle Beteiligten weiterhin bezahlbar bleibt (und damit das Grundprinzip der sozialpolitischen Verteilungswirkung eingehalten werden kann).

Haushalte der unteren Einkommensklassen weisen aufgrund des tieferen Bildungsniveaus und aufgrund ihrer beruflichen Stellung tendenziell eine tiefere Arbeitszeitflexibilität auf als vermögendere Haushalte, wobei die Unterschiede bezüglich der Arbeitszeitflexibilität relativ gering

sind. Trotzdem muss davon ausgegangen werden, dass die Haushalte der unteren Einkommensklassen vergleichsweise öfter einer Spitzenlasttarifizierung ausgesetzt wären als die restlichen Haushalte.

Räumliche Verteilungswirkungen: Im Hauptszenario sind die räumlichen Verteilungswirkungen moderat. Fahrten innerhalb des Spitzenzeitenperimeters sowie Fahrten zwischen Spitzenzeitenperimeter und restlichem Kanton Zug werden im Durchschnitt über den ganzen Tag etwas günstiger. Dagegen werden Fahrten durch den Spitzenzeitenperimeter mit Start und Ziel ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters insgesamt stärker belastet (v.a. Transitfahrten), weil sie überproportional oft zu Spitzenzeiten erfolgen (Pendler). Folglich werden die Bewohner innerhalb des Spitzenzeitenperimeters insgesamt tendenziell leicht entlastet (im Mittel über den ganzen Tag werden Fahrten mit Start oder Ziel im Spitzenzeitenperimeter rund 3% günstiger).

D. Wirkungen auf Wirtschaft, räumliche Entwicklung und Umwelt

Insgesamt dürften die Auswirkungen eines Mobility Pricing in der vorliegenden Ausgestaltung auf die Wirtschaft im Kanton Zug und die räumliche Entwicklung eher gering bzw. tendenziell leicht positiv sein.

- Der gewerbliche Verkehr profitiert von Reisezeitgewinnen und erhöhter Zuverlässigkeit.
- Der Freizeit- und Einkaufsverkehr ist zeitflexibler als der Pendlerverkehr und findet häufiger ausserhalb der Spitzenzeiten statt. Gleiches gilt für den Anlieferverkehr von Unternehmen, der mehrheitlich ausserhalb der Spitzenzeiten stattfindet. Entsprechend wird dieser Verkehr finanziell insgesamt entlastet und entsprechend profitieren Unternehmen mit Sitz innerhalb des Spitzenzeitenperimeters tendenziell.
- Die relevantesten Auswirkungen auf die Wirtschaft ergeben sich über die Verteuerung des Pendelns in den Spitzenzeiten, was die Attraktivität der Unternehmen als Arbeitgeber tendenziell verringert. Der Einfluss auf die Standortwahl von Unternehmen wird aber insgesamt als eher gering eingeschätzt.
- In Bezug auf die räumlichen Wirkungen wird im Hauptszenario der Spitzenzeitenperimeter – also die städtische Agglomeration Zugs – als Standort gestärkt, insbesondere als Wohnort (vgl. räumliche Verteilungswirkungen) aber auch für touristische Besucher, die oft ausserhalb der Spitzen unterwegs sind. Entsprechend wirkt das Hauptszenario tendenziell einer Zersiedelung entgegen.
- Die Umweltwirkungen im untersuchten Hauptszenario sind eher moderat, aber doch nicht unerheblich. Die Treibhausgasemissionen werden im Untersuchungsgebiet Kanton Zug insgesamt um rund 6% reduziert, die Luftschadstoffemissionen von Stickoxiden und Feinstaub sinken um 4% bzw. 5% im Vergleich zur Referenzentwicklung. Von der gesamten Emissions-

reduktion wird rund die Hälfte durch die verringerte MIV-Fahrleistung verursacht, die andere Hälfte ist eine Folge der Staureduktion (Verringerung überlasteter Strecken mit Stau bzw. stockendem Verkehr).

E. Bewertung mittels Kosten-Nutzen-Analyse

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht über die Resultate der Bewertung des Hauptszenarios mittels einer Kosten-Nutzen-Analyse. Mit dem Hauptszenario von Mobility Pricing steht eine gute Variante zur Auswahl: Sie erzielt einen Nutzenüberschuss von 54 Mio. CHF pro Jahr und erreicht damit ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1.77. Die hohen Kosten (notwendiger Aufbau und Betrieb der technischen Systeme für die Umsetzung) können durch hohe Reisezeitgewinne sowie durch die Reduktion von Unfall- und Umweltkosten – ausgelöst durch abnehmende Fahr- bzw. Verkehrsleistungen – mehr als kompensiert werden.

Abbildung 96: Ergebnisüberblick KNA

Indikator	Annuitäten in Mio. CHF	
	Verschlechterung ← → Verbesserung	
Kostenkomponenten		
Direkte Kosten		
Investitionskosten		-3.3
Ersatzinvestitionen		-7.1
Betriebs- und Unterhaltskosten ¹		-59.9
Nutzenkomponenten		
Verkehrsqualität		
Reisezeit		58.1
Betriebskosten Fahrzeuge		3.5
Nutzen durch Mehrverkehr		-0.5
Polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung ²		14.4
Sicherheit		27.2
Umwelt		21.4
Saldo ³		53.7
Nutzen-Kosten-Verhältnis		1.77

¹ Inkl. zusätzlicher Überwachungskosten aufgrund des Mobility Pricing

² Kosten zur langfristigen Aufrechterhaltung des heutigen Niveaus an polizeilicher Verkehrsregelung und Überwachung (exkl. zusätzlicher Überwachungskosten aufgrund des Mobility Pricing)

³ Nutzenüberschuss (blau) bzw. Kostenüberschuss (rot)

Grafik Ecoplan.

Neben den in der KNA quantifizierten Effekten hat Mobility Pricing weitere wichtige Auswirkungen, die vorerst mit den vorhandenen Instrumenten und Methoden nicht in Geldeinheiten ausgedrückt werden können. Die untenstehende Abbildung gibt eine Übersicht über die wichtigsten **nicht-monetarisierten Auswirkungen** und deren erwartete Ausprägung.

Abbildung 97: Übersicht über die nicht-monetarisierbaren Auswirkungen

	Mobility Pricing
Zuverlässigkeit MIV	++
Fahrplanstabilität ÖV	+
Komfort ÖV	+
Auswirkungen auf den Langsamverkehr	++
<u>Lärm in Schutz- und Erholungsgebieten</u>	<u>+</u>

++ = starke Verbesserung, + = Verbesserung

Tabelle Ecoplan.

11.2. Folgerungen

Verkehrsspitzen lassen sich spürbar brechen

- Die analysierte Ausgestaltung von Mobility Pricing mit einer km-Abgabe und einer Spitzenzeitentarifizierung erlaubt eine signifikante Reduktion der Verkehrsnachfrage in den Spitzenzeiten von von 9% bis 12% im MIV und 5% bis 9% im ÖV. Daraus resultiert eine deutlich spürbare Verringerung der überlasteten Strecken im MIV und ÖV. Die Verkehrsspitzen können gebrochen werden.
- Das Brechen der Verkehrsspitzen gelingt im MIV besser als im ÖV. Dies liegt insbesondere daran, dass im MIV der Anteil jener Fahrzwecke höher ist, die eine höhere Flexibilität aufweisen ihre Fahrt zeitlich zu verschieben (v.a. Freizeit- und Einkaufsverkehr), während im ÖV der Anteil wenig flexibler Verkehre (v.a. Ausbildungsverkehr) höher ist.
- Am Abend gelingt das «Brechen der Spitzen» besser, das heisst die Verkehrsreduktion ist höher als am Morgen. Auch hier liegt der Hauptgrund im höheren Anteil flexibler Wege (v.a. Freizeit, Einkauf) am Abend als am Morgen, wo der Arbeits- und Ausbildungsverkehr dominiert.
- Die Verkehrsreduktion in den Spitzenzeiten führt zu spürbaren Reisezeitgewinnen auf der Strasse. Diese sind ebenfalls am Abend deutlich höher als am Morgen. Als Folge der Verkehrsreduktion zu Spitzenzeiten resultiert zudem eine markante Erhöhung der Zuverlässigkeit dank geringerem Staurisiko. Im ÖV führt die Nachfragereduktion in den Spitzenzeiten zu einer Reduktion der Auslastung bzw. Überlastung der Züge und Busse und damit zu einer Verbesserung des Komforts. Eine Verringerung der Überlast im ÖV führt zudem tendenziell zu einer höheren Fahrplanstabilität.
- Das für die vorliegende Untersuchung gewählte Design für Mobility Pricing umfasst nur die Agglomeration Zug mit einer Spitzenzeitentarifizierung. Würde eine zeitliche Differenzierung der km-Abgabe auch auf weitere, benachbarte Agglomerationen ausgeweitet – also die Region Luzern sowie die Agglomeration Zürich – könnten die verkehrlichen Wirkungen spürbar erhöht werden. Beispielsweise würden bei Pendlerfahrten zwischen diesen beiden Agglomerationen und Zug die Kostenunterschiede zwischen einer Fahrt zu Rand- bzw. zu Spitzenzeiten nochmals deutlich vergrößert, wenn der Spitzenzeitentarif in beiden Agglomerationen und somit auf einem viel längeren Teil der Fahrt gilt. Entsprechend erhöht sich auch der Anreiz, die Abfahrtszeit anzupassen.
- Mittel- und langfristig dürfte die verkehrliche Wirkung noch höher sein, weil es Anpassungen bei der Wahl von Wohn- oder Arbeitsort oder weiteren Verhaltensanpassungen wie z.B. vermehrtem Carpooling (höhere PW-Auslastung) und vermehrtem Homeoffice geben wird. Diese Effekte sind in der vorliegenden Verkehrsmodellierung nicht abgedeckt.

Soziale Wirkungen insgesamt etwa neutral

- Die sozialen Verteilungswirkungen sind insgesamt moderat. Höhere Einkommensklassen werden absolut gesehen stärker getroffen, weil sie eine deutlich höhere Mobilitätsnachfrage haben. Die finanzielle Belastung hängt jedoch stark von der zeitlichen Flexibilität der Haushalte ab (vgl. Abbildung 45 und Abbildung 47 im Kap. 6.3.1.2). Generell sind Personen mit eingeschränkter zeitlicher Flexibilität im Arbeitsverkehr, welche häufig zu den Spitzenzeiten fahren müssen, stärker von einer Spitzenpreistarifizierung betroffen als flexiblere Personen.
- Die gesamte Verteilungswirkung nach Einkommensklassen ist jedoch nicht eindeutig: Haushalte mit tieferen Einkommen weisen im Durchschnitt eine etwas geringere Grundflexibilität im Arbeitsverkehr auf, weil sie öfters in Jobs mit eingeschränkter zeitlicher Flexibilität tätig sind (Verkauf, Gesundheitswesen, Industrie). Bei anderen Verkehrszwecken wie Freizeit oder Einkauf dürften diese Haushalte aber eher ausweichen. Haushalte mit höheren Einkommen dagegen können sich höhere Spitzenzeitentarife eher leisten, weichen deshalb weniger aus und werden deshalb eher mehr bezahlen. Klar ist aber: Haushalte mit besonders tiefen Einkommen und mit geringer zeitlicher Flexibilität werden gemessen an ihrem Einkommen stärker belastet.
- Die Analyse von 11 Beispielen von Mobilitätsnutzenden (Personas, vgl. Kap. 8.3.3) hat zudem gezeigt, dass die Variabilisierung der heute fixen Verkehrsabgaben zu unterschiedlichen Wirkungen führt: Von der Variabilisierung der Autobahnvignette profitieren alle gleich, vom Wegfall der Automobilsteuer profitieren Personen mit teuren PW stärker – diese Fahrzeughalter sind vermehrt in den oberen Einkommensklassen zu finden.⁶³ Andererseits weisen Personen mit hohem Einkommen auch eine signifikant höhere MIV-Fahrleistung auf und tragen deshalb wiederum höhere Gesamtkosten im Falle eines km-abhängigen Mobility Pricing.
- Die Erkenntnisse der vorliegenden Analyse unterstützen damit die Ergebnisse aus früheren Studien: Die Verteilwirkungen von Mobility Pricing fallen nicht per se zu Ungunsten der tiefen Einkommensklassen aus (vgl. auch ASTRA 2007c). Entscheidend für die Verteilungswirkungen ist aber auch die Art der Einnahmenverwendung. Im vorliegenden Mobility-Pricing-Szenario wird davon ausgegangen, dass mit allen Einnahmen bisherige Verkehrsabgaben ersetzt werden und die Einnahmen gemäss der bisherigen Verwendung eingesetzt werden, hauptsächlich für die Verkehrsfinanzierung.

⁶³ Dies ist auch eine Folge des in der vorliegenden Untersuchung verwendeten einfachen Modells mit einheitlichen km-Tarifen für alle PW, unabhängig ihrer Grösse oder anderer Merkmale.

Räumliche Wirkungen tendenziell positiv und die Zentren stärkend; wirtschaftliche Wirkungen gering

- Die räumlichen Verteilungswirkungen des untersuchten Tarifszenarios sind moderat. Eine km-Abgabe mit Spitzenzeitentarifizierung führt im Gegensatz zu einem Cordon Pricing oder Zonen Pricing zu keinen negativen räumlichen Wirkungen. Das gewählte Tarifmodell mit Tarifspreizung nur innerhalb des Spitzenzeitenperimeters (vgl. Kap. 5.1) weist aus räumlicher Sicht deutliche Vorteile auf, weil die Spitzenzeitenzuschläge direkt wieder im gleichen Perimeter (Spitzenzeitenperimeter) kompensiert werden. Eine km-Abgabe mit Spitzen- und Randzeitentarifizierung in einem definierten Spitzenzeitenperimeter und konstantem Tarif ausserhalb führt insgesamt sogar zu einer leichten Entlastung innerhalb des Agglomerationsperimeters, weil Pendler von aussen einen wesentlichen Teil der Mehrbelastung zu Spitzenzeiten mittragen, aber kaum von den Entlastungen zu Randzeiten profitieren. Folglich ergibt sich für die Bewohner innerhalb des Spitzenzeitenperimeters im Durchschnitt in diesem Modell keine Mehrbelastung. Aus räumlicher Sicht positiv zu würdigen ist die verbesserte Erreichbarkeit, insbesondere im Agglomerationsraum. Als Folge der beiden erwähnten positiven Wirkungen für den städtischen Agglomerationsraum wirkt dieses Modell der Zersiedlung tendenziell leicht entgegen. Die räumlichen Effekte dürften aber beim Hauptszenario insgesamt als gering eingestuft werden.
- Ähnlich ist die Situation für das Gewerbe innerhalb des Spitzenzeitenperimeters. Vor allem Unternehmen im Bereich Freizeit und Einkauf profitieren tendenziell, wenn ihr Standort innerhalb des Spitzenzeitenperimeters liegt. Ihre Kunden sind oft auch ausserhalb der Spitzenzeiten unterwegs und profitieren somit im Durchschnitt mehr von den Preissenkungen in den Randzeiten, als dass sie von den Preiserhöhungen in den Hauptverkehrszeiten betroffen sind. Gleiches gilt für das Gewerbe oder Handwerker, die einen grossen Teil ihrer Fahrten über den Tag verteilt ausserhalb der Spitzenzeiten (d.h. zwischen 9 und 16 Uhr) durchführen. Hinzu kommt, dass sie während der Spitzenzeiten vom besseren Verkehrsfluss und Zeitgewinnen profitieren, was bei ihnen direkt zu Kosteneinsparungen führt. Andere Unternehmen innerhalb des Spitzenzeitenperimeters, vor allem solche mit Angestellten mit geringerer zeitlicher Flexibilität, dürften dagegen leicht negativ betroffen sein, weil ihre Mitarbeitenden die Spitzenzeitentarifizierung trifft und die Unternehmen als Arbeitgeber an Attraktivität verlieren können. Unternehmensinterne Massnahmen zur Förderung von zeitlich und räumlich flexiblem Arbeiten können diese Wirkungen jedoch mindern.

Positive Umweltwirkungen

- Die untersuchten Mobility-Pricing-Szenarien zielen nicht primär auf eine positive Umweltwirkung ab. Dennoch ergeben sich im Hauptszenario spürbar positive Wirkungen in Bezug

auf die Emission von Luftschadstoffen und Treibhausgasen (Emissionsreduktionen im Untersuchungsgebiet Kanton Zug von ca. -5% bis -6%). Ein erheblicher Teil dieser Emissionsreduktion ist auf die Verringerung von Stau bzw. überlasteten Strecken zurückzuführen.

Mobility Pricing volkswirtschaftlich effizient: Nutzen überwiegen Kosten

- Das Nutzen-Kosten-Verhältnis des analysierten Mobility Pricing Hauptszenarios ist positiv, das heisst die Nutzen übersteigen die Kosten deutlich. Zwar ist das Mobility Pricing mit erheblichen Kosten verbunden, vor allem die laufenden Kosten für den Betrieb (Erhebung, Kontrolle etc.) sind erheblich. Die Nutzen sind jedoch um einiges höher, wobei die positiven Wirkungen auf die Reisezeit herausragen. Einzelne, im Rahmen des Mobility Pricings tendenziell positiv zu wertende, Nutzenaspekte können heute in der Kosten-Nutzen-Analyse aus modelltechnischen Gründen nicht monetarisiert werden: die verbesserte Zuverlässigkeit im MIV, der Komfortgewinn und die verbesserte Fahrplanstabilität im ÖV sowie die Auswirkungen auf den Langsamverkehr. Ein noch besseres Nutzen-Kosten-Verhältnis dürfte erzielt werden können, wenn im vorliegenden Fall auch benachbarte Städte wie Zürich oder Luzern eine Spitzenzeitenbepreisung einführen. In diesem Fall könnten in der KNA gleichbleibenden Kosten zusätzliche Nutzen gegenübergestellt werden. Aus diesen Gründen ist das Ergebnis der KNA konservativ, d.h. das Nutzen-Kosten-Verhältnis wird tatsächlich noch besser sein.

Ausgestaltung Mobility Pricing: km-Abgabe mit Spreizung im urbanen Raum hat Potenzial

- Die grundsätzliche Ausgestaltungsform des Mobility Pricings mit einer schweizweiten km-Abgabe und einer Spitzenzeitenbepreisung in verkehrlich stark belasteten Gebieten erweist sich als gut geeignetes Mobility-Pricing-Modell. Das Modell erlaubt eine räumlich und zeitlich differenzierte und relativ präzise Beeinflussung der Verkehrsspitzen.
- Die Wahl eines relativ ausgedehnten Spitzenzeitenperimeters, der den gesamten Agglomerationskern und die wichtigsten verkehrlichen Hauptachsen umfasst, hat sich für das Beispiel Zug bewährt. Auf diese Weise umfasst der Spitzenzeitentarif alle wichtigen in den Spitzenzeiten überlasteten Infrastrukturen. Die Wirkung der Spitzenzeitentarifizierung geht über den Spitzenzeitenperimeter hinaus und entlastet auch dort überlastete Strecken.
- Im untersuchten Hauptszenario wurde im Spitzenzeitenperimeter zu den Randzeiten der Mobility-Pricing-Tarif im MIV auf 0.00 CHF pro Fzkm gesenkt, während der Tarif in den Spitzenzeiten 0.21 CHF/Fzkm beträgt. Ob in der Realität ein «Nulltarif»⁶⁴ angewendet werden soll, gilt es abzuwägen: Die Mobilität in den Randzeiten würde stark verbilligt und könnte somit eventuell mittel- und langfristig eine zusätzliche Nachfrage nach Mobilität generieren.

⁶⁴ Auch bei einem Mobility-Pricing-Tarif von 0.00 CHF/Fzkm gibt es weiterhin relevante variable Kosten im MIV (Treibstoff, Reparaturen, Reifen etc.), nämlich gemäss GVM Zug im Durchschnitt 0.17 CHF/Fzkm.

Andererseits kann mit einem Nulltarif in Randzeiten eine maximale zeitliche Lenkung erreicht werden.

- Das Tarifmodell mit einem konstanten Durchschnittstarif überall ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters (Tarifmodell 2, vgl. Kap. 5.1) weist gegenüber dem Modell 1, bei dem der tiefere Tarif auch ganztags in allen Gebieten ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters gilt, deutliche Vorteile auf. Beispielsweise beeinflusst die Einführung zusätzlicher Gebiete bzw. Agglomerationen mit einer Spitzenzeitentarifizierung die Tarifhöhe im Modell 2 nicht. Insofern ist das Modell 2 deutlich flexibler.
- Die Vorgaben gemäss den Grundprinzipien für die zu untersuchenden Tarifszenarien waren relativ eng. Mit veränderten Vorgaben und darauf aufbauend einer Anpassung der hier untersuchten Mobility-Pricing-Modelle könnten die Wirkungen weiter erhöht oder differenziert werden. Die Erhöhung des Einnahmenniveaus und somit des gesamten Kostendeckungsgrades sowie mehr Flexibilität zwischen den Verkehrsmodi würde eine noch stärkere Lenkung erlauben. Dabei wäre anzustreben, dass die Mehreinnahmen in irgendeiner Form (auch ausserhalb des Verkehrsabgabensystems) ebenfalls kompensiert würden.
- Die Einnahmenneutralität kann gemäss Modellrechnung grundsätzlich erreicht werden. Wenn sich mittelfristig die verkehrlichen Wirkungen jedoch verstärken (oder abschwächen), weil beispielsweise auch andere Standort- oder Zielwahlentscheide gefällt werden und somit mehr (oder weniger) Verkehrsteilnehmende aus der Spitzenzeit ausweichen, führt dies zu Mindereinnahmen (oder Mehreinnahmen). In diesem Fall müsste das Tarifniveau angepasst werden, um das Einnahmenniveau in etwa konstant halten zu können.

11.3. Grenzen des Vorgehens und der Methodik

Die durchgeführte Studie konnte einigen Erkenntnisgewinn liefern. Die grundsätzliche Methodik der vorliegenden Studie – die Anwendung eines Verkehrsmodells mit anschliessender umfassender Wirkungsanalyse und Kosten-Nutzen-Analyse – hat sich grundsätzlich bewährt. Allerdings zeigten sich an verschiedenen Stellen auch die Grenzen des gewählten Vorgehens. In diversen Bereichen wurde in der Studie Pionierarbeit geleistet, weil eine solche Vorgehensweise bisher noch kaum je durchgeführt wurde. Dies trifft insbesondere für die Verkehrsmodellierung zu, in der mit der stundenfeinen Analyse für die Spitzenzeitentarifizierung eine in der Schweiz erstmalige Analyse durchgeführt wurde.

Die folgende Tabelle zeigt verschiedene wichtige Themen und Aspekte auf, die beim gewählten Vorgehen nicht abgedeckt sind oder bei denen eine Vereinfachung vorgenommen werden musste.

Tabelle 82: Grenzen des Vorgehens/der Methodik

Thema, Aspekt («Grenzen»)	Welche Resultate sind betroffen?	Auswirkung auf Ergebnisse		Weitere Schritte, Handlungs-/ Forschungsbedarf
		Wirkungsrichtung	Potenzielles Ausmass	
Das Mobility Pricing wird im analysierten Beispiel (gemäss Vorgaben) auf nur einen Spitzenzeitenperimeter beschränkt. Im vorliegenden Modell wird nur die Agglomeration Zug in Spitzenzeiten höher bepreist, nicht aber die benachbarten Agglomerationen (Zürich, Luzern).	Alle Wirkungen insbesondere verkehrliche Wirkungen.	Unterschätzung der Wirkungen.	mittel-gross	Eine nächste Wirkungsanalyse sollte auf mehrere und grössere Räume angewendet werden (allerdings fehlen Instrumente dazu noch).
Langfristige Wirkungen: Im Modell sind keine langfristigen Wirkungen abgedeckt. Z.B. sind keine Wirkungen in Bezug auf die Wahl des Wohnorts, des Arbeitsplatzes oder Standorten von Unternehmen infolge des Mobility Pricings berücksichtigt. Diese Effekte dürften jedoch relevant sein. Generell sind im Modell keine stundenfeinen Zielwahleffekte berücksichtigt, d.h. diese Effekte werden mit vorhandenen Modellen (z.B. GVM ZG) nur für den Tagesverkehr berechnet.	Alle Wirkungen insbesondere verkehrliche Wirkungen.	Unterschätzung der Wirkungen.	mittel	Latenter Forschungsbedarf. Konkrete Studie jedoch schwierig zu designen (Lernen aus langf. Wirkungen von ausländ. Bsp.)
Unsicherheiten in Bezug auf die Realität zur Wahl der Abfahrtszeit (wann findet eine zeitliche Verlagerung statt). Keine Empirie zur Validierung der Verschiebung der Abfahrtszeiten vorhanden.	Alle Wirkungen, v.a. verkehrliche Wirkungen	Unklar (beide Richtungen möglich)	mittel	Forschungsbedarf: neue Befragung (Stated Preference) zum Thema gestartet.
Die ÖV-Tarife sind im GVM schon in der Referenz nur pauschal abgebildet . Mögliche Verkehrsreduktionen durch Abschaffung der Pauschalabonnemente im ÖV sind in den Resultaten nicht enthalten	Verkehrliche Auswirkungen (ÖV)	Unterschätzung	mittel	Umfangreiche Weiterentwicklung des GVM notwendig. Im Rahmen nationales GVM laufen Arbeiten dazu.
Veränderung PW-Besetzungsgrad im Verkehrsmodell nicht berücksichtigt: Mobility-Pricing-Modell dürfte auch zu einer gewissen Erhöhung des Besetzungsgrades in den Spitzenstunden führen.	Verkehrliche Auswirkungen	Überschätzung Verkehrsmenge zur Spitzenzeit, Unterschätzung Verkehrsmenge zur Randzeit	gering	Effekt bei Real-Versuch ermitteln bzw. abfragen.
Kompatibilität zwischen den beiden verknüpften Erhebungen (HABE und MZMV)	Verteilungswirkungen	Richtung unklar. Erhöhung der Unsicherheit	mittel	Sondererhebung Verkehrsausgaben im Rahmen MZMV

Thema, Aspekt («Grenzen»)	Welche Resultate sind betroffen?	Auswirkung auf Ergebnisse		Weitere Schritte, Handlungs-/ Forschungsbedarf
		Wirkungsrichtung	Potenzielles Ausmass	
Mobility Pricing führt tendenziell zu einer Verbreiterung der Spitze . HVZ-Massnahmen im ÖV wie Taktverdichtungen (Busse) oder längere Züge müssen folglich möglicherweise auch in den «Nebenspitzenstunden» gefahren werden (d.h. anstatt von 17 bis 19 Uhr z.B. von 16 bis 20 Uhr).	Dies führt zu höheren Betriebskosten im ÖV – und beim Bus zu einem besseren Taktangebot.	Höhere ÖV-Kosten in KNA, aber auch höhere Taktgewinne.	gering	Würde eine sehr detaillierte Planung der HVZ-Massnahmen bedingen, was im jetzigen Planungsstand nicht verhältnismässig ist
Die Abonnementsstruktur im ÖV (1./2. Klasse) kann bei den Einkommenswirkungen nicht korrekt abgebildet werden. Dadurch entstehen Verzerrungen bei der Erstwirkung, welche sich aufgrund der Einführung der km-Abgabe ergibt.	Verteilungswirkungen	Inhaber von 1.Kl-GAs profitieren zu fest, da ihre Kilometerkosten überschätzt werden.	gering	Nach Abonnementsstruktur differenzierte Auswertung des MZMV
Eine allfällige Veränderung der Flottenzusammensetzung wurde in den vorliegenden Berechnungen nicht berücksichtigt. Bei einem pauschalen km-Preis für alle Fahrzeuge, gäben sich neue, aus Umweltsicht ungewünschte Anreize (infolge Wegfalls, Mineralölsteuer). Es wird aber davon ausgegangen, dass solche Effekte bei einer Ausgestaltung des Mobility Pricings berücksichtigt werden.	Umweltwirkungen	Umweltwirkungen werden in der vorliegenden Ausgestaltung als zu positiv eingeschätzt. Bei entsprechender Anpassung der Tarife kann die Umweltwirkung aber evtl. sogar noch erhöht werden.	mittel	Bei der Ausgestaltung von Mobility Pricing müssen mögliche Anreize für Fahrzeuge mit unterschiedlichem Verbrauch berücksichtigt werden.
Gewisse wichtige Wirkungen konnten in der KNA nicht monetarisiert werden. Darunter fallen insbesondere die Zuverlässigkeit, der Komfort und Langsamverkehrseffekte.	KNA	Je nach analysierter Variante verschieden. Für MP werden die positiven Wirkungen unterschätzt.	mittel	Weiterentwicklung der KNA-Methodik (z.B. NISTRA und NIBA)
Im GVM war eine Differenzierung der Reisezeiten im Stamm- und Mehrverkehr nach Territorium nicht möglich, weshalb auf eine territoriale Teilbilanz verzichtet wurde.	KNA	Es kann keine Abschätzung der Wirkungen (nur) für den Kanton Zug vorgenommen werden.	gering	GVM ZG weiterentwickeln

11.4. Empfehlungen und Ausblick aus Sicht der Autoren

Fazit und Empfehlungen

- Ein Mobility Pricing als km-Abgabe mit einer zeitlichen und räumlichen Preisdifferenzierung ermöglicht die Lenkung des Verkehrs und leistet einen Beitrag zu einer verursachergerechten Bepreisung der Infrastrukturnutzung. Je mehr heutige Abgaben durch ein km-abhängiges Mobility Pricing ersetzt werden, desto grösser ist das Potenzial für einen zeitlichen, räumlich differenzierten Lenkungseffekt. Kurzfristig bieten sich dazu im MIV vor allem die zweckgebundenen Anteile der Mineralölsteuer sowie die fixen Abgaben auf Bundesebene an, die Nationalstrassenabgabe und die Automobilsteuer. Bei der Variabilisierung von heute fixen Abgaben erhöht sich die verkehrliche Wirkung. Mittel- und langfristig könnten auch die Einnahmen aus der kantonalen Motorfahrzeugsteuer in einer km-Abgabe berücksichtigt werden, wobei damit allerdings noch viele Umsetzungsfragen offen bzw. ungelöst sind. Beim ÖV könnten die heutigen Tariferträge in eine km-Abgabe umgelegt und somit Abonnemente in der heutigen Form abgeschafft werden.
- Ein verkehrsträgerübergreifendes Modell für den MIV und den ÖV ist zweckmässig und es macht aus verkehrlicher Sicht Sinn, die beiden Verkehrsträger grundsätzlich ähnlich zu behandeln. Eine vollständige Gleichbehandlung der beiden Verkehrsträger ist aber nicht sinnvoll. Je nach Auslastung von Strasse oder im ÖV kann es in gewissen Räumen sinnvoll sein, modale Verlagerungen explizit zu fördern. Auf diese Weise können noch freie Kapazitäten bei einem Verkehrsträger besser ausgenutzt und teure Ausbauten beim anderen Verkehrsträger verringert werden. In Bezug auf die sozialen Verteilungswirkungen kann es zudem ebenfalls Sinn machen, die beiden Verkehrsträger nicht identisch zu behandeln.
- Wie könnte ein zukünftiges Mobility-Pricing-Modell aussehen?
 - Das untersuchte Szenario einer schweizweiten km-Abgabe mit einer Tarifspreizung für Spitzen- vs. Randzeiten in Gebieten mit hoher Verkehrsbelastung ist zielführend.
 - Von den beiden untersuchten Tarifmodellen hat das Modell 2 (vgl. Kap. 5.1) klare Vorteile: in verkehrlich stark belasteten Gebieten werden die Tarife zu Spitzenzeiten erhöht, bei gleichzeitiger Senkung ausserhalb der Spitzenzeiten. In den anderen Gebieten gilt ein über den Tag konstanter km-Tarif. Das Tarifmodell 1 mit dauerhafter Reduktion der Tarife ausserhalb der stark belasteten Gebiete (Kap. 5.1) sollte nicht mehr weiterverfolgt werden.
 - Um keine kleinräumigen unerwünschten Ausweicheffekte zu generieren und um eine flächendeckende Entlastung stark belasteter Verkehrsinfrastrukturen zu erreichen, sollte der Spitzenzeitenperimeter eher gross gewählt werden und das gesamte urbane Agglomerationsgebiet umfassen.

- Folgende Aspekte sind bei einem solchen Mobility Pricing besonders zu beachten:
 - Lenkungswirkung und Einnahmenniveau sind eng miteinander gekoppelt. Erhöht oder verringert sich beispielsweise mittel- bis langfristig die zeitliche Lenkungswirkung, sinken oder steigen die Einnahmen. Das Tarifniveau muss bei einer Spitzenzeitentarifizierung deshalb jeweils angepasst werden, damit das Niveau der Einnahmen stabil bleibt.
 - Mögliche negative soziale Verteilungswirkungen müssen kritisch beobachtet und allenfalls mittels geeigneter und gezielter flankierender Massnahmen oder Anpassungen an der Konzeption abgefedert werden. Ein wichtiger Einflussfaktor für Ausmass und Wirkungsrichtung der sozialen Verteilungswirkungen ist die Art der Verwendung der Mobility-Pricing-Erträge (z.B. für Verkehrsfinanzierung, Rückverteilung, Steuersenkungen etc.).
 - Weil die heutige Mineralölsteuer in Bezug auf die Umweltwirkung sehr verursachergerichtet ist (höherer Verbrauch wird stärker besteuert), kann ein einheitlicher bzw. einziger km-Tarif für alle PW zu unerwünschten Effekten führen, z.B. dass Fahrzeuge mit hohem Verbrauch weniger stark belastet werden als dies heute der Fall ist. Um unerwünschte Umweltwirkung zu vermeiden, ist deshalb eine entsprechende Ausgestaltung der km-Abgabe notwendig (z.B. nach Umweltkriterien differenzierte Tarife).
 - Hoheitliche Fragen sollten bei einem Mobility Pricing frühzeitig festgelegt werden. Diese Fragen wurden in der vorliegenden Studie nicht analysiert und sollten noch vertieft werden. Besonders virulent wird die hoheitliche Frage, wenn auch bisher kantonale Abgaben in einer km-Abgabe variabilisiert werden. In solchen Fällen sind klare Regelungen zur Einnahmenverteilung und -verwendung zu treffen.
- Mobility Pricing kann einen wichtigen Beitrag zum Brechen der Verkehrsspitzen leisten. Damit die Wirkung umfassend realisiert werden kann, sollte das Mobility Pricing mit weiteren Massnahmen ergänzt und koordiniert werden:
 - verkehrspolitische Aspekte wie z.B. die Abstimmung mit weiteren Verkehrsabgaben, das Parkplatzmanagement sowie insbesondere der Ausbau von Verkehrsinfrastrukturen,
 - raumplanerische Rahmenbedingungen, die eine abgestimmte Entwicklung von Siedlung und Verkehr ermöglichen, z.B. Festlegung von Bauzonen und Entwicklungsgebieten, Wahl von Schulstandorten,
 - ergänzende freiwillige Massnahmen und Rahmenbedingungen z.B. bei Unternehmen und der öffentlichen Hand, z.B. Verbesserung der Möglichkeiten für räumlich und zeitlich flexiblen Arbeiten, flexiblere Schulzeiten.
- Allerdings hat Mobility Pricing auch andere Nutzen als das Brechen von Verkehrsspitzen: Insbesondere kann Mobility Pricing einen Beitrag zur Sicherstellung der Verkehrsfinanzierung leisten, was insbesondere im MIV mit den mittel- und langfristig sinkenden Mineralölsteuererträgen (u.a. wegen zunehmender Elektromobilität) sehr relevant ist. Bei der weiteren

Ausgestaltung von Mobility Pricing sollten deshalb nebst der Verkehrslenkung auch Aspekte zur Verkehrsfinanzierung stärker berücksichtigt und der Nutzen für eine längerfristig gesicherte Finanzierung vertieft werden. Nebst den zwei Hauptnutzen – Lenkung und Finanzierung – gibt es weitere Nutzen von Mobility Pricing:

- Mobility Pricing führt zu einem positiven Umwelteffekt. Bei konstantem Einnahmenniveau ist dieser Effekt zwar nur moderat. Die Wirkung wird jedoch umso höher, je mehr fixe Abgaben variabilisiert werden. Bei einer gesamten Erhöhung des Abgaben- bzw. Einnahmenniveaus könnte die Umweltwirkung nochmals erhöht werden.
- Mobility Pricing kann zudem, wenn richtig ausgestaltet, einen positiven Beitrag zu einer zielgerichteten räumlichen Entwicklung leisten.
- Mobility Pricing bietet langfristig als Instrument weitere Möglichkeiten für ein faires und volkswirtschaftlich effizientes Preissystem, u.a. im Bereich der externen Effekte.
- Die vorliegende Analyse geht vom heutigen Verkehrssystem aus. Das heisst, Wirkungen neuer Technologien wie automatisiertes Fahren und Elektromobilität oder neuere Angebotsformen im Verkehr waren nicht Gegenstand der Untersuchung. Auch wenn diese Zukunftsentwicklungen einen grossen Einfluss auf das Verkehrssystem haben werden, dürften die Kernaussagen dieser Studie unverändert bleiben.

Ausblick

Die vorliegende Studie konnte eine Reihe von Erkenntnissen liefern zu den Wirkungen eines Mobility Pricings als km-Abgabe mit zeitlich und örtlich differenzierten Tarifen. Einige Fragen sind aber aufgrund der Aufgabenstellung sowie der Methodik offengeblieben. Aus Sicht der Autoren sind dies insbesondere folgende:

- Wirkung eines schweizweiten analogen Modells mit km-Abgabe und zeitlich und räumlich differenzierter Tarifierung in mehreren Spitzenzeitenperimetern.
- Mittel- und langfristige Wirkungen eines zeitlich und räumlich differenzierten Mobility Pricings, inkl. Standort- und Zielwahlentscheiden (v.a. Wohn- und Arbeitsort).
- Wirkungen einer Ablösung der heutigen Pauschalfahrausweise im ÖV durch eine konsequente km-abhängige Bepreisung. In der vorliegenden Studie konnte dieser Effekt mit dem bestehenden Verkehrsmodell nicht abgebildet werden, sondern lediglich der Effekt der zeitlich und räumlich differenzierten Tarifierung.
- Detailliertere Auswirkungen von Mobility Pricing auf die Zuverlässigkeit im MIV sowie die Fahrplanstabilität im ÖV.
- Allfällige Verbesserungen im ÖV-Komfort: Diese Wirkungen konnten in der vorliegenden Studie nicht quantifiziert werden. Die Berücksichtigung der ÖV-Komfortveränderungen würde eine Erweiterung der KNA-Methodik bedingen.

- Analyse weiterer ähnlicher Mobility-Pricing-Modelle, die von den Grundprinzipien abweichen (z.B. in Bezug auf Einnahmenniveau, Unterschiede zwischen den Verkehrsmodi).
- Umsetzungsfragen, insbesondere in Bezug auf Verantwortlichkeiten und Hoheiten (Tarifhoheit, Einnahmenhoheit).

Im Bezug auf die nächsten Schritte sehen wir folgende Handlungsfelder, in den Vertiefungen notwendig sind:

- **Konzeption Gesamtsystem:** In einem nächsten Schritt wäre es sinnvoll, ein kohärentes Gesamtsystem, das heisst ein umsetzbares und akzeptiertes Mobility-Pricing-System, zu erarbeiten. In der vorliegenden Studie wurde ein System vertieft, das primär auf die zeitliche Lenkung ausgerichtet ist und sich stark an den gesetzten Prämissen orientiert. Für die weitere Konkretisierung eines Mobility-Pricing-Systems wären verschiedene weitere Elemente zu konkretisieren, damit das System anwendbar ist und eine breitere Akzeptanz erreichen kann:
 - *Hoheitliche Fragen:* Vertiefung der Fragen zu den Zuständigkeiten für die Tarifgestaltung, die Einnahmenverwendung und die Umsetzung. Eine besondere Beachtung gilt dabei der vertikalen Rollenteilung (v.a. Bund und Kantone, aber auch Gemeinden) im Strassenverkehr sowie auch im öffentlichen Verkehr.
 - *Intermodalität:* Klärung und Vertiefung der Fragen, in welchen Bereichen oder Räumen sich ein Mobility-Pricing-System allenfalls bewusst zwischen MIV und ÖV unterscheiden soll, weil beispielsweise Umsteigeeffekte aus Effizienzgründen (in die eine oder andere Richtung) erwünscht sind.
 - *Ausgestaltung im ÖV:* Prüfung bzw. Vertiefung weiterer, innovativer Tarifsysteime im ÖV (z.B. Bonus zu Spitzen- und Malus zu Randzeiten für Pauschalfahrausweise). Ziel ist es, auch für den ÖV einen Transitionspfad aufzuzeigen, der die Vorteile der heutigen Pauschalfahrausweise nutzt (z.B. Kundenbindung, langfristige Umsteigeeffekte) und auf Akzeptanz stösst.
 - *Verfeinerung Tarifgestaltung:* In der vorliegenden Studie leiteten sich die Tarifhöhen direkt aus den strikten Prämissen (zeitliche Verkehrslenkung, Einnahmenneutralität, Gleichbehandlung MIV und ÖV) ab. Für die Festlegung eines umsetzbaren und akzeptierten Mobility-Pricing-Systems sollten auch andere Elemente geprüft und allenfalls berücksichtigt werden (umweltseitige Differenzierung, ökonomische Effizienz/Grenzkosten, Kostendeckungsgrade, Finanzierungsziele).
- **Experimente und vertiefte Forschung:** Die im Rahmen der bisherigen Forschung basierend auf Modellen ermittelten Verhaltensreaktionen der Verkehrsteilnehmenden sollten nun in

Experimenten geprüft und vertieft werden. Dazu eignen sich möglichst realitätsnahe Experimente mit Probanden hinsichtlich des Mobilitätsverhaltens bei einem Mobility Pricing mit km-Abgabe und räumlich-zeitlich differenzierten Tarifen. Diese Experimente sollten möglichst direkt in den Alltag eingebunden sein, das heisst an das effektive Verkehrsverhalten der Probanden anknüpfen und über eine gewisse Zeit dauern. Wenn möglich sollten auch innovative und unterschiedliche Pricing-Ansätze mit Anzeilelementen (insbesondere im ÖV) berücksichtigt werden. Die Erkenntnisse daraus könnten anschliessend für die Verfeinerung des Gesamtsystems genutzt und auch als Grundlage für vertiefte Modellierungen bzw. Wirkungsanalysen verwendet werden. Darüber hinaus könnten Experimente auch Hinweise für Umsetzungs- und Akzeptanzfragen liefern.

Ergänzend macht auch weitere Forschung zu theoretischen Verhaltensänderungen Sinn, um die Inputgrössen der Verkehrsmodelle weiter zu verbessern. Im Vordergrund stehen folgende Wirkungsketten:

- Reaktionsmuster zur Wahl der Abfahrtszeit bei zeitlich differenzierten Mobility-Pricing-Tarifen,⁶⁵
- Verhaltensänderungen und verkehrliche Wirkungen im öffentlichen Verkehr bei einem Übergang von heutigem, differenziertem Preissystem mit vielen Pauschalfahrausweisen auf eine km-abhängige Bepreisung.

⁶⁵ Zu dieser Frage wird in Kürze eine Studie gestartet: Im Rahmen des Mikrozensus Verkehr 2020 wird eine Stated-Preference-Befragung zur Wahl von Abfahrtszeiten bei unterschiedlichen Preisen in einem Mobility Pricing durchgeführt.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Untersuchungsgebiet und Spitzenzeitenperimeter (SZP) _____	9
Abbildung 2: Übersicht methodisches Vorgehen _____	11
Abbildung 3: Gewähltes Tarifmodell _____	12
Abbildung 4: Auslastung MIV 2030 in Abendspitze (17–19 Uhr): Referenz vs. Mobility Pricing Hauptszenario _____	15
Abbildung 5: Auslastung ÖV 2030 in Abendspitze (17–19 Uhr): Referenz vs. Mobility Pricing Hauptszenario _____	16
Abbildung 6: Ergebnisüberblick KNA _____	19
Abbildung 7: Übersicht über die nicht-monetarisierbaren Auswirkungen _____	20
Abbildung 8: Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr bis 2040 _____	30
Abbildung 9: Übersicht methodisches Vorgehen _____	32
Abbildung 10: Perimeter des Gesamtverkehrsmodells des Kantons Zug (GVM ZG) _____	36
Abbildung 11: Auswertung Stundenwerte dynamisches MIV-Modell GVM ZG _____	40
Abbildung 12: Auswertung Stundenwerte dynamisches ÖV-Modell GVM ZG _____	40
Abbildung 13: Sensitivitätsanalyse Verschiebungswiderstand _____	42
Abbildung 14: Parameter Tarifszenarien _____	44
Abbildung 15: Tarifmodell 1 für Tarifszenario 1a _____	45
Abbildung 16: Tarifmodell 2 für Tarifszenario 1b _____	45
Abbildung 17: Auslastung MIV 2030 während der Abendspitzenstunde 17–18 Uhr _____	46
Abbildung 18: Auslastung ÖV 2030 während der Abendspitzenstunde 17–18 Uhr _____	47
Abbildung 19: Untersuchungsgebiet und mögliche Spitzenzeitenperimeter _____	48
Abbildung 20: Untersuchungsgebiet und das gewählte (grosse) Spitzenzeitenperimeter _____	50
Abbildung 21: Tagesganglinie im MIV und ÖV im Jahr 2030 am Beispiel des grossen Spitzenzeitenperimeters _____	51
Abbildung 22: Vorgehen zur Herleitung der Tarifszenarien _____	53
Abbildung 23: Tarifszenarien 1a im MIV und ÖV _____	60
Abbildung 24: Tarifszenarien 1b im MIV und ÖV _____	60
Abbildung 25: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Ganglinie der PW-Fahrleistungen (Kanton Zug) _____	64
Abbildung 26: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Ganglinie der ÖV-Fahrleistungen (Kanton Zug) _____	65
Abbildung 27: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Veränderung Anteile an PW-Fahrleistung (Kanton Zug) _____	65

Abbildung 28: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Veränderung Anteile an ÖV-Verkehrsleistung (Kanton Zug)	66
Abbildung 29: Zusammenhang Verkehrsdichte bzw. Verkehrsstärke zur Geschwindigkeit (Ausserorts-Strasse)	69
Abbildung 30: Auslastung MIV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Referenz	73
Abbildung 31: Auslastung MIV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 1a	74
Abbildung 32: Auslastung MIV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 1b	74
Abbildung 33: Auslastung ÖV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Referenz	75
Abbildung 34: Auslastung ÖV 2030 während der der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 1a	75
Abbildung 35: Auslastung ÖV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 1b	76
Abbildung 36: Ausgabekategorien der HABE im Bereich Verkehr	82
Abbildung 37: Jährliche Verkehrsleistung (Pkm; MIV und ÖV) nach Einkommen und Haushaltstyp, Jahr 2015	84
Abbildung 38: Reines Einkommen natürlicher Personen pro Kopf (in CHF), Jahr 2013	85
Abbildung 39: Verteilung der HABE-Haushalte nach Einkommensklassen	86
Abbildung 40: Monatliche Haushaltsausgaben resp. Haushaltsbudget (in CHF; Werte auf 50 CHF gerundet)	89
Abbildung 41: Monatliche Konsumausgaben (in CHF; Werte auf 50 CHF gerundet)	90
Abbildung 42: Monatliche Verkehrsausgaben für MIV und ÖV (in CHF; Werte auf 10 CHF gerundet), Tarifszenarien 1a und 1b	91
Abbildung 43: Finanzielle Auswirkungen aufgrund der Einführung der km-Abgabe in den Tarifszenarien 1a und 1b	92
Abbildung 44: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 1a bei perfekter zeitlicher Flexibilität der Haushalte	95
Abbildung 45: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 1b bei perfekter zeitlicher Flexibilität der Haushalte	96
Abbildung 46: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 1a bei zeitlicher Inflexibilität der Haushalte	97
Abbildung 47: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 1b bei zeitlicher Inflexibilität der Haushalte	98
Abbildung 48: Arbeitszeitflexibilität nach Bildungsniveau	103

Abbildung 49: Anteil Arbeitnehmende (in %) nach Bildungsniveau, gegliedert nach Arbeitszeitflexibilität _____	104
Abbildung 50: Arbeitszeitflexibilität nach beruflicher Stellung _____	105
Abbildung 51: Anteil Arbeitnehmende (in %) nach beruflicher Stellung, gegliedert nach Arbeitszeitflexibilität _____	106
Abbildung 52: Veränderung Kosten für Mobility Pricing MIV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 1a _____	108
Abbildung 53: Veränderung Kosten für Mobility Pricing ÖV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 1a _____	109
Abbildung 54: Veränderung Kosten für Mobility Pricing MIV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 1b _____	110
Abbildung 55: Veränderung Kosten für Mobility Pricing ÖV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 1b _____	111
Abbildung 56: Tarifmodell 2 im MIV für die 2. Iteration _____	116
Abbildung 57: MIV Tarifszenarien für die 2. Iteration _____	120
Abbildung 58: ÖV Tarifszenario für die 2. Iteration (2a und 2b identisch) _____	121
Abbildung 59: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Ganglinie der PW-Fahrleistungen (Kanton Zug) _____	126
Abbildung 60: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Ganglinie der ÖV-Verkehrsleistungen (Kanton Zug) _____	126
Abbildung 61: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Veränderung Anteile an PW-Fahrleistung (Kanton Zug) _____	127
Abbildung 62: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Veränderung Anteile an ÖV-Verkehrsleistung (Kanton Zug) _____	127
Abbildung 63: Auslastung MIV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 2a _____	131
Abbildung 64: Auslastung MIV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 2b _____	132
Abbildung 65: Auslastung ÖV 2030 während der der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 2a _____	132
Abbildung 66: Auslastung ÖV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, Tarifszenario 2b _____	133
Abbildung 67: Monatliche Verkehrsausgaben für MIV und ÖV (in CHF; Werte auf 10 CHF gerundet), Tarifszenario 2a _____	139
Abbildung 68: Monatliche Verkehrsausgaben für MIV und ÖV (in CHF; Werte auf 10 CHF gerundet), Tarifszenario 2b _____	140

Abbildung 69: Finanzielle Auswirkungen aufgrund der Einführung der km-Abgabe in Tarifszenario 2a	141
Abbildung 70: Finanzielle Auswirkungen aufgrund der Einführung der km-Abgabe in Tarifszenario 2b	142
Abbildung 71: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 2a bei perfekter zeitlicher Flexibilität der Haushalte	143
Abbildung 72: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 2b bei perfekter zeitlicher Flexibilität der Haushalte	144
Abbildung 73: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 2a bei zeitlicher Inflexibilität der Haushalte	145
Abbildung 74: Finanzielle Auswirkungen von Tarifszenario 2b bei zeitlicher Inflexibilität der Haushalte	146
Abbildung 75: Veränderung Kosten für Mobility Pricing MIV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 2a	148
Abbildung 76: Veränderung Kosten für Mobility Pricing ÖV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 2a	149
Abbildung 77: Veränderung Kosten für Mobility Pricing MIV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 2b	150
Abbildung 78: Veränderung Kosten für Mobility Pricing ÖV pro Fahrt nach Relationen, Szenario 2b	150
Abbildung 79: Wirkungszusammenhänge Mobility Pricing mit zeitlicher und räumlicher Differenzierung	155
Abbildung 80: Arbeitszeitflexibilität nach Wirtschaftszweig	158
Abbildung 81: Geografische Verteilung der Beschäftigten auf die Wirtschaftszweige, geordnet nach Arbeitszeitflexibilität	160
Abbildung 82: Durchschnittliche Arbeitszeitflexibilität innerhalb der Verkehrsmodellzonen	161
Abbildung 83: Detailhandelsstandorte im Kanton Zug	164
Abbildung 84: Verkehr im Tagesablauf nach Fahrzweck (in %)	165
Abbildung 85: Bevölkerungsdichte und Verdichtungsgebiete für Wohnen und Arbeiten im Kanton Zug 2014	170
Abbildung 86: Beschäftigungskonzentration und Verdichtungsgebiete für Wohnen und Arbeiten im Kanton Zug (2012)	171
Abbildung 87: Räumliche Gliederung des Kantons Zug	173
Abbildung 88: Standorte von Erholungs- und Grünanlagen im Kanton Zug	175
Abbildung 89: Ergebnisüberblick KNA	189
Abbildung 90: Übersicht über die nicht-monetarisierbaren Auswirkungen	190

Abbildung 91: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Ganglinie der ÖV-Verkehrsleistungen (Kanton Zug)	197
Abbildung 92: Vergleich Tarifszenarien vs. Referenz: Veränderung der Anteile an ÖV-Verkehrsleistung (Kanton Zug)	197
Abbildung 93: Auslastung ÖV 2030 während der Abendspitzenperiode 17–19 Uhr, verfeinertes Tarifszenario ÖV	199
Abbildung 94: Auslastung MIV 2030 in Abendspitze (17–19 Uhr): Referenz vs. Mobility Pricing Hauptszenario	203
Abbildung 95: Auslastung ÖV 2030 in Abendspitze (17–19 Uhr): Referenz vs. Mobility Pricing Hauptszenario	204
Abbildung 96: Ergebnisüberblick KNA	207
Abbildung 97: Übersicht über die nicht-monetarisierbaren Auswirkungen	208
Abbildung 98: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen	241
Abbildung 99: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen	241
Abbildung 100: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen	242
Abbildung 101: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen	242
Abbildung 102: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen	243
Abbildung 103: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen	243
Abbildung 104: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen	244
Abbildung 105: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen	244
Abbildung 106: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen	245
Abbildung 107: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen	245
Abbildung 108: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen	246
Abbildung 109: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen	246

Abbildung 110: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen	247
Abbildung 111: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen	247
Abbildung 112: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen	248
Abbildung 113: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen	248
Abbildung 114: Zurückgelegte Wege von Peter Döring	252
Abbildung 115: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Peter Döring	253
Abbildung 116: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Peter Döring	254
Abbildung 117: Zurückgelegte Wege von Maria Döring	256
Abbildung 118: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Maria Döring	257
Abbildung 119: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Maria Döring	258
Abbildung 120: Zurückgelegte Wege von Luca Döring	259
Abbildung 121: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Luca Döring	260
Abbildung 122: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Luca Döring	260
Abbildung 123: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für die Familie Döring	261
Abbildung 124: Zurückgelegte Wege von Verena Müller	263
Abbildung 125: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Verena Müller	264
Abbildung 126: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Verena Müller	265
Abbildung 127: Zurückgelegte Wege von Hans Schmid	266
Abbildung 128: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Hans Schmid	267
Abbildung 129: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Hans Schmid	268
Abbildung 130: Zurückgelegte Wege von Sandro Kälin	270
Abbildung 131: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Sandro Kälin	271
Abbildung 132: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Sandro Kälin	272
Abbildung 133: Zurückgelegte Wege von Daniel Iten	273
Abbildung 134: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Daniel Iten	274
Abbildung 135: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Daniel Iten	275
Abbildung 136: Zurückgelegte Wege von Andrina Novak	276
Abbildung 137: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Andrina Novak	277
Abbildung 138: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Andrina Novak	278
Abbildung 139: Zurückgelegter Weg von Jan Kowalski	279
Abbildung 140: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Jan Kowalski	280
Abbildung 141: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Jan Kowalski	281

Abbildung 142: Zurückgelegte Wege von Laura Lombardo _____	282
Abbildung 143: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Laura Lombardo ____	283
Abbildung 144: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Laura Lombardo _____	283
Abbildung 145: Zurückgelegte Wege von John Smith _____	285
Abbildung 146: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für John Smith _____	286
Abbildung 147: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von John Smith _____	287
Abbildung 148: Herleitung der Veränderung der Nutzendifferenz zwischen verschiedenen Stunden durch das Mobility Pricing _____	292
Abbildung 149: Systemkosten Mobility Pricing _____	294
Abbildung 150: Ergebnis der KNA für Mobility Pricing (Hauptszenario) _____	296
Abbildung 151: Nettonutzen des Mobility Pricings (Tarifsszenario 1b) im Zeitverlauf _____	299
Abbildung 152: Sensitivitätsanalyse Mobility Pricing (Hauptszenario) _____	300
Abbildung 153: Sensitivitätsanalyse Mobility Pricing (Tarifsszenario 1b) _____	301

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Tarifhöhen im Hauptszenario _____	13
Tabelle 2: Veränderung der Fahr-/Verkehrsleistung im Untersuchungsgebiet Kanton Zug, Hauptszenario im Vergleich zum Referenzfall _____	14
Tabelle 3: Veränderungen der Streckenlänge nach Strassenauslastung im Hauptszenario vgl. mit Referenz (relativ, in %) im MIV _____	16
Tabelle 4: Operationalisierung der Grundprinzipien 1–4 für die 1. Iteration _____	35
Tabelle 5: MIV-Prognosemassnahmen 2030 _____	38
Tabelle 6: Fahrleistungen MIV und Verkehrsleistungen ÖV im Jahr 2030 für verschiedene Perimeter _____	49
Tabelle 7: Durchschnittstarif Schweiz MIV, 1. Iteration _____	54
Tabelle 8: Varianten Tarifszenarien MIV unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts (Elastizität = -0.15), grosses Spitzenzeitenperimeter _____	55
Tabelle 9: Änderung der Fahrleistungen im MIV unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts	56
Tabelle 10: Durchschnittstarif Schweiz ÖV, 1. und 2. Iteration _____	57
Tabelle 11: Varianten Tarifszenarien ÖV unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts (Elastizität = -0.15), grosses Spitzenzeitenperimeter _____	58
Tabelle 12: Änderung der Verkehrsleistungen im ÖV unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts _____	59
Tabelle 13: Übersicht Tarife MIV und ÖV für die 1. Iteration _____	59
Tabelle 14: Ergebnisse Ziel- und Verkehrsmittelwahl (DWV) _____	62
Tabelle 15: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 1a – MIV) _____	63
Tabelle 16: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 1a – ÖV) _____	63
Tabelle 17: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 1b – MIV) _____	63
Tabelle 18: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 1b – ÖV) _____	64
Tabelle 19: Ergebnisse Veränderungen der PW-Fahrleistungen Tarifszenarien 1a und 1b vs. Referenz (Kanton Zug) _____	66
Tabelle 20: Ergebnisse Veränderungen der ÖV-Verkehrsleistungen Tarifszenarien 1a und 1b vs. Referenz (Kanton Zug) _____	67
Tabelle 21: Ergebnisse Veränderungen der Fahr- bzw. Verkehrsleistungen Tarifszenarien 1a und 1b vs. Referenz im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet) _____	67
Tabelle 22: Streckenlänge nach Strassenauslastung (PW und LKW) Referenz (Kanton Zug) _____	70
Tabelle 23: Veränderungen der Streckenlänge nach Strassenauslastung (PW und LKW) Tarifszenario 1a vs. Referenz (Kanton Zug) _____	71

Tabelle 24: Veränderungen der Streckenlänge nach Strassenauslastung (PW und LKW)	
Tarifszenario 1b vs. Referenz _____	71
Tabelle 25: Streckenlänge nach ÖV-Streckenauslastung (Bahn) Referenz (Kanton Zug) _____	72
Tabelle 26: Streckenlänge nach ÖV-Streckenauslastung (Bus) Referenz (Kanton Zug) _____	72
Tabelle 27: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bahn) Tarifszenario 1a vs. Referenz ____	72
Tabelle 28: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bus) Tarifszenario 1a vs. Referenz ____	72
Tabelle 29: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bahn) Tarifszenario 1b vs. Referenz ____	73
Tabelle 30: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bus) Tarifszenario 1b vs. Referenz ____	73
Tabelle 31: Veränderung der Fahrtzeiten, Tarifszenario 1a _____	77
Tabelle 32: Veränderung der Fahrtzeiten, Tarifszenario 1b _____	78
Tabelle 33: Veränderung der Einnahmen im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet) insgesamt, 1. Iteration _____	79
Tabelle 34: Veränderung der Einnahmen im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet), innerhalb und ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters (SZP), 1. Iteration _____	79
Tabelle 35: Veränderung der Einnahmen im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet), zu Spitzen- und Randzeiten, 1. Iteration _____	80
Tabelle 36: Bewertung der Tarifszenarien 1a und 1b _____	113
Tabelle 37: Durchschnittstarif Schweiz MIV, 2. Iteration (Tarifszenario 2a) _____	117
Tabelle 38: Mögliche Tarifszenarien 2a _____	118
Tabelle 39: Änderung der Fahrleistungen im MIV und Verkehrsleistungen im ÖV unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts, Tarifszenario 2a _____	118
Tabelle 40: Durchschnittstarif Schweiz MIV, 2. Iteration (Tarifszenario 2b) _____	119
Tabelle 41: Vorschläge Tarifszenario 2b _____	119
Tabelle 42: Änderung der Fahrleistungen im MIV und Verkehrsleistungen im ÖV unter Berücksichtigung eines Nachfrageeffekts, Tarifszenario 2b _____	120
Tabelle 43: Tarifszenario 2a _____	121
Tabelle 44: Tarifszenario 2b _____	122
Tabelle 45: Ergebnisse Ziel- und Verkehrsmittelwahl _____	123
Tabelle 46: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 2a – MIV) _____	124
Tabelle 47: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 2a – ÖV) _____	124
Tabelle 48: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 2b – MIV) _____	124
Tabelle 49: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario 2b – ÖV) _____	124
Tabelle 50: Ergebnisse Veränderungen der PW-Fahrleistungen Tarifszenarien vs. Referenz ____	128
Tabelle 51: Ergebnisse Veränderungen der ÖV-Verkehrsleistungen Tarifszenarien vs. Referenz	128
Tabelle 52: Ergebnisse Veränderungen der Fahr- bzw. Verkehrsleistungen Tarifszenarien 2a und 2b vs. Referenz im Kanton Zug _____	128

Tabelle 53: Veränderungen der Strassenauslastung (PW und LKW) Tarifszenarien 2a vs. Referenz	129
Tabelle 54: Veränderungen der Strassenauslastung (PW und LKW) Tarifszenarien 2b vs. Referenz	130
Tabelle 55: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bahn) Tarifszenarien 2a vs. Referenz	130
Tabelle 56: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bus) Tarifszenarien 2a vs. Referenz	130
Tabelle 57: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bahn) Tarifszenarien 2b vs. Referenz	130
Tabelle 58: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bus) Tarifszenarien 2b vs. Referenz	131
Tabelle 59: Veränderung der Fahrtzeiten, Tarifszenario 2a	134
Tabelle 60: Veränderung der Fahrtzeiten, Tarifszenario 2b	134
Tabelle 61: Veränderung der Einnahmen im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet) insgesamt, 2. Iteration	136
Tabelle 62: Veränderung der Einnahmen im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet), innerhalb und ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters (SZP), 2. Iteration	137
Tabelle 63: Veränderung der Einnahmen im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet), zu Spitzen- und Randzeiten, 2. Iteration	137
Tabelle 64: Wegpendler/innen Kanton Zug 2014 (Tsd.)	172
Tabelle 65: Gesamte Emissionen im Referenzzustand 2030 und Veränderung in den Tarifszenarien [in t/a]	178
Tabelle 66: Abweichungen vom Referenzzustand in den Tarifszenarien [in %]	179
Tabelle 67: Anteil der Emissionen aufgrund der Stausituationen bzw. Überlastungen [Anteil an den gesamten Emissionen in %]	180
Tabelle 68: Bewertung der Tarifszenarien 2a und 2b	182
Tabelle 69: Vergleichende Bewertung aller vier analysierten Tarifszenarien	185
Tabelle 70: Tarife im verfeinerten Tarifszenario ÖV (CHF/km)	194
Tabelle 71: Ergebnisse Ziel- und Verkehrsmittelwahl, verfeinertes Tarifszenario ÖV	195
Tabelle 72: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Verfeinertes Tarifszenario ÖV, GA- Nutzer)	196
Tabelle 73: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Tarifszenario ÖV, Halbtax-Nutzer)	196
Tabelle 74: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Verfeinertes Tarifszenario ÖV, Vollzahler)	196
Tabelle 75: Ergebnisse Wahl der Abfahrtszeit (Verfeinertes Tarifszenario ÖV, Summe)	196
Tabelle 76: Ergebnisse Veränderungen der ÖV-Verkehrsleistungen Hauptszenario und verfeinertes Tarifszenario ÖV vs. Referenz	198
Tabelle 77: Ergebnisse Veränderungen der ÖV-Verkehrsleistungen Hauptszenario und Szenario ÖV vs. Referenz im Kanton Zug (Untersuchungsgebiet)	198
Tabelle 78: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bahn) Tarifszenario ÖV vs. Referenz	199
Tabelle 79: Veränderungen der ÖV-Streckenauslastung (Bus) Tarifszenario ÖV vs. Referenz	199

Tabelle 80: Veränderung der Fahr-/Verkehrsleistung im Untersuchungsgebiet Kanton Zug, Hauptszenario im Vergleich zum Referenzfall _____	201
Tabelle 81: Veränderungen der Streckenlänge nach Strassenauslastung im Hauptszenario vgl. mit Referenz (relativ, in %) im MIV _____	204
Tabelle 82: Grenzen des Vorgehens/der Methodik _____	214

Abkürzungen

ASP	Abendspitze
DTV	Durchschnittlicher Tagesverkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
Fzkm	Fahrzeugkilometer
GVM ZG	Gesamtverkehrsmodell Zug
HABE	Haushaltsbudgeterhebung
HVZ	Hauptverkehrszeiten
IKT	Information- und Kommunikationstechnologie
KNA	Kosten-Nutzen-Analyse
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MP	Mobility Pricing
MSP	Morgenspitze
MZMV	Mikrozensus Mobilität und Verkehr
NKV	Nutzen-Kosten-Verhältnis
NOGA	Nomenclature générale des activités économiques
NVZ	Nebenverkehrszeiten
OBU	On Board Unit
ÖV	Öffentlicher Verkehr
Pkm	Personenkilometer
PW	Personenwagen
QZG	Quelle-Ziel-Gruppen
STEP	Strategisches Entwicklungsprogramm
SZP	Spitzenzeitenperimeter

Literatur

- ARE 2012:** Übersicht zu Stated Preference-Studien in der Schweiz und Abschätzung von Gesamtelastizitäten, Statusbericht 2012, Bundesamt für Raumentwicklung, März 2012.
- ARE 2016:** Perspektiven des Schweizerischen Personen- und Güterverkehrs bis 2040, Ergebnistabellen Personenverkehr, Bern, August 2016.
- ARE und BFS 2016:** Verkehrsverhalten der Bevölkerung, Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015, Neuchâtel, 2017.
- ARE und BFS 2017:** Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) 2015, Einzeldaten, Neuchâtel, 2017.
- ARV 2018:** Kantonaler Richtplan, Richtplantext, Baudirektion des Kantons Zug, Amt für Raum und Verkehr (ARV), Zug, September 2018.
- ASTRA 2007a:** Einbezug von Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens, Forschungspaket Mobility Pricing: Projekt B1, Forschungsauftrag Nr. 2005/004, Juni 2007.
- ASTRA 2007b:** Quantitative Auswirkungen von Mobility Pricing Szenarien auf das Mobilitätsverhalten und auf die Raumplanung, Forschungspaket Mobility Pricing: Projekt B2, Forschungsauftrag Nr. 2005/005, September 2007.
- ASTRA 2007c:** Akzeptanz von Mobility Pricing, Forschungspaket Mobility Pricing: Projekt A1, Forschungsauftrag Nr. 2005/911, Juni 2007.
- ASTRA 2014:** Methodik zur Nutzenermittlung von Verkehrsdosierungen, Forschungsprojekt SVI 2007/020 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI), Oktober 2014.
- BAV 2016:** NIBA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte, Leitfaden zur Bewertung von Projekten im Schienenverkehr und elektronisches Rechentool eNIBA, Online: <https://www.bav.admin.ch/bav/de/home/themen-a-z/vollzugshilfen/leitfaeden/niba-leitfaden.html> (13.6.2018).
- BFS 2008:** NOGA 2008 – Allgemeine Systematik der Wirtschaftszweige, Struktur, Neuchâtel, 2008.
- BFS 2014:** Arealstatistik nach Nomenklatur 2004 – Standard: GEOSTAT-Datenbeschreibung, Neuchâtel, 2014.
- BFS 2016a:** Arealstatistik Standard nach Nomenklatur, Neuchâtel, 2016.
- BFS 2016b:** Haushaltsbudgeterhebung (HABE), 2012-2014, Einzeldaten, Neuchâtel, 2016.
- BFS 2016c:** Monatlicher Bruttolohn nach Wirtschaftszweigen, Kompetenzniveau und Geschlecht, Neuchâtel, 2016.
- BFS 2017a:** Kosten und Finanzierung des Strassenverkehrs, Neuchâtel, September 2017.
- BFS 2017b:** Kosten und Finanzierung des Schienenverkehrs, Neuchâtel, September 2017.

- BFS 2017c:** Mobile Personen im Tagesverlauf nach Verkehrszweck, Mikrozensus Mobilität und Verkehr, Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, 2017.
- BFS 2017d:** Verkehrsleistungen im Personenverkehr, Neuchâtel, Dezember 2017
- BFS 2018a:** Fahrleistungen und Fahrzeugbewegungen im Personenverkehr, Neuchâtel, März 2018.
- BFS 2018b:** Kosten und Finanzierung des Verkehrs, Leistungen der Verkehrsnutzenden, Sonderauswertung des Bundesamts für Statistik, Neuchâtel, 22. März 2018 und 17. September 2018.
- BFS 2018c:** Leer stehende Wohnungen nach Kantonen, 2017, Bau- und Wohnbaustatistik, Neuchâtel, 2018.
- BFS 2018d:** Statistik der Unternehmensstruktur (STATENT), 2015, Einzeldaten, Neuchâtel, 2018.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.) 2015:** Monitor - Mobiles und entgrenztes Arbeiten: Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung, ZEW-Gutachten und Forschungsberichte, Rostock, November 2015.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.) 2016:** Monitor - Digitalisierung am Arbeitsplatz: Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung, ZEW-Gutachten und Forschungsberichte, Rostock, Januar 2016.
- Bundesrat 2016:** Konzeptbericht Mobility Pricing – Ansätze zur Lösung von Verkehrsproblemen für Strasse und Schiene in der Schweiz, Bern, Juni 2016.
- Ciari et al 2008:** Location decisions of retailers: an agent-based approach, Conference paper, 15th International Conference on Recent Advances in Retailing and Services Science, Zagreb, Juli 2008.
- De Palma und Marchal 2001:** Dynamic traffic analysis with static data: Some guidelines from an application to Paris, Transportation Research Record, 1756 (76–83).
- DIW Berlin 2014:** Heimarbeit: Immer weniger Menschen in Deutschland gehen ihrem Beruf von zu Hause aus nach, DIW-Wochenbericht, ISSN 1860-8787, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin, Vol. 81, Iss. 8, pp. 131-139, Berlin, 2014.
- Daunfeldt Sven-Olov, Rudholm Niklas, Rämme Ulf 2009:** Congestion Charges and Retail Revenues: Results from the Stockholm Road Pricing Trial, In: Transportation Research Part A, Volume 43, Issue 3, S. 306-309.
- EBP 2005:** Einfluss von Road Pricing auf die Raumentwicklung, Studie im Auftrag des Bundesamts für Raumentwicklung (ARE), Zürich.
- Ecoplan/Büro Widmer 2004:** Wirkungskette Verkehr – Wirtschaft. Analyse der Wechselwirkungen und Vorschlag für ein Indikatorensystem der wirtschaftlichen Aspekte eines nachhaltigen Verkehrs. Studie im Auftrag des Bundesamts für Strassen ASTRA. Altdorf, Frauenfeld, 2004.

- Ecoplan/IBR 2015:** Zürich – Gotthard – Mailand: Zusammenarbeit zwischen Stadt und Land im Gotthard-Korridor im Zuge der NEAT-Eröffnung, Studie im Auftrag der Stadtentwicklung der Stadt Zürich STEZ, Altdorf und Luzern, 2015.
- Ecoplan/INFRAS 2007a:** Bedeutung von Mobility Pricing für die Verkehrsfinanzierung der Zukunft, Bern/Zürich, März 2007.
- Ecoplan/INFRAS 2007b:** Volkswirtschaftliche Auswirkungen der LSVA mit höherer Gewichtslimite, Studie im Auftrag der Bundesämter für Raumentwicklung (ARE), Verkehr (BAV), Umwelt (BAFU), Strassen (ASTRA) und der Eidgenössischen Zollverwaltung (EZV), Bern, Altdorf, Zürich, 2007.
- Ecoplan 2015a:** Verkehrsinfrastrukturen smarter nutzen dank flexibler Arbeitsformen, im Auftrag von SBB, AÖV Kt. Bern, Schweizerische Post und Swisscom, Bern, 2015.
- Ecoplan 2015b:** Kosten, Nutzen und Verteilungseffekte einer Road-Pricing-Lösung in der Region Bern. Studie im Rahmen von SURPRICE: Sustainable mobility through road user charges, Swiss contribution: Comprehensive road user charging (RUC). Fallstudie im Internationalen Forschungsprogramm ERA NET SURPRICE, Forschungsprojekt ASTRA 2010/018 auf Antrag des Bundesamtes für Strassen (ASTRA), Bern, Januar 2015.
- Ecoplan 2018a:** Berechnung der Verkehrsmittelkosten des motorisierten Strassenverkehrs, Statistik der Kosten und Finanzierung des Verkehrs, Studie im Auftrag des Bundesamtes für Statistik (BFS), Bern, 2018.
- Ecoplan 2018b:** Handbuch NISTRA 2017, NISTRA – Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte, Handbuch für das Excel-Tool eNISTRA 2017, das folgende Bewertungsmethoden enthält: KNA – Kosten-Nutzen-Analyse gemäss VSS-Normen SN 641 820 – SN 641 828, KWA – Kosten-Wirksamkeits-Analyse, Studie im Auftrag des Bundesamtes für Strassen (ASTRA), Bern, August 2018.
- EFV 2017:** Staatsrechnung 2016, Band 2A, Rechnung der Verwaltungseinheiten, Zahlen, Eidgenössische Finanzverwaltung, April 2017.
- Eliasson 2009:** A cost-benefit analysis of the Stockholm congestion charging system. Transportation Research Part A, 43, 468-480.
- Eliasson Jonas 2014:** The Stockholm Congestion Charges: An Overview, Working Papers in Transport Economics 2014: 7. Centre for Transport Studies. Stockholm, 2014.
- Eliasson J., Mattsson L.-G. 2001:** Transport and Location Effects of Road Pricing: A Simulation Approach, Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 35, No. 3; Part 3, pp. 417-456, Stockholm, September 2001.
- EVZ Eissportverein Zug 2018:** Mit den Fans im Rücken in den Viertelfinal, Online im Internet: <https://www.evz.ch/de/news/newsletter/1811-november/national-league/> (22.11.2018)

- Fröhlich, P., C. Weis, M. Vrtic, P. Widmer und P. Aemisegger 2014:** Einfluss der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme auf das Verkehrsverhalten, (SVI 2012/003, Schriftenreihe, 1472), UVEK, Bern.
- Bürger, E., G. Dürr, L. Geisseler und M.A. Hamdan 2013:** Mobilitätsverhalten von Pendlern zur Spitzenzeit heute und morgen – Akzeptanz von Anreizen zur Entlastung des Pendlerspitzenverkehrs in der Agglomeration Zürich, FehrAdvice & Partners AG, August 2013.
- Hu Shucheng, Saleh Wafaa 2005:** Impacts of Congestion Charging on Shopping Trips in Edinburgh, In: Transport Policy, Volume 12, Issue 5, S. 443-450.
- INFRAS/Ecoplan/RappTrans 2011:** Modelskeizze Mobility Pricing – Grundlagenbericht, im Auftrag des Generalsekretariats des UVEK, Zürich/Bern, 2011.
- INFRAS/Ecoplan 2018:** Externe Effekte des Verkehrs 2015, Aktualisierung der Berechnungen von 2010 bis 2015 im Auftrag des Bundesamts für Raumentwicklung ARE, Zürich/Bern, Juni 2018
- INFRAS 2006:** Die Nutzen des Verkehrs: Teilprojekt 2: Beitrag des Verkehrs zur Wertschöpfung in der Schweiz, Studie im Auftrag der Bundesämter für Raumentwicklung (ARE) und Strassen (ASTRA), Zürich, 2006.
- INFRAS 2016:** Brechen der Verkehrsspitzen, im Auftrag der Metropolitankonferenz Zürich, Zürich, November 2016.
- INFRAS 2018:** HBEFA 3.3. Handbook of Emission Factors for Road Transport. Infrass, Bern. [www.hbefa.net].
- IWSB, KIT und SNZ Ingenieure und Planer AG 2016:** Zeitliche Homogenisierung der Verkehrsbelastung – Brechen von Spitzen, Forschungsprojekt SVI 2013/001 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI), Bern, Oktober 2016.
- Kanton Zug (Hrsg.) 2015:** Gesamtverkehrsmodell Kanton Zug, Schlussbericht, Januar 2015.
- Kanton Zug (Hrsg.) 2016:** Agglomerationsprogramm Zug, 3. Generation – Bericht, Baudirektion, Amt für Raumplanung, Dezember 2016.
- Keller 2018:** Staukosten Schweiz 2015, im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung, Bern, Juni 2018.
- Knieps 2002:** Knappheitsprobleme in Netzen: Was leistet die Ökonomie?, Diskussionspapier Nr. 83, Freiburg i.Br., Februar 2002.
- Knieps 2007:** Netzökonomie: Grundlagen – Strategien – Wettbewerbspolitik, Wiesbaden, 2007.
- Löchl 2008:** Standortplanung im Detail-/Einzelhandel: Auswertung von Interviews mit Unternehmen in Deutschland und der Schweiz, Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung, 492, ETH Zürich, Zürich April 2008.
- Ortúzar, Juan de Dios und Luis G. Willumsen 2011:** Modelling Transport, 4th Edition, Wiley.

- Quddus Mohammed A., Carmel Alon, Bell Michael G. H. 2007:** The Impact of the Congestion Charge on Retail: The London Experience, In: Journal of Transport Economics and Policy, Volume 41, Part 1, S. 113-133.
- Quddus, Mohammed A., Bell Michael G. H., Schmöcker Jan-Dirk, Fonzone Achille 2007:** The Impact of the Congestion Charge on the Retail Business in London: An Econometric Analysis, In: Transport Policy, Volume 14, Issue 5, S. 433-444.
- RappTrans 2007:** Mobility Pricing – Synthesebericht, Forschungsauftrag VSS 2005/910, im Auftrag des Bundesamts für Strassen ASTRA, Zürich, Oktober 2007.
- Rapp Trans 2019:** Mobility Pricing, Technologie und Datenschutz, Zürich, April 2019.
- regiosuisse 2017:** Monitoringbericht 2016, Bern, 2017.
- SBB und Swisscom (Hrsg.) 2013:** WorkAnywhere, Mehr Produktivität und Zufriedenheit der Mitarbeitenden sowie Entlastung der Verkehrsinfrastruktur dank mobil-flexibler Arbeitsformen, Durchführung der Studie: Institut für Kooperationsforschung und -entwicklung (ifk) an der Hochschule für Angewandte Psychologie, Fachhochschule Nordwestschweiz zusammen mit Institut für Betriebs- und Regionalökonomie (IBR) an der Hochschule Luzern – Wirtschaft, Bern, Juli 2013.
- SN 641 820 2006:** Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Grundnorm. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- SN 641 820 2018:** Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Grundnorm. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- SN 641 821 2006:** Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Diskontsatz. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- SN 641 822a 2009:** Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Personenverkehr. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- SN 641 823 2007:** Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Güterverkehr. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- SN 641 824 2013:** Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Unfallraten und Unfallkostenätze. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- SN 641 825 2017:** Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Bewertung der Zuverlässigkeit von Nationalstrassen und Bemessungsempfehlung für Nationalstrassen. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.

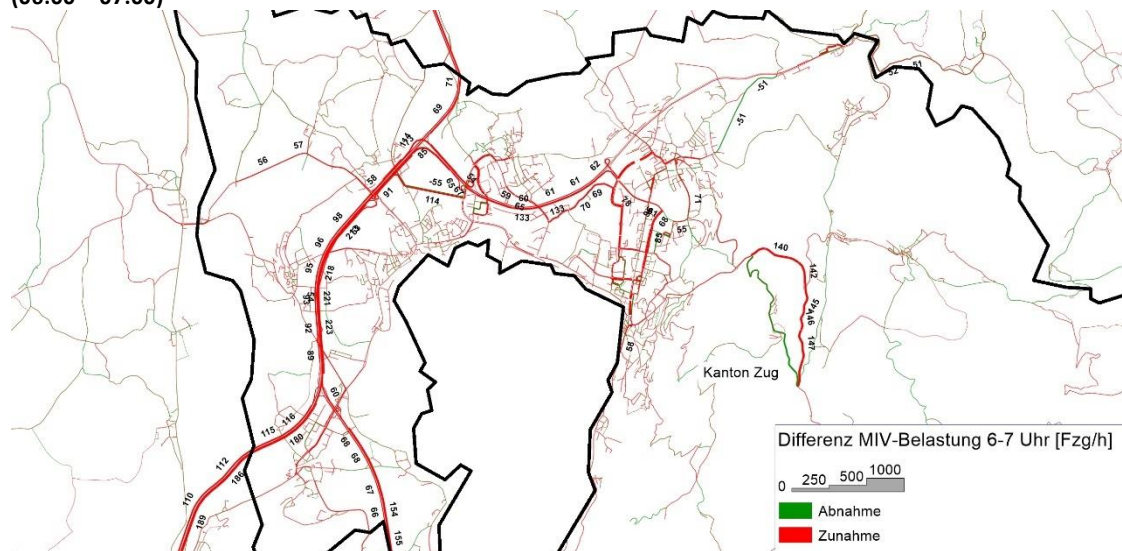
- SN 641 826 2008:** Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassen . Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- SN 641 827 2009:** Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Betriebskosten von Strassenfahrzeugen. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- SN 641 828 2009:** Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Externe Kosten. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- Steininger K., Gobiet W., Binder C., Friedl B., Gebetsroither B., Kribernegg G., Niederl A., Omann I., Seebauer S. 2005:** Technologien und Wirkungen von Pkw-Road Pricing im Vergleich, Wegener Zentrum für klima und Globalen Wandel Karl-Franzens-Universität, wissenschaftlicher Bericht Nr. 1-2005, Graz, Juni 2005.
- Trivector 2006:** Förändrade resvanor i Stockholms län: Effekter av Stockholmsförsöket, Studie im Auftrag von Miljöavgiftskansliet, Stockholms Stad, Stockholm, 2006.
- Vrtic M., C. Weis, P. Fröhlich, B. Bodenmann und A. Zeiler 2015:** Gesamtverkehrsmodell Kanton Zug, Amt für Raumplanung, Kanton Zug.
- VSS 2017:** SN 641 825, Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Bewertung der Zuverlässigkeit auf Nationalstrassen und Bemessungsempfehlungen für Nationalstrassen. Schweizer Norm des Schweizerischen Verbandes der Strassen und Verkehrsfachleute VSS, Zürich, 2017.
- Willumsen L. 2014:** Better Traffic and Revenue Forecasting, Maida Vale Press, London, Juli 2014.
- Wu N. 2000:** Verkehr auf Schnellstraßen im Fundamentaldiagramm - Ein neues Modell und seine Anwendungen, Straßenverkehrstechnik, Heft 8, 2000.

Annex

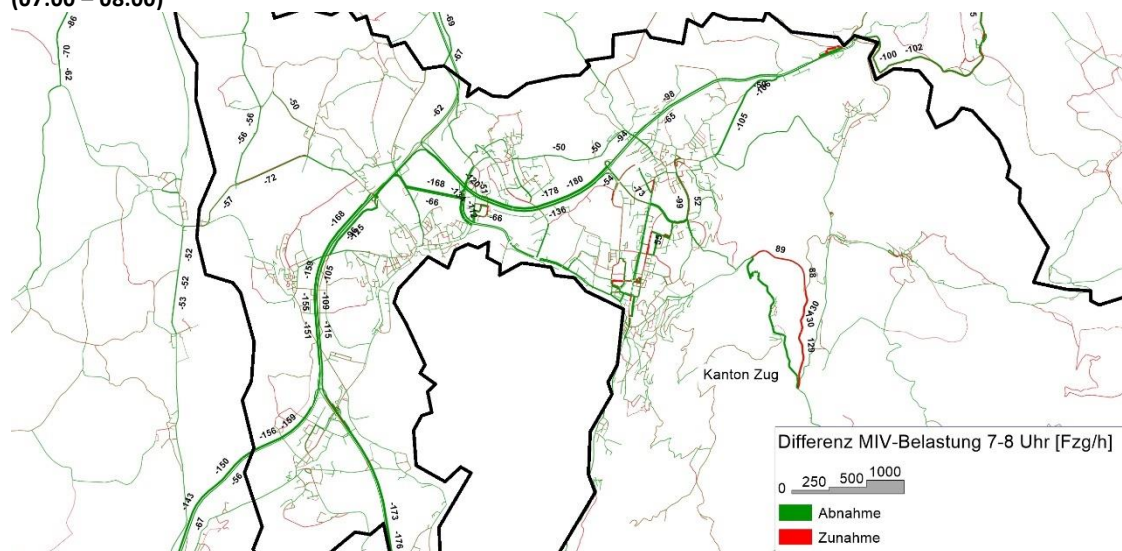
Annex A: Belastungsplots Streckenbelastungen

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Veränderungen der Netzbelastungen in den Spitzenzeiten sowie den Vor- und Nachgängerstunden für das Hauptszenario (Tarifsszenario 1b).

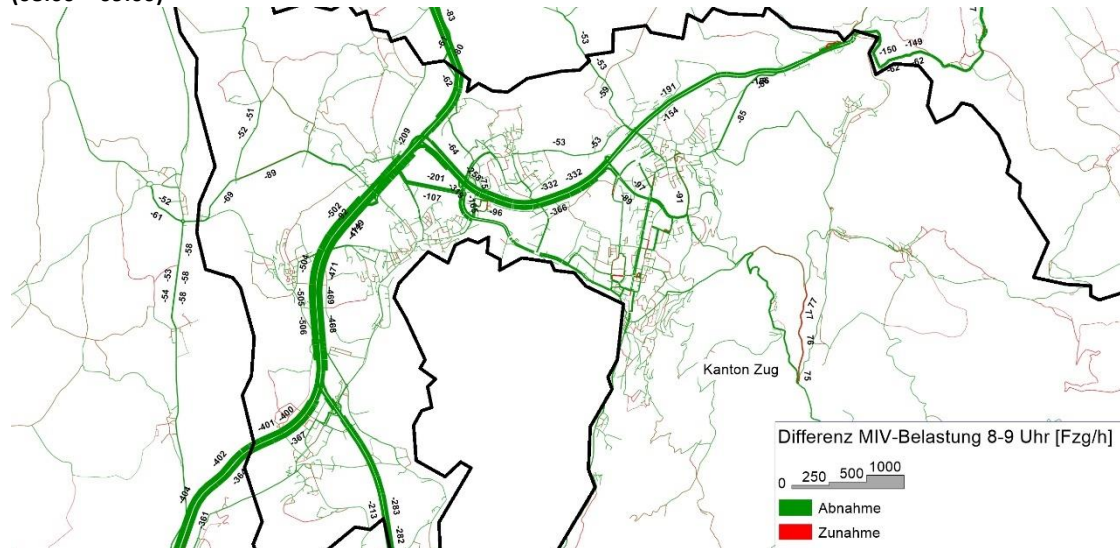
**Abbildung 98: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen
(06:00 – 07:00)**



**Abbildung 99: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen
(07:00 – 08:00)**



**Abbildung 100: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen
(08:00 – 09:00)**



**Abbildung 101: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen
(09:00 – 10:00)**

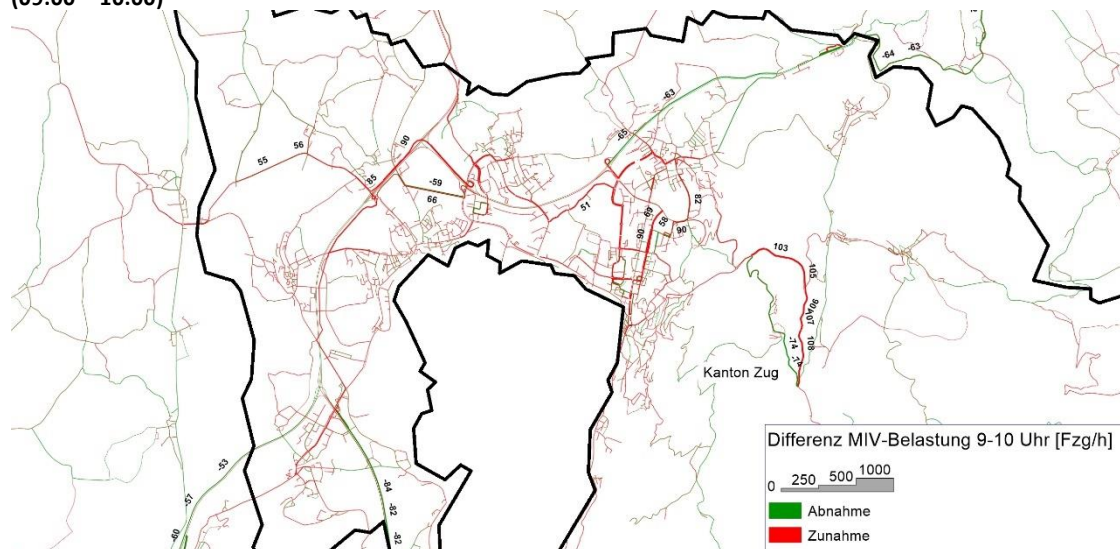


Abbildung 102: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen (16:00 – 17:00)

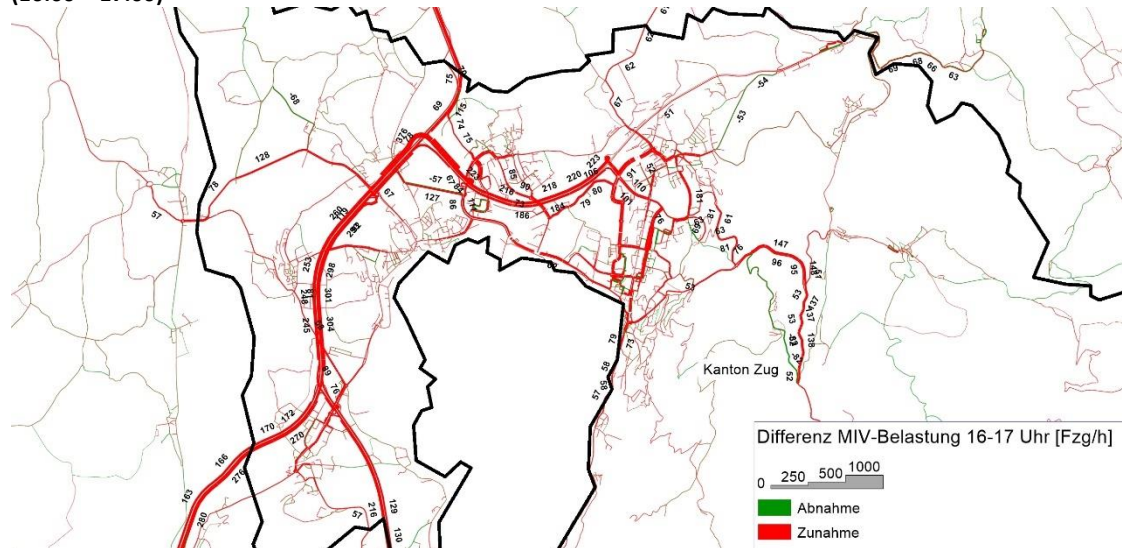


Abbildung 103: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen (17:00 – 18:00)

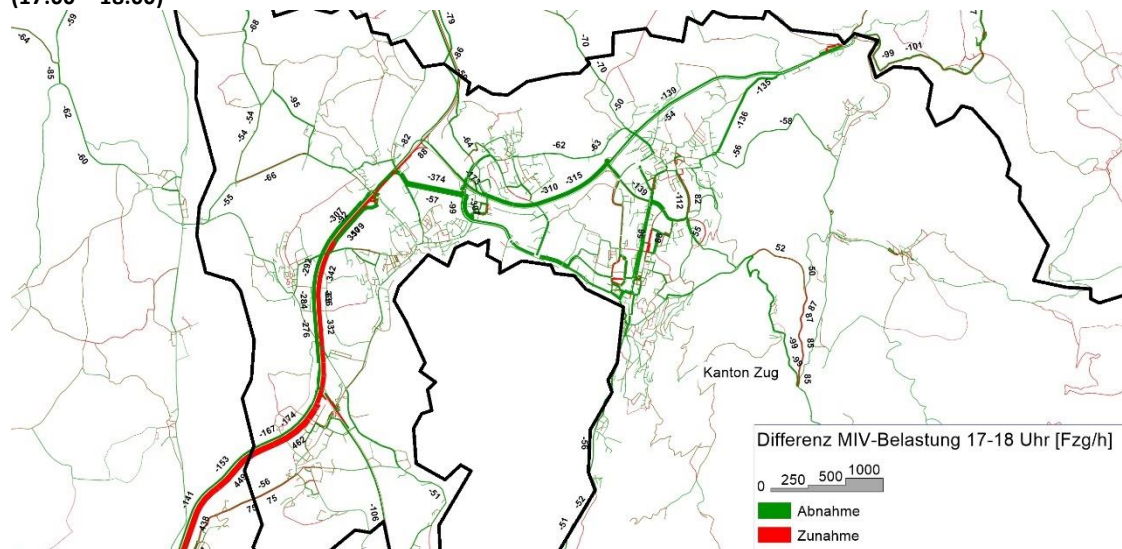


Abbildung 104: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen (18:00 – 19:00)

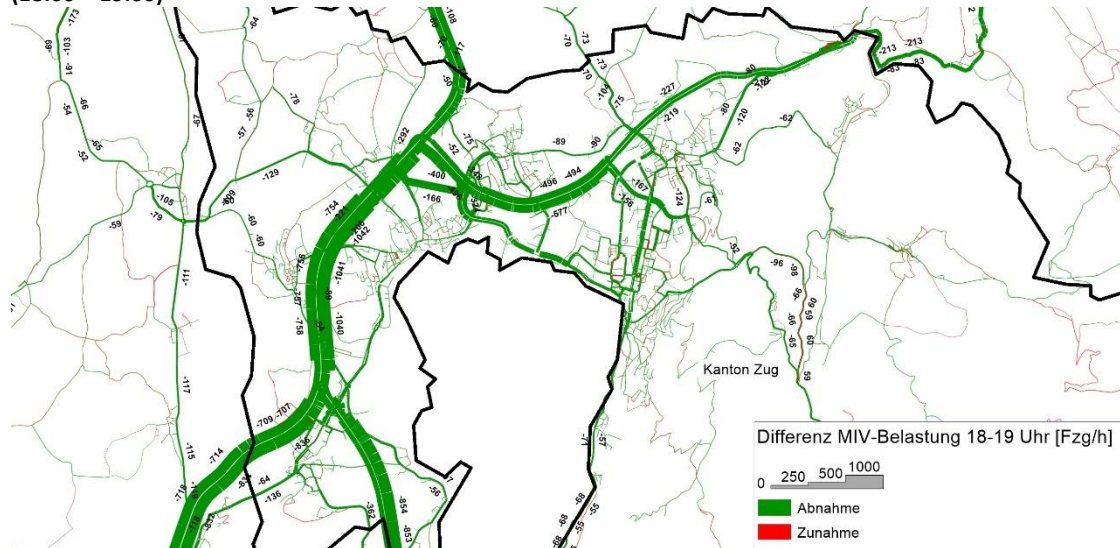
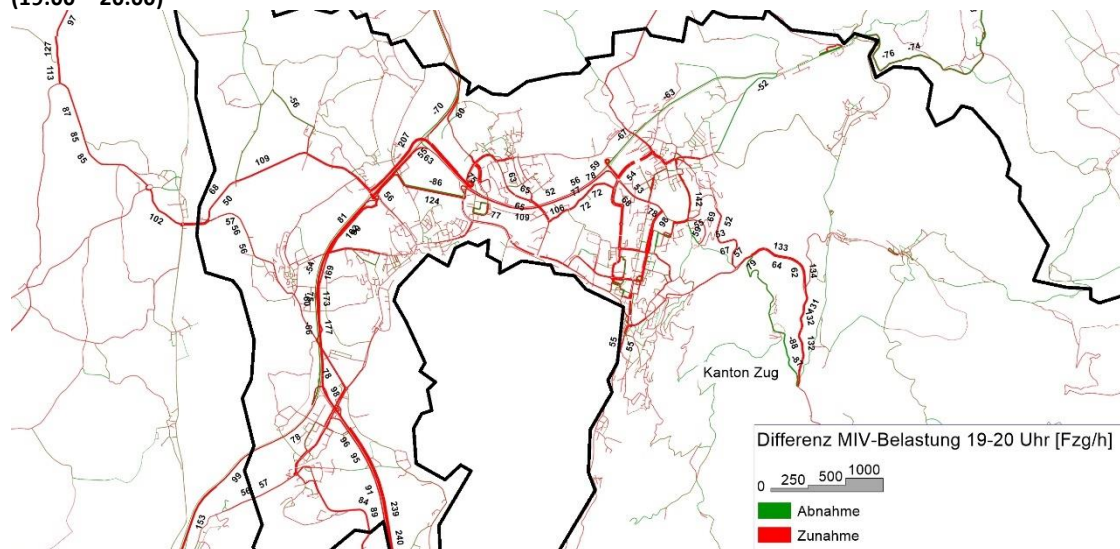
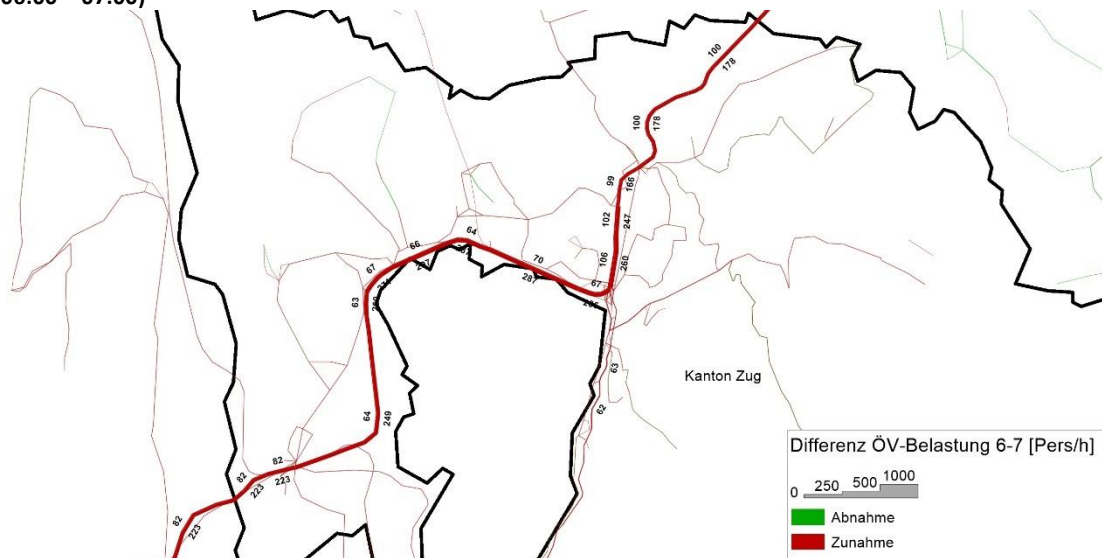


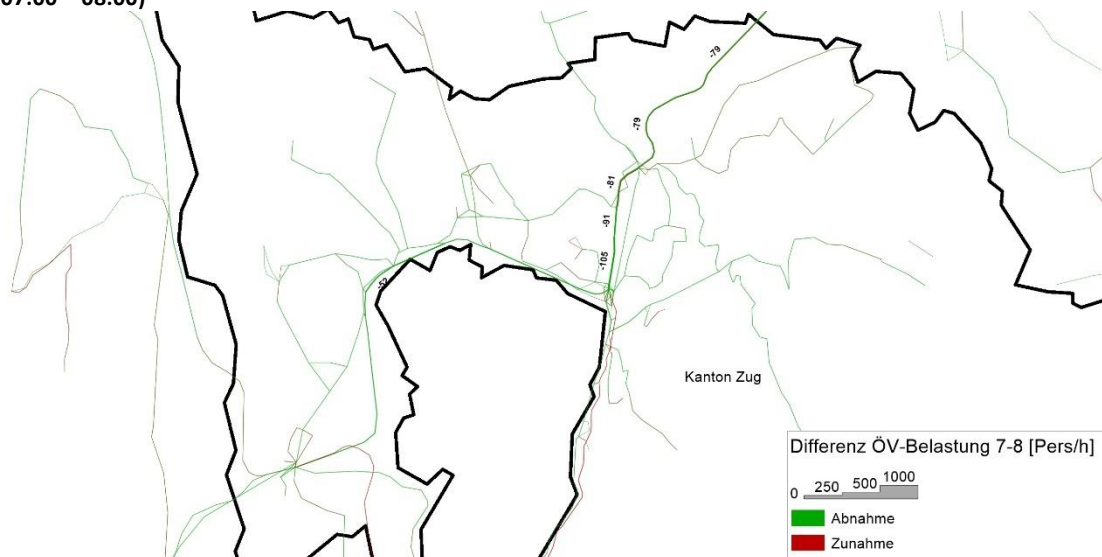
Abbildung 105: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der MIV-Streckenbelastungen (19:00 – 20:00)



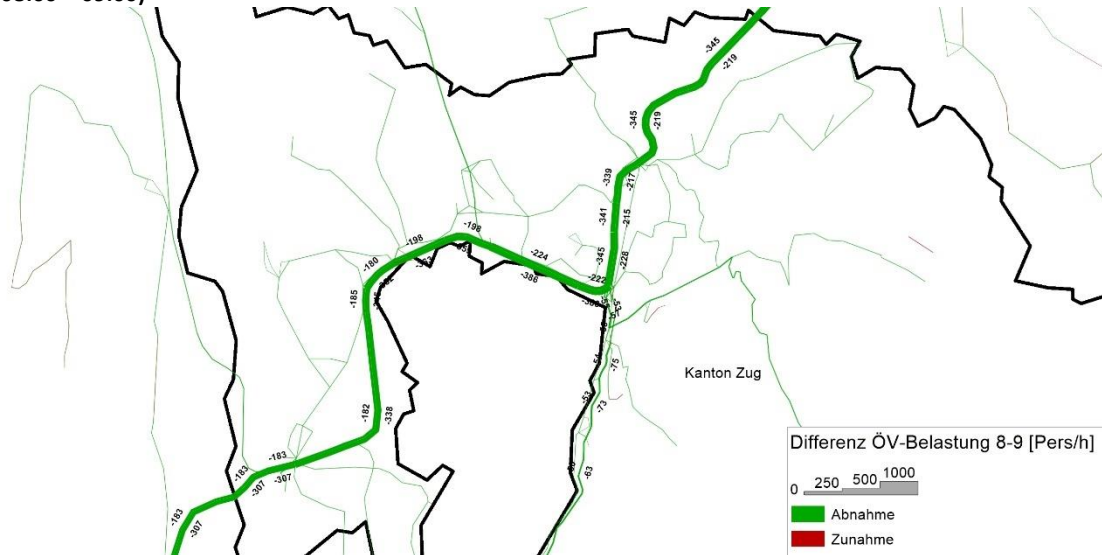
**Abbildung 106: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen
(06:00 – 07:00)**



**Abbildung 107: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen
(07:00 – 08:00)**



**Abbildung 108: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen
(08:00 – 09:00)**



**Abbildung 109: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen
(09:00 – 10:00)**

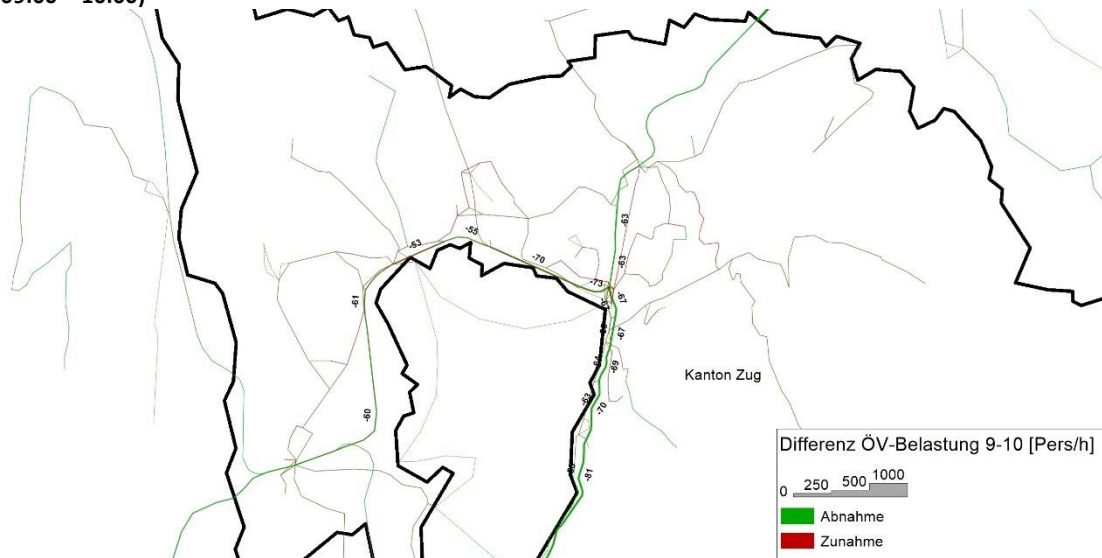


Abbildung 110: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen (16:00 – 17:00)

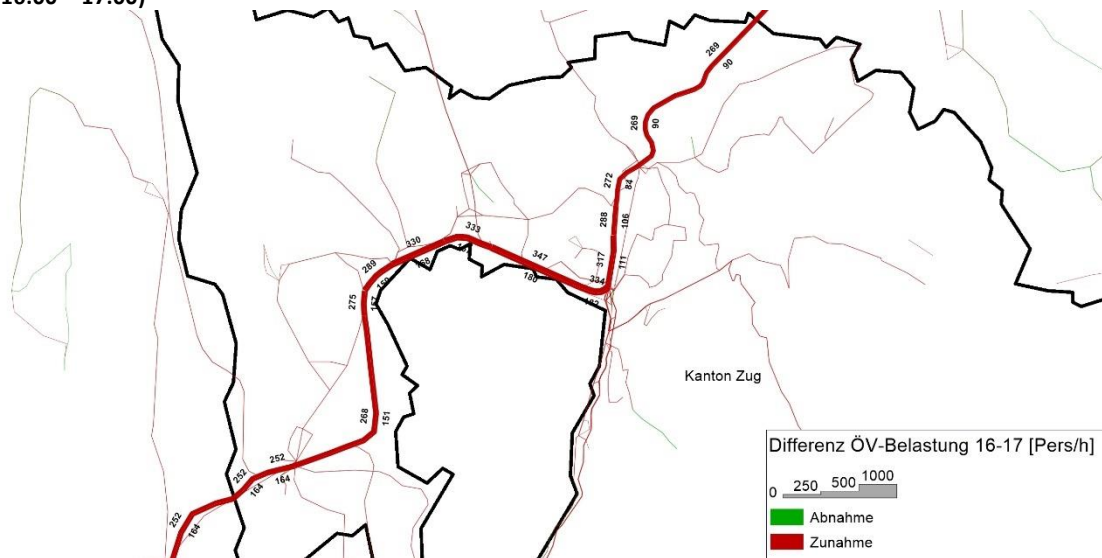
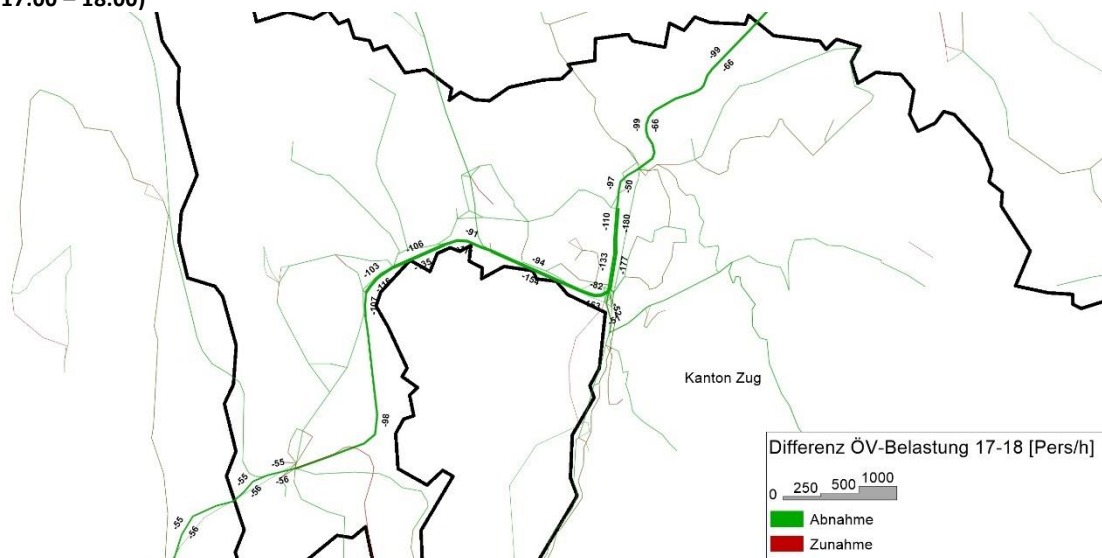
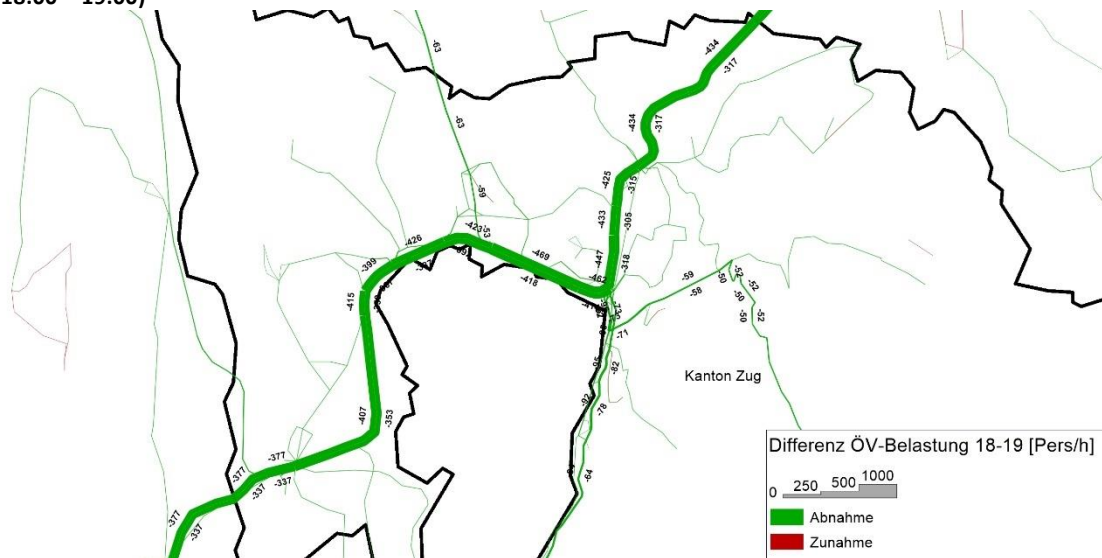


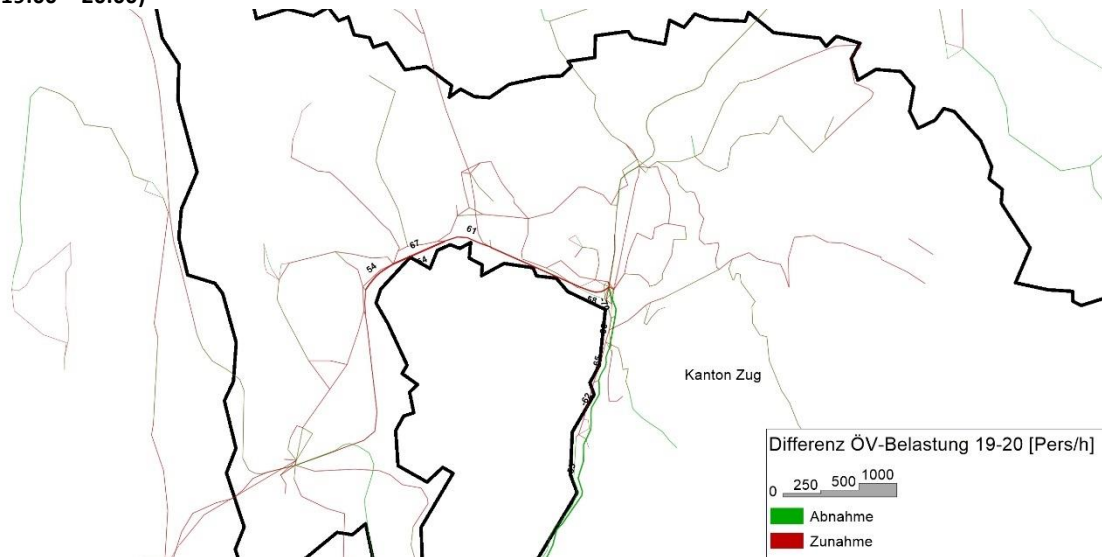
Abbildung 111: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen (17:00 – 18:00)



**Abbildung 112: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen
(18:00 – 19:00)**



**Abbildung 113: Vergleich Tarifszenario 1b vs. Referenz: Veränderung der ÖV-Streckenbelastungen
(19:00 – 20:00)**



Annex B: Personas – 11 Beispiele

Um die Aussagen anschaulicher zu machen, was Mobiltiy Pricing für einzelne Personen bedeuten könnte, wurden – ohne Anspruch auf Repräsentativität – 11 fiktive Personen mit unterschiedlichem Mobilitätsverhalten definiert.⁶⁶ Mit ihnen sollen die zentralen Auswirkungen leicht verständlich illustriert werden. Selbstredend können bei dieser Darstellung nicht alle Sachverhalte des wirklichen komplexen Lebens berücksichtigt werden, es handelt sich somit um eine vereinfachte Darstellung.

Bei der Bestimmung der finanziellen Auswirkungen des Hauptszenarios auf die einzelnen Personen resp. Haushalte werden die folgenden vereinfachenden Annahmen unterstellt:

- Es werden die im GVM ZG hinterlegten Kostensätze pro Kilometer für MIV und ÖV verwendet. Dadurch werden
 - im MIV für alle Fahrzeugtypen die gleichen variablen Kosten aus dem GVM ZG verwendet.
 - im ÖV die wegfallenden Fixkosten (z.B. Generalabonnement) nicht gesondert berücksichtigt, sondern als variable Kosten betrachtet (vgl. Kapitel 5.3).
- Pro Person werden jeweils spezifische Strecken für die Wegzwecke Arbeit, Einkauf und Freizeit unterstellt und analysiert, die im oder in der Nähe des SZP zurückgelegt werden. Hierbei wird das Verkehrsverhalten an Wochentagen berücksichtigt.⁶⁷
- Zudem wird den Personen eine individuelle MIV-Jahresdistanz hinterlegt. Hierbei haben wir uns an den in Abbildung 37 ausgewiesenen Werten aus dem MZMV (ARE und BFS 2017) sowie am Verkehrsverhalten der betrachteten Person orientiert. Für die restliche Jahresdistanz, die nach Abzug der differenziert ausgewiesenen Strecken verbleibt, wird angenommen, dass diese ausserhalb des SZP zurückgelegt wird (und somit zum Durchschnittstarif).
- Es wird davon ausgegangen, dass alle MIV-Nutzenden im Ausgangszustand über eine Autobahnvignette verfügen.
- Die Fahrzeuge der MIV-Nutzenden wurden anhand des Einkommens und des Mobilitätsverhaltens der betrachteten Personen gewählt. Bei Neuwagen wird von einem Abschreibungshorizont von 15 Jahren ausgegangen⁶⁸, bei den Occasion-Autos von 10 Jahren. Zur Vereinfachung wird eine lineare Abschreibung des Fahrzeugpreises unterstellt.
- Komforteffekte, welche sich beispielsweise aufgrund einer geringeren Auslastung des ÖV ergeben (weniger Dichtestress), können aus methodischen Gründen nicht quantifiziert werden

⁶⁶ Mit den Personas wird versucht, möglichst viele Facetten des täglichen Mobilitätsverhaltens abzubilden. In Bezug auf eine mögliche Gesamtaussage können die Personas jedoch nicht gleichgewichtet werden, da sie nicht gleichermassen repräsentativ sind.

⁶⁷ Bei der Auswahl der Personas wurde hauptsächlich auf erwerbstätige Personen fokussiert, welche für ihren Arbeitsweg in den Spitzenstunden resp. in den angrenzenden Randzeiten unterwegs sind. Daneben existieren aber gerade im Einkaufs- und Freizeitverkehr sehr viele Wege, die sich leicht in die Randzeit verschieben lassen und dadurch zu Kosteneinsparungen führen.

⁶⁸ Ecoplan (2018a), Berechnung der Verkehrsmittelkosten des motorisierten Strassenverkehrs, Statistik der Kosten und Finanzierung des Verkehrs, Studie im Auftrag des Bundesamtes für Statistik (BFS), S. 22.

und fließen daher nur qualitativ in die Bewertung ein. Gleiches gilt für die Zu- und Abgangszeiten im ÖV, welche sich z.B. aufgrund eines geringeren Fahrgastaufkommens verkürzen können.

- In den Beispielen wird unterstellt, dass sich das Verkehrsverhalten der beschriebenen Personen nicht ändert. Aufgrund des zusätzlichen «Kostendrucks», der durch das Mobility Pricing generiert wird, ist aber davon auszugehen, dass einige der Personas ihr Mobilitätsverhalten anpassen würden. Eine mögliche Anpassungsreaktion sind hierbei Abfahrtszeitverschiebungen, durch welche sich zusätzliche Kosten und Nutzen für die Verkehrsteilnehmenden ergeben (vgl. hierzu den Exkurs zur Abfahrtszeitverschiebung im Annex C, Kap. C.1.2).

Die einzelnen Personenbeispiele weisen den folgenden Aufbau auf:

1. Steckbrief, welcher über den Hintergrund der Person sowie ihr Verkehrsverhalten Auskunft gibt
2. Kartographische Abbildung der von der Person zurückgelegten Wege
3. Textliche Erläuterung des Verkehrsverhaltens der Person in Form einer Kurzgeschichte
4. Würdigung der finanziellen und zeitlichen Auswirkungen des Mobility Pricings (inkl. numerischer Übersicht)

Familie Döring

In einem ersten Schritt werden die drei Familienmitglieder der Familie Döring separat betrachtet. Darauf aufbauend wird in einem zweiten Schritt die finanzielle und zeitliche Gesamtwirkung des Mobility Pricings für die Familie bestimmt.

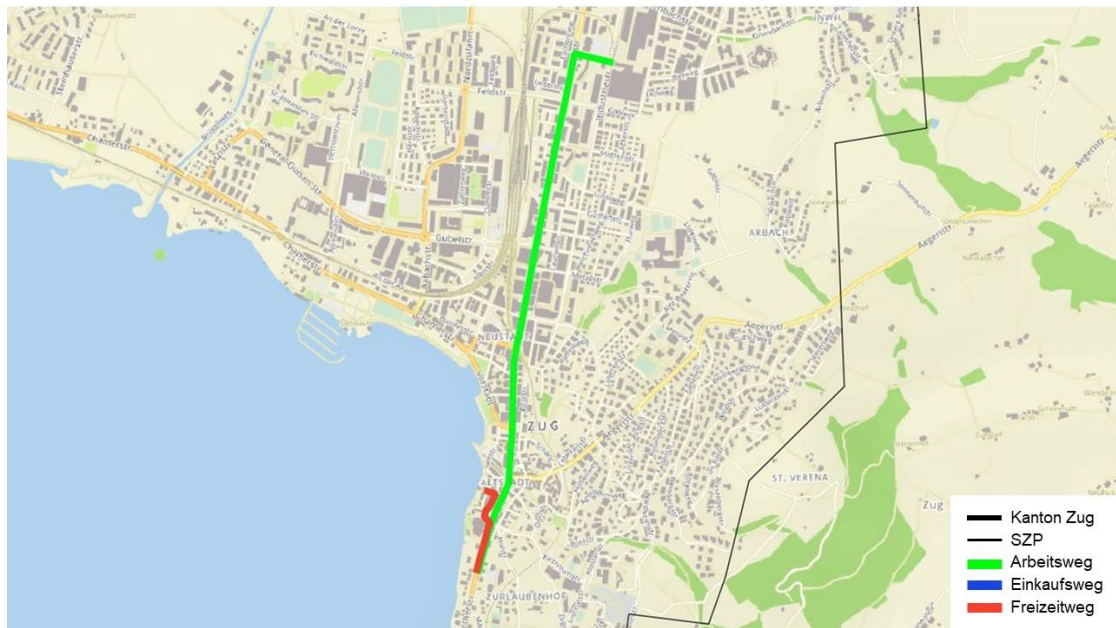
Peter Döring*Steckbrief*

Peter Döring	
Alter	52
Haushalt (<i>Familie</i>)	Ehepartnerin (Maria Döring) 1 Kind (Luca Döring)
Wohnort	Zug Casino
Raumtyp	Spitzenzeitenperimeter
Beruf	Mitglied der Geschäftsleitung
Berufliche Stellung	Arbeitnehmer in Unternehmensleitung
Branche des Arbeitgebers	Maschinenbau
Bildung	Universitätsabschluss Wirtschaftswissenschaften
Monatliches Einkommen	CHF 16'800
Monatliches Haushaltseinkommen	CHF 23'000
Stellenprozent	100%
Fahrzeug	Limousine der oberen Mittelklasse (CHF 60'000)

Wegzwecke		
Arbeit	Arbeitsort	6300 Zug
	Verkehrsmittel	E-Bike / Auto
	Frequenz	5x wöchentlich
	Flexibilität	hoch (GLAZ + lange Arbeitstage)
Einkauf	Ort	-
	Verkehrsmittel	-
	Frequenz	-
	Flexibilität	
Freizeit	Aktivität (Ort)	Essen gehen
	Verkehrsmittel	Zu Fuss / E-Bike
	Frequenz	2x wöchentlich
	Flexibilität	Hoch
Jahresdistanz mit MIV		6'000 km (hauptsächlich Freizeitverkehr)

Kartographische Abbildung der zurückgelegten Wege

Abbildung 114: Zurückgelegte Wege von Peter Döring



Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Open Street Map.

Kurzgeschichte / Hintergrund

Peter Döring (52) wuchs in Deutschland auf. Fürs Studium der Wirtschaftswissenschaften zog es ihn in die Schweiz an die Hochschule St. Gallen. Danach sammelte er in verschiedenen Finanzdienstleistungsunternehmen Berufserfahrung in der Strategieberatung im Raum Zürich und lernte währenddessen seine Frau Maria kennen. Vor 20 Jahren stieg er bei einem Maschinenbauunternehmen in Zug ein. Gleichzeitig zogen sie von Zürich in ein Haus, in der Nähe des Theaters Casino Zug. Peter konnte sich bis auf Stufe Geschäftsleitung hocharbeiten und trägt CHF 16'800 zum monatlichen Haushaltseinkommen von CHF 23'000 bei.

Peters Leben spielt sich in und um Zug ab. Wenn es das Wetter erlaubt (etwa zur Hälfte der Fälle), fährt er mit seinem E-Bike zu seinem Arbeitsplatz. Je nach Verkehr ist er so in 5 bis 15 Minuten bei der Arbeit. Bei Kälte und Nässe sowie für geschäftliche Termine auswärts, fährt Peter aber mit seiner Limousine der oberen Mittelklasse zur Arbeit. Peter ist selten zur Spitzenzeit unterwegs. Meistens ist er an vier Wochentagen vor 06:30 im Büro und schafft es nicht vor 19:00 aus dem Büro. Dadurch ist Peter im Schnitt ein Mal pro Woche mit seinem Auto zur Spitzenzeit unterwegs.

In seiner Freizeit geht er gerne mit seiner Frau in der Zuger Alt- oder Neustadt essen. Am liebsten benützt er hierzu sein E-Bike oder geht zu Fuss.

Würdigung der Auswirkungen

Nachfolgend werden die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen pro Monat aufgezeigt.

Abbildung 115: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Peter Döring

Wegzweck	Variable Kosten (in CHF)		Fahrzeit (in Minuten)	
	Referenzfall	Veränderung	Referenzfall	Veränderung
Arbeit	9.80	-0.40	185.5	+0.5
Einkauf	-	-	-	-
Freizeit	-	-	-	-
Total 1	9.80	-0.40	185.5	+0.5
Restliche Jahresdistanz		+4.40		
<u>Wegfall variabilisierte Fixkosten</u>				
Autobahnvignette		-3.30		
Automobilsteuer		-12.30		
Total 2		-11.60		
In % des Einkommens		-0.1%		
In % des Haushaltseinkommens		-0.1%		

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Auswertungen aus GVM ZG

Durch den Umstand, dass Peter für seinen kurzen Arbeitsweg nur jedes zweite Mal das Auto benutzt, wird er werktags kaum vom Mobility Pricing tangiert. Da er aber eine Limousine der oberen Mittelklasse mit einem Neuwert von CHF 60'000 fährt, profitiert er stark vom Wegfall der Automobilsteuer. Zudem weist er eine vergleichsweise tiefe Jahresdistanz mit dem MIV auf. So kann er die zusätzlich anfallenden Kosten (1 Rp / Fzkm) für seine restliche Jahresdistanz ausserhalb des SZP (Freizeitfahrten in die Berge) schon fast mit der monatlichen Einsparung für die Autobahnvignette decken. Insgesamt kann Peter durch die Systemumstellung monatlich kanpp 12 Franken einsparen, was aber lediglich 0.1% seines Einkommens entspricht.

Abbildung 116: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Peter Döring

	Weg 1		Weg 2	
	Zweck: Arbeit		Zweck: Freizeit	
	Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat	
	absolut	in %	absolut	in %
Total	40	100.0%	16	100.0%
PW Randzeit	16	40.0%		0.0%
PW MSP	2	5.0%		0.0%
PW ASP	2	5.0%		0.0%
ÖV Randzeit		0.0%		0.0%
ÖV MSP		0.0%		0.0%
ÖV ASP		0.0%		0.0%
LV, E-Bike	20	50.0%	16	100.0%

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung

Maria Döring*Steckbrief*

Maria Döring	
Alter	49
Haushalt (<i>Familie</i>)	Ehepartner (Peter Döring) 1 Kind (Luca Döring)
Wohnort	Zug Casino
Raumtyp	Spitzenzeitenperimeter
Beruf	Personalverantwortliche
Berufliche Stellung	Arbeitnehmende mit Vorgesetztenfunktion
Branche des Arbeitgebers	Organisationen der Kultur, Bildung, Wissenschaft und Forschung
Bildung	Höhere Fachschule: dipl. Personalleiterin
Monatliches Einkommen	CHF 6'200
Monatliches Haushaltseinkommen	CHF 23'000
Stellenprozent	80%
Fahrzeug	Teure Mini-Klasse (CHF 20'000)

Wegzwecke		
Arbeit	Arbeitsort	6003 Luzern
	Verkehrsmittel	Auto
	Frequenz	4x wöchentlich
	Flexibilität	Mittel (GLAZ, aber teils Termine frühmorgens)
Einkauf	Ort	Einkaufszentrum Zugerland
	Verkehrsmittel	Auto
	Frequenz	2x wöchentlich
	Flexibilität	Tief (geht nach Arbeit auf dem Weg nach Hause)
Freizeit	Aktivität (Ort)	Essen gehen
	Verkehrsmittel	Zu Fuss / E-Bike
	Frequenz	2x wöchentlich
	Flexibilität	Hoch
Jahresdistanz mit MIV		13'000 km (für Freizeitverkehr meist mit Peters Auto unterwegs)

An ihrem freien Tag bleibt Maria meist in Zug und kümmert sich um den Haushalt, damit sie das Wochenende mit ihrem Mann geniessen kann.

Würdigung der Auswirkungen

Nachfolgend werden die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen pro Monat aufgezeigt.

Abbildung 118: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Maria Döring

Wegzweck	Variable Kosten (in CHF)		Fahrtzeit (in Minuten)	
	Referenzfall	Veränderung	Referenzfall	Veränderung
Arbeit	116.90	+22.30	867.5	-11.5
Einkauf	42.20	+6.20	349.5	-6.0
Freizeit	-	-	-	-
Total 1	159.10	+28.50	1'217.0	-17.0
Restliche Jahresdistanz		+1.50		
<u>Wegfall variabilisierte Fixkosten</u>				
Autobahnvignette		-3.30		
Automobilsteuer		-4.10		
Total 2		+22.60		
In % des Einkommens		+0.4%		
In % des Haushaltseinkommens		+0.1%		

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Auswertungen aus GVM ZG

Die Einführung der km-Abgabe hat für Maria im Vergleich zu ihrem Ehemann erhebliche finanzielle und zeitliche Auswirkungen. Die Kosten für ihre Arbeits- und Einkaufswege steigen um rund 29 Franken pro Monat, dafür benötigt sie im Durchschnitt rund 17 Minuten weniger für die zurückgelegten Strecken und sie profitiert von einer höheren Zuverlässigkeit (Stabilität des Strassennetzes) zu den Spitzenzeiten. Zudem kann sie aufgrund des Wegfalls der Autobahnvignette und der Automobilsteuer gut 7 Franken pro Monat einsparen. Insgesamt resultieren aber dennoch Mehrkosten von monatlich fast 23 Franken, was rund einem halben Prozent ihres Einkommens entspricht.

Abbildung 119: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Maria Döring

	Weg 1		Weg 2		Weg 3		Weg 4	
	Zweck: Arbeit		Zweck: Einkauf		Zweck: Einkauf		Zweck: Freizeit	
	Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
Total	24	100.0%	8	100.0%	8	100.0%	16	100.0%
PW Randzeit	12	50.0%	4	50.0%	4	50.0%		0.0%
PW MSP	8	33.3%		0.0%		0.0%		0.0%
PW ASP	4	16.7%	4	50.0%	4	50.0%		0.0%
ÖV Randzeit		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%
ÖV MSP		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%
ÖV ASP		0.0%		0.0%		0.0%		0.0%
LV, E-Bike		0.0%		0.0%		0.0%	16	100.0%

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung

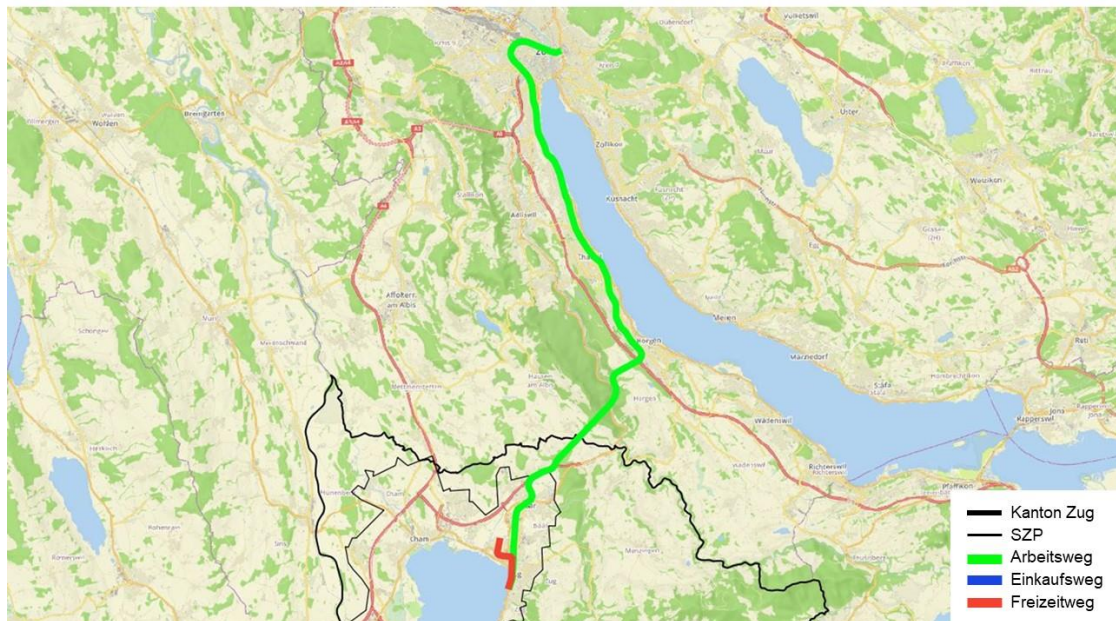
Luca Döring

Steckbrief

Luca Döring		Wegzwecke	
Alter	20	Arbeit	Arbeitsort 8092 Zürich
Haushalt (Familie)	Eltern (Maria und Peter Döring)		Verkehrsmittel ÖV (Zug, Tram)
Wohnort	Zug Casino		Frequenz 5x wöchentlich
Raumtyp	Spitzenzeitenperimeter		Flexibilität Mittel (an 3 Morgen und 2 Abenden VL zu HVZ)
Beruf	Student Maschinenbau im 3. Semester	Einkauf	Ort -
Berufliche Stellung	Ohne		Verkehrsmittel -
Branche des Arbeitgebers	Eidgenössische Technische Hochschule		Frequenz -
Bildung	Matura		Flexibilität -
Monatliches Einkommen	CHF 750 (Taschengeld)	Freizeit	Aktivität (Ort) Training FC Zug 94
Monatliches Haushaltseinkommen	CHF 23'000		Verkehrsmittel ÖV
Stellenprozent	100%		Frequenz 2x wöchentlich
			Flexibilität Tief (fixe Trainingszeiten)

Kartographische Abbildung der zurückgelegten Wege

Abbildung 120: Zurückgelegte Wege von Luca Döring



Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Open Street Map.

Kurzgeschichte/Hintergrund

Luca Döring (20) studiert im 3. Semester Maschinenbau an der ETH Zürich. Er lebt mit seinen Eltern Peter und Maria in Zug (Nähe Theater Casino Zug). Da er durch seinen Verein und andere Aktivitäten in Zug verwurzelt ist, ist für ihn kein Wohnortwechsel angedacht. So pendelt er jeden Werktag von Zug nach Zürich mit Zug und Tram. Je nach Verbindung hat er zwischen 45 und 60 Minuten pro Strecke. An drei Morgen und an zwei Abenden sind seine Vorlesungen so gelegt, dass er in der Spitzenzeit unterwegs ist. Dies findet er sehr nervenaufreibend – insbesondere den feierabendlichen Zürcher Stadtverkehr mag er gar nicht.

Zweimal in der Woche trainiert Luca beim Fussballverein Zug 94 in der Hertiallmennd Zug. Die fixen Trainingszeiten sind so gelegt, dass er mit dem Öffentlichen Verkehr prompt wieder in der Spitzenzeit unterwegs ist. Dies stört ihn allerdings nicht so sehr, da die Strecke deutlich kürzer ist und er eine grössere Motivation verspürt ins Training zu gehen, als zur Uni zu fahren.

Luca erhält von seinen Eltern CHF 750 als Taschengeld. Damit muss er sich das Mittagessen in Zürich sowie Kleider kaufen. Über den Rest darf er verfügen wie er will, sei es für den Ausgang, Skitickets oder was auch immer.

Würdigung der Auswirkungen

Nachfolgend werden die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen pro Monat aufgezeigt.

Abbildung 121: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Luca Döring

Wegzweck	Variable Kosten (in CHF)		Fahrtzeit (in Minuten)	
	Referenzfall	Veränderung	Referenzfall	Veränderung
Arbeit	279.60	+6.70	2'265.5	-
Einkauf	-	-	-	-
Freizeit	6.20	+3.30	297.0	-
Total	285.80	+9.90	2'562.5	-
In % des Einkommens		+1.3%		
In % des Haushaltseinkommens		+0.0%		

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Auswertungen aus GVM ZG

Da Luca auf dem Weg zur Uni und zum Fussballtraining oft in der Spitzenzeit unterwegs ist, steigen seine Mobilitätskosten um fast 10 Franken pro Monat – dies entspricht mehr als 1% seines Taschengeldes. Weil Luca ausschliesslich mit dem öffentlichen Verkehr unterwegs ist, kann er zwar nicht von kürzeren Reisezeiten profitieren, dafür erhöht sich aber sein Komfort zur Spitzenzeit. Dies weil aufgrund des Mobility Pricings das Fahrgastaufkommen abnimmt (insbesondere im Raum Zug) und Luca in Bus und Zug nun mehr Platz vorfindet.

Abbildung 122: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Luca Döring

	Weg 1		Weg 2	
	Zweck: Arbeit		Zweck: Freizeit	
	Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat	
	absolut	in %	absolut	in %
Total	40	100.0%	16	100.0%
PW Randzeit		0.0%		0.0%
PW MSP		0.0%		0.0%
PW ASP		0.0%		0.0%
ÖV Randzeit	20	50.0%		0.0%
ÖV MSP	12	30.0%		0.0%
ÖV ASP	8	20.0%	16	100.0%
LV, E-Bike		0.0%		0.0%

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung

Würdigung der Auswirkungen

Nachfolgend werden die aggregierten finanziellen und zeitlichen Auswirkungen pro Monat für die Familie Döring aufgezeigt.

Abbildung 123: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für die Familie Döring

Wegzweck	Variable Kosten (in CHF)		Fahrzeit (in Minuten)	
	Referenzfall	Veränderung	Referenzfall	Veränderung
Arbeit	406.30	+28.60	3'319.0	-11.0
Einkauf	42.20	+6.20	349.5	-6.0
Freizeit	6.20	+3.30	297.0	-
Total 1	454.80	+38.10	3'965.0	-16.5
Restliche Jahresdistanz	-	+5.90	-	-
<u>Wegfall variabilisierte Fixkosten</u>				
Autobahnvignette	-	-6.60	-	-
Automobilsteuer	-	-16.40	-	-
Total 2		+21.00		
In % des Haushaltseinkommens		+0.1%		

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Auswertungen aus GVM ZG

Maria und Luca müssen durch das Mobility Pricing mehr bezahlen, Peter etwas weniger. Während die Mobilitätskosten der Familie aufgrund des Mobility Pricings um etwas mehr als 20 Franken pro Monat steigen, profitiert sie monatlich von einem Reisezeitgewinn von gut einer Viertelstunde. Gemessen am relativ hohen Haushaltseinkommen von CHF 23'000 beträgt die finanzielle Zusatzbelastung 0.1%.

Verena Müller

Steckbrief

Verena Müller	
Alter	67
Haushalt (<i>Familie</i>)	Verwitwet (3 Kinder und 2 Enkel)
Wohnort	Hünenberg, Dorf
Raumtyp	Spitzenzeitenperimeter
Beruf	Kauffrau
Berufliche Stellung	Rentnerin
Branche des Arbeitgebers	-
Bildung	Eidgenössisches Fähigkeitszeugnis Kauffrau
Monatliches Einkommen	CHF 4'500 (Rente)
Monatliches Haushaltseinkommen	CHF 4'500
Stellenprozent	-
Fahrzeug	Kleinwagen (CHF 25'000)

Wegzwecke		
Arbeit	Arbeitsort	Zug Fridbach (Babysitting)
	Verkehrsmittel	Auto
	Frequenz	2x wöchentlich
Einkauf	Flexibilität	Tief (gebunden an Arbeitszeit der Tochter und Schwiegersohn)
	Ort	Coop, Hünenberg
	Verkehrsmittel	Zu Fuss
Freizeit	Frequenz	3x wöchentlich
	Flexibilität	hoch
	Aktivität (Ort)	Spazieren (Vilette Park Cham)
Jahresdistanz mit MIV	Verkehrsmittel	Auto
	Frequenz	3x wöchentlich
	Flexibilität	hoch
Jahresdistanz mit MIV		6'500 km

Kartographische Abbildung der zurückgelegten Wege

Abbildung 124: Zurückgelegte Wege von Verena Müller



Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Open Street Map.

Kurzgeschichte / Hintergrund

Verena Müller ist 67 Jahre alt und geniesst den verdienten Ruhestand. Zusammen mit ihrem Mann hat sie drei Kinder grossgezogen: Felix (39), Silvia (35) und Max (33). Nebenbei führte sie die Buchhaltung eines kleinen Unternehmens. Aufgewachsen ist Verena in Rothenburg, Luzern. Später ist sie ins Dorfzentrum von Hünenberg gezogen. Leider verstarb ihr Mann Fritz kurz vor seiner Pension.

Verena Müller ist sehr aktiv und unternimmt viel. Mit ihrem silbernen Kleinwagen ist sie flexibel unterwegs. Gerne fährt sie an den Zugersee für ausgiebige Spaziergänge.

Ihr ganzer Stolz sind ihre zwei Enkelkinder Severin (3) und Jelena (2). Zweimal in der Woche, jeden Montag und Dienstag, hütet sie die Kinder ihrer Tochter Silvia in Zug Fridbach. Silvia arbeitet währenddessen als Primarlehrerin in Unterägeri von 07:30 bis 16:00. Da Verena sich gerne mit ihrer Tochter austauscht, bleibt sie oft zum Abendessen. So ist sie meistens morgens und abends zur Spitzenzeit unterwegs.

Verena Müller verfügt über eine monatliche Rente von 4'500 CHF. So kommt sie gut über die Runden. Nachdem die Kinder ausgezogen sind, hat sie das Haus verkauft und ist in eine schöne Zweizimmerwohnung, unweit davon, eingezogen. Besonders schätzt sie, dass sie zu Fuss im Coop Hünenberg einkaufen gehen kann. Das Sortiment ist zwar klein, sie findet jedoch

alles, was sie zum alltäglichen Leben braucht. Bis zu dreimal in der Woche geht sie in den Coop, damit sie stets frisches Obst und Gemüse zu Hause hat. Zudem schätzt sie es, immer wieder bekannte Gesichter für einen kurzen Austausch zu treffen.

Würdigung der Auswirkungen

Nachfolgend werden die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen pro Monat aufgezeigt.

Abbildung 125: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Verena Müller

Wegzweck	Variable Kosten (in CHF)		Fahrzeit (in Minuten)	
	Referenzfall	Veränderung	Referenzfall	Veränderung
Arbeit	29.10	+21.30	394.0	-16.0
Einkauf	-	-	-	-
Freizeit	13.00	-3.40	229.5	+1.0
Total 1	42.10	+17.90	624.0	-15.0
Restliche Jahresdistanz		+3.10		
<u>Wegfall variabilisierte Fixkosten</u>				
Autobahnvignette		-3.30		
Automobilsteuer		-5.10		
Total 2		+12.60		
In % des Einkommens		+0.3%		
In % des Haushaltseinkommens		+0.3%		

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Auswertungen aus GVM ZG

Auf dem Weg zum Babysitting ist Verena Müller zur Spitzenzeit im Spitzenzeitenperimeter unterwegs, wodurch ihre Wegkosten im Mobility-Pricing-Fall um monatlich rund 18 Franken ansteigen. Demgegenüber kann sie aber eine Viertelstunde an Fahrzeit einsparen und profitiert vom Wegfall der Autobahnvignette und der Automobilsteuer. Insgesamt muss Verena Müller pro Monat rund 13 Franken mehr für ihre Mobilität bezahlen – dies entspricht 0.3% ihrer Rente.

Abbildung 126: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Verena Müller

	Weg 1		Weg 2		Weg 3	
	Zweck: Arbeit		Zweck: Einkauf		Zweck: Freizeit	
	Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
Total	16	100.0%	24	100.0%	24	100.0%
PW Randzeit		0.0%		0.0%	24	100.0%
PW MSP	8	50.0%		0.0%		0.0%
PW ASP	8	50.0%		0.0%		0.0%
ÖV Randzeit		0.0%		0.0%		0.0%
ÖV MSP		0.0%		0.0%		0.0%
ÖV ASP		0.0%		0.0%		0.0%
LV, E-Bike		0.0%	24	100.0%		0.0%

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung

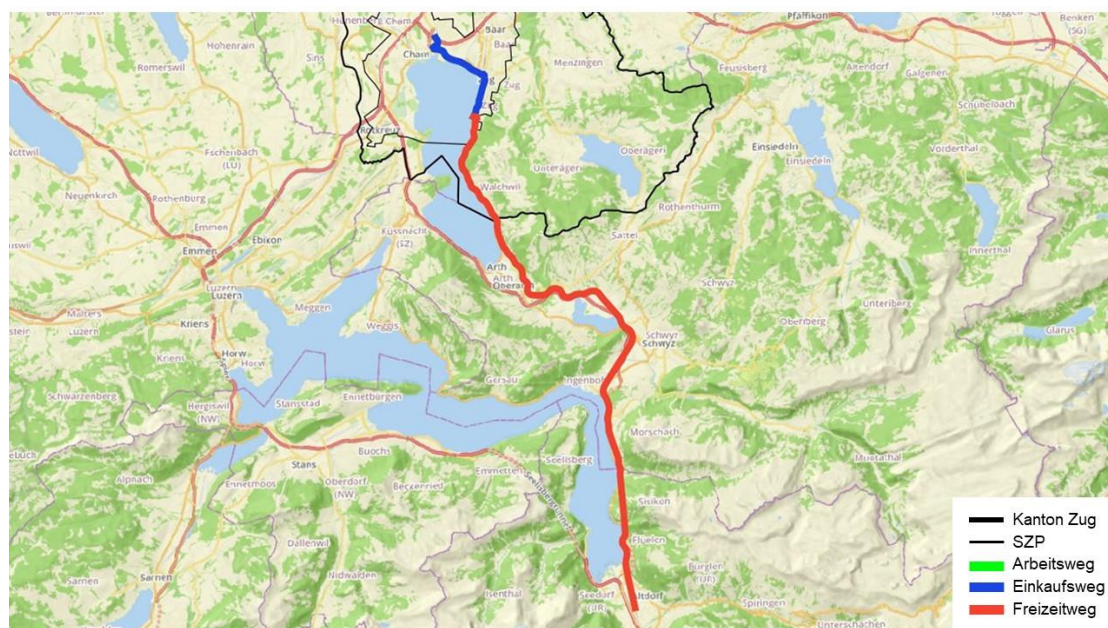
Hans Schmid

Steckbrief

Hans Schmid			Wegzwecke		
Alter	65		Arbeit	Arbeitsort	-
Haushalt (Familie)	Ehepartnerin (2 Kinder)			Verkehrsmittel	-
Wohnort	Zug Oberwil			Frequenz	-
Raumtyp	Spitzenzeitenperimeter			Flexibilität	-
Beruf	Geschäftsinhaber KMU		Einkauf	Ort	Einkaufscenter Zugerland
Berufliche Stellung	Rentner			Verkehrsmittel	Auto
Branche des Arbeitgebers	-			Frequenz	1x wöchentlich
Bildung	Eidgenössisches Fähigkeitszeugnis Schreiner			Flexibilität	hoch
Monatliches Einkommen	CHF 3'500 (Rente)		Freizeit	Aktivität (Ort)	Wandern (Kanton Uri / Altdorf)
Monatliches Haushaltseinkommen	CHF 7'000			Verkehrsmittel	ÖV
Stellenprozent	-			Frequenz	1x wöchentlich
				Flexibilität	Hoch
Fahrzeug	Günstiger Geländewagen (CHF 25'000)		Jahresdistanz mit MIV	3'500 km (für den Freizeitverkehr meist mit dem ÖV unterwegs)	

Kartographische Abbildung der zurückgelegten Wege

Abbildung 127: Zurückgelegte Wege von Hans Schmid



Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Open Street Map.

Kurzgeschichte/Hintergrund

Hans Schmid (65) ist frisch pensioniert und konnte die Geschäftsleitung seines Schreinereibetriebs seiner Tochter Karin (33) übergeben. Auch seine Frau Marianne hat sich aus dem Geschäft zurückgezogen, und sie freuen sich auf die neu zur Verfügung stehende, gemeinsame Zeit. Im Besonderen hat sie die Nachricht beglückt, dass das erste Enkelkind von ihrem Sohn Markus (36) und ihrer Schwiegertochter Klara unterwegs ist.

Hans und seine Frau Marianne leben in Zug Oberwil, im Haus in welchem sie auch ihre zwei Kinder grossgezogen haben. Hans hat ein monatliches Einkommen von CHF 3'500, seine Frau erhält die andere Hälfte der Rente.

Jeden Donnerstag machen Hans und Marianne einen Wocheneinkauf im Einkaufscenter Zugerland mit ihrem Geländewagen. Meistens essen sie vor dem Grosseinkauf im Migros Restaurant zu Mittag oder, wenn es etwas später wird, Kaffee und Kuchen im Café Bachmann. Sie schaffen es aber eigentlich immer vor der Spitzenzeit zurück nach Hause.

Hans und Marianne sind noch sehr fit. Jeden Dienstag machen sie eine grössere Wanderung. Damit ihre Wanderungen nicht denselben Ausgangs- und Endpunkt haben müssen, nutzen sie den öffentlichen Verkehr. Ihre liebsten Wanderziele liegen im Kanton Uri. Hans und Ma-

rienne machen sich aufgrund des geringeren Fahrgastaufkommens meistens erst nach der Morgenspitze auf den Weg zu ihren Wanderzielen. Sie haben aber gerne genügend Zeit für ihre Touren und machen ausgedehnte Pausen. So sind sie im Normalfall auch am Abend erst nach der Spitzenzeit wieder im Zug anzutreffen.

Würdigung der Auswirkungen

Nachfolgend werden die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen pro Monat aufgezeigt.

Abbildung 128: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Hans Schmid

Wegzweck	Variable Kosten (in CHF)		Fahrtzeit (in Minuten)	
	Referenzfall	Veränderung	Referenzfall	Veränderung
Arbeit	-	-	-	-
Einkauf	9.90	-2.50	149.0	+3.0
Freizeit	57.50	-1.70	538.0	-
Total 1	67.40	-4.20	687.0	+3.0
Restliche Jahresdistanz		+2.30		
<u>Wegfall variabilisierte Fixkosten</u>				
Autobahnvignette		-3.30		
Automobilsteuer		-5.10		
Total 2		-10.30		
In % des Einkommens		-0.3%		
In % des Haushaltseinkommens		-0.1%		

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Auswertungen aus GVM ZG

Der Rentner Hans Schmid ist vom Mobility Pricing so gut wie gar nicht betroffen resp. er kann der Spitzenzeitentartifizierung aufgrund seiner hohen zeitlichen Flexibilität nahezu perfekt ausweichen. Seine Einkaufsfahrten mit seinem Geländewagen finden fast immer zur Randzeit statt und auch bei den gemeinsamen Wanderausflügen mit seiner Frau kann er der Spitzenzeit ausweichen. Da Hans sowohl von seinen Fahrten zur Randzeit als auch vom Wegfall der variabilisierten Fixkosten profitiert, kann er – trotz der eher tiefen Jahresdistanz – monatlich gut 10 Franken einsparen.

Abbildung 129: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Hans Schmid

	Weg 1		Weg 2	
	Zweck: Einkauf		Zweck: Freizeit	
	Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat	
	absolut	in %	absolut	in %
Total	8	100.0%	8	100.0%
PW Randzeit	8	100.0%		0.0%
PW MSP		0.0%		0.0%
PW ASP		0.0%		0.0%
ÖV Randzeit		0.0%	8	100.0%
ÖV MSP		0.0%		0.0%
ÖV ASP		0.0%		0.0%
LV, E-Bike		0.0%		0.0%

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung

Sandro Kälin

Steckbrief

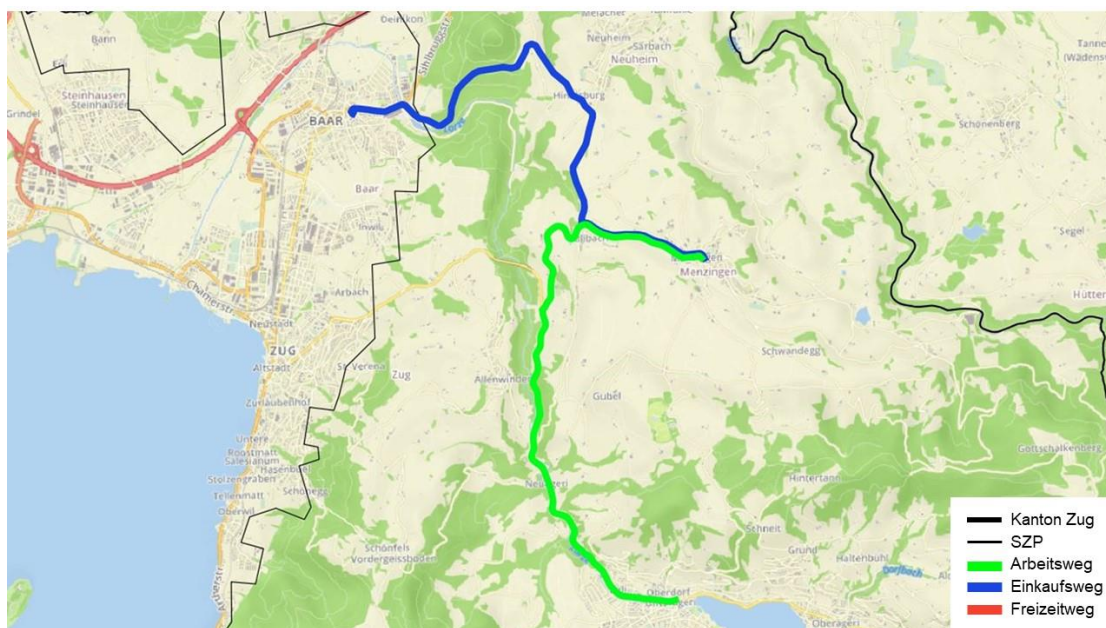
Sandro Kälin	
Alter	37
Haushalt (<i>Familie</i>)	Ehepartnerin (3 Kinder)
Wohnort	Menzingen, Post
Raumtyp	Restl. Untersuchungsgebiet
Beruf	Verkäufer
Berufliche Stellung	Arbeitnehmender ohne Vorgesetztenfunktion
Branche des Arbeitgebers	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln
Bildung	Eidgenössisches Fähigkeitszeugnis Detailhandelsfachmann
Monatliches Einkommen	CHF 1'600
Monatliches Haushaltseinkommen	CHF 6'900
Stellenprozent	40%
Fahrzeug	Günstiger Kleinwagen (CHF 20'000)

Wegzwecke

Arbeit	Arbeitsort	6314 Unterägeri
	Verkehrsmittel	Auto
	Frequenz	2x wöchentlich
	Flexibilität	Tief (Ladenöffnungszeiten)
Einkauf	Ort	Aldi Baar
	Verkehrsmittel	Auto
	Frequenz	1x wöchentlich
	Flexibilität	Hoch
Freizeit	Aktivität (Ort)	-
	Verkehrsmittel	-
	Frequenz	-
	Flexibilität	-
Jahresdistanz mit MIV		4'000 km (für den Freizeitverkehr meist mit dem Auto der Frau unterwegs)

Kartographische Abbildung der zurückgelegten Wege

Abbildung 130: Zurückgelegte Wege von Sandro Kälin



Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Open Street Map.

Kurzgeschichte/Hintergrund

Sandro Kälin (37) wohnt mit seiner Frau Anita und ihren drei Kindern Liam (5), Luana (3) und Diego (2) in einer Mietwohnung in Menzingen, gleich auf dem Dorfplatz. Seine Frau arbeitet in einem 100%-Pensum als Gipserin und verdient CHF 5'300 im Monat. Um das Haushaltseinkommen aufzubessern arbeitet der gelernte Detailhandelsfachmann am Dienstag und Freitag als Verkäufer in einer Bäckerei. Dabei verdient er CHF 1'600. Am Dienstag hüten Sandros Eltern die Kinder und am Freitag Anitas Mutter.

Sandro hatte Mühe eine Stelle in der näheren Umgebung zu finden. Deshalb nahm er die Stelle in einer Bäckerei in Unterägeri dankend an. Neben Anitas grösserem Geschäftsauto der unteren Mittelklasse, besitzt die Familie einen Kleinwagen. Er fährt zwar in der typischen Zuger Spitzenzeit, da die Bäckerei normale Ladenöffnungszeiten hat, kann aber den Spitzenzeitenperimeter umfahren.

Jeweils am Mittwochvormittag unternimmt Sandro einen Wocheneinkauf mit den Kindern in Baar.

Würdigung der Auswirkungen

Nachfolgend werden die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen pro Monat aufgezeigt.

Abbildung 131: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Sandro Kälin

Wegzweck	Variable Kosten (in CHF)		Fahrtzeit (in Minuten)	
	Referenzfall	Veränderung	Referenzfall	Veränderung
Arbeit	24.00	+1.40	270.5	-5.0
Einkauf	11.60	+0.20	122.5	+0.5
Freizeit	-	-	-	-
Total 1	35.60	+1.70	393.0	-4.5
Restliche Jahresdistanz		+1.30		
<u>Wegfall variabilisierte Fixkosten</u>				
Autobahnvignette		-3.30		
Automobilsteuer		-4.10		
Total 2		-4.40		
In % des Einkommens		-0.3%		
In % des Haushaltseinkommens		-0.1%		

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Auswertungen aus GVM ZG

Weil Sandros Arbeitsweg komplett ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters liegt und er auch den Wocheneinkauf ausserhalb der Spitzenzeit absolviert, wird er bei seinen Werktagsfahrten aus finanzieller Sicht kaum vom Mobility Pricing tangiert. Er profitiert jedoch vom geringeren Verkehrsaufkommen in der Nähe des Spitzenzeitenperimeters zur Spitzenzeit und kann deshalb auf seinem Arbeitsweg monatlich rund 5 Minuten Reisezeit einsparen. Zudem profitiert er auch vom Wegfall der Autobahnvignette und der Automobilsteuer. Diese Fixkosten hatten zuvor – aufgrund seiner vergleichsweise tiefen Jahresdistanz – einen beachtlichen Teil seiner Mobilitätsausgaben ausgemacht.

Abbildung 132: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Sandro Kälin

	Weg 1		Weg 2	
	Zweck: Arbeit		Zweck: Einkauf	
	Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat	
	absolut	in %	absolut	in %
Total	16	100.0%	8	100.0%
PW Randzeit		0.0%	8	100.0%
PW MSP	8	50.0%		0.0%
PW ASP	8	50.0%		0.0%
ÖV Randzeit		0.0%		0.0%
ÖV MSP		0.0%		0.0%
ÖV ASP		0.0%		0.0%
LV, E-Bike		0.0%		0.0%

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung

Daniel Iten

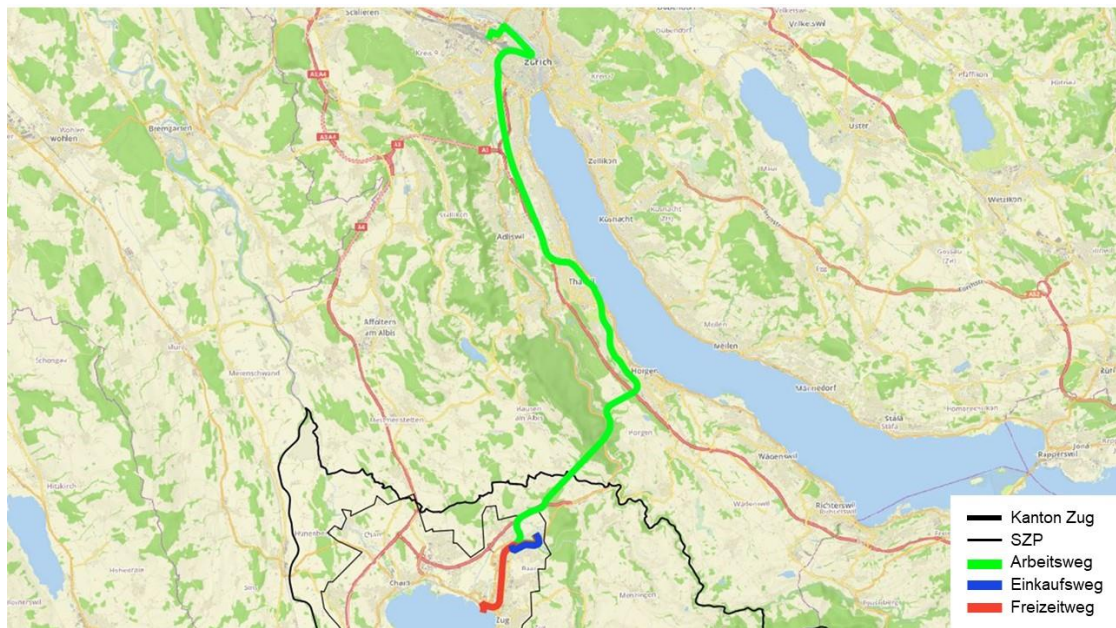
Steckbrief

Daniel Iten	
Alter	34
Haushalt (Familie)	Partnerin
Wohnort	Baar
Raumtyp	Spitzenzeitenperimeter
Beruf	Informatiker
Berufliche Stellung	Arbeitnehmender ohne Vorgesetztenfunktion
Branche des Arbeitgebers	Telekommunikation
Bildung	Informatiker Fachhochschule
Monatliches Einkommen	CHF 7'200
Monatliches Haushaltseinkommen	CHF 12'000
Stellenprozent	80%

Wegzwecke		
Arbeit	Arbeitsort	8005 Zürich
	Verkehrsmittel	ÖV (Zug)
	Frequenz	3x wöchentlich
	Flexibilität	Hoch (GLAZ, 1 Tag im Homeoffice)
Einkauf	Ort	Coop / Migros im Zentrum von Baar
	Verkehrsmittel	Auto
	Frequenz	1x wöchentlich
	Flexibilität	Hoch (an freiem Tag)
Freizeit	Aktivität (Ort)	Rudern im Seeclub Zug
	Verkehrsmittel	ÖV
	Frequenz	1 x wöchentlich
	Flexibilität	Tief (Kurs um 18:00)

Kartographische Abbildung der zurückgelegten Wege

Abbildung 133: Zurückgelegte Wege von Daniel Iten



Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Open Street Map.

Kurzgeschichte/Hintergrund

Daniel Iten ist 34 und lebt mit seiner Partnerin Morena in Baar. Nach einer Informatiklehre mit Berufsmatura studierte er Informatik an der Hochschule Luzern. Danach fand er eine Traumstelle als Informatiker bei einem Telekommunikationsanbieter in Zürich zu 80%. Zuerst schreckte ihn der Arbeitsweg ab. Daniel wohnt in Fussdistanz zum Bahnhof Baar, und mit dem Auto graute es ihm, ins städtische Zürich reinzufahren. Ein Umzug nach Zürich stand auch ausser Frage, da seine Partnerin Morena an der Hochschule Luzern als wissenschaftliche Mitarbeiterin angestellt ist und das soziale Umfeld des Paares in Zug ist. Sein Arbeitgeber konnte ihn dann aber von seinem flexiblen Arbeitsmodell überzeugen. Daniel bleibt so einen Tag zu Hause und macht Homeoffice. So kann er sich eine Zugfahrt ganz sparen. Die anderen drei Tage startet er erst um 10 Uhr und macht dafür etwas länger am Abend. Dies kommt ihm als Nachteile ohnehin entgegen.

Daniel rudert im See-Club von Zug. An seinem Homeoffice-Tag macht er am Abend um 18:00 Uhr stets eine Ausfahrt. Da die ÖV-Verbindungen an den Bootshafen in Zug von Baar aus gut sind, kann er auch hier auf ein Auto verzichten. Dafür kann er sich anschliessend mit seinen Vereinskollegen ein «Bierli» genehmigen. Dass Daniel an diesem Abend in der Spitzenzeit unterwegs ist, stört ihn nicht, da die Fahrt an den See kurz ist.

Morena arbeitet wie Daniel in einem 80%-Pensum. Sie haben am selben Tag frei und geniessen jeweils die Zeit zu zweit. Was an diesem Tag aber immer ansteht, ist der Wocheneinkauf. Dafür fährt das Paar mit dem Auto der Mittelklasse in den Coop oder in die Migros im Zentrum von Baar. Zeitlich sind sie hier flexibel, weshalb sie grundsätzlich nie in der Spitzenzeit unterwegs sind.

Würdigung der Auswirkungen

Nachfolgend werden die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen pro Monat aufgezeigt.

Abbildung 134: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Daniel Iten

Wegzweck	Variable Kosten (in CHF)		Fahrtzeit (in Minuten)	
	Referenzfall	Veränderung	Referenzfall	Veränderung
Arbeit	150.00	-2.70	1'688.5	-
Einkauf	1.80	-0.50	57.5	+0.2
Freizeit	7.00	+1.00	240.0	-
Total	158.80	-2.20	1'986.0	-
In % des Einkommens		-0.0%		
In % des Haushaltseinkommens		-0.0%		

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Auswertungen aus GVM ZG

Daniel ist ein bekennender ÖV-Nutzer und verwendet den MIV lediglich für den Wocheneinkauf mit seiner Frau Morena. Aufgrund seiner zeitlichen Flexibilität kann er im Rahmen des Mobility Pricings etwas Geld einsparen. Das leicht erhöhte Fahrgastaukommen bei seinen Zugfahrten zur Randzeit stört ihn dabei nicht wirklich. Die ÖV-Fahrt zum See-Club zur Spitzenzeit macht zwar einen Teil seiner Einsparungen wieder weg, jedoch findet er nun meist einen Sitzplatz im Bus. Gesamthaft bezahlt er monatlich gut zwei Franken weniger für seine Mobilität. Da er meist mit dem ÖV unterwegs ist, sind auch die zeitlichen Auswirkungen gering.

Abbildung 135: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Daniel Iten

	Weg 1		Weg 2		Weg 3	
	Zweck: Arbeit		Zweck: Einkauf		Zweck: Freizeit	
	Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
Total	24	100.0%	8	100.0%	8	100.0%
PW Randzeit		0.0%	8	100.0%		0.0%
PW MSP		0.0%		0.0%		0.0%
PW ASP		0.0%		0.0%		0.0%
ÖV Randzeit	24	100.0%		0.0%	4	50.0%
ÖV MSP		0.0%		0.0%		0.0%
ÖV ASP		0.0%		0.0%	4	50.0%
LV, E-Bike		0.0%		0.0%		0.0%

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung

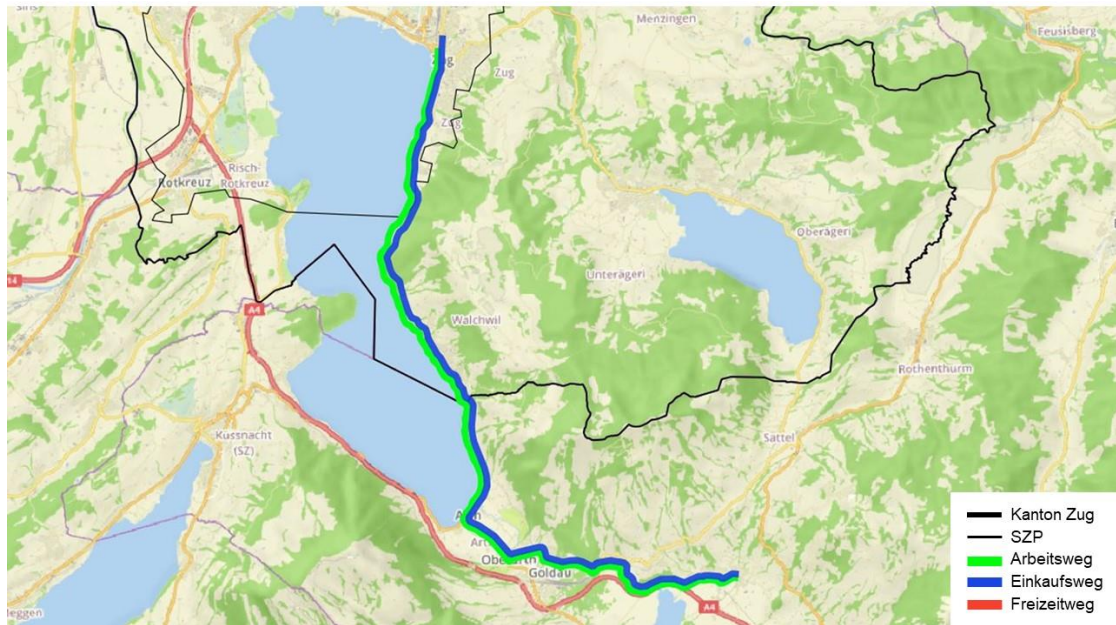
Andrina Novak

Steckbrief

Andrina Novak		Wegzwecke		
Alter	28	Arbeit	Arbeitsort	6300 Zug
Haushalt (Familie)	Single		Verkehrsmittel	Auto
Wohnort	Steinen (SZ)		Frequenz	5x wöchentlich
Raumtyp	Ausserhalb Untersuchungsgebiet: Ländlich		Flexibilität	Tief (Ladenöffnungszeiten)
Beruf	Drogistin	Einkauf	Ort	Zug Metalli
Berufliche Stellung	Arbeitnehmende ohne Vorgesetztenfunktion		Verkehrsmittel	Auto (kombiniert mit Arbeitsweg)
Branche des Arbeitgebers	Detailhandel		Frequenz	3x wöchentlich
Bildung	Eidgenössisches Fähigkeitszeugnis Drogistin		Flexibilität	Tief (Ladenöffnungszeiten)
Monatliches Einkommen	CHF 4'500	Freizeit	Aktivität (Ort)	-
Monatliches Haushaltseinkommen	CHF 4'500		Verkehrsmittel	-
Stellenprozent	100%		Frequenz	-
			Flexibilität	-
Fahrzeug	Occasion-Kleinwagen (CHF 10'000)	Jahresdistanz mit MIV		12'000 km

Kartographische Abbildung der zurückgelegten Wege

Abbildung 136: Zurückgelegte Wege von Andrina Novak



Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Open Street Map.

Kurzgeschichte / Hintergrund

Andrina ist 28 und lebt in einem Single-Haushalt in Steinen (SZ). Sie hat eine Lehre als Drogistin in einer Apotheke in Zug gemacht und konnte nach dem Lehrabschluss gleich in ihrem Lehrbetrieb bleiben. Andrina verdient 4'500 CHF pro Monat. Eigentlich würde sie gerne nach Zug ziehen, doch die Mietpreise sind ihr zu hoch. So hat sie sich für eine Wohnung in Steinen entschieden, wo sie auch schon aufgewachsen ist.

Nachdem Andrina lange mit dem Zug von Steinen nach Zug gependelt ist, hat sie sich einen Occasion-Kleinwagen gekauft. Da sie aufgrund der fixen Arbeitszeiten immer in der Spitzenzeit unterwegs ist, steht sie häufig im Stau. Sie findet dies aber angenehmer als ohne Sitzplatz, inmitten von vielen Leuten, im Zug zu sein.

Weil es in Zug mehr Einkaufsmöglichkeiten als in Steinen gibt, tätigt Andrina ihre Einkäufe meist in der Metalli Zug. Diese hat eine halbe Stunde länger geöffnet als die Apotheke, in welcher sie arbeitet. Die Strassen sind dann auch etwas weniger belastet. Dies ist ein weiterer Vorteil für Andrina. Da sie gerne spontan entscheidet, was sie essen möchte, geht sie drei Mal unter der Woche einkaufen.

Würdigung der Auswirkungen

Nachfolgend werden die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen pro Monat aufgezeigt.

Abbildung 137: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Andrina Novak

Wegzweck	Variable Kosten (in CHF)		Fahrtzeit (in Minuten)	
	Referenzfall	Veränderung	Referenzfall	Veränderung
Arbeit	98.00	+19.30	915.0	-12.5
Einkauf	44.60	+10.60	506.5	-12.0
Freizeit	-	-	-	-
Total 1	142.60	+29.90	1'421.0	-24.5
Restliche Jahresdistanz		+1.80		
<u>Wegfall variabilisierte Fixkosten</u>				
Autobahnvignette		-3.30		
Automobilsteuer		-3.10		
Total 2		+25.30		
In % des Einkommens		+0.6%		
In % des Haushaltseinkommens		+0.6%		

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Auswertungen aus GVM ZG

Andrina ist ständig zur Spitzenzeit unterwegs und legt eine relativ grosse Distanz im Spitzenzeitenperimeter zurück. Da sie einen Occasions-Kleinwagen fährt, profitiert sie vergleichsweise wenig vom Wegfall der Automobilsteuer. Insgesamt hat das Mobility Pricing nicht zu unterschätzende negative Auswirkungen auf ihre Finanzen: Sie muss monatlich gut 25 Franken mehr für ihre Mobilität ausgeben, was einem halben Prozent ihres Einkommens entspricht. Demgegenüber steht ein Reisezeitgewinn von monatlich knapp einer halben Stunde. Ihr Reisezeitgewinn kommt insbesondere dadurch zustande, dass zur Spitzenzeit die Zuverlässigkeit des Strassennetzes steigt und Andrina nun weniger im Stau steht.

Abbildung 138: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Andrina Novak

	Weg 1		Weg 2		Weg 3	
	Zweck: Arbeit		Zweck: Einkauf		Zweck: Einkauf	
	Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
Total	28	100.0%	12	100.0%	12	100.0%
PW Randzeit		0.0%		0.0%		0.0%
PW MSP	20	71.4%		0.0%		0.0%
PW ASP	8	28.6%	12	100.0%	12	100.0%
ÖV Randzeit		0.0%		0.0%		0.0%
ÖV MSP		0.0%		0.0%		0.0%
ÖV ASP		0.0%		0.0%		0.0%
LV, E-Bike		0.0%		0.0%		0.0%

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung

Jan Kowalski

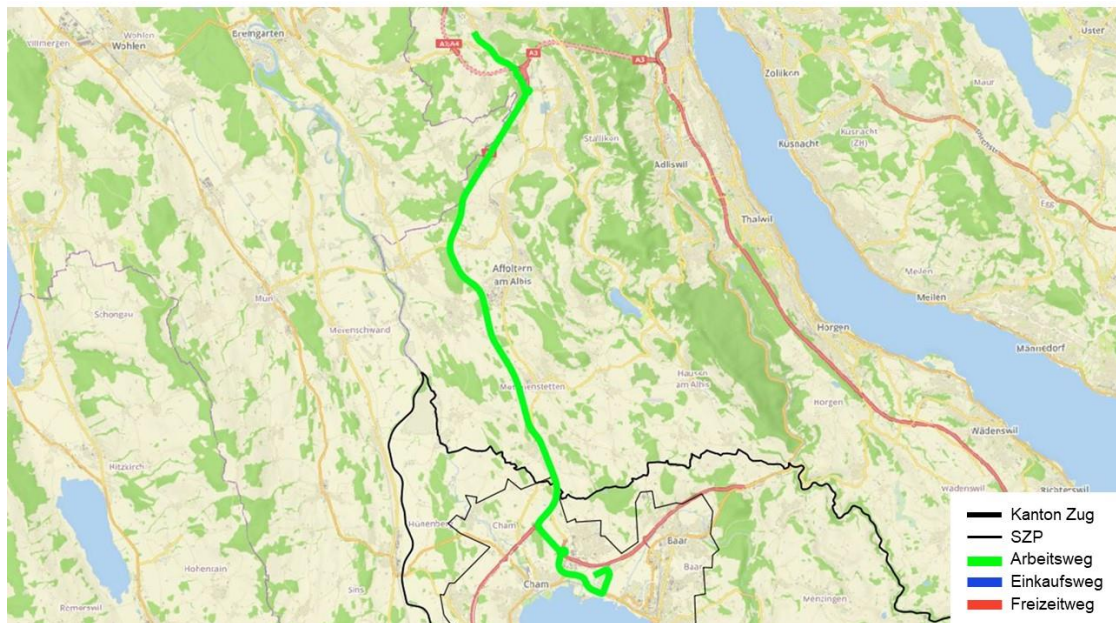
Steckbrief

Jan Kowalski	
Alter	41
Haushalt (Familie)	Ehepartnerin (2 Kinder)
Wohnort	Birmensdorf (ZH)
Raumtyp	Ausserhalb Untersuchungsgebiet: Intermediär
Beruf	Teamleiter Anlagenbau
Berufliche Stellung	Arbeitnehmender mit Vorgesetztenfunktion
Branche des Arbeitgebers	Energieversorgung
Bildung	Maschineningenieur ETH
Monatliches Einkommen	CHF 8'600
Monatliches Haushaltseinkommen	CHF 14'200
Stellenprozent	80%
Fahrzeug	Mittelklasse (CHF 45'000)

Wegzwecke		
Arbeit	Arbeitsort	6301 Zug
	Verkehrsmittel	Auto
	Frequenz	5x wöchentlich
	Flexibilität	Hoch (GLAZ)
Einkauf	Ort	-
	Verkehrsmittel	-
	Frequenz	-
	Flexibilität	-
Freizeit	Aktivität (Ort)	-
	Verkehrsmittel	-
	Frequenz	-
	Flexibilität	-
Jahresdistanz mit MIV		16'000 km (in der Freizeit viele Familienausflüge mit dem Auto)

Kartographische Abbildung der zurückgelegten Wege

Abbildung 139: Zurückgelegter Weg von Jan Kowalski



Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Open Street Map.

Kurzgeschichte/Hintergrund

Jan Kowalski (41) ist Teamleiter Anlagenbau bei einem Energieversorger in Zug. Nach seinem Maschineningenieur-Studium an der ETH Zürich konnte er in diesem Betrieb starten. Mit seiner Frau Melanie und seinen zwei Kindern Lena (5) und Lino (2) lebt er in Birmensdorf (ZH), wo er auch schon aufgewachsen ist, in einer Eigentumswohnung. Ihm macht es nichts aus, nach Zug zu pendeln. Er hat es damals als mühsamer empfunden, von Birmensdorf zur ETH Zürich zu pendeln.

Jan hat ein 80%-Pensum und hat mit seinem Auto der Mittelklasse zwischen 20 bis 30 Minuten an den Arbeitsort. Melanie arbeitet von Montag bis Mittwoch in einem 60%-Pensum als Architektin. An diesen drei Tagen verbringt Jan den Morgen mit Lena und Lino. Nach dem Mittagessen fährt er die beiden jeweils in die Kindertagesstätte und geht von dort aus zur Arbeit. Am Abend holt Melanie die Kinder wieder aus der Kindertagesstätte ab, sodass Jan etwas länger arbeiten kann. Die anderen zwei Tage konzentriert sich Jan ganz auf die Arbeit und nutzt die Gleitzeit, um die Spitzenzeit zu umgehen. Meist muss er an diesen Tagen ohnehin viel arbeiten, da er an den Tagen mit Kita-Dienst oft nicht all seine Pendenzen abarbeiten kann.

Die Familie hat ein monatliches Einkommen von CHF 14'200. Davon werden CHF 8'600 von Jan beigesteuert.

Würdigung der Auswirkungen

Nachfolgend werden die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen pro Monat aufgezeigt.

Abbildung 140: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Jan Kowalski

Wegzweck	Variable Kosten (in CHF)		Fahrtzeit (in Minuten)	
	Referenzfall	Veränderung	Referenzfall	Veränderung
Arbeit	154.00	-1.60	891.0	+1.5
Einkauf	-	-	-	-
Freizeit	-	-	-	-
Total 1	154.00	-1.60	891.0	+1.5
Restliche Jahresdistanz		+4.80		
<u>Wegfall variabilisierte Fixkosten</u>				
Autobahnvignette		-3.30		
Automobilsteuer		-9.20		
Total 2		-9.30		
In % des Einkommens		-0.1%		
In % des Haushaltseinkommens		-0.1%		

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Auswertungen aus GVM ZG

Jan ist auf seinem Arbeitsweg ins Herzen des Spitzenzeitenperimeters – aufgrund seiner hohen zeitlichen Flexibilität – nie zur Spitzenzeit unterwegs. Durch die Umstellung auf das Mobility Pricing kann er rund 2 Franken seiner monatlichen Arbeitswegkosten einsparen. Dies macht jedoch nur einen kleinen Teil seiner Einsparungen aus, denn der Grossteil stammt aus dem Wegfall der Automobilsteuer: Da Jan einen Mittelklassewagen mit einem Neupreis von CHF 45'000 fährt, kann er durch den Systemwechsel jährlich mehr als 100 Franken seiner ursprünglichen Fixkosten einsparen. Zudem profitiert er – wie auch alle anderen MIV-Nutzenden – vom Wegfall der Autobahnvignette mit pauschalen Kosten von jährlich 40 Franken.

Abbildung 141: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Jan Kowalski

	Weg 1	
	Zweck: Arbeit	
	Anzahl Wege / Monat	
	absolut	in %
Total	40	100.0%
PW Randzeit	40	100.0%
PW MSP		0.0%
PW ASP		0.0%
ÖV Randzeit		0.0%
ÖV MSP		0.0%
ÖV ASP		0.0%
LV, E-Bike		0.0%

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung

Laura Lombardo

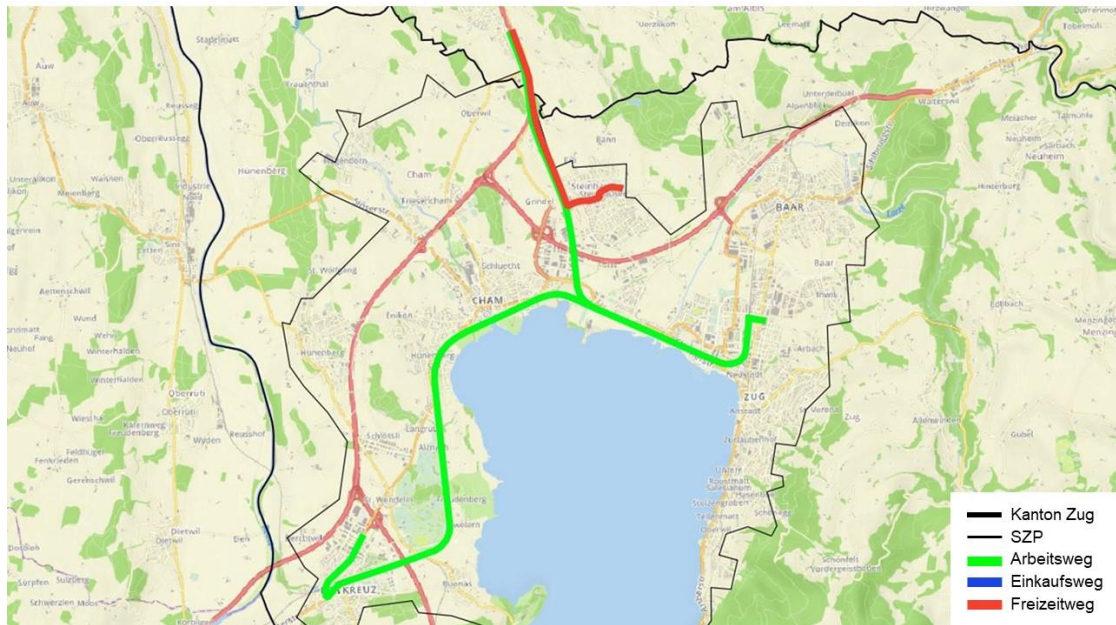
Steckbrief

Laura Lombardo	
Alter	15 (1. Lehrjahr)
Haushalt (<i>Familie</i>)	Eltern und 2 Brüder
Wohnort	Knonau (ZH)
Raumtyp	Ausserhalb Untersuchungsgebiet: Intermediär
Beruf	Kauffrau
Berufliche Stellung	Lehrling
Branche des Arbeitgebers	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
Bildung	Obligatorische Schulzeit
Monatliches Einkommen	CHF 800
Monatliches Haushaltseinkommen	CHF 9'800
Stellenprozent	100%

Wegzwecke		
Arbeit	Arbeitsort	6343 Rotkreuz (Lehrbetrieb) / 6300 Zug (Berufsschule)
	Verkehrsmittel	ÖV (Zug)
	Frequenz	3x wöchentlich / 2x wöchentlich
	Flexibilität	Tief (gebunden an Lehrmeister / Stundenplan)
Einkauf	Ort	-
	Verkehrsmittel	-
	Frequenz	-
	Flexibilität	-
Freizeit	Aktivität (Ort)	Training Volley Steinhausen
	Verkehrsmittel	ÖV
	Frequenz	2x wöchentlich
	Flexibilität	Hoch (Trainings spätabends)

Kartographische Abbildung der zurückgelegten Wege

Abbildung 142: Zurückgelegte Wege von Laura Lombardo



Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Open Street Map.

Kurzgeschichte/Hintergrund

Laura Lombardo ist 15 Jahre alt und macht eine Lehre zur Kauffrau in einem Pharma-Unternehmen in Rotkreuz. Sie ist aktuell im ersten Lehrjahr und verdient CHF 800. Sie wohnt zusammen mit ihren zwei jüngeren Brüdern Matteo und Daniel und ihren Eltern Guiseppe und Caterina in Knonau (ZH) in einem Einfamilienhaus. Das Haushaltseinkommen der Familie Lombardo beträgt CHF 9'800.

Drei Mal pro Woche pendelt Laura mit dem Zug von Knonau nach Rotkreuz. Da es von Knonau keine direkte Verbindung nach Rotkreuz gibt, muss Laura über Zug fahren und dort umsteigen. Dabei ist sie stets zu den Spitzenzeiten unterwegs. Noch stört sie dies nicht, die Lehrstelle ist neu und aufregend. Zusätzlich fährt sie zweimal wöchentlich in die Berufsschule im Zuger Stadtzentrum. Auch hier ist sie in der Spitzenzeit unterwegs, da sie einen fixen Stundenplan hat.

Zweimal in der Woche hat Laura Volleyball-Training. Sie trainiert in der Damenmannschaft des VBC Steinhausen. Hier kann sie die Spitzenzeit umgehen, weil sie erst um 20:30 Uhr Training hat. Sie fährt mit dem ÖV in die Mehrzweckhalle Sunnegrund in Steinhausen.

Würdigung der Auswirkungen

Nachfolgend werden die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen pro Monat aufgezeigt.

Abbildung 143: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für Laura Lombardo

Wegzweck	Variable Kosten (in CHF)		Fahrtzeit (in Minuten)	
	Referenzfall	Veränderung	Referenzfall	Veränderung
Arbeit	75.50	+44.10	1'772.0	-
Einkauf	-	-	-	-
Freizeit	9.80	-2.10	407.5	-
Total	85.30	+42.00	2'179.0	-
In % des Einkommens		+5.2%		
In % des Haushaltseinkommens		+0.4%		

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Auswertungen aus GVM ZG

Sowohl Lauras Arbeitsweg als auch ihr Schulweg liegen grösstenteils im Spitzenzeitenperimeter. Weil sie an ihre Arbeits- und Schulzeiten gebunden ist, kann sie der Spitzenzeitentartifizierung nicht ausweichen. Durch das Mobility Pricing muss sie deshalb monatlich gut 40 Franken mehr für ihre Mobilität bezahlen, was umgerechnet mehr als 5% ihres Lehrlingslohnes entspricht. Da Laura ausschliesslich mit dem ÖV unterwegs ist, kann sie zwar nicht von kürzeren Reisezeiten profitieren, aufgrund des geringeren Fahrgastaufkommens zu den Spitzenzeiten hat sie im Zug aber etwas mehr Platz für sich (Komfortsteigerung).

Abbildung 144: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von Laura Lombardo

	Weg 1		Weg 2		Weg 3	
	Zweck: Arbeit		Zweck: Arbeit		Zweck: Freizeit	
	Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
Total	24	100.0%	16	100.0%	16	100.0%
PW Randzeit		0.0%		0.0%		0.0%
PW MSP		0.0%		0.0%		0.0%
PW ASP		0.0%		0.0%		0.0%
ÖV Randzeit		0.0%		0.0%	16	100.0%
ÖV MSP	12	50.0%	8	50.0%		0.0%
ÖV ASP	12	50.0%	8	50.0%		0.0%
LV, E-Bike		0.0%		0.0%		0.0%

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung

John Smith

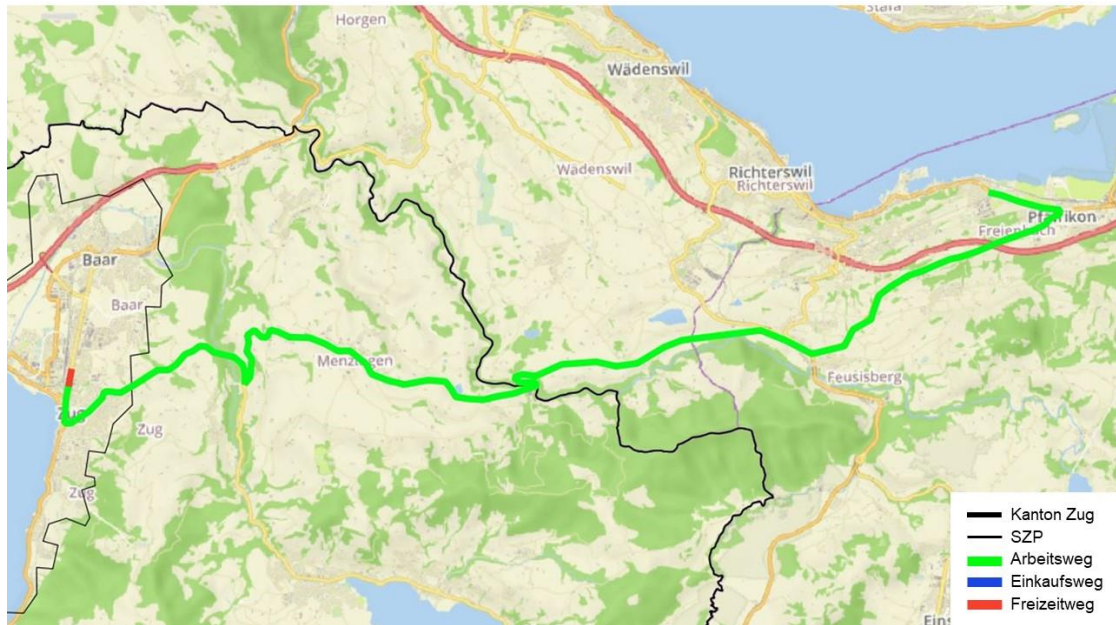
Steckbrief

John Smith	
Alter	41
Haushalt (<i>Familie</i>)	Single
Wohnort	Freienbach (SZ)
Raumtyp	Ausserhalb Untersuchungsgebiet: Städtisch
Beruf	Treasury Manager
Berufliche Stellung	Arbeitnehmender mit Vorgesetztenfunktion
Branche des Arbeitgebers	Erbringung von Finanzdienstleistungen
Bildung	Universitätsabschluss Physik
Monatliches Einkommen	CHF 26'000
Monatliches Haushaltseinkommen	26'000
Stellenprozent	100%
Fahrzeug	Sportwagen (CHF 80'000)

Wegzwecke		
Arbeit	Arbeitsort	6300 Zug
	Verkehrsmittel	Auto
	Frequenz	5x wöchentlich
	Flexibilität	hoch (GLAZ + lange Arbeitstage)
Einkauf	Ort	-
	Verkehrsmittel	-
	Frequenz	-
	Flexibilität	-
Freizeit	Aktivität (Ort)	Fitness Center in Zug
	Verkehrsmittel	zu Fuss
	Frequenz	2x wöchentlich
	Flexibilität	Hoch
Jahresdistanz mit MIV		18'000 km

Kartographische Abbildung der zurückgelegten Wege

Abbildung 145: Zurückgelegte Wege von John Smith



Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Open Street Map.

Kurzgeschichte/Hintergrund

John Smith (41) studierte Physik an der New York University. Nach seinem Studium stieg er im Risk Management als Treasurer im New Yorker Standort eines grossen Schweizer Finanzdienstleisters ein. Sein Arbeitgeber entsandte ihn vor ein paar Monaten als Expat in die Schweiz in den Zuger Standort für mindestens drei Jahre. Er lebt in einem grosszügigen Apartment in Freienbach (SZ). John wäre lieber in den USA geblieben. Die zünftige Lohnerhöhung, die mit dem Wechsel in die Schweiz verbunden war, wollte er dann aber doch nicht ausschlagen. Sein Einkommen beträgt CHF 26'000.

John hat eine hohe Arbeitsbelastung. In einer Woche arbeitet er gut und gerne 70 Stunden. Meistens umfährt er die Spitzenzeit auf dem Arbeitsweg von Montag bis Freitag frühmorgens und spätabends mit seinem Sportwagen und steht so nie im Stau. Im Schnitt schafft er es einmal wöchentlich um fünf Uhr schon Feierabend zu machen. Dass er dabei in den Stau kommt, stört ihn wenig.

Da sich John in naher Zukunft wieder in den USA sieht, nimmt er kaum am sozialen und kulturellen Leben teil. Er fokussiert sich ganz auf seine Arbeit. Nichtsdestotrotz macht er etwas für seine Gesundheit und besucht zweimal wöchentlich ein Fitnesscenter in der Nähe seines Arbeitgebers. Dieses kann er bequem zu Fuss erreichen.

Würdigung der Auswirkungen

Nachfolgend werden die finanziellen und zeitlichen Auswirkungen pro Monat aufgezeigt.

Abbildung 146: Finanzielle und zeitliche Auswirkungen (pro Monat) für John Smith

Wegzweck	Variable Kosten (in CHF)		Fahrzeit (in Minuten)	
	Referenzfall	Veränderung	Referenzfall	Veränderung
Arbeit	179.60	+10.00	1'496.5	-3.0
Einkauf	-	-	-	-
Freizeit	-	-	-	-
Total 1	179.60	+10.00	1'496.5	-3.0
Restliche Jahresdistanz		+4.50		
<u>Wegfall variabilisierte Fixkosten</u>				
Autobahnvignette		-3.30		
Automobilsteuer		-16.40		
Total 2		-5.20		
In % des Einkommens		-0.0%		
In % des Haushaltseinkommens		-0.0%		

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Auswertungen aus GVM ZG

Johns Arbeitsweg führt zu grossen Teilen über wenig befahrene Strassen im ländlichen Gebiet und nur ein kleiner Teil der Strecke entfällt auf den Spitzenzeitenperimeter. Zudem ist er meist zur Randzeit unterwegs. Der Systemwechsel tangiert ihn insbesondere dadurch, dass er einen langen Arbeitsweg aufweist und auch sonst viele Kilometer mit dem Auto zurücklegt: Aufgrund der Erhöhung der variablen Kosten um 1 Rp / Fzkm sieht er sich mit monatlichen Mehrkosten von rund 15 Franken konfrontiert. Diesen Mehrkosten steht jedoch eine noch grössere Einsparung gegenüber: John fährt einen Sportwagen mit einem Neuwert von CHF 80'000 und profitiert deshalb stark vom Wegfall der Automobilsteuer. Insgesamt kann er so gut 5 Franken pro Monat einsparen, wobei ihm aber die 3 Minuten an gewonnener Fahrzeit fast mehr wert sind.

Abbildung 147: Annahmen zu den zurückgelegten Wegen von John Smith

	Weg 1		Weg 2	
	Zweck: Arbeit		Zweck: Freizeit	
	Anzahl Wege / Monat		Anzahl Wege / Monat	
	absolut	in %	absolut	in %
Total	40	100.0%	16	100.0%
PW Randzeit	36	90.0%		0.0%
PW MSP		0.0%		0.0%
PW ASP	4	10.0%		0.0%
ÖV Randzeit		0.0%		0.0%
ÖV MSP		0.0%		0.0%
ÖV ASP		0.0%		0.0%
LV, E-Bike		0.0%	16	100.0%

Grafik Ecoplan. Quelle: Eigene Berechnung

Die wichtigsten Erkenntnisse aus den fiktiven Personas

Zusammenfassend lassen sich aus den Personenbeispielen die folgenden Erkenntnisse gewinnen:

- *Positive & negative Wirkungen gleichen sich teilweise aus:* Die Spitzenzeitenbepreisung kann für Personen mit tiefem Einkommen und einer tiefen zeitlichen Flexibilität nicht zu unterschätzende finanzielle Konsequenzen haben. Jedoch kann in den meisten Fällen davon ausgegangen werden, dass gewisse Wege auch zur Randzeit im SZP zurückgelegt werden, wodurch die negativen finanziellen Auswirkungen der Spitzenzeitentarifizierung etwas gedämpft werden.
- *Von der Variabilisierung der Autobahnvignette profitieren alle gleich, vom Wegfall der Automobilsteuer profitieren aufgrund der getroffenen vereinfachten Annahmen Personen mit teuren PW stärker:* Durch die Einführung des Mobility Pricings werden die bisher fixen Kosten für die Automobilsteuer und die Autobahnvignette «variabilisiert» und in die km-Abgabe integriert. Während der Wegfall der Autobahnvignette bei allen Autobesitzern zu einer jährlichen Ersparnis von 40 CHF führt, wirkt sich der Wegfall der Automobilsteuer⁶⁹ sehr unterschiedlich auf die Fahrzeughalter aus. So kann der gutverdienende Treasury Manager John Smith aufgrund seines Sportwagens (Kaufpreis von 80'000 CHF) jährlich rund 200 CHF einsparen. Demgegenüber betragen die Einsparungen bei der Drogistin Andrina Novak, welche über ein relativ geringes Einkommen verfügt, weniger als CHF 40 pro Jahr, da sie einen Occasions-Kleinwagen fährt. Von der Variabilisierung der Automobilsteuer profitieren

⁶⁹ Die Automobilsteuer beträgt 4% des Fahrzeugwerts (exkl. MWST) beim Import. Zur Vereinfachung wurde bei den analysierten Personas davon ausgegangen, dass alle Fahrzeuge importiert wurden.

also insbesondere Fahrzeughalter mit teuren Autos – diese Fahrzeughalter sind vermehrt in den oberen Einkommensklassen zu finden. Dieser Umstand ist auf das in der vorliegenden Untersuchung verwendete einfache Modell mit einheitlichen km-Tarifen für alle PW zurückzuführen, unabhängig bspw. ihrer Grösse. Allerdings weisen Personen mit hohem Einkommen auch eine signifikant höhere MIV-Fahrleistung auf und tragen deshalb wiederum höhere Kosten im Falle eines km-abhängigen Mobility Pricings.

- *Personen mit einer tiefen MIV-Jahresverkehrsleistung können ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters mehr Geld einsparen:* Personen, welche den MIV nur gelegentlich oder wenig nutzen (z.B. Rentner), sind – wie alle anderen MIV-Nutzenden – ausserhalb des Spitzenzeitenperimeters von der Erhöhung des durchschnittlichen Fahrpreises um 1 Rp / Fzkm betroffen. Die daraus entstehenden Mehrkosten sind für die beschriebenen Personen aber vergleichsweise gering, da sie eine tiefe MIV-Jahresverkehrsleistung aufweisen. Demgegenüber profitieren sie jedoch im selben Umfang vom Wegfall der oben beschriebenen Fixkosten wie alle anderen MIV-Nutzenden.
- *In den Spitzenzeiten profitieren MIV-Nutzende von Reisezeitgewinnen, ÖV-Nutzende erleben eine Komfortsteigerung:* Neben Reisezeitgewinnen aufgrund von Staureduktionen zur Spitzenzeit profitieren MIV-Nutzende auch von einer erhöhten Zuverlässigkeit (Stabilität des Strassenverkehrsnetzes) im Tagesverlauf. Demgegenüber können ÖV-Nutzende zwar nicht direkt von Reisezeitgewinnen profitieren⁷⁰, zur Spitzenzeit erhöht sich aber der Komfort in den Verkehrsmitteln des ÖV – beispielsweise steigt durch das geringere Fahrgastaufkommen zur Spitzenzeit das Platzangebot in den Transportmitteln und der Dichtestress nimmt etwas ab.

⁷⁰ Durch kürzeren Zu- und Abgangszeiten aufgrund des tieferen Fahrgastaufkommens könnten sich allenfalls marginale Reisezeitgewinne ergeben.

Annex C: Kosten-Nutzen-Analyse (KNA): Vorgehen und Detailergebnisse

C.1. Vorgehen und Methodik

C.1.1. KNA-Methodik

KNA-Methodik im Strassenverkehr

Die KNA-Methodik im Strassenverkehr basiert auf den Schweizer Normen SN 641 820 – 828 zu Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Diese Normen wurden in NISTRA (Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte⁷¹) umgesetzt, welchem mit eNISTRA ein Excel-Berechnungstool zugrunde liegt. Wie der Name schon sagt, ist NISTRA auf die Bewertung von Infrastrukturprojekten ausgerichtet. Für die Bewertung des Mobility Pricings musste NISTRA deshalb erweitert werden. Dabei stützten wir uns auf die Vorarbeiten für die Bewertung des Road Pricings in Bern (für Detailerläuterungen siehe Abschnitt C.1.2).⁷² In NISTRA ist neben der KNA auch eine Bewertung von nicht-monetarisierbaren Auswirkungen enthalten. Darauf wird im Rahmen des vorliegenden Projektes jedoch gemäss Vorgaben des Auftraggebers verzichtet.

KNA-Methodik im Schienenverkehr und im öffentlichen Strassenverkehr

NISTRA gilt nur für den Strassenverkehr und dies gilt auch für die Road-Pricing-Bewertung in Bern. Bei der Bewertung des Mobility Pricings in Zug muss aber auch der Schienenverkehr bewertet werden. Zudem ist der öffentliche Strassenverkehr zwar in NISTRA enthalten, aber NISTRA ist nicht auf die Bewertung von Projekten im öffentlichen Strassenverkehr ausgelegt, sondern nur für die Bewertung der Auswirkungen von «normalen» Strassenprojekten auf den öffentlichen Verkehr. Folglich muss die NISTRA-Methodik ergänzt werden.

Als Grundlage für die Bewertung im Schienenverkehr kann auf NIBA (Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte⁷³) abgestellt werden. NIBA kann jedoch aus mehreren Gründen nicht direkt angewendet werden.⁷⁴ Aus diesem Grund wird ein vom Auftragnehmer

⁷¹ Ecoplan (2018b), Handbuch NISTRA 2017.

⁷² Ecoplan (2015b), Kosten, Nutzen und Verteilungseffekte einer Road-Pricing-Lösung in der Region Bern.

⁷³ BAV (2016), NIBA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Bahninfrastrukturprojekte.

⁷⁴ NIBA kann aus drei Gründen nicht direkt angewendet werden:

- NIBA enthält nur den Schienenverkehr, Busse werden hingegen nicht berücksichtigt, spielen in Zug aber eine wichtige Rolle im ÖV.
- Die Bewertung in NISTRA ist dynamisch, d.h. es wird ein Betrachtungszeitraum von 40 Jahren betrachtet. NIBA hingegen ist statisch, d.h. es wird nur ein typisches Betriebsjahr untersucht.
- Durch das Mobility Pricing ändern sich die Billettpreise im Stammverkehr. NIBA geht jedoch von konstanten Billettpreisen im Stammverkehr aus und kann deshalb Mobility Pricing nicht bewerten.

entwickeltes ÖV-Bewertungstool für die vorliegenden Analysen verwendet. Dieses Bewertungstool basiert auf NIBA, ist aber dynamisch und kann auch Busse berücksichtigen.

Weitere Erläuterungen zur KNA-Methodik

Es wird eine dynamische Wirtschaftlichkeitsrechnung durchgeführt. Wie nach KNA-Norm (SN 641 820, Ziffer 13) üblich, wird neben der Planungs- und Bauphase eine Betriebsphase von 40 Jahren betrachtet. Der Eröffnungszeitpunkt wurde für alle drei betrachteten Varianten auf das Jahr 2030 festgelegt. Folglich dauert die Betriebsphase von 2030 bis 2069.

Für die Berechnungen gehen wir von heutigen Kennzahlen und teilweise von Prognosen für spätere Jahre aus. Anschliessend werden Annahmen zur Entwicklung dieser Kennzahlen (Wachstum, Konstanz oder Abnahme) getroffen. Im Rahmen von Sensitivitätsanalysen (vgl. dazu Abschnitt C.1.4) wird untersucht, ob diese Annahmen relevante Auswirkungen auf die Ergebnisse haben. Es erfolgt eine reale Betrachtung ohne Berücksichtigung der Inflation, wobei die Rechnung zu Preisen des Jahres 2015 durchgeführt wird (NISTRA-Vorgabe). Es wird von einem realen Diskontsatz von 2% ausgegangen (vgl. SN 641 821). Als Resultat der Wirtschaftlichkeitsrechnung werden sogenannte Annuitäten ausgewiesen. Dabei handelt es sich um durchschnittliche jährliche Kosten oder Nutzen über die Betriebsphase von 40 Jahren.

C.1.2. Erweiterungen der bestehenden KNA-Modelle

Die bestehenden Bewertungstools NISTRA und das vom Auftragnehmer entwickelte ÖV-Bewertungstool sind auf Infrastrukturausbauten ausgerichtet. Für die Bewertung von Mobility Pricing sind deshalb einige Anpassungen notwendig:

- Durch das Mobility Pricing werden einige Verkehrsteilnehmende dazu bewegt, früher oder später abzufahren, um das Pricing in den Spitzenstunden zu umgehen. Diese Personen können nicht mehr zu ihrer gewünschten Abfahrtszeit losfahren, was mit einer Nutzenreduktion verbunden ist. Diese gilt es zu quantifizieren, was bisher noch nie gemacht wurde (vgl. folgender Exkurs).⁷⁵
- Bei der Ermittlung der Auswirkungen auf die Steuereinnahmen des Staates im Mehrverkehr sind die durch das Mobility Pricing veränderten Abgaben zu berücksichtigen (z.B. tiefere Treibstoffsteuern, neues Mobility Pricing, veränderte Mehrwertsteuer-Einnahmen auf veränderten Billettpreisen, etc.).⁷⁶

⁷⁵ Eine weitere mögliche Reaktion auf das Mobility Pricing ist die Umfahrung des Pricing-Gebiets (zeitlich und/oder bzgl. Distanz längere Wege durch Umfahrung des Pricing-Gebietes). Diese Reaktion wird mit der Standard-KNA abgebildet, indem die längeren Wege zu höheren Betriebskosten oder Billettpreisen und/oder Reisezeiten führen. Es ist keine Modellanpassung notwendig.

⁷⁶ Dabei muss auch die Formel zur Berechnung der Treibstoffsteuereinnahmen im Mehrverkehr angepasst werden (vgl. EcoPlan (2015b), Kosten, Nutzen und Verteilungseffekte einer Road-Pricing-Lösung in der Region Bern, S. 36).

- Neues NKV: Die Definition des Nutzen-Kosten-Verhältnisses wurde im Rahmen der Aktualisierung der SN 641 820 (Ziffer 43) überarbeitet (Publikation Ende 2018). Wir verwenden in dieser Studie die neue Definition: Als Kosten gelten gemäss dieser Definition Baukosten, Ersatzinvestitionen, Landkosten sowie Betriebs- und Unterhaltskosten. Alle anderen Indikatoren gelten als Nutzen (die auch negativ sein können).⁷⁷
- Schliesslich musste für die Präsentation der Ergebnisse eine neue Darstellung gefunden werden, da die bisherigen Darstellungen entweder auf Strassen- oder auf ÖV-Projekte ausgerichtet sind.

Exkurs: Quantifizierung der Abfahrtszeitverschiebung

Aufgrund der höheren Tarife in den Spitzenstunden, kommt es bei einzelnen Verkehrsteilnehmenden zu Verschiebungen bei der Wahl ihrer Abfahrtszeit. Beispielsweise fährt man am Morgen eine Stunde früher zur Arbeit, um dem hohen Pricing in den Spitzenstunden zu entgehen.

Um die Quantifizierung der Nutzenverluste bei der Abfahrtszeitverschiebung zu erläutern, soll das Beispiel in der folgenden Abbildung betrachtet werden. Eine Person fährt im Referenzfall um 18 Uhr (HVZ) von A nach B, obwohl sie dann 4 Minuten länger braucht als wenn sie um 19 Uhr (NVZ) fahren würde. Diese 4 Minuten entsprechen einer Zahlungsbereitschaft von 2 CHF. Der Nutzen der früheren Abfahrtszeit (Fahrt zur HVZ) ist für die betrachtete Person also grösser als 2 CHF, denn sonst würde sie später, also zur NVZ fahren. Wird nun Mobility Pricing eingeführt, verändert sich die Entscheidungssituation wie folgt: Die Fahrt in der Spitzenstunde (HVZ) kostet nun 4 CHF mehr als die Fahrt ausserhalb der Spitzenstunde (NVZ). Gleichzeitig nimmt durch das Mobility Pricing die Fahrzeit in der Spitzenstunde ab, aber in der Nebenspitzenstunde zu (aufgrund der Abfahrtszeitverschiebungen). Unsere Beispielsperson kann durch die Fahrt in der Nebenspitzenstunde nur noch 1 Minute Fahrzeit einsparen, was ihr 0.50 CHF wert ist. Gesamthaft kostet die Fahrt in der Spitzenzeit damit 4.50 CHF mehr als die Fahrt ausserhalb der Spitze.

⁷⁷ Wir stützen uns auf das NKV₁ der neuen Norm. Da NKV₂ ergibt praktisch identische Ergebnisse, ist hier aber weniger geeignet.

Abbildung 148: Herleitung der Veränderung der Nutzendifferenz zwischen verschiedenen Stunden durch das Mobility Pricing

	Zeit (in Minuten)			Zeit in CHF		Fahrtpreis in CHF (ohne Zeit)			Total in CHF	
	HVZ	NVZ	Differenz		Differenz	HVZ	NVZ	Differenz		Differenz
Referenzfall	20	16	4		2	10	10	0		2
Mobility-Pricing-Szenario	18	17	1		0.5	13	9	4		4.5
Veränderung der Nutzendifferenz zwischen verschiedenen Stunden durch Mobility Pricing			-3		-1.5			4		2.5

Grafik Ecoplan. HVZ = Hauptverkehrszeiten, NVZ = Nebenverkehrszeiten.

Betrachten wir nun alle Personen, die eigentlich um 18 Uhr von A nach B fahren möchten:

- Personen, denen die Fahrt um 18 Uhr statt 19 Uhr weniger als 2 CHF wert ist, fahren bereits im Referenzfall um 19 Uhr.
- Personen, denen die Fahrt um 18 Uhr mehr als 4.50 CHF mehr wert ist als die Fahrt um 19 Uhr, fahren auch im Projektfall mit Mobility Pricing um 18 Uhr.
- Personen, denen die Fahrt um 18 Uhr aber zwischen 2 und 4.50 CHF mehr wert ist als die Fahrt um 19 Uhr, werden ihre Abfahrtszeit durch die Einführung des Mobility Pricings auf 19 Uhr verschieben.

Die erste Person, die neu später losfährt (Wechsel von HVZ in NVZ), hat einen Nutzen aus der Abfahrtszeit in der HVZ (gewünschte Reihenfolge ihrer Aktivitäten) von 2 CHF und ist daher im Referenzfall indifferent bei der Wahl der Abfahrtszeit. Sie erleidet somit im Projektfall keinen Nutzenverlust. Die letzte Person, die später losfährt, ist im Projektfall indifferent zwischen den Abfahrtszeiten um 18 Uhr (HVZ) oder 19 Uhr (NVZ). Sie erleidet im Vergleich zum Referenzfall einen Nutzenverlust von 2.5 CHF.

Mit der in der KNA üblichen «rule of half» kann deshalb davon ausgegangen werden, dass im Durchschnitt jede Person, die auf der Relation von A nach B später losfährt, eine durchschnittliche Nutzeneinbusse von 1.25 CHF (= 2.5 / 2) erleidet.⁷⁸ Diese Berechnungen werden für alle Fahrten mit Teilstrecken im SZP durchgeführt.

⁷⁸ Die unterste Zeile der Abbildung 148 wird mit dem Verkehrsmodell ausgewertet. Im Verkehrsmodell wurde die Abfahrtszeitverschiebung mit einem anderen Zeitkostensatz berechnet als in den übrigen Bewertungen, da die Grundlagenstudie zu den Abfahrtszeitverschiebungen von einem anderen Zeitkostensatz ausgeht (Fröhlich et al. 2014: Einfluss der Verlässlichkeit der Verkehrssysteme). Deshalb wird auch in der KNA dieser Zeitkostensatz von 17.88 CHF/Fahrzeugstunde übernommen (würde der normale Zeitkostensatz verwendet, würden unplausible Ergebnisse resultieren).

C.1.3. Datengrundlagen für die Bewertung

Investitions-, Betriebs- und Unterhaltskosten

Für die Herleitung der Investitionskosten sowie der Betriebs- und Unterhaltskosten wurde wie folgt vorgegangen. Die Systemkosten der MP-Lösung wurden im Rahmen des Projekts «Technologie und Datenschutz» (Rapp Trans 2019) auf nationaler Ebene berechnet (Was würde eine schweizweite Einführung von Mobility Pricing kosten?).⁷⁹ Da in der vorliegenden Studie nur im Kanton Zug eine zeitliche Differenzierung simuliert wird, werden für die KNA nicht die schweizweiten Kosten berücksichtigt. Aber auch eine Fokussierung nur auf die anteiligen Systemkosten des Kantons Zug wäre auch nicht fair, da ein Grossteil der verkehrlichen Effekte ausserhalb des Kantonsgebiets anfällt. Aus diesem Grund werden die anteilmässigen Kosten des gesamten GVM ZG (vgl. Abbildung 10) verwendet (wie viele km werden im GVM ZG-Perimeter im Verhältnis zur gesamten Schweiz gefahren). Die Allokation der Gesamtkosten Schweiz auf das Modellgebiet GVM ZG wurde auf Basis des NPVM 2010 berechnet (vgl. untenstehende Tabelle). Hierbei machen die MIV-Fzkm 16.3% der Gesamtverkehrsleistung auf Ebene CH aus und die Pkm im ÖV entsprechen einem Anteil von 23.5% der nationalen Verkehrsleistung. Somit wurde ein im Vergleich zur Grösse des Kantons Zug relativ grosser Kostenanteil für die KNA berücksichtigt.

Bei den Investitionskosten wird auf die üblicherweise verwendete Reserve von 20% bis 30% (vgl. SN 641 820, Ziffer 28.1) verzichtet. Dies weil die Aklärungen im Projekt «Technologie und Datenschutz» zu den Kosten darauf hinweisen, dass hinsichtlich der künftigen Entwicklung bei der Automatisierung und Vernetzung der Fahrzeuge im Individualverkehr Potentiale bestehen, dass die geschätzten Erhebungskosten signifikant gesenkt werden könnten. Zudem wird für den gesamten Betrachtungszeitraum (40 Jahre) von konstanten Betriebskosten ausgegangen. Bei der Sensitivitätsanalyse im Rahmen der KNA wird für die Genauigkeit der Kosten ein Schwankungsbereich von $\pm 33\%$ der Kostenschätzung unterstellt.

⁷⁹ In der Studie «Technologie und Datenschutz» (Rapp Trans 2019) werden die Systemkosten differenziert nach MIV und ÖV sowie nach Investitions- und Betriebskosten für einen Zeithorizont von 10 Jahren ausgewiesen (Referenzjahr 2030).

Abbildung 149: Systemkosten Mobility Pricing

	Investitionskosten (für 10 Jahre)		Betriebskosten (pro Jahr)	
	MIV	ÖV	MIV	ÖV
Kosten auf nationaler Ebene (in Mio. CHF)	497.4	39.5	245.9	81.3
Anteil der Verkehrsleistung im GVM Zug	16.3%	23.5%	16.3%	23.5%
Kosten auf Ebene GVM Zug (in Mio. CHF)	80.8	9.3	40.0	19.1
Lebensdauer der Investitionen (in Jahren)	10	10		

Grafik: Ecoplan. Quelle: Rapp Trans AG (2018), NPVM 2010, eigene Berechnungen.

Verkehrliche Auswirkungen

Die verkehrlichen Auswirkungen wurden mit dem GVM ZG berechnet. Bewertungsrelevant ist immer die Differenz zwischen Projekt- und Referenzfall. Um die Inputdaten für die KNA aufzubereiten, müssen sehr umfassende Auswertungen mit dem GVM ZG vorgenommen werden.

Insbesondere wurden folgende Daten ausgewertet:

- Reisezeitveränderungen nach Personenwagen und Güterverkehr⁸⁰
 - im Stammverkehr
 - im Mehrverkehr
- Veränderung der Fahrzeugkilometer, differenziert nach Autobahn⁸¹, ausserorts und innerorts sowie nach Personenwagen und Güterverkehr
 - im Gesamtverkehr
 - im Stammverkehr
 - im Mehrverkehr
- Veränderung der Zugkilometer
- Fahrzeugkilometer der Personenwagen nach SZP zu Spitzenzeiten bzw. Randzeiten, Restkanton Zug und restliches Gebiet des GVM ZG-Perimeter
- Veränderung der Personenkilometer differenziert nach Bussen und Zügen sowie nach SZP zu Spitzenzeiten bzw. Randzeiten, Restkanton Zug und Restschweiz
- Fahrtlängen der Fahrten im Mehrverkehr (in Fzkm), differenziert nach Autobahn, ausserorts und innerorts sowie nach Personenwagen und Güterverkehr
- Inputdaten für die Berechnung der Abfahrtszeitverschiebungen (Kosteneinsparungen und Reisezeitveränderungen)

Es gilt festzuhalten, dass in die Bewertung die Kosten und die verkehrlichen **Auswirkungen im gesamten Wirkungssperimeter (GVM ZG)** einfließen. Wurde im übrigen Bericht oft auf die

⁸⁰ Der Güterverkehr wird zu 52% den Lieferwagen zugeschrieben und zu 48% den schweren Nutzfahrzeugen (diese Daten stammen ebenfalls aus dem GVM).

⁸¹ Wie in NISTRA üblich wird angenommen, dass 22% der Fzkm auf Autobahnen im bebauten Gebiet erfolgt und 78% im unbebauten.

Auswirkungen im Kanton Zug fokussiert, werden hier also die gesamten Auswirkungen im Verkehrsmodellgebiet miteinbezogen. Der Grund dafür ist, dass eine umfassende Bewertung aller Effekte durchgeführt werden soll und dass die Effekte über die Grenzen des Kantons Zug hinausgehen.⁸² Eine Konzentration auf den Spitzenzeitenperimeter wäre also unvollständig.

Zeitkostensatz

Der Zeitkostensatz wird aus der SN 641 822a übernommen. Die dort enthaltenen Kostensätze sind nach Distanz und Fahrtzweck der Fahrten differenziert. Deshalb werden mittels GVM ZG die durchschnittlichen Fahrtenlängen ausgewertet. Im MIV beträgt die Durchschnittsdistanz 11.1 km und im Schienenverkehr 19.7 km. Auch die Verteilung der Fahrtzwecke in Zug wird mit dem GVM ZG bestimmt (ohne Aussenverkehr). Daraus ergibt sich im MIV ein Zeitkostensatz von 27.02 CHF/h⁸³. Im ÖV wird die Taktdichte mit einem Kostensatz von 5.80 CHF/h⁸⁴ quantifiziert.

C.1.4. Sensitivitätsanalyse

Mittels Sensitivitätsanalysen werden die Robustheit der Ergebnisse der KNA getestet und die wichtigsten Einflussgrößen auf das Ergebnis eruiert. Für die folgenden Annahmen wurden Sensitivitäten hinterlegt (bis auf die letzte gemäss SN 641 820 bis SN 641 824 bzw. NISTRA):

- Diskontsatz hoch (3% statt 2%)
- Reallohnwachstum (1.5% bzw. 0% statt 0.75%)
- Verkehrswachstum (2% bzw. 0% statt 1%)
- Investitions- und Betriebskosten (hoch bzw. tief gemäss Genauigkeit der Kostenschätzung)
- Zeitwert (hoch bzw. tief⁸⁵)
- Abnahme Unfallkostenrate (0% statt 2%)
- Verkehrliche Effekte 25% grösser oder kleiner⁸⁶
- Wachstum Kostensätze Mobility Pricing (1% statt 0%)

⁸² Beispielsweise lässt sich auf den Karten mit den Streckenauslastungen gut erkennen, dass auch ausserhalb des Untersuchungsgebiets Nutzen bzw. Verbesserungen anfallen (vgl. Annex A).

⁸³ Zu Preisen 2007 = Preisniveau der Norm oder von 29.44 CHF/h zu Preisen 2015

⁸⁴ Zu Preisen 2007 = Preisniveau der Norm oder von 6.32 CHF/h zu Preisen 2015

⁸⁵ Die Schwankungsbreite beträgt im Personenverkehr $\pm 25\%$ gemäss SN 641 822a, im Güterverkehr $\pm 20\%$ gemäss SN 641 823.

⁸⁶ Meist wird eine Schwankungsbreite von $\pm 20\%$ verwendet. In Absprache mit den Verkehrsmodellierern wurde die Schwankungsbreite hier aufgrund der zusätzlichen Unsicherheiten bei der Wahl der Abfahrtszeit auf $\pm 25\%$ erhöht.

C.2. Detaillierergebnisse Kosten-Nutzen-Analyse

In der untenstehenden Abbildung werden die detaillierten Ergebnisse der KNA für das Hauptszenario dargestellt. Insgesamt wird ein Saldo von 54 Mio. CHF pro Jahr bzw. ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1.77 erreicht.⁸⁷ Im Folgenden werden die einzelnen Auswirkungen erläutert.⁸⁸

Abbildung 150: Ergebnis der KNA für Mobility Pricing (Hauptszenario)

Indikator	Mengeneffekt im Jahr 2040	Annuität (Mio. CHF)
Direkte Kosten		-69.48
DK1 Investitionskosten	---	-3.33
DK2 Ersatzinvestitionen	---	-7.07
DK3 Landkosten	---	-
DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse	---	-59.08
Verkehrsqualität		74.61
VQ1n Reisezeit Stammverkehr	1.53 Mio. h	61.84
VQ1n Taktverdichtung ÖV	0 Mio. h	-
VQ2n Zuverlässigkeit	---	-
VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	5 Mio. Fzkm	3.51
VQ4a Zusätzliche Erlöse im ÖV-Mehrverkehr	---	9.36
VQ4b Zusätzliche Betriebskosten im ÖV	---	-0.84
VQ7 MWST-Einnahmen ÖV	---	0.41
VQ8 Nettonutzen Mehrverkehr	---	1.01
VQ9 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr	---	-11.33
VQ12 Abfahrtszeitverschiebungen	---	-3.76
DK4 Polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung	---	14.40
Sicherheit		27.21
SI1n Unfälle		27.21
Umwelt		21.36
UW1n_Luft Luftbelastung	-9.4 t PM10	9.28
UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen	---	3.03
UW3n Bodenversiegelung	0 ha	-
UW4n Klimabelastung	-26169 t CO2	9.05
Total		53.70
Nutzen-Kosten-Verhältnis		1.77

Grafik Ecoplan

⁸⁷ Zur Definition des NKV siehe Annex C, Kap. C.1.2.

⁸⁸ In Abbildung 150 werden Indikatornamen angegeben, die sich an den Indikatornamen von NISTRA orientieren, aber angepasst werden mussten: Einerseits mussten die Indikatoren ergänzt werden, um ÖV-Indikatoren aufzunehmen. Andererseits wurde der Indikator DK4 aufgeteilt: in die Betriebs- und Unterhaltskosten der Strasse (Teil der Kosten) und die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung (Teil der Nutzen) – gemäss der neuen SN 641 820.

Hohe Kosten

Die Herleitung der Kosten für die Umsetzung des Mobility Pricings wurden bereits in Kapitel C1 erläutert. Die Investitionskosten sind mit 3.3 Mio. CHF pro Jahr relativ gering (davon 89.7% beim MIV und 10.3% beim ÖV). Da die Lebensdauer der Investitionen lediglich 10 Jahre beträgt, liegen die Ersatzinvestitionen, die im Betrachtungszeitraum von 40 Jahren 4-mal getätigt werden müssen, bei jährlich 7.1 Mio. CHF (wiederum 89.7% MIV, 10.3% ÖV).

Den Grossteil der Kosten machen jedoch die Betriebskosten von 59.1 Mio. CHF pro Jahr aus, wobei 67.6% oder 40.0 Mio. CHF pro Jahr auf den MIV entfallen und 32.4% oder 19.1 Mio. CHF pro Jahr auf den ÖV.

Variabilisierung von Fixkosten führt zu Abnahme der MIV-Fahrleistung

Zusammen mit der Einführung der Spitzenzeitenbepreisung werden im MIV verschiedene Steuern und Abgaben pro gefahrenen Fahrzeugkilometer verrechnet. Für das hier untersuchte Hauptszenario betrifft dies gemäss Kapitel 5.3.2 einerseits den Mineralölsteuerzuschlag und den zweckgebundenen Teil (60%) der Mineralölsteuer (2'750 Mio. Franken im MIV im 2014). Diese Abgaben waren schon bisher variabel, so dass sich im Modell grundsätzlich nichts ändert.⁸⁹ Andererseits wird auch die Nationalstrassenabgabe (Autobahnvignette, 309 Mio. Franken im MIV im 2014) sowie die Automobilsteuer (354 Mio. Franken im MIV im 2014) durch Mobility Pricing ersetzt. Damit werden bisher fixe Kosten, die unabhängig von der Fahrleistung waren, neu variabel gemacht. Dadurch steigen im GVM ZG die variablen Kosten im MIV um 1 Rp./Fzkm.

Dies führt einerseits zu einem Umsteigeeffekt auf den ÖV bzw. Langsamverkehr und andererseits zu kürzeren Wegen (z.B. häufigerer Einkauf in der Nähe anstatt im weiter entfernten grossen Einkaufszentrum). Dass vermehrt kürzere Wege gewählt werden, wird auch durch die Spitzenzeitenbepreisung verstärkt, die – zumindest in den Spitzenzeiten – ebenfalls Anreize für kürzere Wege setzt.

So nehmen die Fahrleistungen im MIV um rund 3% ab, was erhebliche Auswirkungen bei mehreren Indikatoren zur Folge hat:

- Die Zahl der Unfälle nimmt mit den Fahrzeugkilometern (Fzkm) ab. Damit wird ein jährlicher Nutzen von 27.2 Mio. CHF erzielt.
- Auch die Luftbelastung nimmt mit sinkender Fahrleistung ab. Im Jahr 2040 können so 9.4t PM₁₀ vermieden werden. Dies entspricht einem Nutzen von 9.3 Mio. CHF pro Jahr.⁹⁰

⁸⁹ In Realität belastet die Mineralölsteuer (inkl. Zuschlag) sparsame Fahrzeuge deutlich weniger als Fahrzeuge, die viel Benzin oder Diesel verbrauchen. Mit dem Mobility Pricing werden nun aber alle Fahrzeuge gleichbehandelt. In der praktischen Umsetzung könnte diesem Umstand dadurch entgegengewirkt werden, dass auch das Mobility Pricing vom Treibstoffverbrauch abhängig gemacht wird.

⁹⁰ In dieser Zahl nicht enthalten sind die üblicherweise in NISTRA enthaltenen Kosten der Bauemissionen. Da es sich beim Mobility Pricing nicht um übliche Baukosten handelt, sondern um die Herstellung elektronischer Geräte kann die Quantifizierung für Bauemissionen hier nicht angewendet werden.

- Analog sinken auch die Emissionen von Klimagasen um gut 26'000t CO₂-Äquivalente, was Kosteneinsparungen von 9.1 Mio. CHF pro Jahr entspricht.
- Auch der Lärm nimmt aufgrund des Rückgangs der Fahrleistungen um 3.0 Mio. CHF pro Jahr ab.
- Die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung wird ebenfalls über die Fahrleistung quantifiziert. Auch hier sind Einsparungen von 14.4 Mio. CHF pro Jahr möglich. Hintergrund dieser Abnahme ist die Annahme, dass langfristig das heutige Niveau an polizeilicher Verkehrsregelung und Überwachung beibehalten werden soll. Nimmt die Fahrleistung ab, so sind langfristig Einsparungen bei der Polizei möglich.

Die Variabilisierung der Fixkosten im MIV führt wie erwähnt auch zu einem Umsteigen auf den ÖV (und LV). Dadurch steigen die Erlöse im ÖV um 9.4 Mio. CHF pro Jahr – und die Mehrwertsteuer-Einnahmen auf die ÖV-Billette um weitere 0.4 Mio. CHF pro Jahr. Dies führt aber auch zu zusätzlichen Kosten beim Verkauf der ÖV-Billette von 0.8 Mio. CHF pro Jahr (Indikator VQ4b).

Schliesslich führt das Umsteigen auf den ÖV und die Wahl von kürzeren Wegen bzw. näheren Zielen auch beim MIV zu einer Reduktion der Steuereinnahmen des Staates um 11.3 Mio. CHF pro Jahr (Indikator VQ9).⁹¹

Grosse Zeitgewinne im Stammverkehr

Durch die Einführung des Mobility Pricings werden grosse Zeitgewinne von 61.8 Mio. CHF pro Jahr möglich. Dies ist einerseits auf den Stauabbau in den Spitzenzeiten (dank der Spitzenzeitenbepreisung) zurückzuführen. Andererseits aber auch auf die Variabilisierung der Fixkosten, die im gesamten GVM-Gebiet zu einem Umsteigen auf den ÖV und zu kürzeren MIV-Strecken führt. Dadurch sinkt der Stau im gesamten GVM-Gebiet leicht.⁹²

Die Zeitgewinne von 61.8 Mio. CHF pro Jahr sind fast ausschliesslich auf die Personenwagen zurückzuführen – lediglich 0.5 Mio. CHF pro Jahr entfallen auf die schweren Nutzfahrzeuge, die auch von der Stauabnahme profitieren. Im ÖV gibt es keine Zeitgewinne.

Bei den Betriebskosten der Fahrzeuge ist der Güterverkehr hingegen dominant, weil die Zeitgewinne der Chauffeure als Betriebskosten gelten. So profitieren Lieferwagen mit 1.6 Mio. CHF pro Jahr und schwere Nutzfahrzeuge mit 2.0 Mio. CHF pro Jahr. Ansonsten ist der Güterverkehr vom Mobility Pricing nicht betroffen resp. von der Tarifierung ausgenommen, da er im Referenzfall bereits die LSVA bezahlen muss. Derweil verlieren die Personenwagen bei den Betriebskosten im Stammverkehr marginal (-0.1 Mio. CHF pro Jahr), weil die Zeitgewinne die Mehrkosten durch die Verlagerung des Verkehrs von Autobahnen auf Innerortsstrassen nicht

⁹¹ Bei der Berechnung wurde berücksichtigt, dass die Mineralölsteuer im Mobility-Pricing-Szenario deutlich reduziert wird – und damit auch die Mehrwertsteuer-Einnahmen pro Liter Treibstoff zurückgehen.

⁹² Zudem ist auch der Nettonutzen im Mehrverkehr von 1.0 Mio. CHF pro Jahr auf Zeitgewinne zurückzuführen (Indikator VQ8).

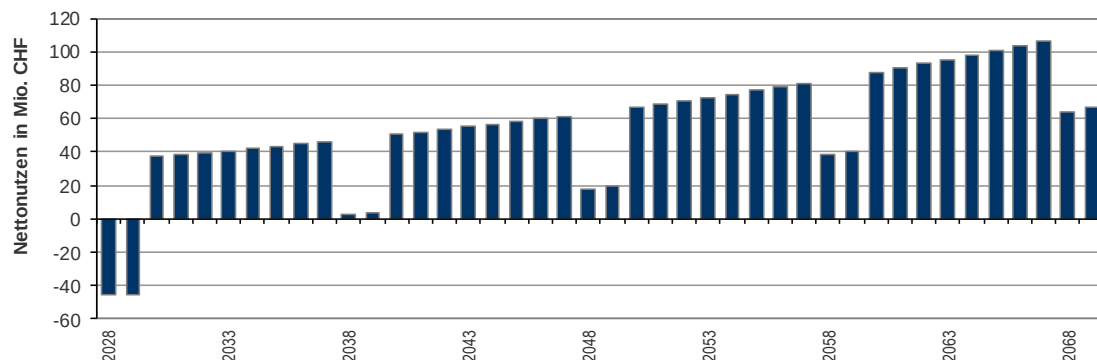
ganz zu kompensieren vermögen. Da die Wege auf den Autobahnen etwas länger sind als die «Umwegfahrten» innerorts, kosten diese Wege mit MP mehr und werden – trotz des Zeitverlusts – daher gemieden.

Um die Zeitgewinne in den Spitzenstunden zu ermöglichen, müssen einige Fahrzeuglenker auf die Nebenspitzenstunden ausweichen. Diese Abfahrtszeitverschiebungen sind mit einem Nutzenverlust verbunden, weil die Fahrzeuglenker ihre gewünschte Reihenfolge der Tätigkeiten nicht mehr durchführen können (vgl. Kapitel C.1.2). Dadurch werden die Nutzen um 3.8 Mio. CHF pro Jahr reduziert (1.6 Mio. CHF pro Jahr im MIV und 2.1 Mio. CHF im ÖV).

Der Nettonutzen im Zeitverlauf

In der folgenden Abbildung wird der Nettonutzen pro Jahr im Zeitverlauf dargestellt: Es zeigt sich, dass sich der Nettonutzen im 40-jährigen Betrachtungszeitraum, von 37 Mio. CHF im Jahr 2030 auf 106 Mio. CHF im Jahr 2067, beinahe verdreifacht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Auswirkungen vieler Indikatoren mit dem Verkehrswachstum und dem Reallohnwachstum zunehmen, wobei die negativen Indikatoren nur langsam zunehmen oder konstant bleiben, so dass der Nettonutzen wächst. Gut erkennbar sind auch die Investitionskosten in den Jahren 2028 und 2029 sowie die alle 10 Jahre anfallenden Ersatzinvestitionskosten.

Abbildung 151: Nettonutzen des Mobility Pricings (Tarifsszenario 1b) im Zeitverlauf



Grafik Ecoplan

Sensitivitätsanalyse

Die vorgenommenen Berechnungen basieren auf einer Vielzahl von Annahmen. Deshalb soll im Folgenden untersucht werden, wie sich die Ergebnisse verändern, wenn einzelne dieser Annahmen verändert werden. Die nächsten beiden Abbildungen zeigen die Ergebnisse dieser Sensitivitätsanalysen. Wie in Kapitel C.1.4 beschrieben, werden im Rahmen der Sensitivitätsanalyse diverse Annahmen variiert. Hierbei interessiert insbesondere die Frage, ob das Nutzen-Kosten-Verhältnis immer grösser als 1 bleibt.

Abbildung 152: Sensitivitätsanalyse Mobility Pricing (Hauptszenario)

Szenarien	Annuität (Mio. CHF p.a.)	NKV
Basisszenario	53.70	1.77
Diskontsatz hoch (3% statt 2%)	50.89	1.73
Reallohnwachstum hoch (1.5% statt 0.75%)	87.29	2.26
Reallohnwachstum tief (0% statt 0.75%)	28.09	1.40
Verkehrswachstum hoch (2% statt 1%)	79.76	2.15
Verkehrswachstum tief (0% statt 1%)	33.35	1.48
Investitions- und Betriebskosten hoch (plus 33%)	30.74	1.33
Investitions- und Betriebskosten tief (minus 33%)	76.67	2.65
Zeitwert hoch (plus 25% im PV / 20% im GV)	70.08	2.01
Zeitwert tief (minus 25% im PV / 20% im GV)	37.33	1.54
Keine Abnahme Unfallkostenrate / -ziffer	91.16	2.31
Verkehrliche Effekte 25% grösser	82.26	2.18
Verkehrliche Effekte 25% kleiner	25.14	1.36
Wachstum MP-Kostensätze um 1% (statt 0%)	52.34	1.75

Grafik Ecoplan

Wie die Ergebnisse zeigen, schwankt die Annuität in den Sensitivitätsanalysen zwischen 25 und 91 Mio. CHF pro Jahr. Für das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) ergibt sich dabei eine Schwankungsbreite von 1.33 bis 2.65.⁹³ Damit ist das Ergebnis immer klar positiv.

- Den grössten Einfluss auf das Nutzen-Kosten-Verhältnis hat die Höhe der Investitions- und Betriebskosten.⁹⁴ Werden diese um 33% erhöht oder reduziert, so ergeben sich die oben erwähnten Extremwerte für das NKV.
- Wenn die verkehrlichen Effekte um 25% kleiner sind als mit dem GVM ZG berechnet, dann fällt die Annuität mit 25 Mio. CHF pro Jahr gar noch tiefer aus. Wären die Effekte allerdings um 25% grösser, würde eine Annuität von 82 Mio. CHF erreicht.
- Die höchste Annuität von 91 Mio. CHF wird erreicht, wenn die Unfallrate nicht abnimmt (im Basisszenario wird mit einer Abnahme von 2% pro Jahr gerechnet). In diesem Fall steigt der Nutzen aufgrund der Verkehrsreduktion im MIV und den damit verbundenen abnehmenden Unfällen deutlich an.
- Auch die Höhe des Reallohnwachstums und etwas weniger des Verkehrswachstums führen zu grösseren Veränderungen im Ergebnis.
- Die Unsicherheiten bei der Höhe der Zeitkostensätze hat einen geringeren Einfluss. Die Annuität verändert sich aber auch um ± 16 Mio. CHF pro Jahr.

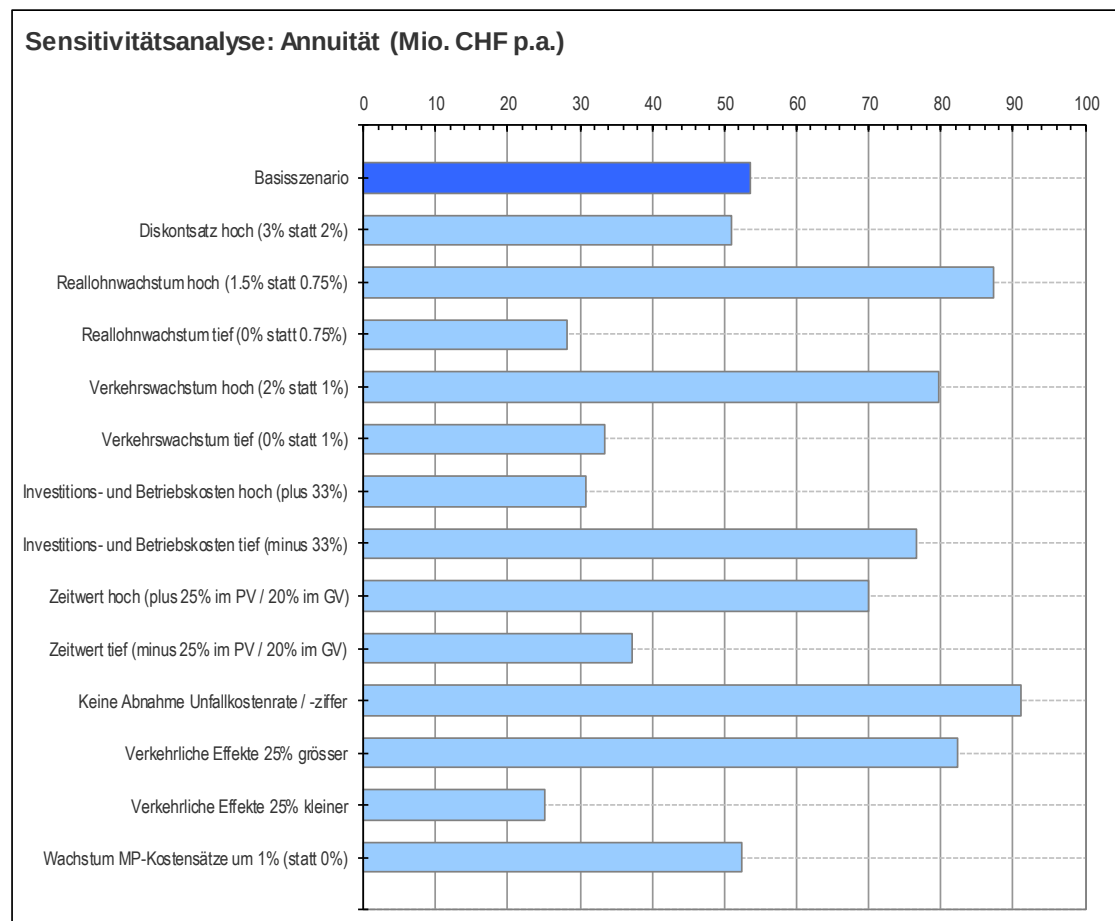
⁹³ Werden jedoch mehrere Annahmen gleichzeitig verändert, sind auch Werte unter 1 möglich. Diese sind allerdings sehr unwahrscheinlich.

⁹⁴ Normalerweise werden bei dieser Sensitivität in NISTRA nur die Baukosten und Ersatzinvestitionen variiert. Hier werden jedoch auch die (deutlich höheren) Betriebskosten verändert, da deren Schätzung ebenfalls mit Unsicherheiten verbunden ist.

- Die zusätzlich berechnete Sensitivität, in welcher ein Wachstum des Mobility-Pricing-Kostensatzes unterstellt wird, zeigt, dass diese Annahme kaum Auswirkungen auf das Endergebnis hat (Abnahme um 1 Mio. CHF pro Jahr).

Die Annuität bleibt also bei allen durchgeführten Sensitivitätsrechnungen grösser als 25 Mio. CHF und das Nutzen-Kosten-Verhältnis ist immer grösser als 1.33. Insgesamt erweisen sich die **KNA-Ergebnisse bezüglich ihres Vorzeichens als sehr robust**. In der Höhe kann das positive Ergebnis je nach getroffener Annahme aber durchaus substantiell schwanken. Mobility Pricing ist daher aus volkswirtschaftlicher Sicht sinnvoll.

Abbildung 153: Sensitivitätsanalyse Mobility Pricing (TarifszENARIO 1b)



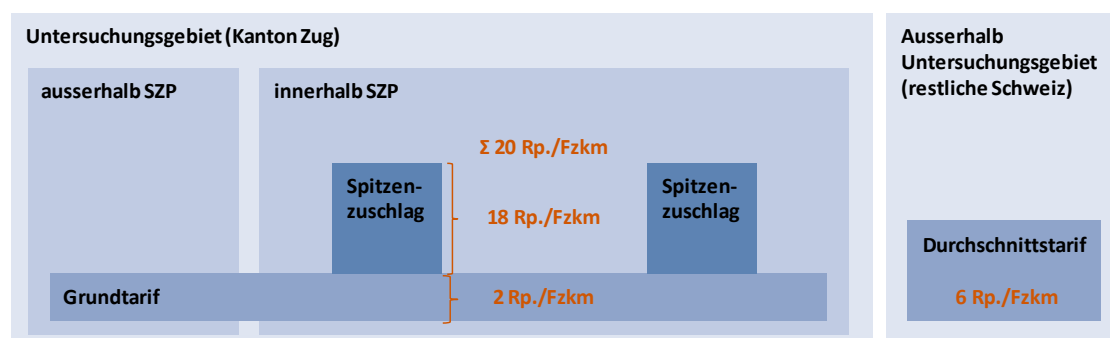
Grafik Ecoplan

Annex D: Übersicht Tarifszenarien

Tarifszenario 1a

MIV

Tarifmodell:

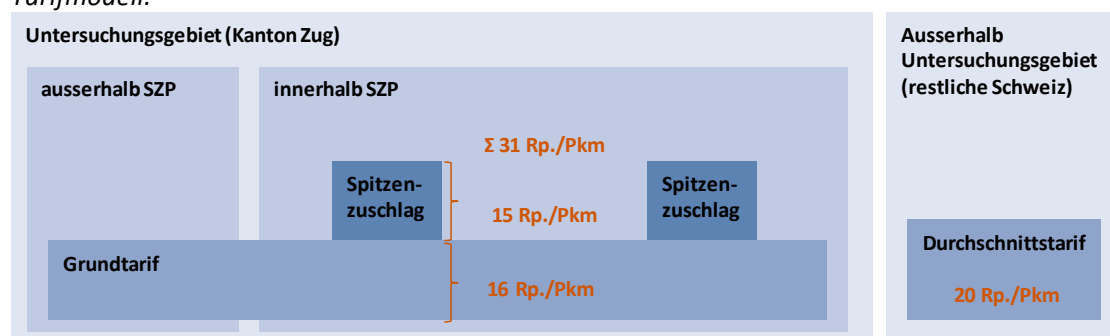


Ersatz bestehender Abgaben:

- Mineralölsteuerzuschlag und zweckgebundener Teil der Mineralölsteuer (ca. 57 Rp./l)
- Nationalstrassenabgabe (Autobahnvignette, 40 CHF/Jahr)
- Automobilsteuer (4% des Fahrzeugwerts)

ÖV

Tarifmodell:



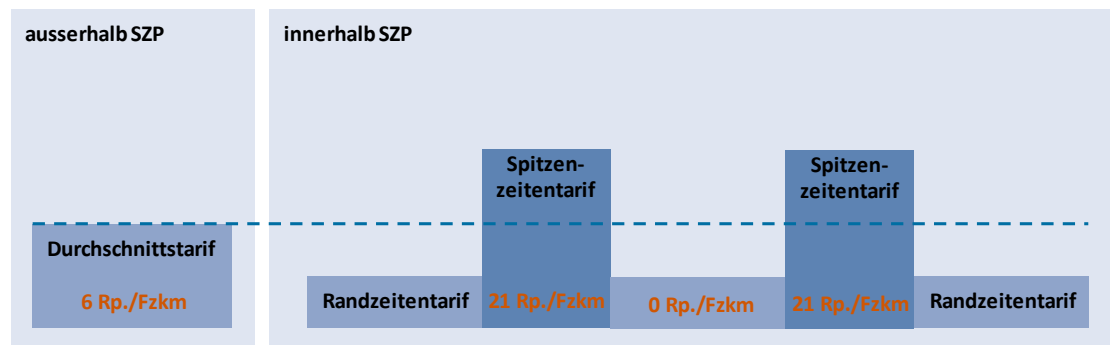
Ersatz bestehender Einnahmen:

- Erträge aus Transportentgelten im ÖV auf Strasse und Schiene

Tarifszenario 1b (Hauptszenario)

MIV

Tarifmodell:

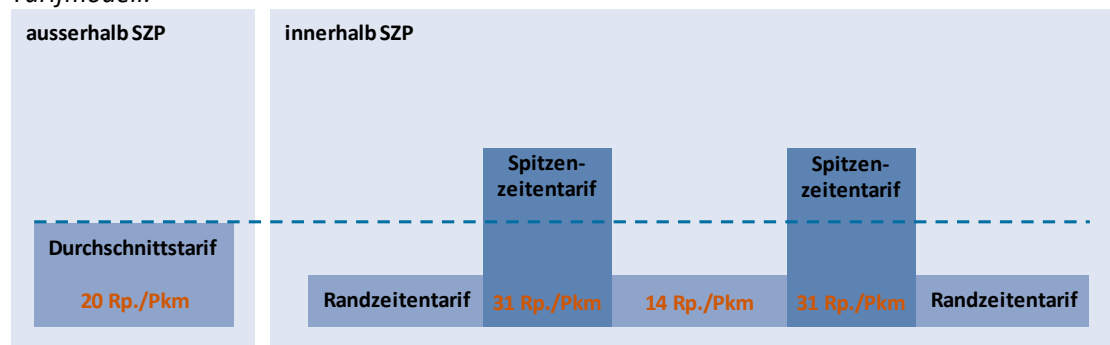


Ersatz bestehender Abgaben:

- Mineralölsteuerzuschlag und zweckgebundener Teil der Mineralölsteuer (ca. 57 Rp./l)
- Nationalstrassenabgabe (Autobahnvignette, 40 CHF/Jahr)
- Automobilsteuer (4% des Fahrzeugwerts)

Öv

Tarifmodell:



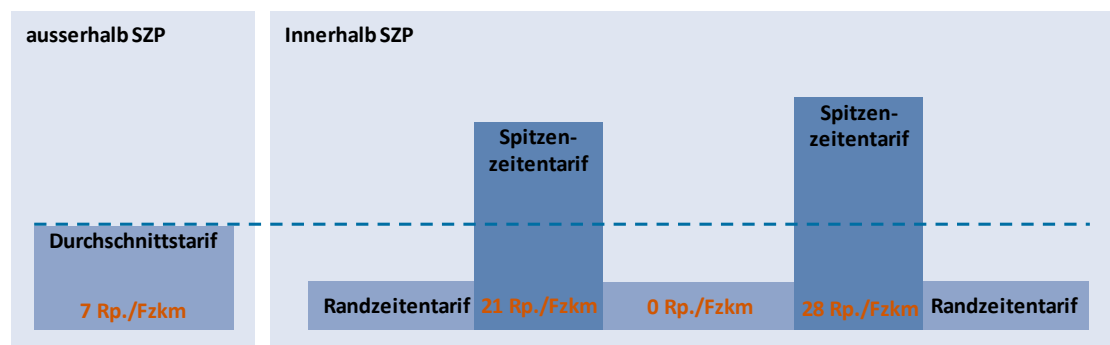
Ersatz bestehender Einnahmen:

- Erträge aus Transportentgelten im Öv auf Strasse und Schiene

Tarifszenario 2a

MIV

Tarifmodell:

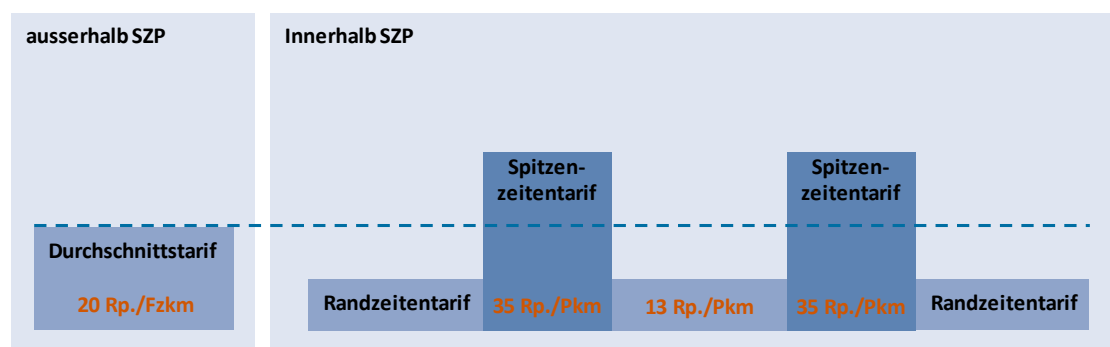


Ersatz bestehender Abgaben:

- Mineralölsteuerzuschlag und Mineralölsteuer (zweckgebundener und nicht zweckgebundener Teil) (ca. 74 Rp./l)
- Nationalstrassenabgabe (Autobahnvignette, 40 CHF/Jahr)
- Automobilsteuer (4% des Fahrzeugwerts)

Öv

Tarifmodell:



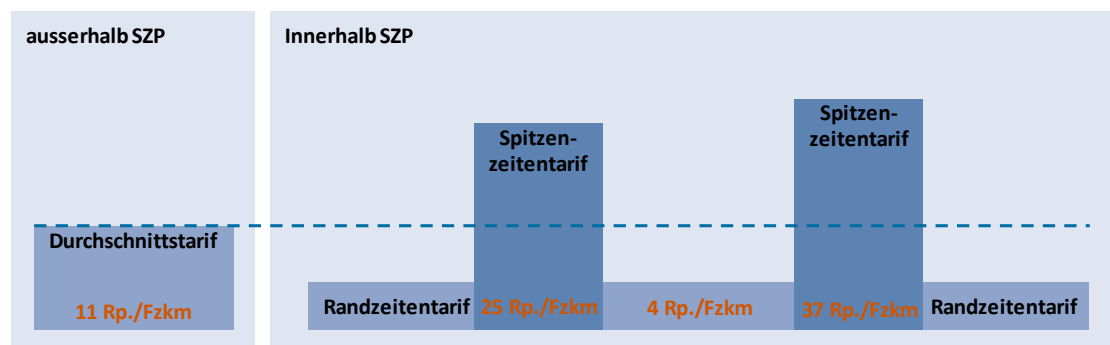
Ersatz bestehender Einnahmen:

- Erträge aus Transportentgelten im Öv auf Strasse und Schiene

Tarifszenario 2b

MIV

Tarifmodell:

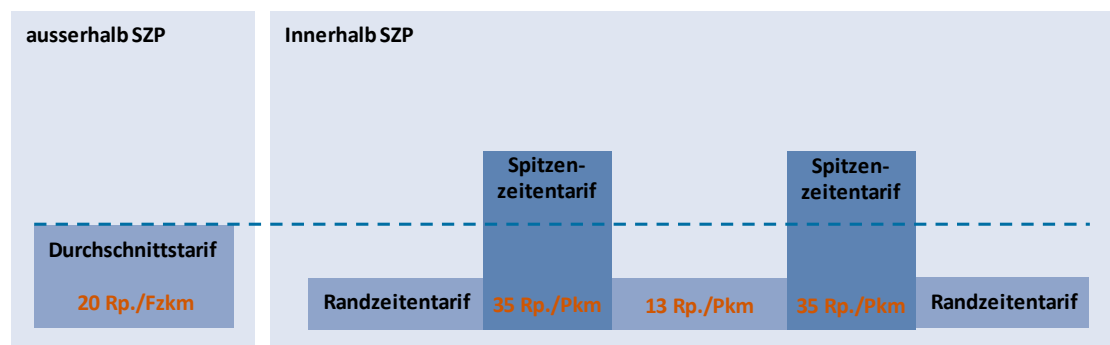


Ersatz bestehender Abgaben:

- Mineralölsteuerzuschlag und Mineralölsteuer (zweckgebundener und nicht zweckgebundener Teil) (ca. 74 Rp./l)
- Nationalstrassenabgabe (Autobahnvignette, 40 CHF/Jahr)
- Automobilsteuer (4% des Fahrzeugwerts)
- Kantonale Motorfahrzeugsteuer (starke Unterschiede je nach Kanton, im Mittel ca. 4 Rp./Fzkm)

ÖV

Tarifmodell:



Ersatz bestehender Einnahmen:

- Erträge aus Transportentgelten im ÖV auf Strasse und Schiene