Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Office fédéral du développement territorial ARE
Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE
Uffizi federal da svilup dal territori ARE

b a s e s

Abstimmung Siedlung und Verkehr

Einfluss der Siedlungsentwicklung und des ÖV-Verkehrsangebots auf die Verkehrsentwicklung

Impressum

Herausgeber
Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)

Auftraggeber
Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Auftragnehmer
TransOptima GmbH (TO), 4600 Olten
TransSol GmbH (TS), 8820 Wädenswil

Bearbeitung
Dr.-Ing. Milenko Vrtic (TO, Projektleitung)
Dr.sc. ETH Philipp Fröhlich (TS)

Begleitung / Projektleitung
Dr. Helmut Honermann (ARE)
Kurt Infanger (ARE)
Reto Lorenzi (ARE)

Produktion
Stabsstelle Kommunikation ARE

Zitierweise

Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2011), Abstimmung Siedlung und Verkehr: Einfluss der Siedlungsentwicklung und des ÖV-Verkehrsangebots auf die Verkehrsentwicklung

Bezugsquelle
www.are.admin.ch

Mai 2011

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung I

Résumé X

Ausgangslage und Ziele 1

Arbeitsprogramm und Vorgehen 3

Teil I: Einfluss der Siedlungsentwicklung auf die Verkehrsentwicklung 5

1.1 Einleitung 6

1.2 Berechnung der MIV-Zugänglichkeit 7

1.3 Beschreibung der Siedlungsvarianten 8

1.4 Struktur- und soziodemografische Entwicklungen 11

1.5 Nachfrageberechnungen und Nachfrageentwicklung nach Szenarien 16

1.6 Auswirkung auf die Netzbelastungen im MIV und ÖV 19

1.7 Schlussfolgerungen: Einfluss der Siedlungsentwicklung auf die Nachfrageentwicklung 28

Teil II: Einfluss des Verkehrsangebots auf die Verkehrsentwicklung 30

1.1 Einleitung 31

1.2 Überblick über die Angebotsvarianten 33

1.3 Beschreibung der Angebotsvarianten 34

1.4 Nachfrageberechnung und Nachfrageentwicklung nach Angebotsvarianten 39

1.5 Zusammenfassung der Modellergebnisse nach Angebotsvarianten 43

1.6 Auswirkung auf die Netzbelastungen im MIV und ÖV 47

1.6.1 Schnellbahn Zürich - Bern 47

1.6.2 Beschleunigung Fernverkehr 54

1.6.3 Kapazität Fernverkehr 60

1.6.4 Verbesserungen der Zugangszeiten und Taktverdichtung im Regionalverkehr 67

1.7 Schlussfolgerungen: Einfluss Verkehrsangebot auf Nachfrageentwicklung 76

Teil III Literatur 79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Die Gesamtwirkungen der betrachteten Siedlungsvarianten auf die ÖV- und MIV Nachfrage III

Tabelle 2 Die Gesamtwirkungen der betrachteten Angebotssvarianten auf die ÖV- und MIV Nachfrage VI

Tabelle 3 Gewähltes Vorgehen bei der Erstellung von Strukturvariablen der Szenarien 11

Tabelle 4 Die Gesamtwirkungen der drei betrachteten Siedlungsszenarien auf die MIV- und ÖV-Nachfrage [in %] 17

Tabelle 5 Absolute Veränderung des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistungen gegenüber dem Basisszenario 2030 18

Tabelle 6 Veränderung der Streckenbelastung gegenüber dem Basisszenario auf einzelnen Querschnitten in % (Absolute Veränderung, ÖV-Fahrten/Querschnitt) 20

Tabelle 7 Fahrzeitenveränderungen Schnellbahn 34

Tabelle 8 Fahrzeitenveränderungen Beschleunigung Fernverkehr 36

Tabelle 9 Veränderung der Eingangsdaten nach Angebotsvarianten 39

Tabelle 10 Relative Veränderung des Verkehrsaufkommen und der Verkehrsleistung im Referenzzustand 2030 gegenüber 2005 40

Tabelle 11 Veränderung des Verkehrsaufkommens und Verkehrsleistung gegenüber Referenzzustand 2030 44

Tabelle 12 Absolute Veränderungen des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistungen gegenüber Referenzzustand 2030 46

Tabelle 13 Variante 1: Veränderungen der Streckenbelastung gegenüber Referenzzustand ... 48

Tabelle 14 Variante 2: Veränderungen der Streckenbelastung gegenüber Referenzzustand ... 55

Tabelle 15 Variante 3: Veränderungen der Streckenbelastung gegenüber Referenzzustand ... 60

Tabelle 16 Variante 4: Veränderungen der Streckenbelastung gegenüber Referenzzustand ... 68

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Schematische Darstellung des Projektaufbaus „Siedlung und Verkehr“ 2

Abbildung 2 MIV: Zugangszeiten zum Hochleistungsstrassennetz im Ausbauzustand 2030 ... 8

Abbildung 3 Bevölkerungsentwicklung 2005 – 2030, Basisvariante 9

Abbildung 4 Differenzen in der Einwohnerzahl zwischen Siedlungsvariante 1 und Basisvariante (in %) 12

Abbildung 5 Differenzen in der Einwohnerzahl zwischen Siedlungsvariante 2 und Basisvariante (in %) 13

Abbildung 6 Differenzen in der Einwohnerzahl zwischen Siedlungsvariante 3 und Basisvariante (in %) 13

Abbildung 7 Differenzen bei den Arbeitsplätzen zwischen Siedlungsvariante 1 und Basisvariante (in %) 14

Abbildung 8 Differenzen in der Arbeitsplätzen zwischen Siedlungsvariante 2 und Basisvariante (in %) 14

Abbildung 9 Differenzen in der Arbeitsplätzen zwischen Siedlungsvariante 3 und Basisvariante (in %) 15

Abbildung 10 Differenz in den Streckenbelastungen ÖV: Siedlungsvariante 1 - Basisvariante (DWV 2030) 22

Abbildung 11 Differenz in den Streckenbelastungen ÖV: Siedlungsvariante 2 - Basisvariante (DWV 2030) 23

Abbildung 12 Differenz in den Streckenbelastungen ÖV: Siedlungsvariante 3 - Basisvariante (DWV 2030) 24

Abbildung 13 Differenz in den Streckenbelastungen MIV: Siedlungsvariante 1 - Basisvariante (DWV 2030) 25

Abbildung 14 Differenz in den Streckenbelastungen MIV: Siedlungsvariante 2 - Basisvariante (DWV 2030) 26

Abbildung 15 Differenz in den Streckenbelastungen MIV: Siedlungsvariante 3 - Basisvariante (DWV 2030) 27

Abbildung 16 Schnellbahn Zürich – Bern: Streckenverlauf 35

Abbildung 17 Kapazität Fernverkehr (Anzahl FV-Züge verdoppelt) 37

Abbildung 18 Kapazität Regionalverkehr 38

Abbildung 19 Veränderung von Nachfragebelastungen im ÖV 2030 – 2005: Absolute Differenz (Personenfahrten / Querschnitt, Werktag) 41

Abbildung 20 Veränderung von Nachfragebelastungen im MIV 2030 – 2005: Absolute Differenz (PW / Querschnitt, Werktag) 42

Abbildung 21 Streckenbelastungen: Angebotsvariante Schnellbahn Zürich-Bern 50

Abbildung 22 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Schnellbahn Zürich-Bern (Routen-, Ziel-, und Verkehrsmittelwahleffekte) 50

Abbildung 23 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Schnellbahn Zürich-Bern (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenzen 51

Abbildung 24 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Schnellbahn Zürich-Bern (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte) 52

Abbildung 25 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Schnellbahn Zürich-Bern (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenzen 53

Abbildung 26 Streckenbelastungen: Angebotsvariante Beschleunigung Fernverkehr 56

Abbildung 27 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Beschleunigung Fernverkehr (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte) 56

Abbildung 28 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Beschleunigung Fernverkehr (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahl-effekte), Absolute und Relative Differenzen 57

Abbildung 29 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Beschleunigung Fernverkehr (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte) 58

Abbildung 30 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Beschleunigung Fernverkehr (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenzen 59

Abbildung 31 Streckenbelastungen: Angebotsvariante Kapazität Fernverkehr 62

Abbildung 32 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Kapazität Fernverkehr (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittellwahleffekte) 62

Abbildung 33 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Kapazität Fernverkehr (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittellwahleffekte), Absolute und Relative Differenz 63

Abbildung 34 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Kapazität Fernverkehr (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte) 64

Abbildung 35 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Kapazität Fernverkehr (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenz 65

Abbildung 36 Veränderung der Streckenbelastungen im MIV gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Kapazität Fernverkehr 66

Abbildung 37 Streckenbelastungen: Angebotsvariante Zugangszeit/Regionalverkehr 70

Abbildung 38 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Zugangszeit/Regionalverkehr (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte) 70

Abbildung 39 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Zugangszeit/Regionalverkehr (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenz 71

Abbildung 40 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Zugangszeit/Regionalverkehr (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte) 72

Abbildung 41 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Zugangszeit/Regionalverkehr (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenz 73

Abbildung 42 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante 4 Nur Takthalbierung Regional- und S-Bahnen (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenz 74

Abbildung 43 Veränderung der Streckenbelastungen im MIV gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Zugangszeit/Regionalverkehr 75

Zusammenfassung

Das Bundesamt für Raumentwicklung ARE führt ein umfassendes Grundlagenprojekt mit dem Titel „Abstimmung Siedlung und Verkehr“ durch, welches auf verschiedenen, aufeinander aufbauenden Arbeitspaketen (AP) beruht. In diesem Bericht werden die Ergebnisse des Arbeitspakets AP 3 „Einfluss der Siedlungsentwicklung auf die Verkehrsentwicklung“ und des AP 4 „Einfluss des ÖV-Verkehrsangebots auf die Verkehrsentwicklung“ zusammengefasst. Als Grundlage für das AP 3 werden im AP 2 (Siedlungsentwicklung) auf das Raumkonzept Schweiz (RK-CH) abgestimmte räumlich differenzierte Varianten der Siedlungsentwicklung entworfen und in sich stimmige Vorstellungen zur Entwicklung von Einwohnern, Arbeitsplätzen und Erwerbstätigen erstellt.

Die aufbereiteten Sensitivitäten der Siedlungsentwicklung dienen als Input für die Modellberechnung zur Verkehrsentwicklung im AP 3. Hierbei wird die Wirkung unterschiedlicher Siedlungsentwicklungen auf die Verkehrsnachfrage untersucht. Um strategische Aussagen zu den raumplanerischen Auswirkungen von Angebotsveränderungen im ÖV vornehmen zu können, werden im AP 4 Sensitivitätsberechnungen zu Angebotsveränderungen im ÖV durchgeführt. Diese Angebotsveränderungen beziehen sich auf Reisezeitverkürzungen, Taktverdichtungen und Verkürzungen der Zugangszeit. Zusammengefasst bestehen die Ziele des AP 3 und des AP 4 darin, die Nachfragewirkungen von unterschiedlichen Siedlungs- und Angebotsentwicklungen zu berechnen und zu analysieren.

Zur Ermittlung der Nachfrageveränderungen durch die geänderten Siedlungs- und Angebotsentwicklungen wird das nationale Personenverkehrsmodell (NPVM) verwendet. Als Grundlage wird der verfügbare Referenzzustand DWV 2030 (DWV – durchschnittlicher werktäglicher Verkehr) betrachtet. Das Ziel ist, anhand von Änderungen der Raumdaten, der soziodemografischen Daten sowie angenommenen Angebotsveränderungen die daraus resultierenden Verkehrsnachfrageveränderungen mit Hilfe des nationalen Verkehrsmodells zu berechnen. Die Darstellung der Modellergebnisse von AP 3 und AP 4 erfolgt im Vergleich zum Referenzzustand 2030.

Einfluss der Siedlungsentwicklung auf die Verkehrsentwicklung

Im AP 3 wird die Nachfrageauswirkung von drei unterschiedlichen Varianten der Siedlungsentwicklung analysiert:

- Siedlungsvariante 1 (*Urbane Verdichtung*): Die Siedlungsentwicklung konzentriert sich auf die urbanen Verdichtungsräume.
- Siedlungsvariante 2 (*Verkehrserschliessung*): Die Siedlungsentwicklung wird auf die Kapazitäten des bestehenden Verkehrsnetzes abgestimmt. Die bauliche Dichte und die Nutzung der Bauzonen werden in Abhängigkeit von der Qualität der Erschliessung mit öffentlichen Verkehrsmitteln und dem Langsamverkehr festgelegt.

- Siedlungsvariante 3 (*Entwicklung in der Fläche*): Die Siedlungsentwicklung geht verstärkt in die Fläche ausserhalb der Grosszentren.

Die Wirkungen der drei betrachteten Varianten der räumlichen Verteilung der Siedlungsentwicklung auf die Gesamtnachfrage im MIV und ÖV zeigen, dass durch die Variante 3 im MIV und im ÖV die stärkste Nachfrageveränderung verursacht wird (siehe Tabelle 1). In dieser Variante mit einer Entwicklung in der Fläche wird die Wegelänge vor allem im ÖV, aber auch im MIV, infolge der Siedlungsentwicklung in ländlichen Räumen erhöht. Gleichzeitig wird die Langsamverkehrsnachfrage entsprechend der Erhöhung der ÖV- und MIV-Wege reduziert. Die Variante 1 zeigt relativ kleine Nachfrageveränderungen gegenüber dem Referenzzustand. Infolge der zentralisierten urbanen Siedlungsentwicklung kommt es hier vor allem nicht zu einer Zunahme der Wegelängen im motorisierten Verkehr (MIV und ÖV). Weitere Folgen dieser Variante sind ein erhöhtes Nachfragepotenzial des Langsamverkehrs und des ÖV sowie eine reduzierte Anzahl von MIV-Wegen. In der Variante 2, mit einer Entwicklung entlang der ÖV-Korridore ausserhalb der Grosszentren, ergibt sich im Vergleich zur Variante 1 eine stärkere Zunahme der ÖV-Nachfrage und eine leichte Abnahme der MIV- und Langsamverkehrs-Nachfrage.

In den ersten beiden Varianten mit ihrer auf grosse respektive mittlere und kleine gut erschlossene Zentren ausgerichteten Entwicklung ist die absolute Veränderung der Anzahl Fahrten im ÖV ähnlich. Hingegen in der dritten Variante mit ihrer dispersen Siedlungsentwicklung verdoppelt sich die Anzahl ÖV-Fahrten. Zwischen den Varianten 1 und 2 bestehen grössere Unterschiede bei den resultierenden ÖV-Personenkilometern. Dies ist vor allem auf die unterschiedlichen Wirkungen in Bezug auf die Wegestruktur und die Zielwahl zurückzuführen. Insbesondere in Variante 3 ergibt sich eine starke Zunahme der Personenkilometer sowohl im ÖV als auch MIV. Die ersten beiden Varianten führen demgegenüber zu einer Abnahme der MIV-Nachfrage. Bezogen auf die gesamte MIV-Nachfrage sind diese Veränderungen allerdings absolut gesehen gering. Daraus ist zu schliessen, dass für eine stärkere Nachfragewirkung im MIV noch eine radikalere Veränderung der Raumcharakteristiken in den Verkehrszonen notwendig wäre. In allen drei Varianten werden die ÖV-Belastungen auf den wichtigsten Fernverkehrskorridoren Zürich-Olten-Bern zwischen 10% (Variante 1) und 30% (Variante 3) gegenüber dem Referenzzustand 2030 zunehmen.

Eine Übersicht mit den wichtigsten Ergebnissen nach Variante ist in Tabelle 1 dargestellt. Es sollte beachtet werden, dass hier nur die Eckwerte der Gesamtverkehrsnachfrage im MIV und ÖV verglichen werden und die Veränderungen der Streckenbelastungen in einzelnen Korridoren sowie räumliche Differenzen in Berichtsteil 1 dargestellt sind.

Tabelle 1 Die Gesamtwirkungen der betrachteten Siedlungsvarianten auf die ÖV- und MIV- Nachfrage

Siedlungsvariante		Anzahl Wege [Wege/Tag] [%]	Personenkilometer [Pkm/Tag] [%]	Mittlere Reiseweite [%]
„Urbane Verdichtung“	ÖV	+ 27‘463 → + 0.9%	+ 997‘007 → + 1.3%	→ + 0.4%
	MIV	-75‘216 → - 0.5%	- 1‘737‘751 → - 0.8 %	→ - 0.3%
„Verkehrs-erschliessung“	ÖV	+ 39‘963 → + 1.3%	+ 2‘956‘038 → + 3.9%	→ + 2.5%
	MIV	-9‘199 → - 0.1%	- 4‘931 → - 0.0 %	→ + 0.1%
„Entwicklung in der Fläche“	ÖV	+ 56‘149 → + 1.9%	+ 7‘379‘220 → + 9.7%	→ + 7.6%
	MIV	+14‘607 → + 0.1%	+ 1‘935‘026 → + 0.9 %	→ + 0.8%

Aus den Analysen der alternativen Siedlungsvarianten können folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- **Urbane Verdichtung**: Eine verstärkte Siedlungsentwicklung nach Innen bzw. die in den Zentren fokussierte Siedlungsentwicklung verändert die Wegelängen derart, dass für einen grösseren Anteil der Wege Verkehrsmittel des LIV und des ÖV attraktiver werden. Dementsprechend werden die Nachfragepotenziale für den LIV sowie den ÖV erhöht und umgekehrt für den MIV reduziert. Die Voraussetzung für das Eintreten solcher Wirkungen ist die räumliche Konzentration sowohl der Verursacher des Quellaufkommens (Einwohner, Erwerbstätige) als auch des Zielaufkommens (Arbeitsplätze, Einkauf- und Freizeitangebote). Es hat sich gezeigt, dass das Potenzial für eine Reduktion des Verkehrsaufkommens und für Modal-Split Veränderungen bei den bestehenden Raumstrukturen sehr beschränkt ist, sofern die räumliche Verteilung der Attraktionsgrössen, wie Einkaufs- und Freizeitgelegenheiten, nicht markant verändert wird.

- **Verkehrserschliessung**: Die verstärkte Siedlungsentwicklung ausserhalb von Grosszentren in Gebieten mit guter ÖV-Erschliessung führt insgesamt zu einer erhöhten Reisedistanz zwischen den Quell- und Zielzonen (Produktions- und Attraktionszonen). Dies hat eine Erhöhung der mittleren Reiseweite zur Folge. Die zusätzliche Verkehrsleistung wird in die-

sem Fall vor allem vom ÖV übernommen, da die Siedlungsentwicklung per Definition auf die Zonen mit gutem ÖV-Angebot konzentriert wird und mit einer Erhöhung der Wegedistanz der ÖV gegenüber dem MIV dadurch attraktiver wird. Gleichzeitig wird bei einer Erhöhung der Reisedistanz durch die geänderte Verteilung der Produktions- und Attraktionszonen der Anteil des LIV reduziert, da dieser bei längeren Wegen gegenüber dem ÖV und MIV weniger attraktiv ist. Dies ist auch einer der Gründe für eine relativ kleine Abnahme im MIV. Damit sind in dieser Variante die veränderten Wegestrukturen bzw. die Zielwahleffekte dominierend. Der Modal-Split wird nur minimal beeinflusst, dies zeigt sich an einer nur leichten Abnahme der LIV- und MIV-Wege. Es muss beachtet werden, dass in den Korridoren mit intensiverer Siedlungsentwicklung auch die MIV-Belastungen zunehmen, da dort die Gesamtnachfrage erhöht wird und der Besitz von Mobilitätswerkzeugen (PW und ÖV-Abos) aus dem Referenzzustand beibehalten wurde. Auch in dieser Variante wurden die Verhältnisse in Bezug auf die Attraktion der Einkaufs- und Freizeitangebote unverändert aus dem Referenzzustand beibehalten. Eine Veränderung dieser Attraktionsverhältnisse würde (starke) zusätzliche Wirkungen bei der Verkehrsnachfrage nach sich ziehen.

- **Entwicklung in der Fläche**: In Variante 3 erfolgt die Entwicklung der Einwohner und Arbeitsplätze verstärkt in der Fläche, wobei auch hier unveränderte Attraktionsverhältnisse im Freizeit- und Einkaufsangebot angenommen wurden. Durch die erhöhte Einwohnerzahl in ländlichen Zonen und die weiterhin wichtige Bedeutung von Grosszentren als Standorte von Einkaufs- und Freizeitangeboten wird die mittlere Wegedistanz in dieser Variante stark erhöht. Dieser Effekt ist eindeutig auf das Decken des Bedarfs ausserhalb der ländlichen Entwicklungszonen zurückzuführen. Aus diesem Grund wird die Verkehrsleistung sowohl im ÖV als auch im MIV erhöht und die Summe der LIV-Wege wird reduziert. Der grössere Anteil der zusätzlichen Verkehrsleistung wird vom ÖV übernommen, da die Siedlungsentwicklung in der hier betrachteten Variante ebenfalls in Zonen mit gutem ÖV-Angebot wie z.B. Mittelland stattfindet und der Besitz der Mobilitätswerkzeuge als konstant angenommen wird. Durch die erhöhte Wegedistanz nehmen die Streckenbelastungen entsprechend zu.

Einfluss des ÖV-Verkehrsangebots auf die Verkehrsentwicklung

In diesem Arbeitsschritt werden vier Varianten von Angebotsmassnahmen im öffentlichen Verkehr betrachtet. Die vier Angebotsvarianten werden wie folgt grob formuliert:

- Angebotsvariante 1 (*Schnellbahn Zürich-Bern*): Reisezeitverkürzung zwischen Zürich und Bern auf 28 Minuten für die ohne Zwischenhalt geführten Fernzüge durch eine neue Trasse von Zürich-Altstetten nach Roggwil BE. Die Züge Basel-Zürich werden jurasüdseitig ebenfalls über diese neue Trasse geführt. Das restliche Angebot bleibt konstant.

- Angebotsvariante 2 (*Beschleunigung Fernverkehr*): Reisezeitverkürzungen im Fernverkehr in mehreren Korridoren um rund 20% durch mehrere Massnahmen: die Realisierung von verschiedenen geplanten Tunnelprojekten wie Zimmerberg II, Wisenberg, Heitersberg II, Brüttener-Tunnel sowie nicht näher definierte Projekte mit einem Fokus auf Fahrzeitverkürzungen.
- Angebotsvariante 3 (*Kapazität Fernverkehr*): Halbierung der Takte im Fernverkehr
- Angebotsvariante 4 (*Kapazitäten im Regionalverkehr, verbesserte Zugangszeiten*): Halbierung der Takte im S-Bahn- und Regionalverkehr auf der Schiene; Verringerung der Zugangszeiten zu den Bahnhöfen durch Massnahmen auf dem untergeordneten ÖV-Netz um 25%. Zusätzlich wird aus dieser vierten Angebotsvariante „Zugangszeiten/Regionalverkehr" eine fünfte Variante ohne Veränderung der Zugangszeiten, d.h. nur mit Taktverdichtung im Regionalverkehr, definiert.

Die Angebotsvarianten verstehen sich als Stossrichtungen und wurden weder auf ihre Machbarkeit noch auf ihre Finanzierbarkeit untersucht. Aus den berechneten Nachfragewirkungen der betrachteten Angebotsvarianten können folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- Die ersten drei Varianten „Schnellbahn Zürich-Bern", „Beschleunigung Fernverkehr" und „Kapazität Fernverkehr" haben eine relativ kleine Wirkung auf die Veränderung des Verkehrsaufkommens. Sie führen aber zur Erhöhung der mittleren Reiseweite und damit auch zur Erhöhung der Verkehrsleistung im ÖV. Diese Wirkungen sind eine klare Folge der verbesserten ÖV-Angebotsqualität im Fernverkehr, die dann zu einer Veränderung der Ziel- und Verkehrsmittelwahlverhältnisse führt. Da der ÖV im Fernverkehr schon einen dominierenden Anteil besitzt, sind die Verlagerungen des MIV beschränkt und somit die Zielwahleffekte entscheidend.
- Durch die Angebotsvariante „Kapazitäten im Regionalverkehr und verbesserte Zugangszeiten" werden die höchsten Nachfragezuwächse im ÖV erzielt (Verkehrsaufkommen: +25%, Verkehrsleistung: +21%). Die Verringerung der Zugangszeiten um ein Viertel sind für ca. 60% und das verdoppelte Zugsangebot im Regionalverkehr für die übrigen 40% Zusatznachfrage verantwortlich. Die Verlagerungseffekte sind vor allem auf die im Regionalverkehr verbesserten Angebotsverhältnisse zu Gunsten des ÖV und gleichzeitig auf ein höheres Verlagerungspotenzial auf Seiten des MIV zurückzuführen. Dabei ist zu beachten, dass hierbei im ÖV vor allem kürzere Wege (unter 25 km) neu generiert werden, die vor allem auf die Verlagerung vom MIV zurückzuführen sind. Dadurch wird der ÖV-Anteil am motorisierten Verkehr um 4.7% erhöht. Die MIV-Nachfrage reduziert sich um beachtliche 4.6% oder 660‘000 Wege (ca. - 480‘000 PW-Fahrten) pro Werktag.

Die Zusammenstellung der Nachfrageveränderungen nach Angebotsvariante gegenüber dem Referenzzustand 2030 ist in der nachfolgenden Tabelle 2 dargestellt. Auch hier ist zu beachten, dass für die Beurteilung der Wirkungen auch die Belastungsveränderungen in den Korridoren (Berichtsteil 2) zu berücksichtigen sind.

Tabelle 2 Die Gesamtwirkungen der betrachteten Angebotsvarianten auf die ÖV- und MIV Nachfrage

Angebotsvariante		Anzahl Wege [Wege/Tag] [%]	Personenkilometer [Pkm/Tag] [%]	Mittlere Reiseweite [%]
„Schnellbahn Zürich-Bern“	ÖV	+ 47‘484 + 1.7%	+ 7‘171‘138 + 10.1%	+ 8.3%
	MIV	-8‘118 - 0.1%	- 212‘173 - 0.1 %	0.0%
„Beschleunigung Fernverkehr“	ÖV	+ 71‘402 + 2.5%	+ 6‘178‘854 + 8.7%	+ 6.1%
	MIV	-27‘863 - 0.2%	- 681‘772 - 0.3 %	- 0.1%
„Kapazität Fernverkehr“	ÖV	+ 136‘172 + 4.8%	+ 9‘125‘898 + 12.9%	+ 7.7%
	MIV	-91‘640 - 0.6%	- 2‘001‘102 - 0.9 %	- 0.3%
„Zugangszeit/ Kapazität Regionalverkehr“	ÖV	+ 720‘287 + 25.3%	+ 15‘106‘682 + 21.3%	- 3.1%
	MIV	- 658‘145 - 4.6%	- 9‘761‘364 - 4.5 %	+ 0.1%
„Nur Kapazität Regionalverkehr“	ÖV	+ 288‘729 + 10.1%	+ 6‘178‘854 + 8.7%	- 1.3%
	MIV	-251‘075 - 1.7%	- 3‘826‘885 - 1.8 %	- 0.0%

- Die Umsetzung der Angebotsvariante 4 **„Kapazitäten im Regionalverkehr und verbesserte Zugangszeiten“** verlangt neben dem zusätzlichen Rollmaterial für die Verdoppelung des Taktes auch eine Reduktion der Zugangszeit um 25%, was einer Verkürzung der Zugangszeit zwischen zwei und fünf Minuten entspricht, abhängig von der Zonenlage und Zonencharakteristik. Die Umsetzung dieser Massnahme würde einerseits eine bessere Vernetzung der untergeordneten ÖV-Systeme mit dem Regional- und Fernverkehr, andererseits eine Optimierung der räumlichen Flexibilität des ÖV bedeuten. Für die Konkretisierung von Massnahmen wäre für ausgewählte Regionen eine vertiefte Analyse von Schwachstellen in der ÖV-Zugänglichkeit durchzuführen.
- Durch die Angebotsvariante 1 **„Schnellbahn Zürich-Bern“** wird die Verkehrsleistung im ÖV um 10.1% und das Verkehrsaufkommen nur um 1.7% gegenüber dem Referenzzustand

erhöht (bezogen auf das Gesamtmodell). Nur ca. 25% der Zusatznachfrage wird durch die Verlagerung von MIV generiert, die weitere ÖV-Nachfrage ist auf die Zielwahlverlagerungen und auch auf reduzierte LIV-Fahrten zurückzuführen. Mit ca. 6‘000 PW-Fahrten weniger pro Tag ist die Entlastung auf dem MIV-Netz unbedeutend und bei den Streckenbelastungen kaum bemerkbar.

Das Nachfragewachstum konzentriert sich bei der „Schnellbahn Zürich-Bern“ auf den Korridor Zürich-Bern. Neben den starken Ziel- und Verkehrsmittelwahl-Effekten entsteht auch eine bedeutende Routenverlagerung von der bestehenden Route via Heitersberg (-51% ÖV-Fahrten) auf die neue Route via Altstetten-Roggwil, wodurch auf der bestehenden Route Kapazitäten frei werden. Gleichzeitig wird die Verkehrsnachfrage auf dem Abschnitt zwischen Roggwil und Bern gegenüber dem Referenzzustand um ca. 65% erhöht, was sehr wahrscheinlich Kapazitätsengpässe bei den Sitzplätzen mit sich bringen wird. Die Streckenbelastungen von Olten in Richtung Basel und Luzern erhöhen sich um ca. 9%. Die neue Strecke zwischen Zürich Altstetten und Roggwil zeichnet eine Belastung von ca. 61‘000 Fahrten pro Richtung (DWV) aus, wovon 11‘000 aus der Richtung Basel und 50‘000 aus der Richtung Bern generiert werden. Dadurch beinhaltet die Belastung der neuen Strecke sowohl die neu generierte ÖV-Nachfrage als auch die Effekte der Routenverlagerung der bestehenden Route via Heitersberg.

Als Folge der neu generierten ÖV-Nachfrage wäre vor allem auf dem Abschnitt Roggwil-Bern zu analysieren, ob die Zusatznachfrage durch Erweiterungen des Rollmaterials übernommen werden könnte oder ob eine Erweiterung der Infrastrukturkapazitäten notwendig wäre. Die Analyse sollte vor allem auf den Spitzenstundenverhältnissen basieren. Weiterhin wäre zu prüfen, was eine solche Entwicklung aus raumplanerischer Sicht zur Folge haben würde. Dazu muss beachtet werden, dass die hier berechneten Nachfrageveränderungen als primäre Nachfragereaktion zu verstehen sind, d.h. eine mögliche Veränderung von Raumcharakteristiken bzw. Raumstrukturdaten als Folge der vorgesehenen Angebotsveränderungen nicht betrachtet wurden.

- Die Angebotsvariante 2 **„Beschleunigung Fernverkehr“** erhöht die Verkehrsleistung im ÖV um 8.7% gegenüber dem Referenzzustand 2030 und hat damit die kleinste Wirkung im Vergleich mit den anderen drei Angebotsvarianten. Die Verlagerung von MIV auf den ÖV ist etwas stärker als in der ersten Variante (Schnellbahn Zürich-Bern), führt aber nicht zu einer bedeutenden Entlastung des Strassennetzes. Auch diese Variante führt vor allem zu Zielwahleffekten und damit zu einer Erhöhung der mittleren Reiseweite im ÖV um 6.1%. Der Anteil des ÖV bei den Personenkilometern des gesamten motorisierten Verkehrs (MIV und ÖV) erhöht sich dadurch um 1.6%. Die Streckenbelastungen auf den wichtigsten Fernverkehrskorridoren (Genf-Lausanne-Bern-Zürich-St. Gallen, Basel-Luzern, Luzern-Zürich) erhöhen sich im Durchschnitt um ca. 20%. Eine weitere wichtige Charakteristik

dieser Variante ist, dass durch die Beschleunigung des Fernverkehrs auch eine Routenverlagerung vom Regionalverkehr auf den Fernverkehr stattfindet.

Damit sind die Wirkungen dieser Variante eher als eingeschränkt zu bezeichnen, da die Verlagerung des MIV sehr bescheiden ist und dadurch keine Entlastung im Strassenverkehr zu erreichen wäre. Andererseits konzentriert sich das Wachstum im ÖV vor allem auf die Fernverkehrskorridore, bei denen die Sitzplatzkapazitäten schon im Referenzzustand stark ausgelastet sind.

- Durch die Angebotsvariante 3 **„Kapazität Fernverkehr“**, mit Taktverdichtungen im Fernverkehr, erhöhen sich das Verkehrsaufkommen im ÖV um 4.8% und die Verkehrsleistung um 12.9% gegenüber dem Referenzzustand 2030. Damit ist die verkehrliche Wirkung dieser Variante mit -1% der Pkm im MIV im Vergleich zu den zwei Beschleunigungs-Varianten etwas stärker. Auch in dieser Variante sind die Zielwahleffekte entscheidend für die Zunahme der Verkehrsleistung im ÖV. Der Anteil des ÖV an den Personenkilometern des motorisierten Verkehrs (MIV und ÖV) erhöht sich dadurch um 2.5%.

  Das Nachfragewachstum im ÖV konzentriert sich auf die Fernverkehrskorridore. In Bezug auf die absolute Zunahme der Streckenbelastungen zeigt auch diese Variante auf dem Abschnitt Zürich-Bern das stärkste Nachfragewachstum. Trotz einer höheren Entlastung im MIV (-1% Pkm) als in den ersten zwei Varianten, sind die Verlagerungseffekte auch in dieser Variante relativ gering: Auch hier gewinnen durch die Angebotsverbesserungen vor allem die Fernverkehrsbeziehungen mit relativ kleinem MIV-Potenzial an Attraktivität. Weiterhin muss beachtet werden, dass diese Variante auch einen Ausbau der Streckenkapazitäten im Schienenverkehr verlangen würde.

Fazit

Die hier berechneten Wirkungen von Siedlungs- und Angebotsvarianten zeigen, wie stark die Nachfragewirkungen von den bestehenden Raumstrukturen abhängig sind. Vor allem wurde nochmals bestätigt, dass für die Nachfrageentwicklung durch die räumliche Verteilung der Wohnorte einerseits und der Attraktionsziele (d.h. Arbeitsplätze, Einkauf- und Freizeitgelegenheiten) andererseits, die wesentlichen Rahmenbedingungen vorgegeben werden. Die Modellierung der Siedlungsvarianten hat gezeigt, dass eine Zentralisierung der Wohn- und Attraktionszonen, sprich Variante „Urbane Verdichtung“, vor allem zu einer Reduktion der MIV-Nachfrage führt. Gleichzeitig wurde mit der Siedlungsvariante „Entwicklung in der Fläche“ deutlich gezeigt, dass eine breitere Verteilung der Wohnorte, sprich Zersiedlung, zu einer Erhöhung der motorisierten Verkehrsnachfrage, d.h. sowohl MIV- als auch ÖV-Nachfrage, führen. Hier ist aber zu betonen, dass vor allem die Raummassnahmen und eine Erhöhung der Entfernung zwischen Wohn- und Zielorten zu

einer „bewussten“ Erhöhung der Reisedistanz und damit auch zu einer Erhöhung der motorisierten Verkehrsnachfrage führen.

Die Nachfragewirkungen der drei betrachteten Siedlungsvarianten zeigen, dass mit der angenommenen Bevölkerungsverteilung der grösste Teil des Nachfragepotenzials weiterhin in den Zonen mit sehr guter ÖV-Erschliessung (z.B. Mittelland) beibehalten wird. Eine grössere Nachfrageverlagerung ausserhalb dieser Zonen (in die Fläche oder ausserhalb Grosszentren) würde sowohl eine andere räumliche- als auch Potenzialabgrenzung (sprich Berücksichtigung der Nachfragevolumen nach Zonen) verlangen. In den hier betrachteten Varianten wurde, absolut gesehen, der grösste Teil des Verkehrspotenzials weiterhin unverändert beibehalten, was zu beschränkten Nachfragewirkungen führt.

Damit sind die tieferen Wirkungen der Siedlungsvarianten gegenüber den Angebotsvarianten auch auf die, absolut betrachtet, beschränkte Strukturdatenveränderungen zurückzuführen. Weiterhin ist zu beachten, dass durch eine veränderte Siedlungsdichte auch die „mittleren“ Angebotsverhältnisse verändert werden (wie z.B.: In Abhängigkeit von der räumlichen Verteilung könnte durch eine Verdichtung nach Innen die mittlere Zugangszeit zum Bahnhof reduzieren werden), was aber hier nicht untersucht wurde.

Weiterhin konnte nochmals festgestellt werden, dass durch eine Verdichtung nach Innen die Nachfrageentwicklung mehr zu Gunsten des ÖV und LIV geht. Andererseits muss beachtet werden, dass durch eine andere räumliche Verteilung der Einwohner und mit unveränderter Verteilung der Attraktionszonen, d.h. gleiche räumliche Verteilung der Arbeits-, Ausbildungs-, Einkaufs- und Freizeitgelegenheiten, eine Erhöhung der Reisedistanzen verursacht wird.

Aus der Analyse der Angebotsvarianten wurde deutlich, wo die Verlagerungspotenziale bei den ÖV-Massnahmen liegen. Hier zeigte sich einerseits, wie wichtig die Qualität der Zugangswege zum Bahnhof ist und andererseits, bei welchen Wegedistanzen die Verlagerungspotenziale für den ÖV vorhanden sind. Um eine Entlastung im MIV zu erreichen, sind vor allem die Massnahmen zu beachten, mit denen das ÖV-Angebot für die Wege im Distanzbereich zwischen 5km und 25km verbessert werden, da in diesem Distanzbereich der grösste Anteil der MIV-Nachfrage liegt. Die Angebotsvarianten im Fernverkehr führen vor allem zu einer weiteren Erhöhung der Reiseweite im ÖV, d.h. die Zielwahlverlagerungen mit gleichzeitiger Reduktion des LIV und ohne bedeutende Verlagerung des MIV. Im Fernverkehr sind die maximalen ÖV-Anteile bei vielen Relationen schon erreicht, so dass Verlagerungspotenziale beim MIV kaum noch vorhanden sind.

Résumé

L'Office fédéral du développement territorial (ARE) a lancé un vaste projet sous le titre « Pour un développement conjoint de l'urbanisation et des transports » ; ce projet comprend plusieurs volets interdépendants (AP). Le présent rapport résume les résultats du troisième volet (AP 3) « Les effets de l'urbanisation sur l'évolution des transports » et du quatrième volet (AP 4) « Les effets de l'offre de transports publics (TP) sur l'évolution des transports ». Pour étudier les effets de l'urbanisation, le troisième volet (AP 3) se réfère aux différentes variantes territoriales élaborées dans l'AP 2 (« Évolution de l'urbanisation »), en adéquation avec le Projet de territoire Suisse (PT-CH) ; ces variantes proposent des visions cohérentes concernant le développement de la démographie, du nombre d'emplois et du nombre de personnes actives.

Ce sont les variations de sensibilité relatives au développement de l'urbanisation qui servent de point de départ à la modélisation du développement des transports dans le volet AP 3. Il s'agit d'analyser les effets de plusieurs types d'urbanisation sur la demande de transports. Dans le volet AP 4 on procède à des calculs de sensibilité concernant les modifications de l'offre des TP en vue de pouvoir formuler des énoncés stratégiques concernant les effets de la modification de l'offre de TP sur l'aménagement du territoire. Ces modifications de l'offre de TP se manifestent sous la forme de réductions du temps de parcours, d'augmentations de la cadence et de réduction des temps d'accès. En résumé, l'objectif des AP 3 et 4 consiste à calculer, puis à analyser les effets de plusieurs types d'évolution de l'urbanisation et de l'offre sur la demande.

Pour déterminer les modifications de la demande entraînées par une modification de l'urbanisation et de l'offre, on a recouru au modèle national de trafic voyageurs (MNTV). L'état de référence considéré est celui du trafic moyen aux jours ouvrables (TMJO) 2030. L'objectif consiste à calculer les modifications de la demande de transports en tenant compte de la modification des données territoriales, des données sociodémographiques et des modifications hypothétiques de l'offre, au moyen du modèle de trafic national. La comparaison des résultats des analyses des volets AP 3 et AP 4 est représentée sous forme de différence par rapport à l'état de référence 2030.

L'effet de l'urbanisation sur l'évolution des transports

Le volet AP 3 analyse les effets de trois variantes d'urbanisation sur la demande:

- Variante d'urbanisation no 1 **(*densification urbaine*)**: le développement de l'urbanisation se concentre sur les cœurs urbains.
- Variante d'urbanisation no 2 **(*en adéquation avec la desserte*)**: cette option se base sur l'hypothèse que l'urbanisation se fera en tenant compte du réseau de transports existant. La densité des constructions et l'utilisation des zones à bâtir sont définies en tenant compte de la qualité de la desserte par les transports publics et par la mobilité douce.
- Variante d'urbanisation no 3 **(*étalement urbain*)**: l'urbanisation progresse fortement dans les territoires situés hors des grands centres.

Lorsqu'on considère les répercussions spatiales des trois variantes d'urbanisation citées sur la demande globale de transports (TIM et TP), on constate que la variante no 3 est celle qui influence le plus sensiblement la demande (cf. tableau 1) : la progression de la surface urbanisée provoque une augmentation des distances parcourues, surtout au niveau des TP, mais aussi au niveau des transports individuels motorisés (TIM), du fait de l'urbanisation de territoires ruraux. En même temps, la demande de mobilité douce diminue proportionnellement à l'augmentation des parcours en TP et en TIM. La variante no 1 n'induit qu'une faible modification de la demande par rapport à la situation de référence. La centralisation de l'urbanisation a notamment pour effet d'éviter un rallongement des parcours effectués en transports motorisés (TIM et TP) ; par ailleurs, cette variante fait état d'une augmentation potentielle de la demande de mobilité douce et de TP et d'une diminution des déplacements effectués en TIM. La variante no 2, qui se base sur une urbanisation concentrée le long des corridors de TP, hors des grands centres, implique une augmentation plus sensible de la demande en TP par rapport à la variante no 1 et une légère diminution de celle des TIM et de la mobilité douce.

Dans le cas des variantes 1 et 2, qui misent sur une évolution orientée vers les grands centres, respectivement vers les centres de petite ou moyenne dimension bien desservis, le nombre de déplacements en TP est environ identique en valeur absolue. La troisième variante, par contre, axée sur une urbanisation dispersée, entraîne un doublement des déplacements en TP. Par contre, on constate des différences plus grandes en termes de voyageurs kilomètres en TP entre les variantes 1 et 2, un écart qui s'explique avant tout par les répercussions hétérogènes des deux types d'évolution sur la structure des déplacements et le choix de la destination. La variante no 3 se distingue par l'augmentation massive des voyageurs kilomètres, tant côté TP que côté TIM, alors que les deux premières variantes entraînent un recul de la demande de TIM. En valeur absolue et rapporté à la demande totale de TIM, ce recul est toutefois faible. On en conclut qu'une modification encore plus radicale des données territoriales est nécessaire dans les zones affectées aux transports pour exercer une influence plus déterminante sur les

TIM. Dans les trois scénarios, la charge de TP sur les principaux corridors interurbains (Zurich-Olten-Berne) augmente par rapport à l'état de référence 2030, entre 10% (variante no 1) et 30% (variante no 3).

Le tableau 1 résume les résultats en fonction de plusieurs variantes. Il faut relever que la comparaison se limite aux paramètres de base qui définissent la demande totale de transports TIM et TP ; les chiffres représentent également les modifications de charge des tronçons dans certains corridors et reflètent les différences territoriales dans la première partie du rapport.

Tableau 3 Les effets conjugués des variantes d'urbanisation considérées sur la demande de TP et de TIM par rapport à l'état de référence 2030

Variante d'urbanisation		Nombre de déplacements [nombre/jour] [%]	Voyageurs kilomètres [vkm/jour] [%]	Longueur moyenne du déplacement [%]
„Densification urbaine"	TP	+ 27'463 → + 0.9%	+ 997'007 → + 1.3%	→ + 0.4%
	TIM	-75'216 → - 0.5%	- 1'737'751 → - 0.8 %	→ - 0.3%
„En adéquation avec la desserte"	TP	+ 39'963 → + 1.3%	+ 2'956'038 → + 3.9%	→ + 2.5%
	TIM	-9'199 → - 0.1%	- 4'931 → - 0.0 %	→ + 0.1%
„Étalement urbain"	TP	+ 56'149 → + 1.9%	+ 7'379'220 → + 9.7%	→ + 7.6%
	TIM	+14'607 → + 0.1%	+ 1'935'026 → + 0.9 %	→ + 0.8%

L'analyse des différentes variantes d'urbanisation permet d'aboutir aux conclusions suivantes:

- **„Densification urbaine "**: si l'on mise sur une plus grande densification du tissu bâti existant, respectivement des centres, la longueur des déplacements sera modifiée de manière à rendre la mobilité douce et les TP plus attrayants pour une proportion plus importante de déplacements. La demande potentielle pour ces deux types de mobilité s'accroît donc en conséquence, alors que la demande de TIM diminue en parallèle. Pour que cette hypothèse se réalise, il faut une concentration à la fois des générateurs de trafic de départ (habitant-e-s, population active) et des générateurs de trafic de destination (emplois, commerces, offres de loisirs). Dans la pratique, le potentiel de réduction du volume de trafic et celui de la modification de la répartition modale est faible si les structures territoriales ne changent

pas, c'est-à-dire lorsque la répartition des pôles d'attraction (p. ex. commerces, destinations de loisirs) ne change pas.

- **„En adéquation avec la desserte " :** une urbanisation accrue hors des grands centres bien desservis par les TP entraîne généralement une augmentation de la longueur des déplacements entre les zones d'origine et de destination (zones de production et d'attraction). En moyenne, les distances parcourues augmentent donc. La prestation de transport supplémentaire est assurée essentiellement par les TP, dans la mesure où par définition, l'urbanisation se concentre sur les zones bien desservies par les TP ; par ailleurs, l'augmentation de la longueur des déplacements contribue à rendre les TP plus attrayants que les TIM. Parallèlement, on assiste à une perte d'attrait de la mobilité douce, du fait de l'allongement des déplacements consécutif à la modification de la répartition des zones d'attraction et de production, ce qui est défavorable à la mobilité douce par rapport aux TP et aux TIM. Cette constatation est l'une des raisons qui expliquent pourquoi on assiste à une diminution relativement faible des TIM. Dans cette variante, la modification structurelle des déplacements ainsi que les effets du choix de la destination sont donc déterminants. Les effets sur la répartition modale ne sont que faibles, comme le montre le recul peu significatif des déplacements en mobilité douce et en TIM. Il faut cependant tenir compte du fait que, dans les corridors où le développement urbain est plus intense, les charges dues aux TIM augmentent également, ce en raison de l'accroissement de la demande générale en transports et du fait que le taux de possession d'instruments de mobilité (voiture individuelle, abonnements de TP) a été maintenu au niveau de référence. Dans cette variante, on a également conservé les mêmes conditions en termes d'attractivité des commerces et des sites de loisirs que dans l'état de référence. Une modification de ces conditions d'attractivité aurait des effets supplémentaires (prononcés) sur la demande de transports.
- **„Étalement urbain "** : dans le cas de la variante no 3, la progression de la démographie et des emplois se manifeste sous la forme d'un étalement du tissu bâti ; l'hypothèse se base là encore sur des conditions en termes d'attractivité des commerces et des sites de loisirs inchangées par rapport à l'état de référence. L'augmentation du nombre d'habitant-e-s dans les zones rurales et le maintien du rôle moteur des grands centres pour la localisation des commerces et des offres de loisirs contribuent à augmenter fortement la longueur moyenne des déplacements. Cet effet s'explique clairement par la nécessité de couvrir des besoins hors des zones de développement rurales. Par conséquent, les prestations de transports des TIM et des TP augmentent, alors que la somme des déplacements effectués en mobilité douce recule. Ce sont les TP qui fournissent la plus grande partie des prestations de transport supplémentaires dans ce cas, car l'urbanisation a lieu dans les zones bien desservies par les TP, par exemple sur le Plateau, et le scénario se base sur l'hypothèse d'un nombre

d'instruments de mobilité constant. L'allongement des déplacements génère à son tour une augmentation de la charge des tronçons concernés.

L'effet de l'offre de transports publics sur l'évolution des transports

Cette étape (AP 4) est destinée à considérer quatre variantes en termes de mesures qui concernent l'offre de transports publics. Elles seront esquissées ci-après:

- Variante d'offre no 1 **(*Ligne rapide Zurich-Berne*)**: réduction à 28 minutes du temps de déplacement entre Zurich et Berne dans les trains interurbains, lesquels circulent sur un nouvel itinéraire entre Zurich-Altstetten et Roggwil (BE). Cette nouvelle voie accueille également les trains Bâle-Zurich. L'offre demeure inchangée pour les autres prestations.
- Variante d'offre no 2 **(*Accélération du trafic interurbain*)**: diminution de quelque 20% du temps de déplacement sur les trajets interurbains dans plusieurs corridors, à l'aide de différentes mesures : réalisation de plusieurs tunnels prévus, tels que Zimmerberg II, Wisenberg, Heitersberg II, Brüttener-Tunnel, ainsi que de projets supplémentaires non précisés destinés à raccourcir les temps de déplacement.
- Variante d'offre no 3 **(*Augmentation de la capacité du trafic interurbain*)**: doublement de la cadence du trafic interurbain.
- Variante d'offre no 4 **(*Accroissement des capacités du trafic régional; réduction des temps d'accès*)**: doublement des cadences du trafic ferroviaire RER et régional ; diminution de 25% des temps d'accès aux gares par des mesures au niveau du réseau TP d'ordre inférieur. Cette variante no 4 connaît une sous-variante, qui n'intervient pas au niveau des temps d'accès, mais qui se limite à l'augmentation de la cadence du trafic régional.

Ces variantes de l'offre sont à prendre au sens d'orientations générales ; aucune étude de faisabilité ou de financement n'a encore été effectuée. Le calcul de ces variantes de l'offre et l'analyse des effets respectifs sur la demande aboutissent aux conclusions suivantes:

- Les trois premières variantes, „*Ligne rapide Zurich-Berne*“, „*Accélération du trafic interurbain*“ et „*Augmentation de la capacité du trafic interurbain* “ n'ont qu'une faible incidence sur le volume de trafic. Par contre, elles provoquent une augmentation de la distance moyenne parcourue, et par conséquent une augmentation de la prestation de transport des TP. Ces conséquences sont le résultat direct de l'amélioration de l'offre de TP au niveau interurbain, dans la mesure où cette amélioration modifie la donne au niveau du choix de la destination et du moyen de transport. Comme les TP occupent déjà une place dominante dans le trafic interurbain, les possibilités de transfert de la route vers le rail ne sont que faibles ; c'est le choix de la destination qui est déterminant.
- La variante d'offre „ *Accroissement des capacités du trafic régional; réduction des temps d'accès* “ est celle qui provoque la hausse de la demande la plus significative dans le domaine des TP (volume de trafic : +25%, prestation de transport: +21%). La réduction d'un quart du temps d'accès aux gares est responsable de l'augmentation de la demande à raison de 60% et le doublement de l'offre du trafic régional des 40% restants. Ces effets de trans-

fert sont essentiellement dus à l'amélioration de l'offre en faveur des TP et à un potentiel de transfert plus élevé côté TIM. Il faut remarquer que pour les TP, cette mesure génère des déplacements courts avant tout (inférieurs à 25 kilomètres), au détriment des TIM. La part des TP dans le trafic motorisé augmente ainsi de 4,7%. La demande de TIM diminue de pas moins de 4,6%, soit de 660'000 déplacements par jour ouvrable (env. – 480'000 déplacements en voiture).

Le tableau 2 ci-après présente les modifications de la demande en fonction des variantes d'offres par rapport à l'état de référence 2030. Là encore, il s'agit de faire remarquer que pour évaluer les effets, il faut prendre en considération les modifications de la charge de trafic dans les corridors (partie II du rapport).

Tableau 4 Les effets généraux des variantes d'offres considérées sur la demande de TP et de TIM

Variante d'offre		Nombre de déplacements [nombre/jour] [%]	Voyageurs kilomètres [vkm/jour] [%]	Longueur moyenne du déplacement [%]
„Ligne rapide Berne-Zurich"	TP	+ 47'484 + 1.7%	+ 7'171'138 + 10.1%	+ 8.3%
	TIM	-8'118 - 0.1%	- 212'173 - 0.1 %	0.0%
„Accélération du trafic interurbain"	TP	+ 71'402 + 2.5%	+ 6'178'854 + 8.7%	+ 6.1%
	TIM	-27'863 - 0.2%	- 681'772 - 0.3 %	- 0.1%
„Capacité du trafic interurbain"	TP	+ 136'172 + 4.8%	+ 9'125'898 + 12.9%	+ 7.7%
	TIM	-91'640 - 0.6%	- 2'001'102 - 0.9 %	- 0.3%
„Temps d'accès/capacité du trafic régional"	TP	+ 720'287 + 25.3%	+ 15'106'682 + 21.3%	- 3.1%
	TIM	- 658'145 - 4.6%	- 9'761'364 - 4.5 %	+ 0.1%
„Capacité du trafic régional"	TP	+ 288'729 + 10.1%	+ 6'178'854 + 8.7%	- 1.3%
	TIM	-251'075 - 1.7%	- 3'826'885 - 1.8 %	- 0.0%

- La mise en oeuvre de la variante n°4 d'offre **„Accroissement des capacités du trafic régional; réduction des temps d'accès"** exige non seulement l'acquisition de matériel roulant supplémentaire pour permettre de doubler la cadence horaire, mais aussi un réduction du temps d'accès de 25%, ce qui correspond à une réduction de 2 à 5 minutes suivant la localisation de la zone et ses caractéristiques. La mise en œuvre de cette mesure permettrait d'une part d'améliorer le raccordement des systèmes de TP d'ordre inférieur aux trafics régional et interurbain ; d'autre part, elle permettrait d'optimiser la flexibilité territoriale des TP. Avant la phase de concrétisation, il s'agirait d'effectuer une analyse approfondie des points faibles de l'accessibilité des TP dans des régions choisies.

- La variante n°1 d'offre **„Ligne rapide Zurich-Berne"** augmente de 10,1% la prestation de transport des TP et de seulement 1,7% le volume de transport par rapport à l'état de référence (compte tenu du modèle intégral). Seulement quelque 25% sont générés par le transfert de TIM ; le reste de l'augmentation de la demande de TP s'explique par le changement du choix de la destination et par la diminution du nombre de déplacements en mobilité douce. La réduction induite de quelque 6'000 déplacements en voiture par jour est à peine sensible sur le réseau TIM et en termes de charge des tronçons.

  Dans le cas de la variante « Ligne rapide Zurich-Berne », l'augmentation de la demande se concentre sur le corridor Zurich-Berne. Outre les effets massifs en termes de choix de la destination et du moyen de transport, on assiste aussi à un transfert considérable des itinéraires, dans la mesure où l'itinéraire actuel via Heitersberg connaît un recul de 51% des déplacements TP au profit de la nouvelle ligne via Altstetten-Roggwil, ce qui libère des capacités sur l'itinéraire existant. Parallèlement, on assiste à une augmentation de la demande de transports sur le tronçon entre Roggwil et Berne, qui est de 65% par rapport à l'état de référence ; une pénurie de places assises devrait en être la conséquence. La charge de trafic sur les tronçons entre Olten et Bâle, respectivement Lucerne, devrait augmenter de 9% environ. La nouvelle ligne entre Zurich Altstetten et Roggwil accuse une charge de 61'000 courses par direction (trafic moyen aux jours ouvrables, TMJO), dont 11'000 proviennent de la ligne de Bâle et 50'000 de la ligne de Berne. Le calcul de la charge de la nouvelle ligne tient compte aussi bien de la demande supplémentaire de TP que des effets du transfert en provenance de l'itinéraire existant via Heitersberg.

  Il s'agirait notamment d'analyser pour le tronçon Roggwil-Berne si la demande supplémentaire de TP peut être absorbée par l'augmentation du matériel roulant ou si une augmentation de capacité des infrastructures est requise sur ce tronçon. Une telle analyse devrait se concentrer sur les conditions qui prévalent aux heures de pointe. Il s'agirait également d'examiner les effets d'une telle évolution sur l'aménagement du territoire. A ce propos, il faut tenir compte du fait que les modifications de la demandes calculées dans cette étude sont à comprendre comme une réaction primaire de la demande : les éventuelles modifications des caractéristiques territoriales ou des données spatiales consécutives à la modification de l'offre prévue n'ont pas été prises en considération.

- La variante no 2 de l'offre, **„Accélération du trafic interurbain",** augmente de 8,7% la prestation de transport des TP ; parmi les quatre variantes, c'est donc elle qui a l'incidence la plus faible. L'effet de transfert des TIM vers les TP est un peu plus net que dans le cas de la première variante (Ligne rapide Zurich-Berne), mais ne décharge pas sensiblement le réseau routier. Cette variante induit elle aussi avant tout des effets sur le choix de la destination, soit une augmentation de 6,1% de la distance moyenne parcourue en TP. La part des TP en termes de kilomètres voyageurs totaux (TIM + TP) augmente de 1,6%. La char-

ge des principaux corridors interurbains (Genève-Lausanne-Berne-Zurich-Saint-Gall ; Bâle-Lucerne ; Lucerne-Zurich) augmente de 20% en moyenne. Cette variante se caractérise aussi par le fait que l'accélération du trafic interurbain provoque un transfert d'itinéraires du trafic régional vers le trafic interurbain. Les effets de cette variante sont donc relativement faibles, car le transfert de TIM est modeste et ne permet pas de décharger le trafic routier. Par ailleurs, la croissance, dans le domaine des TP, se concentre essentiellement sur les corridors interurbains, où la capacité de places assises est déjà épuisée à l'état de référence.

- La variante n°3 d'offre **„Augmentation de la capacité du trafic interurbain"**, qui procède par l'accélération des cadences, augmente de 4,8% le volume de transport des TP et de 12,9% la prestation de transport par rapport à l'état de référence 2030. L'effet de cette mesure sur le trafic est un peu plus sensible que celui des deux variantes qui misent sur l'accélération, dans la mesure où elle permet de diminuer de 1% le nombre de voyageurs kilomètres TIM. Là encore, l'effet du choix de la destination constitue le facteur d'augmentation de la prestation de transport des TP. La contribution des TP aux voyageurs kilomètres fournis par les transports motorisés (TIM et TP) augmente de 2,5% dans ce cas.

  L'accroissement de la demande de TP se concentre sur les corridors interurbains. L'augmentation de la charge des tronçons en valeur absolue montre que c'est sur le tronçon Berne-Zurich que cet accroissement est le plus fort. Bien que les TIM soient déchargés davantage avec cette variante qu'avec les deux premières (- 1% de voyageurs kilomètres), l'effet de transfert reste là encore relativement faible. Ce sont une fois de plus les liaisons interurbaines, présentant un potentiel relativement faible pour les TIM, qui deviennent plus attrayantes du fait de l'amélioration de l'offre. Il faut observer que cette variante exige un accroissement de la capacité des tronçons ferroviaires concernés.

Conclusion

Le calcul des incidences de différentes variantes de développement de l'urbanisation et de l'offre de transports publics montre à quel point les effets de la demande dépendent des structures territoriales existantes. Ces calculs confirment que l'évolution de la demande est dirigée par la répartition territoriale des lieux d'habitation d'une part et des pôles d'attraction (emplois, commerces, loisirs) d'autre part, ces deux paramètres formant les conditions cadres déterminantes de cette évolution. La modélisation des différentes variantes d'urbanisation montre que la centralisation des zones d'habitation et des pôles d'attraction, à savoir la variante « Densification urbaine » entraîne surtout une réduction de la demande de TIM. La variante « Étalement urbain » montre, quant à elle, qu'une dispersion des zones d'habitation, soit une tendance au mitage du territoire, entraîne une hausse de la demande de transports motorisés (tant TP que TIM). Il faut relever toutefois

que dans ce cas, ce sont les interventions sur le territoire et l'augmentation de la distance entre lieux d'habitation et de destination qui provoquent un allongement « conscient » des parcours et par conséquent l'augmentation de la demande de transports motorisés.

Les effets des trois variantes d'urbanisation considérées sur la demande de transports montrent que la majeure partie de la demande potentielle continuera de se concentrer sur les zones qui bénéficient d'une très bonne desserte par les transports publics (p. ex. Plateau) si l'hypothèse choisie de la répartition démographique se vérifie. Un transfert substantiel de cette demande hors des zones évoquées (répartie sur le territoire ou hors des grands centres) exigerait des délimitations territoriales et des potentialités (à savoir une prise en compte du volume de la demande en fonction des zones). Dans les variantes considérées dans la présente étude, la majeure partie du potentiel de transport est restée inchangée (en valeur absolue), ne provoquant que des incidences limitées sur la demande.

Les effets plus atténués des variantes d'urbanisation par rapport aux variantes de l'offre s'expliquent donc aussi par la modification limitée des données structurelles en valeur absolue. Il faut par ailleurs prendre en compte le fait que la modification de la densité de l'urbanisation modifie aussi les données « moyennes » de l'offre ; ainsi, la densification à l'intérieur du tissu bâti pourrait réduire le temps d'accès moyen à la gare suivant la répartition spatiale. Cet aspect n'a pas été analysé dans la présente étude.

Une fois de plus, on a pu constater que la densification du tissu bâti provoque une évolution de la demande qui est favorable aux TP et à la mobilité douce. Il ne faut pas oublier cependant qu'une répartition spatiale différente des habitant-e-s sans modification de la répartition des zones d'attraction, à savoir sans modification de la répartition des emplois, des lieux de formation, des commerces et des sites de loisirs, entraîne une augmentation des distances parcourues.

L'analyse des variantes de l'offre a mis en lumière les potentiels de transfert au niveau des TP. D'une part, cette analyse met en évidence l'importance primordiale de la qualité des itinéraires d'accès à la gare ; d'autre part, elle révèle les types de parcours qui présentent un potentiel de transfert vers les TP. Pour décharger les TIM, il convient de miser essentiellement sur les mesures qui permettent d'améliorer l'offre de TP sur les déplacements compris entre 5 et 25 kilomètres ; c'est dans ce rayon que se situe la plus grande partie de la demande de TIM. Les variantes de l'offre dans le trafic interurbain induisent avant tout une augmentation supplémentaire de la longueur des parcours effectués en TP, à savoir un changement du choix de la destination couplé à une réduction des parcours effectués en mobilité douce, sans transfert significatif des TIM. Dans le trafic interurbain, la part maximale de TP est atteinte sur un grand nombre de liaisons, qui ne présentent par conséquent plus guère de potentiel de transfert pour les TIM.

Ausgangslage und Ziele

Mit Infrastrukturprojekten wie der Zukünftigen Entwicklung der Bahninfrastrukturen (ZEB), dem Programm Engpassbeseitigung (PEB), den Agglomerationsprogrammen Verkehr und Siedlung sowie Bahn 2030 wurden bzw. werden grosse Investitionsentscheide getroffen, die Einfluss auf die räumliche Entwicklung in der Schweiz nehmen werden. Gleichzeitig laufen die Arbeiten am Raumkonzept Schweiz (RK-CH), mit dem in einem gemeinsamen Engagement von Bund, Kantonen, Städten und Gemeinden eine nachhaltige Raumentwicklung der Schweiz sichergestellt werden soll. Es muss gewährleistet werden, dass die angesprochenen grossen Investitionsentscheide und die angestrebte räumliche Entwicklung kongruent sind, damit es tatsächlich zu einer nachhaltigen Raum- und Verkehrsentwicklung kommt. Eine Voraussetzung dafür sind geeignete Entscheidungsgrundlagen, die die Raum- und Verkehrsentwicklung betreffen.

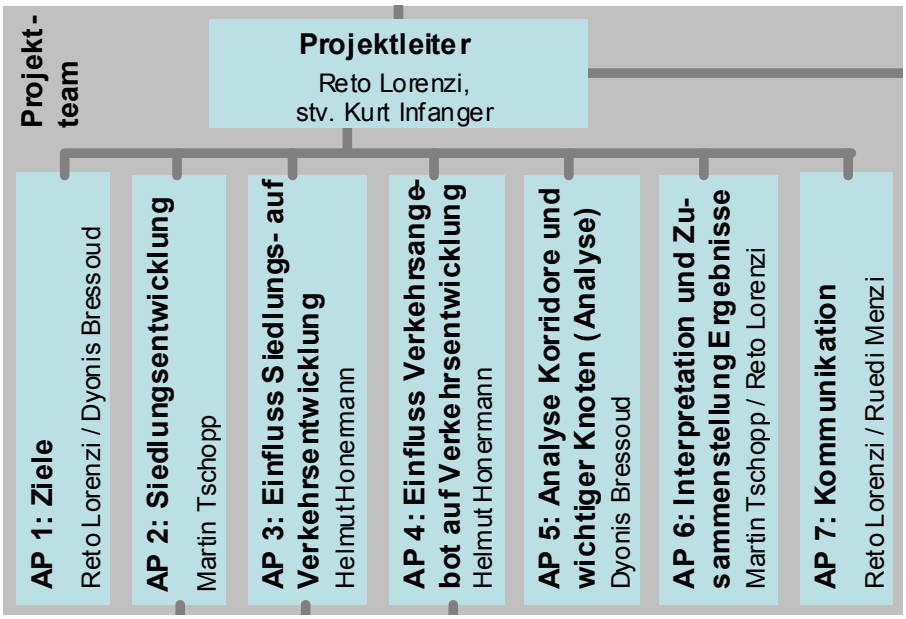
Aus diesen Gründen führt das Bundesamt für Raumentwicklung ARE ein umfassendes Grundlagenprojekt mit dem Titel „Abstimmung Siedlung und Verkehr“ durch, welches auf verschiedenen, aufeinander aufbauenden Arbeitspaketen (siehe Abbildung 1) beruht. Dieses Projekt setzt einerseits am Raumkonzept Schweiz an und konkretisiert dieses. Andererseits liefert es grundlegende Erkenntnisse für das Projekt „Bahn 2030“.

Das Projekt “Abstimmung Siedlung und Verkehr“ setzt sich aus den sieben in Abbildung 1 dargestellten Arbeitspaketen (AP) zusammen. Die drei Arbeitspakete

- AP 2: Siedlungsentwicklung
- AP 3: Einfluss der Siedlungs- auf die Verkehrsentwicklung und
- AP 4: Einfluss des Verkehrsangebots auf die Verkehrsentwicklung

werden eng koordiniert und in Zusammenarbeit mit dem ARE durchgeführt. Das Ziel des AP 2 ist es, auf das RK-CH abgestimmte Varianten der räumlichen Verteilung der Siedlungsentwicklung zu entwerfen. Darauf aufbauend wird der Effekt dieser Varianten auf die Verkehrsnachfrage (AP 3) dargestellt. Zu diesem Zweck werden in sich stimmige Vorstellungen räumlicher Verteilung von Einwohnern, Arbeitsplätzen und Erwerbstätigen erstellt. Die in Arbeitspaket AP 2 erstellten Sensitivitäten der Siedlungsentwicklung dienen als Input für die Modellberechnung zur Verkehrsentwicklung im AP 3. Hierbei wird die Wirkung unterschiedlicher Siedlungsentwicklungen auf die Verkehrsnachfrage untersucht.

Abbildung 1 Schematische Darstellung des Projektaufbaus „Siedlung und Verkehr“



Um strategische Aussagen zu den raumplanerischen Auswirkungen von Angebotsveränderungen im ÖV vornehmen zu können, werden im AP 4 Sensitivitätsberechnungen zu Angebotsveränderungen im ÖV durchgeführt. Diese Angebotsveränderungen werden sich auf Reisezeitverkürzungen, Taktverdichtungen und Verkürzungen der Zugangszeit zu dem ÖV-Netz beziehen.

Zusammengefasst bestehen die Ziele des AP 3 und des AP 4 darin, die Nachfragewirkungen von unterschiedlichen Siedlungs- und Angebotsentwicklungen zu berechnen und zu analysieren.

Arbeitsprogramm und Vorgehen

Zur Ermittlung der Nachfrageveränderungen durch die geänderte Siedlungs- und Angebotsentwicklung wird das nationale Personenverkehrsmodell (NPVM) verwendet. Als Grundlage wird der verfügbare Referenzzustand DWV 2030 (DWV – durchschnittlicher werktäglicher Verkehr) betrachtet.

Das Prognosemodell wird mit der gleichen Methodik durchgeführt, wie sie bei der Erstellung des Basismodells 2000 und 2005 sowie des Referenzzustands 2030 angewandt wurde. Als Grundlage wird hierbei das Prognosemodell des Referenzzustands 2030[1] verwendet. Aktualisiert werden die folgenden Komponenten:

- Raumdaten und soziodemografische Daten
- Verkehrsangebot und
- Verkehrsnachfrage

Die Verhaltensparameter werden aus dem Referenzzustand 2030 unverändert übernommen. Es wird angenommen, dass zwischen 2005 und 2030 keine grundlegende Veränderung in der Wahrnehmung der relevanten Entscheidungsmerkmale stattfinden wird. Das Ziel ist in diesen Arbeiten, anhand von Änderungen der Raumdaten, der soziodemografischen Daten sowie von angenommenen Angebotsveränderungen die daraus resultierenden Verkehrsnachfrageveränderungen mit Hilfe des Verkehrsmodells zu berechnen. Betrachtet wird dabei die durch die in der Schweiz wohnhafte Bevölkerung verursachte Verkehrsnachfrage. Der Aussenverkehr wird aus dem Referenzzustand unverändert übernommen, da die Wirkungen auf den Aussenverkehr nicht Gegenstand des Projekts sind. Damit wird die Gesamtnachfrage aus der

- Binnennachfrage (innerhalb der Schweiz) und der
- Aussennachfrage (Wege von bzw. nach der Schweiz, sowie Transitwege)

zusammengestellt.

Bei den Nachfragereaktionen wird der Schwerpunkt der Betrachtung sowohl im AP 3 als auch im AP 4 auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte gelegt. Im AP 4 werden nicht einzelne Projekte, sondern „generelle“ Massnahmen betrachtet. Die Abstimmung der Übergangszeiten zwischen Zubringerlinien und dem Schienenverkehr, die man auf Projektebene betrachtet, können auf dieser generellen Ebene nicht im Einzelnen optimiert werden. Zur Beurteilung der hier betrachteten Massnahmen sollte dies ohne grössere Bedeutung sein, da die Wirkungen auf ein übergeordnetes Bahnnetz im Vordergrund stehen. Die berechneten Quell-Ziel-

[1] ARE (2010) Nationales Personenverkehrsmodell 2030, Bern

Matrizen werden im AP 4 auf zwei unterschiedliche Netze umgelegt: Das Netz des Referenzzustands und das Netz der betrachteten Angebotsvariante. Durch die Umlegung auf das Netz des Referenzzustands und den Vergleich mit den Belastungen des Referenzzustands werden die Effekte der Ziel- und Verkehrsmittelwahl abgeleitet. Die anschliessende Umlegung auf das Netz der betrachteten Angebotsvariante wird die Gesamtwirkung einschliesslich Routenwahleffekte dargestellt.

Die Siedlungsvarianten und ihren Einfluss auf die Verkehrsentwicklung (AP 3) wird in Berichtsteil 1 beschrieben. Im AP 3 (Siedlungsvarianten) werden vier Varianten erstellt und modelliert: eine Basisvariante und drei Siedlungsvarianten. Die Siedlungsvarianten werden wie folgt definiert:

- Siedlungsvariante 1: Urbane Verdichtung
- Siedlungsvariante 2: Verkehrserschliessung
- Siedlungsvariante 3: Entwicklung in der Fläche

Die unterschiedliche Siedlungsentwicklung wird durch folgende drei Variablen beschrieben: Einwohner, Arbeitsplätze und Erwerbstätige. Die weiteren Raumvariablen werden nicht für einzelne Varianten spezifisch prognostiziert. Die Basisvariante wird als Grundlage für die Berechnung der Strukturdaten der drei betrachteten Siedlungsvarianten erstellt. Als Ergebnis werden die verkehrlichen Wirkungen einzelner Varianten im Vergleich mit der Basisvariante dargestellt. Um die vollständige Konsistenz bei der Ableitung der Siedlungsdaten sowie die Nachfragewirkungen sicherzustellen, werden hier die Nachfragewirkungen nicht aus dem Vergleich mit dem Referenzzustand VM-UVEK, sondern aus dem Vergleich mit der hier erstellten Basisvariante abgeleitet. Anschliessend werden die Ergebnisse des AP 3 mit einer Schlussfolgerung abgeschlossen.

Der Einfluss der Angebotsentwicklung auf die Verkehrsentwicklung wird in Berichtsteil 2 dokumentiert. Betrachtet werden hier vier Angebotsvarianten:

- Angebotsvariante 1: Schnellbahn Zürich-Bern
- Angebotsvariante 2: Beschleunigung Fernverkehr
- Angebotsvariante 3: Kapazität Fernverkehr
- Angebotsvariante 4: Verbesserungen der Zugangszeiten und Taktverdichtung im Regionalverkehr

Die Ergebnisse und die verkehrlichen Wirkungen einzelner Angebotsvarianten mit anschliessender Zusammenfassung werden in Berichtsteil 2 dokumentiert.

Teil I: Einfluss der Siedlungsentwicklung auf die Verkehrsentwicklung

1.1 Einleitung

Die im AP 2 ermittelten Strukturdaten stellen den wesentlichen Input für die Abbildung der siedlungsstrukturbedingten Nachfragewirkungen dar: Einwohner nach Altersklasse, Arbeitsplätze und Erwerbstätige. Durch die Einwohner und Erwerbstätigen wird das Quellaufkommen des Erzeugungsmodells bestimmt. Durch die Arbeitsplätze und den Verkehrswiderstand wird die Verteilung der Arbeitsströme im Raum bestimmt. Betrachtet werden vier unterschiedliche Varianten: ein Basis- und drei Alternativszenarien. In einem weiteren Schritt wird anhand dieser Daten und des bestehenden Referenzzustands 2030 die Anzahl Auszubildender für alle vier Varianten berechnet. Die weiteren Attraktionsgrössen im Einkauf- und Freizeitverkehr werden für alle Varianten aus dem Referenzzustand übernommen. In Bezug auf diese Attraktionsgrössen gibt es demnach keine Unterschiede zwischen den Varianten und dem Referenzzustand. Auch die Erzeugungs- und Attraktionsraten werden aus dem NPVM-Referenzzustand unverändert übernommen.

Für die Berechnung des Ziel- und Verkehrsmittelwahlaufkommens müssen neben den Strukturgrössen des Erzeugungsmodells auch die Datengrundlagen für die Mobilitätswerkzeuge – das heisst PW-Bestand und ÖV-Abonnemente erstellt werden. Diese Mobilitätswerkzeuge haben vor allem für die Entwicklung der Verkehrsmittelwahl eine zentrale Bedeutung. Für die Berechnung der Daten zu den Mobilitätswerkzeugen wird nicht auf das bestehende Tool aus dem Projekt „Perspektiven des Schweizer Personenverkehrs bis 2030“ zurückgegriffen, welches bei der Erstellung des NPVM verwendet wurde. Dieser Schritt wird stattdessen mit einem vereinfachten Vorgehen anhand von vorgesehenen Veränderungen der wesentlichen Strukturdaten aus dem AP 2 bearbeitet. Die Anpassungen gegenüber dem Referenzzustand werden sich auf die vorgesehenen Veränderungen der Einwohnerzahl, Alterskohorten sowie der Analyse der Besitzquote einzelner Raumtypen beschränken. Die Umsetzung des festgelegten Vorgehens erfolgt im AP 2.

Die aufbereiteten Struktur- und Attraktionsgrössen, inklusive der Mobilitätswerkzeuge, sind als Vektoren ins Nachfragemodell VISEVA zu importieren. Dieser Schritt wird auch für die aus der Verkehrserzeugung berechneten Quell- und Zielaufkommen durchgeführt. Alle weiteren Rahmenbedingungen sowie Gesetzmässigkeiten und Angebotskenngrössen werden aus dem Referenzzustand 2030 übernommen.

Das berechnete Verkehrsaufkommen nach Verkehrsmitteln für einzelne Szenarien wird ausgewertet, gegenüber dem Referenzzustand sowie den anderen zwei Szenarien verglichen und analysiert. Der Fokus wird hierbei vor allem auf die Wirkung in Bezug auf die Verkehrsmit-

telwahl und die Zielwahl (Fahrtweitenverteilung) gelegt. Im darauf folgenden Schritt sind die ermittelten Nachfrageveränderungen einzelner Varianten auf die kalibrierten Zustände 2005 bzw. den Referenzzustand 2030 hochzurechnen. Aus den hochgerechneten Matrizen und dem Referenzzustand 2030 sind die Zustände für alle drei Varianten zu erstellen. Damit werden alle drei Quelle-Ziel-Matrizen auf das gleiche MIV- und ÖV-Netz umgelegt. Aus dem Vergleich der ermittelten Netzbelastungen können dann die Wirkungen einzelner Varianten festgestellt werden (Verkehrserzeugung, Ziel- und Verkehrsmittelwahl).

Für die Analyse der Wirkungen sowie der Unterschiede zwischen den Varianten werden vor allem die folgenden Eckwerte betrachtet: Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistungen, Anteile der Verkehrsmittel am motorisierten Verkehr, mittlere Fahrtweite nach Verkehrsmitteln, Fahrtzweckstruktur, Netz- und Differenzbelastungen.

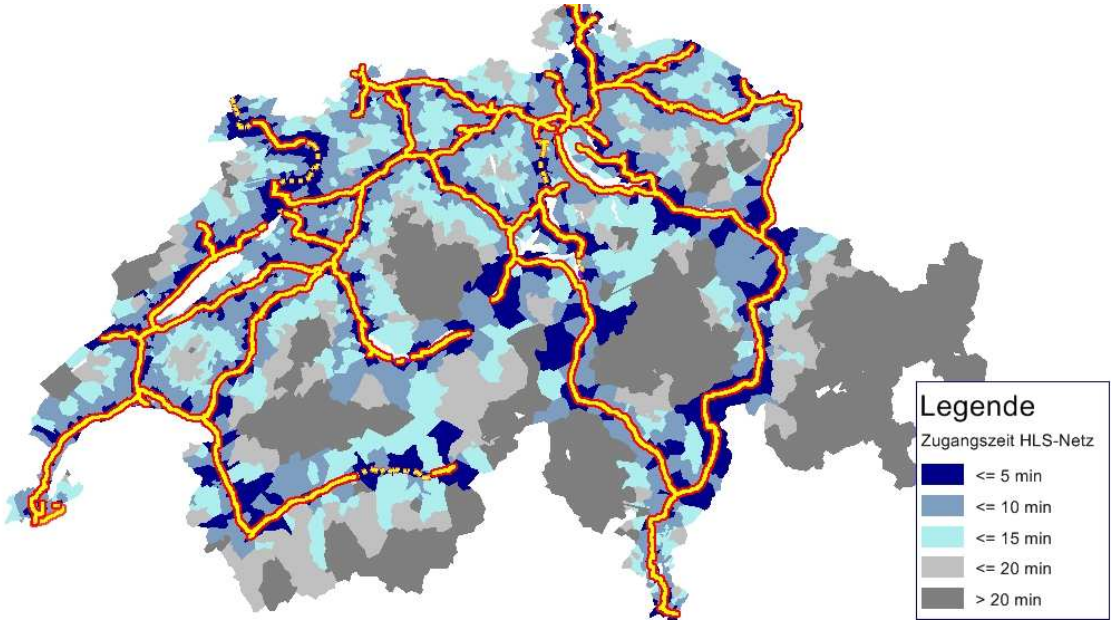
1.2 Berechnung der MIV-Zugänglichkeit

Die Zugänglichkeit zum Hochleistungsstrassennetz dient als Qualitätskriterium für den MIV und wird beim ARE, zusammen mit den ÖV-Güteklassen, zur Einteilung der Gemeinden nach MIV-/ÖV-Zugänglichkeit verwendet.

Die Definition des Hochleistungsstrassennetzes (HLS-Netz) im NPVM-Netz bezieht sich auf den Zustand im Jahr 2030 und umfasst das Autobahn- und Autostrassen-Netz mit mindestens 80 km/h signalisierter Geschwindigkeit. Weil auf den Netzzusammenhang geachtet wird, sind Umfahrungsstrassen mit Tempo 80 km/h, aber ohne Netzanschluss ans übrige HLS-Netz nicht berücksichtigt. Andererseits wurden kurze Unterbrüche des HLS-Netzes bis 3 km und gut ausgebaute Strassen als Verbindungsstück nicht als Unterbruch gewertet.

Für die Ermittlung der MIV-Zugänglichkeit wird die Zeit- und Distanzentfernung vom Zonenschwerpunkt zum nächsten Knoten des Hochleistungsstrassennetzes berechnet. Als Routenwahlkriterium wird der zeitkürzeste Weg unter DWV-Belastung verwendet. Autobahnanschlussstellen mit einer signalisierten Geschwindigkeit von unter 80 km/h werden nicht zum Hochleistungsstrassennetz gezählt, sondern erst der erste Knoten der Hauptachse der Strasse gilt als Zugangsknoten. Dies dient einer konsistenten Berechnung der Zugangszeit über die gesamte Landesfläche. In Abbildung 2 sind das HLS-Netz 2030 nach obiger Definition und die Resultate der MIV-Zugangszeiten zum HLS-Netz dargestellt.

Abbildung 2 MIV: Zugangszeiten zum Hochleistungsstrassennetz im Ausbauzustand 2030



1.3 Beschreibung der Siedlungsvarianten

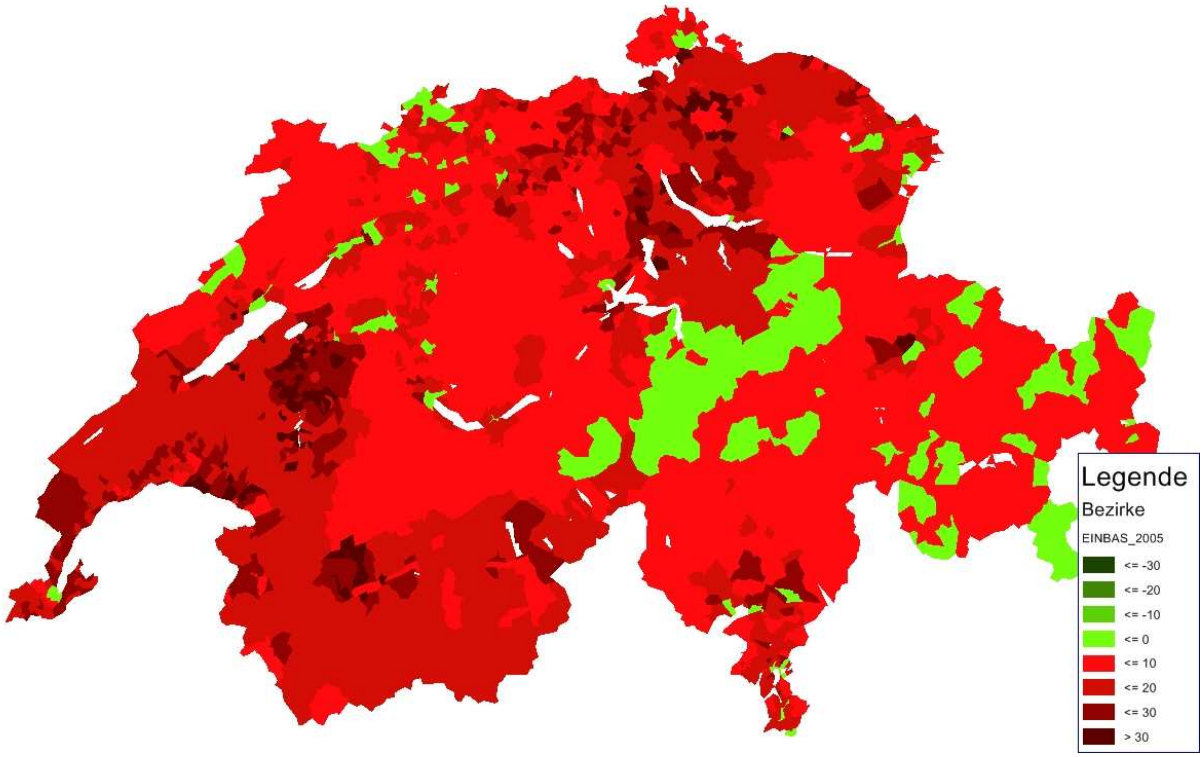
Die drei Varianten wurden vom ARE definiert. Die Strukturdaten im AP 2 wurden durch die Firma Fahrländer Partner AG zusammengestellt. Im ersten Schritt wird eine Basisvariante 2030 als Grundlage für die Berechnung der Strukturdaten der drei betrachteten Siedlungsvarianten erstellt. Diese Variante entspricht einer Trendentwicklung. Die Erreichbarkeit der Zentren wird als zusätzlicher Faktor berücksichtigt: Je schneller das nächstgelegene Zentrum - gemessen an der Fahrzeit – von einer Gemeinde aus erreichbar ist, desto höher wird das Bevölkerungswachstum in dieser Gemeinde veranschlagt.

Die Entwicklung der Bevölkerung zwischen 2005 und 2030 stützt sich auf das Bevölkerungsszenario «Mittel» bzw. «A» des Bundesamts für Statistik BFS aus dem Jahr 2006. Dabei werden je nach Variante die kantonalen bzw. gesamtschweizerischen Perspektiven als Richtwerte verwendet:

- Basisvariante: Die Bevölkerungsentwicklung auf der Ebene Gemeinde wird an den kantonalen Prognosen des BFS geeicht, d.h. die Annahmen der Variante beeinflussen nur die Verteilung der Bevölkerung innerhalb der Kantone.
- Siedlungsvariante: Die Bevölkerungsentwicklung auf der Ebene Gemeinde wird an der gesamtschweizerischen Prognose des BFS geeicht. Dadurch entstehen im Endeffekt Abweichungen von den kantonalen Perspektiven.

Die Resultate der Basisvariante sind in Abbildung 3 dargestellt.

Abbildung 3 Bevölkerungsentwicklung 2005 – 2030, Basisvariante



Legende: z.B. <= 0 bedeutet zwischen 0% und -10%, <= 10 bedeutet Veränderung zwischen 0% und 10%, <= -10 bedeutet Veränderung zwischen -10% und -20%, <= -20 bedeutet Veränderung zwischen -20% und -30% usw.

Die Siedlungsvarianten sind wie folgt definiert:

- **Siedlungsvariante 1** (*Urbane Verdichtung*): Die Siedlungsentwicklung konzentriert sich auf die urbanen Verdichtungsräume. Die Entwicklung im periurbanen Siedlungsraum wird begrenzt. Bei der Modellierung wurde das Bevölkerungswachstum in den Gemeinden verschiedener Typen «künstlich» erhöht. Betroffen sind
  - Grosszentren, Nebenzentren der GZ, Gürtel der GZ
  - Mittelzentren, Gürtel der MZ
- **Siedlungsvariante 2** (*Verkehrserschliessung*): Die Siedlungsentwicklung und Erschliessung mit dem ÖV werden so verknüpft, dass eine verstärkte Siedlungsentwicklung vor allem ausserhalb der Grosszentren und in Gebieten mit einem guten ÖV-Angebot stattfindet. Bei der Modellierung wurde das Bevölkerungswachstum in den Gemeinden «künstlich» erhöht, von denen aus
  - Ein Grosszentrum mit dem öffentlichen Verkehr innerhalb von 60 Minuten erreichbar ist;

- Ein Mittelzentrum mit dem öffentlichen Verkehr innerhalb von 30 Minuten erreichbar ist.

Dabei wurde die Fahrzeit zum Grosszentrum stärker gewichtet als jene zum Mittelzentrum.

- **Siedlungsvariante 3** (*Entwicklung in der Fläche*): Die Variante soll eine Situation abbilden, welche den Grundsätzen des Raumkonzepts Schweiz entgegengesetzt ist. Das Ziel der Variante ist eine Entwicklung in der Fläche sowie eine starke Zersiedelung des Mittellands. Bei der Modellierung gilt es also, das Bevölkerungswachstum in den Zentren und – idealerweise - in den inneren Agglomerationsgürteln zu begrenzen und in den periurbanen Gemeinden ein Zusatzwachstum zu erreichen. Dies kann bewerkstelligt werden, indem das Immobilienpreisniveau berücksichtigt wird: Das Bevölkerungswachstum wird in jenen Gemeinden «künstlich» erhöht,
  - in denen ein durchschnittliches Einfamilienhaus zwischen CHF 500‘000 und 900‘000 kostet.
  - von denen aus ein Mittelzentrum mit dem MIV innerhalb von 30 Minuten erreichbar ist.

  Die Resultate wurden bei allen drei Varianten am **gesamtschweizerischen** Wert gemäss BFS geeicht. Die detailierte Beschreibung befindet sich im AP 2 „Siedlungsentwicklung“.

1.4 Struktur- und soziodemografische Entwicklungen

Die Einwohner, Erwerbstätigen und Arbeitsplätze werden für die Basisvariante und alle drei Alternativvarianten erstellt. Die weiteren Strukturdaten (PW-Besitz, ÖV-Abos, Einkaufsflächen, Freizeitgelegenheiten usw.) werden für die einzelnen Varianten nicht spezifisch prognostiziert, sondern aus dem Referenzzustand NPVM direkt übernommen oder in Abhängigkeit von der Veränderung der Einwohnerzahl berechnet. Das gewählte Vorgehen ist in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5 Gewähltes Vorgehen bei der Erstellung von Strukturvariablen der Szenarien

Einwohner, Arbeitsplätze, Erwerbstätige
Für Varianten neu berechnet
Auszubildende
Ausbildungsquote pro Einwohner (< 25 Jahre) und Zone aus dem Referenzzustand übernommen: (Ausb._Refererzz./Einwohner_Referenzz)*Einwohner_Anwendung_Variante [Pro Zone]
Verkaufsflächen, Einkaufszentren, Kulturangebot, Erholungsanlagen Übernachtungen, Grosseinrichtungen, Freizeitparks
Aus dem Referenzzustand für alle drei Varianten unverändert übernommen
PW-Besitz
Anzahl PW/Einwohner und Zone aus dem Referenzzustand übernommen und nach Einwohner in betrachteter Variante verteilt: (PW_Referenzz./Einwohner_Referenzz)*Einwohner_Anwendung_Variante, [Pro Zone]
ÖV-Abos (GA und Halbtax)
Anzahl Abos/Einwohner und Zone aus dem Referenzzustand übernommen und nach Einwohner in betrachteter Variante verteilt: (GA_Referenzz./Einwohner_Referenzz)*Einwohner_Anwendung_Variante, [Pro Zone]

Damit können die Differenzen in den Strukturdaten nach Szenarien wie folgt zusammengefasst werden:

- Einwohner, Arbeitsplätze, Erwerbstätige: In allen drei Szenarien unterschiedlich und je nach Definition der jeweiligen Variante abgeleitet

- Ausbildungsplätze, PW-Besitz und ÖV-Abonnemente: Ausbildungs- bzw. Besitzquote aus Referenzzustand übernommen und je nach Variante jeweils neu berechnet

- Verkaufsflächen, Einkaufszentren, Kulturangebot, Erholungsanlagen Übernachtungen, Grosseinrichtungen, Freizeitparks: Aus dem Referenzzustand übernommen

Für die Nachfrageberechnungen sind vor allem die Unterschiede bei den Einwohnern, Arbeitsplätzen und Erwerbstätigen relevant. Die weiteren Variablen werden sich gegenüber dem Referenzzustand nicht ändern und dadurch werden sie auch vergleichbare Wirkungen auf die Verkehrsnachfrage haben. Auch der Anteil der Einwohner mit PW-Besitz und ÖV-Abos bleibt unverändert und hat damit die gleiche Wirkung wie im Referenzzustand. Damit sind die berechneten Nachfragewirkungen nur auf die geänderte Anzahl der Einwohner, Arbeitsplätze und Erwerbstätigen zurückzuführen. Die Veränderung der Einwohnerzahl und der Arbeitsplätze sind für alle drei Szenarien im Vergleich zur Basisvariante in Abbildung 4 bis Abbildung 9 dargestellt. Die Veränderung bei den Erwerbstätigen ist mit den Veränderungen der Einwohnerzahl bei allen drei Varianten vergleichbar.

Aus dem Vergleich der Basisvariante und der drei Siedlungsvarianten werden die Auswirkungen einer unterschiedlichen Siedlungsentwicklung auf die Verkehrsentwicklung ermittelt.

Abbildung 4 Differenzen in der Einwohnerzahl zwischen Siedlungsvariante 1 und Basisvariante (in %)

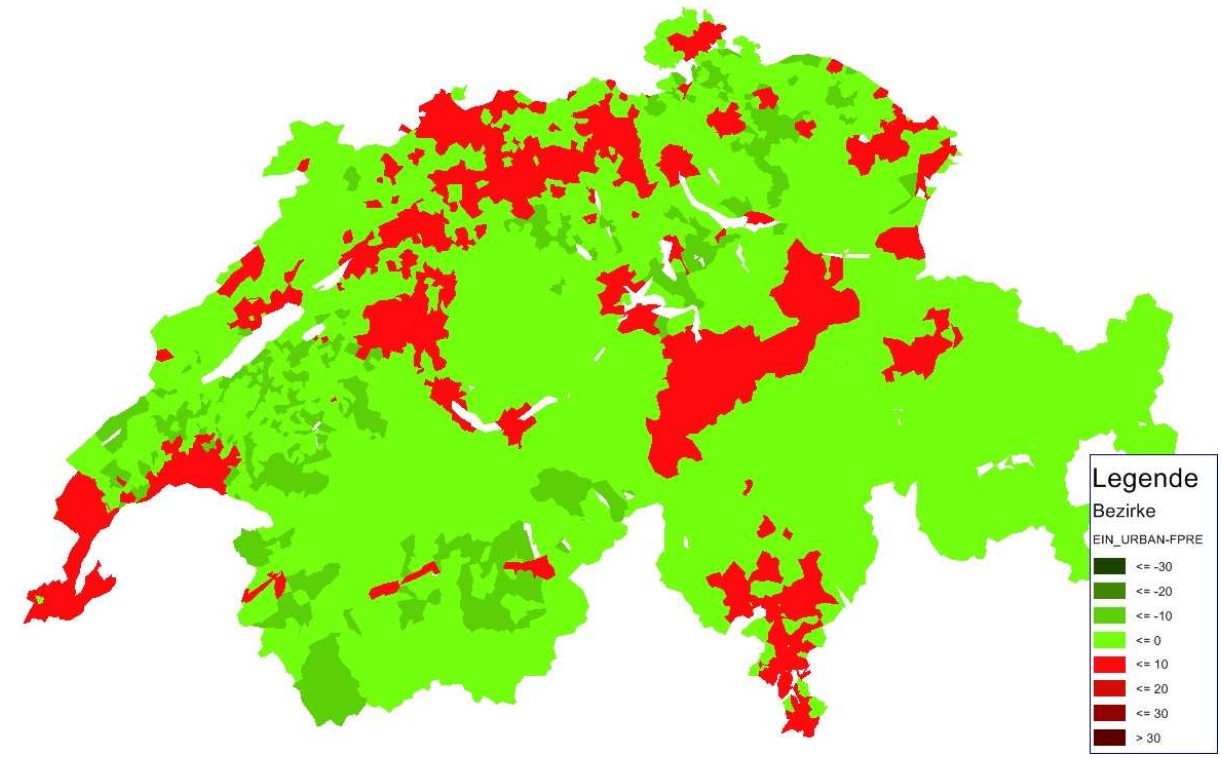


Abbildung 5 Differenzen in der Einwohnerzahl zwischen Siedlungsvariante 2 und Basisvariante (in %)

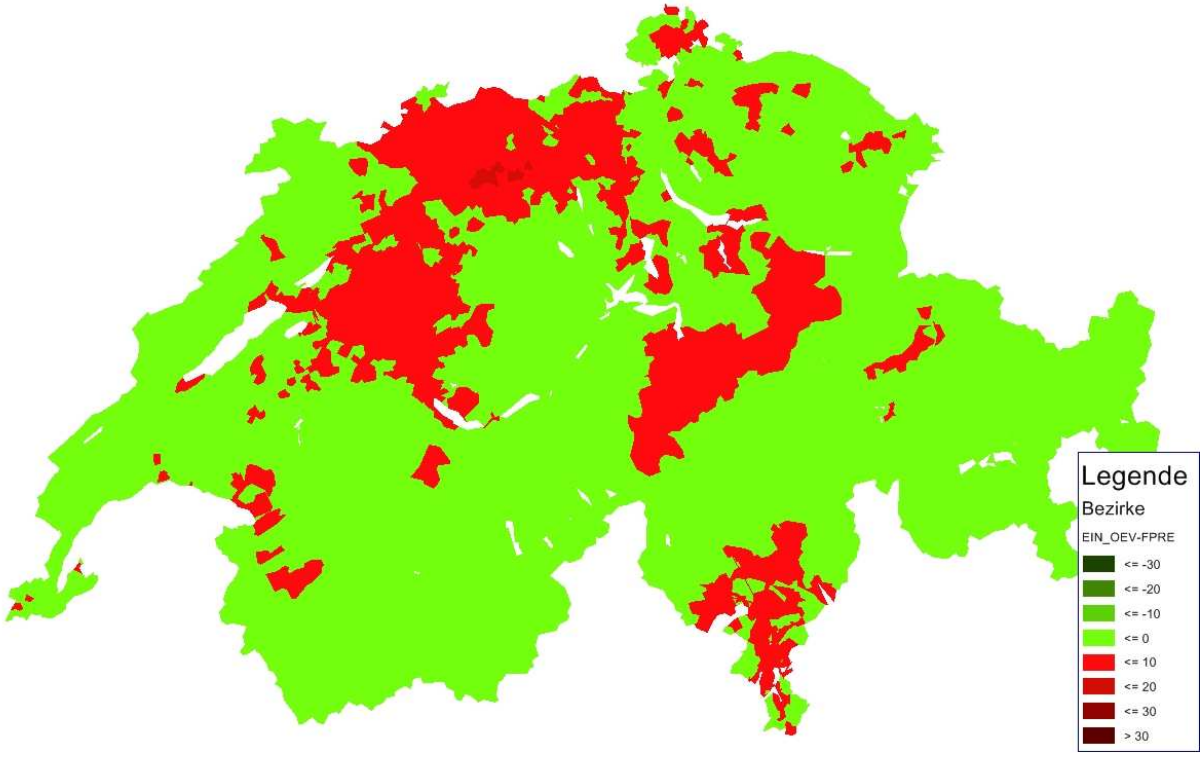


Abbildung 6 Differenzen in der Einwohnerzahl zwischen Siedlungsvariante 3 und Basisvariante (in %)

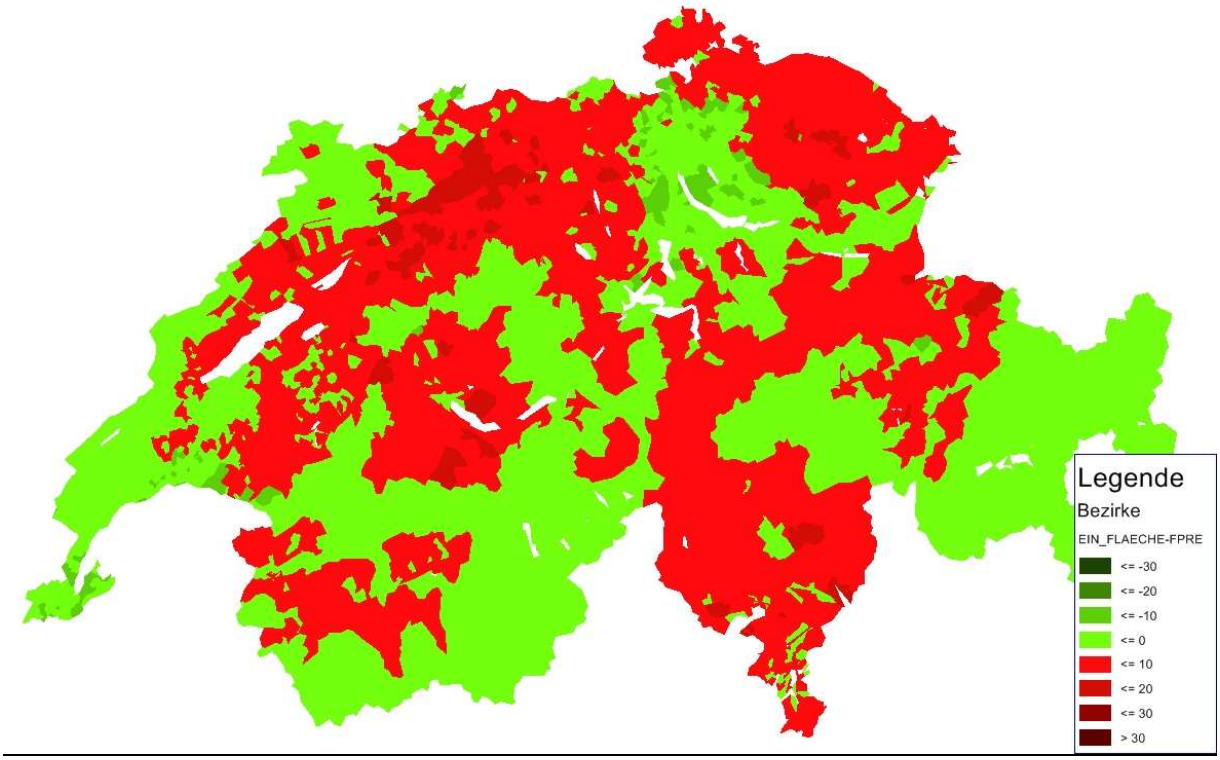


Abbildung 7 Differenzen bei den Arbeitsplätzen zwischen Siedlungsvariante 1 und Basisvariante (in %)

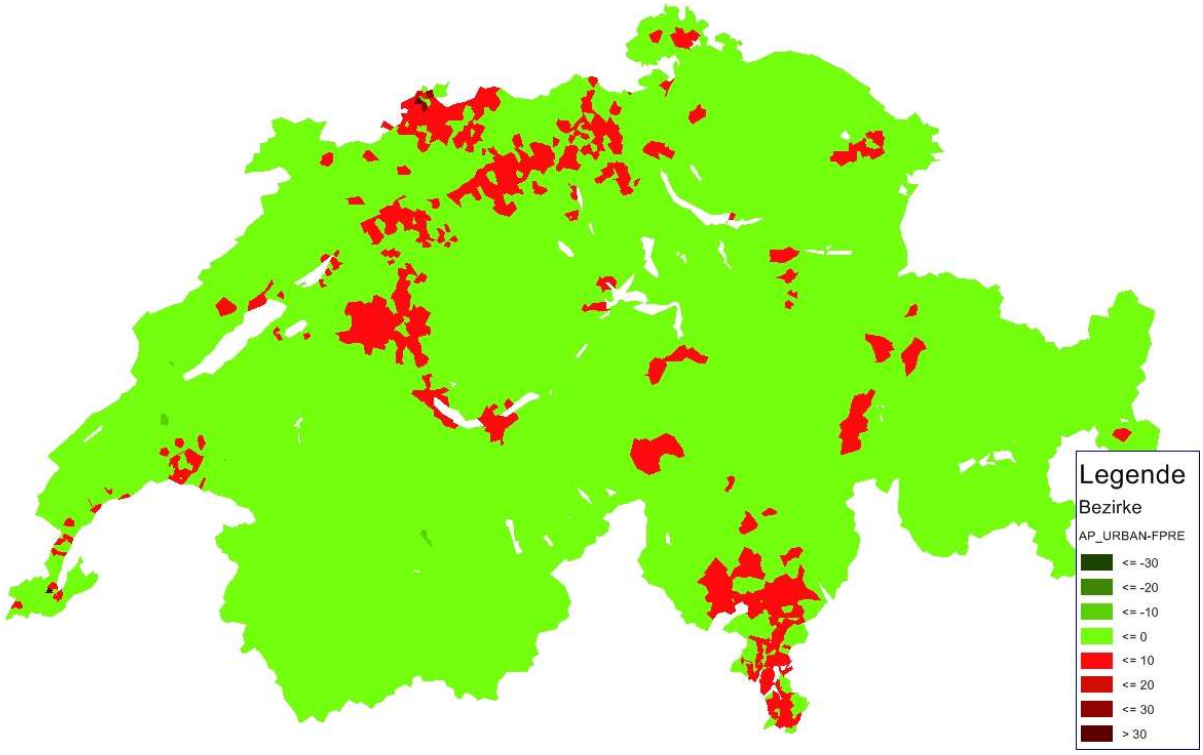


Abbildung 8 Differenzen bei den Arbeitsplätzen zwischen Siedlungsvariante 2 und Basisvariante (in %)

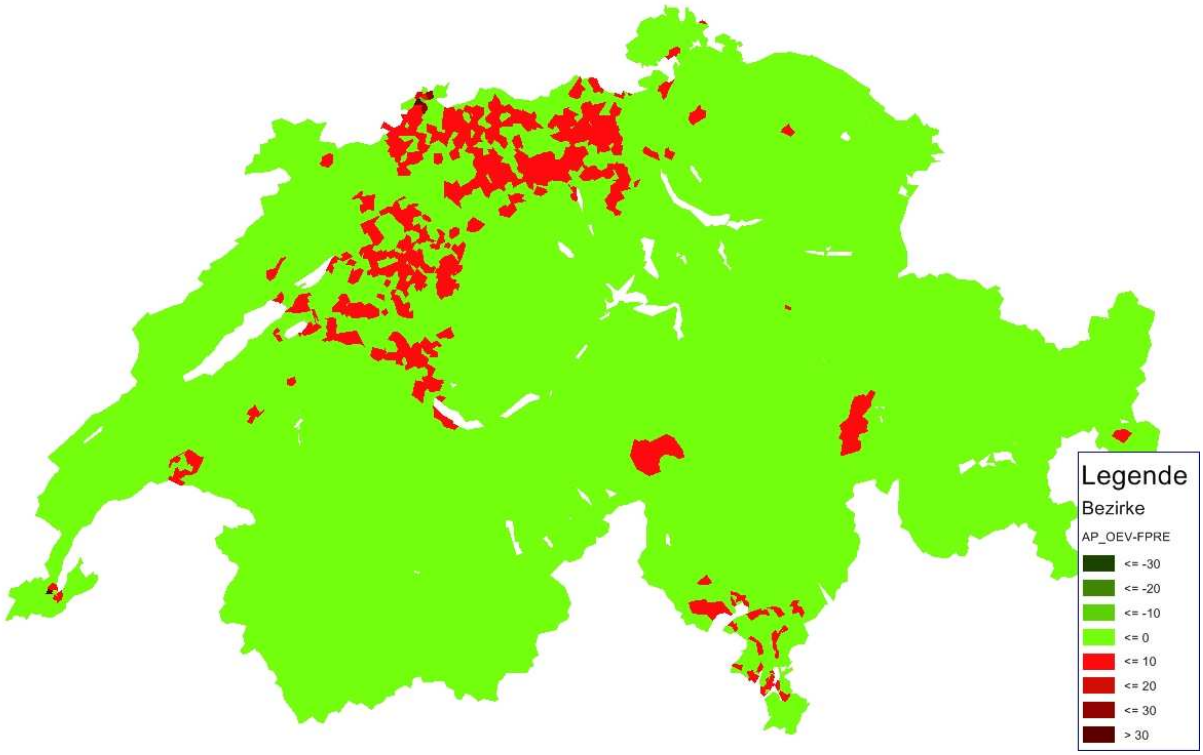
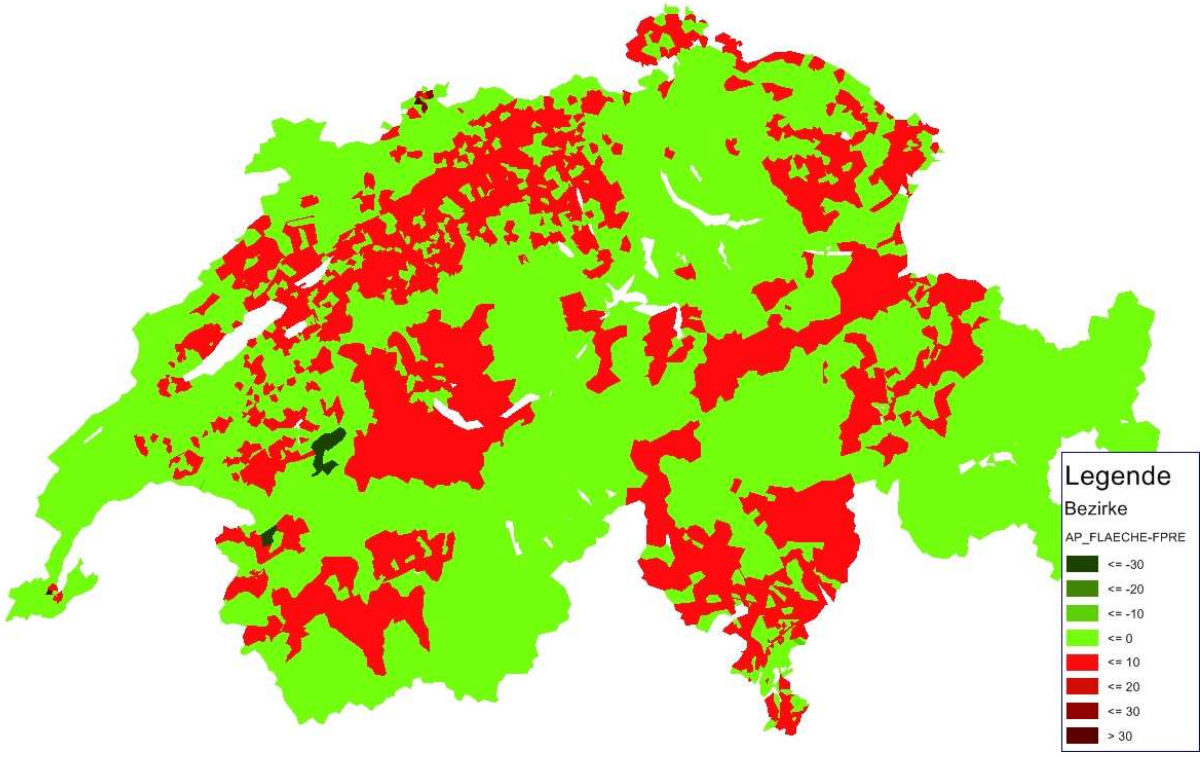


Abbildung 9 Differenzen bei den Arbeitsplätzen zwischen Siedlungsvariante 3 und Basisvariante (in %)



1.5 Nachfrageberechnungen und Nachfrageentwicklung nach Szenarien

Die Nachfrageberechnung wird mit der Verkehrsplanungssoftware VISEVA durchgeführt. Als Grundlage wird der Referenzzustand des NPVM mit schon bestehender Modellstruktur und bestehenden Modellparametern übernommen. Die Angebotsverhältnisse aus dem Referenzzustand des NPVM werden unverändert in allen hier berechneten Varianten beibehalten. Damit werden die Eingangsgrössen wie folgt aufbereitet:

- Implementierung der Raumdaten im Erzeugungsmodell
- Erstellung des Erzeugungsmodells mit 17 Quell-Ziel-Gruppen[2] anhand der je Variante veränderten Raumdaten
- Implementierung des Erzeugungsmodells (Quell- und Zielverkehrsaufkommen) und der neuen Attraktionsvektoren[3] in VISEVA

Im ersten Schritt wurden die aufbereiteten Strukturdaten plausibilisiert, um die notwendige Konsistenz zwischen den Variablen und Zonen sicherzustellen. Zusätzlich zu den drei vorgesehenen Siedlungsvarianten wurde auch die Basisvariante modelliert, um die Wirkung der Varianten ableiten zu können. Für die Berechnung der Nachfragewirkungen sind letztlich vor allem die Vergleiche der Nachfragedifferenzen zwischen der Basisvariante und den drei Siedlungsvarianten relevant.

Bei unverändertem Verkehrsangebot und konstanten Verhaltensparametern werden die Veränderungen der Verkehrsnachfrage modelliert, die sich aus den variantenspezifisch geänderten Raumdaten ergeben. Da die Eckwerte einzelnen Raumvariablen der Varianten nicht sehr stark verändert wurden, sind die Differenzen im Gesamtverkehrsaufkommen zwischen den Variantenrelativ klein (zwischen 0.01 Mil. Wege und 0.03 Mil. Wege pro Tag).

Für die berechneten Nachfragedifferenzen der Varianten sind vor allem die folgenden Variablen verantwortlich: Einwohner, Erwerbstätige, Arbeitsplätze und Auszubildende. Die weiteren Variablen, einschliesslich des Anteils Einwohner mit PW-Besitz und ÖV-Abo, sind gegenüber dem Referenzzustand unverändert geblieben; sie tragen damit nichts zu den Unterschieden bei.

---

[2] Durch Quell-Ziel-Gruppen wird die Verkehrsnachfrage in eine verhaltenshomogene Gruppe zerlegt.

[3] Durch Attraktionsvektoren werden die Strukturgrössen der Zone wie Einwohnerzahl, Erwerbstätige usw. beschrieben.

Um die Wirkung der Siedlungsentwicklung auf die Nachfrageentwicklung isolieren zu können, wird im Folgenden vor allem der Vergleich der drei Alternativszenarien mit der Basisvariante im Vordergrund stehen. Diese drei Varianten sind aus der Basisvariante abgeleitet und bilden damit die Nachfrageveränderungen ab, die nur durch die Unterschiede in der Siedlungsentwicklung verursacht werden.

Die Gesamtwirkungen der drei betrachteten Varianten bzw. Differenzen gegenüber der Basisvariante sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6 Die Gesamtwirkungen der drei betrachteten Siedlungsvarianten auf die MIV- und ÖV-Nachfrage [in %]

NPVM 2030 DWV-Modell	ÖV			MIV		
	Wege	Personen-Km	Mittlere Reiseweite	Wege	Personen-Km	Mittlere Reiseweite
Siedlungsvariante 1	+ 0.9	+ 1.3	+ 0.4	-0.5	-0.8	-0.3
Siedlungsvariante 2	+1.3	+3.9	+2.5	-0.1	0.0	+0.1
Siedlungsvariante 3	+1.9	+9.7	+7.6	+0.1	+0.9	+0.8

Aus Tabelle 6 ist festzustellen, dass durch die Siedlungsvariante 3 (Entwicklung in der Fläche) die stärkste Nachfrageveränderung im motorisierten Verkehr verursacht wird. In diesem Szenario wird die Wegelänge im ÖV, aber auch im MIV durch die verstreute Siedlungsentwicklung in ländlichen Räumen erhöht. Gleichzeitig wird die LIV-Nachfrage entsprechend der Erhöhung der ÖV- und MIV-Wege reduziert. Die Erhöhung der Wegelänge im ÖV von ca.10% ist ein wichtiges Charakteristikum dieser Variante. Dies deutet darauf hin, dass die geänderte Raumstruktur hier kaum auf die Verkehrsmittelwahl, sondern vor allem auf die Zielwahl und damit auf die Reiseweite wirkt.

Das Siedlungsvariante 1 zeigt relativ kleine Nachfragewirkungen bzw. Nachfrageveränderungen gegenüber der Basisvariante. Durch die zentralisierte Siedlungsentwicklung kommt es, anders als in Variante 3, nicht zu einer Zunahme der Wegelänge im motorisierten Verkehr (MIV und ÖV). Eine weitere Folge dieser Variante sind ein erhöhtes Nachfragepotenzial für den LIV sowie eine reduzierte Anzahl der MIV-Wege, da sich eine Verschiebung der Anteile hin zu den kürzeren Wegen ergibt. Im ÖV wird nur eine leichte Zunahme der Verkehrsnachfrage (+1.3% Pkm) verzeichnet. Hierbei muss aber auch beachtet werden, dass das städtische Verkehrsangebot im NPVM nicht vollständig abgebildet wird und damit auch die Wirkungen bei kürzeren Wegen, einschliesslich des Zonenbinnenverkehrs, nicht ausreichend genau mo-

delliert werden. Aus diesem Grund ist zu erwarten, dass die berechnete ÖV-Zunahme eher eine untere Grenze darstellt. Beim vollständig modellierten Verkehrsangebot wäre die ÖV-Zunahme vermutlich etwas höher und beim LIV etwas tiefer. Damit führt diese Variante bzw. die dabei unterstellte Siedlungsentwicklung zu einer Wegestruktur, die Verkehrsmittel des ÖV und des LIV attraktiver und solche des MIV weniger attraktiv macht.

Bei der Siedlungsvariante 2 wird die Siedlungsentwicklung verstärkt auf ländliche Zonen mit guter ÖV-Erreichbarkeit konzentriert. Dies führt zu einer stärkeren Zunahme der ÖV-Nachfrage als in der Siedlungsvariante 1 (+3.9% Pkm) und zu einer leichten Abnahme der MIV- und LIV-Nachfrage. Im MIV wird die Anzahl der Fahrten leicht reduziert, aber mit etwas erhöhter Wegelänge bleibt die Verkehrsleistung fast unverändert.

Aus Tabelle 7 ist zu sehen, dass die absolute Veränderung der Anzahl Fahrten im ÖV in den ersten zwei Varianten ähnlich ist und in der dritten Variante verdoppelt wird. Bei den ÖV-Personenkilometern sind die Unterschiede zwischen den Varianten deutlich grösser. Dies ist vor allem auf die unterschiedlichen Wirkungen in Bezug auf die Wegestruktur und das Zielwahlverhalten zurückzuführen. Hier zeigt sich vor allem in der Siedlungsvariante 3 eine starke Zunahme der Personenkilometer sowohl im ÖV als auch im MIV. Die ersten zwei Siedlungsvarianten führen zu einer Abnahme der MIV-Nachfrage, wobei die absoluten Veränderungen in Bezug auf die gesamte MIV-Nachfrage ehre minimal sind. Daraus ist zu schliessen, dass für eine stärkere Nachfragewirkung auch entsprechend radikalere Veränderungen bei den Raumcharakteristiken in den Zonen notwendig wären.

Tabelle 7 Absolute Veränderung des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistungen gegenüber dem Basisszenario 2030

NPVM 2030	Wege / Tag		Personen-Km / Tag	
DWV-Modell	ÖV	MIV	ÖV	MIV
Siedlungsvariante 1	27'463	-75'216	997'007	-1'737'751
Siedlungsvariante 2	39'963	-9'199	2'956'038	-4'931
Siedlungsvariante 3	56'149	14'607	7'379'220	1'935'026

Die Zunahme der Personenkilometer im ÖV führt auch zur Erhöhung des ÖV-Anteils am motorisierten Verkehr (MIV+ÖV) um folgende Prozentpunkte:

- Siedlungsvariante 1: +0.4%
- Siedlungsvariante 2: +0.7%
- Siedlungsvariante 3: +1.6%

1.6 Auswirkung auf die Netzbelastungen im MIV und ÖV

Die berechneten Quell-Ziel-Matrizen aller vier betrachteten Varianten werden auf die Verkehrsnetze des Referenzzustands 2030 umgelegt. Auch die Umlegungsverfahren und Umlegungsparameter werden unverändert übernommen. Durch die Umlegung der Quell-Ziel-Matrizen der betrachteten Varianten auf das jeweils gleiche Verkehrsnetz werden Routenwahlverlagerungen ausgeschlossen. Die dargestellten Belastungsdifferenzen werden damit nur aus den Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekten abgeleitet. Für die folgende Analyse sind vor allem die Differenzen in den Streckenbelastungen aussagekräftig. Deswegen werden in den folgenden Abbildungen die Belastungsdifferenzen zwischen der Basisvariante und den Siedlungsvarianten ermittelt, um die Wirkung der Varianten auf die Netzbelastungen darzustellen.

Die ermittelten Differenzen in den Streckenbelastungen des ÖV sind in Abbildung 10, Abbildung 11 und Abbildung 12 für alle drei Siedlungsvarianten dargestellt. Die Wirkungen auf die MIV-Belastungen sind in Abbildung 13, Abbildung 14 und Abbildung 15 dargestellt.

Aus Abbildung 10 und Abbildung 13 können die Wirkungen der Siedlungsvariante 1 (Urbane Verdichtung) auf die ÖV- und MIV-Streckenbelastungen abgeleitet werden. Diese Variante hat auf den Korridoren Zürich-Basel-Bern und Jurasüdfuss eine positive Nachfragewirkung sowohl im ÖV als auch im MIV. Der Hintergrund für diese Zunahme ist, dass hier neben einer konzentrierten Siedlungsentwicklung in Grossstädten auch in Mittelzentren wie Aarau, Olten, Solothurn, Biel und Neuchâtel eine positive Siedlungsentwicklung vorgesehen ist. Die stärkste Zunahme findet auf dem Abschnitt Zürich-Olten-Basel statt. Hier wird die Streckenbelastung auf den Heitersbergtunnel um ca. 12‘000 ÖV-Fahrten pro Querschnitt und Tag (+10%) und zwischen Tecknau und Olten um ca. 9‘000 ÖV-Fahrten pro Querschnitt und Tag (+14%) erhöht (siehe auch Tabelle 8). Im ÖV-Netz wird auf dem Korridor in Richtung Ostschweiz (Zürich-Winterthur-St. Gallen) sowie zwischen Lausanne und Genf eine Abnahme[4] bei den Streckenbelastungen gegenüber der Basisvariante 2030 festgestellt. Die Gründe hierfür liegen einerseits in einer geringeren Siedlungsentwicklung (Einwohner und Arbeitsplätze) gegenüber der Basisvariante und anderseits in der reduzierten Wegelänge infolge der verstärkten Zentrumsentwicklung. In ländlichen Räumen sind die Nachfrageverluste im MIV etwas höher als im ÖV.

[4] Es handelt sich dabei um eine Abnahme im Vergleich zur Basisvariante 2030. Der Vergleich bezieht sich somit nicht auf den Ist-Zustand.

Tabelle 8 Veränderung der Streckenbelastung gegenüber der Basisvariante auf einzelnen Querschnitten in % (Absolute Veränderung, ÖV-Fahrten/Querschnitt)

Querschnitt	Alternativszenario 1	Alternativszenario 2	Alternativszenario 3
Heitersberg-Killwangen	+10% (+12‘000)	+13% (+16‘000)	+26% (+31‘000)
Tecknau-Olten	+14% (+8‘800)	+10% (+5‘800)	+4% (+2‘400)
Roggwil-Herzogenbuchsee	+5% (+5‘000)	+7% (+7‘400)	+16% (+17‘400)
Egerkingen-Oensingen	+7% (+700)	+13% (+1‘240)	+35% (+3‘260)
Zofingen-Sursee	+2% (+480)	+6% (+2‘030)	+16% (+5‘200)

Bei der Siedlungsvariante 2 (Verkehrserschliessung) werden die meisten Schienenkorridore stärker belastet als bei der Siedlungsvariante 1. Die Zunahme der Streckenbelastungen im Vergleich zur Basisvariante konzentriert sich im ÖV vor allem auf die Fernverkehrskorridore. Die Ausnahme auch in dieser Variante sind die Schienenkorridore östlich von Zürich (Richtung Winterthur und Rapperswil), bei denen eine Abnahme im ÖV festzustellen ist. Durch die räumlich etwas aus den Grosszentren ausgelagerte Siedlungsentwicklung, mit einer verstärkten Entwicklung im Mittelland, wird die ÖV-Nachfrage infolge höherer Reiseweiten vor allem auf dem West-Ost-Korridor bzw. zwischen Genf und Zürich zunehmen. Auch in dieser Variante ist die Zunahme am Heitersbergtunnel mit 16‘000 ÖV-Fahrten pro Werktag (+13%) am stärksten. Im MIV-Netz ist eine leichte Zunahme der Streckenbelastungen nur im Raum „Mittelland“ festzustellen, wo auch die Siedlungsentwicklung stattfindet. Auf den restlichen Abschnitten des MIV-Netzes ist eher eine leichte Abnahme festzustellen.

Bei der Siedlungsvariante 3 (Entwicklung in der Fläche) konzentriert sich der Nachfragezuwachs im ÖV vor allem auf die Abschnitte Zürich-Solothurn-Jurasüdfuss-Genf, da diese Strecke als Durchbindungsachse zwischen ländlichen Gebieten mit verstärkter Siedlungsentwicklung und den Grosszentren als Attraktionszonen gebraucht wird. Eine erhöhte Einwohnerzahl in ländlichen Gebieten einerseits und gleichbleibende Attraktionspotenziale für Einkauf, Freizeit und Arbeiten in den Grosszentren andererseits führen zu einem erhöhten Verkehrsaufwand mit entsprechend längeren Wegen. So erhöhen sich die ÖV-Streckenbelastungen in dieser Variante z.B. am Heitersbergtunnel um 26% (gegenüber 13 % im Variante 2) oder zwischen Roggwil und Herzogenbuchsee um 16% (gegenüber 7% im Variante 2). Hier sollte beachtet werden, dass 26% mehr ÖV-Fahrten am Heitersberg ca. 31‘000 Fahrten / Tag entsprechen und eine deutliche Erhöhung der Kapazitätsauslastung bedeuten würde. Auf den Alpenübergängen bleibt die ÖV-Nachfrage am Gotthard gegenüber der Basisvariante fast

unverändert, am Lötschberg nimmt sie aber um 17% zu. Die Gründe liegen darin, dass die Produktions- und Attraktionsaufkommen im Tessin relativ konsistent sind und nicht ausserhalb bzw. mittels Verbindungen über den Gotthard ausgeglichen werden müssen. Im Wallis ist dies nicht der Fall. In den Strukturdaten nördlich des Löschbergs ist vor allem zwischen den Erwerbstätigen und Arbeitsplätzen keine Konsistenz vorhanden, so dass ein Ausgleich nur mit Zonen südlich des Lötschbergs möglich ist. Damit entstehen hier Nachfragewirkungen, die teilweise nur auf die Inkonsistenz bei der Aufbereitung der Strukturdaten zurückzuführen sind.

Da die Siedlungsentwicklung in der Siedlungsvariante 3 vor allem auf der Ost-West-Achse stattfindet, sind die Nachfrageveränderungen auf Abschnitten wie z.B. Basel-Olten (+4%) oder Zürich-Winterthur (+6%) deutlich unter dem Nachfragzuwachs zwischen Zürich und Genf. Auf den Abschnitten mit ausgeprägtem Regionalverkehr und einer in dieser Variante negativen Siedlungsentwicklung, wie z.B. am linken und rechten Zürichseeufer, entsteht eine Abnahme bei den Streckenbelastungen im ÖV.

Im MIV-Netz verändern sich die Streckenbelastungen ähnlich. Auf den wichtigsten Korridoren und vor allem auf der Mittelland-Achse ist eine leichte Zunahme der Streckenbelastungen zu verzeichnen. Andererseits wird in den Agglomerationsräumen Zürich, Genf, Lausanne, Basel und Bern eine leichte Abnahme festgestellt.

Abbildung 10 Differenz in den Streckenbelastungen ÖV:
Siedlungsvariante 1 - Basisvariante (DWV 2030)

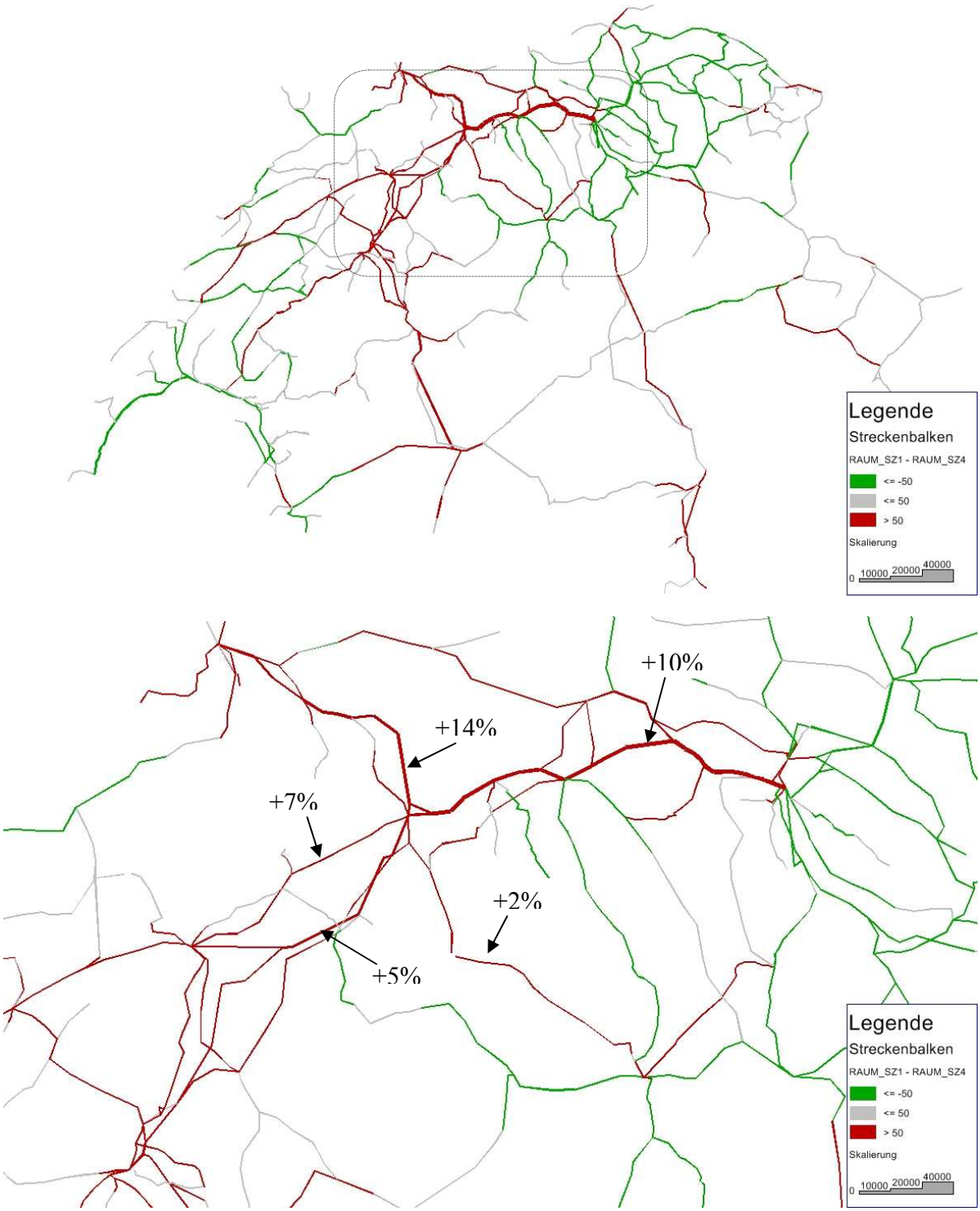


Abbildung 11 Differenz in den Streckenbelastungen ÖV:
Siedlungsvariante 2 - Basisvariante (DWV 2030)

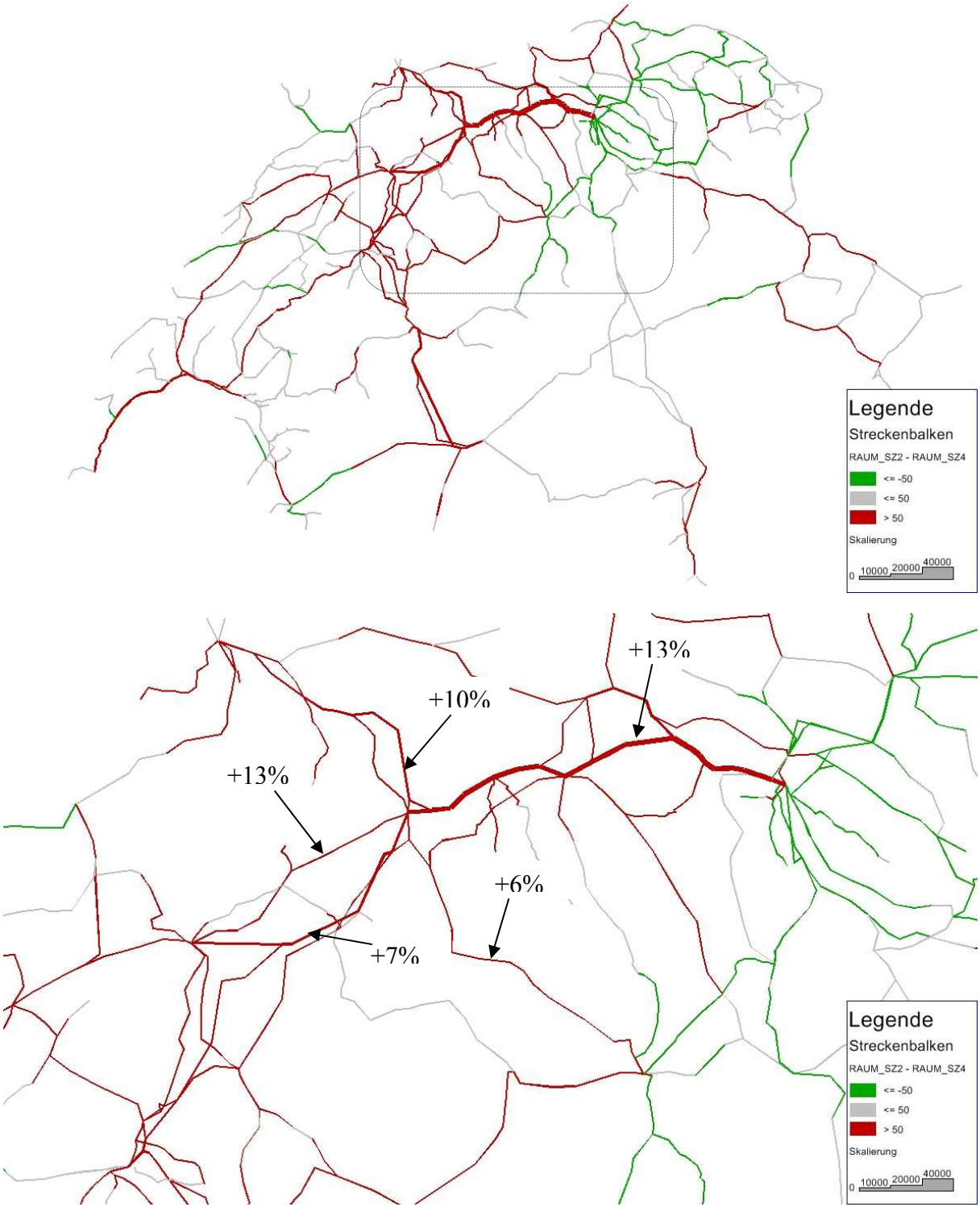


Abbildung 12 Differenz in den Streckenbelastungen ÖV:
Siedlungsvariante 3 - Basisvariante (DWV 2030)

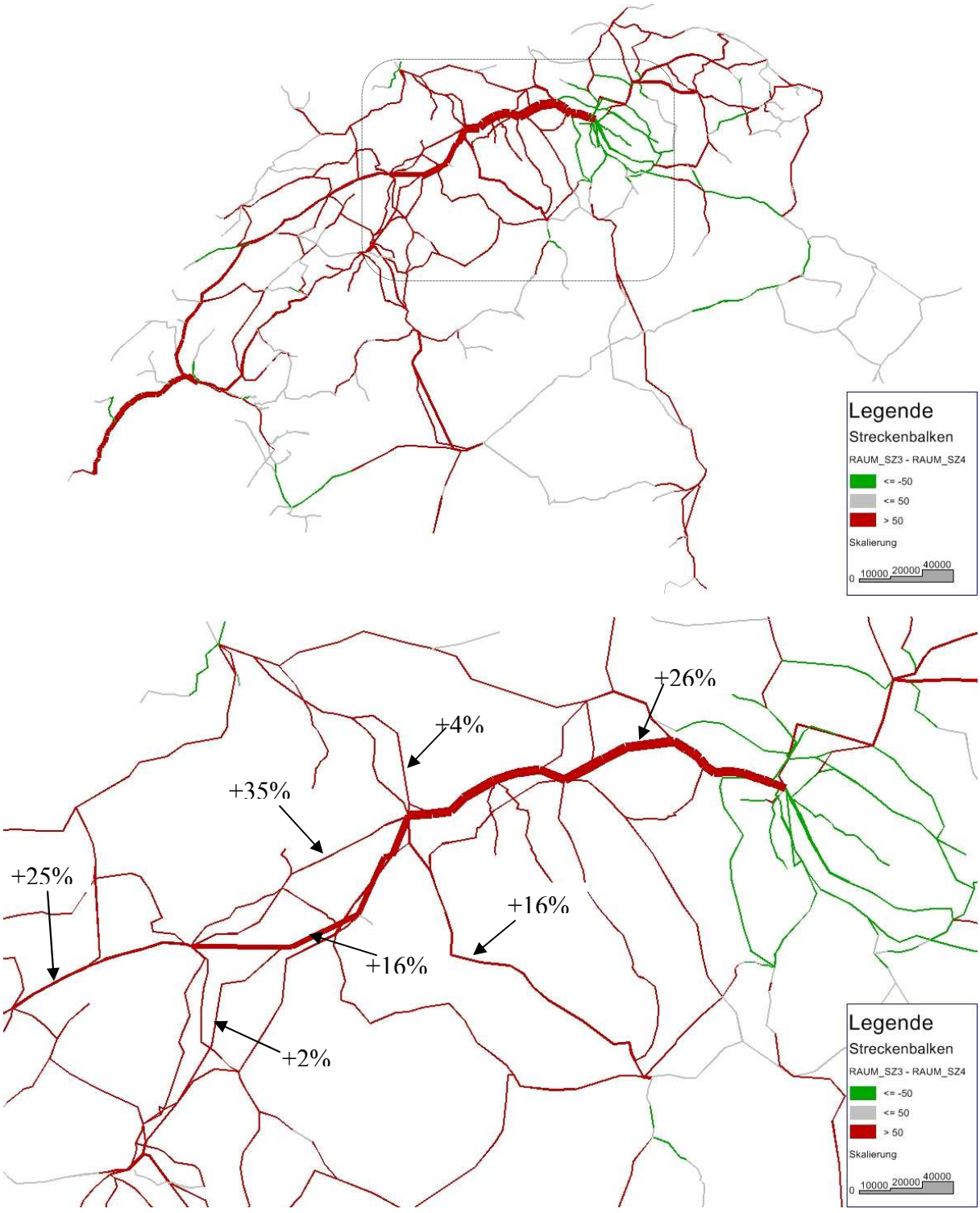


Abbildung 13 Differenz in den Streckenbelastungen MIV:
Siedlungsvariante 1 - Basisvariante (DWV 2030)

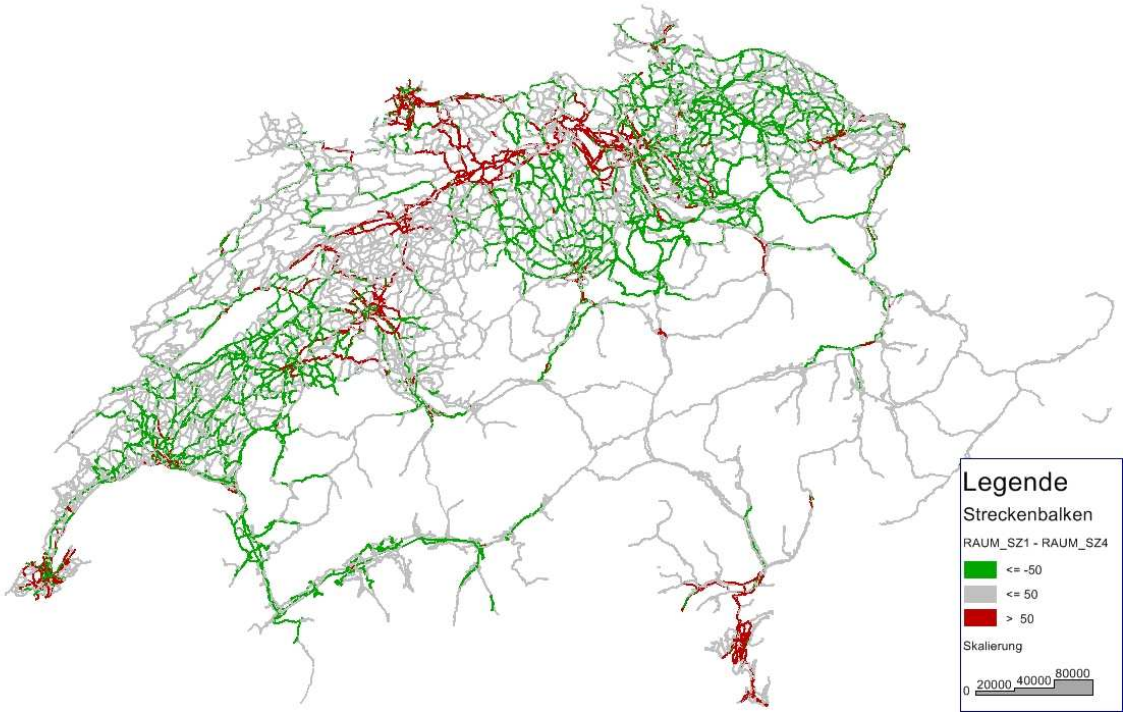


Abbildung 14 Differenz in den Streckenbelastungen MIV:
Siedlungsvariante 2 - Basisvariante (DWV 2030)

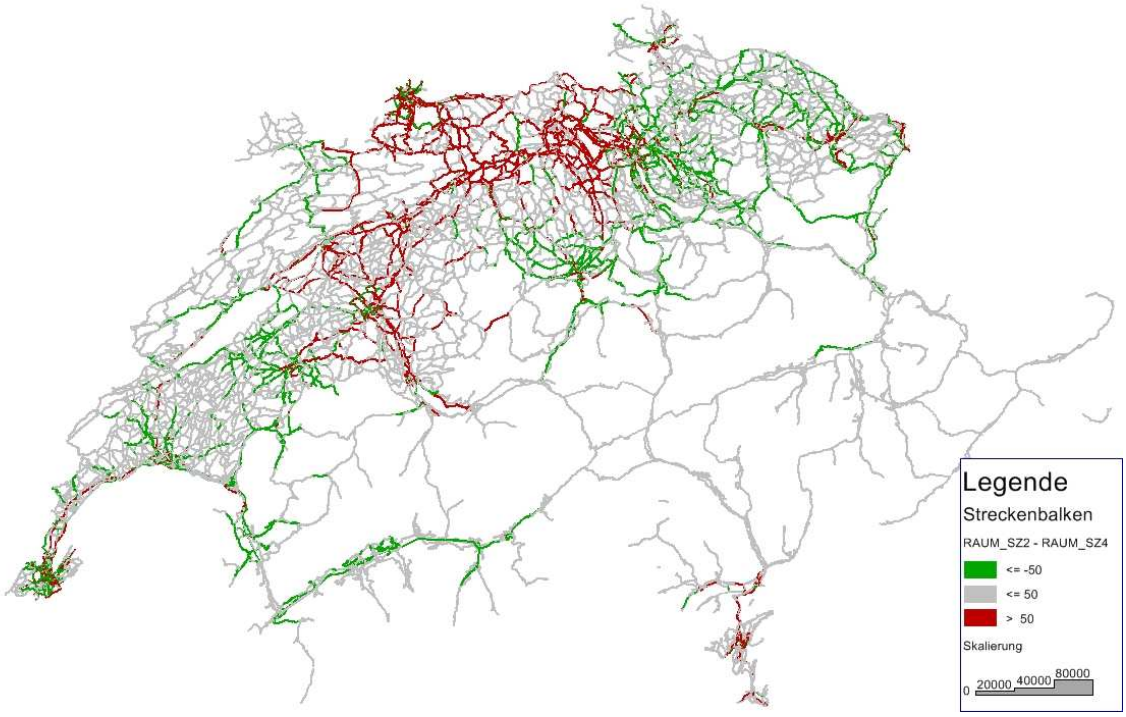
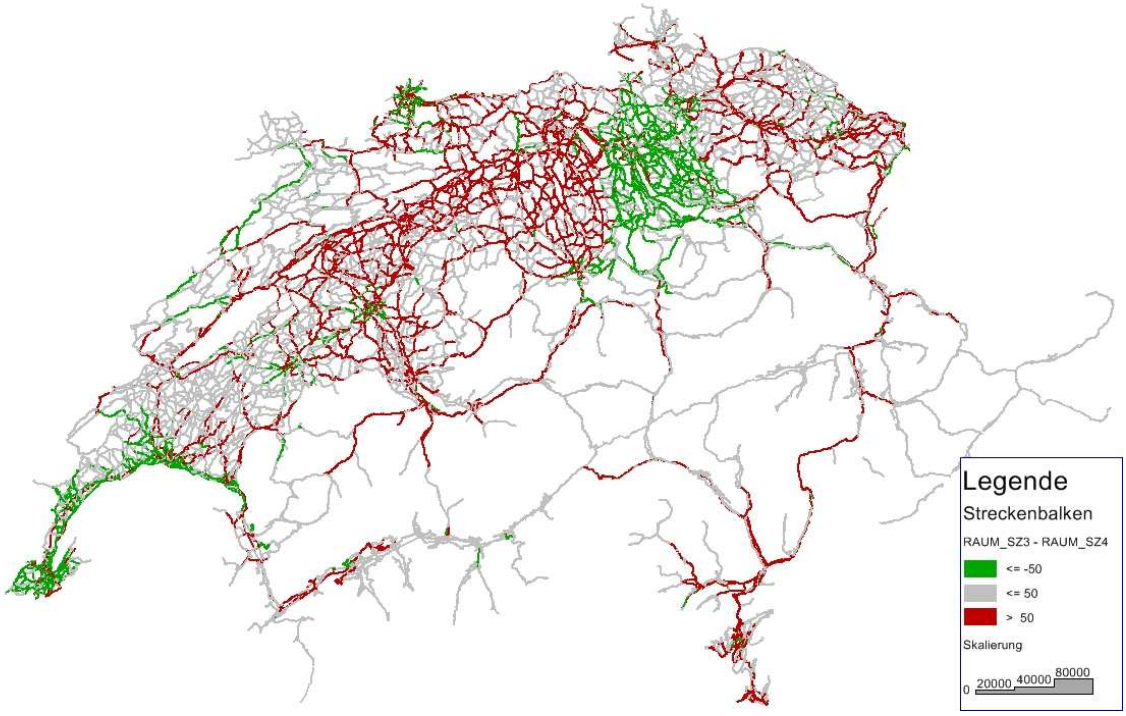


Abbildung 15 Differenz in den Streckenbelastungen MIV:
Siedlungsvariante 3 - Basisvariante (DWV 2030)



1.7 Schlussfolgerungen: Einfluss der Siedlungsentwicklung auf die Nachfrageentwicklung

Durch die Festlegung der Raumcharakteristiken bzw. Strukturdaten der Zone wird nicht nur die Verkehrsnachfrage bestimmt, sondern auch ihre Verteilung auf das Verkehrsnetz beeinflusst. Die Lokalisierung der Strukturgrössen, die für das Quellverkehrsaufkommen verantwortlich sind (z.B. Zahl der Einwohner und Erwerbstätigen) und das Zielverkehrsaufkommen beeinflussen (z.B. Einkaufsflächen, Ausbildungsplätze, Freizeitgelegenheiten) bestimmt wesentlich die Wegelänge und auch die Netzbelastung. In Basismodellen (Ist-Zustand) werden diese Komponenten durch die empirischen Daten des Mikrozensus Mobilität und Verkehr überprüft. Bei den Verkehrsprognosen ist eine plausible Konsistenz zwischen den Verursachern des Quell- und Zielverkehrsaufkommens wichtig. Da in diesem Projekt nicht alle Strukturgrössen neu berechnet, sondern teilweise aus dem Referenzzustand unverändert übernommen wurden, konnte die vorher angesprochene Konsistenz nicht vollständig sichergestellt werden. Dementsprechend müssen die ermittelten Nachfrageveränderungen der definierten Varianten vor allem auf die geänderte Verteilung der Einwohner, Erwerbstätigen und Arbeitsplätze zurückgeführt werden.

Aus den betrachteten Varianten bzw. veränderten Strukturdaten nach Varianten und den berechneten Nachfragewirkungen können folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- Durch eine verstärkte Siedlungsentwicklung nach Innen bzw. die konzentrierte Siedlungsentwicklung in den Zentren (Siedlungsvariante 1) wird die Wegelänge insgesamt reduziert und damit wird ein grösserer Anteil der Wege für den LIV und den ÖV attraktiver. Dementsprechend werden die Nachfragepotenziale für LIV und ÖV erhöht und für den MIV reduziert. Die Voraussetzung für solche Wirkungen ist, dass die Verursacher des Quellaufkommens (Einwohner, Erwerbstätige) und die Verursacher des Zielaufkommens (Arbeitsplätze, Einkauf- und Freizeitangebot) räumlich konzentriert sind. Es hat sich aber gezeigt, dass ohne entsprechende Anpassungen der räumlichen Verteilung der Attraktionsgrössen wie Einkauf- und Freizeitgelegenheiten nur beschränkte Potenziale für die Reduktion des Verkehrsaufkommens und für Modal-Split-Veränderungen bestehen.

- Die verstärkte Siedlungsentwicklung in ausserhalb von Grosszentren gelegenen Zonen mit guter ÖV-Erschliessung (Siedlungsvariante 2) führt insgesamt zu einem erhöhten Verkehrswiderstand zwischen den Produktions- und Attraktionszonen und dadurch auch zu einer Erhöhung der mittleren Reiseweite. Der zusätzliche Ver-

kehrsaufwand wird vor allem durch den ÖV übernommen, da der Besitz von Mobilitätswerkzeugen (PW und ÖV-Abos) auf dem Niveau des Referenzzustands beibehalten wurde und die Entwicklung auf die Zonen mit gutem ÖV-Angebot konzentriert ist. Damit sind in diese Variante die veränderten Wegestrukturen im Raum bzw. Zielwahleffekte dominierend. Die Modal-Split-Verhältnisse werden sehr minimal, mit insgesamt leichter Abnahme der LIV und MIV Wege, beeinflusst. Es sollte aber beachtet werden, dass in den Korridoren mit intensiverer Siedlungsentwicklung auch die MIV-Belastungen zunehmen, da dort die Gesamtnachfrage erhöht wird. Auch bei diesen Variante wurden die Attraktionsverhältnisse im Einkauf- und Freizeitangebot unverändert aus dem Referenzzustand übernommen, was der Verkehrsentwicklung und dem Wirkungspotential der Variante einen begrenzenden Rahmen setzt.

- In Siedlungsvariante 3 geht die Entwicklung der Einwohner und Arbeitsplätze verstärkt in die ländlichen Zonen (disperse Entwicklung). Auch hier werden unveränderte Attraktionsverhältnisse im Freizeit- und Einkaufsangebot angenommen. Infolge der erhöhten Einwohnerzahl in ländlichen Zonen bei gleichbleibend wichtiger Bedeutung von Grosszentren sowie der bestehenden (zentralen) Einkaufs- und Freizeitstandorte wird die mittlere Wegedistanz in dieser Variante stark erhöht. Dieser Effekt ist eindeutig auf die Bedarfsdeckung ausserhalb und entfernt von den ländlichen Entwicklungszonen zurückzuführen. Aus diesem Grund werden die Verkehrsleistungen sowohl im ÖV als auch im MIV erhöht und die Summe der LIV-Wege reduziert. Da die Siedlungsentwicklung in der hier betrachteten Variante ebenfalls in Zonen mit gutem ÖV-Angebot stattfindet, wird der grössere Anteil der zusätzlichen Verkehrsleistung vom ÖV übernommen. Durch die erhöhte Wegedistanz nehmen entsprechend auch die Streckenbelastungen zu.

Teil II: Einfluss des Verkehrsangebots auf die Verkehrsentwicklung

1.1 Einleitung

Für die Analyse der Varianten zur Angebotsentwicklung stellt der Referenzzustand 2030 die wesentliche Bezugsgrösse dar. In diesem Arbeitsschritt werden vier verschiedene Varianten von Angebotsmassnahmen betrachtet. Für diese vier Varianten werden die Strukturdaten, einschliesslich Daten zu den Mobilitätswerkzeugen, sowie die Modellparameter und weitere Randbedingungen unverändert aus dem Referenzzustand übernommen. Das Ziel ist, die isolierte Wirkung von unterschiedlichen Angebotsmassnahmen im ÖV auf die Nachfrageentwicklung zu ermitteln. Diese Angebotsmassnahmen im Fern- bzw. Regionalverkehr lassen sich in die beiden Stossrichtungen „Beschleunigung“ (höhere Geschwindigkeiten, daher kürzere Fahr- oder Zugangszeiten) und „Kapazität“ (mehr Züge, daher kürzerer Takt und grösseres Sitzplatzangebot) einteilen. Die vier Angebotsvarianten werden wie folgt grob formuliert:

- Angebotsvariante 1: Schnellbahn Zürich-Bern
- Angebotsvariante 2: Beschleunigung Fernverkehr
- Angebotsvariante 3: Kapazität Fernverkehr: Halbierung der Takte im Fernverkehr
- Angebotsvariante 4: Verbesserungen der Zugangszeiten und Taktverdichtung auf dem Schienennetz für den S-Bahn und Regionalverkehr.

Die genauere Beschreibung befindet sich im nachfolgenden Kapitel.

Für die verschiedenen Angebotsvarianten wurden die entsprechenden Kenngrössen in der Verkehrsmodellierungssoftware VISUM berechnet und gegenüber dem Referenzzustand verglichen und plausibilisiert. Durch die festgelegten vier Angebotsvarianten haben sich die Beförderungszeit (Fahrzeit und Umsteigezeit inklusive Fusswegzeit), der Takt, die Umsteigezahl und die Anbindungszeiten verändert.

Die Beförderungszeiten müssen aus der Fahrzeit, der Umsteige- und Gehzeit zusammengestellt werden, da die vollständigen Fahrpläne im ÖV für das Prognosejahr 2030 nicht vorhanden sind (nur der SBB Systemfahrplan liegt als Referenzzustand vor). Dadurch ist die Konsistenz der untergeordneten Zubringerlinien und die Plausibilität der Umsteigezeiten nicht sichergestellt. In diesem Fall kann die Beförderungszeit (Fahrzeit im Fahrzeug, Geh- und Umsteigezeit) nicht direkt aus VISUM übernommen werden.

Es wird die Annahme getroffen, dass in den Angebotsvarianten 1 und 2 die Umsteige- und Gehzeiten unverändert wie im Basiszustand (2007) bleiben und die Fahrzeit aus der betrachteten Angebotsvariante ermittelt wird. In den Angebotsvarianten 3 und 4 werden zusätzlich auch die Differenzen zwischen Angebotsvariante und Referenzzustand bei den Umsteigezei-

ten berücksichtigt. Denn durch die Taktverdichtungen und die dadurch verursachten Veränderungen bei der Verbindungssuche werden auch die Umsteigezeiten beeinflusst.

Die Beförderungszeiten werden für die Prognosezustände wie folgt berechnet:

Beförderungszeit_Angebotsvariante =

Fahrtzeit_Angebotsvariante

+ Umsteigezeit_2007

+ Gehzeit_2007

+ (Umsteigezeit_Angebotsvariante – Umsteigezeit_Referenzzustand)
unter der Bedingung, dass (Umsteigezeit_Angebotsvariante – Umsteigezeit_Referenzzustand) < (Umsteigezeit_2007 + Gehezeit_2007) ist.

Mit diesem Ansatz wird sichergestellt, dass nur vorgesehene Angebotsveränderungen in den Kenngrössen auch ausgedrückt sind und die Umsteigeverhältnisse aus dem Basiszustand 2007 als Grundlage beibehalten werden. Der Takt und die Anzahl Umsteigevorgänge werden aus dem Umlegungsmodell ausgeschrieben und plausibilisiert. Für die Berechnung des Taktes wird die in VISUM definierte Variable „erweiterte Anpassungszeit“ (MEAP) verwendet. Die Angebotsqualität innerhalb von Grossstädten wird in allen Varianten gleich gehalten. In der vierten Variante werden die Zugangs- und Abgangszeiten allgemein gegenüber dem Referenzzustand um 25% reduziert. *Die Zu- und Abgangszeiten im nationalen Personenverkehrsmodell*[5] *sind entsprechend der Netz- und Zonendichte insbesondere bei den Mittelstädten eher als Zubringerzeiten zum Bahnhof zu verstehen. Damit werden diese Zeiten aus der Fuss- und Buszeit zusammengesetzt.*

Die plausibilisierten Kenngrössen werden in den VISEVA-Referenzzustand 2030 importiert, um die Nachfrageströme nach Verkehrsmitteln und Quell-Ziel-Gruppen zu berechnen.

[5] Siehe auch Bericht: ARE (2006) Erstellung des nationalen Personenverkehrsmodells für den öffentlichen und privaten Verkehr 2000 – Modellberechnungen. Bern

1.2 Überblick über die Angebotsvarianten

Die vier Angebotsvarianten werden wie folgt grob formuliert:

1. **Schnellbahn Zürich-Bern:** Reisezeitverkürzung zwischen Zürich und Bern auf 28 Minuten für die ohne Zwischenhalt geführten Fernzüge durch eine neue Trasse von Zürich-Altstetten nach Roggwil BE. Die Züge Basel-Zürich werden auch über die neue Trasse geführt. Das restliche Angebot bleibt konstant.
2. **Beschleunigung im Fernverkehr:** Reisezeitverkürzungen um rund 20% im Fernverkehr in mehreren Korridoren durch die Realisierung von verschiedenen geplanten Tunnelprojekten wie Zimmerberg II, Wisenberg, Heitersberg II, Brüttener Tunnel sowie mit nicht näher definierten Projekten mit dem Fokus auf Fahrzeitverkürzungen
3. **Kapazität Fernverkehr:** Halbierung der Takte im Fernverkehr
4. **Verbesserungen der Zugangszeiten und Taktverdichtung auf dem Schienennetz für den S-Bahn und Regionalverkehr**: Halbierung der Takte im Regionalverkehr auf der Schiene. Verringerung der Zugangszeiten

Die einzelnen Stossrichtungen wurden im ÖV-Netz des Referenzzustands ZEB 2030 aufgebaut. Die Angebotskonzepte verstehen sich als Umsetzung von Stossrichtungen und nicht als durchstrukturierte und koordinierte Fahrpläne. Die Angebotsvarianten verstehen sich als Stossrichtungen und wurden weder auf ihre Machbarkeit noch auf ihre Finanzierbarkeit untersucht.

1.3 Beschreibung der Angebotsvarianten

Die vier Varianten der entwickelten Stossrichtungen werden im Detail wie folgt formuliert:

Angebotsvariante 1: Schnellbahn Zürich-Bern (Variante von Perrelet und Bossard[6])

Infrastrukturbauwerke: Neubau Zürich Altstetten-Roggwil BE und Upgrade der Strecke Rothrist-Mattstetten auf 250-300km/h.

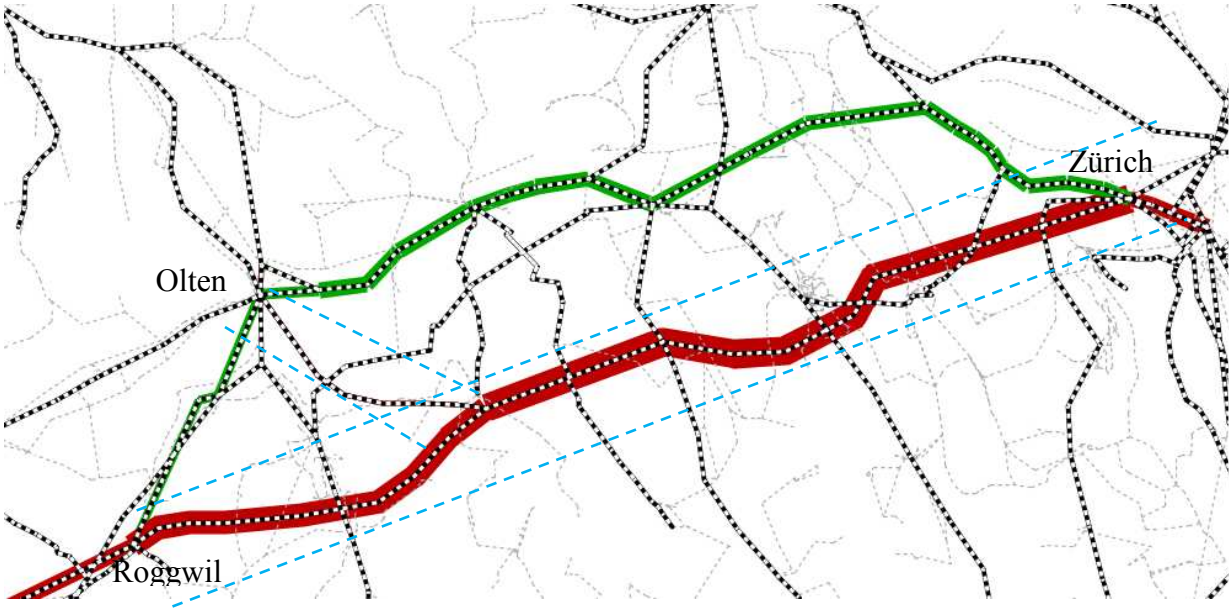
Reisezeitverkürzung zwischen Zürich und Bern auf 28 Minuten, für die ohne Zwischenhalt geführten Fernzüge durch eine neue Trasse von Zürich-Altstetten nach Roggwil BE. Die Fernzüge ohne Zwischenhalt Basel-Zürich werden auch über die neue Trasse geführt und ihre Fahrzeit verringert sich damit. Zusätzlich profitieren die Züge Basel – Bern und Luzern-Bern von der verbesserten Neubaustrecke Rothrist-Mattstetten. Die vorgeschlagenen Fahrzeiten sind in Tabelle 9 aufgeführt und eine graphische Darstellung in Abbildung 16. Das restliche Angebot bleibt konstant.

Tabelle 9 Fahrzeitenveränderungen Schnellbahn

Relation	ZEB I	Schnellbahn	Diff.
Bern-Zürich	54 min	28 min	-48%
Basel-Zürich	48-49 min	42 min	-14%
Bern-Basel	51 min	42 min	-18%
Bern-Luzern	60 min	51 min	-15%

[6] Sonntagszeitung, 18.Juli 2010

Abbildung 16 Schnellbahn Zürich – Bern: Streckenverlauf



Angebotsvariante 2: Beschleunigung Fernverkehr

Hier werden die Projekte aus Bahn 2030 alle Varianten zusammengefasst (Var. 12 Mia.: Ausbau Bern – Lausanne und Ausbau Zürich – St. Gallen; Var. 21 Mia.: Zimmerbergtunnel II; Var. Zusatz: Wisenbergtunnel und Tiefbahnhof Luzern), welche Beschleunigungen im Fernverkehr ermöglichen. Zusätzlich wird die Geschwindigkeit auf den verbleibenden Hauptachsen vorrangig in West-Ost-Richtung um ca. 20% erhöht. Die angenommenen ÖV-Fahrzeiten sind in Tabelle 10 dargestellt.

Die Beschleunigungsmassnahmen stellen ein Gedankenexperiment dar, um die technisch ohne grossräumige Neubauten möglichen Fahrzeiten auf ihre Nachfragewirkungen hin zu analysieren.

Tabelle 10 Fahrzeitenveränderungen Beschleunigung Fernverkehr

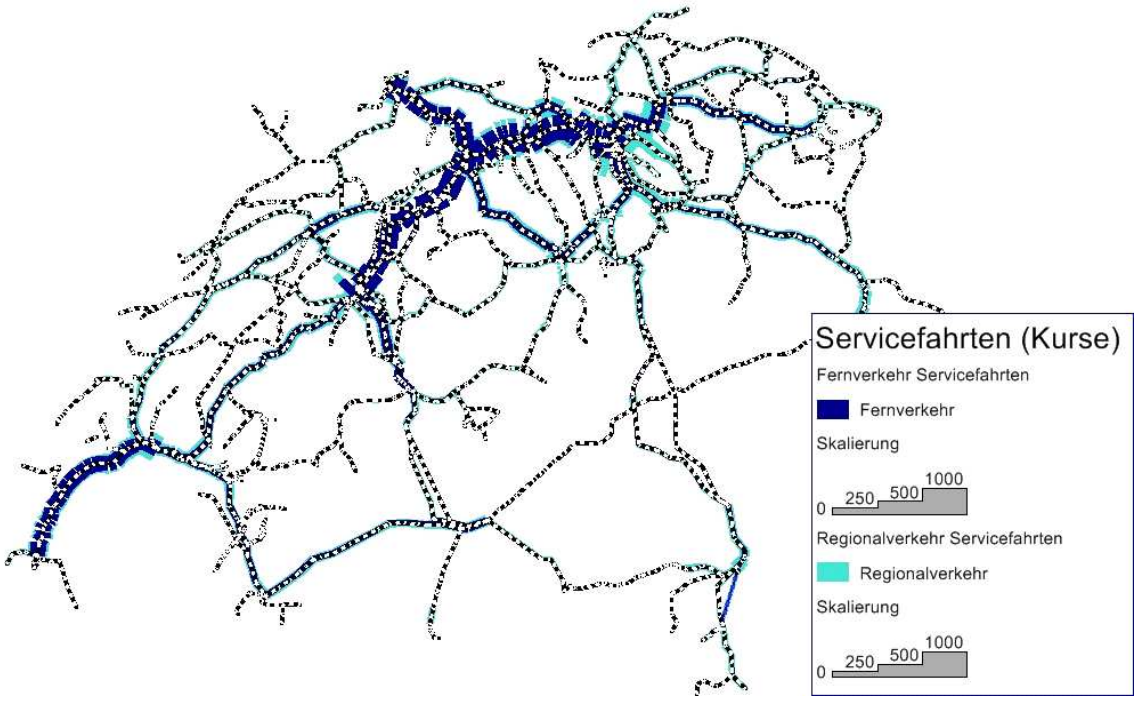
Relation	ZEB I	Beschleunigung	Diff.
Bern – Lausanne	58 min	50 min	-14%
Zürich – St. Gallen	58 min	50 min	-14%
Zürich-Zug-Luzern	45 min	35 min	-22%
Basel-Olten	23 min	17 min	-26%
Olten – Luzern	33.5 min	28 min	-16%
Zürich – Chur	1 h 15 min	58 min	-23%
Biel-Neuchâtel-Yverdon-Lausanne	56 min	46 min	-18%
Zürich-Bern	54 min	44 min	-19 %
Bern-Olten	26 min	20 min	-23 %
Genf-Lausanne	30 min	26 min	-13 %

Die Haltezeiten in den Bahnhöfen werden gegenüber ZEB nicht verändert.

Angebotsvariante 3: Kapazität Fernverkehr

Die Takte im Fernverkehr (SBB-Zugskategorien A und B) werden halbiert bzw. die Anzahl der Züge wird verdoppelt. Die Anzahl Servicefahrten (Kurse) pro Tag und Strecke ist in Abbildung 17 graphisch dargestellt.

Abbildung 17 Kapazität Fernverkehr (Anzahl FV-Züge verdoppelt)



Angebotsvariante 4: Verbesserungen der Zugangszeiten und Taktverdichtung im Regionalverkehr:

Für die Stossrichtung „Kapazität Regionalverkehr“ werden zwei Massnahmenpakete kombiniert:

A) Eine Takthalbierung auf dem Schienennetz für den S-Bahn und Regionalverkehr (SBB-Zugskategorie C und D) erfolgt, um die Attraktivität des ÖV gegenüber dem MIV im Regionalverkehr zu erhöhen. Es wird angenommen, dass Beschleunigungsmassnahmen im Regionalverkehr kaum möglich sind. Die Anzahl der Servicefahrten (Kurse) pro Tag und Strecke ist in Abbildung 18 dargestellt.

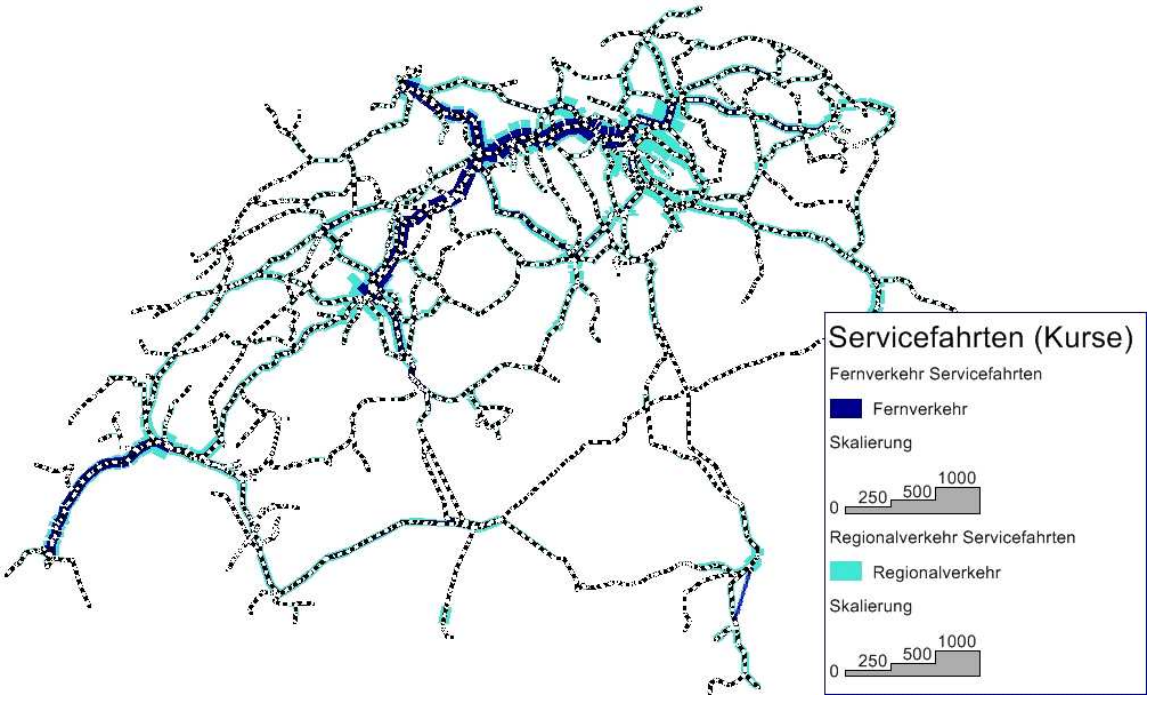
B) Eine generelle Verringerung der Zugangszeiten um 25%, um eine starke Angebotsverbesserung der Zubringerverkehre und zusätzliche Haltestellen abzubilden. Diese Verbesserungen können nur generalisiert über die Zugangszeiten abgebildet werden und umfassen Massnahmen (nicht abschliessend) wie:

- zusätzliche Buslinien und Haltestellen

- mehr Kurse auf bestehenden Zubringerlinien (Bus)
- zusätzliche Stadtbahnlinien in den Agglomerationen wie z.B. Glattalbahn
- zusätzliche S-Bahn- bzw. Regionalverkehrshaltestellen
- verbesserte Schnittstelle Schiene-Zubringer
- Busbeschleunigungen
- verbesserte Zugänglichkeit der Bahnhöfe für den Fuss- und Veloverkehr (inkl. Bike+ Ride-Anlagen) und
- zusätzliche Park+Ride-Anlagen in ruralen Gebieten.

Mit der bestehenden Zonierung und Netzdichte des NPVM bewegen sich die Zugangszeiten bei den meisten Zonen zwischen 5 Minuten (dichte Zonierung in Städten) und 12 Minuten (ländliche Zone). Damit bedeutet diese Massnahme eine Reduktion der Zugangs- bzw. Abgangszeit um ca. 2 bis 4 Minuten. Da dies sowohl die Quell- (Zugang) als auch Zielzone (Abgang) betrifft, beträgt die Reduktion pro Beziehung bzw. Fahrt im Durchschnitt zwischen 4 und 8 Minuten.

Abbildung 18 Kapazität Regionalverkehr



1.4 Nachfrageberechnung und Nachfrageentwicklung nach Angebotsvarianten

Bei der Nachfrageberechnung wird das Nachfragemodell VISEVA aus dem Referenzzustand 2030 übernommen und durch die entsprechenden Angebotskenngrössen der Angebotsvarianten erweitert. Damit bleiben die raum- und soziodemographischen Verhältnisse gegenüber dem Referenzzustand unverändert. Die Nachfrageveränderungen werden daher nur durch die geänderten Angebotsverhältnisse verursacht. Nach Variante werden folgende Angebotsvariablen neu berechnet:

- Schnellbahn Zürich-Bern: Fahrzeit im Fahrzeug, Takt und Umsteigezahl
- Beschleunigung Fernverkehr: Fahrzeit im Fahrzeug, Takt und Umsteigezahl
- Kapazität Fernverkehr: Takt, Umsteigewartezeit, Umsteigezahl
- Verbesserungen der Zugangszeiten und Taktverdichtung im Regionalverkehr: Takt, Umsteigewartezeit, Umsteigezahl, Zu- und Abgangszeit

Zusätzlich wird aus der vierten Angebotsvariante „Zugangszeiten/Regionalverkehr“ eine fünfte Variante ohne Veränderung der Zugangszeiten, d.h. nur mit Taktverdichtung im Regionalverkehr definiert. Da die Bewertungsfaktoren in VISEVA auf der Beförderungszeit basieren, werden die Beförderungszeiten pro Variante aus den Fahrzeiten im Fahrzeug sowie den Umsteige- und Fusswegzeiten neu berechnet. Die weiteren Angebotsvariablen im MIV, ÖV und LIV werden aus dem Referenzzustand unverändert übernommen. Die Veränderung der Angebotsvariablen nach einzelnen Angebotsvarianten ist in folgender Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11 Veränderung der Eingangsdaten nach Angebotsvarianten

Einflussfaktor	Schnellbahn Zürich-Bern	Beschleunigung Fernverkehr	Kapazität Fernverkehr	Zugangszeit/ Regionalverkehr
Raumdaten	RZ	RZ	RZ	RZ
Verhaltensparameter	RZ	RZ	RZ	RZ
Mobilitätsraten	RZ	RZ	RZ	RZ
Verkehrsangebot Strasse	RZ	RZ	RZ	RZ
Verkehrsangebot LIV	RZ	RZ	RZ	RZ
Fahrzeit ÖV	Verändert	Verändert	RZ	RZ
Umsteigezeit ÖV	RZ	RZ	Verändert	Verändert
Umsteigezahl ÖV	Verändert	Verändert	Verändert	Verändert
Takt ÖV	Verändert	Verändert	Verändert	Verändert
Zugangszeit ÖV	RZ	RZ	RZ	Verändert
Reisekosten	RZ	RZ	RZ	RZ

RZ = Referenzzustand VM-UVEK

Für alle vier Varianten sind die Auswirkungen der vorgesehenen Angebotsveränderungen auf die Verkehrsnachfrage zu ermitteln. Diese sind in zwei Schritten zu erstellen:

- Auswirkungen auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl
- Auswirkungen auf die Routenwahl

Im ersten Schritt sind durch die Anwendung des Nachfragemodells VISEVA die Auswirkungen auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl zu berechnen. Die Berechnungen werden für alle 17 Quell-Ziel-Gruppen durchgeführt. Die ermittelten Quell-Ziel-Matrizen werden anschliessend nach drei Verkehrsmitteln aggregiert.

Aus den ermittelten Quell-Ziel-Matrizen der einzelnen Angebotsvarianten und Quell-Ziel-Matrizen des Referenzzustands wird die relative Nachfragedifferenz erstellt. Aus dieser Matrix und der hochgerechneten Gesamtmatrix des Referenzzustands 2030 ergibt sich die Gesamtmatrix der Angebotsvariante. Diese wird im darauf folgenden Schritt auf das Verkehrsnetz umgelegt und ausgewertet.

Das Nachfragewachstum des Referenzzustands gegenüber dem Jahr 2005 ist in folgender Tabelle 12 sowie in den Abbildungen 196 und 207 zusammengestellt, da die berechneten Nachfrageveränderungen als Differenzen gegenüber dem Referenzzustand 2030 dargestellt werden. Jede weitere Dokumentation des Referenzzustands inklusiv Annahmen und Ergebnissen ist aus dem Bericht des nationalen Personenverkehrsmodells 2030 zu entnehmen.

Tabelle 12 Relative Veränderung des Verkehrsaufkommen und der Verkehrsleistung im Referenzzustand 2030 gegenüber 2005

Binnen- und Aussenmatrix	ÖV	MIV	
	[Wege]	[Wege]	[PW-Fahrten]
	Veränderung 2030 / 2005		
Verkehrsaufkommen	37.6%	19.6%	23.6%
Verkehrsleistung	61.6%	21.1%	26.7%

Hier ist wichtig zu berücksichtigen, dass im Referenzzustand 2030 die ÖV-Verkehrsleistung gegenüber dem Jahr 2005 um 62% wächst und die PW-Fahrleistung um 27%. Damit ist in folgenden Analysen zu beachten, ob die Ergebnisse als Differenzen gegenüber dem Referenzzustand 2030 oder als absolute Netzbelastung dargestellt sind. Dementsprechend sind auch die Ergebnisse und die Gesamtmenge der einzelnen Variante mit oder ohne Berücksichtigung der Ergebnisse des Referenzzustand 2030 zu interpretieren.

Abbildung 19 Veränderung von Nachfragebelastungen im ÖV 2030 – 2005:
Absolute Differenz (Personenfahrten / Querschnitt, Werktag)

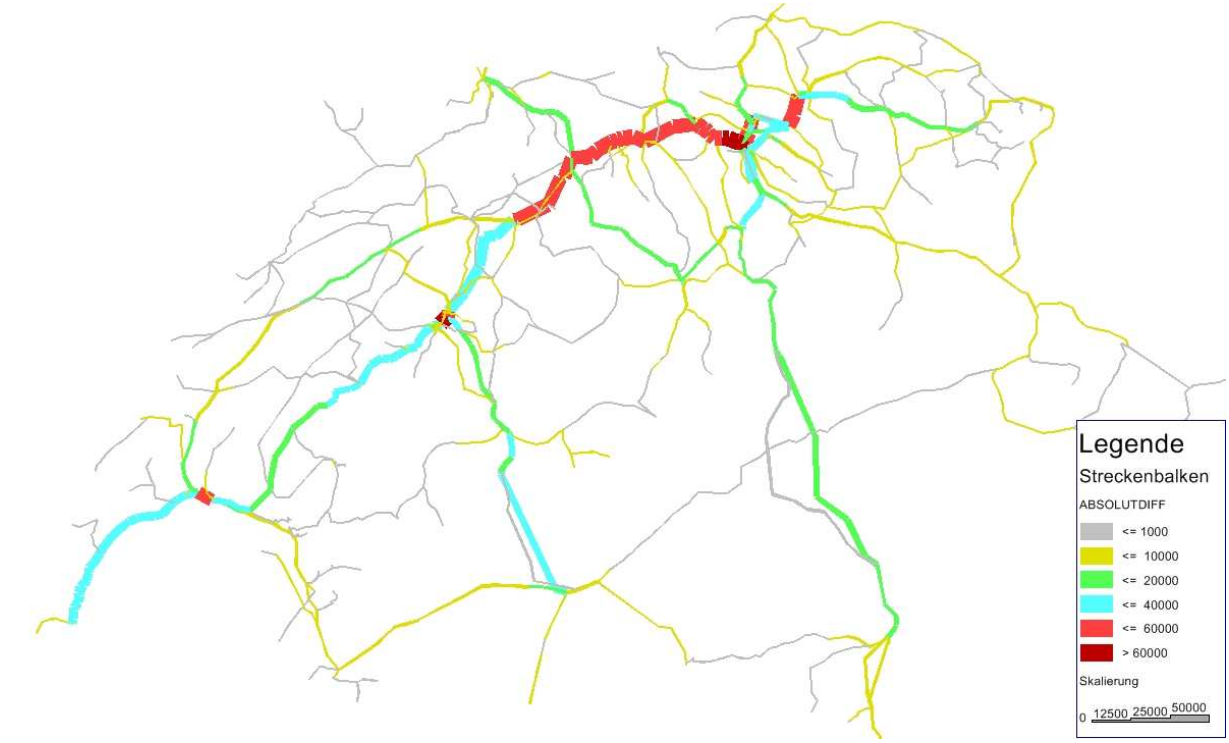
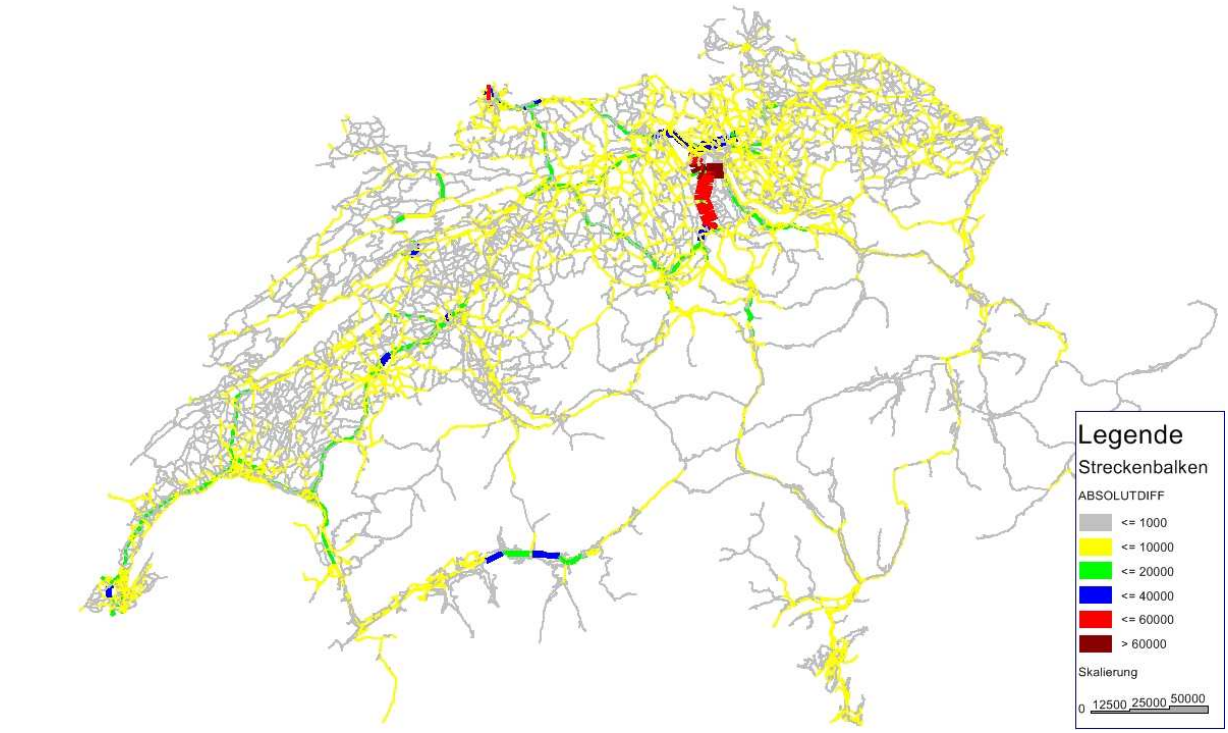


Abbildung 20 Veränderung von Nachfragebelastungen im MIV 2030 – 2005:
Absolute Differenz (PW / Querschnitt, Werktag)



1.5 Zusammenfassung der Modellergebnisse nach Angebotsvarianten

Aus den berechneten Quell-Ziel-Matrizen im Binnenverkehr in VISEVA für die jeweilige Angebotsvariante und den Gesamtmatrizen sowie den VISEVA-Matrizen des Referenzzustands (inkl. Aussenverkehr) wurden die Gesamtmatrizen der einzelnen Angebotsvarianten erstellt.

Im ersten Schritt wird die Veränderung der Gesamtnachfrage d.h. der Quell-Ziel-Matrizen nach Varianten und Verkehrsmitteln (MIV und ÖV) betrachtet, um die Wechselwirkungen zu analysieren. Die Eckwerte des Verkehrsaufkommens, der Verkehrsleistung und die mittlere Reiseweite sowie Veränderungen gegenüber dem Referenzzustand nach einzelnen Angebotsvarianten sind in der folgenden Tabelle 13 dargestellt. Hier ist zu beachten, dass sich die Verkehrsleistungen sowie mittlere Reiseweiten auf das schweizerische Verkehrsnetz beschränken.

Tabelle 13 Veränderung des Verkehrsaufkommens und Verkehrsleistung gegenüber Referenzzustand 2030

NPVM 2030 DWV-Modell	ÖV Wege (Mio.)	ÖV Personen-Km (Mio.)	ÖV Mittlere Reiseweite	MIV Wege (Mio.)	MIV Personen-Km (Mio.)	MIV Mittlere Reiseweite
Referenzzustand 2030	2,85	71,0	24,8	14,4	217,0	15,0
Schnellbahn Zürich-Bern	2,90	78,0	26,9	14,4	216,4	15,0
Beschleunigung Fernverkehr	2,92	77,0	26,3	14,4	215,9	15,0
Kapazität Fernverkehr	2,99	79,9	26,8	14,3	214,6	15,0
Kapazität Regional-verkehr/Zugangszeit	3,57	85,9	24,1	13,8	206,8	15,0
Nur Kapazität Regi-onalverkehr	3,14	77,0	24,5	14,2	212,8	15,0
Veränderung gegenüber Referenzzustand 2030 in %						
Schnellbahn Zürich-Bern	1.7	10.1	8.3	-0.1	-0.1	0.0
Beschleunigung Fernverkehr	2.5	8.7	6.1	-0.2	-0.3	-0.1
Kapazität Fernverkehr	4.8	12.9	7.7	-0.6	-0.9	-0.3
Kapazität Regional-verkehr/Zugangszeit	25.3	21.3	-3.1	-4.6	-4.5	0.1
Nur Kapazität Regi-onalverkehr	10.1	8.7	-1.3	-1.7	-1.8	0.0

- Die in Tabelle 13 dargestellten Gesamtwirkungen auf den ÖV und MIV zeigen, dass die ersten drei Varianten „Schnellbahn Zürich-Bern“, „Beschleunigung Fernverkehr“ und „Kapazität Fernverkehr“ eine relativ kleine Wirkung auf die Veränderung des Verkehrsaufkommens haben. Sie führen aber zur Erhöhung der mittleren Reiseweite und damit auch zur Erhöhung der Verkehrsleistung im ÖV. Dies hat zur Folge, dass sich die Anzahl MIV- und LIV-Fahrten entsprechend reduziert. Diese Wirkungen sind eine klare Folge der verbesserten ÖV-Angebotsqualität im Fernverkehr, die dann zu einer Veränderung der Ziel- und Verkehrsmittelwahlverhältnisse führt. Da der ÖV im Fernverkehr schon einen dominierenden Anteil besitzt, sind die Verlagerungen des MIV beschränkt und somit die Zielwahleffekte entscheidend. Damit gewinnt der ÖV vor allem im Fernverkehr an zusätzlichen Fahrten. Diese Effekte sind zweistufig zu betrachten:

a) Durch ein besseres ÖV-Angebot im Fernverkehr gewinnen die längeren Fahrten auf den betroffenen Relationen gegenüber den kürzeren Wegen an Bedeutung, d.h. die zusätzlichen Fahrten bei den Relationen mit verbesserter Angebotsqualität werden durch die entsprechende Reduktion der Fahrten an Relationen mit unveränderter Angebotsqualität generiert. Hierbei werden vor allem LIV-Fahrten reduziert, da diese Fahrten im Vergleich mit anderen Verkehrsmitteln eine schlechtere Angebotsqualität besitzen.

b) Auf der Ebene der Verkehrsmittelwahl gewinnt der ÖV sowohl gegenüber dem MIV als auch gegenüber dem LIV an Anzahl Fahrten, da die Angebotsqualität bei diesen zwei Verkehrsmitteln unverändert bleibt.

- Weiterhin zeigt Tabelle 13, dass die Angebotsvariante mit Verbesserungen der Zugangszeiten und Taktverdichtungen im Regionalverkehr die stärkste Nachfragewirkung zeigt: Die ÖV Nachfrage erhöht sich um 25% gegenüber dem Referenzzustand 2030. Dabei ist zu beachten, dass hierbei im ÖV vor allem kürzere Wege (unter 20 km) neu generiert werden und diese vor allem auf die Verlagerung vom MIV zurückzuführen sind. Dadurch reduziert sich die MIV-Nachfrage um beachtliche 4.6% oder 660‘000 Wege pro Werktag, dies entspricht ca. 480‘000 PW-Fahrten.

- Die ersten zwei Varianten mit Reisezeitverkürzung zeigen eine sehr geringe Verlagerung von MIV auf ÖV. In beiden Varianten wird die zusätzliche ÖV-Nachfrage vor allem durch die gleichzeitige Veränderung von Ziel- und Verkehrsmittelwahl generiert. Es findet eine neue Verteilung der Verkehrsnachfrage unter veränderten Angebotsverhältnissen zwischen den Verkehrsmitteln statt. Die durch das verbesserte ÖV-Angebot generierte Zusatznachfrage im ÖV basiert auf der Reduktion der LIV-Nachfrage und einer Erhöhung der Wegelänge im ÖV. Solche Verhaltensveränderungen wurden in der Vergangenheit bei den Infrastrukturmassnahmen und zuletzt auch beim Ausbau der Bahn 2000 als „typische“ Nachfragereaktionen festgestellt. In beiden Varianten erhöht sich die mittlere Wegelänge im ÖV gegenüber dem Referenzzustand um 6% bzw. 8%.

- Die dritte Variante mit Taktverdichtungen im Fernverkehr zeigt einen stärkeren Verlagerungseffekt vom MIV auf den ÖV als die Varianten mit Reisezeitverkürzung. Bei 13% höherer ÖV-Leistung reduziert sich die MIV-Leistung um 1%. Aber auch in dieser Variante wird die zusätzliche Verkehrsleistung vor allem durch die verlängerte Reiseweite erreicht.

- Aus der Analyse der absoluten Nachfrageveränderungen ist ersichtlich, durch welche Effekte die Nachfrageveränderungen entstanden sind. Die berechneten Nachfragedifferen-

zen gegenüber dem Referenzzustand sind in Tabelle 14 dargestellt. Aus dieser Tabelle ist festzustellen, dass die Zielwahleffekte in den ersten zwei Varianten (Schnellbahn Bern-Zürich und Beschleunigung Fernverkehr) dominierend sind und die Verkehrsmittelwahleffekte bzw. die Verlagerung von MIV auf den ÖV sehr gering sind. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Reisezeitgewinne bei diesen zwei Varianten vor allem in Fernverkehrsbeziehungen erzielt werden, wo die ÖV-Anteile schon sehr hoch sind und damit kein grosses Verlagerungspotential vorhanden ist.

Tabelle 14 Absolute Veränderungen des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistungen gegenüber Referenzzustand 2030

NPVM 2030	Wege / Tag		Personen-Km / Tag	
DWV-Modell	ÖV	MIV	ÖV	MIV
Schnellbahn Zürich-Bern	47'484	-8'118	7'171'138	-212'173
Beschleunigung Fernverkehr	71'402	-27'863	6'178'854	-681'772
Kapazität Fernverkehr	136'172	-91'640	9'125'898	-2'001'102
Kapazität Regional-verkehr/Zugangszeit	720'287	-658'145	15'106'682	-9'761'364
Nur Kapazität Regio-nalverkehr	288'729	-251'075	6'178'854	-3'826'885

Andererseits, wird mit den Angebotsvarianten drei und vier (Kapazität Fernverkehr und Kapazität Regionalverkehr/Zugangszeit) auch eine Verbesserung des ÖV-Angebots im Regionalverkehr mit eine Reiseweite unter ca. 20 km erreicht, wo deutlich grössere Verlagerungspotentiale vorhanden sind. Damit sind die Verkehrsmittelwahleffekte bei diesen zwei Varianten dominierend. Vor allem zeigt die Angebotsvariante vier (Kapazität Regionalverkehr und Zugangszeiten), dass ca. 90% der zusätzlichen ÖV-Fahrten vom MIV verlagert werden.

Der ÖV-Anteil am gesamten motorisierten Verkehr (MIV und ÖV) verändert sich gegenüber dem Referenzzustand um folgende Prozentpunkte:

- Schnellbahn Zürich-Bern +1.9%
- Beschleunigung Fernverkehr + 1.6%
- Kapazität Fernverkehr + 2.5%
- Kapazität Regionalverkehr, Zugangszeiten: + 4.7%
- Nur Kapazität Regionalverkehr + 1.9%

1.6 Auswirkung auf die Netzbelastungen im MIV und ÖV

Mit Hilfe der Umlegung der Quell-Ziel-Matrizen auf das Verkehrsnetz werden die Querschnittbelastungen der einzelnen Angebotsvarianten im ÖV und MIV ermittelt. Hier wurde ein zweistufiges Vorgehen durchgeführt:

- Umlegung der Quell-Ziel-Matrizen aller Angebotsvarianten auf das Verkehrsnetz des Referenzzustands 2030: Ableitung der Belastungsdifferenzen, die durch die Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte verursacht werden.

- Umlegung der Quell-Ziel-Matrizen auf das entsprechende Verkehrsnetz der Angebotsvariante: Ableitung der Belastungsdifferenzen, die durch die Routen-, Ziel-, und Verkehrsmittelwahleffekte verursacht werden.

Im ersten Schritt werden die Quell-Ziel-Matrizen einzelner Angebotsvarianten auf das Netz des Referenzzustands 2030 umgelegt. Die Unterschiede in den ermittelten Streckenbelastungen gegenüber dem Referenzzustand 2030 zeigen die Belastungsdifferenzen, die nur durch die Ziel- und Verkehrsmittelwahl entstanden sind.

Andererseits zeigt die Umlegung auf das Netz der Angebotsvariante auch die zusätzlichen Routenwahleffekte, d.h. die Differenzbelastung gegenüber dem Referenzzustand beinhaltet neben dem Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekt auch Routenwahleffekte.

Im Folgenden werden die Umlegungsergebnisse der einzelnen Varianten sowie die daraus entstandenen Belastungsdifferenzen dargestellt.

1.6.1 Schnellbahn Zürich - Bern

Die Angebotsvariante 1 „Schnellbahn Zürich-Bern“ erhöht die Verkehrsaufkommen im ÖV um 1.7% und die Verkehrsleistung um 10%, ohne bedeutenden Einfluss auf die MIV-Nachfrage. Für die Angebotsvariante „Schnellbahn Zürich-Bern“ sind die ermittelten Streckenbelastungen sowie Differenzen gegenüber dem Referenzzustand 2030 in Abbildung 21 bis Abbildung 25 dargestellt. Die Abbildungen sind wie folgt zu interpretieren:

- Abbildung 21: Streckenbelastungen (inkl. Routen,- Ziel- und Verkehrsmittelwahl effekte) sowie Differenzbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030
- Abbildung 22 und Abbildung 23: Belastungsdifferenzen gegenüber Referenzzustand 2030 (inkl. Routen,- Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte)
- Abbildung 24 und Abbildung 25: Belastungsdifferenzen gegenüber Referenzzustand 2030 aus Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte

Diese Abbildungen zeigen, dass sich die Nachfragewirkungen dieser Variante vor allem auf den Korridor Zürich-Bern beschränken. Die dominierenden Effekte sind hier vor allem die Zielwahleffekte, die durch sehr starke Reisezeitverkürzungen und eine dadurch erhöhte Attraktivität zwischen diesen zwei Agglomerationen (Bern und Zürich) zustande kommen. Die Folge davon ist auch eine teilweise reduzierte ÖV-Nachfrage dieser beiden Agglomerationen vor allem zu weit entfernten Zielorte (siehe Abbildung 24). Die durch die Verkehrsmittelwahleffekte erhöhte Anzahl Fahrten im ÖV istvor allem auf die Verlagerungen des Langsamverkehrs zurückzuführen, da die MIV-Potenziale auf diesem Korridor deutlich tiefer als das berechnete ÖV-Wachstum sind.

Aus Tabelle 14 ist zu sehen, dass nur ca. 25% der zusätzlichen ÖV-Fahrten vom MIV verlagert werden. Alle weiteren Zusatzfahrten entstehen durch die reduzierte Anzahl von LIV-Wegen und eine erhöhte Anzahl längerer ÖV-Fahrten. Weiterhin muss beachtet werden, dass es auch Relationen gibt, bei denen die ÖV-Nachfrage durch die Zielwahleffekte reduziert und bei anderen Relationen erhöht wird (siehe Abbildung 24). In diesen Fällen ist eine klare Trennung der Verkehrsmittelwahleffekte hier nicht deutlich, sondern eher eine grobe Schätzung anhand der Eckwerte möglich.

Aus dem Vergleich der Streckenbelastungen mit und ohne Routenwahleffekte (d.h. nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte) ist festzustellen, dass die entstandenen Belastungsdifferenzen vor allem auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl zurückzuführen und Routenwahleffekte relativ klein sind. Letztere werden vor allem durch die höhere Attraktivität der Schnellzüge zwischen Zürich und Bern verursacht. Diese beiden Bahnhöfe gewinnen dadurch eine höhere Umsteigeattraktivität. Die Veränderung der Streckenbelastungen auf den ausgewählten Strecken gegenüber den Referenzbelastungen 2030 ist in folgender Tabelle 15 dargestellt.

Tabelle 15 Variante 1: Veränderungen der Streckenbelastung gegenüber Referenzzustand

	Gesamtbelastung (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte)	Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte
Lenzburg-Mellingen*	-51%	+41%
Tecknau-Olten	+10%	+9%
Zofingen-Sursee	+8%	+8%
Roggwil-Wanzwil	+65%	+60%

(*) Die Gesamtbelastungen sind auf das Netz der Schnellbahn Zürich-Bern umgelegt und beinhalten damit Routenwahlverlagerungen. Dadurch wird die bestehende Route via Heitersberg entlastet, da die Schnellzüge über eine neue Strecke geführt werden.

Infolge der durch die Schnellbahn Zürich-Bern zusätzlich generierte Nachfrage im ÖV erhöhen sich die Streckenbelastungen zwischen Roggwil und Bern um ca. 60%. Durch den zusätzlichen Routenwahleffekt erhöhen sich die Streckenbelastungen auf 65%, was einem Aufkommen von ca. 32‘000 Fahrten / Richtung entspricht. Die Streckenbelastungen von Olten in

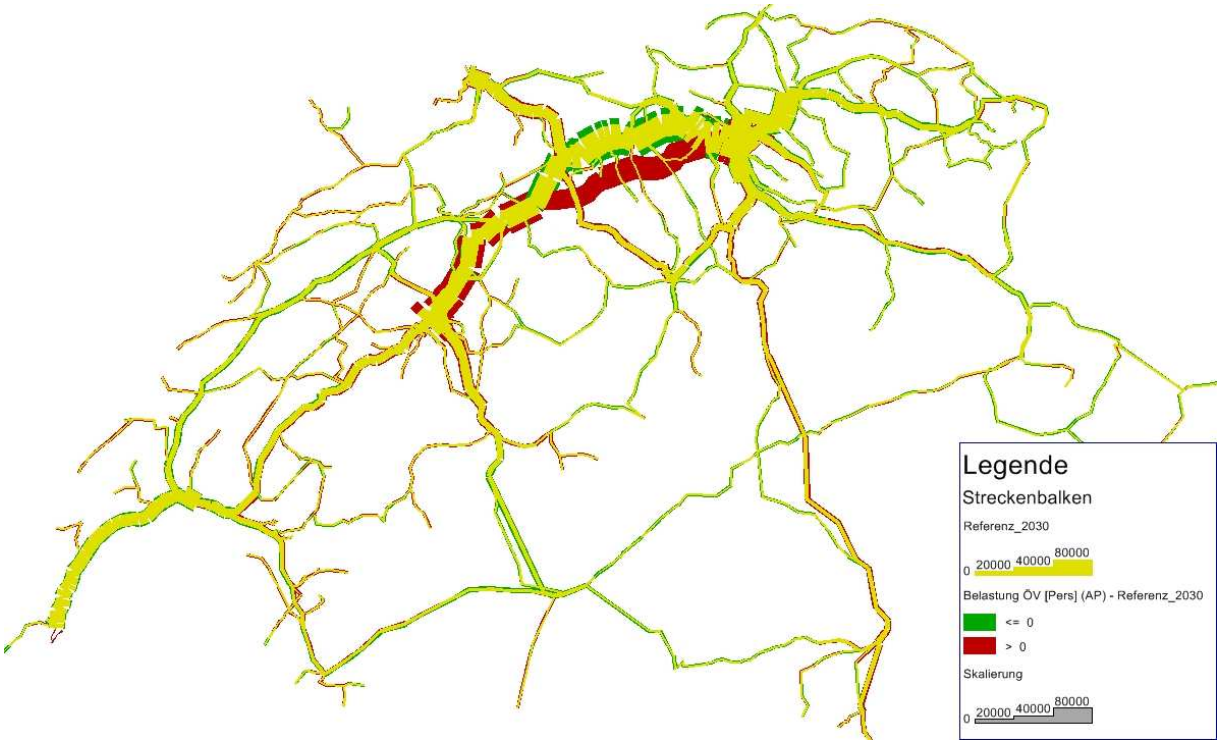
Richtung Basel und Luzern erhöhen sich um ca. 9%. Die neue Strecke zwischen Zürich Altstetten und Roggwil zeichnet eine Belastung von ca. 61‘000 Fahrten pro Richtung (DWV) aus, wovon 11‘000 aus Richtung Basel und 50‘000 aus Richtung Bern generiert werden. Dadurch beinhaltet die Belastung der neuen Strecke sowohl die neu generierte ÖV-Nachfrage als auch die Routenwahlverlagerungen bestehender Route via Heiterberg.

Mit einer Wirtschaftlichkeitsanalyse müsste die entstandene Situation auf beiden Abschnitten Olten-Zürich und Roggwil-Bern geprüft werden. Denn mit der Nachfrageverlagerung sowie der Entlastung der schon verfügbaren Infrastrukturkapazitäten zwischen Olten und Zürich sowie der starken Zunahme der Kapazitätsauslastung der Infrastruktur zwischen Roggwil und Bern ergeben sich starke Konsequenzen für die zukünftige Angebotsplanung. Auf dem Abschnitt Roggwil-Bern wäre vor allem zu analysieren, wie die Zusatznachfrage durch Erweiterungen des Rollmaterials übernommen werden könnte und ob eine Erweiterung der Infrastrukturkapazitäten notwendig wäre. Die Analyse sollte vor allem auf den Spitzenstundenverhältnissen basieren, was auch eine Entwicklung bzw. eventuelle Prognose von Tagesganglinien erfordern würde.

Weiterhin wäre zu prüfen, was eine solche Entwicklung aus raumplanerischer Sicht bedeuten würde. Dazu muss beachtet werden, dass die hier berechneten Nachfrageveränderungen als primäre Nachfragereaktion zu verstehen sind, d.h. ohne Veränderung von Raumcharakteristiken durch die vorgesehenen Angebotsveränderungen. Um die Wirkungen vollständig erfassen zu können, wäre in einem weiteren Schritt zu analysieren, welchen Einfluss diese Angebotsänderungen auf die Raumstruktur haben. Darauf aufbauend wäre dann auch die sekundäre Nachfragewirkung zu berechnen (oft auch als sekundär induzierter Neuverkehr bezeichnet).

Auch muss festgehalten werden, dass eine Reisezeitänderung von 50% am Limit des Vertrauensbereichs des Verkehrsmodells liegt. Dies ist einerseits auf die Ausprägungen der Variablen von SP-Befragungen für die Parameterschätzung begründet, anderseits liegen Erfahrungswerte zu der Nachfragereaktion bei solch massiven Angebotsveränderungen bislang kaum vor.

Abbildung 21 Streckenbelastungen: Angebotsvariante Schnellbahn Zürich-Bern



Gelb= Belastung Referenzzustand 2030, zusätzlich rot = Zunahmen, zusätzlich grün = Abnahmen

Abbildung 22 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Schnellbahn Zürich-Bern (Routen-, Ziel-, und Verkehrsmittelwahleffekte)

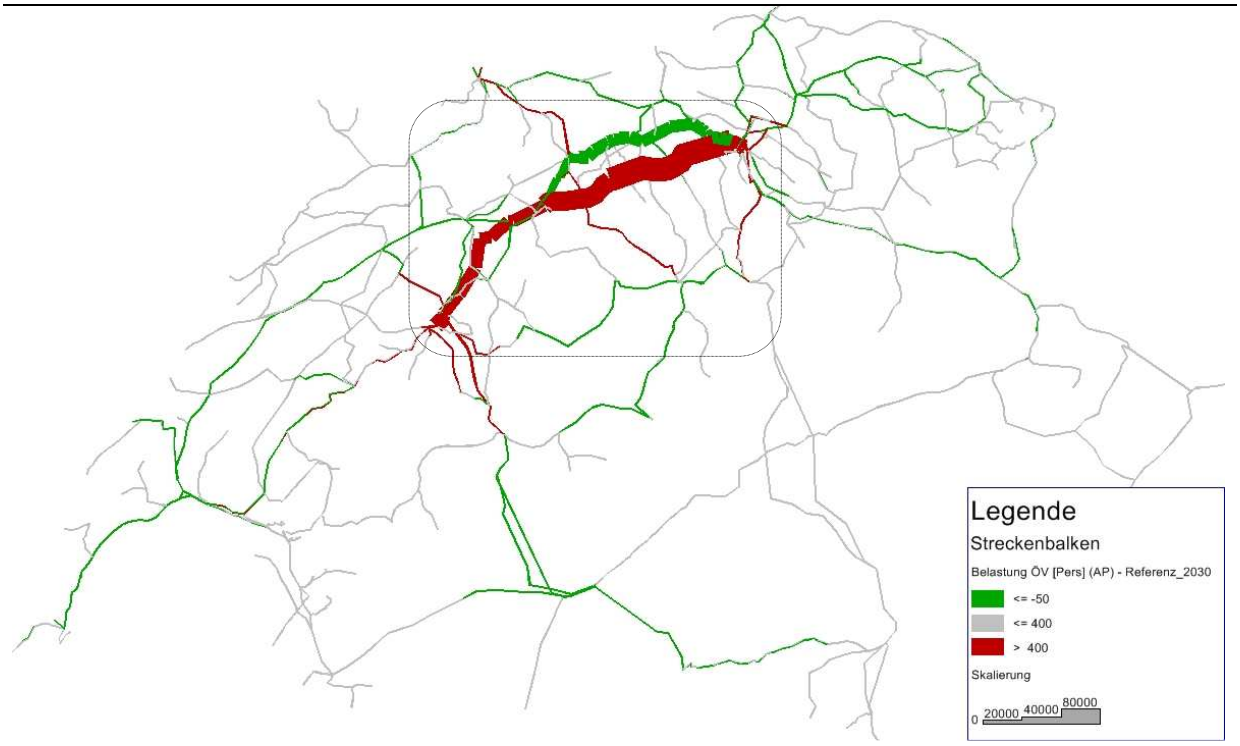


Abbildung 23 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Schnellbahn Zürich-Bern (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenzen

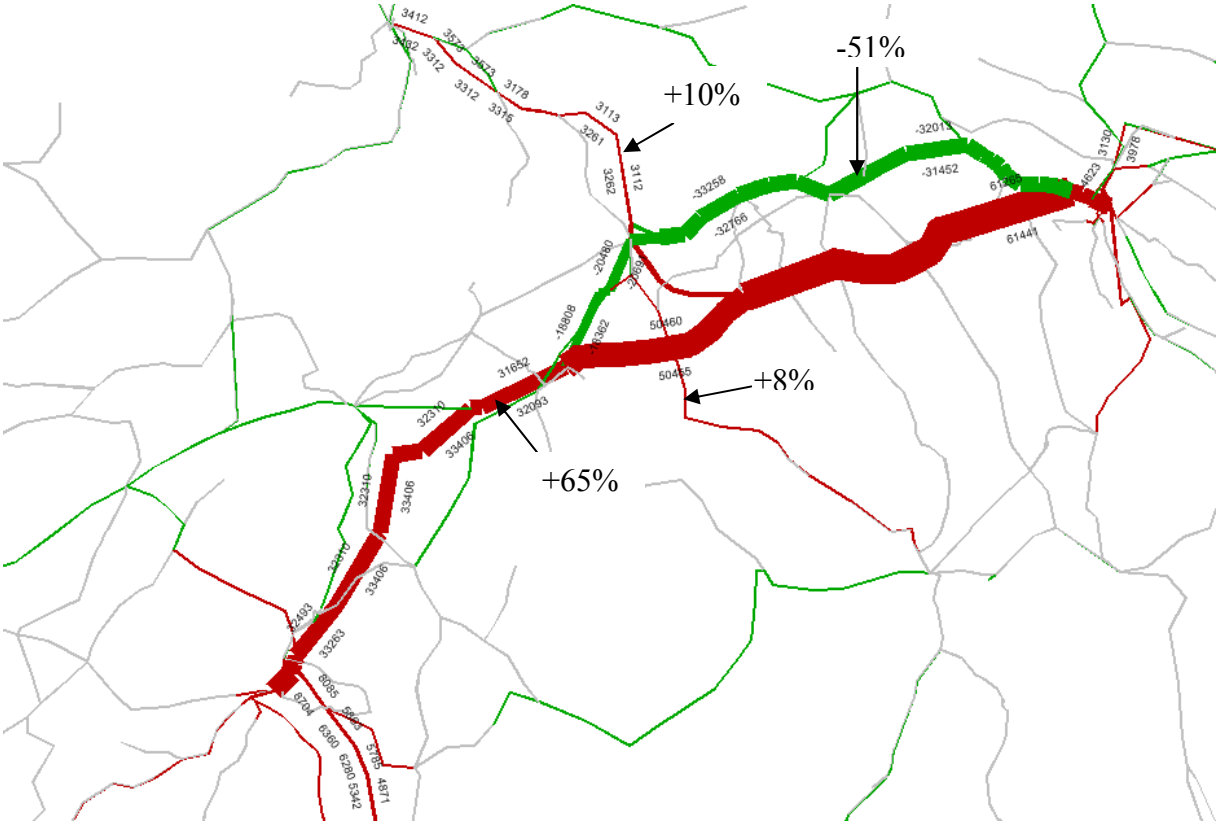


Abbildung 24 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Schnellbahn Zürich-Bern (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte)

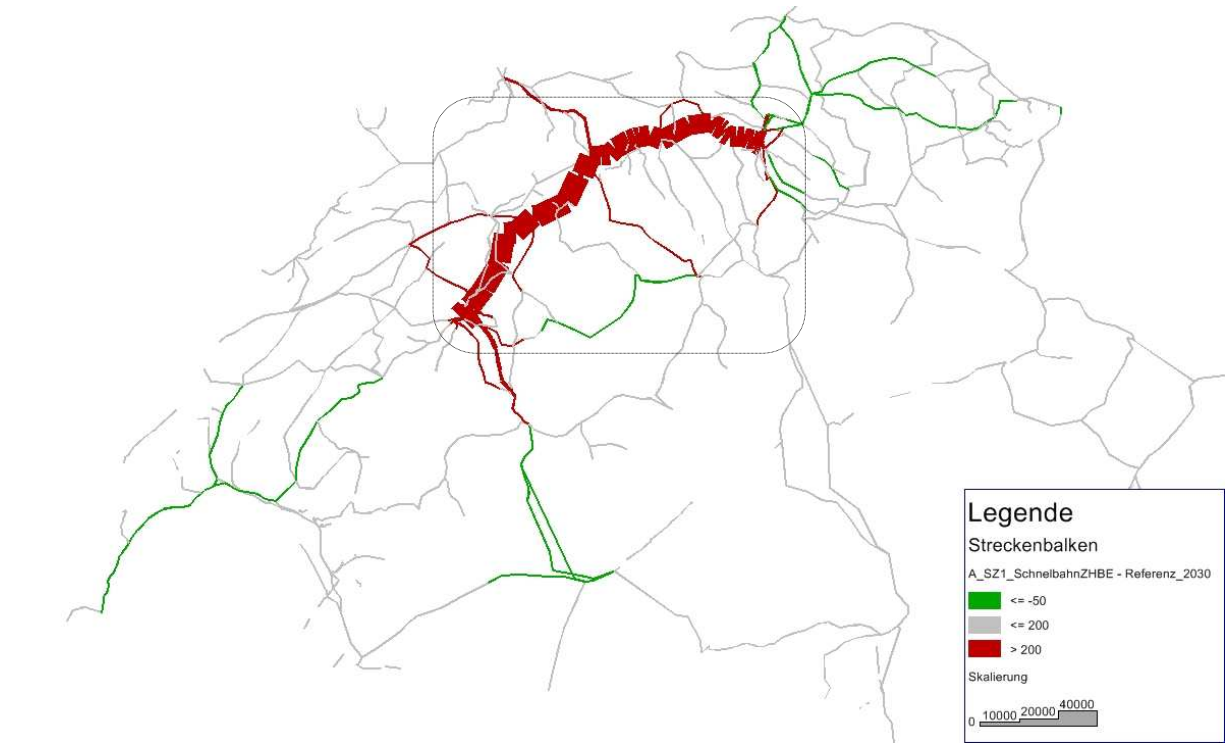
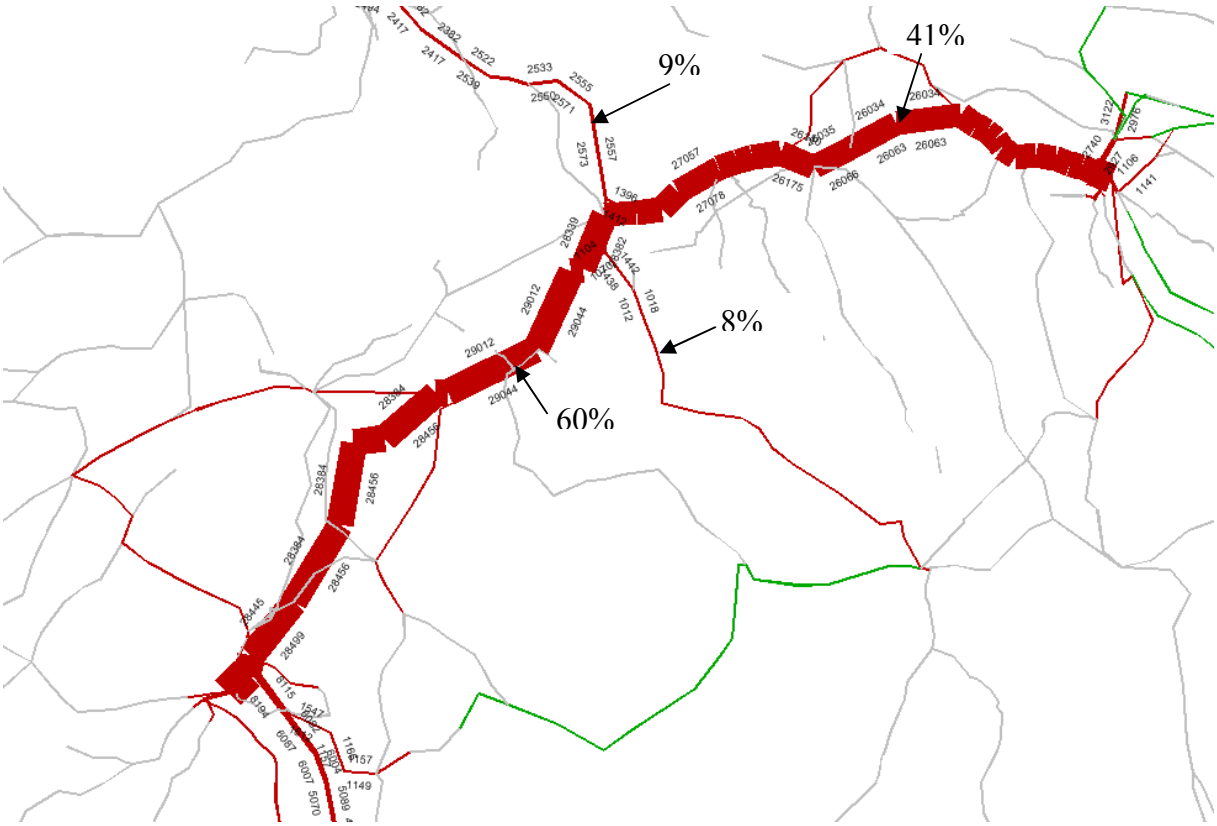


Abbildung 25 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Schnellbahn Zürich-Bern (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenzen



1.6.2 Beschleunigung Fernverkehr

Die Angebotsvariante 2 „Beschleunigung Fernverkehr“ erhöht die Verkehrsleistung im ÖV um 8.7% und hat damit die geringste Wirkung in Bezug auf die Verkehrsleistung im Vergleich zu den anderen drei Angebotsvarianten. Die Verlagerung von MIV ist etwas höher als in der ersten Variante (Schnellbahn Zürich-Bern), führt aber nicht zu einer bedeutenden Entlastung des MIV (-0.3% Pkm). Von insgesamt 71‘000 zusätzlichen ÖV-Fahrten werden ca. 40% vom MIV verlagert, die weiteren ÖV-Fahrten werden durch die Verlagerung vom LIV und das veränderte Zielwahlverhalten generiert. Im Bezug auf die Verkehrsleistung werden durch die reduzierten Personenkilometer im MIV nur ca. 11% der zusätzlichen Personenkilometer im ÖV gedeckt. Der unterschiedliche Anteil des MIV beim zusätzlichen Verkehrsaufkommen und der Verkehrsleistung des ÖV ist auf die Zielwahleffekte und dadurch die verlängerte Reiseweite im ÖV (+6.1%) zurückzuführen. Damit verursacht diese Variante ähnlich wie die Variante 1 vor allem längere ÖV-Fahrten, da die Zielwahleffekte gegenüber den Verkehrsmittelwahleffekten dominierend sind. Der Anteil des ÖV an den Personenkilometern des gesamten motorisierten Verkehrs (MIV und ÖV) erhöht sich dadurch um 1.6%.

Die Analyse der Netzbelastungen (Abbildung 26 bis Abbildung 30) zeigt eine relativ gleichmässige Verteilung des Nachfragewachstums auf den Fernverkehrskorridoren. Durch die Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte entstandene Zusatzbelastungen sind vor allem auf den Korridoren Genf-Lausanne-Bern-Zürich-St. Gallen sowie Basel-Luzern, Luzern-Zürich und Zürich-Chur festzustellen. Durch die verstärkte Attraktion zwischen diesen Korridoren entsteht auf der Nord-Süd Achse (via Gotthard und Lötschberg) sowie einigen Strecken im Regionalverkehr eine leichte Abnahme des Nachfragewachstums gegenüber dem Referenzzustand. Eine weitere wichtige Charakteristik dieser Variante ist, dass durch die Beschleunigung des Fernverkehrs auch eine Rückverlagerung vom Regionalverkehr stattfindet. Die Reisezeitverkürzungen im Fernverkehr führen dazu, dass die Fernverkehrszüge für bestimmte Relationen sowie Umsteigevorgänge eine bessere Alternative als Regionalzüge sind.

Tabelle 16 zeigt, dass sich die Zunahme der Streckenbelastungen im Fernverkehr (z.B. Roggwil-Wanzwil) durch die Routenwahleffekte erhöhen und im Regionalverkehr (z.B. Roggwil-Burgdorf) reduzieren. Dies ist, wie vorher erwähnt, auf die Beschleunigung des Fernverkehrs zurückzuführen. Auf den Fernverkehrskorridoren ist die Gesamtzunahme bei den Streckenbelastungen (Abbildung 28) gegenüber den Zunahmen durch die Ziel- und Verkehrsmittelwahl (Abbildung 30) stärker. Dies liegt an den Routenwahleffekten und der Rückverlagerung des Regionalverkehrs auf Fernverkehrszüge. Die Veränderung der Streckenbelas-

tungen gegenüber der Referenzbelastung 2030 ist für ausgewählte Strecken in folgender Tabelle dargestellt.

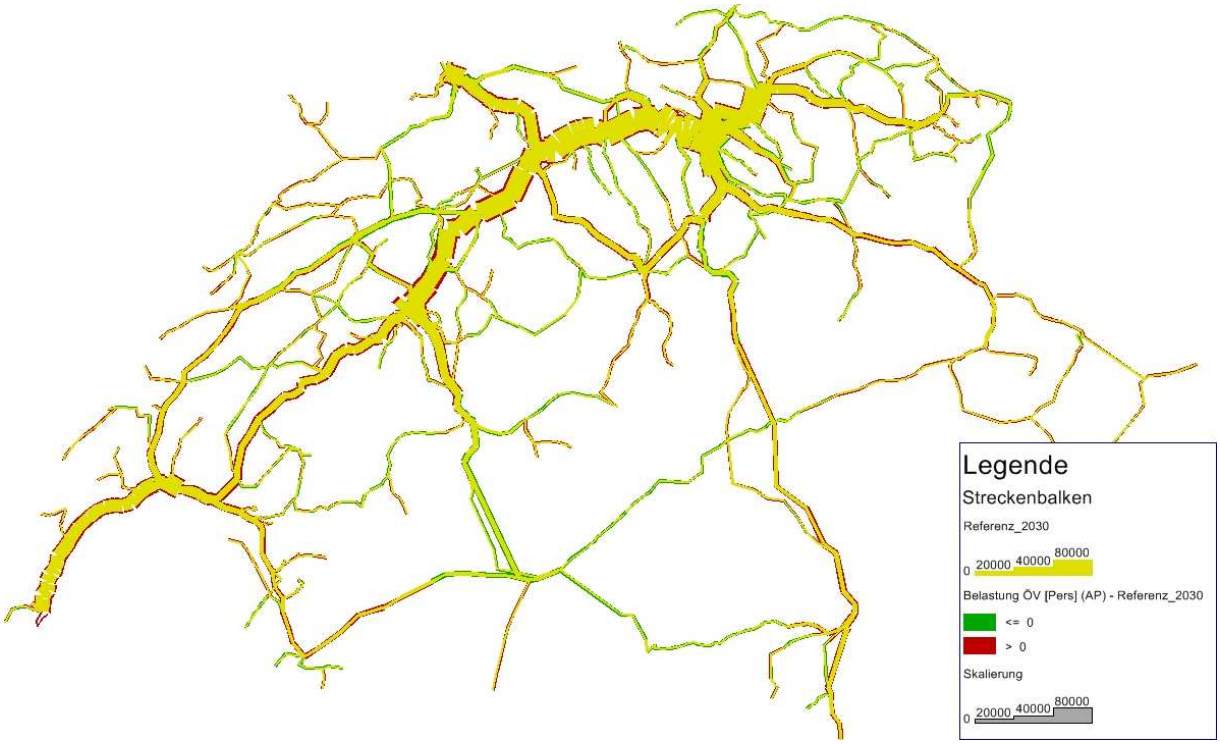
Tabelle 16 Variante 2: Veränderungen der Streckenbelastung gegenüber Referenzzustand

	Gesamtbelastung (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte)	Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte
Lenzburg-Mellingen	+15%	+14%
Tecknau-Olten	+21%	+17%
Zofingen-Sursee	+22%	+15%
Roggwil-Wanzwil	+26%	+22%
Roggwil-Burgdorf	-15%	-1%
Basel-Delémont	-8%	0%

Durch diese Angebotsvariante erhöhen sich die Streckenbelastungen auf den wichtigsten Fernverkehrskorridoren (Genf-Lausanne-Bern-Zürich-St.Gallen, Basel-Luzern, Luzern-Zürich) im Durchschnitt um ca. 20% (siehe auch Abbildung 28*). Auf weiteren Fernverkehrskorridoren sind die Nachfrageveränderungen eher unbedeutend. Auf einigen Regionalstrecken sowie zwei Alpenübergängen (NEAT) entsteht auch ein leichter Nachfragerückgang.*

Damit sind die Wirkungen dieser Variante eher als eingeschränkt zu bezeichnen, da die Verlagerungen des MIV sehr gering sind und dadurch keine Entlastungen im Strassenverkehr zu erwarten sind. Andererseits konzentriert sich das Wachstum im ÖV vor allem auf jene Fernverkehrskorridore, bei denen die Kapazitäten schon im Referenzzustand stark ausgelastet sind. Damit wächst der ÖV vor allem bei den Relationen, bei denen der ÖV-Anteil schon relativ gross bzw. dominierend ist. Für diese Variante wäre neben den Investitionskosten für die vorgesehene Reisezeitverkürzung auch zu prüfen, ob das erwartete Nachfragewachstum Zusatzkapazitäten beim Rollmaterial und bei der Infrastrukturkapazität erfordert.

Abbildung 26 Streckenbelastungen: Angebotsvariante Beschleunigung Fernverkehr



Gelb= Belastung Referenzzustand 2030, zusätzlich rot = Zunahmen, zusätzlich grün = Abnahmen

Abbildung 27 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante „Beschleunigung Fernverkehr“ (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte)

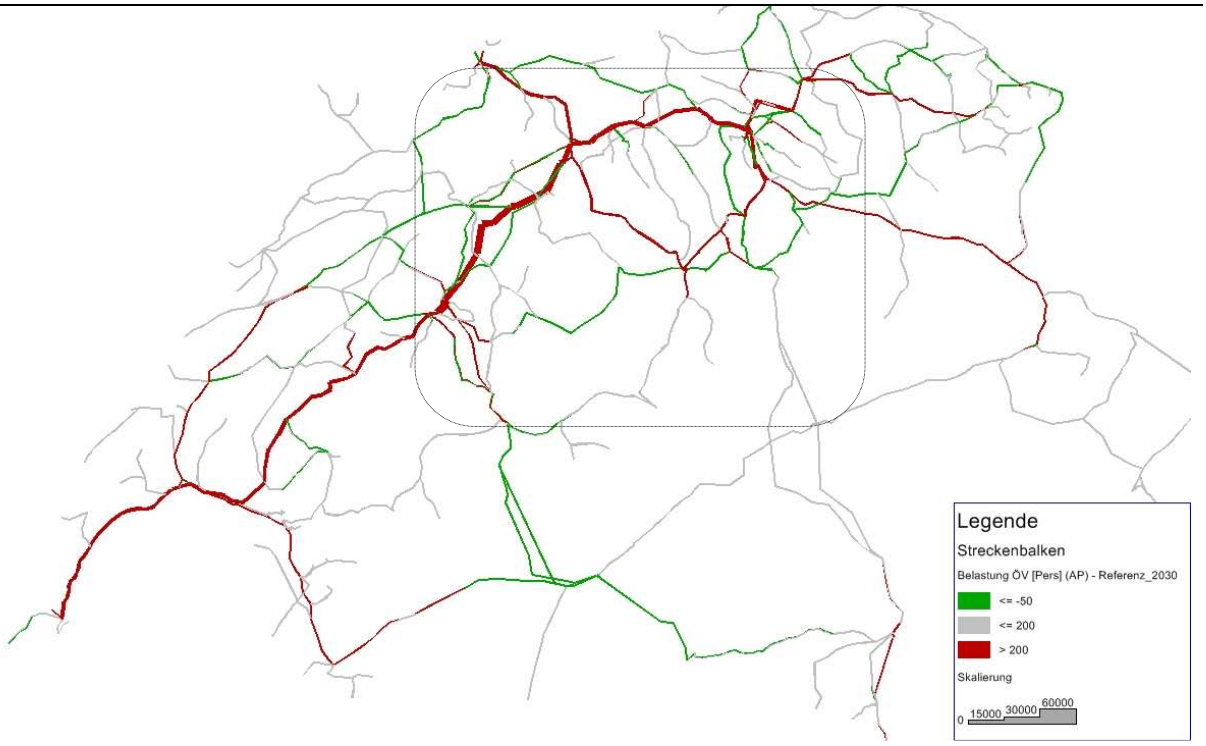


Abbildung 28 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante „Beschleunigung Fernverkehr“ (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahl-effekte), Absolute und Relative Differenzen

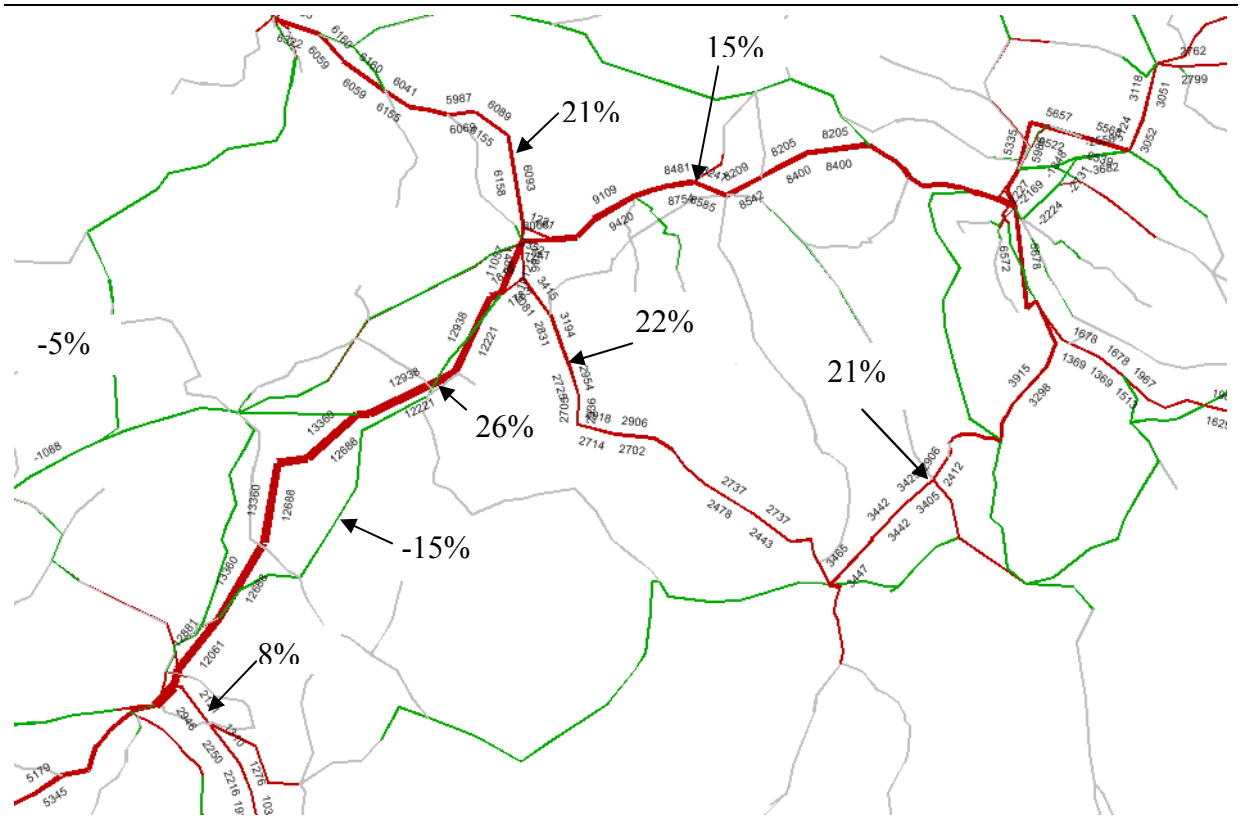


Abbildung 29 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Beschleunigung Fernverkehr (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte)

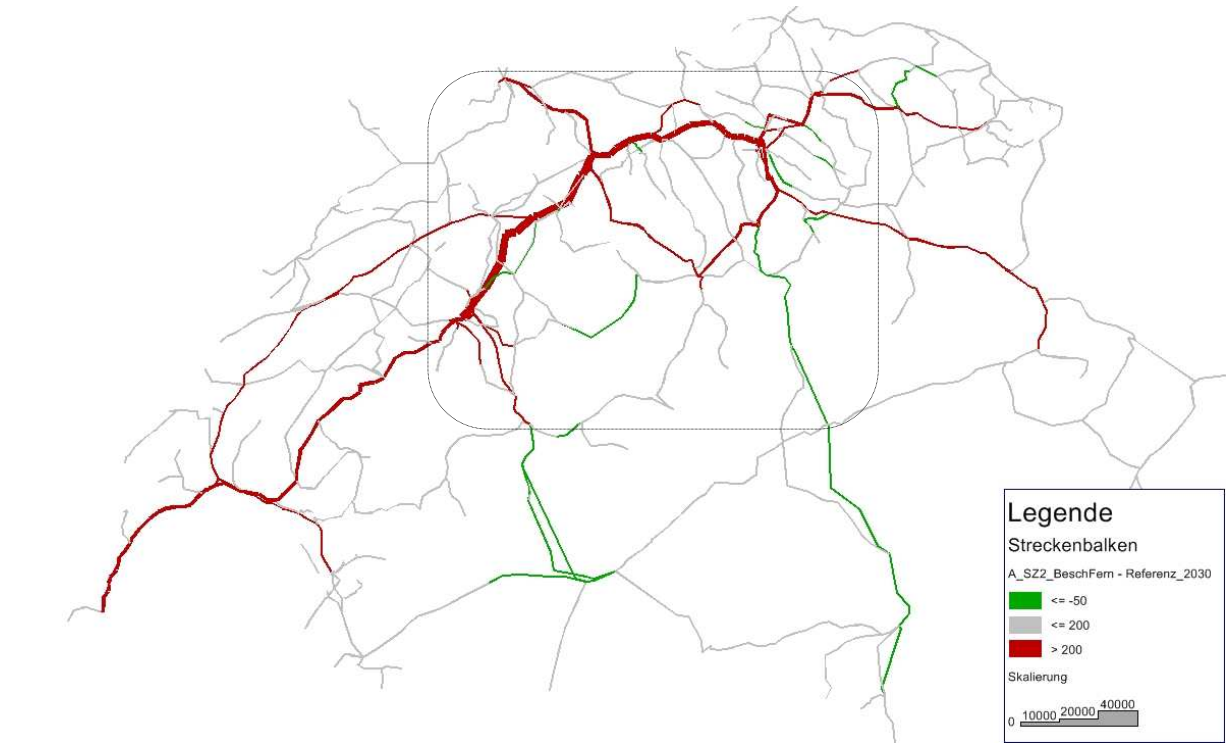
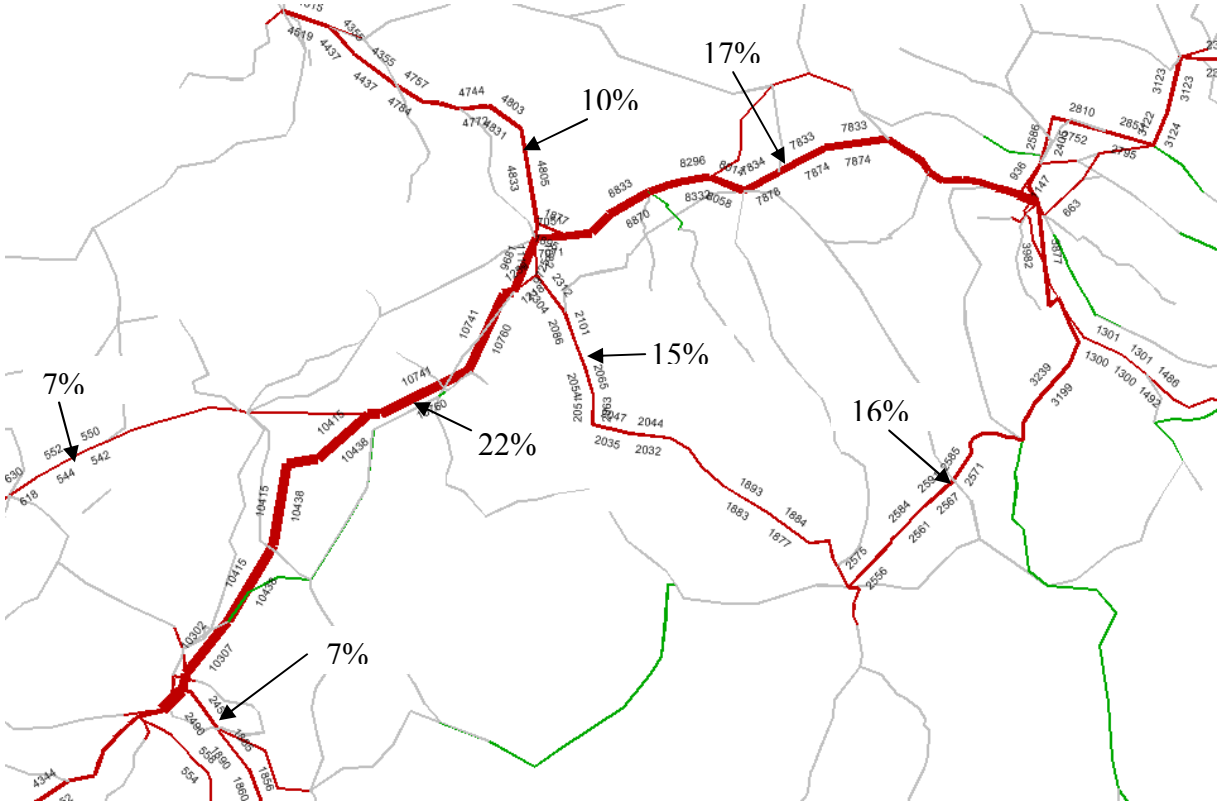


Abbildung 30 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Beschleunigung Fernverkehr (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenzen



1.6.3 Kapazität Fernverkehr

Durch die Angebotsvariante „Kapazität Fernverkehr“ erhöhen sich das Verkehrsaufkommen im ÖV um 4.8% und die Verkehrsleistung um 12.9% gegenüber dem Referenzzustand 2030. Damit ist die verkehrliche Wirkung dieser Variante im Vergleich zu den vorherigen zwei Varianten etwas höher. Dabei zeigt diese Variante mit ca. -1% weniger Personenkilometer im MIV auch eine höhere Wirkung in Bezug auf die Verkehrsmittelwahleffekte. Auch in dieser Variante sind die Zielwahleffekte entscheidend für die Zunahme der Verkehrsleistung im ÖV, da die Reduktion der Pkm im MIV nur ca. 25% der zusätzlichen Verkehrsleistung im ÖV beträgt. Dies bedeutet, dass neben der Verkehrsmittelwahlverlagerung durch die Zielwahleffekte im ÖV auch eine Zunahme der längeren Fahrten stattfindet. Der Anteil des ÖV auf die Personenkilometer des gesamten motorisierten Verkehrs (MIV und ÖV) erhöht sich dadurch um 2.5%.

Die Streckenbelastungen erhöhen sich auf allen Fernverkehrskorridoren, wobei die Zunahme auf stark frequentierten Korridoren wie Zürich-Olten oder Bern-Biel über dem Durchschnitt liegt. Die starke Zunahme der Streckenbelastung zwischen Bern und Biel zeigt auch hier, dass die Angebotsverbesserungen im ÖV im Falle kürzerer Beziehungen mit höherer MIV-Nachfrage auch höhere Verkehrsmittelwahleffekte generieren. Die Routenwahleffekte durch die Verlagerung des Regionalverkehrs auf die Fernverkehrszüge sind deutlich kleiner als in Angebotsvariante zwei. Sie sind aber auf einigen Abschnitten, wie z.B. im Jurasüdfuss oder Burgdorf-Roggwil, noch festzustellen. Die Abbildung 35 zeigt, dass im MIV eine bemerkbare Entlastung vor allem auf den Autobahnstrecken stattfindet. Die Veränderungen der Streckenbelastungen auf ausgewählten Strecken gegenüber den Referenzbelastungen 2030 sind in folgender Tabelle dargestellt. Die ermittelten Streckenbelastungen sowie Differenzen gegenüber dem Referenzzustand 2030 sind in Abbildung 31 bis Abbildung 36 dargestellt.

Tabelle 17 Variante 3: Veränderungen der Streckenbelastung gegenüber Referenzzustand

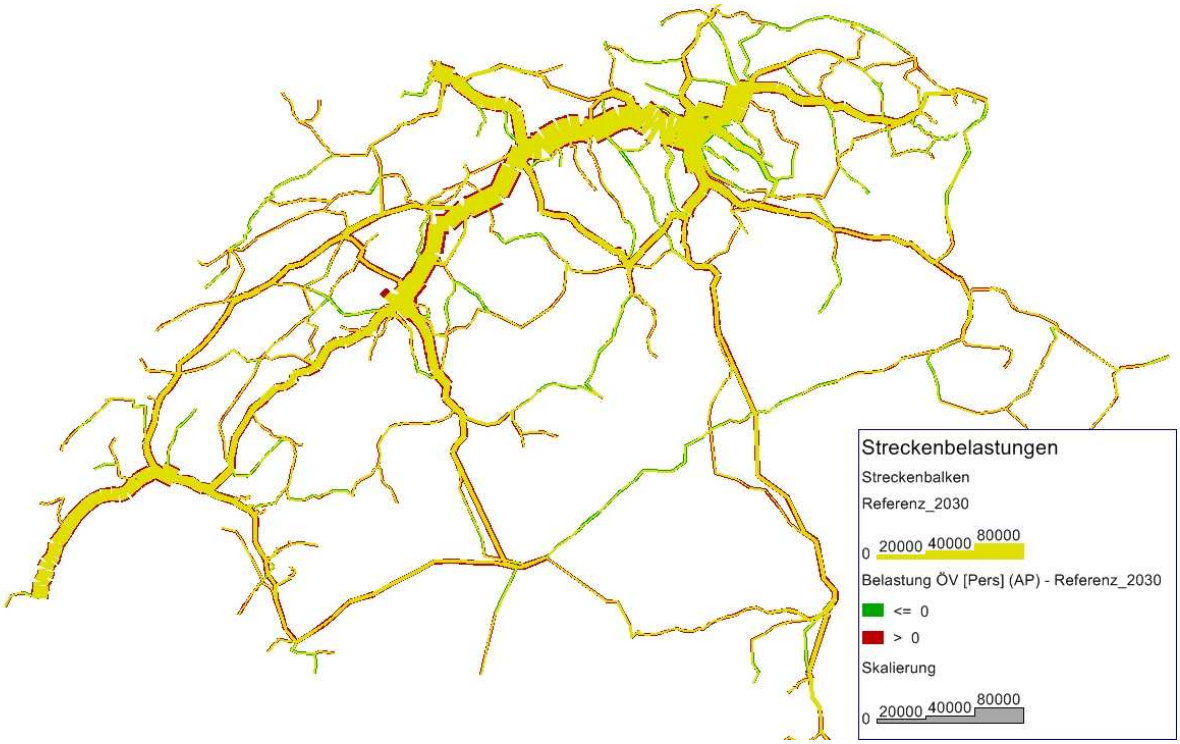
	Gesamtbelastung (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte)	Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte
Lenzburg-Mellingen	+18%	+17%
Tecknau-Olten	+10%	+10%
Zofingen-Sursee	+23%	+20%
Roggwil-Wanzwil	+28%	+25%
Roggwil-Burgdorf	+5%	+9%
Basel-Delémont	+22%	+14%

Die wesentliche Charakteristik der Angebotsvariante drei „Kapazität Fernverkehr“ ist die Zunahme des Verkehrsaufkommens auf allen Fernverkehrskorridoren. In Bezug auf die abso-

lute Zunahme der Streckenbelastungen zeigt auch diese Variante auf dem Abschnitt Zürich-Bern das stärkste Nachfragewachstum.

Trotz einer höheren Entlastung im MIV (-1% Pkm) als in den ersten zwei Varianten, sind die Verlagerungseffekte auch in dieser Variante relativ gering, da auch hier durch die Angebotsverbesserungen vor allem die Fernverkehrsbeziehungen mit relativ kleinem MIV-Potenzial bzw. Verlagerungspotenzial attraktiver werden. Weiterhin muss beachtet werden, dass diese Variante einen sehr grossen Kapazitätsausbau auf Seite Rollmaterial und Infrastruktur bedingen würde.

Abbildung 31 Streckenbelastungen: Angebotsvariante Kapazität Fernverkehr



Gelb= Belastung Referenzzustand 2030, zusätzlich rot = Zunahmen, zusätzlich grün = Abnahmen

Abbildung 32 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Kapazität Fernverkehr (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittellwahleffekte)

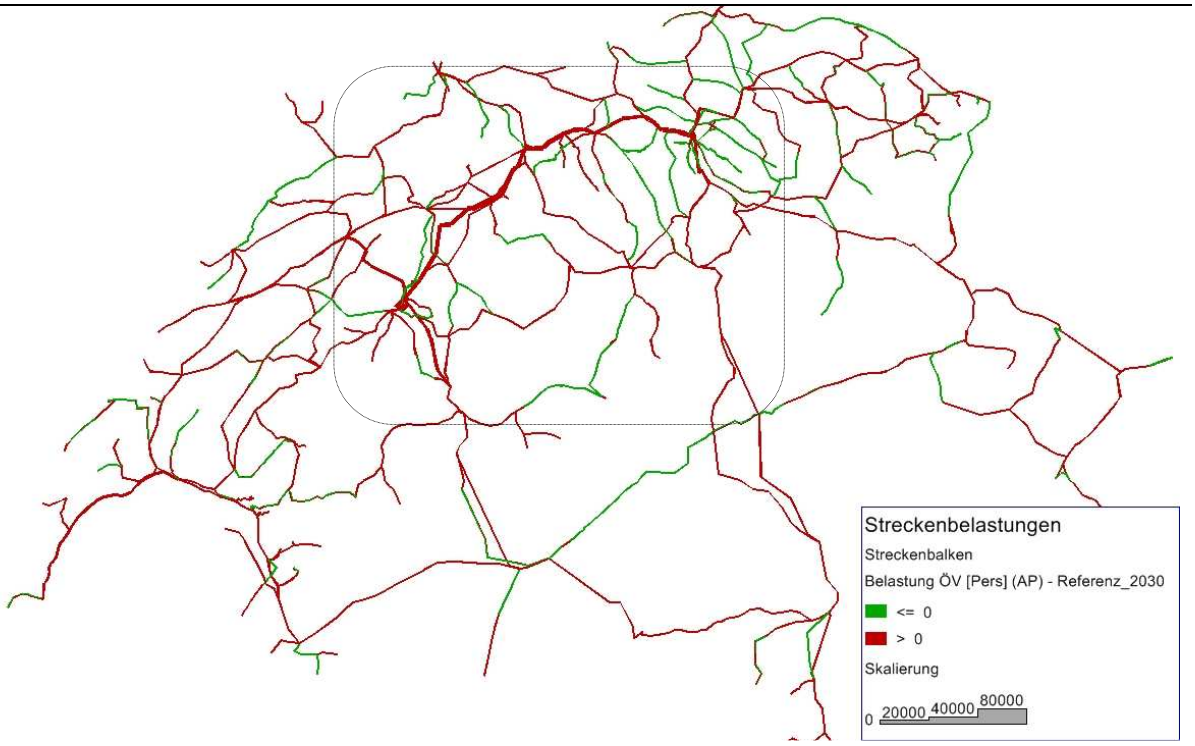


Abbildung 33 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Kapazität Fernverkehr (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittellwahleffekte), Absolute und Relative Differenz

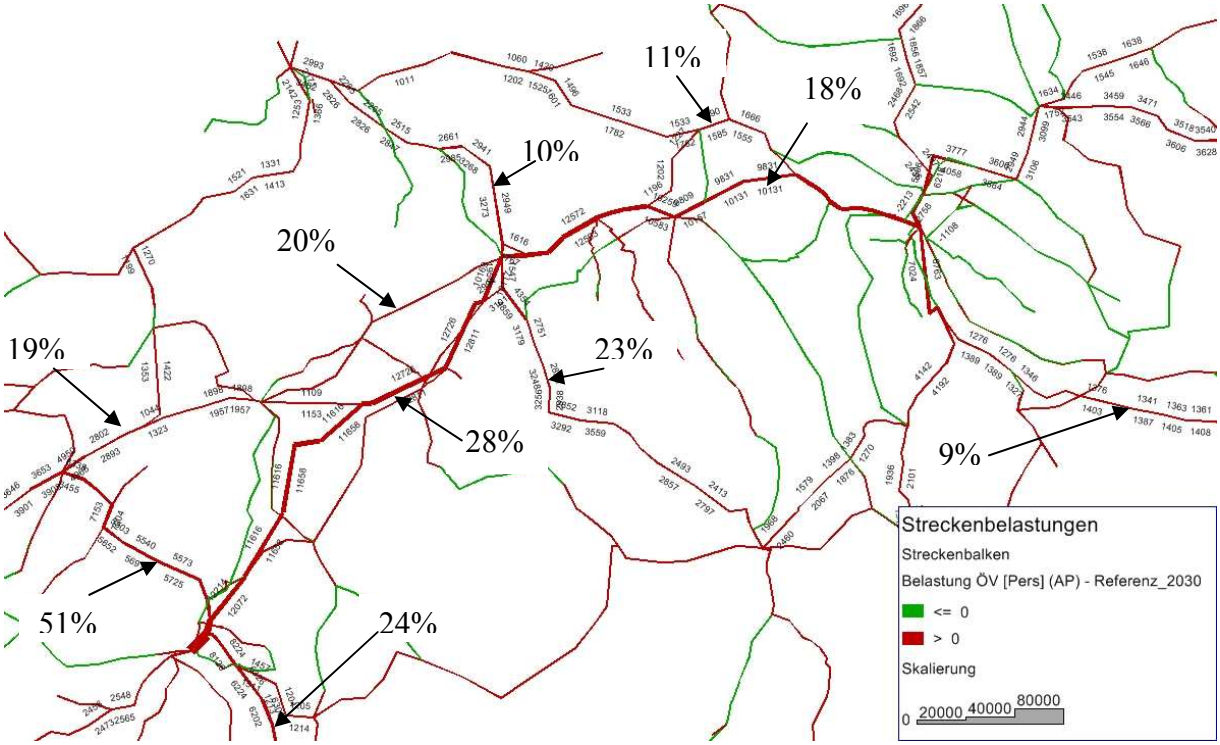


Abbildung 34 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Kapazität Fernverkehr (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte)

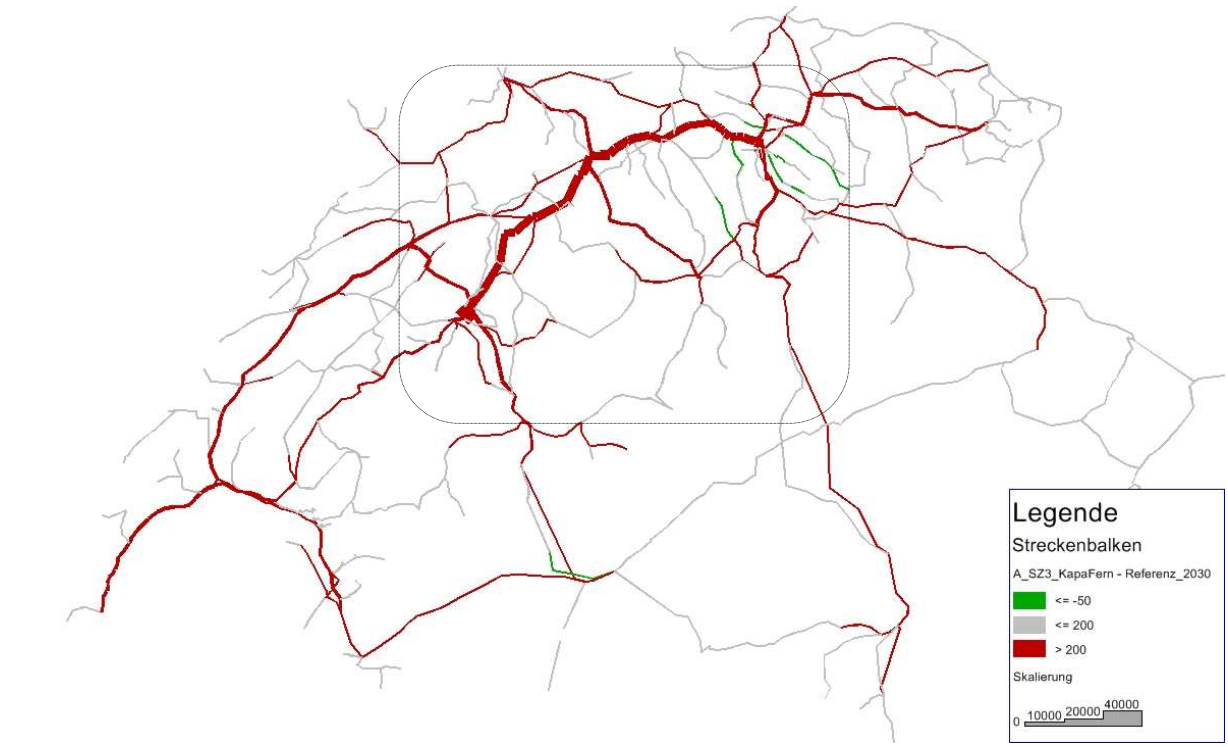


Abbildung 35 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Kapazität Fernverkehr (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenz

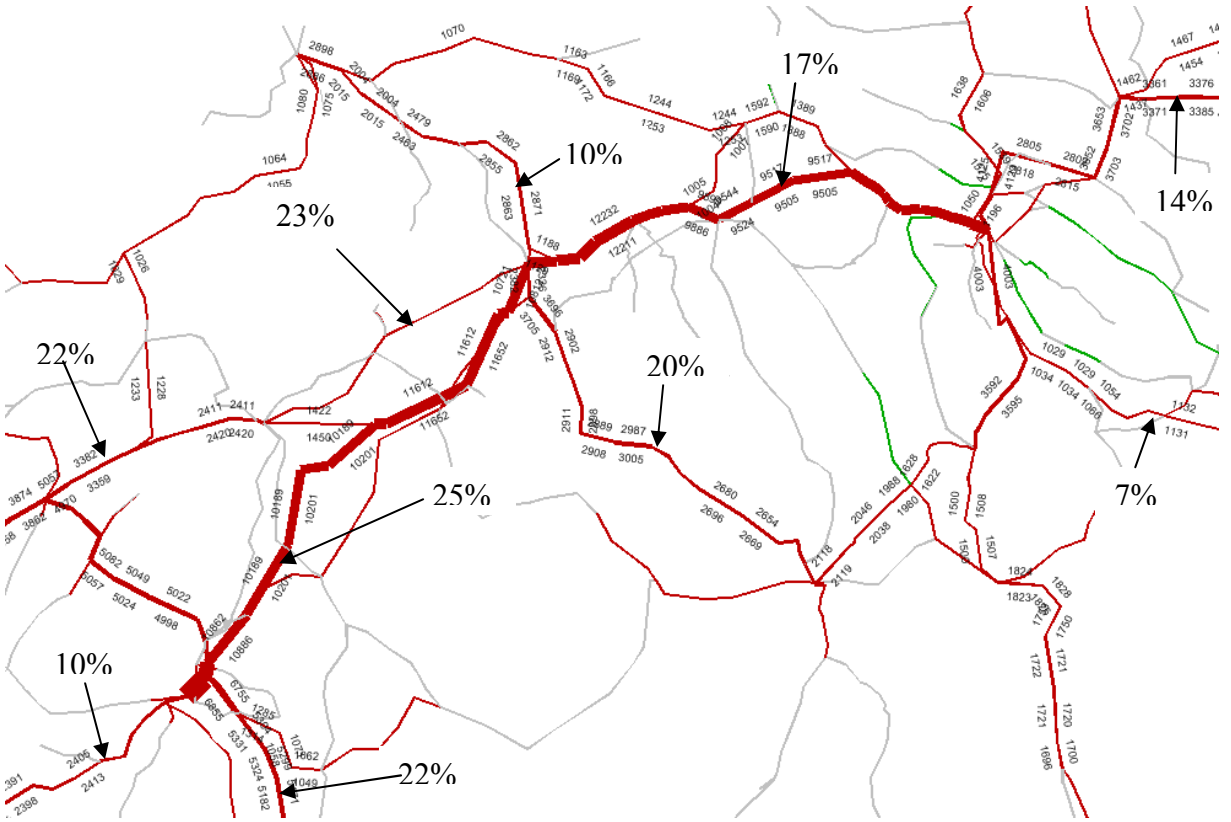
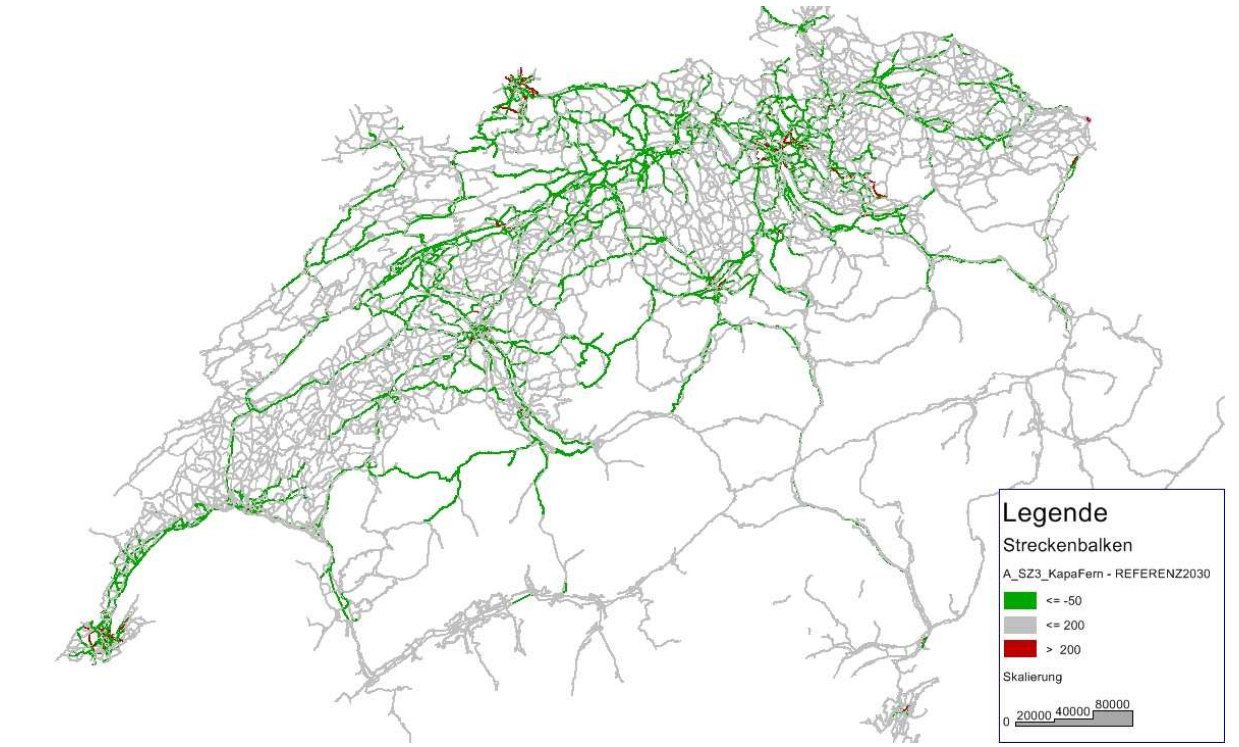


Abbildung 36 Veränderung der Streckenbelastungen im MIV gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Kapazität Fernverkehr



1.6.4 Verbesserungen der Zugangszeiten und Taktverdichtung im Regionalverkehr

Die Nachfragewirkung der Angebotsvariante 4 (Taktverdichtung im Regionalverkehr auf der Schiene, verbesserte Zugangszeiten zu den Haltestellen) ist unter den hier betrachteten Varianten am stärksten (siehe Tabelle 13). Wegen der verbesserten Zugangszeiten zu den Haltestellen und den Taktverdichtungen im Regionalverkehr erhöhen sich das Verkehrsaufkommen im ÖV um 25.3 % und die Verkehrsleistung um 21.3% gegenüber dem Referenzzustand. Da hier zwei Angebotscharakteristiken des ÖV verändert werden, wurde eine weitere Variante nur mit verändertem Takt berechnet, um die Wirkung der zwei betrachteten Variablen zu trennen. Wie Tabelle 13 zeigt, reduziert sich die Zunahme der ÖV-Verkehrsleistung durch diesen veränderten Takt im Regionalverkehr (ohne Veränderung der Zugangszeiten) auf +8.7% bei der Verkehrsleistung und auf 10.1% bei dem Verkehrsaufkommen. Damit ist die berechnete Zunahme im ÖV durch die Angebotsvariante „Kapazität Regionalverkehr und Zugangszeit“ mit ca. 60% auf die reduzierte Zugangszeit und mit 40% auf eine Taktverdichtung im Regionalverkehr zurückzuführen.

Eine weitere wichtige Charakteristik dieser Angebotsvariante ist, dass ca. 91% des zusätzlichen ÖV-Verkehrsaufkommens durch die Verlagerung vom MIV entsteht. Dadurch wird das Verkehrsaufkommen im MIV um 4.6% reduziert, was einem Volumen von ca. 500‘000 PW-Fahrten pro Tag entspricht. Die Verlagerungen werden vor allem im Distanzbereich des Lokal- und Regionalverkehr erzielt. Die ÖV-Nachfrage im Fernverkehr und zwischen Grossstädten wird weniger verändert. Dieser Effekt wurde durch die Analyse der Querschnittbelastungen im Fern- und Regionalverkehrs sowie der Anzahl ÖV-Fahrten zwischen den einzelnen Quell-Ziel-Beziehungen bestätigt. Dadurch sowie den erhöhten Anteil der kürzeren Wege reduziert sich die mittlere Reiseweite im ÖV um 3%. Der Anteil des ÖV am gesamten motorisierten Verkehr (MIV und ÖV) erhöht sich mit dieser Angebotsvariante um 4.7%. Die Routenwahleffekte sind in dieser Variante weniger bemerkbar: Die durch die Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte generierten Wirkungen sind den Gesamtbelastungsdifferenzen, d.h. inkl. Routenwahleffekte, ähnlich (siehe Tabelle 18). Auf einigen Korridoren übernehmen die Fernverkehrszüge auch einen Teil der zusätzlichen ÖV-Nachfrage.

Noch eine Bemerkung zur räumlichen Auflösung: Das Nationale Verkehrsmodell (NPVM) dient der Analyse von nationalen und überregionalen Fragestellungen, daher werden Wege innerhalb der grossen Städten zwar mit berechnet aber nicht kalibriert und hier auch nicht ausgewertet. Die in dieser Varianten berechneten Veränderungen in den ÖV- und MIV-Wegen aufgrund der kürzeren Zugangszeiten und der Angebotsverdichtung, aber auch alle

anderen Varianten beinhalten also nicht die Binnenwege in den Städten, sondern nur Quell- und Zielwege in die Gemeinden.

Tabelle 18 Variante 4: Veränderungen der Streckenbelastung gegenüber Referenzzustand

	Gesamtbelastung (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte)	Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte
Lenzburg-Mellingen	+15%	+15%
Tecknau-Olten	+13%	+13%
Zofingen-Sursee	+15%	+15%
Roggwil-Wanzwil	+16%	+16%
Dübendorf-Schwerzenbach	+16%	+19%
Schönbühl-Jegensdorf	+40%	+40%
Münchenbuchsee-Lyss	+43%	+43%
Roggwil-Burgdorf	+13%	+19%
Basel-Delémont	+20%	+20%

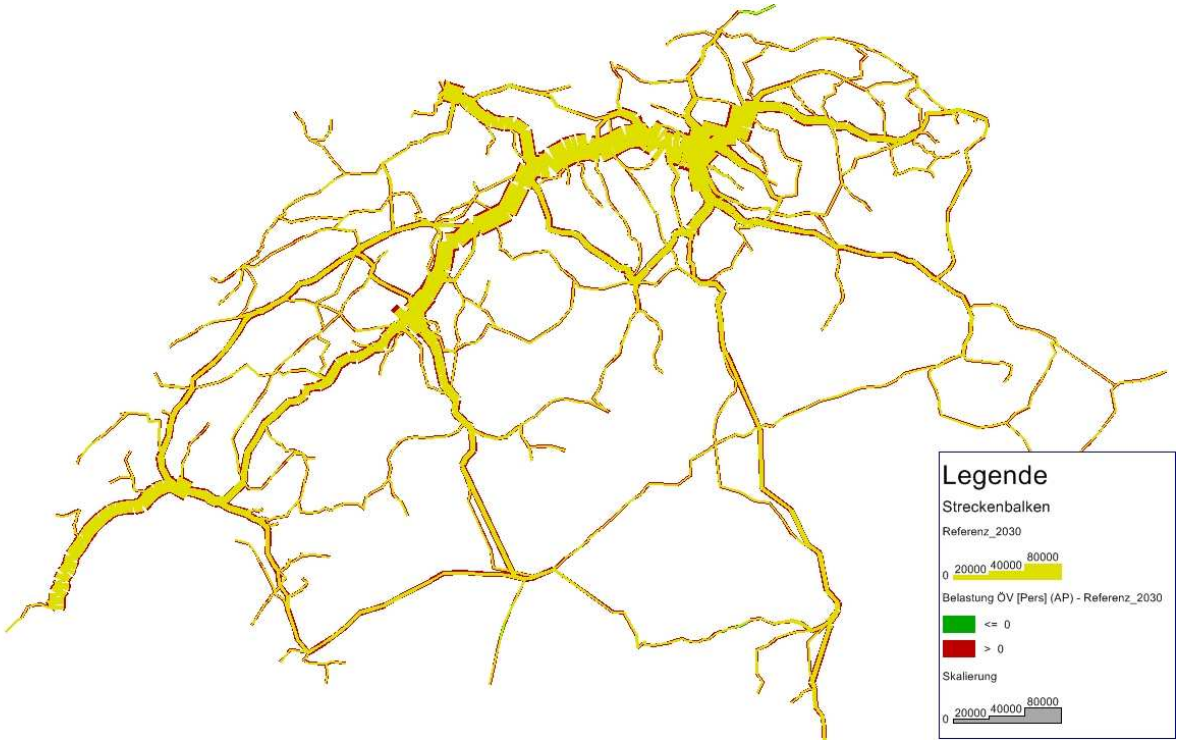
Mit der Analyse der Streckenbelastungen (Abbildung 37 bis Abbildung 42) konnte festgestellt werden, dass die relativen Nachfrageeffekte auf den Regionalstrecken höher als auf den Fernverkehrskorridoren sind. Dabei führt die verbesserte Zugangszeit auch zu höherer Attraktivität des ÖV auf Fernverkehrsrelationen, wobei diese durch die deutlich höheren Gesamtnutzen (Fernverkehrsrelationen) gegenüber den kürzeren Beziehungen, zu tieferen Verlagerungswirkungen führen. Auf kürzeren Relationen haben die Zugangszeiten einen höheren Anteil an den Gesamtnutzen des Weges und gleichzeitig höhere Verlagerungspotentiale auf der Seite des MIV. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang, dass die eingesparte Zugangszeit von den Nutzern stärker als die eingesparte Fahrzeit im Fahrzeug bewertet wird. Die Zunahme der Streckenbelastungen auf den Hauptachsen und Fernverkehrskorridoren bewegt sich zwischen 12 % und 15%. Auf den Strecken mit höherem Anteil des Regionalverkehrs beträgt sie bis zu 45%. Der Vergleich der Veränderung der Streckenbelastungen in Tabelle 18 zeigt, dass die wesentlichen Nachfrageveränderungen vor allem durch die Ziel- und Verkehrsmittelwahl entstehen, die Routenwahleffekte haben eine untergeordnete Bedeutung (siehe Abbildung 39 und Abbildung 41). Die MIV-Nachfrage auf dem Nationalstrassennetz wird flächendeckend reduziert, ist also nicht auf bestimmte Regionen oder Korridore beschränkt (Abbildung 43).

In der zusätzlich berechneten Angebotsvariante mit nur verändertem Takt des Regionalverkehrs reduziert sich die Zunahme der Streckenbelastungen im Durchschnitt um ca. 50% bis 60%. Auf einzelnen Strecken, wie z.B. Olten-Basel (von 13% auf 4%) oder Olten-Luzern (von 15% auf 3%) sind diese Effekte auch höher.

In der Angebotsvariante vier „Regionalverkehr und Zugangszeiten" wurde vor allem die Bedeutung eines verbesserten Zugangs zum ÖV nochmals deutlich bestätigt. Da dieser Einflussfaktor für die Verkehrsmittelwahl eine hohe Bedeutung hat, wurde in früheren Studien schon gezeigt (siehe z.B. Vrtic et al. 2003). In diesem Projekt konnte zusätzlich die Relevanz der verfügbaren Verlagerungspotenziale dargestellt werden. Es wurde gezeigt, dass grosse Verlagerungspotenziale durch eine verbesserte Erschliessung, sprich kürzere Zugangszeiten zum ÖV vor allem in kürzeren Distanzbereichen, mit einem höheren Volumen an MIV-Fahrten, vorhanden sind. Mit welchen konkreten Massnahmen eine Verbesserung der Zugangszeit zu erreichen wäre, müsste durch eine vertiefte Analyse der bestehenden Angebote vor allem in den ÖV-Netzen der Agglomerationen geprüft werden. Hier geht es vor allem um eine bessere Verknüpfung des Systems aus Zubringerverkehr und Schienenverkehr sowie um die Optimierung der räumlichen Flexibilität des ÖV, die aktuell noch einen wesentlichen Nachteil des ÖV im Vergleich zum MIV darstellt.

In jedem Fall liefert diese Angebotsvariante im Vergleich zu den anderen drei Angebotsvarianten für den ÖV die höchsten Wirkungen. Gleichzeitig findet die Zunahme der ÖV-Nachfrage nicht punktuell auf einem Abschnitt oder Korridor statt, sondern ist relativ gleichmässig auf das Gesamtnetz verteilt. Neben dem zusätzlich notwendigen Rollmaterial würde die Taktverdopplung im Regional- und S-Bahn-Verkehr umfassende Infrastrukturausbauten voraussetzten. Der Nachfragezuwachs durch die kürzeren Zugangszeiten könnte aufgrund der Sitzplatzkapazitätserweiterungen mittels Takthalbierung problemlos aufgenommen werden.

Abbildung 37 Streckenbelastungen: Angebotsvariante Zugangszeit/Regionalverkehr



Gelb= Belastung Referenzzustand 2030, zusätzlich rot = Zunahmen, zusätzlich grün = Abnahmen

Abbildung 38 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Zugangszeit/Regionalverkehr (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte)

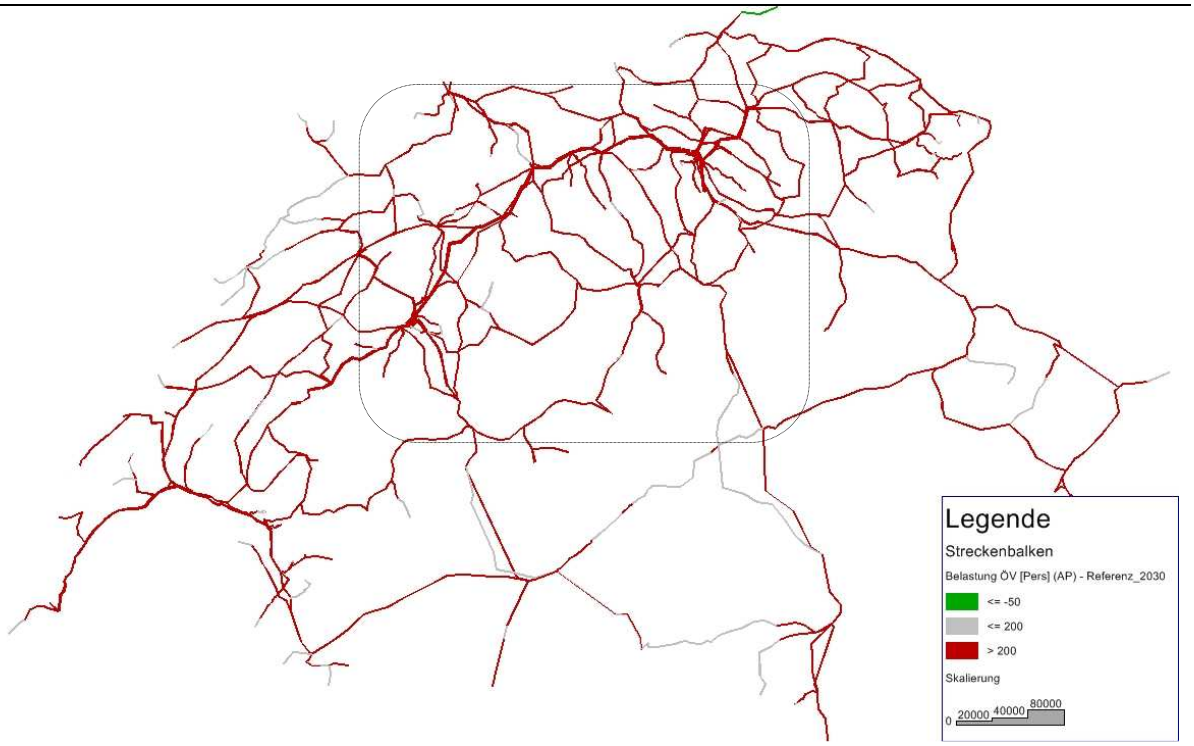


Abbildung 39 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Zugangszeit/Regionalverkehr (Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenz

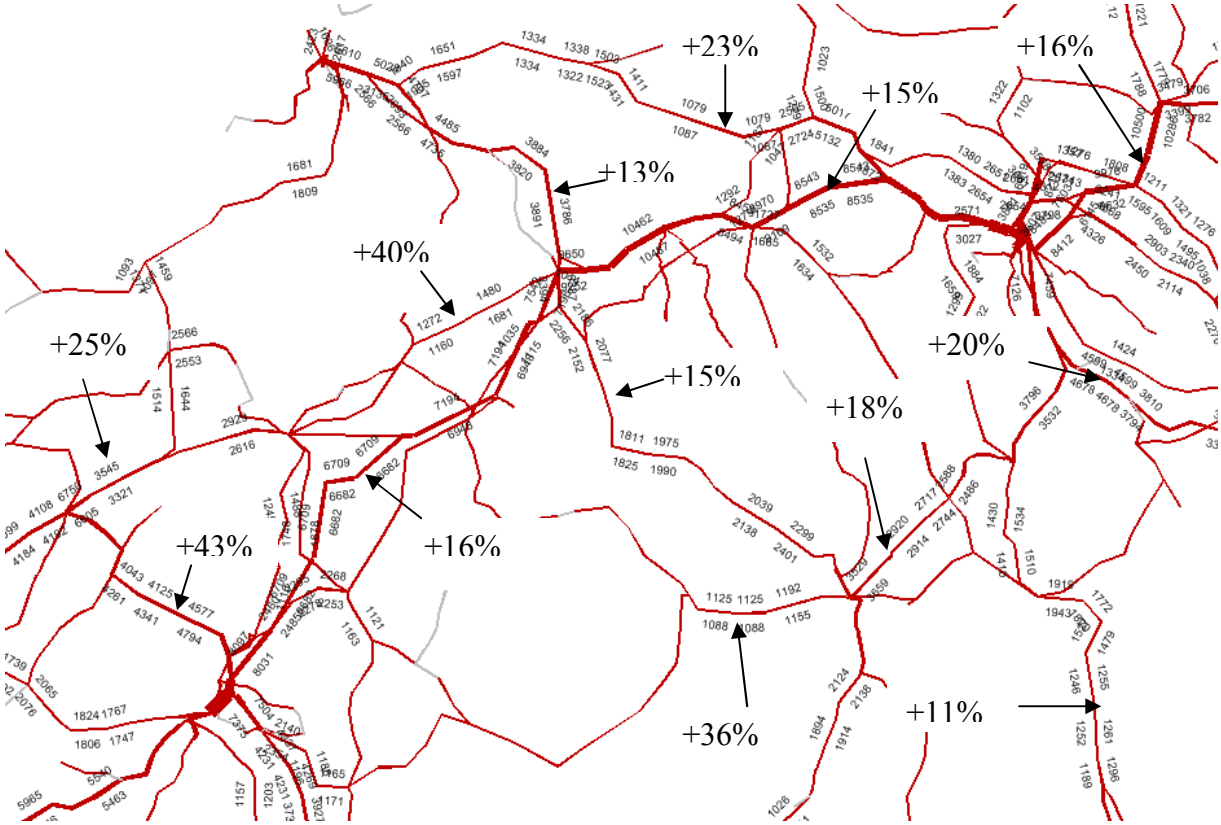


Abbildung 40 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Zugangszeit/Regionalverkehr (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte)

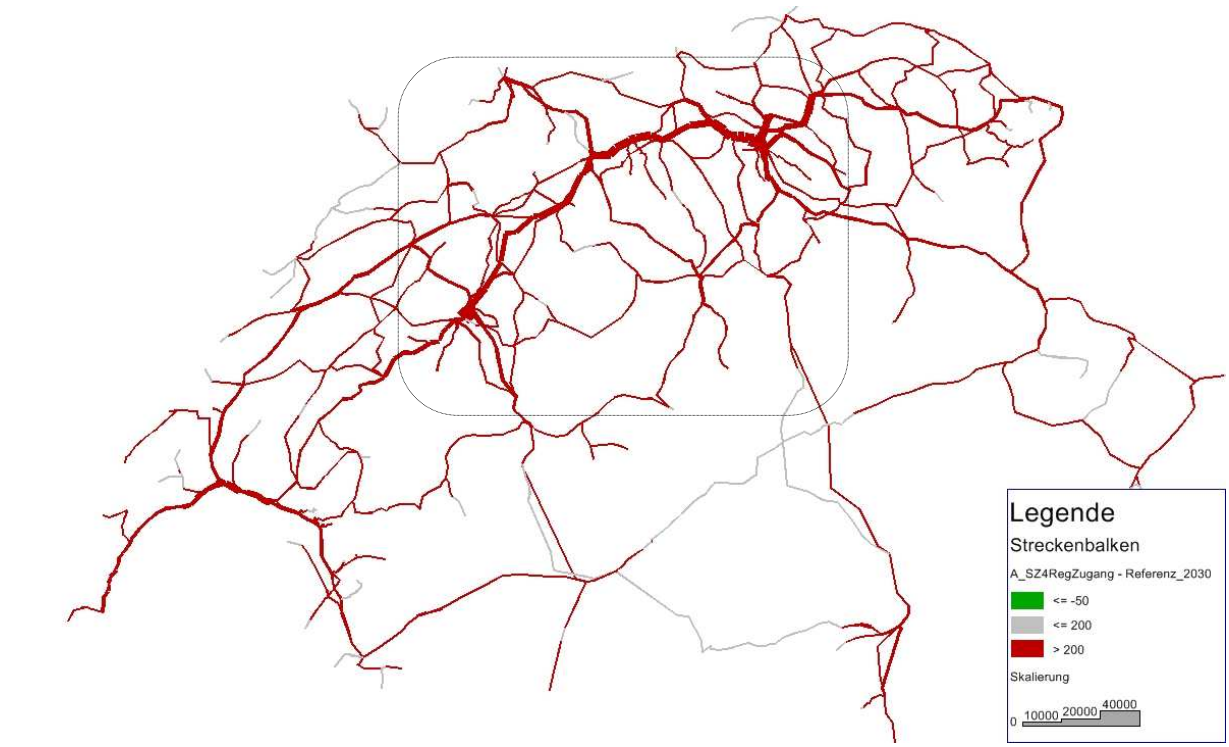


Abbildung 41 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Zugangszeit/Regionalverkehr (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenz

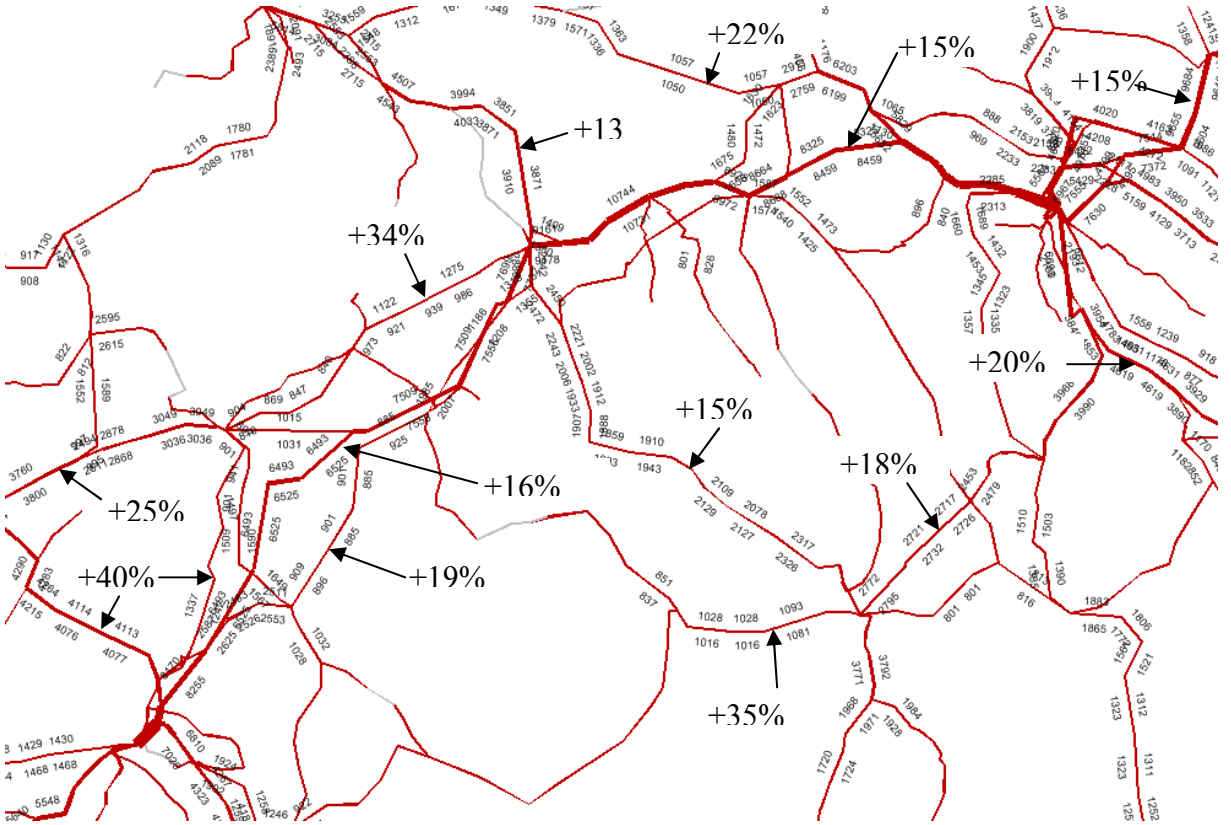


Abbildung 42 Differenz in Streckenbelastungen gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante 4 Nur Takthalbierung Regional- und S-Bahnen (Nur Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte), Absolute und Relative Differenz

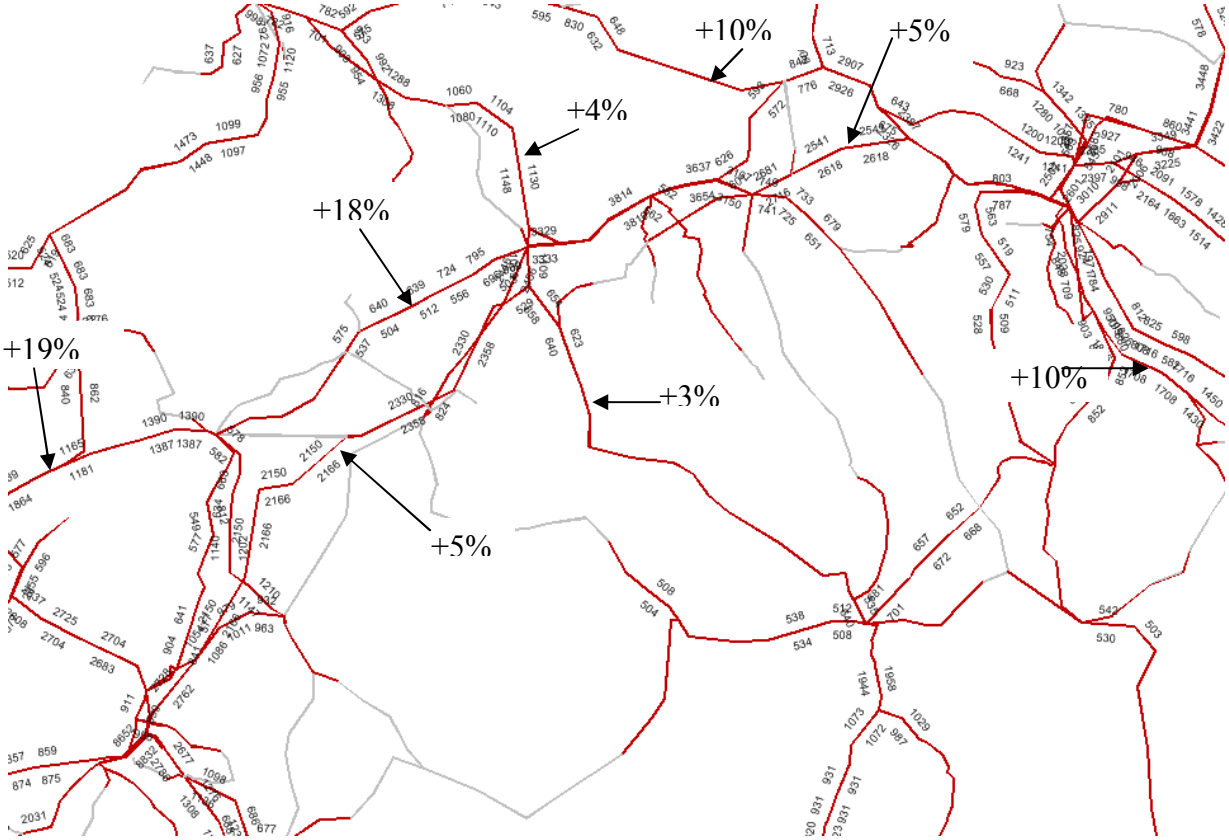
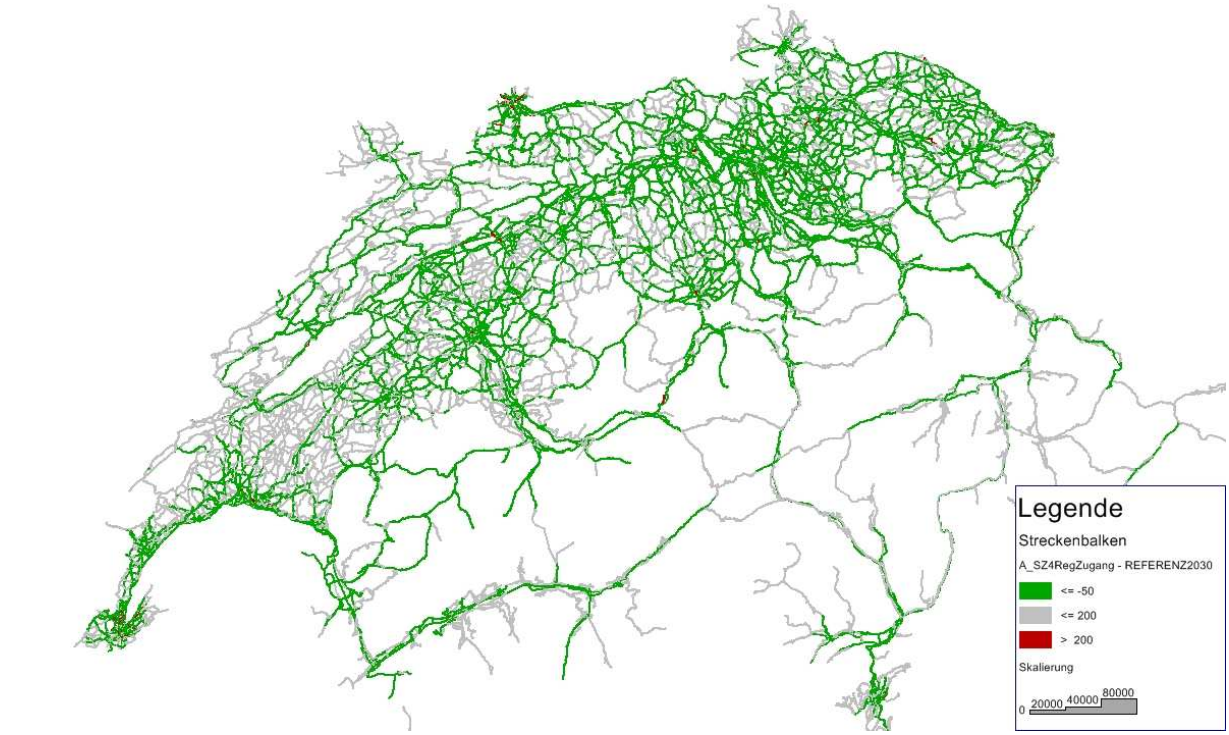


Abbildung 43 Veränderung der Streckenbelastungen im MIV gegenüber Referenzzustand 2030: Angebotsvariante Zugangszeit/Regionalverkehr



1.7 Schlussfolgerungen: Einfluss Verkehrsangebot auf Nachfrageentwicklung

Die Modellierung der Nachfragewirkung der vier betrachteten Angebotsvarianten zeigt folgendes:

- Durch die Angebotsvariante „Kapazitäten im Regionalverkehr und verbesserte Zugangszeiten“, werden die höchsten Nachfragezuwächse im ÖV erzielt (Verkehrsaufkommen: +25%, Verkehrsleistung: +21%). Die Verringerung der Zugangszeiten um ein Viertel sind für ca. 60% und das verdoppelte Zugsangebot im Regionalverkehr für die übrige 40% Zusatznachfrage verantwortlich. Die Verlagerungseffekte sind vor allem auf die im Regionalverkehr verbesserten Angebotsverhältnisse zu Gunsten des ÖV und gleichzeitig ein höheres Verlagerungspotenzial auf Seiten des MIV zurückzuführen. Dadurch wird im MIV eine Nachfragereduktion von 4.6% erreicht und der ÖV-Anteil am motorisierten Verkehr um 4.7% erhöht.

  Die Umsetzung der Angebotsvariante „Kapazitäten im Regionalverkehr und verbesserte Zugangszeiten“ verlangt neben dem zusätzlichen Rollmaterial für die Halbierung des Taktes und damit entsprechende Infrastrukturausbauten auch eine Reduktion der Zugangszeit um 25%, was einer Verkürzung der Zugangszeit zwischen zwei und fünf Minuten entspricht, abhängig von der Zonenlage und Zonencharakteristik. Die Umsetzung dieser Massnahme würde einerseits eine bessere Vernetzung der untergeordneten ÖV-Systeme mit dem Regional- und Fernverkehr, andererseits eine Optimierung der räumlichen Flexibilität des ÖV bedeuten. Für die Konkretisierung von Massnahmen wäre für ausgewählte Regionen eine vertiefte Analyse von Schwachstellen in der ÖV-Zugänglichkeit und ihrem Verbesserungspotentials durchzuführen.

- Durch die Angebotsvariante „Schnellbahn Zürich-Bern“ wird die Verkehrsleistung im ÖV um 10.1% und das Verkehrsaufkommen nur um 1.7% gegenüber dem Referenzzustand erhöht (bezogen auf das Gesamtmodell). Nur ca. 25% der Zusatznachfrage wird durch die Verlagerung von MIV generiert, die weitere ÖV-Nachfrage ist auf die Zielwahlverlagerungen und auch auf reduzierte LIV-Wege zurückzuführen. Mit ca. 6‘000 PW-Fahrten weniger pro Tag ist die Entlastung auf dem MIV-Netz unbedeutend und bei den Streckenbelastungen kaum bemerkbar.

  Das Nachfragewachstum konzentriert sich auf die Beziehungen und den Korridor Zürich-Bern. Neben den starken Ziel- und Verkehrsmittelwahl-Effekten entsteht auch

eine bedeutende Routenwahlverlagerung bestehender Route via Heiterberg (-51% ÖV-Fahrten) auf die neue Route via Altstetten-Roggwil, wodurch auf der bestehenden Route Kapazitäten frei werden. Gleichzeitig wird die Verkehrsnachfrage auf dem Abschnitt zwischen Roggwil und Bern gegenüber dem Referenzzustand um ca. 65% erhöht, was wahrscheinlich Kapazitätsengpässe mit sich bringen wird.

Als Folge der neu generierten ÖV-Nachfrage wäre vor allem auf dem Abschnitt Roggwil-Bern zu analysieren, ob die Zusatznachfrage durch Erweiterungen des Rollmaterials übernommen werden könnte oder ob eine Erweiterung der Infrastrukturkapazitäten notwendig wäre. Die Analyse sollte vor allem auf den Spitzenstundenverhältnissen basieren. Weiterhin wäre zu prüfen, was eine solche Entwicklung aus raumplanerischer Sicht zur Folge haben würde. Dazu muss beachtet werden, dass die hier berechneten Nachfrageveränderungen als primäre Nachfragereaktion zu verstehen sind, d.h. eine mögliche Veränderung von Raumcharakteristiken bzw. Raumstrukturdaten als Folge der vorgesehenen Angebotsveränderungen nicht betrachtet wurde.

- Die Angebotsvariante 2 „Beschleunigung Fernverkehr“ erhöht die Verkehrsleistung im ÖV um 8.7% und hat damit die kleinste Wirkung im Vergleich mit den anderen drei Angebotsvarianten. Die Verlagerung von MIV auf den ÖV ist etwas stärker als in der ersten Variante (Schnellbahn Zürich-Bern), führt aber nicht zu einer bedeutenden Entlastung des Strassennetzes. Auch diese Variante führt vor allem zu Zielwahleffekten und damit zu einer Erhöhung der mittleren Reiseweite im ÖV um 6.1%. Der Anteil des ÖV bei den Personenkilometern des gesamten motorisierten Verkehrs (MIV und ÖV) erhöht sich dadurch um 1.6%. *Die Streckenbelastungen auf den wichtigsten Fernverkehrskorridoren (Genf-Lausanne-Bern-Zürich-St. Gallen, Basel-Luzern, Luzern-Zürich) erhöhen sich im Durchschnitt um ca. 20%.* Eine weitere wichtige Charakteristik dieser Variante ist, dass durch die Beschleunigung des Fernverkehrs auch eine Routenwahlverlagerung vom Regionalverkehr auf den Fernverkehr stattfindet.

  Damit sind die Wirkungen dieser Variante eher als eingeschränkt zu bezeichnen, da die Verlagerungen des MIV sehr bescheiden sind und dadurch keine Entlastung im Strassenverkehr zu erreichen wären. Andererseits konzentriert sich das Wachstum im ÖV vor allem auf die Fernverkehrskorridore, bei denen die Kapazitäten schon im Referenzzustand stark ausgelastet sind.

- Durch die Angebotsvariante „Kapazität Fernverkehr“ mit Taktverdichtungen im Fernverkehr erhöht sich das Verkehrsaufkommen im ÖV um 4.8% und die Verkehrsleistung um 12.9% gegenüber dem Referenzzustand 2030. Damit ist die verkehrliche

Wirkung dieser Variante mit -1% weniger Pkm im MIV im Vergleich zu den zwei Beschleunigungs-Varianten etwas stärker. Auch in dieser Variante sind die Zielwahleffekte entscheidend für die Zunahme der Verkehrsleistung im ÖV. Der Anteil des ÖV an den Personenkilometern des motorisierten Verkehrs (MIV und ÖV) erhöht sich dadurch um 2.5%.

Das Nachfragewachstum im ÖV konzentriert sich auf die Fernverkehrskorridore. In Bezug auf die absolute Zunahme der Streckenbelastungen zeigt auch diese Variante auf dem Abschnitt Zürich-Bern das stärkste Nachfragewachstum. Trotz einer höheren Entlastung im MIV (-1% Pkm) als in den ersten beiden Varianten, sind die Verlagerungseffekte auch in dieser Variante relativ gering: Auch hier gewinnen durch die Angebotsverbesserungen vor allem die Fernverkehrsbeziehungen mit relativ kleinem MIV-Potential bzw. Verlagerungspotential an Attraktivität. Weiterhin muss beachtet werden, dass diese Variante auch einen sehr grossen Kapazitätsausbau verlangen würde.

Teil III Literatur

ARE (2006) Erstellung des nationalen Personenverkehrsmodells für den öffentlichen und privaten Verkehr 2000 – Modellberechnungen, Bern.

ARE (2010) Nationales Personenverkehrsmodell 2030, Bern.

ARE und BFS (2007) Mobilität in der Schweiz. Ergebnisse des Mikrozensus 2005 zum Verkehrsverhalten, Bern und Neuenburg.

ARE (2008) Aktualisierung des Nationalen Personenverkehrsmodells 2005, Bern.

PTV (2006) Benutzerhandbuch VISUM 10.01, Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe.

Vrtic, M., K.W. Axhausen, F. Rossera und R. Maggi (2003) Verifizierung von Prognosemethoden im Personenverkehr, im Auftrag der SBB und dem Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), IVT, ETH Zürich und USI Lugano, Zürich und Lugano.