

Stiftung Zukunft.li

# Projekt Raumentwicklung

## Teilprojekt Verkehr

Schlussbericht  
19. Oktober 2018



# **Impressum**

## **Projekt Raumentwicklung**

Teilprojekt Verkehr

Schlussbericht

19. Oktober 2018

*7383a\_TeilprojektVerkehr\_Schlussbericht\_190402.docx*

## **Auftraggeber**

Stiftung Zukunft.li

Industriering 14, 9491 Ruggell

Projektleitung: Peter Beck, Thomas Lorenz

## **Autorinnen und Autoren**

Roman Frick, Sander Kool

INFRAS, Sennweg 2, 3012 Bern

Tel. +41 31 370 19 19

## Inhalt

<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>1. Grundlagen und Analyse</b>	<b>5</b>
1.1. Sozioökonomische Entwicklungen	5
1.2. Siedlungsentwicklung	13
1.3. Verkehrsentwicklung	17
1.4. Fazit: Verkehrliche Herausforderungen	32
<b>2. Nachfragetrends</b>	<b>35</b>
2.1. Bevölkerungs- und Arbeitsplatzprognosen	35
2.2. Verkehrsprognosen	36
2.3. Einflussfaktoren Verkehrsverhalten	40
<b>3. Angebotstrends</b>	<b>47</b>
3.1. Elektrifizierung	49
3.2. Sharing und Riding	50
3.3. Automatisiertes Fahren	51
3.4. Big Data und dynamische Verkehrsleitsysteme	53
3.5. Integrierte Mobilitätssysteme (MaaS)	54
3.6. Mobility Pricing	55
3.7. Neue Infrastruktursysteme	57
<b>4. Wirkungspotenziale und Folgerungen</b>	<b>58</b>
4.1. Vier Mobilitätsszenarien für Liechtenstein	59
4.2. Folgerungen: Effizienz und Verhaltensänderungen vor weiterem Infrastrukturausbau	62
<b>Glossar</b>	<b>65</b>
<b>Anhang</b>	<b>66</b>
<b>Literatur</b>	<b>67</b>

## Einleitung

Liechtenstein steht vor grossen räumlichen und verkehrlichen Herausforderungen. Das gefährdet Lebensqualität und Erreichbarkeit, zwei zentrale Standortfaktoren des Landes. Die Stiftung Zukunft.li hat ein Projekt lanciert, um verschiedene Entwicklungstrends auszuloten und die öffentliche Diskussion um Verkehr, räumliche Entwicklung und Bodenmarkt mit Grundlagen und Denkanstössen zu bereichern. Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse des Teilprojekts Verkehr dar. Er erörtert die folgenden drei Schwerpunkte:

- Das erste Kapitel zeigt die Retrospektive und den Status Quo. Es werden die heutigen neuralgischen Verkehrsströme und Problemstellen analysiert und die verkehrlichen Herausforderungen dargelegt.
- Das zweite Kapitel behandelt die zukünftige Entwicklung. Nachfragetrends und deren Auswirkungen werden abgeschätzt und aufgezeigt.
- Das dritte Kapitel befasst sich mit möglichen Angebotstrends. Konventionelle Ansätze und verschiedene neue Angebotstrends im Verkehr werden bezüglich ihrer Wirkungspotenziale und Lösungen hinsichtlich der Herausforderungen untersucht. Und es werden mögliche Szenarien illustriert, welche die Angebotstrends unterschiedlich miteinander koppeln.

## 1. Grundlagen und Analyse

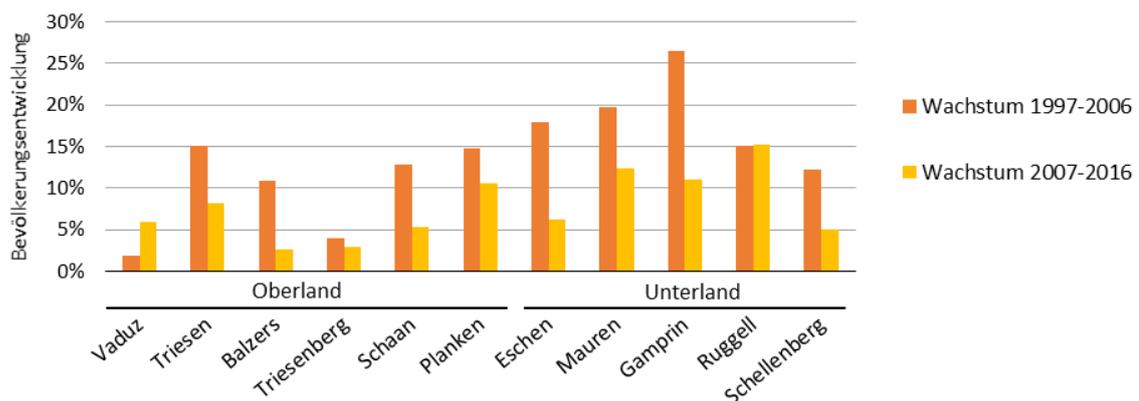
Als Teil des Rheintals steht der Kleinstaat Liechtenstein in enger Verflechtung mit seinen Nachbarländern Schweiz und Österreich. Die räumlichen und verkehrlichen Entwicklungen Liechtensteins werden daher jeweils im Zusammenhang mit den Nachbarregionen aufgezeigt. Liechtensteins topografische Lage hat zur Folge, dass der überwiegende Teil der räumlichen und wirtschaftlichen Entwicklungen auf dem Landstreifen der Talsohle zwischen Rhein und Gebirge stattfindet.

### 1.1. Sozioökonomische Entwicklungen

#### Bevölkerungsentwicklung

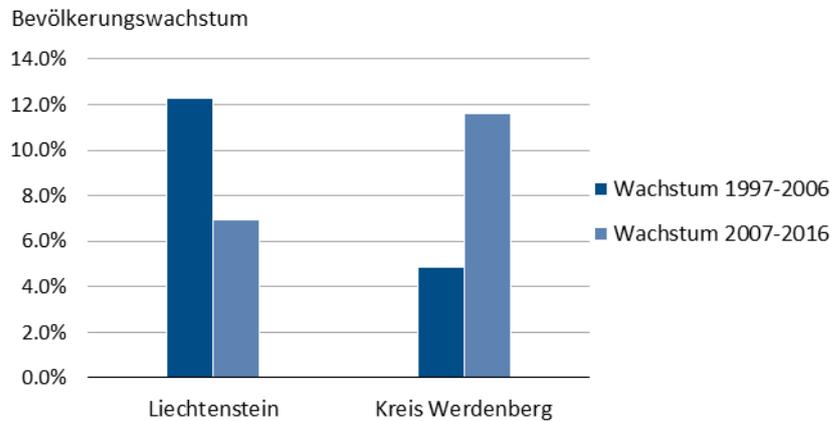
Liechtenstein zählt Ende 2017 knapp 38'100 Einwohnerinnen und Einwohner. Die Bevölkerung lebt zu ungefähr zwei Dritteln im Oberland in den Gemeinden Vaduz, Schaan, Triesen, Balzers, Triesenberg und Planken (vgl. Abbildung 3). Ein Drittel der Bevölkerung bewohnt das Unterland mit den Gemeinden Eschen, Mauren, Gamprin, Ruggell und Schellenberg. Alle Gemeinden haben in den letzten 20 Jahren an Bevölkerung zugelegt. Am stärksten sind die Gemeinden im Unterland gewachsen (vgl. Abbildung 1). Zudem zeigt sich in den letzten zehn Jahren bei allen Gemeinden, abgesehen von Vaduz und Ruggell, eine Verlangsamung des Wachstums im Vergleich zur Vordekade.

Abbildung 1: Bevölkerungswachstum der Gemeinden 1997–2016



Grafik INFRAS. Datenquelle: AS

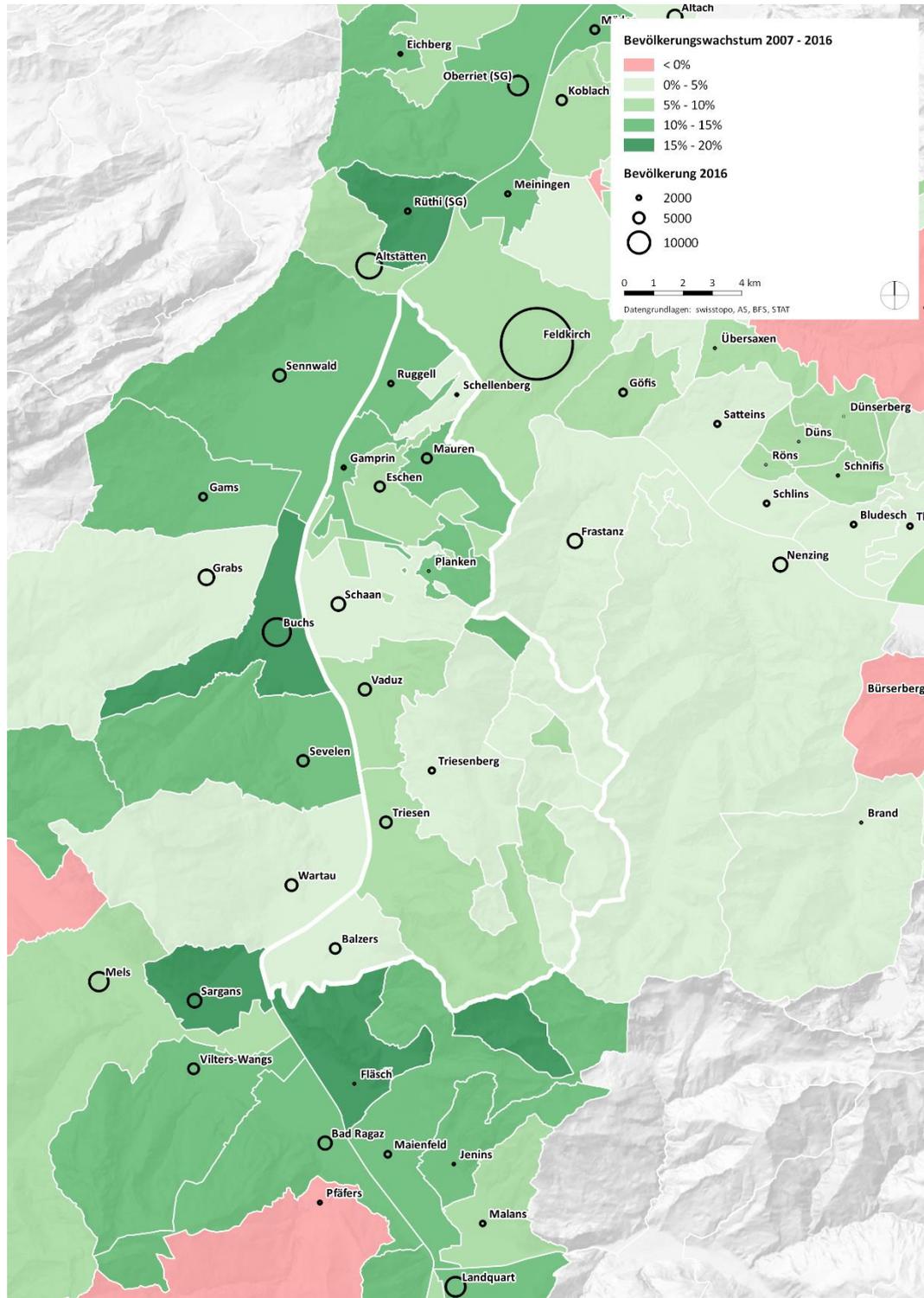
Im benachbarten Ausland verhält es sich genau umgekehrt (vgl. Abbildung 2): Der Wahlkreis Werdenberg weist ein deutlich stärkeres Bevölkerungswachstum im zweiten Jahrzehnt auf. In der Vordekade jedoch lag das Wachstum um einiges tiefer als dasjenige Liechtensteins.

**Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung Liechtenstein und Werdenberg 1997–2016**

Grafik INFRAS. Datenquelle: AS, Statistik SG

Die Karte in Abbildung 3 bildet die Bevölkerungsentwicklung der letzten zehn Jahre ab. Es zeigt sich auch hier ein deutlich schwächeres Wachstum in Liechtenstein im Vergleich zum benachbarten Ausland. Innerhalb Liechtensteins verzeichnet das Unterland vor allem mit den Gemeinden Gamprin, Ruggell und Mauren die grösste Dynamik. Ausserhalb Liechtensteins ist es vor allem die Schweizer Seite mit der Region Landquart, Sargans, Werdenberg und dem Wahlkreis Rheintal.

Abbildung 3: Bevölkerungsentwicklung 2007–2016 und Bevölkerungsstand 2016



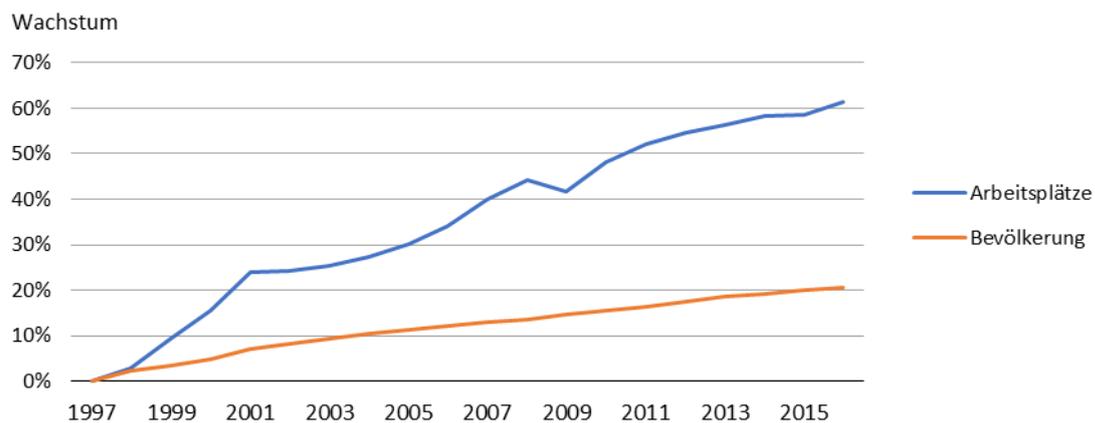
Grafik INFRAS. Quelle: Siehe Legende

### Arbeitsplatzentwicklung

2016 verzeichnet Liechtenstein rund 37'000 Beschäftigte und 32'000 Vollzeitäquivalente (VZÄ). Die Arbeitsplatzdynamik der letzten 20 Jahre entspricht fast dem Dreifachen der Bevölkerungsdynamik (vgl. Abbildung 4). Dies erklärt, zusammen mit der restriktiven Zuwanderungspolitik Liechtensteins, auch die stärkere Bevölkerungszunahme auf Schweizer Seite.

Das Verhältnis von Beschäftigten zu Einwohnern in Liechtenstein liegt bei 99%. Damit liegt Liechtenstein im internationalen Vergleich auf Platz eins, gefolgt von Luxemburg mit 69% und der Schweiz mit 55% (AS 2016a). Alle drei Länder weisen dieses hohe Verhältnis nur aufgrund der Grenzgängerinnen und Grenzgänger (hier Zupendler) auf. Die Zupendler machen in Liechtenstein 54% der Beschäftigten aus, in Luxemburg 43% und in der Schweiz knapp 7%.

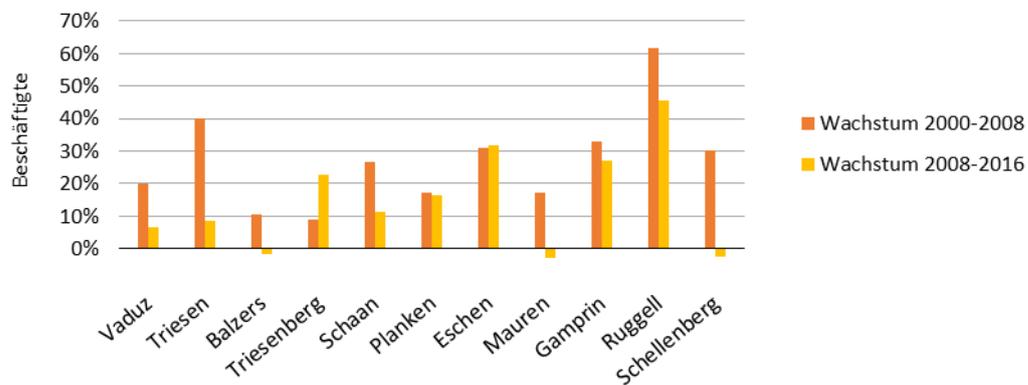
**Abbildung 4: Wachstum Bevölkerung und Arbeitsplätze in Liechtenstein zwischen 1997 und 2016**



Grafik INFRAS. Datenquelle: AS

Innerhalb Liechtensteins verteilen sich die Arbeitsplätze analog zu der Bevölkerung zu zwei Dritteln im Oberland und zu einem Drittel im Unterland (vgl. Abbildung 6). Die Hälfte aller Beschäftigten arbeitet entweder in Vaduz oder Schaan. Auch in der Arbeitsplatzentwicklung zeigt sich das Unterland dynamischer als das Oberland (vgl. Abbildung 5). Aber auch hier hat sich das Wachstum in der zweiten Phase gegenüber den ersten acht Jahren verlangsamt.

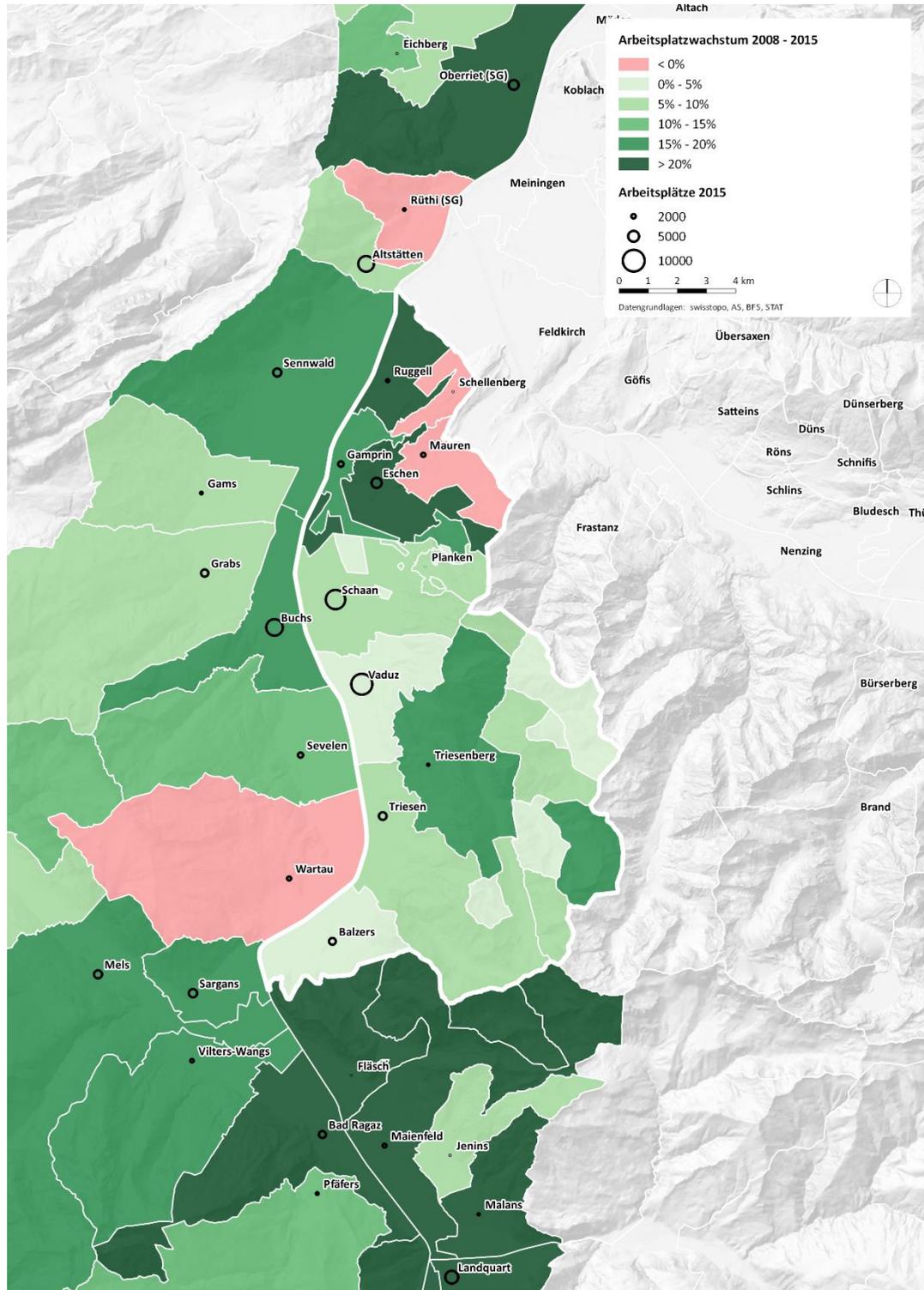
Abbildung 5: Arbeitsplatzentwicklung (Voll- und Teilzeit) 2000–2016



Grafik INFRAS. Datenquelle: AS

Der Vergleich der Entwicklungen der letzten acht Jahre mit der Schweiz zeigt, dass Buchs, das Sarganserland und die Region Landquart ein stärkeres relatives Arbeitsplatzwachstum aufweisen als Liechtenstein (vgl. Abbildung 6). Zu beachten sind jedoch die deutlich geringeren absoluten Beschäftigtenzahlen auf Schweizer Seite im Vergleich zu Vaduz oder Schaan.

Abbildung 6: Arbeitsplatzentwicklung 2008–2015 und Stand Arbeitsplätze 2015



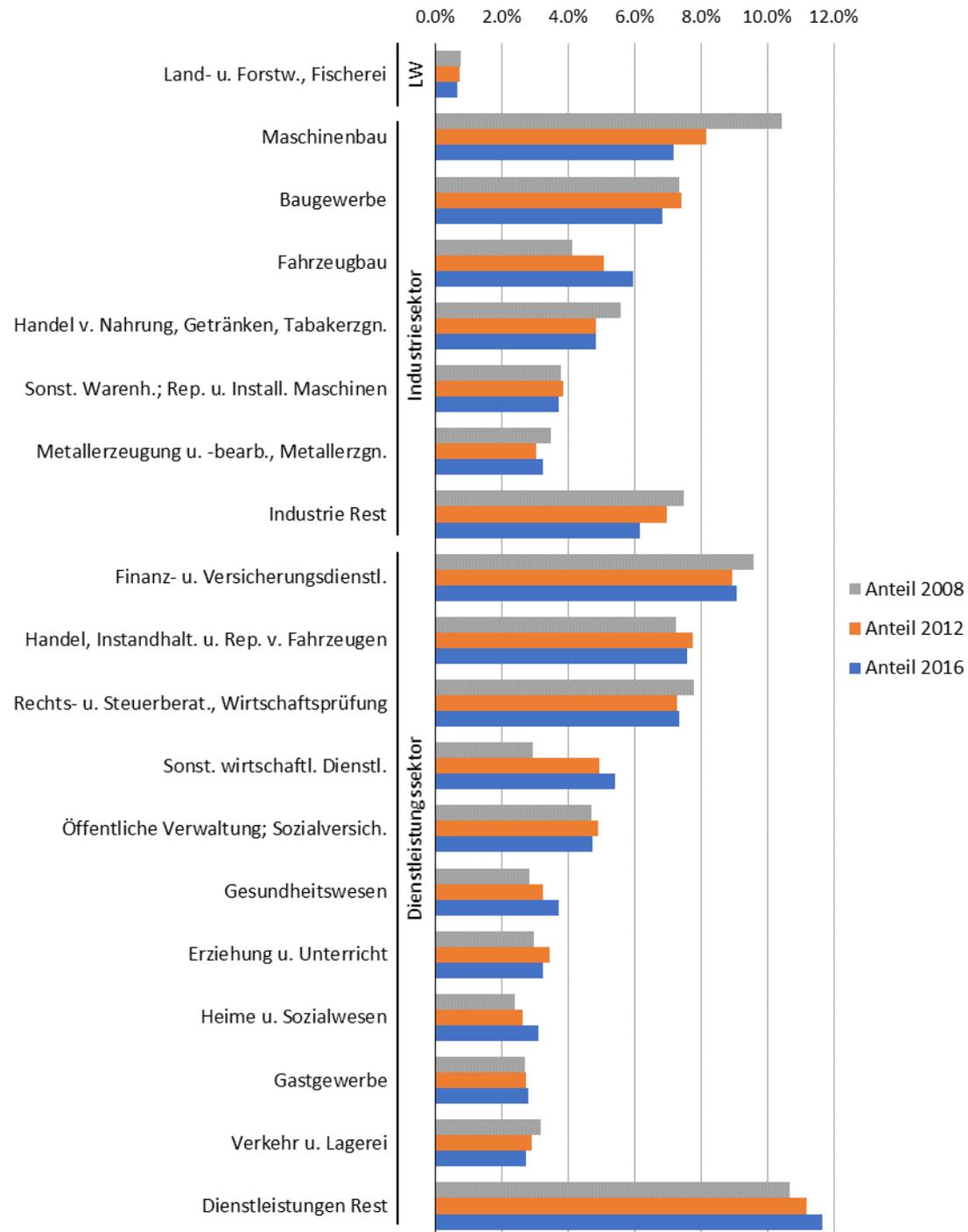
Grafik INFRAS. Quelle: Siehe Legende

### **Branchenstruktur und wirtschaftliche Entwicklung**

Der Bericht «Knacknuss Wachstum und Zuwanderung» der Stiftung Zukunft.li erörtert die aktuelle wirtschaftliche Lage und verschiedene Entwicklungsszenarien für das Land Liechtenstein und deren Wechselwirkungen mit der Zuwanderung (Stiftung Zukunft.li 2016). Demnach verharrt das Bruttoinlandprodukt (BIP) seit mehreren Jahren auf demselben Niveau. Das Bruttonationaleinkommen (BNE), bei welchem nur die Wertschöpfung berücksichtigt wird, welche von in Liechtenstein wohnenden Personen erwirtschaftet wird, sinkt sogar seit mehreren Jahren. Seit der Jahrtausendwende sinkt auch die Arbeitsproduktivität, weil die Beschäftigtenzahlen stärker gewachsen sind als die Wertschöpfung. Die attraktive Arbeits-, Wohn- und Steuersituation erzeugt einen hohen Zuwanderungsdruck auf das Land Liechtenstein. Aufgrund der restriktiven Zuwanderungspolitik des Landes ist die reale Zuwanderung jedoch bescheiden. Die Branchenstruktur Liechtensteins ist sehr breit gefächert. Beim Dienstleistungssektor sind die Finanz- und Versicherungsdienstleistungen, der Handel, die Instandhaltung und Reparaturen von Fahrzeugen und die Rechts- und Steuerberatung die stärksten Abteilungen, wie in Abbildung 7 ersichtlich. Der starke Finanzdienstleistungssektor Liechtensteins hat nach der Finanzkrise 2008 Einbussen erlitten. Heute arbeiten darin 16% der Beschäftigten und erwirtschaften 24% des BIP. Liechtenstein hat im europäischen Vergleich einen starken Industriesektor. 2014 wurde darin 40% der inländischen Wertschöpfung erwirtschaftet. Innerhalb des Industriesektors sind Maschinenbau, Baugewerbe und Fahrzeugbau die drei grössten Abteilungen. Aber auch in Liechtenstein folgt die Entwicklung dem allgemeinen Trend hin zum dritten Sektor. Der Industriesektor ist in den letzten acht Jahren rückläufig. Eine deutliche Abnahme erfuhr der Bereich Maschinenbau. Starke Zunahmen hingegen haben die Bereiche Fahrzeugbau, sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen und das Gesundheitswesen und Heime gezeigt. Der Bereich Gesundheitswesen ist in den Nachbarregionen Werdenberg und Sarganserland mit 8 bis 14% im Jahr 2008 jedoch bedeutender (INFRAS, 2015). Die Beschäftigten teilen sich wie folgt auf die drei Wirtschaftssektoren auf:

- Landwirtschaftssektor: 1% der Beschäftigten
- Industriesektor: 38% der Beschäftigten
- Dienstleistungssektor: 61% der Beschäftigten

Abbildung 7: Branchenentwicklung in Liechtenstein (Anteil am Total der Beschäftigten)



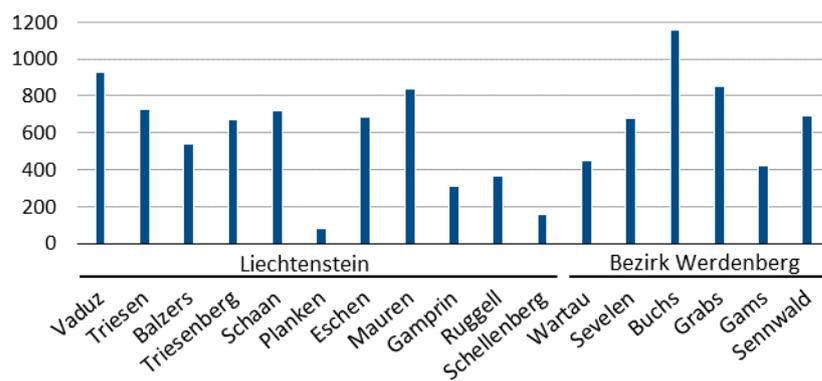
Grafik INFRAS. Datenquelle: AS

## 1.2. Siedlungsentwicklung

### Wohnbautätigkeit

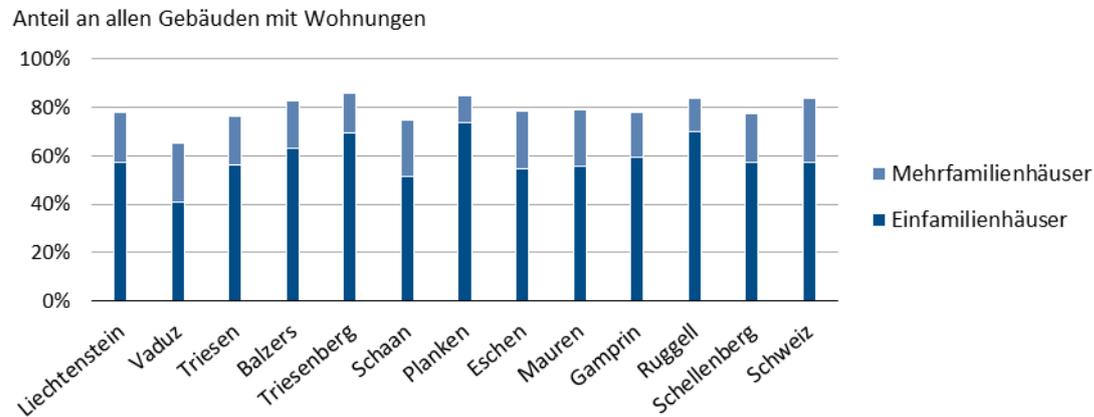
Die meisten neuen Wohnungen in Liechtenstein sind in den letzten 16 Jahren in Vaduz, Mauren, Schaan, Triesen, Triesenberg und Eschen entstanden (vgl. Abbildung 8). Hier zeigt sich, dass in absoluten Zahlen das Oberland eine stärkere Bevölkerungsentwicklung aufweist als das Unterland, obwohl das Unterland prozentual im selben Zeitraum stärker gewachsen ist (siehe Abschnitt 1.1). Im Wahlkreis Werdenberg haben vor allem die Gemeinden Buchs, Grabs, Sevelen und Sennwald viele neue Wohnungen erhalten.

Abbildung 8: Neue Wohnungen 2000–2016



Grafik INFRAS. Datenquelle: AS, BFS

Liechtenstein ist geprägt durch eine disperse Siedlungsstruktur geringer Dichte, die sich zu einem überwiegenden Anteil aus Ein- und Mehrfamilienhäusern zusammensetzt, wovon Einfamilienhäuser den weitaus grössten Anteil ausmachen. Abbildung 9 zeigt den Anteil Ein- und Mehrfamilienhäuser am Bestand aller Gebäude mit Wohnnutzung für die einzelnen Gemeinden. Der Wert beträgt je nach Gemeinde zwischen 50 und 85%.

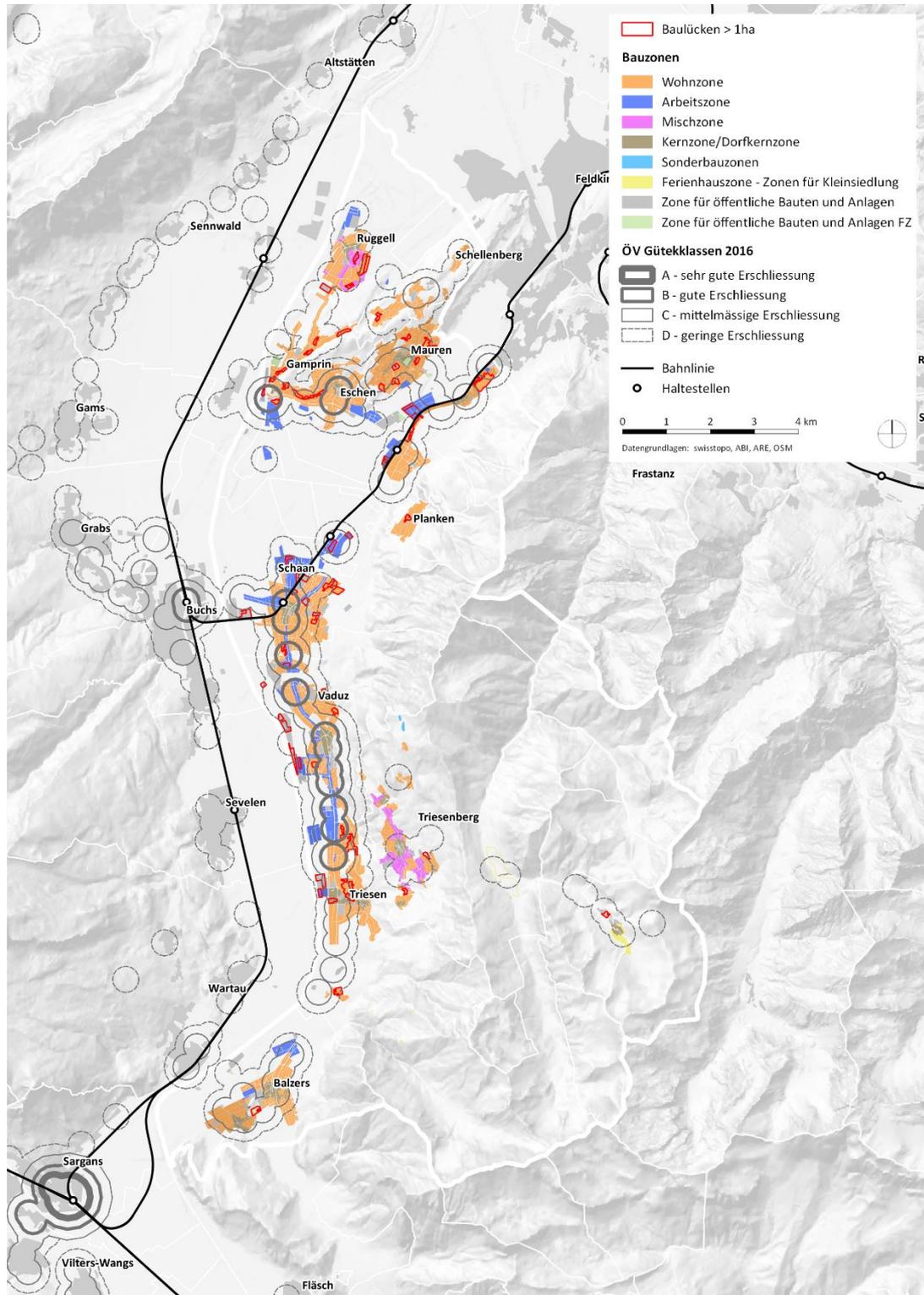
**Abbildung 9: Anteil Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser 2016**

Grafik INFRAS. Quelle: AS, BFS (Werte Schweiz beziehen sich auf das Jahr 2015)

In Abbildung 9 ist die Verteilung der Bauzonen dargestellt. Die Bauzonen lassen je nach Zuteilung eine Ausnutzung<sup>1</sup> von 35 bis 140% zu (AZ 0.35 bis 1.4). Dies sind theoretische Werte, die längstens nicht ausgeschöpft sind, denn die inneren Reserven und Baulücken sind gross. In Abbildung 10 sind alle Baulücken ab einer Hektare eingetragen. Oft liegen diese eher peripher am Gemeinderand, an Orten, die mit dem öffentlichen Verkehr weniger gut erschlossen sind. Die Verteilung der Arbeitszonen folgt einem ähnlichen Muster. Speziell im Unterland, welches in der Vergangenheit eine stärkere Beschäftigtenentwicklung aufwies, liegen die Arbeitszonen am Rand der Gemeinden. Ausserdem verfügen fast alle Gemeinden, abgesehen von Planken und Schellenberg, über ihr eigenes Arbeitsplatzgebiet, weshalb diese wenig konzentriert, sondern dispers verteilt vorliegen. Die in der Karte dargestellten Erschliessungsgüteklassen des öffentlichen Verkehrs sind zu relativieren, da sie vor allem die Angebotsdichte abbilden und nicht, ob die gewünschten Verkehrsbeziehungen attraktiv sind. In Abschnitt 1.3 wird vertieft auf das Angebot im öffentlichen Verkehr eingegangen.

<sup>1</sup> In den Bauordnungen und Zonenplänen der Gemeinden werden sog. Ausnutzungsziffern (AZ) in den verschiedenen Bauzonen bestimmt. Diese definieren das maximal zulässige Verhältnis der Bruttogeschossflächen (BGF) zur anrechenbaren Grundstücksfläche. Ein- oder zweigeschossige Wohnzonen verfügen typischerweise über eine AZ um die 0.5. Höhergeschossige Bauzonen haben AZ bis oder über 1.0. Bei einer AZ von 1.0 darf die Bruttogeschossfläche maximal 100% der anrechenbaren Grundstücksfläche entsprechen.

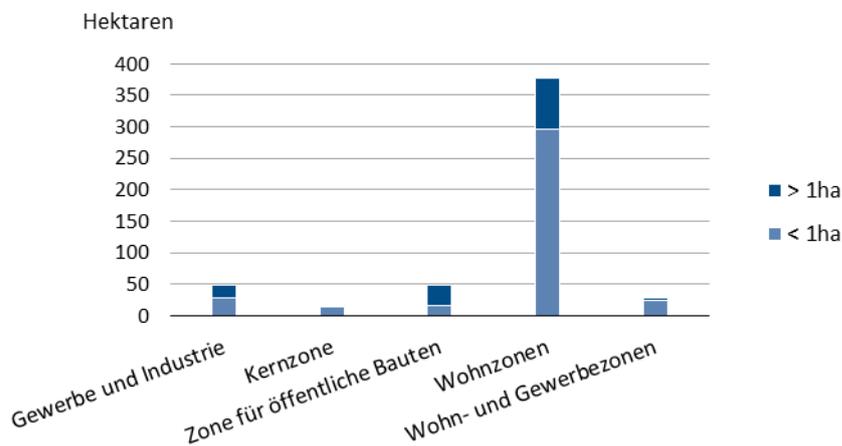
Abbildung 10: Verteilung der Bauzonen und Reserven grösser als eine Hektare



Grafik INFRAS. Quelle: Siehe Legende

Der überwiegende Teil der Baulücken ist den Wohnzonen zugeteilt (vgl. Abbildung 11). 2014 liegen insgesamt 377 Hektaren unbebaute Wohnzonen vor. Ein kleines Gedankenspiel: Bei einer durchschnittlichen Ausnützung von 67% und einem Wohnflächenverbrauch von 50 m<sup>2</sup> pro Person entspricht dies einem Potenzial von zusätzlichen 50'000 Einwohnerinnen und Einwohnern. Ein Grossteil dieser Reserven ist jedoch nicht verfügbar. Ein illiquid und unelastisch geprägter Bodenmarkt und die restriktive Zuwanderungspolitik führen dazu, dass Bauland eher gehortet als entwickelt wird (Stiftung Zukunft.li 2016). In den Gewerbe- und Industriezonen sind die Baulücken demgegenüber sehr rar. Genau da liegt gemäss der vergangenen Entwicklung jedoch die höchste Nachfrage vor.

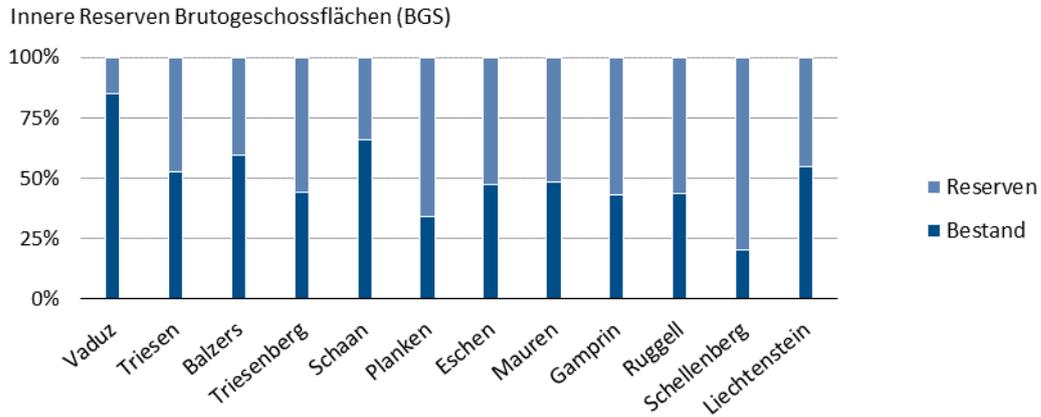
**Abbildung 11: Baulücken 2014**



Grafik INFRAS. Quelle: ABI

Auch das Potenzial zur inneren Verdichtung ist gross. Abgesehen von Vaduz weisen alle Gemeinden innere Reserven von über 30% auf, bezogen auf die zulässige Anzahl Bruttogeschossflächen. Im Unterland liegen diese sogar verbreitet bei über 50% (vgl. Abbildung 12). Die erhobenen Daten zu den inneren Reserven beziehen den überwiegenden Teil der Gewerbe- und Industriezonen nicht mit ein, weshalb zum Innenentwicklungspotenzial dieser Zonen keine Aussage gemacht werden kann.

**Abbildung 12: Anteil innere Reserven je Gemeinde 2014**

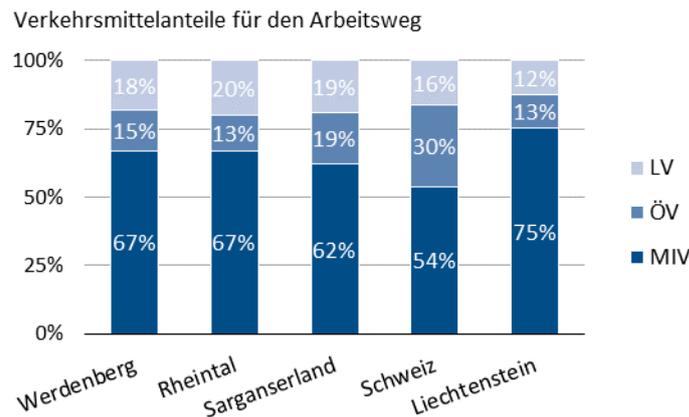


Grafik INFRAS. Quelle: ABI

### 1.3. Verkehrsentwicklung

Liechtensteins Verkehr wird dominiert vom motorisierten Individualverkehr (MIV). Bei der Verkehrsmittelwahl für den Arbeitsweg liegt der Anteil MIV bei 75% und der Anteil öffentlicher Verkehr (ÖV) nur gerade bei 13% (vgl. Abbildung 13). In den benachbarten Schweizer Regionen liegt der Anteil MIV rund 10 Prozentpunkte tiefer.

**Abbildung 13: Verkehrsmittelwahl für den Arbeitsweg nach unterschiedlichen Regionen 2015**

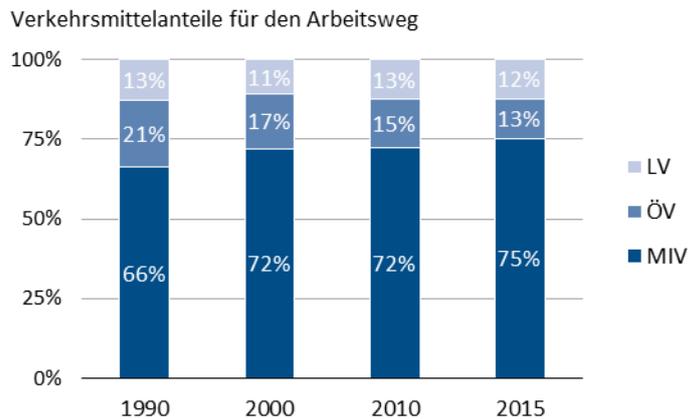


Grafik INFRAS. Quelle: AS, Statistik SG, BFS

Der Anteil MIV für den Arbeitsweg ist in Liechtenstein seit 1990 stark gestiegen (vgl. Abbildung 14). Zwischen 2000 und 2010 hat sich das Wachstum etwas verlangsamt. In den letzten fünf Jahren hat der Anteil jedoch nochmals deutlich zugenommen. Der Fuss- und Fahrradverkehr

(LV) hat sich während den letzten 25 Jahren konstant auf einem Niveau von etwa 12% gehalten. Das Wachstum des MIV ging grösstenteils auf Kosten des ÖV (vgl. Entwicklung Fahrgastzahlen LIEmobil in Abbildung 25).

**Abbildung 14: Entwicklung der Verkehrsmittelwahl für den Arbeitsweg in Liechtenstein 1990–2015**



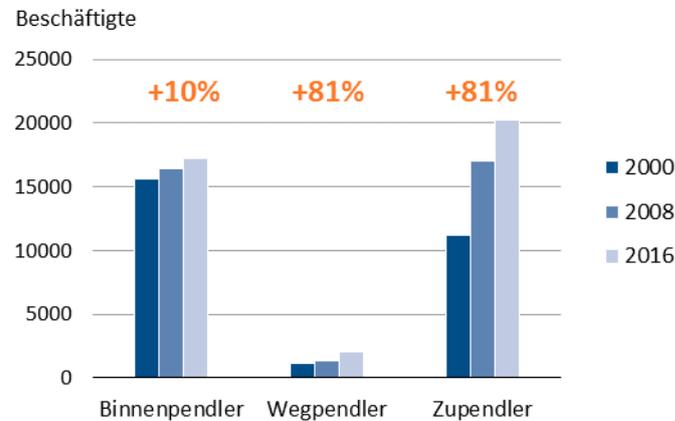
Grafik INFRAS. Quelle: AS

Werden die Altersklassen einzeln betrachtet zeigt sich bei den 20- bis 29-Jährigen eine erhöhte Affinität, für den Arbeitsweg den ÖV zu benutzen. Demgegenüber tendieren die über 60-Jährigen eher in Richtung LV. Bei beiden Altersklassen liegt der MIV-Anteil jedoch im Rahmen des Landesdurchschnitts. Zur altersgruppenspezifischen Verkehrsmittelwahl bezüglich des Gesamtverkehrs liegen keine Daten vor.

### Pendlerentwicklung

Rund 20'200 Personen, insgesamt 54% der Beschäftigten pendeln für die Arbeit aus dem benachbarten Ausland nach Liechtenstein (vgl. Abbildung 15, Zupendler). Nur gerade 2'000 Einwohnerinnen und Einwohner Liechtensteins pendeln für die Arbeit in das benachbarte Ausland (Wegpendler). Rund 17'200 Personen und damit etwa 46% der Beschäftigten wohnen in Liechtenstein selber und zählen damit zu den Binnenpendlern. Darin sind auch die rund 6'600 Personen enthalten, die in derselben Gemeinde Liechtensteins wohnen und arbeiten. Binnenpendler, Wegpendler und Zupendler haben in den letzten 16 Jahren stark zugenommen. Mit 81% weisen die Zupendler und Wegpendler ein besonders hohes Wachstum auf.

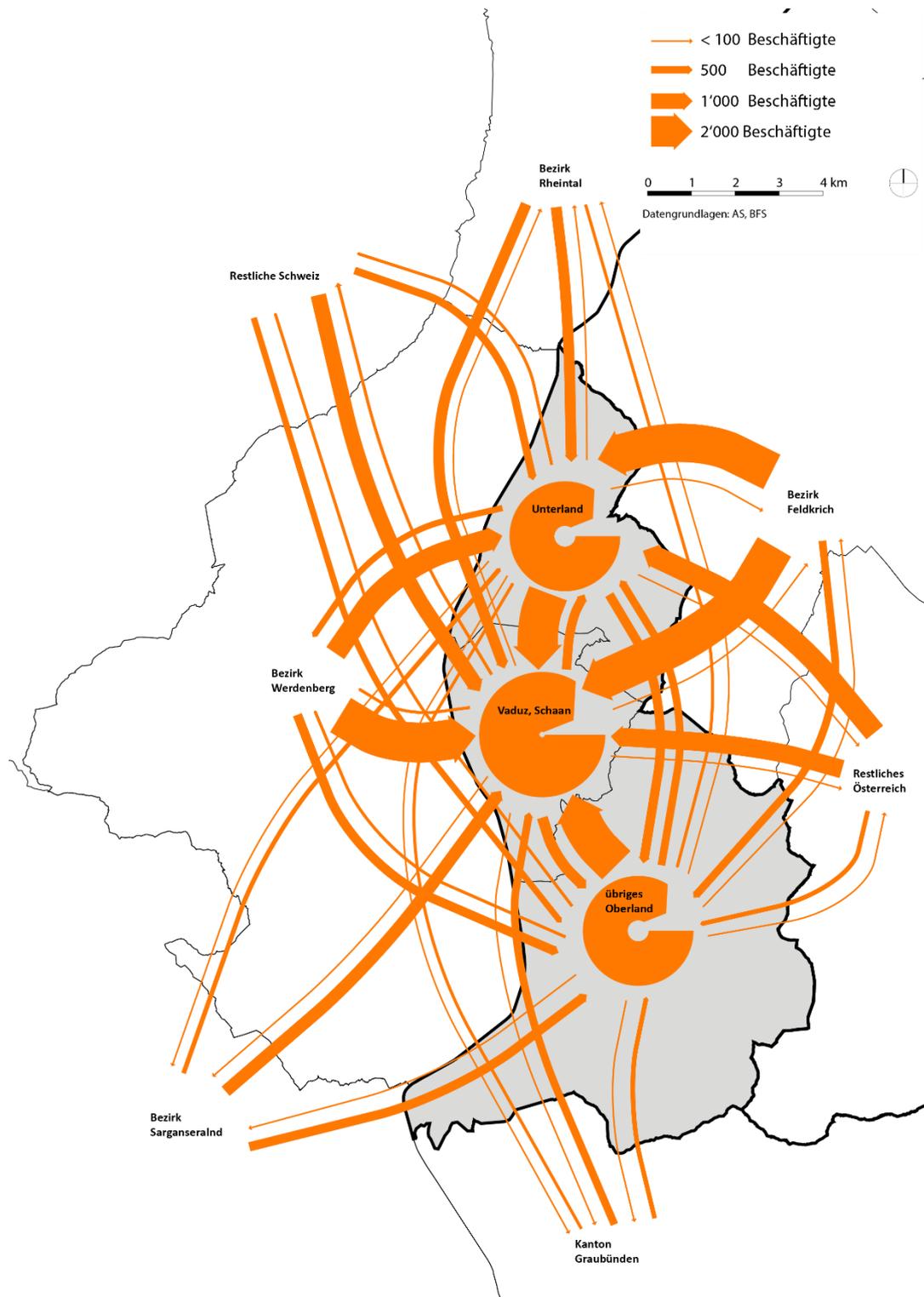
Abbildung 15: Entwicklung Arbeitspendler 2000–2016



Grafik INFRAS. Quelle: AS

Abbildung 16 stellt die verschiedenen Pendlerströme Liechtensteins proportional zur jeweiligen Anzahl Pendlerinnen und Pendler dar. 54% der Zupendler leben in der Schweiz und 42% in Österreich. Die restlichen 4% kommen aus Deutschland und anderen Staaten (nicht in der Abbildung dargestellt). Grosse Zupendlerströme kommen aus dem Wahlkreis Werdenberg, dem Bezirk Feldkirch und dem übrigen Österreich. Diese Ströme zielen vor allem in Richtung Unterland und nach Vaduz und Schaan und belasten morgens und abends die Rhein- und Grenzübergänge. Die Abbildung verdeutlicht auch die grossen Binnenpendlerströme. Sie tragen zu einem erheblichen Anteil zur Verkehrserzeugung bei und zielen vor allem nach Vaduz und Schaan. Ein Lesebeispiel zur Abbildung 16: Wohnt eine Person in Eschen und arbeitet in Vaduz, ist sie abgebildet im Pfeil, der von «Unterland» nach «Vaduz, Schaan» zeigt. Wohnt eine Person in Vaduz und arbeitet in Schaan, ist sie abgebildet im runden Pfeil innerhalb «Vaduz, Schaan». Und pendelt eine Person täglich aus Zürich nach Vaduz, ist sie abgebildet im Pfeil, der von «Restliche Schweiz» nach «Vaduz, Schaan» zeigt.

Abbildung 16: Arbeitspendlerströme 2016

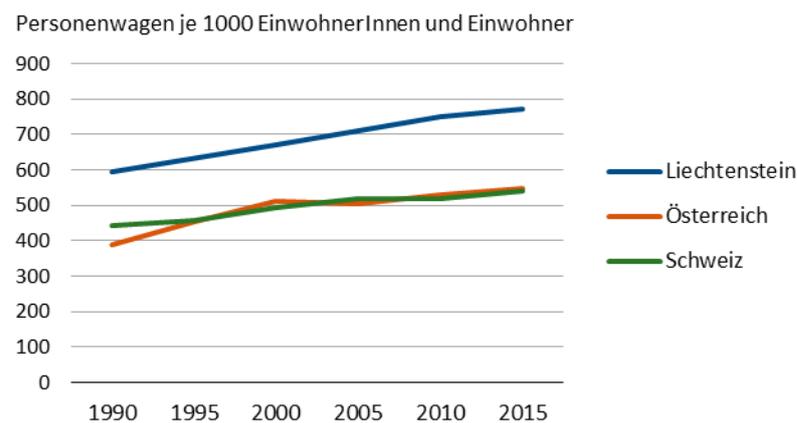


Grafik INFRAS. Quelle: Siehe Legende

### Motorisierter Individualverkehr

Die starke Ausrichtung Liechtensteins auf den MIV zeigt sich auch im hohen Motorisierungsgrad, der die Anzahl Personenwagen pro 1'000 Einwohnerinnen und Einwohner beschreibt. In Liechtenstein liegt er bei 780 Fahrzeugen pro 1'000 Einwohnerinnen und Einwohner und damit im europäischen Vergleich an der Spitze (2016)! Auf Schweizer Seite liegt er mit etwa 540 Fahrzeugen pro 1'000 Einwohnerinnen und Einwohner (2016) deutlich tiefer (Fahrzeugstatistik Liechtenstein; ARE 2016). Die Zunahme des Motorisierungsgrads zwischen 2000 und 2015 betrug in Liechtenstein 15% (vgl. Abbildung 34). Seit 2010 ist ein leichter Rückgang im Wachstum zu beobachten. In der Schweiz hat der Motorisierungsgrad im selben Zeitraum um 10% zugenommen.

Abbildung 17: Entwicklung Motorisierungsgrad



Quelle: AS, ARE 2016, eurostat

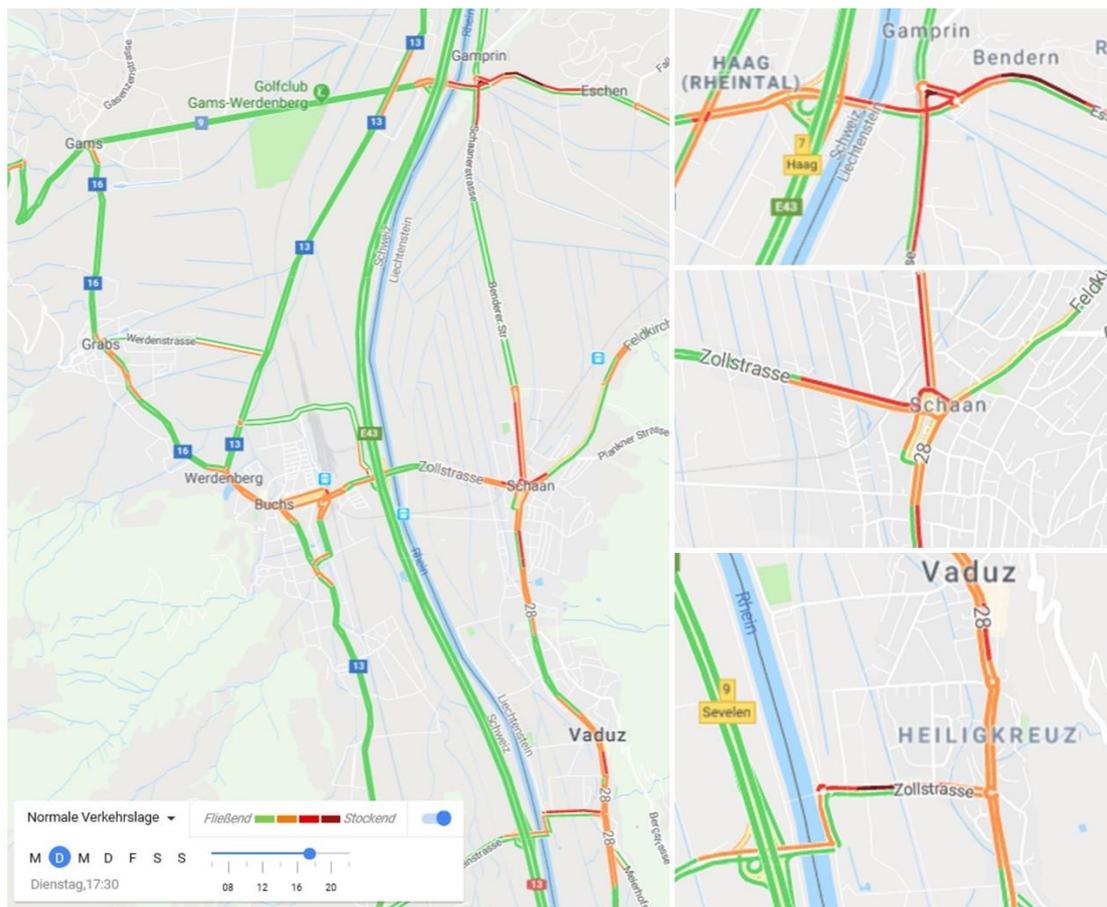
Der Besetzungsgrad von Personenwagen (PW-Besetzungsgrad) auf dem Arbeitsweg liegt in Liechtenstein 2015 bei 1.04 Personen pro Fahrzeug (AS 2016b). Rund 11'300 Personen benutzen das Auto als FahrerIn oder Fahrer für den Arbeitsweg, 422 als Mitfahrerinnen oder Mitfahrer. Dies ist verglichen mit der Schweiz enorm tief. Der PW-Besetzungsgrad auf dem Arbeitsweg in der Schweiz liegt seit 2000 recht konstant bei 1.38 Personen pro Fahrzeug (ARE 2016).

Wie wirken sich diese Pendlerströme zu Spitzenstunden zusammen mit dem hohen MIV-Anteil auf das Strassennetz aus? Abbildung 18 stellt die Verkehrslage beispielhaft an einem durchschnittlichen Dienstag zur Abendspitze um 17:30 Uhr dar. Folgende Engpässe sind auszumachen:

- Zentrum Schaan, in alle Richtungen,
- Rheinbrücke Schaan, in Richtung Nationalstrasse A13,

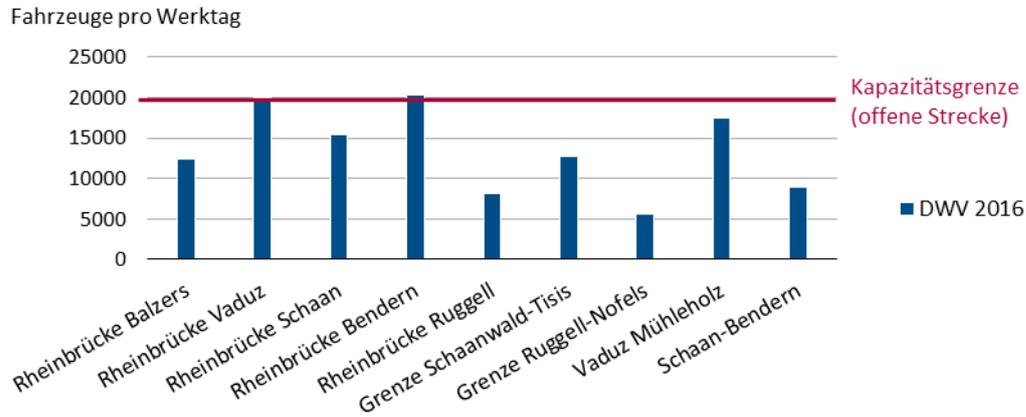
- Zentrum Vaduz, in beide Richtungen,
- Rheinbrücke Vaduz, in Richtung Nationalstrasse A13,
- Rheinbrücke Bendern, in Richtung Nationalstrasse A13.

Abbildung 18: Stauentwicklung werktags zur Abendspitze



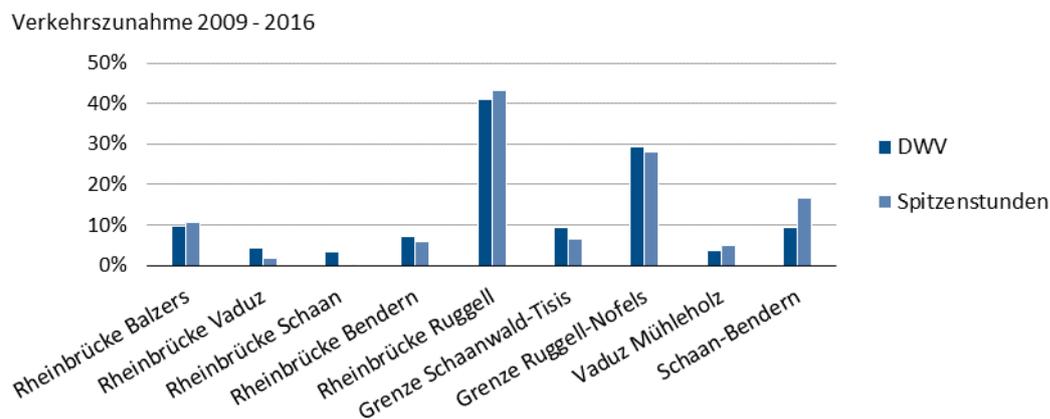
Quelle: Google Maps: Verkehrslage (Zugriff: Juli 2018)

Die Daten aus den Verkehrszählstellen decken sich mit den Erkenntnissen aus der Verkehrslage: Der durchschnittliche Werktagerverkehr (DWV) stösst bei den Rheinbrücken Vaduz und Bendorf an die Kapazitätsgrenze von 20'000 Fahrzeugen pro Tag (vgl. Abbildung 19). Über diesem Wert kippt die Verkehrsqualität in den ungenügenden Bereich, der Verkehrsfluss wird stockend. Dies ist eine theoretische Kapazitätsgrenze auf offener Strecke. Bei einem feinmaschigen Verkehrsnetz wie in Liechtenstein bestimmen die Verkehrsknoten die Kapazität und diese liegt generell tiefer als auf offener Strecke. Die Knotenkapazität der einzelnen Knoten variiert jedoch erheblich und hängt unter anderem ab vom Knotenlayout (Anzahl Spuren, Abbiege- und Vorrtrittsregelungen usw.) und der Mischverkehrsform.

**Abbildung 19: DWV 2016 an neuralgischen Punkten**

Grafik INFRAS. Quelle: ABI

Abbildung 20 zeigt auf, wie sich der Werktagerverkehr und der Verkehr zu den Spitzenstunden in den letzten 7 Jahren entwickelt hat. Im Vergleich mit Abbildung 19 wird deutlich: Wo der Verkehr bereits hoch ist, hat in den letzten Jahren wenig Wachstum stattgefunden. Der Verkehr zur Spitzenstunden bei der Rheinbrücke Schaan hat sich beispielsweise gar nicht verändert.

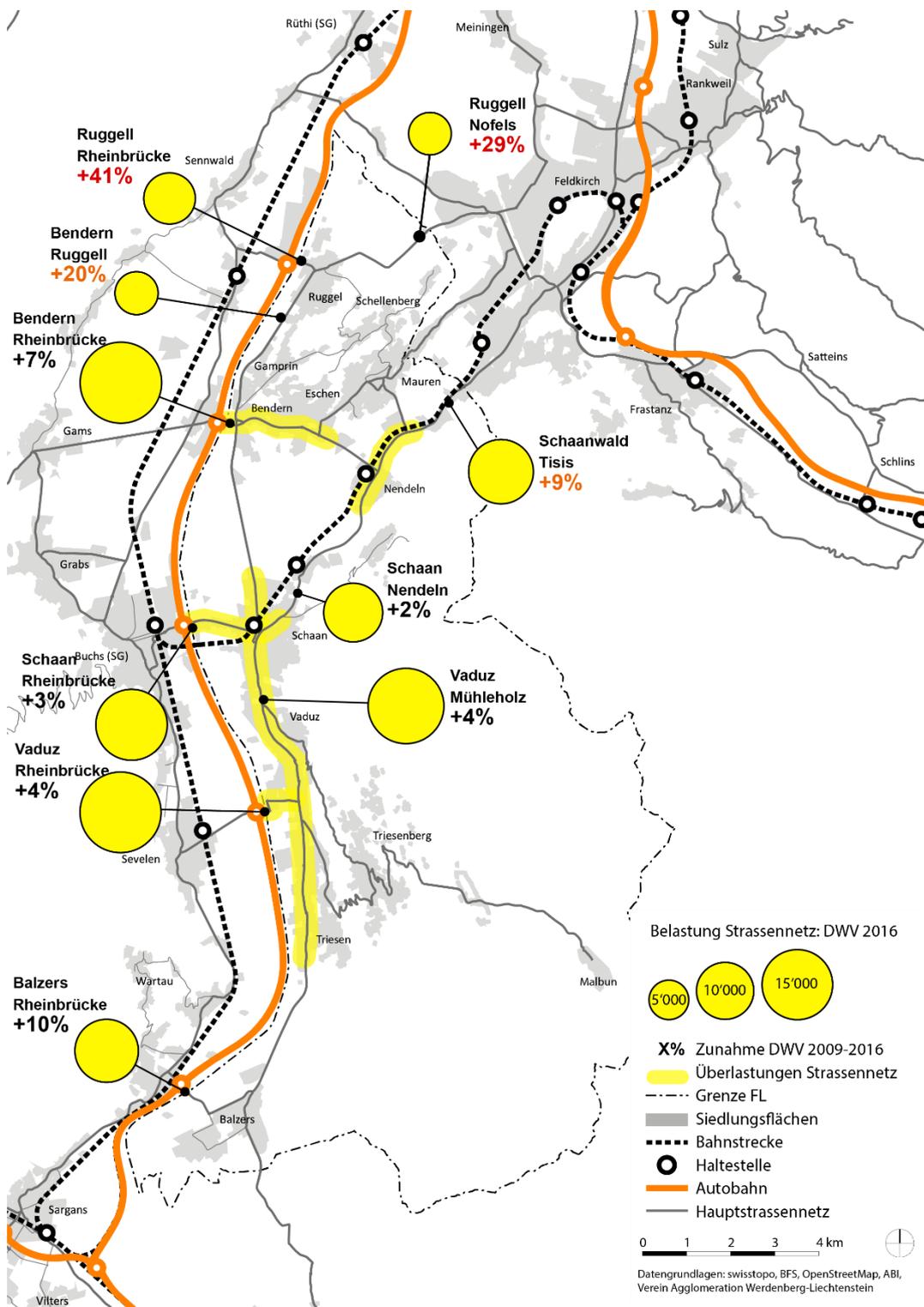
**Abbildung 20: Entwicklung durchschnittlicher Werktagerverkehr (DWV) und Spitzenstunden 2009 - 2016**

Grafik INFRAS. Quelle: ABI

Dafür zeigen sich Ausweichströme an anderen Stellen. Abbildung 21 fasst die beschriebenen Entwicklungen zusammen: Die hohe Dynamik der Rheinbrücke Ruggell deutet darauf hin, dass sich der grenzquerende Verkehr aus der und in die Schweiz dorthin verlagert hat, weil die Staubelastung an den anderen Übergängen zu gross ist. Dasselbe gilt für den Grenzübergang

«Schaanwald-Tisis» von und nach Österreich. Dieser weist eine geringe Dynamik auf. Der Ausweichverkehr zeigt sich am Übergang «Ruggell-Nofels».

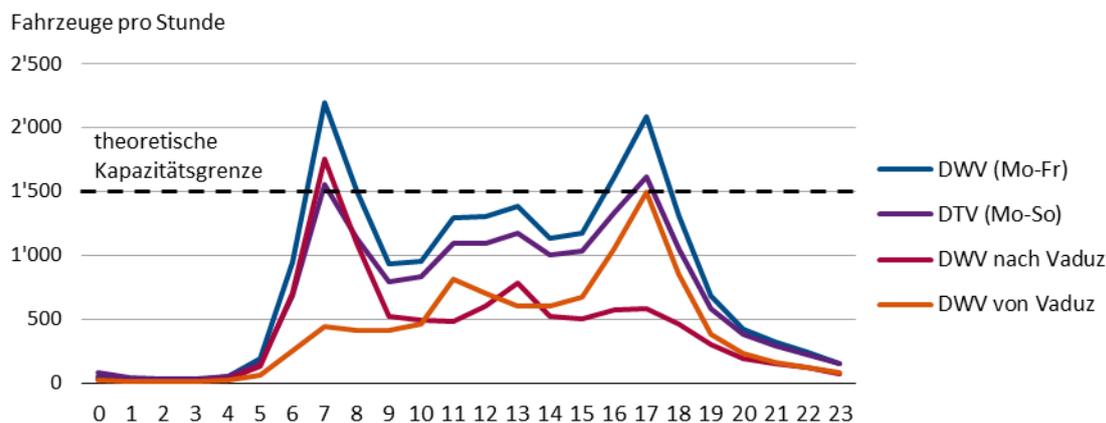
Abbildung 21: Entwicklung durchschnittlicher Werktagerverkehr (DWV) 2009 – 2016



Grafik INFRAS. Quelle: Siehe Legende

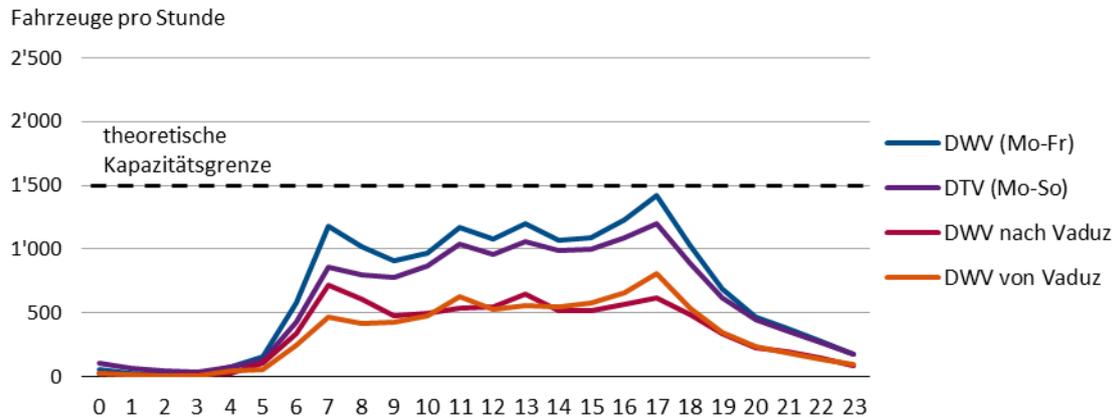
Die Betrachtung der Tagesganglinie eines bestimmten Querschnitts gibt Aufschluss über die tageszeitliche Verteilung der Verkehrsbelastung. Es lässt sich erkennen, zu welcher Zeit die Verkehrsbelastung am stärksten ist (Spitzenstunden) und zu welcher Zeit die Belastung gering ist, wo also noch Kapazitätsreserven vorhanden sind. Zu Spitzenstunden, spätestens ab 1'500 Fahrzeugen pro Stunde, wird der Verkehrsfluss zunehmend eingeschränkt. Beim Querschnitt «Vaduz Rheinbrücke» zeigen sich ausgeprägt Morgen- und Abendspitzen (vgl. Abbildung 22). Ausserdem ist ein weitere, jedoch viel geringere Spitze um die Mittagszeit ablesbar. Die Belastung ist asymmetrisch, sie betrifft jeweils nur eine Richtung: morgens die Fahrspur von der Schweiz in Richtung Vaduz und abends in die Gegenrichtung.

**Abbildung 22: Tagesganglinie Vaduz Rheinbrücke 2014**



Grafik INFRAS. Datenquelle: ABI

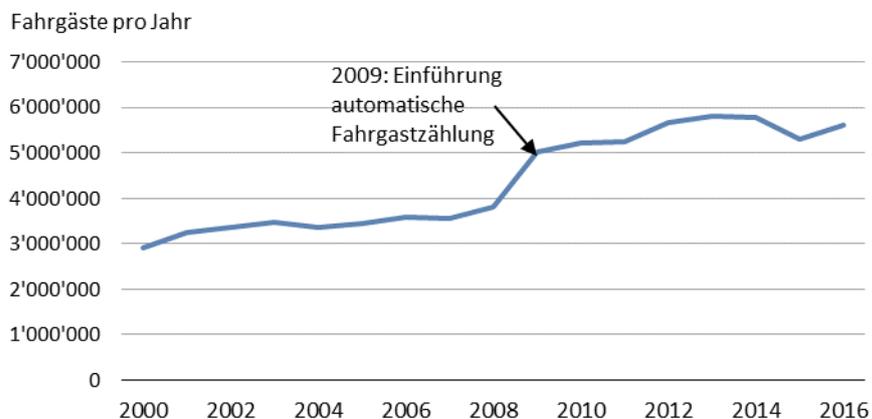
Der Querschnitt «Vaduz Mühleholz» liegt auf der Hauptstrasse zwischen Vaduz und Schaan und zeigt ein anderes Bild. Auch hier lassen sich Morgen-, Mittag-, und Abendspitzen ablesen. Doch die Spitzenstunden sind deutlich weniger ausgeprägt und die Auslastung ist gleichmässiger über den Tag verteilt. Hier zeigt sich, dass beim Binnenverkehr nicht nur die Arbeitspendler zur starken Auslastung des Strassennetzes beitragen, sondern auch andere Verkehrszwecke, wie Freizeit oder Einkauf. Dies deutet darauf hin, dass der MIV-Anteil nicht nur beim Arbeitsweg hoch ist, sondern dass auch sonst oft das eigene Fahrzeug und nicht der ÖV oder das Fahrrad benutzt wird.

**Abbildung 23: Tagesganglinie Vaduz Mühleholz 2014**

Grafik INFRAS. Datenquelle: ABI

### Öffentlicher Verkehr

Der Verkehrsbetrieb «LIECHTENSTEINmobil» (LIEmobil) ist Anbieter des Busnetzes in Liechtenstein. Die Fahrgastzahlen von LIEmobil haben in den letzten 16 Jahren insgesamt zugenommen. Die Entwicklung hat jedoch grosse Schwankungen mitgemacht und stagniert seit einigen Jahren (vgl. Abbildung 24). Gemäss Geschäftsbericht machen sich in den tieferen Zahlen des Jahres 2015 einerseits Angebotseinschränkung und andererseits die Tariferhöhung und sinkende Treibstoffpreise bemerkbar. 2016 erholte sich die Entwicklung wieder etwas. 2009 gab es einen grossen Sprung, der aber hauptsächlich auf die Einführung der automatischen Fahrgastzählung und die deshalb verlässlicheren Zahlen zurückzuführen ist.

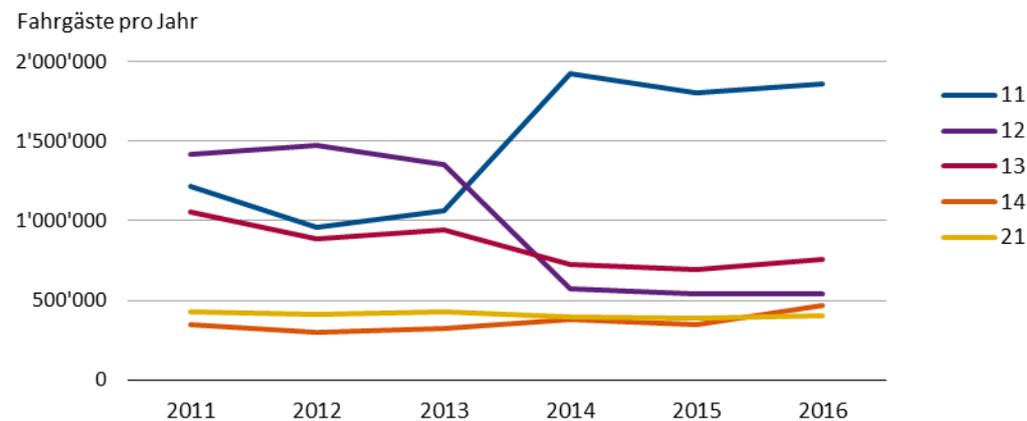
**Abbildung 24: Fahrgastzahlen LIEmobil**

Grafik INFRAS. Quelle: LIEmobil

Abbildung 25 zeigt die Nachfrageentwicklung auf den stärksten fünf Buslinien:

- Linie 11 Sargans-Vaduz-Bendern-Mauren-Feldkirch: Nachfrageverdoppelung zwischen 2013 und 2014. Vor 2014 führte die Linie nur bis Trübbach, danach bis Sargans.
- Linie 12 Buchs-Schaan: Nachfragehalbierung zwischen 2013 und 2014. Die Linie 12 führte vor 2014 weiter bis nach Vaduz und Sargans, seit 2014 nur noch in Stosszeiten bis nach Vaduz/Balzers. Es zeigt sich eine Nachfrageverlagerung auf die Linie 11.
- Linie 13 Trübbach-Vaduz-Nendeln-Eschen-Schaanwald: Die Nachfrage ist in den letzten fünf Jahren um einen Viertel gesunken. Vor 2014 führte die Linie von Buchs nach Feldkirch, danach wurde sie auf die Relation Trübbach-Schaanwald verlegt.
- Linie 14 Vaduz-Nendeln-Schaanwald-Feldkirch: Die Nachfrage hat leicht zugenommen.
- Linie 21 Vaduz-Malbun: Die Nachfrage ist konstant geblieben.

**Abbildung 25: Fahrgastzahlen der stärksten Linien, über 250'000 Fahrgäste pro Jahr**



Grafik INFRAS. Quelle: LIEmobil

Nachfrageentwicklung auf den übrigen Linien:

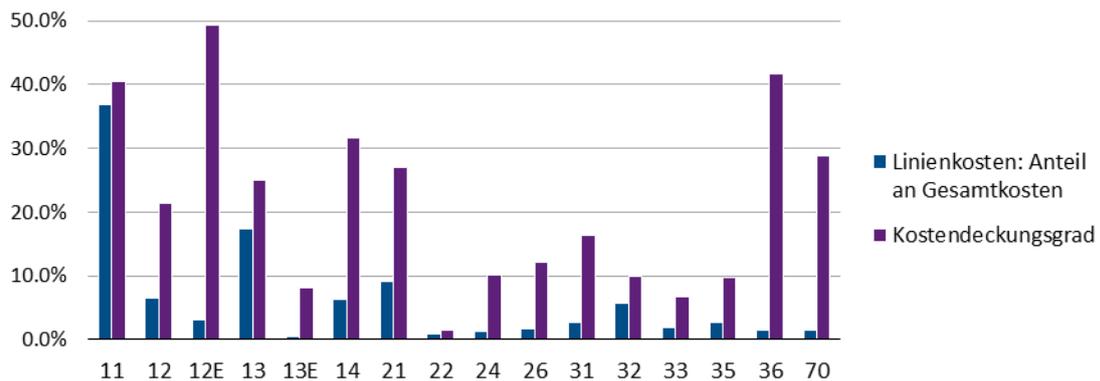
- Der Nachfrageinbruch zwischen 2014 und 2015 ist bei fast allen Linien erkennbar (siehe Bemerkungen dazu weiter oben).
- Starke Nachfrageschwankungen auf der Linie 32 Eschen-Gamprin-Ruggell-Schellenberg, verursacht durch mehrere Linienanpassungen während den letzten fünf Jahren.
- Insgesamt leicht zunehmend:
  - Linie 12E Sargans-Vaduz
  - Linie 31 Bendern-Ruggell
  - Linie 35 Bendern-Hinterschellenberg
  - Linie 36 Schaan-Bendern-Gisingen
- Insgesamt leicht abnehmend:
  - Linie 70

- Linie 36E Vaduz-Schaan-Bendern-Gisingen
- Linie 22 Triesenberg-Gaflei

Die Entwicklungen zeigen eine hohe Nachfrage auf der Hauptachse Sargans-Vaduz-Schaan-Feldkirch und auf der Achse Schaan-Buchs. Die deutlich tiefere Nachfrage im Unterland und die vielen Linienanpassungen in der Vergangenheit verdeutlichen wie schwer es ist, die flächige und disperse Siedlungsstruktur effizient zu bedienen.

Die Linien 11, 12, 13, 14 und 21 mit den stärksten Nachfragen verursachen auch die höchsten Kosten (vgl. Abbildung 26). Der Kostendeckungsgrad auf diesen Linien liegt zwischen 20 und 40%. Ein geringer Kostendeckungsgrad deutet auf geringe Einnahmen und damit auf eine geringe Nachfrage hin. Aus dem Kostendeckungsgrad lässt sich daher schliessen, dass die Linien über erhebliche Kapazitätsreserven verfügen. Die Buslinien im Unterland verursachen deutlich tiefere Kosten. Gleichzeitig weisen sie auch einen deutlich tieferen Kostendeckungsgrad von unter 20% auf. Im Kanton St. Gallen liegt der durchschnittliche Kostendeckungsgrad des öffentlichen Verkehrs bei 54% (Kanton St. Gallen, 2017). Bei den Buslinien liegt er in der Stadt St. Gallen mit 37 bis 98% sehr hoch. In den ländlichen Regionen Rheintal, Werdenberg und Sarganserland mit 17 bis 71% tiefer, aber immer noch deutlich über demjenigen Liechtensteins.

**Abbildung 26: Linienkosten und Kostendeckungsgrad LIEmobil 2016**

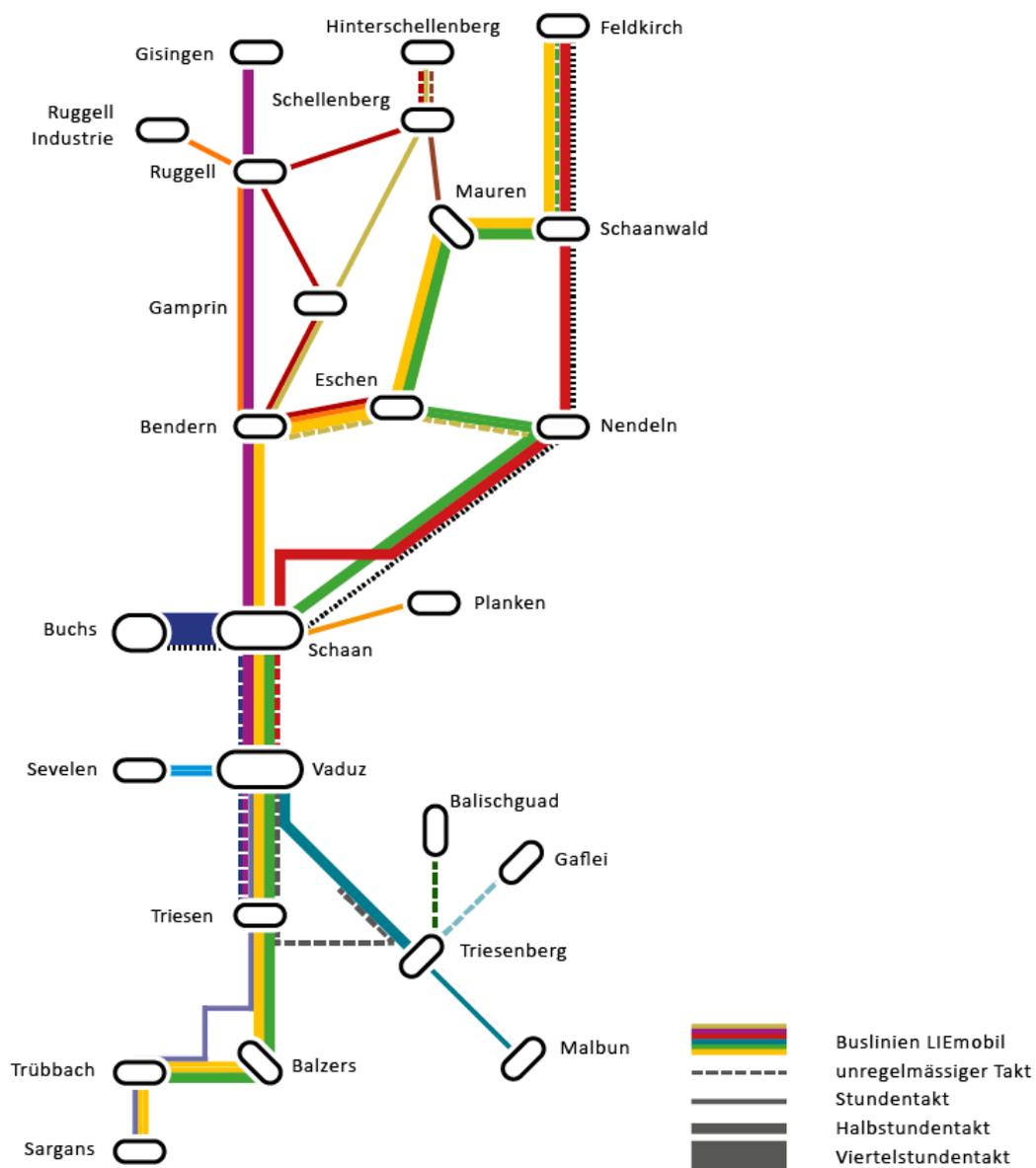


Grafik INFRAS. Quelle: LIEmobil

Das Angebotskonzept ist in Abbildung 27 dargestellt. Die Hauptachse ist geprägt durch die Bündelung mehrerer Linien und eine dichte Taktfolge. Die Grenzquerungen in Richtung Sargans (Halbstundentakt), Buchs (Halbstundentakt) und Feldkirch (Viertelstundentakt) weisen ein Angebot auf, das auf die Anschlüsse der ausländischen Zugnetze angepasst ist. Aufgrund der dis-

persen, flächigen Siedlungsstruktur ist es kaum möglich, alle Ziele und Quellen, speziell im Unterland, hinreichend zu erschliessen. Wenn ein Arbeitsort 500 Meter neben der nächsten Haltestelle liegt, wird erfahrungsgemäss der MIV bevorzugt. Dasselbe gilt hinsichtlich der netzartigen Struktur, welche zu Umsteigebeziehungen und Zeitverlusten führt.

**Abbildung 27: Angebotskonzept LIEmobil 2018, Hauptverkehrszeit Montag bis Freitag 6:00 bis 8:00 und 16:00 bis 18:00, inklusive Bahnstrecke Feldkirch-Buchs (nicht im Angebot von LIEmobil)**



Grafik INFRAS. Quelle: Aktualisiert nach LIEmobil aktuell, 01/2013

**Radwegenetz**

Das Radroutenkonzept Liechtensteins wurde am 8. Juli 2014 von der Regierung genehmigt. Seither werden Lücken kontinuierlich geschlossen. Schwachstellen zeigen sich jedoch weiterhin entlang des Kanals in Vaduz und Triesen. Spezieller Handlungsbedarf besteht bei den Rheinübergängen. Diese sind MIV-orientiert gestaltet und für den Radverkehr oft unattraktiv. Entsprechende Projekte wurden im Rahmen des Agglomerationsprogramms beim Bund zur Mitfinanzierung beantragt.

## 1.4. Fazit: Verkehrliche Herausforderungen

Die Ergebnisse der Analyse werden in Tabelle 1 zusammengefasst und in Stärken, Schwächen und Herausforderungen eingeteilt. Die Herausforderungen lassen sich in drei verkehrliche Ebenen einordnen:

- Hohes Strassenverkehrsaufkommen (sowohl im grenzquerenden wie im Binnenverkehr)
- Tiefe Modal-Split-Anteile beim ÖV und LV (vgl. Glossar)
- Starke tageszeitliche Konzentration (morgendliche und abendliche Verkehrsspitzen)

**Tabelle 1: Stärken, Schwächen und Herausforderungen**

Stärken
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mit der A13 besteht eine leistungsfähige MIV-Hauptachse, welche die Ortszentren Liechtensteins entlastet.</li> <li>▪ Abseits der Spitzenstunden weist das Strassennetz mittlere bis grosse Kapazitätsreserven auf.</li> <li>▪ Vor allem für den Binnenverkehr und auf der Hauptachse verfügt das Land über ein dichtes ÖV-Angebot mit erheblichen Kapazitätsreserven.</li> <li>▪ Die Talsohle eignet sich aufgrund der Topografie grundsätzlich gut für den Fahrradverkehr.</li> </ul>
Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Im Vergleich zum benachbarten Ausland hat der MIV einen überdurchschnittlich hohen Stellenwert. Dies zeigt sich im höchsten Motorisierungsgrad von Europa, aber auch im tiefen ÖV-Anteil.</li> <li>▪ Der durchschnittliche PW-Besetzungsgrad ist sehr tief, was hohe Fahrleistungen verursacht.</li> <li>▪ Die Verkehrsprobleme sind zu einem erheblichen Anteil auf den Arbeitsverkehr zurückzuführen. Der Binnenverkehr ist aber auch bedeutend. Liechtenstein ist geprägt durch einen hohen Anteil Binnenpendler und kleinräumige Verkehrsbeziehungen.</li> <li>▪ Zu Spitzenstunden überlagern sich die Verkehrsströme der Zupendler, Binnenpendler und das nicht arbeitsbezogene Verkehrsaufkommen. Dies führt zu Überlast an Grenzübergängen und in den Ortszentren. Viele «Binnenpendler» benutzen ebenfalls die A13 und anschliessend die Rheinübergänge, da dies die schnellere Verbindung ist.</li> <li>▪ Die Bahntrasse liegt in Bezug auf Liechtensteins Siedlungsstruktur sehr ungünstig, d.h. mit Ausnahme von Schaan abseits der dichteren Siedlungsgebiete.</li> <li>▪ Mit der Bus-Hauptachse lässt sich die dispers und flächig verteilte Siedlungsstruktur der Wohn- und Arbeitsgebiete nur unbefriedigend abdecken. Die Kombination mit der netzartigen Struktur im Unterland führt zu vielen Umsteigebeziehungen, was die Reisezeit stark erhöht.</li> <li>▪ Die Buslinien sind zudem in Spitzenstunden stark verlustzeitanfällig. Über längere Distanzen sind die Buslinien im Vergleich zum MIV aufgrund der langen Reisezeiten keine attraktive Alternative.</li> <li>▪ Für den Fahrradverkehr sind zu wenige Grenzquerungen vorhanden. Die vorhandenen Querungen sind ausserdem nicht genügend sicher. Weitere Schwachstellen im Radwegenetz sind innerhalb der Siedlungsgebiete und auf den Ausserortsstrecken zwischen Schaan und dem Unterland sowie Richtung Feldkirch vorhanden.</li> </ul>

### Herausforderungen

#### Bereich Siedlung:

- Aufgrund der hohen Bauland-Reserven, die oft am Siedlungsrand liegen, ist mit einem weiteren dispersen Wachstum zu rechnen.
- Wegen der restriktiven Zuwanderungspolitik Liechtensteins werden vor allem Schweizer Gemeinden von der zukünftigen Bevölkerungsdynamik und ihrer Nachbarschaft zu Liechtenstein profitieren.
- Die Verkehrsbelastungen in den Ortszentren Liechtensteins während den Spitzenstunden haben negative Auswirkungen auf die Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum.

#### Bereich Verkehr:

Die grösste verkehrliche Herausforderung Liechtensteins ist der hohe Anteil MIV bei stagnierender ÖV-Entwicklung und disperser Siedlungsentwicklung. Dies führt ohne Gegenmassnahmen zur weiteren Zunahme der Überlasten und Verkehrsverlagerungen. Daraus stellen sich folgende Fragenstellungen:

- Wie lassen sich die zukünftigen Verkehrsmengen abwickeln, ohne das Strassennetz und die Ortsdurchfahrten noch mehr zu belasten?
- Wie lässt sich eine Verschiebung im Modal-Split zugunsten des ÖV und des LV erwirken?
- Wie lässt sich eine zeitliche Verlagerung der Verkehrsnachfrage erwirken?
- Wie lässt sich der PW-Besetzungsgrad erhöhen?

Tabelle INFRAS.

Eine weitere generelle Herausforderung stellt sich hinsichtlich Kosten des Verkehrs und hier insbesondere bezüglich nicht gedeckter sogenannter «externer Kosten» (siehe Exkurs).

#### Exkurs: Externe Kosten des Verkehrs (Schweiz)

Ein grosser Anteil der Kosten, die im Verkehr entstehen, werden nicht durch die Verursacher, d.h. die Verkehrsteilnehmenden getragen. Diese sogenannten externen Kosten fallen beispielsweise in Form von Umweltschäden, Unfällen oder Gesundheitsschäden an. Getragen werden diese Kosten von Dritten, von Steuerzahlerinnen und Steuerzahlern oder von zukünftigen Generationen. Die externen Effekte des Verkehrs in der Schweiz werden vom Bundesamt für Raumentwicklung seit mehreren Jahren regelmässig ermittelt und ausgewiesen (ARE 2015, INFRAS & Ecoplan, 2018). Hier werden deren aktuelle Erkenntnisse zusammengefasst:

- In der Schweiz betragen im Jahr 2015 die externen Kosten des Verkehrs 12.8 Mrd. CHF. Am bedeutendsten sind die Kosten der Luftverschmutzung (Anteil 30%), gefolgt von Lärm und Klima (je ca. 20%).
- Der Strassenverkehr verursacht 81% dieser Kosten (10.4 Mrd. CHF). Innerhalb des Strassenverkehrs entfallen 63% auf Personenwagen (6.5 Mrd. CHF). Der öffentliche Strassenverkehr trägt nur 2.5% zu diesen Kosten bei (265 Mio. CHF). Im Langsamverkehr fallen neben den externen Kosten von 0.95 Mrd. CHF externe Gesundheitsnutzen von 1.35 Mrd. CHF an.
- An zweiter Stelle folgt der Luftverkehr mit 10% (1.23 Mrd. CHF).
- Der Schienenverkehr verursacht 8% der Kosten (1.05 Mrd. CHF).
- 80% der externen Kosten werden durch den Personenverkehr verursacht, 20% durch den Güterverkehr.

- Drei Bereiche sind massgeblich betroffen: Gesundheitskosten durch Luftverschmutzung, Lärm und die Klimakosten.

Wenn man die externen Kosten pro Personenkilometer (Pkm) betrachtet, liegen die Kosten der unterschiedlichen Verkehrsträger näher beieinander. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Zahlen nur bedingt vergleichbar sind. Es handelt sich um Durchschnittskostensätze, die in der Realität je nach Strecke bedeutend variieren können. So sind die Kosten im städtischen Raum (v.a. Lärm und Luftverschmutzung) deutlich höher als im ländlichen Raum. Dennoch geben die Zahlen einen ersten Eindruck:

- MIV: 7.7 Rp./Pkm
- Öffentlicher Strassenverkehr: 6.2 Rp./Pkm
- Schienenverkehr: 3.2 Rp./Pkm
- Langsamverkehr: Die Kosten von 12.8 Rp./Pkm werden durch externe Gesundheitsnutzen von 18.1 Rp./Pkm überkompensiert.

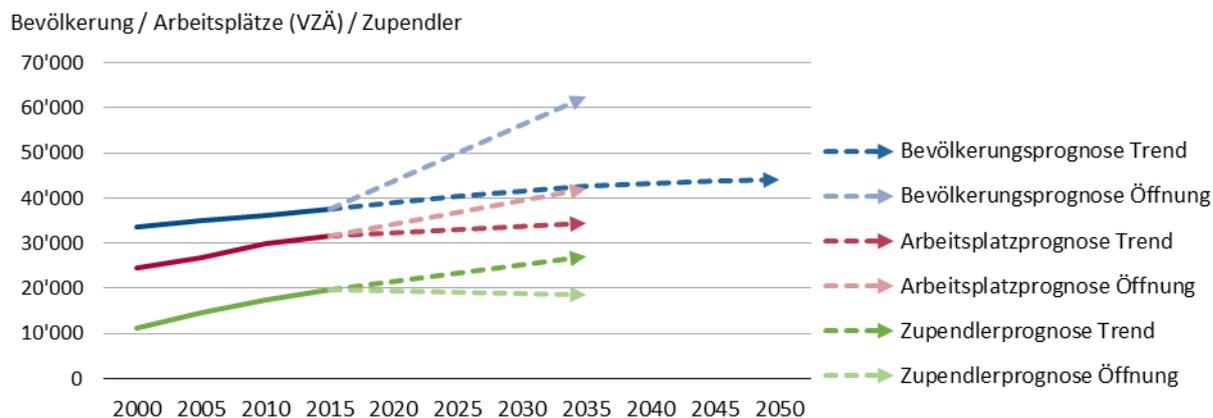
## 2. Nachfragetrends

### 2.1. Bevölkerungs- und Arbeitsplatzprognosen

Das Land Liechtenstein geht gemäss Bevölkerungsprognose Trend des Amts für Statistik bis 2050 von einem Wachstum der Bevölkerung auf rund 44'000 Einwohnerinnen und Einwohner aus (vgl. Abbildung 28 und Tabelle 2). Dies entspricht einem jährlichen Wachstum von 0.62%. Die weiteren dargestellten Eckwerte für die Bevölkerungsprognose Szenario Öffnung, die beiden Arbeitsplatzszenarien und die beiden Zupendler-Szenarien wurden im Rahmen der Studie «Knacknuss Zuwanderung» der Stiftung Zukunft.li modelliert (Stiftung Zukunft.li 2017; INFRAS 2016).

Das **Trendszenario** der Studie geht davon aus, dass die Sonderregelung mit der EU bezüglich der Zuwanderung beibehalten wird. Für die Arbeitsplätze wird mit einem, im Vergleich zur Vergangenheit, etwas schwächeren Anstieg von jährlich 0.35% gerechnet. Die Prognose geht damit in Bezug auf das Verhältnis von Bevölkerungs- und Arbeitsplatzwachstum von einer Trendumkehr aus. Die Zahl der Zupendler steigt auf insgesamt 27'000 Personen an, was einer Zunahme von 1.35% pro Jahr entspricht.

Das **Szenario Öffnung** der Studie geht von der Einführung der Personenfreizügigkeit und begleitenden Massnahmen auf dem Boden- und Immobilienmarkt aus. Massnahmen zur Baulandmobilisierung und gegen massive Steigerungen der Baulandpreise werden gemäss diesem Szenario vorgesehen. Diese Modellierung führt zu einem enormen Bevölkerungswachstum von jährlich 2.68% und insgesamt 65% bis 2035. Auch für die Arbeitsplätze würde sich ein deutlich stärkeres Wachstum gegenüber dem Trendszenario ergeben. Im Gegensatz dazu würden die Zupendler um 0.47% pro Jahr sinken, weil diese die Möglichkeit hätten, ihren Wohnsitz in das Land Liechtenstein zu verlegen.

**Abbildung 28: Bevölkerungs-, Arbeitsplatz- (in Vollzeitäquivalenten, VZÄ) und Zupendler-Prognosen**

Grafik INFRAS. Datenquelle: AS, Stiftung Zukunft.li, INFRAS 2016

**Tabelle 2: Eckwerte der Bevölkerungs- und Arbeitsplatzprognosen (VZÄ)**

	2016	2035	2050	Dynamik 2016- 2035	Jährliche Wachstumsrate
Bevölkerung: Trend, AS	37'800	42'600	44'000	+13%	+0.62%
Bevölkerung: Öffnung Variante 2, Zukunft.li	37'800	62'500		+65%	+2.68%
Arbeitsplätze (VZÄ): Trend, Zukunft.li	32'100	34'300		+7%	+0.35%
Arbeitsplätze (VZÄ): Öffnung Variant 2, Zukunft.li	32'100	42'200		+31%	+1.45%
Zupendler: Trend, Zukunft.li	20'200	27'000		+33%	+1.53%
Zupendler: Öffnung Variante 2, Zukunft.li	20'200	18'500		-9%	-0.47%

Tabelle INFRAS. Quelle: AS, Stiftung Zukunft.li, INFRAS 2016

## 2.2. Verkehrsprognosen

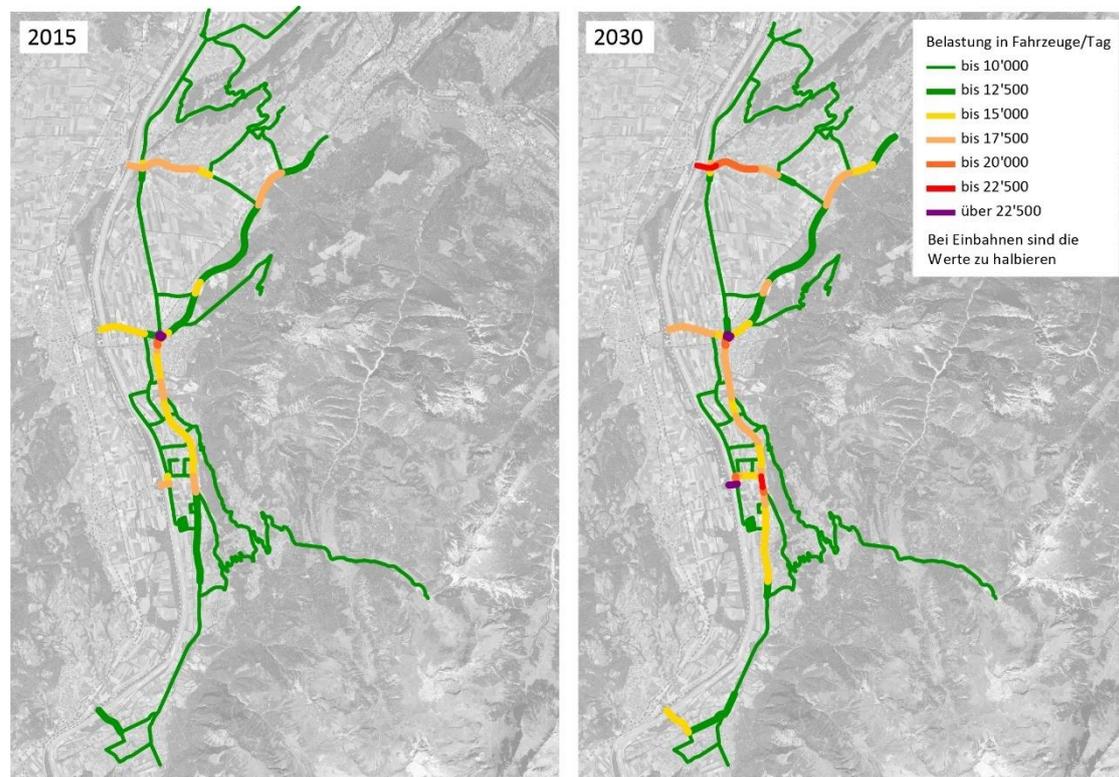
### Verkehrsmodell Liechtenstein

Eine Verkehrsprognose liegt mit dem Verkehrsmodell der Regierung Liechtensteins vor. Das Verkehrsmodell geht bis 2030 von einer Zunahme grenzüberschreitender Verkehrsströme von insgesamt 34% aus. Die Zunahme des Binnenverkehrs liegt gemäss Modell bei 9%. Die dem Verkehrsmodell zugrunde liegenden Zahlen beruhen auf der oben beschriebenen Bevölkerungsprognose Trend des Amtes für Statistik. Gemäss Modell wachsen vor allem die Relationen von/zu den Gebieten Vorarlberg Nord, Werdenberg/Sargans/Bad Ragaz, Rheintal, Graubünden und dem Rest der Schweiz. In absoluten Zahlen machen die Verkehrsströme zwischen Liechtenstein und dem Gebiet Werdenberg/Sargans/Bad Ragaz die Hälfte des Wachstums aus. Auf Seite Liechtensteins sind in absoluten Zahlen Vaduz und Schaan die am stärksten von der Verkehrszunahme betroffenen Gemeinden, gefolgt von Triesen, Balzers, Eschen und Gaporin/Bendern.

Gemäss Prognosen betrifft die zukünftige Verkehrszunahme also insbesondere diejenigen Verkehrs-Beziehungen, die bereits heute an die Kapazitätsgrenze stossen.

Abbildung 29 stellt die Belastung des Strassennetzes im Jahr 2030 im Vergleich zum Jahr 2015 dar. Gemäss Modell spitzt sich die Situation bis 2030 in den bereits heute bestehenden Problembereichen stark zu. Vor allem bei den Rheinbrücken Bendern und Vaduz und im Ortszentrum Vaduz verschlechtert sich die Situation nochmals erheblich. Zukünftige Verlagerungseffekte machen sich bei der Rheinbrücke Balzers sichtbar. Zu Spitzenstunden dürfte sich das Bild weiter verschärfen.

**Abbildung 29: Verkehrsbelastung DTV 2015 und 2030 gemäss Berechnungen Verkehrsmodell**



Quelle: Verkehrsmodell Liechtenstein

**Exkurs: Schweizer Verkehrsperspektiven**

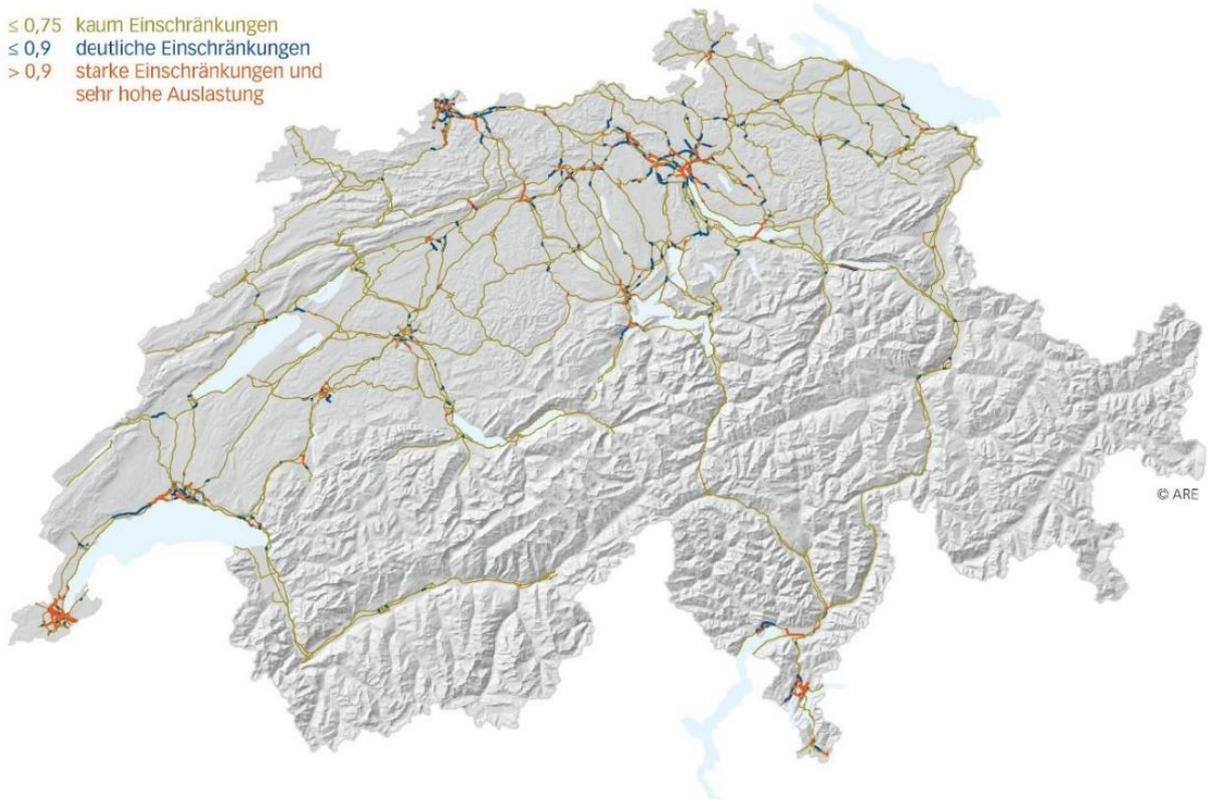
Auf Schweizer Seite liegt mit den Verkehrsperspektiven 2040 eine weitere Einschätzung zur zukünftigen verkehrlichen Entwicklung vor (ARE 2016). Schweizweit wird mit folgenden Entwicklungen gerechnet:

- Der Gesamtverkehr wird weiterhin zunehmen, wenn auch mit etwas geringeren Wachstumsraten als in der Vergangenheit.
- In der Vergangenheit lag das Verkehrswachstum über dem Bevölkerungswachstum. In Zukunft wird eine sich angenäherte Entwicklung erwartet. D.h. es wird keine weitere Zunahme der Verkehrsleistung pro Kopf erwartet.
- Der stärkste Treiber beim Verkehr bleibt das Segment der (jungen) Rentner. Die Mobilität dieser Altersgruppe nimmt stark zu. Gleichzeitig nimmt der Anteil dieser Altersgruppe zu, der vorzugshalber das eigene Auto verwendet, um seinen Mobilitätsbedürfnissen nachzukommen.
- Beim ÖV in der Schweiz wird relativ gesehen eine mehr als doppelt so hohe Zunahme erwartet wie beim MIV.

Das Referenzszenario der Verkehrsperspektive rechnet auf den Hochleistungs- und Hauptverkehrsstrassen in den Regionen Rheintal, Werdenberg und Sarganserland bis 2040 mit keinen nennenswerten Einschränkungen (vgl. Abbildung 30). Dies bedeutet nicht, dass es auf Ein- und Ausfahrten auf die Nationalstrasse A13 nicht zu erheblichen Einschränkungen kommen kann, die ja bereits heute zu Spitzenstunden bestehen. Die Nationalstrasse selber wird die zusätzliche Belastung jedoch aufnehmen können. Das Land Liechtenstein wird in diesem Modell nicht berücksichtigt.

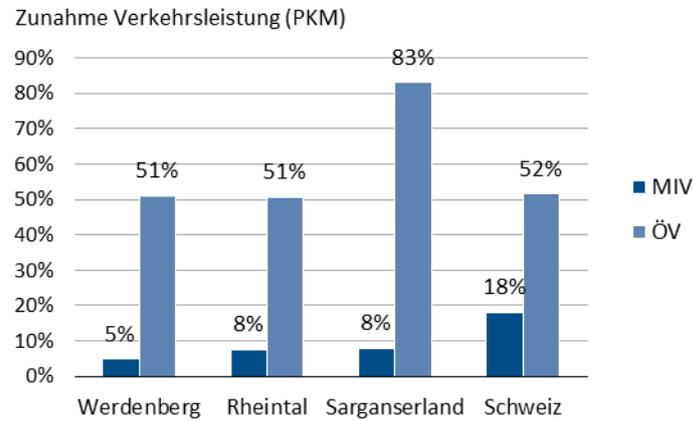
Abbildung 30: Auslastung der Hochleistungs- und Hauptverkehrsstrassen im Jahr 2040

- ≤ 0,75 kaum Einschränkungen
- ≤ 0,9 deutliche Einschränkungen
- > 0,9 starke Einschränkungen und sehr hohe Auslastung



Quelle: ARE, Verkehrsperspektiven 2040, Referenzszenario

Gemäss Referenzszenario wird in den Regionen Werdenberg und Rheintal im schweizweiten Vergleich mit einem durchschnittlichen Wachstum der Verkehrsleistung im ÖV von rund 50% gerechnet (vgl. Abbildung 31). Im Bereich MIV hingegen wird in diesen beiden Regionen mit einem unterdurchschnittlichen Wachstum von 5 bis 8% gerechnet. Der MIV liegt heute absolut gesehen aber weit über der Personenverkehrsleistung des ÖV. Aus diesem Grund liegt er in Bezug auf die prognostizierte absolute Zunahme näher beim ÖV, als es die relativen Zahlen erwarten liessen. In der Region Werdenberg wird beim MIV mit einer Zunahme von 24 Mio. Pkm und beim ÖV mit einer Zunahme von 38 Mio. Pkm gerechnet. Gemäss diesen Prognosen ist auch in Zukunft mit einem weiteren erheblichen Anstieg der Personenverkehrsleistung sowohl im MIV wie auch in ÖV zu rechnen. Beim Sarganserland fällt die Prognose für den ÖV mit einem Wachstum der Verkehrsleistung von über 80% überdurchschnittlich hoch aus. Die auf Schweizer Seite verhältnismässig starken relativen Zunahmen des ÖVs stehen in Kontrast zu den Entwicklungen Liechtensteins.

**Abbildung 31: Wachstumsprognose Verkehrsleistung in Personenkilometer zwischen 2010 und 2040**

Grafik INFRAS. Quelle: ARE Verkehrsperspektiven 2040, Referenzszenario

### 2.3. Einflussfaktoren Verkehrsverhalten

Verschiedene Faktoren und Treiber beeinflussen das individuelle Verkehrsverhalten. Der folgende Überblick in Tabelle 3 fasst die wichtigsten Entwicklungen zusammen und macht eine Einschätzung zu deren Auswirkungen auf die verkehrlichen Herausforderungen (vgl. Abschnitt 0):

- Die weitere Zunahme der Verkehrsmenge
- Der hohe Anteil MIV im Modal Split
- Die räumliche und zeitliche Konzentration der Verkehrsnachfrage

Die Einschätzung orientiert sich dabei an der bisherigen Entwicklung und am Trendszenario. Zusätzlich werden die Voraussetzungen für einen Trendbruch genannt.

Tabelle 3: Einflussfaktoren und deren Wirkung

Einflussfaktoren und Treiber des Verkehrsverhaltens	Trendszenario: Erwartete Wirkung auf die verkehrlichen Herausforderungen	Voraussetzung für einen Trendbruch
Verkehrsmenge (VM) Modal Split (MS) Zeitliche/räumliche Konzentration (ZR) <b>VMMS ZR</b>		
Bevölkerung und Raumentwicklung		
<b>Verkehrsverhalten der über 65-Jährigen:</b> Der Anteil der über 65-Jährigen an der totalen Bevölkerung steigt. Rentnerinnen und Rentner sind primär im Einkaufs- und Freizeitverkehr unterwegs. Ihre Altersgruppe zeigt die höchste Zuwachsrate in der täglichen Mobilität.	Ein Zuwachs des Freizeitverkehrs, insbesondere beim MIV, verschärft in der Überlagerung mit der heutigen Spitzenstundenproblematik die Situation weiter. Gegenüber früheren Generationen steigt der MIV-Anteil (v.a. auf Kosten des ÖV). Bei den jungen Rentnerinnen und Rentnern macht sich allerdings der E-Bike-Boom bemerkbar. Die Altersgruppe ist jedoch flexibler bezüglich einer zeitlichen Verlagerung ihrer Nachfrage.	 Verbesserung der Verkehrssicherheit auf dem Radwegenetz, um E-Bike-Boom besser nutzen zu können. Restriktivere Parkplatzpolitik in Kernzonen und Einkaufsstandorten
<b>Verkehrsverhalten der unter 25-Jährigen:</b> Bei den unter 25-Jährigen ist eine erhöhte Affinität hin zum ÖV und ein zeitlich verzögerter Führerscheinbesitz zu beobachten.	Kann zusammen mit den Kapazitätsreserven beim ÖV dazu führen, dass der Anteil ÖV leicht steigt. Dies ist jedoch ein temporäres Phänomen in Zusammenhang mit der Ausbildungssituation dieser Altersgruppe.	 ÖV-Ausbau und Verbilligung gegenüber MIV.
<b>Erhöhung der Nutzungsdichte in Wohngebieten:</b> In dichten urbanen Gebieten ist die ÖV-Nachfrage deutlich höher als in ländlichen Gebieten.	Aufgrund der restriktiven Zuwanderungspolitik und grossen Bauzonenreserven (Wohnen) ist kaum mit einer drastischen Erhöhung der Nutzungsdichte zu rechnen.	 Öffnungsszenario mit strengen raumplanerischen Auflagen (Siedlungsbegrenzung, Dichtevorgaben etc.) sowie Reduktion Pflicht-Parkplätze bei Neubauten
<b>Konzentration der Arbeitsplatzgebiete:</b> Durch eine Konzentration der Arbeitsplatzgebiete lassen sich die Zielorte des Pendlerverkehrs besser in das ÖV-Netz einbinden.	Grössere unbebaute Arbeitszonen sind rar. Ein gewisser Verdichtungsprozess dürfte somit auch im Trendszenario stattfinden (v.a. durch Nutzungsveränderungen hin zu Dienstleistungsunternehmen). Baulandumlegungen könnten eine weitere Konzentration der Arbeitsplatzgebiete ermöglichen. Dies sind jedoch enorm aufwendige Planungsprozesse und die Flächen dazu kaum vorhanden.	 Gesetzliche Pflicht zu gemeindeübergreifenden Baulandumlegungen. ÖV-Ausbau bzw. bessere Netzintegration der Arbeitsplatzstandorte
 Herausforderung verschärft sich  Herausforderung entschärft sich  keine Änderung		

Einflussfaktoren und Treiber des Verkehrsverhaltens	Trendszenario: Erwartete Wirkung auf die verkehrlichen Herausforderungen	Voraussetzung für einen Trendbruch
Verkehrsmenge (VM) Modal Split (MS) Zeitliche/räumliche Konzentration (ZR) <b>VMMS ZR</b>		
Wirtschaftliche Entwicklung und Preisentwicklung		
<b>Flexibilisierung Arbeitszeiten und -ort:</b> Die Flexibilisierung der Arbeitszeiten und Homeoffice ermöglichen eine zeitliche Verlagerung oder einen Wegfall von Fahrten, wenn die Pendlerinnen und Pendler in Nebenverkehrszeiten ausweichen oder zu Hause arbeiten.	Die zunehmende Verkehrsbelastung kann im Trend dazu führen, dass einzelne Pendler ihr Verhalten in diese Richtung ändern und dazu beitragen, die Spitzenstunden zu entschärfen. Eine massive Zunahme des Home-workings ist aber nicht zu erwarten.	 Starke firmenseitige Förderung flexibler Arbeitsformen Massive Verteuerung des Verkehrs in Spitzenzeiten (Mobility Pricing)
<b>BIP und verfügbares Einkommen:</b> Je höher das verfügbare Einkommen desto grösser die Verkehrskennziffern (insbesondere hoher Motorisierungsgrad und tiefe PW-Besetzungsgrade in Liechtenstein).	In Bezug auf das verfügbare Einkommen werden keine erheblichen Veränderungen erwartet. Das Wirtschaftswachstum insgesamt führt aber zu anhaltendem Verkehrswachstum im Wirtschaftsverkehr.	 Preispolitik: deutlich steigende Verkehrskosten in Kombination mit tageszeitlicher Variation (Mobility Pricing)
<b>Mobility Pricing</b> Eine Erhöhung der Mobilitätskosten zu Spitzenstunden könnte zu einer zeitlichen Verlagerung und damit zum Brechen der Verkehrsspitzen führen. Weitergehende Pricing-Ansätze zur Internalisierung der externen Kosten würden den Verkehr generell verteuern und verkehrsreduzierend wirken.	Aufgrund der bisherigen (langjährigen) Diskussion in der Schweiz und in Europa ist nicht anzunehmen, dass Mobility Pricing mit wirksamer Höhe politisch umgesetzt wird. Haupttreiber dürfte der Ersatz der abnehmenden Mineralölsteuereinnahmen infolge effizienterer Fahrzeuge sein. Ein solcher Ersatz des Finanzierungssystems würde aber aus politischen Gründen wohl kostenneutral erfolgen	 Politische und gesellschaftliche Akzeptanz (technologisch hingegen kein Problem mehr).

-  Herausforderung verschärft sich
-  Herausforderung entschärft sich
-  Herausforderung ändert sich nicht

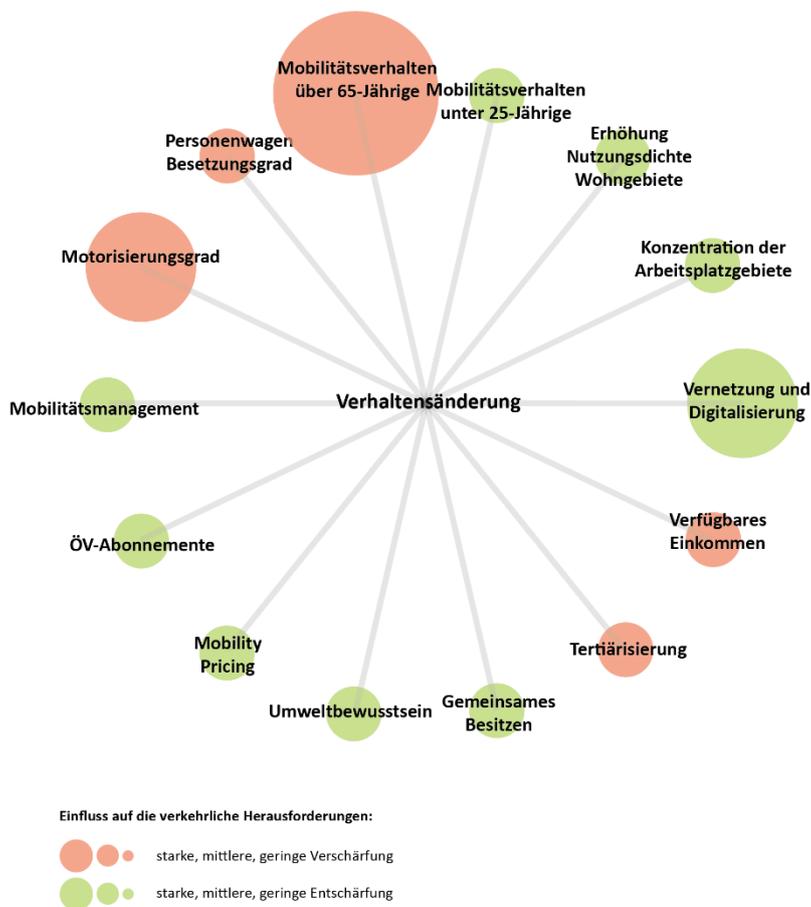
Einflussfaktoren und Treiber des Verkehrsverhaltens	Trendszenario: Erwartete Wirkung auf die verkehrlichen Herausforderungen	Voraussetzung für einen Trendbruch
Verkehrsmenge (VM) Modal Split (MS) Zeitliche/räumliche Konzentration (ZR) <b>VMMS ZR</b>		
Gesellschaft und Werthaltung		
<b>Gemeinsames Besitzen (Sharing):</b> Carsharing hat das Potenzial, den PW-Besetzungsgrad zu steigern und fördert nachweislich die multimodale Verkehrsmittelwahl.	Car-Sharing wird vor allem im Freizeitverkehr genutzt und zur Abdeckung der letzten Meile. Auf das eigene Auto wird jedoch selten ganz verzichtet. In Liechtenstein ist zudem die Angebotsdichte sehr gering. Die Anbieter Mobility und Sharoo stellen zusammen weniger als zehn Fahrzeuge. Aber auch in der Schweiz mit grösserem Angebot und vielen neuen Apps bleibt das Car-Sharing bis heute eine Nische.	Wertewandel weg vom Besitzen und ein deutlicher Anstieg der Kosten im Strassenverkehr (v.a. Anschaffung von Fahrzeugen, aber auch Standkosten wie Parkplätze)
<b>Umweltbewusstsein:</b> Wenn die Ressourcen- und Nachhaltigkeitsthematik verstärkt ins Zentrum rückt, kann dies zu einer Veränderung hin zu weniger Mobilität oder ökologischerer Mobilität führen.	Bezüglich der umweltbezogenen Wertvorstellungen zeigen Umfragen keine grundsätzlichen Änderungen. Zudem kontrastiert das (in Umfragen) postulierte Verhalten stark mit dem effektiven Verhalten. Trotz Nachhaltigkeitsdiskussionen gibt es wenig Indizien, dass sich im Umweltbewusstsein etwas grundsätzlich ändern wird.	Deutlich zunehmende (und gesundheitlich wahrnehmbare) Umweltverschmutzungen und stark wahrnehmbare Ressourcenknappheit (Öl, Materialien, andere Ressourcen)
● Herausforderung verschärft sich ● Herausforderung entschärft sich ● Herausforderung ändert sich nicht		

Einflussfaktoren und Treiber des Verkehrsverhaltens	Trendszenario: Erwartete Wirkung auf die verkehrlichen Herausforderungen	Voraussetzung für einen Trendbruch
Verkehrsmenge (VM) Modal Split (MS) Zeitliche räumliche Konzentration (ZR) <b>VMMS ZR</b>		
Verkehrsangebot und Mobilitätswerkzeuge		
<b>ÖV-Angebot und -Abonnemente:</b> Das hohe ÖV-Angebotsniveau in vielen Schweizer Agglomerationen führte zu Modal-Split-Anteilen von bis zu 40% und hohen Abonnementsraten. Die Bahnlinie in Liechtenstein liegt jedoch mit Ausnahme von Schaan abseits der dichten Siedlungsgebiete. Das Busangebot ist zwar dicht, hat jedoch wegen der dispersen Siedlungsstruktur im Rheintal punkto Reisezeiten grosse Nachteile gegenüber dem MIV	Die Verkaufszahlen von Jahresabonnements von LIEmobil stagnieren und nehmen seit 2005 sogar etwas ab. Ohne massiven ÖV-/Bahnangebotsausbau in Liechtenstein werden keine entscheidenden Verschiebungen im Modal Split erwartet.	 Massiver Angebotsausbau im Bahnverkehr sowie konsequentere Bus-Bevorzugung in den Ortsdurchfahrten
<b>Motorisierungsgrad:</b> Hohe PW-Bestände pro Kopf führen auch zu vermehrter Nutzung. Bereits heute ist der Motorisierungsgrad Liechtensteins im europäischen Vergleich am höchsten.	Im Gegensatz zu den ÖV-Abonnements ist beim Fahrzeugbesitz weiterhin eine Zunahme zu beobachten (wenn auch abnehmend). Dies wirkt sich negativ auf das bereits stark ausgelastete Strassennetz aus.	 Wertewandel, massiver Preisanstieg, kombiniert mit restriktiven Parkraumpolitiken
<b>PW-Besetzungsgrad:</b> Tiefe PW-Besetzungsgrade sind ein Indiz für hohe Fahrleistungen pro Kopf. Der PW-Besetzungsgrad in Liechtenstein ist (entsprechend dem hohen Motorisierungsgrad) sehr tief.	Zunehmende Stauereignisse erhöhen den Druck zu mehr Effizienz im Strassenverkehr. Wegen der dispersen Siedlungsstruktur Liechtensteins (bzw. im Rheintal generell) wird jedoch erwartet, dass sich Fahrgemeinschaften im Pendlerverkehr auch zukünftig nur punktuell durchsetzen können.	 Wertewandel, massiver Preisanstieg, kombiniert mit restriktiven Parkraumpolitiken (z.B. <b>PP</b> nur für Fahrgemeinschaften), Mitfahrzentralen und Sharing-Angeboten zeigen bisher kaum Wirkung
<b>Verkehrs- und Mobilitätsmanagement:</b> Eine stärkere Verkehrssteuerung, beispielsweise durch konsequente Priorisierung des ÖV könnte zu einer Verschiebung des Modal Splits beitragen. Mobilitätsmanagement setzt demgegenüber bei der Nachfrage an (Beratung, Information, Anreize). Deren Wirkung ist i.d.R. nur im Verbund mit angebotsseitigen Massnahmen spürbar.	Für den MIV restriktive Verkehrssteuerungsmassnahmen (Dosierung, ÖV-Priorisierung etc.) stossen auch weiterhin auf politische und gesellschaftliche Widerstände. Und für bedeutende Anreize zur Lenkung der Nachfrage fehlt die Zahlungsbereitschaft.	 Politische und gesellschaftliche Akzeptanz sowie erhöhte Bereitschaft für finanzielle Anreize

Tabelle INFRAS.

Abbildung 32 fasst die Einflussfaktoren und deren erwartete Wirkung auf die Herausforderungen gemäss Trendszenario grafisch zusammen.

**Abbildung 32: Einflussfaktoren verkehrliche Verhaltensänderung (Trendentwicklung)**



Grafik INFRAS.

Bei dieser Darstellung von Einzelfaktoren muss beachtet werden, dass verschiedenste Wechselbeziehungen und Abhängigkeiten bestehen. Eine Verschärfung der Stauproblematik und daraus folgende negative Auswirkungen für die Raumnutzenden sind zu erwarten, was wiederum zu Verhaltensänderungen führen wird. Mit anderen Worten: Wenn der Leidensdruck in der täglichen Mobilität steigt, wird versucht, dem Stau auszuweichen. So könnte es dazu führen, dass Pendlerinnen und Pendler sich entscheiden, vermehrt von zu Hause aus zu arbeiten oder ihre Arbeitswege in Zeiten ausserhalb der Verkehrsspitzen zu verlagern. Dies hätte man jedoch bereits in der Vergangenheit erwarten können. Voraussetzung dazu ist deshalb, dass flankierende

verkehrs- und raumpolitische Massnahmen getroffen werden. Viele übergeordnete Einflussfaktoren können jedoch auf Länderebene nur bedingt beeinflusst werden (Energiepreise, Wirtschaftsentwicklung, Technologien, Wertewandel).

Mit Blick auf die Diskussion von Angebotstrends und deren Wirkungsweise (Kapitel 3) gibt das Wirkungsmodell in Abbildung 35 im Anhang einen Überblick über die komplexen Wechselbeziehungen in Bezug auf die Verkehrserzeugung im Personen- und Güterverkehr. Letzterer muss zwingend mitgedacht werden, weil er in der Überlagerung mit dem Personenverkehr zum steigenden Verkehrsaufkommen beiträgt. Hier sind insbesondere die zunehmenden Lieferwagen-Verkehre im Zuge veränderter Produktionsprozesse (Auslagerungen) und Einkaufsverhalten (E-Shopping) bedeutend. Letzteres kann zwar gleichzeitig dazu führen, dass Einkaufsfahrten aufgrund der Heimlieferung wegfallen. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass sich das individuelle Reisezeitbudget über lange Zeit sehr konstant hält und gewonnene Zeit in neue Aktivitäten investiert wird, die wiederum Verkehr generieren.

### 3. Angebotstrends

Das dritte Kapitel beleuchtet die Angebotstrends, die aus heutiger Sicht die Mobilitätszukunft am stärksten prägen werden. Es wird dargelegt, welche Chancen und Risiken diese Entwicklungen in Bezug auf die verkehrliche Situation Liechtensteins bergen. Die Angebotstrends werden den im zweiten Kapitel erläuterten Entwicklungen der Verkehrsnachfragen gegenübergestellt. Ziel ist es aufzuzeigen, in welchen Bereichen die verkehrlichen Herausforderungen durch neue Entwicklungen im Verkehrsangebot entschärft werden könnten und welche Bereiche allenfalls trotz neuer Angebotsentwicklungen auch in Zukunft kritisch bleiben.

Den übergeordneten Rahmen bildet die Digitalisierung, in deren Zuge rasante technologische Entwicklungen erfolgen, welche praktisch alle Lebensbereiche betreffen. Die Digitalisierung ist daher auch ein Haupttreiber neuer Entwicklungen im Bereich der Mobilität: Daten zum Verkehrsverhalten werden in immer grösserem Umfang digital erfasst. Das Potenzial dieser Daten wird bislang nur marginal genutzt. Daneben sind Fahrzeuge und Infrastruktur zunehmend durch digitale Prozesse geprägt. Die Digitalisierung des Verkehrswesens hat bereits vor Jahrzehnten begonnen. Sie wird aber auch in absehbarer Zeit die Entwicklungen massgebend prägen. Einzelne Angebote wurden mancherorts bereits umgesetzt oder stehen kurz vor dem Durchbruch. Andere sind noch mit grossen Unsicherheiten verbunden. Einige Beispiele zur Veranschaulichung:

- Neue digitale Plattformen unterstützen die gemeinsame Nutzung von Fahrzeugen, beispielsweise E-Bikes.
- Die digitale Erfassung von Verkehrsverhalten, beispielsweise über die GPS-Ortung in Mobilfunkgeräten, ermöglicht zukünftig eine dynamische Verkehrssteuerung in Echtzeit.
- Flexible Arbeitsformen im Zuge der Digitalisierung führen bereits heute zu einem veränderten Verkehrsverhalten.

Die folgenden Angebotstrends scheinen aus heutiger Sicht besonders prägend für die zukünftige Mobilität im internationalen Kontext und auch in Liechtenstein:

- Mit **Elektrifizierung** wird ein Wechsel der Antriebstechnik, weg vom Verbrennungsmotor hin zum Elektromotor, vollzogen. Der Elektromotor bezieht seine Energie aus Batteriespeichern, die via Stromnetz aufgeladen werden.
- Die **Sharing Economy**, also das Mieten und Vermieten von Produkten und Dienstleistungen erfährt durch das mobile Internet weiteren Aufschwung. Teilen statt Besitzen ist zunehmend ein Thema, besonders bei jungen Erwachsenen. Diese Entwicklung findet auch im Verkehr statt.

- **Automatisiertes Fahren** steht für eine teilweise oder vollständige Übernahme der Fahrzeugführung durch technische Systeme. Der Grad der Automatisierung wird in fünf Stufen (Level) beschrieben, wobei Level 1 die niedrigste Stufe ist und bedeutet, dass die Fahrzeugsteuerung assistiert wird. Bei der höchsten Stufe, Level 5, erfolgt die Steuerung komplett ohne FahrerIn oder Fahrer. Automatisiertes Fahren zählt international zu den meist diskutierten und erforschten Themen im Mobilitätsbereich.
- Im Bereich **Big Data und dynamische Verkehrsleitsysteme** stecken ebenfalls hohe Erwartungen. Mit gesammelten Daten über Mobiltelefon- und Fahrzeugsignale steht theoretisch eine unermessliche Fülle an Mobilitätsinformation zur Verfügung. Auf dieser Grundlage kann die Verkehrssituation in Echtzeit ausgewertet und der Verkehr auf weniger belastete Routen gelenkt werden.
- Mit **integrierter Mobilität (Mobility as a Service «MaaS»)** werden möglichst viele unterschiedliche Verkehrsmittel durch integrierte Buchungs- und Bezahlungsfunktionen in eine nahtlose Wegeketten (Tür-zu-Tür) integriert. Es kann sich dabei sowohl um Güter- als auch Personenverkehr handeln.
- **Mobility Pricing** hat das Ziel, die Verkehrsbelastung gleichmässiger zu verteilen und die Verkehrsspitzen zu brechen. Dies wird erreicht, indem die Nutzung von Infrastruktur und Dienstleistungen im individuellen und öffentlichen Verkehr preislich gesteuert wird. Mit einem sogenannten Congestion Pricing steigen z.B. in Zeiten hoher Nachfrage die Preise und erzeugen so den Anreiz, in weniger belastete Zeiten auszuweichen.
- Auch komplett **neue Infrastruktursysteme** werden immer wieder in die Diskussion um Mobilität der Zukunft eingebracht, wie beispielsweise das System Cargo Sous Terrain, Hyperloop, oder Drohnen-basierte Transportsysteme.

Im Weiteren werden die sieben Angebotstrends etwas genauer unter die Lupe genommen. Es werden mögliche Auswirkungen auf die verkehrlichen Herausforderungen Liechtensteins und Chancen und Risiken der Umsetzung aufgezeigt. Zudem folgt eine Einschätzung dazu, ab wann erste Wirkungen der Angebotstrends erwartet werden können.

### 3.1. Elektrifizierung

#### Chancen:

- Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und Schadstoffeinträge durch Wegfall/Senkung des Treibstoffverbrauchs
- Senkung der Treibstoff- und Wartungskosten
- Geringe Verlagerung in der Verkehrsmittelwahl (PW -> E-Bike)



#### Risiken:

- Wegfall (eines Teils) der Mineralölsteuer-Einnahmen und der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA)

#### Bedeutung des Angebotstrends für Liechtenstein:

Die Elektrifizierung hat grundsätzlich keinen direkten Einfluss auf die nachgefragten Verkehrsmengen. Weder die Anzahl Wege werden durch den Wechsel der Antriebstechnik per se gesenkt, noch der PW-Besetzungsgrad erhöht. Die auch in Zukunft weiter steigende Verkehrsnachfrage Liechtensteins wird die Elektrifizierung nicht abbremsen oder auffangen können. Die Chance liegt eher in der Verlagerung der Verkehrsmittelwahl. Bisher hat sich der E-Bike-Boom insbesondere in der Altersklasse der über 65-Jährigen gezeigt. Das E-Bike stellt vor allem auf kurzen und mittleren Strecken eine attraktive Alternative zum PW dar. Die Verlagerung der Verkehrsmittelwahl könnte in beschränktem Umfang dazu führen, dass weniger Personenwagen gleichzeitig das Strassennetz belasten. Die Topografie Liechtensteins und der hohe Anteil an kurzen Binnenpendler-Strecken sind grundsätzlich gute Voraussetzungen für eine Zunahme im E-Bike Bereich. Die Fahrradnutzung ist jedoch wetterabhängig und unterliegt aufgrund der ausgeprägten Jahreszeiten auch jahreszeitlichen Schwankungen. Ein sicheres und komfortables Fahrradnetz, die Bereitstellung der Lade-Infrastruktur und Kaufanreize könnten als Fördermassnahmen zur Verlagerung beitragen. Für die Lade-Infrastruktur ist nicht zwingend der Staat zuständig, es könnten auch Private und Unternehmen in die Pflicht genommen werden. Auch im Güterverkehr steht ein Wechsel der Antriebstechnik an. Die Elektrifizierung im Güterverkehr wird aber deutlich mehr Zeit beanspruchen, weil sehr hohe (und teure) Batterieleistungen nötig sind.

#### Zeitliche Dimension:

Die Elektrifizierung im E-Bike Bereich ist in vollem Gange. In Bezug auf Personenwagen und ÖV, sind vollständig batteriebetriebene Fahrzeuge heute noch ein Nischenbereich. Die Prognosen gehen aber davon aus, dass zumindest im Personenverkehr bis in rund zehn Jahren aufgrund gesteigerter Reichweiten, sinkender Batteriekosten und besserer Lade- und Speichermöglichkeiten ein Durchbruch zu erwarten ist.



## 3.2. Sharing und Riding

### Chancen:

- Senkung des Motorisierungsgrads (Carsharing<sup>2</sup>)
- Erhöhung des PW-Besetzungsgrads (Ridesharing<sup>3</sup>)
- Förderung der multimodalen Verkehrsmittelwahl



### Risiken:

- Offene Fragen in Bezug auf die Regulierung (beispielsweise in der Unterscheidung von Gewerbe und privaten Akteuren, vgl. Uber)
- Geringe Zunahme der Verkehrsnachfrage aufgrund des grösseren Angebots (bisher autofreie Haushalte)
- Erhöhung des Drucks auf den öffentlichen Raum (Parkraumpolitik)

### Bedeutung des Angebotstrends für Liechtenstein:

Sharing Economy liegt im Trend und erfährt durch Internet-Plattformen und Smartphone-Nutzung weiter Aufschwung. Dieser Trend ist auch im Verkehrsbereich zu beobachten. Der grosse Durchbruch ist generell und in Liechtenstein speziell aber noch nicht erfolgt. Das Angebot an Parkplätzen, das verfügbare Einkommen und bisherige Entwicklungen deuten auf ein beschränktes Sharing-Potenzial hin. Hemmnisse sind weniger die Kosten, sondern die wahrgenommene geringe Flexibilität in der Nutzung. Das klassische Car-Sharing (gewerbliche Anbieter, z.B. Mobility) und das P2P-Car-Sharing (private Anbieter des eigenen Fahrzeugs, z.B. Sharoo) zeigen in der Schweiz bereits Sättigungstendenzen (vgl. Aeberhard et al. 2018). In Liechtenstein verfügen Mobility und Sharoo zusammen über weniger als zehn Fahrzeuge. Im Fahrrad- und Scooter-Bereich ist eine etwas grössere Dynamik zu erwarten. In Zusammenhang mit der Elektromobilität und in Kombination mit dem öffentlichen Verkehr können Fahrrad- und Scooter-Sharing eine interessante Alternative zum MIV darstellen. Ridesharing (Pooling), also das Teilen einer Fahrt durch Mitnahme, hat sich bisher in Liechtenstein kaum durchgesetzt, mit einzelnen Ausnahmen im betrieblichen Mobilitätsmanagement. Ein künftiger Quantensprung in diesem Bereich wird in Zusammenhang mit automatisiertem Fahren als möglich erachtet (v.a., weil diese infolge hoher Fahrzeugkosten vermehrt von Flottenbetreibern angeboten werden).

### Zeitliche Dimension:

Entwicklungen in der Sharing Economy sind in vollem Gange. Es ist aber ein grundsätzlicher gesellschaftlicher Wandel nötig, damit sich Sharing-Konzepte auch bei Mobilitätsdienstleistungen in Liechtenstein durchsetzen können. Höhere Kosten in der Fahrzeugbeschaffung und bei Parkplätzen könnten Anreize schaffen, vermehrt auf Sharing-Angebote auszuweichen. Beim Ridesharing hängt der Durchbruch vom Erfolg des automatisierten Fahrens ab.



<sup>2</sup> Fahrzeugnutzung zum flexiblen eigenen Gebrauch, aber nicht selber besitzend. I.d.R. kommerzielle Flottenanbieter.

<sup>3</sup> Fahrzeugmitbenutzung eines Autos eines anderen Besitzers (Private oder Kommerzielle) für bestimmte Wege.

### 3.3. Automatisiertes Fahren

#### Chancen:

- Einsparungen der Personalkosten (ÖV und Güterverkehr)
- Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Strassennetzes
- Könnte Car- und Ridesharing zum Durchbruch verhelfen (vermehrte Flottenangebote)



#### Risiken:

- Regulative Hürden (z.B. Haftungsfragen)
- Akzeptanz- und Datenschutzfragen
- Verkehrszunahme im Personenverkehr (Leerfahrten und zusätzliche PW-Nutzende)
- Verlagerung vom ÖV zum MIV wegen Attraktivitätssteigerung des MIV

#### Bedeutung des Angebotstrends für Liechtenstein:

Automatisiertes Fahren ist international das am meist beforschte Thema im Mobilitätsbereich. Es werden tiefgreifende Umwälzungen (Disruptionen) im Verkehrswesen erwartet. Beispielsweise wird von einer Auflösung der Grenzen zwischen öffentlichem und individuellem Personenverkehr gesprochen. Ein solches Szenario könnte so aussehen, dass zukünftig unsere individuellen Mobilitätsbedürfnisse Tür-zu-Tür über einen öffentlich nutzbaren Pool an selbstfahrenden Fahrzeugen, sogenannte Robotaxis, befriedigt würden, welche die Nachfrage bündeln und eine geeignete Route wählen. In der gemeinsamen Nutzung des selbstfahrenden Fahrzeugs (Car- und Ridesharing) liegt die grosse Hoffnung, denn damit könnte ein Trendbruch in Bezug auf höhere PW-Besetzungsgrade einhergehen. Falls sich Sharing im Personenverkehr jedoch nicht durchsetzt, ist im Gegenzug von einer Erhöhung der Verkehrsmenge auszugehen. Die Anzahl Nutzerinnen und Nutzer wird steigen, weil ein Führerschein für ein selbstfahrendes Fahrzeug (Level 5) nicht mehr nötig wäre. Und wenn ein Fahrzeug während der Arbeitszeit nicht verwendet wird, könnte es leer nach Hause geschickt werden, um dort von einer anderen Person genutzt zu werden. Solche Leerfahrten würden die Infrastruktur zusätzlich belasten. Neben der Senkung des PW-Besetzungsgrads wird auch eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Strassennetzes prognostiziert. Dies vor allem, weil die Fahrzeuge in kürzeren Abständen und mit gleichbleibenden Geschwindigkeiten fahren können. Es stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage, wie hoch der Durchdringungsgrad der miteinander vernetzten Fahrzeuge ausfallen müsste, damit signifikante Kapazitätssteigerungen gewonnen werden könnten. Wie stark die Kapazitätssteigerungen ausfallen werden, ist zurzeit in der Fachwelt noch sehr umstritten. Nach einer neueren Studie (KIT/TUM 2017) wird z.B. erst bei einer Durchdringung von 80% eine Steigerung der Leistungsfähigkeit um 20% erreicht. Darunter ist sogar mit einer Kapazitätsverminderung zu rechnen, da das Mischsystem in der (mutmasslich sehr langen) Übergangsphase aufgrund zu vieler unbekannter Variablen höhere Abstände als heute einhalten müsste.

Im Bereich des Güterverkehrs wird eine Automatisierung in der Sonderform Platooning (mehrere miteinander vernetzte Fahrzeuge fahren mit sehr geringem Abstand hintereinander) in erster Linie im Langstreckenbereich auf Hochleistungsstrassen erwartet. Dadurch können theoretisch auf gewissen Teilstrecken Personalkosten eingespart werden. Aufgrund der Automatisierung und der Elektrifizierung wird erwartet, dass die Kosten des Strassengüterverkehrs deutlich verringert werden können. Dies führt in der Tendenz zu einer Verlagerung vom Schienen- zum Strassengüterverkehr.

**Zeitliche Dimension:**

All diese Einschätzungen beruhen ausschliesslich auf theoretischen Gedankenmodellen und sind mit grosser Vorsicht zu geniessen. Bis es soweit ist, dass Fahrzeuge vollständig ohne Fahrerin oder Fahrer unterwegs sein werden, sind noch einige Hürden zu bewältigen, voraussichtlich weniger im technischen als im legislativen und gesellschaftlichen Bereich (Haftungsfragen, Datenschutz, Akzeptanz). Technisch gesehen steht Level 3 kurz vor dem Durchbruch. Ab Level 3 bis 4 (hochautomatisiert bis vollautomatisiert) wird ein Zustand erreicht, der allenfalls erste Kapazitätssteigerungen und Kosteneffekte auf gewissen Streckenabschnitten zulässt. Davon wird in Europa in erster Linie der Güterverkehr auf gewissen Hochleistungsstreckenabschnitten profitieren (Platooning). Dieser Nutzen kann aber erst ausgeschöpft werden, wenn der Regulator dies zulässt. Der grosse Sprung wird zwischen Level 4 und 5 stattfinden.



### 3.4. Big Data und dynamische Verkehrsleitsysteme

#### Chancen:

- Bessere räumliche Auslastung des Verkehrsnetzes
- Lückenlose Informationen über den Verkehrszustand in Echtzeit

#### Risiken:

- Datenzugänglichkeit (Vielzahl an Systemen und Dateneigentümern und -eigentümern) und Datenqualität
- Gesellschaftliche Akzeptanz und Datenschutz



#### Bedeutung des Angebotstrends für Liechtenstein:

Theoretisch stehen heute über Mobiltelefon- und Fahrzeugsignale eine schier unermessliche Fülle an Verkehrsdaten zu Verfügung. Die Idee der dynamischen Verkehrsleitung auf Grundlage von mobilen Signalen der Verkehrsteilnehmenden weckt daher grosse Erwartungen. Der Vorteil liegt in der lückenlosen Erfassung der Verkehrssituation über alle Verkehrsmittel hinweg und der Optimierung der Verkehrsflüsse in Echtzeit. Verkehrsdaten auf Grundlage von GSM-, Bluetooth- und anderen Signalen werden gesammelt und ausgewertet. Würde der Verkehr aufgrund dieser Auswertungen mittels bereits erprobter Verkehrsleitsysteme auf weniger belastete Routen gelenkt, könnte dies zur Steigerung der Gesamtkapazität beitragen. In der Fachwelt werden Steigerungen von etwa zehn Prozent als realistisch betrachtet. In Liechtenstein gilt es jedoch zu beachten, dass die räumlichen Verlagerungsmöglichkeiten im Strassennetz stark begrenzt sind. Die Hoffnung liegt vielmehr in einer zeitlichen Verlagerung der Verkehre. Mit der Auswertung der mobilen Verkehrsdaten und den entsprechenden Sensoren wird es zudem möglich sein, die Parkraumbewirtschaftung (Parkplatzsuche, Auslastungssteuerung, Tarifgestaltung, Abrechnung und Kontrolle) zu automatisieren.

#### Zeitliche Dimension:

Verkehrsleitsysteme sind weltweit bereits vielerorts etabliert und haben sich bewährt. Die meisten bestehenden Verkehrsleitsysteme stützen sich auf ein Netz von klassischen, örtlich gebundenen Zählstellen. Verschiedene Betreiber (so auch das ASTRA in der Schweiz) prüfen zurzeit die Datenerweiterung um Mobiltelefon- und Fahrzeugsignale. Neben Datenschutzaspekten besteht eine grosse Unsicherheit darin, wie stabil die jeweiligen Datenprovider in der Zukunft sein werden (Abdeckung und Datenqualität).



### 3.5. Integrierte Mobilitätssysteme (MaaS)

#### Chancen:

- Bessere Auslastung aller Verkehrsträger
- Verlagerung in der Verkehrsmittelwahl (MIV -> Kombination ÖV/LV/MIV)

#### Risiken:

- Mehrkosten (ein Teil des Gewinns wird durch den zusätzlichen Akteur der IT-Unternehmen abgeschöpft)
- Datenschutzfragen

#### Bedeutung des Angebotstrends für Liechtenstein:

Die Digitalisierung ermöglicht vermehrt verkehrsmittelübergreifende Dienstleistungen, sogenannte «Mobility as a Service»-Angebote (MaaS). MaaS-Plattformen bieten eine breite Palette an Dienstleistungen inklusive Routing, Buchung und Bezahlsystem. Dabei werden eine Vielzahl unterschiedlicher Verkehrsmittel in nahtlose Wegeketten Tür-zu-Tür verknüpft, was insbesondere den ÖV attraktiver macht. Dazu gehören insbesondere Angebote für die letzte Meile und eine bessere Bedienbarkeit. Die Applikation «fairtiq» beispielsweise erlaubt den elektronischen Ticketkauf für eine Vielzahl von Verkehrsbetrieben mit nachträglicher Bezahlung. Die verschiedenen Reiseetappen eines Tages werden via GPS erfasst und am Ende des Tages zum bestmöglichen Tagespreis verrechnet. Sharing kann zentraler Bestandteil dieser Angebote sein, sowohl in Bezug auf Fahrzeuge (Bike-Sharing, Car-Sharing, Scooter-Sharing) als auch auf Teilstrecken (Ride-Sharing). Gewisse Risiken bei dieser Entwicklung zeigen sich in der Dominanz der IT-Unternehmen, die ohne eigene Investitionen in Transportgefässe und Infrastruktur Gewinne zu Lasten der Transportunternehmen, Nutzenden und der öffentlichen Hand abschöpfen können. In Bezug auf Liechtenstein bietet sich die Chance einer teilweisen Verlagerung des MIV auf andere Verkehrsträger, insbesondere den ÖV in Kombination mit Sharing-Angeboten. Dazu ist aber ein dichtes Netz an Angeboten auf der «letzten Meile» notwendig. Als kleines Binnenland und aufgrund des hohen Anteils Zupendler sind vor allem auch grenzüberschreitende Services interessant.

#### Zeitliche Dimension:

In Ansätzen ist MaaS bereits heute Teil des Angebots, so sind beispielsweise in der Schweiz in den letzten Jahren verschiedene Internet-Plattformen wie «lezzgo» und «fairtiq» entwickelt worden. Und die SBB bieten in einem Pilotprojekt ein verkehrsmittelübergreifendes Pauschalangebot an («Green Class»). Neben den Schweizer Verkehrsbetrieben wird auch das Netz von LIEmobil auf «fairtiq» angeboten und ab September 2018 kommt Vorarlberg hinzu. «fairtiq» beschränkt sich bisher allerdings auf klassische ÖV-Angebote ohne Sharing.



### 3.6. Mobility Pricing

#### Chancen:

- Brechen der Verkehrsspitzen
- Bessere zeitliche und räumliche Auslastung des Verkehrssystems
- Kompensation der sinkenden Erträge aus der Mineralölsteuer
- Möglichkeit zur Internalisierung der externen Kosten (s. Exkurs in Kapitel 1.4)



#### Risiken:

- Ungleichbehandlung preissensibler Bevölkerungsgruppen (Personen mit tieferem Einkommen können je nach Ausgestaltung stärker belastet werden)
- Politischer und gesellschaftlicher Widerstand

#### Bedeutung des Angebotstrends für Liechtenstein:

Die Möglichkeiten von Mobility Pricing sind mittlerweile weltweit bekannt und kaum mehr ein technisches Problem. Verschiedene Ansätze sind bereits sehr erfolgreich umgesetzt worden: In Stockholm oder London beispielsweise haben mit der Einführung von Mobility Pricing (vgl. Liste weiter unten) die Stauzeiten um 30 bis 50% abgenommen. Zudem sind mit der Digitalisierung die technischen Möglichkeiten in den letzten Jahren weiterentwickelt worden. Das Hindernis liegt vielmehr im rechtlichen und politischen Bereich. In der Schweiz sind momentan rechtlich nur Pilotprojekte möglich. Im Kanton Zug läuft dazu als erster Schritt eine Wirkungsanalyse für ein zeitlich und räumlich differenziertes Pricing. Im Bereich der tageszeitlichen und räumlichen Lenkung des Verkehrsaufkommens hat Mobility Pricing ein grosses Potenzial, die heutigen verkehrlichen Herausforderungen Liechtensteins wirkungsvoll anzugehen. In der Regel unterscheidet man drei Pricing-Ansätze:

- Cordon-Pricing (z.B. Stockholm): Fahrten in oder aus einer bestimmten Zone sind gebührenpflichtig. Innerhalb der Zone gelten keine Gebühren.
- Area Licencing (z.B. London): Für Fahrten innerhalb einer Zone muss eine kostenpflichtige Berechtigung für einen bestimmten Zeitraum gelöst werden.
- Flächiges Pricing (z.B. LSVA in der Schweiz): Fahrten innerhalb eines Gebiets werden mit einer Abgabe pro gefahrenen Kilometer belegt (gesamtes Strassennetz). Diese werden beispielsweise über einen Chip erfasst und direkt verrechnet. Zusätzlich werden die Kilometer räumlich und zeitlich differenziert. Dieser Ansatz steht in der Schweiz im Vordergrund.

Neben der Frage, wo Preise erhoben werden sollen, müssen weitere Aspekte miteinbezogen werden, wie beispielsweise die Tarifgestaltung, Erfassungstechniken oder welche Verkehrsträger bepreist werden sollen (bspw. auch bezüglich Umweltkriterien). Folgende Besonderheiten gilt es in Liechtenstein zu beachten:

- Ein klassisches Area Licencing – beispielsweise für Vaduz und Schaan – ist wegen der dispersen Siedlungsstruktur technisch schwer möglich und löst die Verkehrsbelastung im grenzquerenden Verkehr zu wenig.
- Ein Cordon-Pricing nur an den Landesgrenzen ist politisch äusserst heikel. Viele Beschäftigte sind aufgrund der restriktiven Zuwanderungspolitik gezwungen, im benachbarten Ausland zu wohnen. Diese würden somit doppelt bestraft und die ebenfalls massgeblichen Verkehrsverursacher – die Liechtensteiner Binnenpendler – nicht.
- Aus Fairnessgründen und mit Blick auf die disperse Siedlungsstruktur würde im Falle von Liechtenstein ein flächendeckendes, distanzabhängiges Pricing im Vordergrund stehen (analog den Überlegungen in der Schweiz). Zurzeit wäre Liechtenstein mit Mobility Pricing im Personenverkehr in Mitteleuropa Vorreiter.

**Zeitliche Dimension:**

Technisch ist Mobility Pricing bereits heute umsetzbar, Beispiele sind vielerorts vorhanden. Da es sich um einen umfangreichen Systemwechsel handelt und aufwändige Vorstudien und eine schrittweise Einführung notwendig wären, würde die Umsetzung einige Jahre in Anspruch nehmen. Deutlich schwieriger als die technischen sind jedoch die politischen Hürden bei der Einführung neuer Pricing-Systeme.



### 3.7. Neue Infrastruktursysteme

#### Chancen:

- Ausbau der Kapazitäten und des Angebots
- Könnte den ÖV stärken

#### Risiken:

- Die Vergangenheit zeigt, dass zusätzlich geschaffene Kapazitäten von der steigenden Nachfrage schnell wieder aufgebraucht werden
- Sehr hohe Kosten



#### Bedeutung des Angebotstrends für Liechtenstein:

Wenn über die Zukunft der Mobilität nachgedacht wird, kommen unweigerlich Bilder von komplett neuen und futuristisch anmutenden Infrastrukturen auf. Dies ist nicht weiter erstaunlich und folgt in gewisser Weise auch dem althergebrachten Muster der klassischen Verkehrsplanung: In der Vergangenheit wurde auf Kapazitätsengpässe üblicherweise mit einem Ausbau von Infrastrukturen oder einer gänzlich neuen Infrastruktur geantwortet. Aktuell wird beispielweise das von Tesla-Gründer Elon Musk mitkonzipierte Hochgeschwindigkeitssystem Hyperloop für verschiedene Standorte weltweit diskutiert. In Vakuumtunnels sollen Personen- oder Gütertransporteinheiten mit enormer Geschwindigkeit energieeffizient befördert werden. In der Schweiz wurde ein vergleichbares Projekt unter dem Begriff Cargo Sous Terrain lanciert. Es sieht einen unterirdischen, automatisierten Gütertransport zwischen Logistikstandorten und wichtigen Ballungszentren vor, um das Strassennetz (Hochleistungsnetz und Innenstadt) zu entlasten. Solche komplett neuen Infrastruktursysteme sind aus heutiger Sicht sehr schwer finanzierbar und höchstens zwischen dicht besiedelten Ballungszentren ein Thema. Die Verkehrsnachfrage in Liechtenstein ist zu wenig bündelbar, um eine genügende Auslastung für solche Systeme zu ermöglichen. Hinzu kommen erhebliche regulative und prozedurale Hürden, beispielsweise infolge von Landerwerb. Liechtenstein bietet dafür wenig günstige Voraussetzungen.

Neben neuen futuristischen Verkehrssystemen ist selbstverständlich auch ein Infrastrukturausbau bestehender Systeme denkbar. Hier ist vor allem eine Erweiterung des Bahnnetzes zu nennen. Der mit dem Projekt FLACH+ geplante Angebotsausbau auf der Bestandesstrecke wäre eine erste Etappe. Eine gänzlich neue Bahnlinie, welche auch die Siedlungsachse Vaduz–Balzers erschliessen würde wäre eine deutlich weitergehende Etappe. Ob sich die damit verbundenen sehr hohen Kosten rechtfertigen würden (neben anderen Hürden), muss jedoch kritisch hinterfragt werden.

#### Zeitliche Dimension:

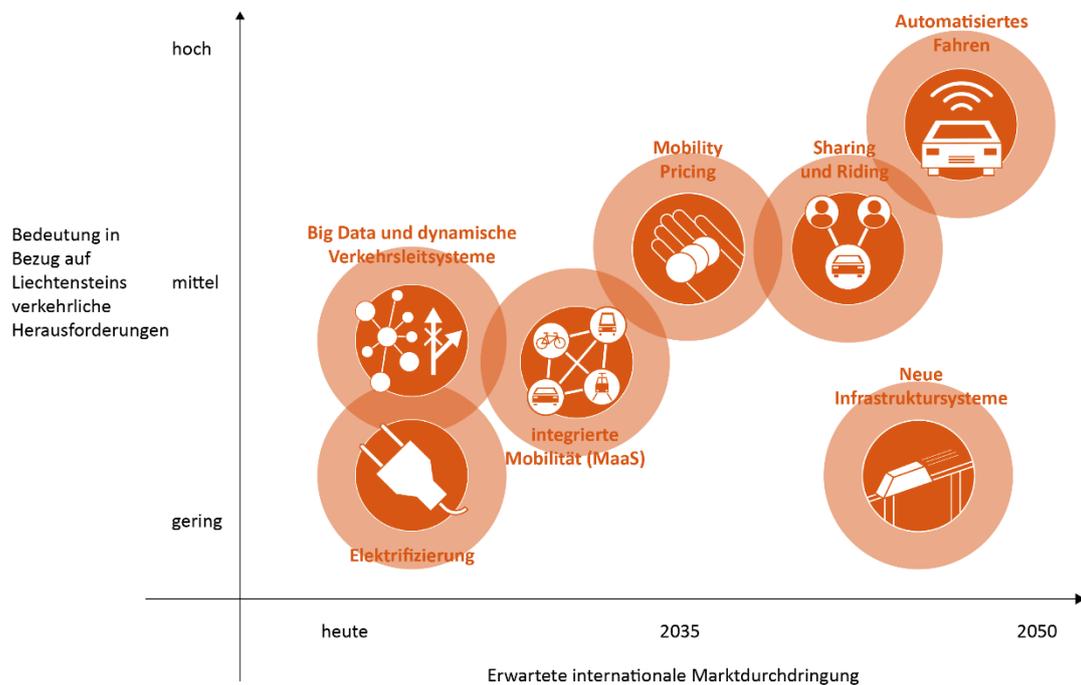
Momentan werden Teststrecken für das Hyperloop-System gebaut, beispielsweise in Toulouse oder Las Vegas. Die erste kommerzielle Strecke ist in den Arabischen Emiraten geplant. Eine zehn Kilometer lange Strecke zwischen Abu Dhabi und Dubai soll bis 2020 in Betrieb genommen werden. In der Schweiz steht das Projekt Cargo Sous Terrain mit einer ersten Teilstrecke zwischen Härkingen und Zürich vor der Baubewilligungsphase.



## 4. Wirkungspotenziale und Folgerungen

In Abbildung 33 werden die sieben Angebotstrends gemäss Kapitel 3 synoptisch in Bezug auf ihre Bedeutung für Liechtenstein und des Zeitpunkts der möglichen Marktdurchdringung eingeordnet.

Abbildung 33: Synopse Angebotstrends



Grafik INFRAS.

Wenn man Wirkungspotenziale einzelner Angebotstrends einordnen möchte, drängt sich ein Denken in Szenarien auf. Dabei ist die Ausgangslage nochmals in Erinnerung zu rufen: Bevölkerung, Arbeitsplätze und Zupendler Liechtensteins werden weiter steigen, auch wenn über den genauen Umfang Restunsicherheiten bleiben. Im Trendszenario fallen besonders die 33% Zunahme der Zupendler und die 13% Zunahme der Bevölkerung bis 2035 auf. Selbst wenn die Verkehrsmenge pro Kopf stagnieren würde, die Anzahl Nutzende nimmt zu und mit ihnen das (strukturell bedingte) Verkehrsaufkommen. Dazu kommt eine Zunahme des Güterverkehrs aufgrund der Tertiarisierung und sich änderndem Einkaufsverhalten (E-Shopping). Es stellt sich somit die Frage nach möglichen Entwicklungsrichtungen bezüglich des zukünftigen Mobilitätsangebots und deren Wirkungspotenziale.

## 4.1. Vier Mobilitätsszenarien für Liechtenstein

In der folgenden Übersicht werden die in Kapitel 3 beschriebenen Angebotstrends entlang zweier Achsen gruppiert.

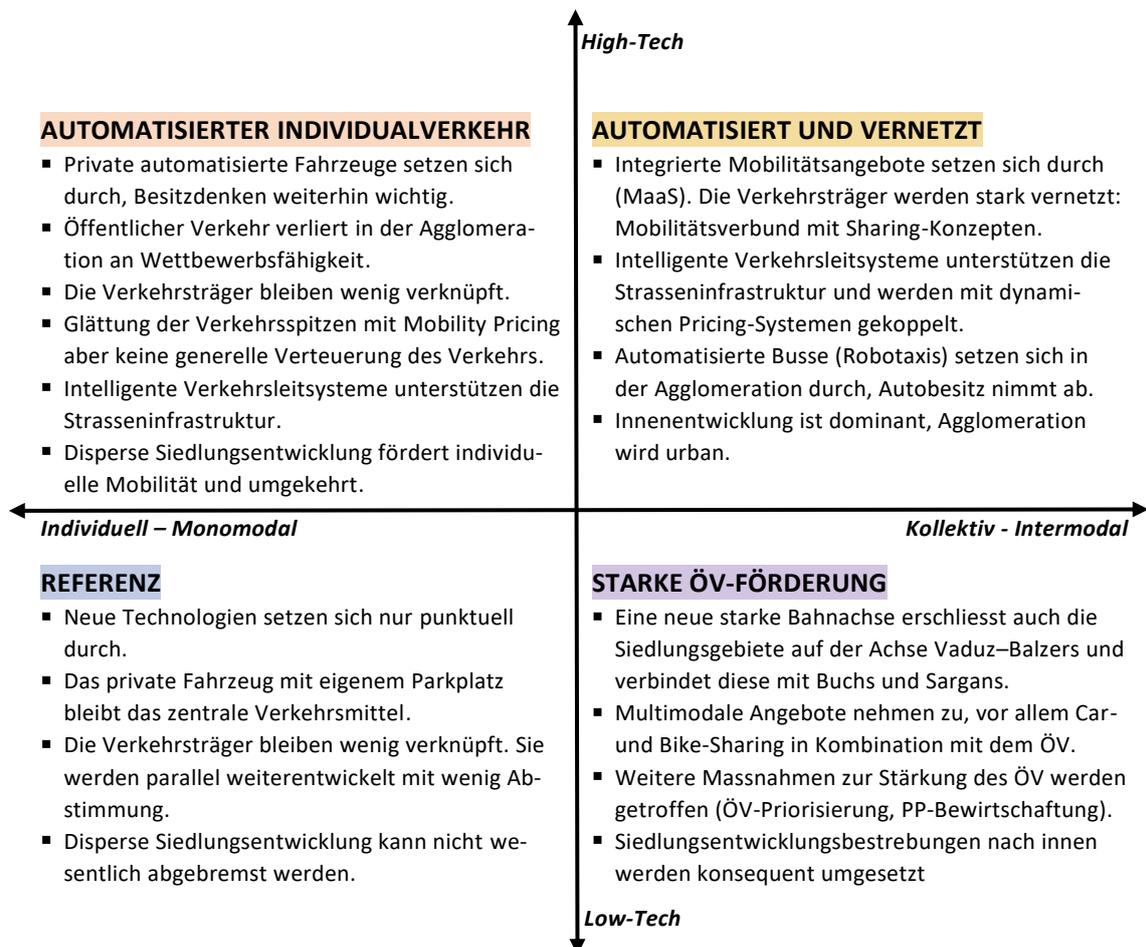
Die **Horizontalachse** bewegt sich zwischen den Extremen:

- Individuell/Monomodal: Teilen statt Besitzen kann sich nicht durchsetzen und öffentlicher und individueller Verkehr entwickeln sich weitgehend getrennt weiter.
- Kollektiv/Intermodal: Ein gesellschaftlicher Wandel findet statt: Sharing Economy kann sich auch in der Mobilität breit durchsetzen. Öffentlicher und individueller Verkehr werden stark vernetzt bzw. die Grenzen zwischen öffentlichem und individuellem Verkehr verschmelzen.

Die **Vertikalachse** bewegt sich zwischen den Extremen «High-Tech» und «Low-Tech»:

- High-Tech: Neue technische Möglichkeiten im Zuge der Digitalisierung setzen sich durch und finden breite Zustimmung. Das automatisierte, vernetzte Fahren kommt zum Durchbruch.
- Low-Tech: Automatisiertes Fahren bleibt ein Nischenprodukt, das sich auf sehr spezifische Anwendungen beschränkt, beispielsweise auf lange Distanzen und Hochleistungsstrecken. Auch Steuerungssysteme unter Nutzung von Big-Data-Analysen setzen sich nicht breit durch.

Abbildung 34: Vier Entwicklungsrichtungen



Grafik INFRAS.

Die möglichen Wirkungsweisen der vier Szenarien werden in der nachfolgenden Tabelle grob umrissen.

**Tabelle 4: Wirkungsweisen Entwicklungsrichtungen**

REFERENZ		
Verkehrsmenge ●	Modal Split ●	Räumliche/zeitliche Verteilung ●
Es werden kaum Massnahmen zur Minderung der Verkehrsmengen getroffen. Der Verkehr nimmt weiterhin zu. Wegen zunehmenden Kapazitätsengpässen werden quasi erzwungene Verlagerungseffekte (zeitlich oder räumlich) realistisch.	Der Motorisierungsgrad steigt weiter an, wenn auch infolge Sättigungseffekten weniger stark als in der Vergangenheit. Die Nutzung des öffentlichen Verkehrs hingegen stagniert. Der überwiegende Anteil der Verkehrszunahme erfolgt über den MIV und belastet das Strassennetz zusätzlich.	Homeoffice, flexible Arbeitszeiten und betriebliche Mobilitätsmanagements sind Randerscheinungen und zeigen wenig Wirkung. Die heutigen Kapazitätsengpässe verschärfen sich. Die Staubelastung zu Spitzenzeiten wird grösser und verursacht Ausweichverkehr sowie eine zeitliche Verbreiterung der Spitzenzeiten.
STARKE ÖV-FÖRDERUNG		
Verkehrsmenge ●/●	Modal Split ●	Räumliche/zeitliche Verteilung ●
Weil viele Menschen auf den ÖV umsteigen, nimmt der Motorisierungsgrad etwas ab. Damit wird das Strassennetz bezüglich Verkehrsaufkommen ein Stück weit entlastet. Das Risiko besteht aber auch, dass durch massiven ÖV-Ausbau Mehrverkehr induziert wird, ohne dass auf MIV-Verhalten verzichtet wird.	Eine neue starke Bahnachse, kombiniert mit E-Bike, Car-Sharing und einer restriktiven Parkplatzbewirtschaftung bewirken eine gewisse Modal-Split-Verschiebung. Das Ausmass ist aber ungewiss, weil infolge heterogener Verkehrsbeziehungen ein bedeutender Restverkehr auf der Strasse verbleibt.	Es werden nur wenig Massnahmen zur Brechung der Spitzenstunden getroffen und die Problemlage entschärft sich auf der Strasse nur bedingt. Weil ein erheblicher Anteil der Pendler auf den ÖV umsteigt, verlagert sich die (Spitzen-)Belastung auf diesen Verkehrsträger.
AUTOMATISIERT UND VERNETZT		
Verkehrsmenge ●	Modal Split ●	Räumliche/zeitliche Verteilung ●
Pro Kopf nimmt die Mobilität zwar nicht ab. Weil viele Menschen Fahrzeug und Strecken jedoch teilen, kann ein erheblicher Anteil der strukturbedingten Verkehrszunahme abgedeckt werden.	E-Bike, Car-Sharing und der ÖV werden zu einem einfach zugänglichen Angebot vernetzt und bieten eine attraktive Alternative zum MIV. Öffentlicher und individueller Verkehr verschmelzen in einem ersten Schritt zu einem flächendeckenden System von Rufbussen (Pooling) und in einem zweiten Schritt zu Robotaxis. Demgegenüber nimmt der traditionelle Individualverkehr ab.	Neue Steuerungssysteme kombiniert mit Mobility Pricing schaffen Anreize, ausserhalb der Spitzenzeiten zu fahren. Betriebliche Mobilitätsmanagements finden eine breite Umsetzung. Flexible Arbeitszeiten und Homeoffice wird stark gefördert und von einem relevanten Anteil der Bevölkerung genutzt. Die Verkehrsspitzen können dementsprechend merklich gebrochen werden.

- Herausforderung verschärft sich
- Herausforderung entschärft sich
- Herausforderung ändert sich nicht

### AUTOMATISIERTER INDIVIDUALVERKEHR

Verkehrsmenge ●	Modal Split ●	Räumliche/zeitliche Verteilung ●
<p>Das private neue, aber selbstfahrende Fahrzeug wird noch attraktiver. Es kann nun von allen Bevölkerungsgruppen, also auch von Kindern oder Betagten genutzt werden. Zudem kann die Fahrzeit für andere Tätigkeiten als das Fahren genutzt werden, beispielsweise für die Arbeit oder für Mahlzeiten, weshalb längere Distanzen in Kauf genommen werden. Die Verkehrsmenge kann deutlich zunehmen. Dazu tragen auch Leerfahrten bei automatisierten Fahrten von Flottenanbietern bei.</p>	<p>Der Strassenverkehr steigt weiter an, die Nutzung des (klassischen) öffentlichen Verkehrs hingegen stagniert. Kostensenkungspotenziale im ÖV (wegfallende Buschauffeure) können dies nur zum Teil auffangen.</p> <p>Der überwiegende Anteil der Verkehrszunahme erfolgt somit über den MIV und belastet das Strassen-netz zusätzlich.</p>	<p>Aufgrund der Vernetzung der Fahrzeuge und der dynamischen Verkehrsleitsysteme werden zusätzliche Kapazitäten geschaffen. Diese können jedoch nur einen Teil des Wachstums auffangen. Mobility Pricing schafft einen finanziellen Anreiz, nach Möglichkeit ausserhalb der Spitzenzeiten zu fahren.</p>

- Herausforderung verschärft sich
- Herausforderung entschärft sich
- Herausforderung ändert sich nicht

Tabelle INFRAS.

## 4.2. Folgerungen: Effizienz und Verhaltensänderungen vor weiterem Infrastrukturausbau

Liechtenstein steht vor grossen verkehrlichen Herausforderungen:

- Die Zupendler haben seit dem Jahr 2000 um über 80% zugenommen,
- Zusammen mit dem hohen Anteil Binnenpendler führt dies zu grosser Überlast in Verkehrsspitzen,
- Der Motorisierungsgrad ist mit knapp 800 Fahrzeugen pro 1'000 EinwohnerInnen der höchste in Europa und der PW-Besetzungsgrad im Arbeitsverkehr ist mit 1.04 Personen pro Fahrzeug ebenfalls rekordtief,
- Die MIV-Anteile sind trotz kurzer Wege und guten Fahrradvoraussetzungen für Arbeits- und Freizeitwege sehr hoch,
- Die geringe Siedlungsdichte, die grossen Baulandreserven und die Baulandhortung führen zu einer Siedlungsstruktur, die sich mit dem öffentlichen Verkehr nur unbefriedigend erschliessen lässt.

Die Zukunft ist nur bedingt voraussehbar, insbesondere in Zeiten vielschichtiger Digitalisierungstrends. Die vier Szenarien sind ein Versuch, das Spektrum möglicher Entwicklungen aufzuzeigen. Die Referenzentwicklung verdeutlicht, dass ein grundsätzlicher Strategiewechsel notwendig ist, um die verkehrlichen Herausforderungen Liechtensteins anzugehen. Ein rein nachfragegetriebener weiterer Infrastrukturausbau ist nicht nachhaltig und kaum finanzierbar. Im Vordergrund stehen die effizientere Nutzung vorhandener Infrastrukturen mit Hilfe neuer digitaler Angebote und Steuerungssysteme, gekoppelt mit Verhaltensänderungen. Verhaltensänderung und Effizienzsteigerung vor Infrastrukturausbau sollte denn auch das zentrale Credo bilden, wenn über die zukünftige Mobilität Liechtensteins nachgedacht wird.

Wie die Szenarien zeigen, bestehen zwischen den unterschiedlichen Angebotstrends Abhängigkeiten. Sharing und Riding beispielsweise kann seine volle Wirkung erst entfalten, wenn vernetzte Mobilität und Automatisierung sich durchsetzen (weil diese Fahrzeuge teuer sind und vermehrt Flottenanbieter die Marktdurchdringung bestimmen dürften). Auch bezüglich Mobility Pricing oder flexibler Arbeitszeiten gibt es zahlreiche Abhängigkeiten. Es lassen sich trotzdem folgende erfolversprechenden **Stossrichtungen** zusammenfassen:

- Die Entwicklungsrichtung «Automatisiert und Vernetzt» hat grundsätzlich das grösste Potenzial, die verkehrlichen Herausforderungen Liechtensteins anzugehen und eine Ausrichtung hin zu «Kollektiv und Multimodal» anzustossen. Voraussetzung dafür ist eine starke Zusammenarbeit zwischen der öffentlichen Hand und Privaten und nicht zuletzt, dass die erwarteten technologischen Entwicklungen tatsächlich stattfinden und auf breite Akzeptanz stossen.

- Für neue kostenintensive Infrastrukturen, wie futuristische Verkehrssysteme aber auch eine aufwändige Verlagerung der Bahnachse, bietet Liechtenstein aufgrund der geringen Siedlungsdichte und dispersen Verkehrsbeziehungen zu wenig Nachfragepotenziale im Verhältnis zu den sehr hohen Investitionskosten. Dies schliesst lokale Ausbauten auf dem bestehenden Netz zur Milderung der grössten Kapazitätsengpässe nicht aus.
- Der Fahrradverkehr hat aufgrund Liechtensteins Topografie und dem hohen Anteil kurzer Wege ein bedeutendes Potenzial, insbesondere mit Blick auf den E-Bike-Boom. Voraussetzung sind durchgängige und sichere Fahrradwegnetze, insbesondere auch im grenzüberschreitenden Verkehr.
- In vielen Bereichen wird Liechtenstein selber nicht der Taktgeber sein, da diese stark von technischen und regulativen Entwicklungen in den Nachbarländern bzw. der Europäischen Union abhängen, beispielsweise in der Frage der Zulassung von Fahrzeugtypen auf Hochleistungsstrassen oder bei Haftungsfragen. Liechtenstein hat aber die Chance, sich in gewissen Bereichen zu profilieren und eine Vorreiterrolle einzunehmen. Dazu könnte namentlich auch das Mobility Pricing zählen.

Folgende konkreten **Kurz- und Mittelfristmassnahmen** könnten die strategischen Stossrichtungen unterstützen (nicht abschliessend):

- Ein restriktives Parkraummanagement bei gleichzeitiger Förderung von Parkplätzen für Sharing und Riding,
- Eine konsequente Bus-Priorisierung (ÖV) auf allen Hauptachsen mittels eigener Spuren und/oder geeigneten Signalanlagen,
- Die Entwicklung von innovativen und flexiblen Arbeitsformen und Mobilitätskonzepten in Zusammenarbeit mit Unternehmen,
- Eine Pflicht zur Erarbeitung eines Mobilitätskonzepts im Zuge von neuen Arealentwicklungen,
- Eine breit unterstützte «Fahrrad-Offensive» inklusive Ausbau eines attraktiven und sicheren Fahrradnetzes und einer starken Kampagne zum Einbezug und zur Sensibilisierung aller Akteursgruppen,
- Ein einfach zugängliches, multimodales Mobilitätsangebot (z.B. «Mobi-Card Liechtenstein»), insbesondere für junge Menschen und über 65-Jährige,
- Siedlungsverdichtung von gut mit dem ÖV erschlossenen Arbeitsplatzgebieten und Landumlegungen zur Konzentration von Arbeitsplatzgebieten,
- Start einer Initiative «Big Data und dynamische Verkehrsleitsysteme»,
- Auslotung und Vertiefung verschiedener Mobility-Pricing-Ansätze und deren Wirkungspotenzial für Liechtenstein und die Region.

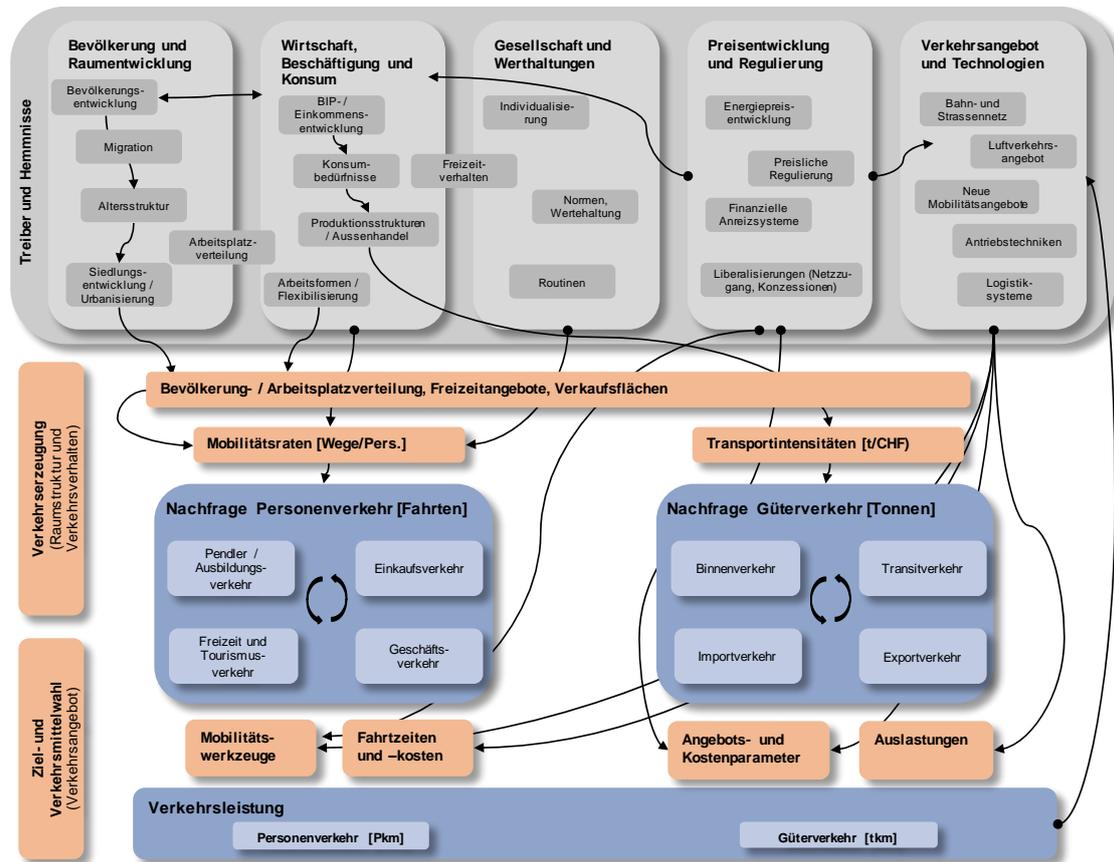
Neben dem politischen Diskurs ist eine breite öffentliche Diskussion notwendig, um die Bevölkerung abzuholen. Gemeinsam gilt es, breit abgestützte Zielbilder für die zukünftige Mobilität Liechtensteins zu entwickeln. Die vier beschriebenen Szenarien verdeutlichen den Gestaltungsspielraum, den es in weiteren Schritten zu nutzen gilt. Die grosse Chance liegt in der Ausrichtung hin zu vermehrt «kollektiver, vernetzter und multimodaler Mobilität». Welche Massnahmen dazu getroffen werden müssen und wie stark diese lenkend eingreifen sollen, muss der politische Diskurs zeigen. Die anstehende Überarbeitung des Mobilitätskonzepts Liechtensteins bietet die Gelegenheit, die fachlichen Entscheidungsgrundlagen zu liefern.

## Glossar

Ausnützungsziffer	Die Ausnützungsziffer wird in den Bauordnungen und Zonenplänen der Gemeinden bestimmt und definiert das maximal zulässige Verhältnis der Bruttogeschossflächen zur anrechenbaren Grundstücksfläche.
Automatisierung	Teilweise oder vollständige Übernahme der Fahrzeugführung durch technische Systeme.
Baulücke	Unbebaute Parzelle innerhalb der Bauzonen.
DTV	Beim durchschnittlichen Tagesverkehr wird der Mittelwert des 24-Stundenverkehrs (Anzahl Fahrzeuge) aus allen Tagen eines bestimmten Jahres gebildet.
DWV	Beim durchschnittlichen Werktagverkehr wird der Mittelwert des 24-Stundenverkehrs (Anzahl Fahrzeuge) aus allen Werktagen (Montag bis Freitag) eines bestimmten Jahres gebildet.
Elektrifizierung	Wechsel der Antriebstechnik, weg vom Verbrennungsmotor hin zum Elektromotor.
Innere Reserven	Differenz zwischen zulässiger Ausnützung und realisierter Ausnützung (Ausnutzung der bestehenden Gebäude) bei bereits bebauten Grundstücken.
MaaS	Mit «Mobility as a Service» werden möglichst viele unterschiedliche Verkehrsmittel durch integrierte Buchungs- und Bezahlfunktionen in eine nahtlose Wegekette (Tür-zu-Tür) integriert. Es kann sich dabei sowohl um Güter- als auch Personenverkehr handeln.
Mobility Pricing	Mobility Pricing hat das Ziel, die Verkehrsbelastung gleichmässiger zu verteilen und die Verkehrsspitzen zu brechen. Dies wird erreicht, indem die Nutzung von Infrastruktur und Dienstleistungen im individuellen und öffentlichen Verkehr preislich gesteuert wird.
Modal Split	Anteile der verschiedenen Verkehrsmittel (MIV, ÖV, LV) am Verkehr, zum Beispiel am Total der zurückgelegten Wege oder am Total der zurückgelegten Kilometer. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Verkehrsmittelwahl.
Motorisierungsgrad	Anzahl Personenwagen pro 1'000 Einwohnerinnen und Einwohner.
LV	«Langsamverkehr»: Fuss- und Fahrradverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
ÖV-Güteklassen	Indikator zur Erschliessung mit dem ÖV, eingeteilt in Klassen A bis D. Klasse A bedeutet eine «sehr gute» Erschliessung mit dem ÖV und Klasse D eine «geringe» Erschliessung mit dem ÖV.
Platooning	Sonderform der Automatisierung: Mehrere miteinander vernetzte Fahrzeuge fahren mit sehr geringem Abstand hintereinander.
PW-Besetzungsgrad	Durchschnittliche Anzahl Personen pro Personenwagen
Riding	Mitbenutzung eines Fahrzeugs eines anderen Besitzers (Private oder Kommerzielle) für bestimmte Wege.
Sharing	Fahrzeugnutzung zum flexiblen eigenen Gebrauch, aber nicht selber besitzend.
Spitzenstunde	Stunde(n) mit der stärksten Verkehrsbelastung im Tagesverlauf, in der Regel Morgen- und Abendspitze.
Verkehrsleistung	Transport von Personen oder Gütern über eine Entfernung, quantifiziert in Personenkilometern (Pkm) respektive Tonnenkilometern (Tkm).

## Anhang

Abbildung 35: Wirkungsmodell Verkehr



Grafik INFRAS. (Quelle: Schweizerische Personen- und Güterkehrsperspektiven 2040).

## Literatur

- Aeberhard et al. 2018:** Shared Mobility, Kollaborative Mobilitätsservices Europäischer Städte im Vergleich, Winterthur, 2018
- Amt für Statistik (AS) 2016a:** Beschäftigungsstatistik 2016, Amt für Statistik, Vaduz, 2016
- Amt für Statistik (AS) 2016b:** Volkszählung 2015, Band 3 Verkehr, Amt für Statistik, Vaduz, 2016
- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) 2016:** Perspektiven des Schweizerischen Personen- und Güterverkehrs bis 2040, ARE, Ittigen, 2016
- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) 2015:** Externe Kosten und Nutzen des Verkehrs in der Schweiz, ARE, Iggigen, 2015
- Bundesamt für Statistik (BFS) 2015:** Mikrozensus Mobilität und Verkehr, BFS, Neuchâtel, 2017
- ewp AG 2016:** Synthesebericht 3. Generation, Verein Agglomeration Werdenberg-Liechtenstein, Buchs, 2016
- INFRAS 2016:** Wirtschaftspotential und Zuwanderung in Liechtenstein, Schlussbericht, INFRAS, Zürich, 2016
- INFRAS 2015:** Region Sarganserland-Werdenberg, Masterplan Regionale Raumentwicklung MRE, Schlussbericht, Bern, 2015
- INFRAS & Ecoplan 2018:** Externe Effekte des Verkehrs 2015, Zürich/Bern, 2018
- Kanton St. Gallen 2017:** Der öffentliche Verkehr im Kanton St. Gallen, Standbericht 2017, Amt für öffentlichen Verkehr, St. Gallen, 2017
- KIT/TUM 2017:** Auswirkungen des teil- und hochautomatisierten Fahrens auf die Kapazität der Fernstrasseninfrastruktur. Forschungsprojekt der Forschungsvereinigung Automobiltechnik, Berlin, 2017
- Regierung des Fürstentum Liechtenstein 2017:** Verkehrsinfrastrukturbericht 2018, Landesverwaltung Fürstentum Liechtenstein, Vaduz, 2017
- Stiftung Zukunft.li 2016:** Knacknuss Wachstum und Zuwanderung, Stiftung Zukunft.li, Ruggell, 2016