



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

# **Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs – Teil 2**

**Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP H**

**Mesures locales pour la réduction des effets du transport des marchandises – part 2 : mesures**

**Local actions for the reduction the effects of freight transport – part 2: actions**

**INFRAS AG**  
**Mario Keller**  
**Lutz Ickert**  
**Philipp Wüthrich**

**SBB AG**  
**Michael Hafner**  
**Armin Zach**

**PTV AG**  
**Udo Heidl**

**Heinz Steven**

**Forschungsauftrag SVI 2009/011 auf Antrag der Schweizerischen  
Vereinigung der Verkehrsingenieure und der Verkehrsexperten (SVI)**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen beauftragten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que l' (les) auteur(s) mandaté(s) par l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 "Clôture du projet", qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

Il contenuto di questo rapporto impegna solamente l' (gli) autore(i) designato(i) dall'Ufficio federale delle strade. Ciò non vale per il modulo 3 «conclusione del progetto» che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e pertanto impegna soltanto questa.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) commissioned by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

# **Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs – Teil 2**

**Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesens-  
gerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr  
der Schweiz TP H**

**Mesures locales pour la réduction des effets du transport  
des marchandises – part 2 : mesures**

**Local actions for the reduction the effects of freight  
transport – part 2: actions**

**INFRAS AG  
Mario Keller  
Lutz Ickert  
Philipp Wüthrich**

**SBB AG  
Michael Hafner  
Armin Zach**

**PTV AG  
Udo Heidi**

**Heinz Steven**

**Forschungsauftrag SVI 2009/011 auf Antrag der Schweizerischen  
Vereinigung der Verkehrsingenieure und der Verkehrsexperten (SVI)**

## Impressum

### Forschungsstelle und Projektteam

#### Leitung Forschungspaket

Christoph Stucki

#### Projektleitung

Mario Keller (INFRAS AG)

#### Mitglieder

Lutz Ickert (INFRAS AG)

Philipp Wüthrich (INFRAS AG)

Armin Zach (SBB AG)

Michael Hafner (SBB AG)

Udo Heidl (PTV)

Heinz Steven

### Begleitkommission

#### Präsident

Ruedi Dieterle (Bundesamt für Strassen)

#### Mitglieder

Thomas Bögli, GS1 Switzerland

Willi Dietrich, SVI

Frank Furrer, Verband verladende Wirtschaft VAP

Kurt Infanger, Bundesamt für Raumentwicklung

André Kirchhofer, ASTAG

Markus Liechti, Bundesamt für Verkehr

Phillippe Marti, Bundesamt für Statistik

Marc Laube, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme ETHZ

Tommaso Meloni, Bundesamt für Umwelt

Hans Kaspar Schiesser, Verband öffentlicher Verkehr VÖV

Christoph Schreyer, Bundesamt für Verkehr

Thomas Schwarzenbach, Spedlogswiss

Erwin Wieland, Bundesamt für Strassen

### KO-Finanzierung des Forschungsauftrags

Bundesamt für Energie (BFE)

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

### Gesamtprojektleitung

Christoph Stucki c/o Thalent SA, route de Peney 133, CH-1214 Vernier

Christoph.Stucki@thalent.com

### Antragssteller

Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und der Verkehrsexperten (SVI)

### Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Impressum</b> .....	<b>4</b>
	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>8</b>
	<b>Résumé</b> .....	<b>15</b>
	<b>Summary</b> .....	<b>22</b>
<b>1</b>	<b>Handlungsbedarf</b> .....	<b>28</b>
<b>2</b>	<b>Handlungsbereiche und Massnahmen</b> .....	<b>29</b>
2.1	Marktregulierung und Marktzugang .....	34
2.2	Gebote und Verbote .....	37
2.3	Steuern und Gebühren.....	43
2.4	Fahrzeugtechnik.....	48
2.5	Infrastruktur .....	52
2.6	Logistik .....	55
2.7	Fazit und Variantenableitung .....	57
<b>3</b>	<b>Varianten</b> .....	<b>59</b>
3.1	Einhaltung Verlagerungsziel .....	61
3.1.1	Operationalisierung .....	61
3.1.2	Wirkungsanalyse .....	65
3.2	Gigaliner .....	73
3.2.1	Operationalisierung .....	74
3.2.2	Wirkungsanalyse .....	76
3.3	Potenzial Lärmschutz .....	85
3.3.1	Operationalisierung .....	85
3.3.2	Wirkungsanalyse .....	85
3.4	Lockerung Nachtfahrverbot.....	87
3.4.1	Operationalisierung .....	87
3.4.2	Wirkungsanalyse .....	88
3.5	LSVA-Nullfall (2010).....	90
3.5.1	Operationalisierung .....	90
3.5.2	Wirkungsanalyse .....	91
<b>4</b>	<b>Handlungsempfehlungen</b> .....	<b>92</b>
4.1	Zusammenfassung Wirksamkeiten der Massnahmen .....	92
4.2	Empfehlungen .....	93
	<b>Anhänge</b> .....	<b>96</b>
	<b>Glossar und Abkürzungen</b> .....	<b>105</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>107</b>
	<b>Projektabschluss</b> .....	<b>109</b>
	<b>Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen</b> .....	<b>112</b>
	<b>Publikationsliste SVI</b> .....	<b>119</b>



# Aufbau des Forschungspaketes

## Organigramm des Forschungspaketes

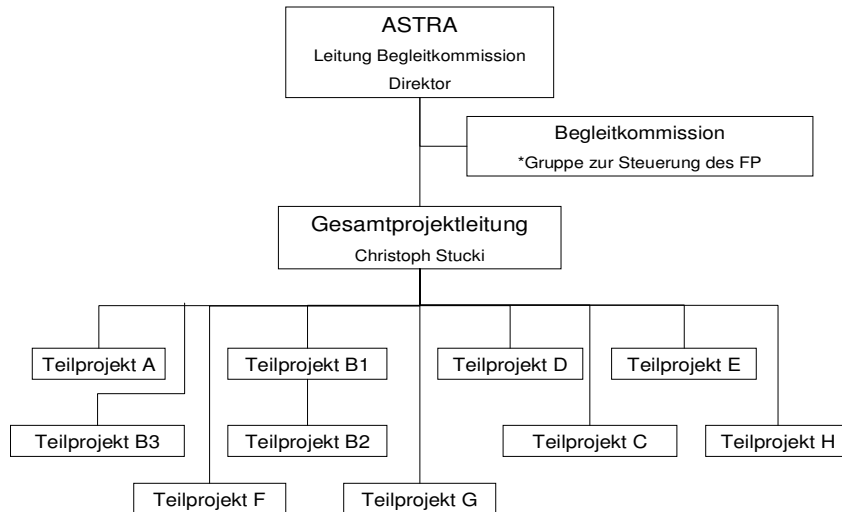


Abb. 1 Beteiligte Teilprojekte und deren Beziehungen.

## Liste der Teilprojekte und der beteiligten Forschungsstellen

TP	Titel	Verantwortliche Forschungsstelle	Abschluss	SVI Nr
A	Konzept zur effizienten Erfassung und Analyse der Güterverkehrsdaten	Rapp Trans AG, Zürich	Sommer 2011	2009/002
B1	Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz	Lehrstuhl für Logistik Universität St. Gallen	Frühling 2011	2009/003
B2	Branchenspezifische Logistikkonzepte und Güterverkehrsaufkommen sowie deren Trends	ProgTrans, Basel	Frühling 2012	2010/005
B3	Güterverkehr mit Lieferwagen	Rapp Trans AG, Zürich	Herbst 2012	2010/001
C	Anforderung der Güterlogistik an die Netzinfrastruktur und die langfristige Netzentwicklung in der Schweiz	IVT, ETH Zürich	Sommer 2012	2009/008
D	Regulierung des Güterverkehrs - Auswirkungen auf die Transportwirtschaft	Infras, Zürich	Sommer 2011	2009/004
E	Informationstechnologien in der zukünftigen Transportwirtschaft	Institut für Verkehrswesen Universität Stuttgart	Herbst 2011	2009/005
F	Beeinflussung der Nutzer durch Regulierung und integrierte Bewirtschaftungskonzepte aus Sicht der Nutzer	ProgTrans, Basel	Frühling 2012	2009/009
G	Effizienzsteigerungspotenziale in der Transportwirtschaft durch integrierte Bewirtschaftungsinstrumente aus Sicht der Infrastrukturbetreiber	Ecoplan, Bern	Sommer 2012	2009/010
H	Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs	Infras, Bern	Sommer 2012	2009/011

## Zusammenfassung

### Massnahmen

Der vorliegende Bericht macht eine Auslegeordnung der wichtigsten Massnahmen zur Reduktion der vom Güterverkehr ausgehenden Umweltbelastungen. Diese werden anhand verschiedener Kriterien erörtert und beurteilt (namentlich verkehrliche Wirkungen, Auswirkung auf die Umwelt, Aufwand, Umsetzung, Akzeptanz). Anschliessend werden folgende Massnahmen vertieft analysiert, deren Auswirkungen sich im Rahmen des „Umweltatlas“ quantifizieren lassen:

- Einhaltung des Verlagerungsziels (Z1 Verlagerung)
- Erhöhung der zulässigen Fahrzeugabmessungen („Gigaliner“; Z1 Gigaliner)
- Potenzialanalyse Lärmschutz (Z1 Pot. Lärmschutz)
- Lockerung des Nachtfahrverbots (Z1 Lockerung Nachtfahrverbot)

Die Auswirkungen dieser Massnahmen werden quantifiziert und hinsichtlich ihres Beitrags zur Erreichung der Umweltziele gewürdigt. Ergänzend wird als Sonderfall ein sog. „LSVA-Nullfall“ erörtert, d.h. es wird abgeschätzt, wie sich die Umweltbelastung bis heute (2010) ohne Einführung der LSVA entwickelt hätte.

Nachfolgende Faktenblätter geben eine Übersicht über die wichtigsten quantitativen Ergebnisse (Verkehrsmengengerüste und emissions- bzw. lärmseitige Auswirkungen) der vertieft untersuchten Massnahmen, im Anschluss daran folgen die daraus abgeleiteten Empfehlungen:

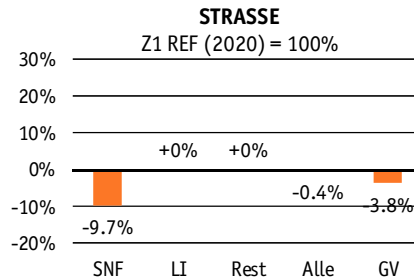


## Faktenblatt Einhaltung Verlagerungsziel (Z1 Verlagerung)

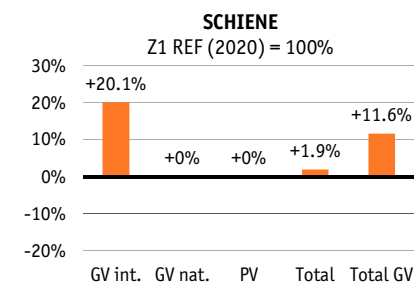
Der alpenquerende Strassengüterverkehr wird plafoniert, d.h. an den Alpenübergängen Gotthard, Simplon und San Bernardino dürfen zusammen jährlich höchstens 650'000 Lastwagenfahrten stattfinden (Verlagerungsziel).

### VERKEHR

Strasse	[Mio. Fzkm]		
	Z1 REF (2020)	Z1 Verlagerung	
		absolut	zu Z1 REF
Fahrzeugkategorie			
Schwere Nutzfahrzeuge (SNF)	2'592	2'340	-9.7%
Lieferwagen (LI)	4'033	4'033	+0%
Rest (PW, Busse, Motorräder)	61'377	61'377	+0%
<b>Total</b>	<b>68'002</b>	<b>67'749</b>	<b>-0.4%</b>
<b>Total Güterverkehr</b>	<b>6'624</b>	<b>6'372</b>	<b>-3.8%</b>



Schiene	[Mio. Zugkm]		
	Z1 REF (2020)	Z1 Verlagerung	
		absolut	zu Z1 REF
Zugskategorie			
Güterverkehr internat.	23.3	28.0	+20.1%
Güterverkehr nat. (inkl. Dienstz.)	17.0	17.0	+0%
Personenverkehr	209.4	209.4	+0%
<b>Total</b>	<b>249.7</b>	<b>254.4</b>	<b>+1.9%</b>
<b>Total Güterverkehr</b>	<b>40.4</b>	<b>45.1</b>	<b>+11.6%</b>



### LUFTSCHADSTOFFE

- Güterverkehr Strasse: Reduktion der Luftschadstoffemissionen um **8-9%** (NO<sub>x</sub>, PM10) gegenüber Z1 REF (2020)
- Güterverkehr Schiene: Erhöhung der NO<sub>x</sub> und PM10-Emissionen um rund **15%** gegenüber Z1 REF (2020)
- Gesamteffekt Güterverkehr: Reduktion der Luftschadstoff-Emissionen (NO<sub>x</sub>, PM10) um **8-9%** gegenüber Z1 REF (2020)

### ENERGIEVERBRAUCH UND CO<sub>2</sub> -EMISSIONEN

- Güterverkehr Strasse: Reduktion Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. **10%** gegenüber Z1 REF (2020)
- Güterverkehr Schiene: Erhöhung Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. **15%** gegenüber Z1 REF (2020)
- Gesamteffekt Güterverkehr: Reduktion Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. **8%** gegenüber Z1 REF (2020)

### LÄRMIMMISSIONEN

- Geringe Entlastung Strassenlärm: nachts/tags ca. 3000 Personen weniger belastet (über IGW)
- Zusätzliche Belastung Schienenlärm: nachts ca. 7000 Personen, tags ca. 3000 Personen.
- Belastung gesamt ungefähr gleich wie Z1 REF (2020)

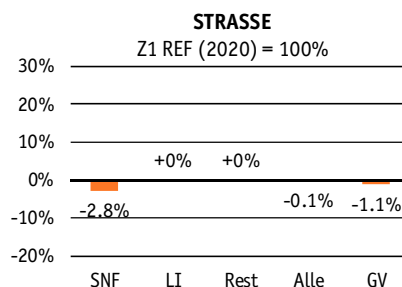
## Faktenblatt Z1 Gigaliner

Die zulässigen Höchstmasse im Strassengüterverkehr werden erhöht auf 25.25m Gesamtlänge. Auswirkungen: Reduktion der Fahrtenanzahl auf ausgewiesenen, geeigneten Strecken (zwei Gigaliner ersetzen den Frachtraum von drei herkömmlichen Fahrzeugen). Rückverlagerung von der Schiene zu Strasse (Attraktivitätssteigerung): 10% der UKV-Tonnage.

### VERKEHR

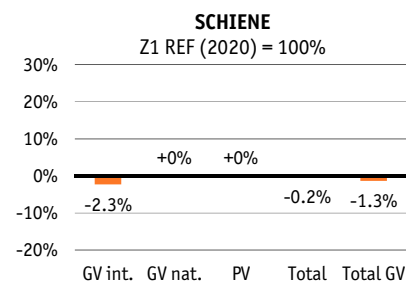
#### Strasse

Fahrzeugkategorie	Z1 REF (2020)	[Mio. Fzkm]	
		Z1 Gigaliner	
		absolut	zu Z1 REF
Schwere Nutzfahrzeuge (SNF)	2'592	2'519	-2.8%
Lieferwagen (LI)	4'033	4'033	+0%
Rest (PW, Busse, Motorräder)	61'377	61'377	+0%
<b>Total</b>	<b>68'002</b>	<b>67'929</b>	<b>-0.1%</b>
<b>Total Güterverkehr</b>	<b>6'624</b>	<b>6'552</b>	<b>-1.1%</b>



#### Schiene

Zugskategorie	Z1 REF (2020)	[Mio. Zugkm]	
		Z1 Gigaliner	
		absolut	zu Z1 REF
Güterverkehr internat.	23.3	22.8	-2.3%
Güterverkehr nat. (inkl. Dienstz.)	17.0	17.0	+0%
Personenverkehr	209.4	209.4	+0%
<b>Total</b>	<b>249.7</b>	<b>249.2</b>	<b>-0.2%</b>
<b>Total Güterverkehr</b>	<b>40.4</b>	<b>39.8</b>	<b>-1.3%</b>



### LUFTSCHADSTOFFE

- Güterverkehr Strasse: Leichte Reduktion der Luftschadstoffemissionen um **2-5%** (NO<sub>x</sub>, PM10) gegenüber Z1 REF (2020), falls modernste (EURO VI)-Fahrzeuge eingesetzt werden.
- Güterverkehr Schiene: Reduktion der Luftschadstoff-Emissionen um ca. 2% (Stromproduktion)
- Gesamteffekt Güterverkehr: Reduktion der Luftschadstoff-Emissionen (NO<sub>x</sub>, PM10) um **2-5%** gegenüber Z1 REF (2020)

### ENERGIEVERBRAUCH UND CO<sub>2</sub> -EMISSIONEN

- Güterverkehr Strasse: Unveränderter Energieverbrauch gegenüber Z1 REF (2020)
- Güterverkehr Schiene: Reduktion Energiebedarf ca. 1% gegenüber Z1 REF (2020)
- Gesamteffekt Güterverkehr: Unveränderter Energieverbrauch gegenüber Z1 REF (2020)

### LÄRMIMMISSIONEN

- Geringe Entlastung Strassenlärm: nachts/tags rund 2500 Personen weniger belastet (über IGW)
- Schienenlärm: Keine nennenswerten Auswirkungen

**Faktenblatt Z1 Potenzial Lärmschutz**

- Strasse: Sämtliche Strassen der Schweiz sind anstelle des in Z1 REF unterstellten Standardbelags<sup>1</sup> mit lärmdämpfendem Strassenbelag<sup>2</sup> saniert.
- Schiene: 100% des in der Schweiz verkehrenden Güterverkehrs-Rollmaterials (inkl. ausländische Wagen) ist lärmsaniert.

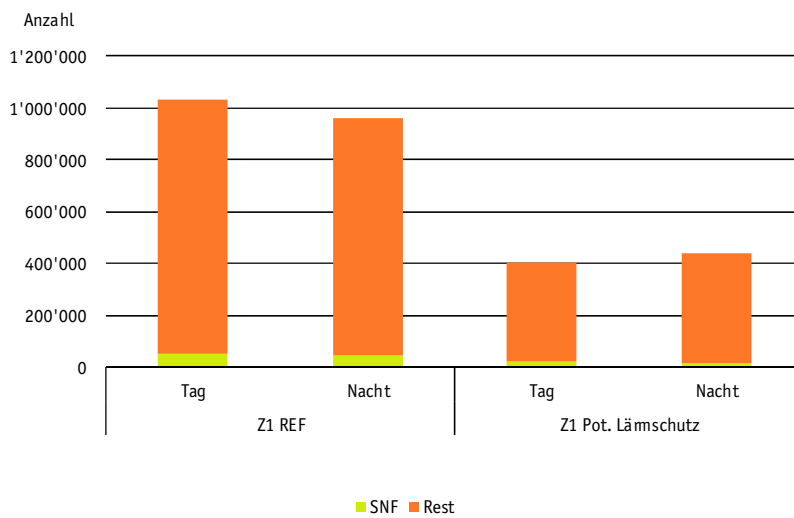
**VERKEHR**

Gleich wie Z1 REF

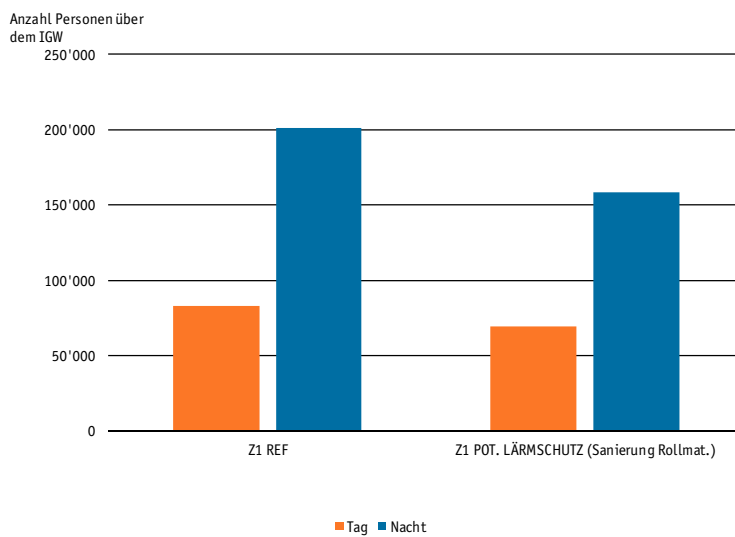
**LÄRMIMMISSIONEN**

Anzahl Personen über IGW

**Strasse**



**Schiene**



<sup>1</sup> Standardbelag (Gussasphalt, „stone mastic asphalt 0/11“)

<sup>2</sup> „Drainage Asphalt, twin-layer“, weniger als 3 Jahre alt

---

**Faktenblatt Z1 Lockerung Nachtfahrverbot**

---

Lockerung des Nachtfahrverbots um je eine Stunde morgens und abends (Verbot von 23 Uhr bis 4 Uhr) – lärmseitige Auswirkungen. (Auswertung an Hand der geltenden Grenzwertgesetzgebung gemäss LSV, ohne mutmasslich notwendige Anpassungen der bestehenden Grenzwerte). Kein Mengeneffekt unterstellt.

---

**VERKEHR**

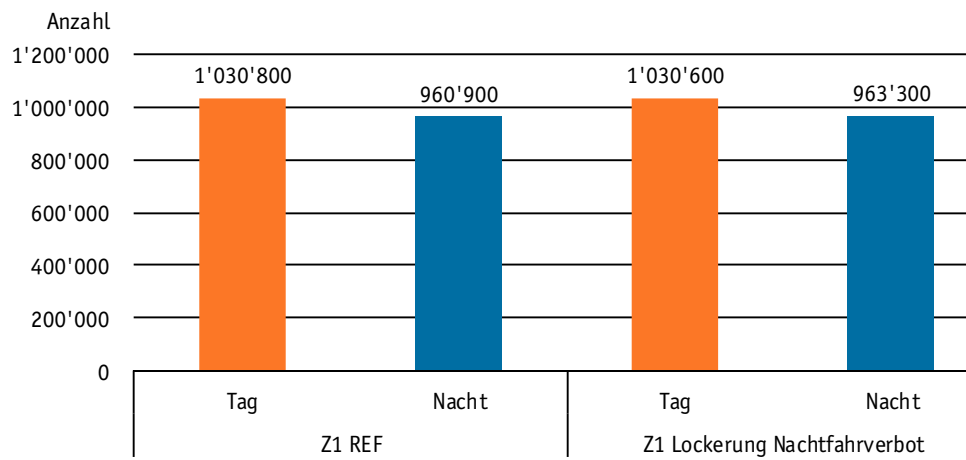
Gleich wie Z1 REF

---

**LÄRMIMMISSIONEN**

Anzahl Personen über dem IGW

**Strasse**



## Empfehlungen

In Teil I der Berichterstattung („Umweltatlas“) werden die Referenzentwicklungen analysiert und den heute gültigen, verbindlichen Umweltzielen gegenübergestellt (siehe Abb. 5.48 in Bericht Teil I). Die im Teil II vorgestellten Massnahmen können unterschiedliche Beiträge zur Zielerreichung über die bereits getroffenen Massnahmen der Referenz bis 2020 hinaus leisten:

### Luftschadstoffe

Problematisch ist der Ausstoss der nicht-Auspuff-Partikelemissionen aus Abrieb, Bremsen und Aufwirbelung sowohl bei der Schiene als auch der Strasse, wenngleich diese Art von Feinstaubemissionen als weniger gesundheitsschädlich gelten als die kanzerogenen Partikelemissionen aus dem Verbrennungsprozess von Motoren. Die nicht-Auspuff-Partikelemissionen sind direkt abhängig von der Fahrleistung des Verkehrs. Insofern unterstützen Massnahmen, welche das Verkehrsaufkommen vermindern, die Zielerreichung bezüglich Feinstaub-Emissionen. Die Verlagerung des Strassengüterverkehrs auf die Schiene führt deshalb insgesamt zu einer Reduktion der nicht-Auspuff-Feinstaub-Emissionen, wenngleich ein Teil davon durch den Mehrverkehr auf der Schiene kompensiert wird. Diese zusätzliche Reduktion von rund 8% der PM10-Emissionen reicht aber nicht aus, um die im Luftreinhaltekonzept des Bundes bzw. im Göteborg-Protokoll festgelegten Ziele zu erreichen. Allerdings sind kaum weitere, wirksame und umsetzbare Massnahmen bekannt, die den nicht-Auspuff-Partikelaustritt verringern könnten. Das regelmässige Abwaschen von Strassen oder das Schienenschleifen ist mit hohem Aufwand verbunden und die Wirksamkeit umstritten.

### Energieverbrauch und CO<sub>2</sub> –Emissionen

Der Güterverkehr kann seinen Beitrag zu den im aktuellen CO<sub>2</sub> – Gesetz festgelegten Reduktionszielen (-20% CO<sub>2</sub> –Ausstoss gegenüber 1990 über alle Sektoren) nur leisten, wenn seine Effizienz deutlich gesteigert wird. Eine Massnahme in diese Richtung ist die Verlagerung der Güter auf die energieeffizientere Bahn. Gegenüber der erwarteten Entwicklung bis 2020 liesse sich so der CO<sub>2</sub> –Ausstoss um rund 8% reduzieren. Demgegenüber leistet der Einsatz von grösseren Strassengüterfahrzeugen – unter der Annahme, dass diese Fahrzeuge ausschliesslich im Transit- und zu geringeren Anteilen im Import-/Export-Verkehr zum Einsatz kämen – kaum einen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz. Dies gilt bei einer moderaten Annahme zur Rückverlagerung von der Schiene auf die Strasse von 10% der UKV-Tonnage. Bei höheren Rückverlagerungsquoten würde sich die Wirkung noch stärker verringern.

Die untersuchten Massnahmen beim Güterverkehr reichen nicht aus, um einen angemessenen Beitrag zur Erreichen des Reduktionsziels zu leisten. Das bedeutet, dass weitere Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz notwendig sind (Elektrifizierung/Hybridisierung Güterverkehrsfahrzeuge, Elektromobilität vor allem für den städtischen Güterverkehr, Optimierungen an Reifen, Aufbauten, Fahrzeugmaterialien, etc. zur Steigerung der Energieeffizienz). Als wirksames Mittel zur Beschleunigung der Entwicklungen in diesem Bereich zeichnen sich bei den Personenwagen die Flottenverbrauchs-Zielwerte im europäischen Raum ab. Beabsichtigt ist die Einführung von Flottenzielwerten für die leichten Nutzfahrzeuge. Erst angedacht ist die vergleichbare Regulierung für die schweren Nutzfahrzeuge.

Die CO<sub>2</sub>–Emissionen sind im schweizerischen Bahnverkehr vergleichsweise tief, da der Strom zu gut 75% mit erneuerbarer Wasserkraft und 25% nuklear produziert wird. Der Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion bedingt daher, dass die Klimaneutralität der Bahnstromproduktion – trotz steigender Gesamtnachfrage und beabsichtigtem Ausstieg aus der Kernenergie – aufrechterhalten werden kann. Dasselbe gilt auch für Massnahmen, die in Richtung Elektrifizierung/Hybridisierung des Strassengüterverkehrs zielen und so ebenfalls die Stromnachfrage erhöhen.

### Lärm

In der Schweiz sind nach wie vor bedeutende Anteile der Bevölkerung von schädlichem Verkehrslärm betroffen. Ziel gemäss Lärmschutzverordnung (LSV) ist es dagegen, dass

keine Immissionsgrenzwertüberschreitungen durch den Verkehr mehr auftreten, dies bei wachsender Wohnbevölkerung. Das heisst, dass weitere, substanzielle Anstrengungen im Bereich der Lärmbekämpfung an der Quelle und parallel dazu lokale Massnahmen zum Schutz der lärmbeeinträchtigten Bevölkerung notwendig sein werden. Wo auch dies nicht möglich ist, müssen – in letzter Priorität – Ersatzmassnahmen an Gebäuden (z.B. Schallschutzfenster) die Bewohner wenigstens in den Innenräumen vor Lärm schützen.

Die Sanierung sämtlicher durch die Schweiz verkehrenden, mit lauten Grauguss-Bremsen versehenen Güterwaggons (auch diejenigen der ausländischen Transportunternehmen) leistet einen wesentlichen Beitrag zur Entlastung der durch Schienenverkehrslärm belasteten Personen, insbesondere in der Nacht. Weitere Lärmbekämpfungsmassnahmen im Schienenverkehr, welche die Emissionen an der Lärmquelle reduzieren sind beispielsweise der Einbau von Schienenschallabsorbern, die Verringerung der Schienenrauigkeit durch regelmässiges Schleifen („akustisches Schleifen“) oder die Sanierung von Stahlbrücken. Daneben muss die Forschung und Entwicklung lärmarmere Technologien im Schienenverkehr gefördert und vorangetrieben werden.

Gleichzeitig haben der Strassenverkehr im Allgemeinen und der Strassengüterverkehr im Speziellen, Beiträge zur Lärmreduktion zu leisten. Auch hier muss die Lärmvermeidung an der Quelle im Vordergrund stehen. Massnahmen am Fahrzeug (lärmärmere Motoren, verbesserte Aerodynamik und leisere Reifen), an der Fahrbahn (lärmoptimierte Beläge), angepasste Fahrweise oder Geschwindigkeitsreduktionen in Siedlungsräumen sind taugliche Massnahmen um den Lärm des Strassenverkehrs wirkungsvoll zu reduzieren.

## Résumé

### Les mesures

Le présent rapport donne une vue d'ensemble des mesures les plus pertinentes qui permettent de réduire les pollutions dues au trafic de marchandises. Ces mesures, notamment les effets sur le trafic et sur l'environnement, ainsi que leur coût, leur mise en œuvre et leur acceptation, sont expliquées, puis évaluées à l'aide de divers critères. Les mesures suivantes, dont les effets sont quantifiables dans le cadre de l'«écoatlas», font l'objet d'une analyse approfondie :

- Respect de l'objectif de transfert (Z1 Transfert)
- Augmentation des dimensions autorisées pour les véhicules („méga-camions“; Z1 Méga-camions)
- Analyse des potentiels de la protection contre le bruit (Z1 Potentiel protection antibruit)
- Assouplissement de l'interdiction de circuler la nuit (Z1 Assouplissement interdiction circulation nocturne)

L'étude quantifie les effets de ces mesures et ainsi que leur contribution aux objectifs écologiques visés. À titre complémentaire, un scénario «Effet RPLP zéro» est analysé afin d'évaluer comment la pollution aurait évolué jusqu'à aujourd'hui (2010) si la RPLP n'avait pas été introduite.

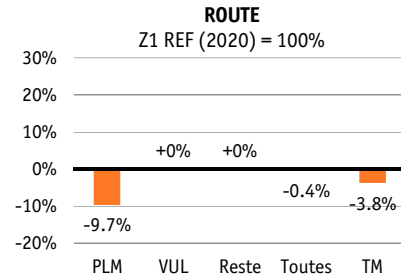
Les feuilles d'information ci-après résument les résultats quantitatifs les plus pertinents.

### Fiche technique Observation des objectifs de transfert (Z1 Transfert)

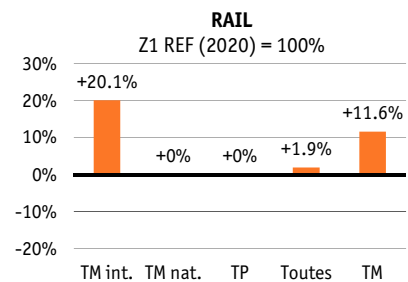
Le volume du trafic de marchandises routier à travers les Alpes est limité vers le haut: au total, 650'000 poids-lourds sont autorisés à passer les passages alpins du Gothard, du Simplon et du San Bernardino par année (objectif de transfert).

## TRANSPORTS

Route	[Mio. vkm]		
	Z1 Transfert		
Catégorie de véhicules	Z1 REF (2020)	absolue	à Z1 REF
Poids lourds marchandises (PLM)	2'592	2'340	-9.7%
Véhicule utilitaires légers (VUL)	4'033	4'033	+0%
Reste (VT, bus, motocycles)	61'377	61'377	+0%
<b>Somme</b>	<b>68'002</b>	<b>67'749</b>	<b>-0.4%</b>
<b>Somme transport de marchandises</b>	<b>6'624</b>	<b>6'372</b>	<b>-3.8%</b>



Rail	[Mio. trainkm]		
	Z1 Transfert		
Catégorie de train	Z1 REF (2020)	absolue	à Z1 REF
Transport de marchandises internat.	23.3	28.0	+20.1%
Transport de marchandises nat. (trains der service incl.)	17.0	17.0	+0%
Transports de passagers	209.4	209.4	+0%
<b>Somme</b>	<b>249.7</b>	<b>254.4</b>	<b>+1.9%</b>
<b>Somme transport de marchandises</b>	<b>40.4</b>	<b>45.1</b>	<b>+11.6%</b>



## POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

- Transport de marchandises par la route : réduction des émissions de polluants atmosphérique de **8 à 9%** (NO<sub>x</sub>, PM10) par rapport à Z1 REF (2020)
- Transport de marchandises par le rail: augmentation des émissions de NO<sub>x</sub> et de PM10 d'environ **15%** par rapport à Z1 REF (2020)
- Total transport de marchandises : Réduction de des polluants atmosphériques (NO<sub>x</sub>, PM10) de **8 à 9%** par rapport à Z1 REF (2020)

## CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

- Transport de marchandises par la route : réduction de quelque **10%** de la consommation d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub> par rapport à Z1 REF (2020)
- Transport de marchandises par le rail: augmentation de quelque **10%** de la consommation d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub> par rapport à Z1 REF (2020)
- Total transport de marchandises : réduction de quelque **8%** de la consommation d'énergie et des émissions de CO<sub>2</sub> par rapport à Z1 REF (2020)

## IMMISSIONS DE BRUIT

- Exposition légèrement plus faible au bruit de la route: env. 3000 personnes de moins exposées au bruit le jour et la nuit grâce aux valeurs limites d'immission (VLI)
- Exposition supplémentaire au bruit du trafic ferroviaire: env. 7000 personnes de nuit et 3000 personnes de jour
- Exposition totale: à peu près comme Z1 REF (2020)

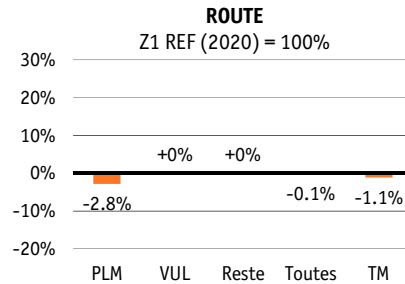


## Fiche technique Z1 Méga-camions

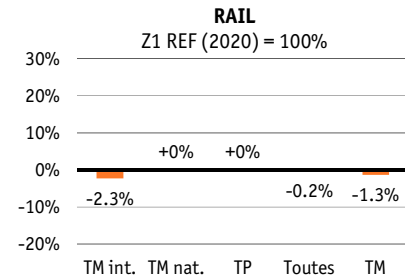
La longueur maximale autorisée des véhicules routiers passe à 25,25 mètres. Les conséquences :  
Réduction du nombre de courses sur les tronçons prédéfinis qui s'y prêtent (deux méga-camions remplacent la capacité de charge de trois poids-lourds ordinaires). Phénomène de retransfert du rail vers la route (gain d'attractivité) : 10% du tonnage TCNA.

### TRANSPORTS

Route	[Mio. vkm]			
	Z1 REF (2020)	Z1 Méga-camions		
Catégorie de véhicules		absolue	à Z1 REF	
Poids lourds marchandises (PLM)	2'592	2'519	-2.8%	
Véhicule utilitaires légers (VUL)	4'033	4'033	+0%	
Reste (VT, bus, motorcycles)	61'377	61'377	+0%	
<b>Somme</b>	<b>68'002</b>	<b>67'929</b>	<b>-0.1%</b>	
<b>Somme transport de marchandises</b>	<b>6'624</b>	<b>6'552</b>	<b>-1.1%</b>	



Rail	[Mio. trainkm]			
	Z1 REF (2020)	Z1 Méga-camions		
Catégorie de train		absolue	à Z1 REF	
Transport de marchandises internat.	23.3	22.8	-2.3%	
Transport de marchandises nat. (trains der service incl.)	17.0	17.0	+0%	
Transports de passagers	209.4	209.4	+0%	
<b>Somme</b>	<b>249.7</b>	<b>249.2</b>	<b>-0.2%</b>	
<b>Somme transport de marchandises</b>	<b>40.4</b>	<b>39.8</b>	<b>-1.3%</b>	



### POLLUTION ATMOSPHERIQUE

- Transport de marchandises par la route : légère réduction des émissions polluantes atmosphériques de quelque 2 à 5% (NO<sub>x</sub>, PM10) par rapport à Z1 REF (2020), en cas de recours aux véhicules les plus modernes (EURO VI).
- Transport de marchandises par le rail : réduction des émissions polluantes atmosphériques de quelque 2% (production de courant électrique)
- Effet total transport de marchandises: réduction des émissions polluantes atmosphériques (NO<sub>x</sub>, PM10) de 2 à 5% par rapport à Z1 REF (2020)

### CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

- Transport de marchandises par la route : consommation d'énergie inchangée par rapport à Z1 REF (2020)
- Transport de marchandises par le rail : réduction de la consommation d'énergie d'env. 1% par rapport à Z1 REF (2020)
- Effet total transport de marchandises: consommation d'énergie inchangée par rapport à Z1 REF (2020)

### IMMISSIONS DE BRUIT

- Exposition au bruit de la route: diminution faible, env. 2500 personnes de moins exposées jour et nuit (effet des VLI)
- Exposition au bruit du rail: pas d'effets sensibles

*Fiche technique Z1 Potentiel de la protection contre le bruit*

- Route: le revêtement standard<sup>3</sup> de toutes les routes suisses qui sert de base de référence Z1 REF a été remplacé par un revêtement qui absorbe le bruit<sup>4</sup>.
- Rail: 100% du matériel roulant marchandises qui circule en Suisse (y compris les wagons étrangers) a subi un assainissement anti-bruit.

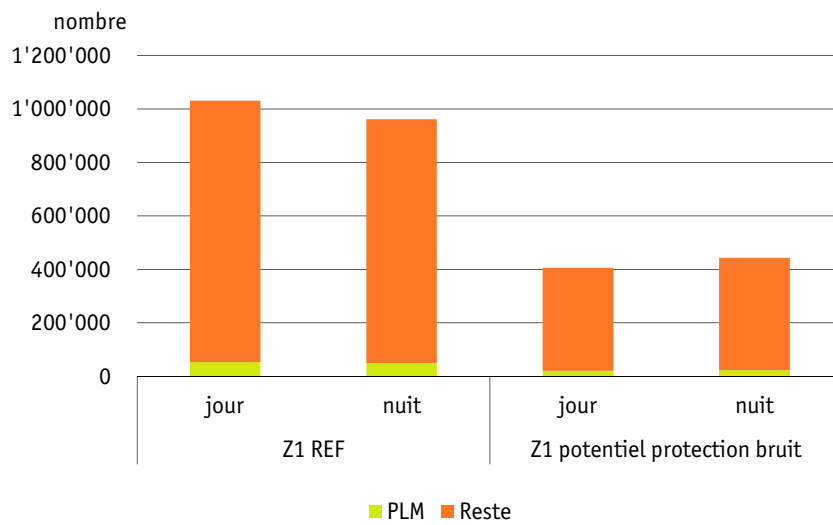
**TRANSPORTS**

Voir Z1 REF

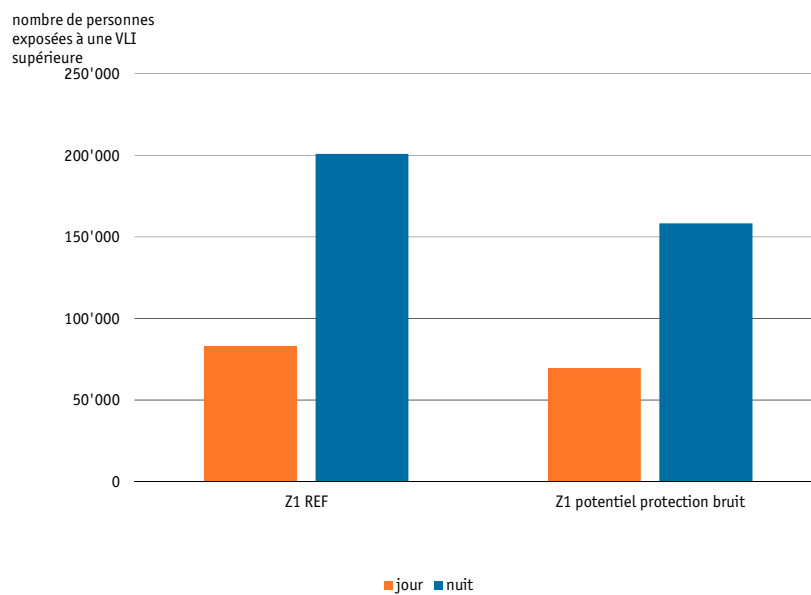
**IMMISSIONS DE BRUIT**

Nombre de personnes exposées à une VLI supérieure

**Route**



**Rail**



<sup>3</sup> Revêtement standard (asphalte coulé, „stone mastic asphalt 0/11“)

<sup>4</sup> „Asphalte poreux (drainant), deux couches“ de moins de trois ans

---

*Fiche technique Z1 Assouplissement de l'interdiction de rouler la nuit*

---

Assouplissement d'une heure le matin et le soir de l'interdiction de rouler de nuit (interdiction de rouler de 23 heures à 4 heures) – effets sur le bruit. Évaluation sur la base de la législation actuelle sur les valeurs limites selon OPB (sans adaptations présumées des valeurs limites).

---

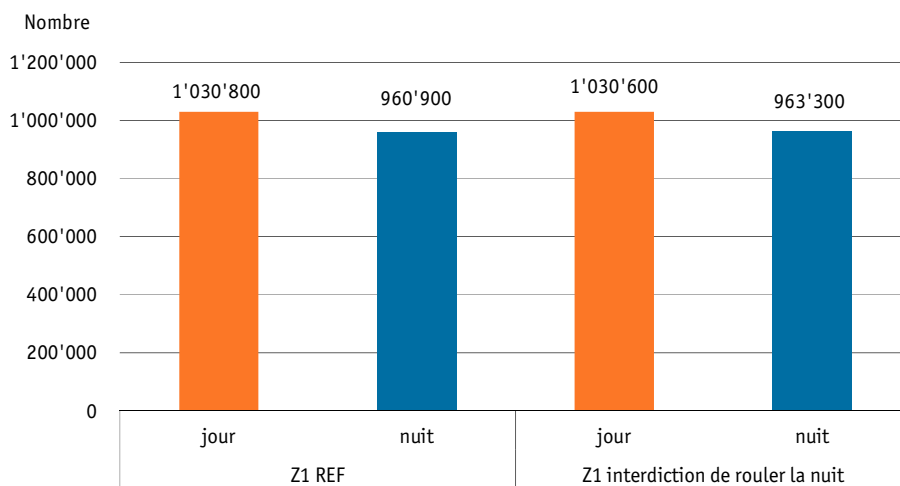
**TRANSPORTS**

Voir Z1 REF.

---

**IMMISSIONS DE BRUIT****Route**

Nombre de personnes exposées à une VLI supérieure



## Recommandations

La première partie du présent rapport, intitulée « Écoatlas », est consacrée à l'évolution des valeurs de référence et les compare aux objectifs de protection de l'environnement contraignants qui sont en vigueur actuellement (cf. fig. 5.48 de la première partie du rapport). Les mesures de diverses natures présentées dans la deuxième partie permettent de contribuer à la réalisation des objectifs en plus des mesures qui ont été prises dans la situation de référence et jusqu'en 2020.

### Pollution atmosphérique

Les émissions les plus problématiques sont celles qui ne sont pas émises à l'échappement, mais qui proviennent de l'abrasion, du freinage et des tourbillonnements, tant sur la route que sur le rail ; ce type de particules fines passe pour être moins nuisible pour la santé que celles qui résultent de la combustion dans les moteurs et qui sont cancérogènes. Les émissions de particules non émises à l'échappement dépendent directement de la prestation de transport du trafic. Par conséquent, les mesures aptes à réduire le volume du trafic vont dans le sens de l'objectif fixé pour les émissions de particules fines. Le transfert du trafic routier sur le rail permet donc de réduire les émissions de particules fines non émises à l'échappement ; il faut toutefois relever une compensation partielle de ces émissions côté rail. Cette réduction supplémentaire de quelque 8% des émissions PM10 ne suffit toutefois pas pour atteindre les objectifs définis dans la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air de la Confédération, respectivement dans le Protocole de Göteborg. Actuellement, on ne connaît toutefois pas de mesures aisées à mettre en œuvre qui permettraient de réduire efficacement les émissions de particules non émises à l'échappement. Le lavage régulier des routes et le meulage des rails est fastidieux et l'efficacité de ces mesures est sujette à controverse.

### Consommation d'énergie et émissions de CO<sub>2</sub>

Le trafic marchandises ne pourra contribuer à atteindre les réductions visées de la loi sur CO<sub>2</sub> (dans tous les secteurs : -20% d'émissions de CO<sub>2</sub> par rapport 1990) que si l'efficacité de ce secteur augmente sensiblement. Le transfert des marchandises de la route sur le rail, dont l'efficacité énergétique est plus élevée, va dans ce sens. Par rapport à l'évolution escomptée à l'horizon 2020, le potentiel de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> est de quelque 8%. Par contre, le recours à des poids-lourds plus grand, étant admis qu'ils seraient utilisés exclusivement dans le trafic de transit ainsi que, dans une moindre mesure, dans le trafic d'import/export, n'est pas à même de contribuer à augmenter l'efficacité énergétique.

Les mesures envisageables au niveau du trafic de marchandises qui ont été analysées dans la présente étude ne sont pas suffisantes pour fournir une contribution appropriée à l'objectif de réduction visé. Par conséquent, d'autres mesures devront être prises pour accroître l'efficacité énergétique (traction électrique/hybride pour véhicules marchandises, mobilité à traction électrique pour le trafic marchandises urbain surtout ; optimisation des pneus, des superstructures, des matériaux qui composent le véhicule, etc.). Les valeurs cibles définies dans l'espace européen pour la consommation des flottes de voitures de tourisme sont un moyen efficace pour accélérer l'évolution dans ce domaine. Il est ainsi prévu d'introduire des valeurs cibles pour les flottes de véhicules utilitaires légers. Une réglementation comparable pour les véhicules utilitaires lourds n'en est actuellement qu'au stade d'esquisse.

Les émissions de CO<sub>2</sub> qui relèvent au trafic ferroviaire sont relativement faibles en Suisse, car plus de 75% du courant utilisé provient de l'énergie hydraulique, qui est renouvelable ; 25% sont produits par l'énergie nucléaire. Pour le rail, contribuer à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> implique que la production du courant consommé ne détériore pas le bilan climatique actuellement neutre, alors que le contexte est marqué par une demande générale croissante et par le projet de sortie du nucléaire. La même règle vaut pour les mesures qui visent à une exploitation électrique/hybride du trafic marchandises routiers et qui entraîne elle aussi un accroissement de la demande.

**Bruit**

Le nombre de personnes touchées par des émissions acoustiques nuisibles restera élevé. L'objectif de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) consiste à supprimer complètement les dépassements des limites d'immission dues au trafic. Par conséquent, il s'agira de prendre des mesures supplémentaires substantielles au niveau de la lutte contre le bruit à la source. Parallèlement, des mesures devront être prises au plan local pour protéger la population exposée. Lorsque de telles mesures sont impossibles à mettre en œuvre, et en dernier ressort seulement, des mesures compensatoires devront être prises sur les constructions (p. ex. fenêtres anti-bruit) afin de protéger la population concernée à l'intérieur des maisons au moins.

L'équipement de tous les wagons de marchandises qui circulent en Suisse de semelles de frein en fonte grise (y compris les wagons exploités par des entreprises de transport étrangères) contribue de manière décisive à réduire le nombre de personnes exposées à des nuisances acoustiques excessives, notamment durant la nuit. Parmi les autres mesures de lutte contre le bruit émis par le trafic ferroviaire qui permettent d'atténuer les émissions phoniques à la source, citons l'installation de panneaux absorbants au niveau des rails, la réduction de la rugosité de la voie au moyen de meulages réguliers (« meulages acoustiques »), ou encore l'assainissement des ponts en acier. Par ailleurs, il s'agit de promouvoir la recherche et le développement dans le domaine des technologies ferroviaires peu bruyantes.

Simultanément, le trafic routier doit contribuer à la réduction du bruit. Les mesures au niveau de la lutte contre le bruit à la source a une importance prioritaire. Les mesures apportées aux véhicules (en optimisant acoustiquement les pneus et l'acoustique), aux chaussées (revêtements phonoabsorbants), en adaptant le mode de conduite au contexte ou en réduisant la vitesse dans les zones urbanisées sont des mesures effectifs pour réduire le bruit.

## Summary

### Actions

This report presents an overview over the most important actions for reducing environmental impacts of freight transport. These are discussed and evaluated along various criteria (namely: traffic effects, environmental effects, cost, implementation and acceptance). Subsequently, the following actions are being analyzed in detail (these can be quantified within the “environmental atlas”):

- Compliance with the modal shift target (Z1 modal shift)
- Increase of the admissible vehicle dimensions (“Gigaliner”; Z1 Gigaliner)
- Analysis of the potential of noise abatement actions (Z1 noise potential)
- Loosening of the night driving ban (Z1 night driving ban)

The effects of these actions are calculated and evaluated regarding its contributions to reaching current environmental targets. Additionally, as a special case, the so called “HVF base case” (HVF = distance related Heavy Vehicle Fee) is being discussed, i.e. an estimation of the development of the environmental impacts up until 2010 is made under the assumption that the LSVA had not been introduced.

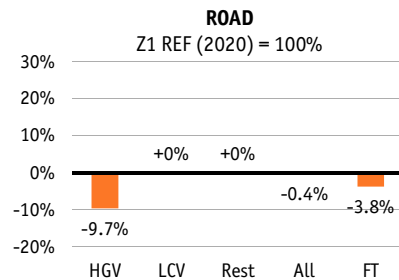
The following fact sheets provide an overview of the key findings:

### Factsheet Compliance with the modal shift target (Z1 modal shift)

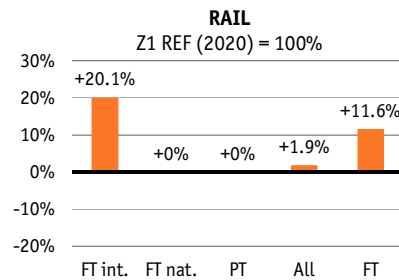
Cross-alpine road freight transport is not allowed to exceed 650'000 vehicles per year in total at the crossings Gotthard, Simplon and San Bernardino (modal shift target).

#### MILEAGE

Road	[Mio. vehkm]		
	Z1 modal shift		
	Z1 REF (2020)	absolute	to Z1 REF
Vehicle category			
Heavy goods vehicles (HGV)	2'592	2'340	-9.7%
Light comm. vehicles (LCV)	4'033	4'033	+0%
Rest (PC, busses, motorcycles)	61'377	61'377	+0%
<b>Total</b>	<b>68'002</b>	<b>67'749</b>	<b>-0.4%</b>
<b>Total freight transport</b>	<b>6'624</b>	<b>6'372</b>	<b>-3.8%</b>



Rail	[Mio. trainkm]		
	Z1 modal shift		
	Z1 REF (2020)	absolute	to Z1 REF
Train category			
Freight transport international	23.3	28.0	+20.1%
Freight transport national (incl. service trains)	17.0	17.0	+0%
Passenger transport	209.4	209.4	+0%
<b>Total</b>	<b>249.7</b>	<b>254.4</b>	<b>+1.9%</b>
<b>Total freight transport</b>	<b>40.4</b>	<b>45.1</b>	<b>+11.6%</b>



#### AIR POLLUTANTS

- Freight transport road: reduction of air pollution emissions by **8-9%** (NO<sub>x</sub>, PM10) regarding Z1 REF (2020)
- Freight transport rail: increase of NO<sub>x</sub> and PM10-emissions by around **15%** regarding Z1 REF (2020)
- Total effect freight transport: reduction of air pollution emissions (NO<sub>x</sub>, PM10) by **8-9%** regarding Z1 REF (2020)

#### ENERGY CONSUMPTION AND CO<sub>2</sub>-EMISSIONS

- Freight transport road: reduction of energy consumption and CO<sub>2</sub>-emissions by ca. **10%** compared to Z1 REF (2020)
- Freight transport rail: increase of CO<sub>2</sub>-emissions by ca. **15%** compared to Z1 REF (2020)
- Total effect freight transport: reduction of energy consumption and CO<sub>2</sub>-emissionen by ca. **8%** compared to Z1 REF (2020)

#### NOISE EXPOSURE

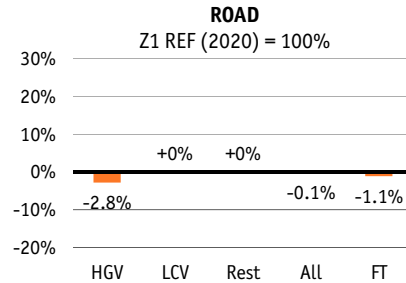
- Moderate relief road of noise exposure: night-time/daytime ca. 3000 people less exposed (above impact threshold)
- Additional exposure railway noise: night-time ca. 7000 people, daytime ca. 3000 people
- Total exposure is similar as in Z1 REF (2020)

**Factsheet Z1 Gigaliner**

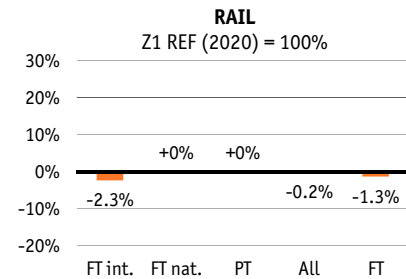
The admissible maximum dimensions of heavy goods vehicles are increased to 25.25m total length. Effects: reduction of the number of vehicles on dedicated, suitable routes (two gigaliner trucks replace the cargo hold of three conventional vehicles). 10% of the UKV (unaccompanied combined transport) tonnage is being shifted from rail to road transport.

**MILEAGE**

Road	[Mio. vehkm]		
	Z1 gigaliner		
	Z1 REF (2020)	absolute	to Z1 REF
Vehicle category			
Heavy goods vehicles (HGV)	2'592	2'519	-2.8%
Light comm. vehicles (LCV)	4'033	4'033	+0%
Rest (PC, busses, motorcycles)	61'377	61'377	+0%
<b>Total</b>	<b>68'002</b>	<b>67'929</b>	<b>-0.1%</b>
<b>Total freight transport</b>	<b>6'624</b>	<b>6'552</b>	<b>-1.1%</b>



Rail	[Mio. trainkm]		
	Z1 gigaliner		
	Z1 REF (2020)	absolute	to Z1 REF
Train category			
Freight transport international	23.3	22.8	-2.3%
Freight transport national (incl. service trains)	17.0	17.0	+0%
Passenger transport	209.4	209.4	+0%
<b>Total</b>	<b>249.7</b>	<b>249.2</b>	<b>-0.2%</b>
<b>Total freight transport</b>	<b>40.4</b>	<b>39.8</b>	<b>-1.3%</b>



**AIR POLLUTANTS**

- Freight transport road: Slight reduction of air pollution emissions by **2-5%** (NO<sub>x</sub>, PM10) compared to Z1 REF (2020), im most advanced (EURO VI)-vehicles are being used exclusively.
- Freight transport rail: reduction of air pollution emissions by ca. 2% (energy production)
- Total effect freight transport: reduction of air pollution emissions (NO<sub>x</sub>, PM10) by **2-5%** compared to Z1 REF (2020)

**ENERGY CONSUMPTION AND CO<sub>2</sub> –EMISSIONS**

- Freight transport road: unchanged energy consumption compared to Z1 REF (2020)
- Freight transport rail: reduction of energy consumption by ca. 1% compared to Z1 REF (2020)
- Total effect freight transport: unchanged energy consumption compared to Z1 REF (2020)

**NOISE EXPOSURE**

- Slight relief of road noise exposure: night-time/daytime around 2500 people less exposed (above impact threshold)
- Railway noise: no noticeable effects



---

*Factsheet Z1 Noise protection potential*

---

- Road: All roads in Switzerland are paved with low noise pavement<sup>5</sup> instead of the standard pavement<sup>6</sup> in Z1 REF
  - Rail: 100% of freight rolling stock used in Switzerland is being refurbished regarding noise emissions (including rolling stock of foreign companies)
- 

**MILEAGE**

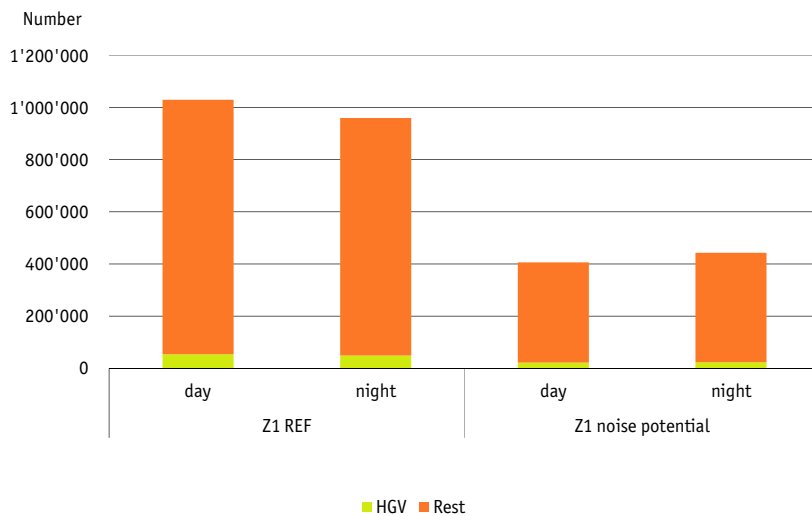
Same as in Z1 REF

---

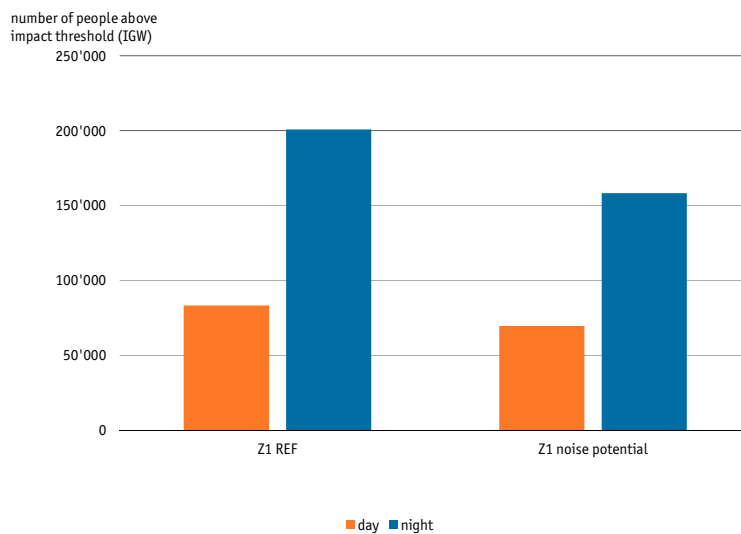
**NOISE EXPOSURE**

Number of people above impact threshold (IGW)

**Road**



**Rail**




---

<sup>5</sup> „Drainage Asphalt, twin-layer“, less than 3 years old  
<sup>6</sup> stone mastic asphalt 0/11

---

**Factsheet Z1 Loosening night driving ban**


---

Loosening of the night driving ban by both one hour in the morning and evening (ban from 23 – 4 h) - estimation of noise exposure effects based on the current legal framework of impact threshold values (according to NAO not taking into account alleged adaptations of threshold values)

---

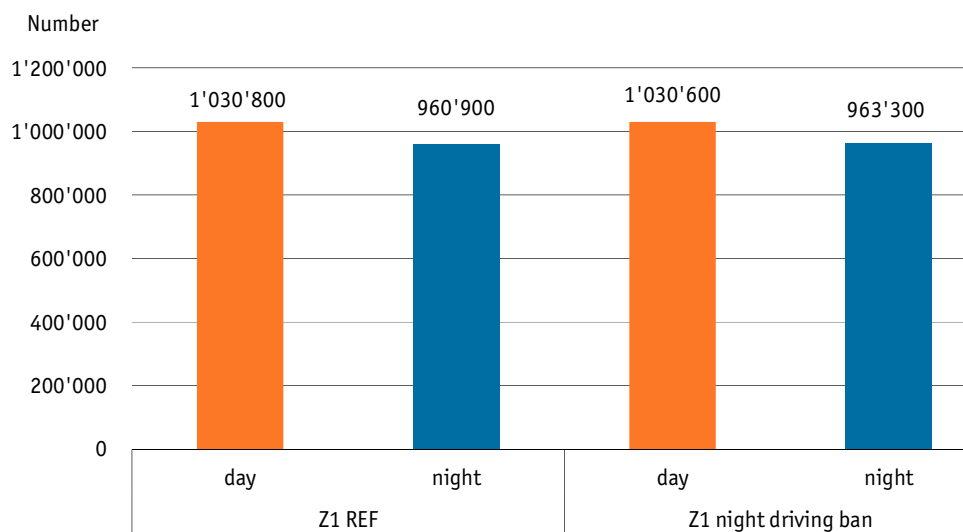
**MILEAGE**

Same as in Z1 REF

---

**NOISE EXPOSURE**

Number of people above impact threshold (IGW)

**Road**


---

**Recommendations**

In part one of the report (“environmental atlas”) the reference trend is being analyzed and compared with the currently legally binding environmental targets (see figure 5.48 in report part one). The actions presented in part two can contribute in various dimensions to reaching these targets, beyond the already taken actions up to 2020:

**Air pollutants**

Emissions of non-exhaust-particles from abrasion and re-suspension are problematic both from road and rail transport, even though this type of particle emissions are considered to be less toxic than the carcinogenic particle emissions from engine combustion processes. Non-exhaust particle emissions directly depend on mileage. Accordingly, actions cutting mileage support reaching compliance with targets regarding particle emissions. Modal shift of freight transport from road to rail leads in total to a reduction of the non-exhaust particle emissions even though part of the effect is compensated by additional traffic on rail. These 8% reduction of PM10 emissions are not sufficient to reach the targets set in the Federal air quality concept and the Gothenburg protocol, respectively.

However, there are only few actions known to effectively reduce non-exhaust particle emissions. Washing down roads regularly or the grinding of rail tracks is associated with considerable costs and its effectiveness is debatable.

### **Energy consumption and CO<sub>2</sub>-emissions**

Freight transport can make its contribution to the reduction targets defined in the current CO<sub>2</sub>-Act (-20% CO<sub>2</sub>-emissions compared to 1990 across all sectors) only if its efficiency is being improved considerably. One action that aims in this direction is to shift freight transport from the road to the more energy efficient rail. Thereby, CO<sub>2</sub>-emissions could be reduced by 8% against the expected development for 2020. By contrast, the use of larger trucks – assuming that they would mainly be operated in transit- and with lower shares in import/export-transport – is making only a small contribution to improving energy efficiency.

The analyzed actions for freight transport are not sufficient to make an adequate contribution towards reaching the reduction target. This means that further actions to improve energy efficiency will be necessary (electrification/hybridization of freight transport vehicles, electric vehicles especially in urban freight transport, optimizing tyres, bodies, vehicle materials, etc.). The target values for fleet consumption for passenger cars in the EU have proven to be an efficient action to accelerate improvements in energy efficiency. It is intended to introduce fleet consumption targets for light commercial vehicles. Discussions about a similar regulation for heavy goods vehicles have only just started recently.

The CO<sub>2</sub>-emissions of rail transport in Switzerland are comparatively low since energy generation is based on renewable hydropower (75%) and nuclear power (25%). In order to keep up its contribution to the CO<sub>2</sub>-reduction targets it is essential to maintain the use of traction power produced by low CO<sub>2</sub>-emission technologies – despite growing demand and the intended withdrawal from nuclear power. The same applies for actions that plan to push electrification/hybridization of road freight transport, thus increasing demand for electric power.

### **Noise**

In Switzerland there is still a significant share of the population that is affected by harmful traffic noise. However, the target according to the Noise Abatement Ordinance (NAO) is to eliminate all cases where the impact threshold is exceeded because of traffic noise. This means that additional, substantial efforts are required to reduce noise emissions at the source and, at the same time, local actions to protect the affected population have to be implemented. Only as a last resort compensation actions at the buildings (e.g. sound insulating windows) are necessary to protect the residents, at least when being indoors.

The refurbishment of all freight wagons equipped with conventional grey cast iron brakes that are used on the Swiss railway network (including the ones owned by foreign transport companies) makes a significant contribution to reducing the number of people affected by harmful railway noise, especially at night-time. Further noise abatement actions for rail transport reducing emissions at the source are noise dampers, reducing the roughness of rail tracks by frequent grinding (“acoustic grinding”) or the refurbishment of steel bridges. Alongside research and development of low-noise technologies in rail transport must be promoted and pushed.

At the same time, road transport must also make its contribution to noise reduction. The focus shall be on noise reduction at the source. Actions at the vehicle (noise optimized engines and tyres, improved acoustics), at the pavement (low noise road pavement), traffic calming actions or speed reduction in urban areas are all suitable actions to reduce road traffic noise.

# 1 Handlungsbedarf

Im ersten Teil der Berichterstattung wurde folgender Handlungsbedarf bezüglich der Umweltauswirkungen des Güterverkehrs abgeleitet:

- **Luftschadstoffe:** Die Partikelemissionen aus dem Verbrennungsprozess der Strassengüterfahrzeuge reduzieren sich dank den vorgesehenen Grenzwertverschärfungen für Neufahrzeuge bis 2020 zwar deutlich (ca. -40% gegenüber heute). Allerdings steigen gleichzeitig die nicht-Auspuff-Partikelemissionen aus Bremsen, Abrieb und Aufwirbelung ungefähr proportional zum Zuwachs der Fahrleistung. Insgesamt resultiert daraus lediglich eine moderate Reduktion der Gesamt-Partikelemissionen. Dasselbe gilt auch für die Feinstaub-Emissionen, die beim Betrieb des Schienenverkehrs entstehen (primär Eisen- und Kupferpartikel aus Abrieb an Schienen und Fahrleitungen). In beiden Fällen existieren allerdings kaum effiziente Massnahmen um diesen Teil der Partikelemissionen wirkungsvoll einzudämmen.
- **Energieverbrauch und CO<sub>2</sub> –Ausstoss:** Im Gegensatz zum Personenverkehr auf der Strasse, wo in den nächsten Jahren deutliche Absenkungen des spezifischen Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub> –Emissionen als Folge von Flottengrenzwerten zu erwarten sind, fehlen entsprechende Anstrengungen beim Strassengüterverkehr. Dank der Weiterentwicklung in der Fahrzeugtechnologie wird trotzdem von einem moderaten Rückgang der spezifischen Verbräuche gerechnet. Dieser Effizienzgewinn wird jedoch durch das Güterverkehrswachstum wettgemacht.
- **Lärm:** Beide Verkehrsträger verursachen Lärm, der zu Grenzwertüberschreitungen der Bevölkerung führt. Der Strassengüterverkehr spielt dabei nachts dank dem gültigen Nachtfahrverbot – gesamtschweizerisch betrachtet – eine geringere Rolle als tagsüber. Allerdings ist er gemessen an seinem Anteil am Verkehr überproportional an der Lärmerzeugung beteiligt und trägt damit zu den Grenzwertüberschreitungen insbesondere tagsüber bei. Es sind Lärmreduktionen an der Quelle notwendig (Belagssanierungen, Reduktion der Reifengeräusche, leisere Fahrzeuge, etc.). Beim Schienenverkehr gilt es die bereits angelaufenen Sanierungsbemühungen voran zu treiben, um insbesondere nachts die Lärmimmissionen des Schienengüterverkehrs zu reduzieren.

## 2 Handlungsbereiche und Massnahmen

Mit der Variantendiskussion sollen die Massnahmen identifiziert werden, die ein hohes Wirkungspotenzial hinsichtlich Minderung der vom Güterverkehr ausgehenden Umweltbelastungen versprechen. Dabei können Massnahmen zu sinnvollen Paketen kombiniert und als entsprechende Varianten im Rahmen Umweltatlas quantifiziert werden. Vor der Zusammenstellung der Varianten erfolgt eine Auflistung der hinsichtlich des Wirkungsspektrums interessantesten Massnahmen, geordnet nach Handlungsbereichen.

Nachfolgend sollen die wichtigsten Massnahmen zur Reduktion der vom Güterverkehr ausgehenden Umweltbelastungen übersichtsartig erfasst und hinsichtlich ihrer Zielwirksamkeit eingeschätzt werden. Diese Diskussion der Einzelmassnahmen erfolgt innerhalb von Handlungsbereichen, die sich am „klassischen“ Schema der verkehrspolitischen Möglichkeiten zur Steuerung der Transporte orientieren:

- Marktregulierung und Marktzugang,
- Gebote und Verbote,
- Steuern und Gebühren,
- Fahrzeugtechnik,
- Infrastruktur,
- Logistik.

Im Fokus stehen Massnahmen, deren Wirkungen sich im Rahmen des Umweltatlas (Teil 1) pragmatisch quantifizieren lassen. Zur Einschätzung der dafür theoretisch in Frage kommenden Massnahmen wird ein Raster aus folgenden Punkten benutzt:

*Abb. 2.1 Struktur Massnahmeblätter*

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stichwortartige Erläuterung der Massnahme</li> </ul>
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zur Umsetzung der Massnahme aus Sicht der öffentlichen Hand</li> </ul>
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aus politischer Sicht, d.h. entsprechend der heute absehbaren Durchsetzungsmöglichkeiten im Parlament</li> <li>• bei der Bevölkerung</li> <li>• bei der Transportwirtschaft</li> </ul>
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• voraussichtlicher Zeitbedarf zur Umsetzung der Massnahme unter Beachtung der Akzeptanz und allfälliger Procedere im Vorfeld einer tatsächlichen Umsetzung</li> </ul>
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderung der Nachfrage (d.h. des Aufkommens an Gütern an sich) oder der Nachfragerelationen (d.h. der Zielwahl resp. der räumlichen Verflechtungen zwischen Beschaffung, Produktion und Absatz)</li> </ul>
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschiebungen bei der Bewältigung der Transportnachfrage zwischen den relevanten Verkehrsträgern (aufkommensbezogen)</li> </ul>
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderungen bei der modalen Abwicklung der Transporte</li> </ul>
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderungen des Ausstosses von Luftschadstoffen, Klimagasen und Lärm</li> </ul>
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderungen der Umfeldbelastungen unter Beachtung von Grundbelastungen durch andere Emittenten</li> </ul>
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkung der Massnahme zur Reduktion von Umweltbelastungen</li> </ul>
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überschneidungen mit anderen Interessensbereichen</li> </ul>
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für die weitere Behandlung der Massnahme im Rahmen Umweltatlas resp. innerhalb entspr. Varianten zur Quantifizierung von Umweltwirkungen</li> </ul>

Die Pfeile innerhalb der rechten Spalte nehmen die Einschätzungen auf und zeigen an, wie die Massnahme mit Blick auf Realisierungschancen resp. Zielwirkung einzustufen wäre. Dabei gilt grundsätzlich: ein Pfeil nach oben ist „positiv“ zu interpretieren, während ein Pfeil nach unten die Relevanz der Massnahme eher negativ einschätzt. Beispielsweise wird eine Massnahme mit einem hohen Aufwand mit einem Pfeil nach unten bewertet; oder eine Massnahme mit deutlicher Verminderung der Emissionen mit einem Pfeil nach oben. Im Detail kann sich die Interpretation an den folgenden Abstufungen orientieren:

Abb. 2.2 Beurteilungsraster Massnahmen

Kurzbeschreibung		
Massnahme	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ kein weiterer Aufwand bei der öffentlichen Hand</li> <li>↗ wenig Aufwand (keine spezielle Massnahme)</li> <li>→ mittlerer Aufwand (mit Kosten/Procedere verbunden, aber im Rahmen des Normalen)</li> <li>↘ aufwändig (immer noch spürbare Kosten und/oder Procedere)</li> <li>↓ sehr aufwändig (kosten- und prozessintensiv)</li> </ul>
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ sehr hohe Akzeptanz in allen Bereichen</li> <li>↗ hohe Akzeptanz, allenfalls nicht in allen Bereichen</li> <li>→ Frage der Akzeptanz nicht relevant</li> <li>↘ wenig Akzeptanz erwartbar</li> <li>↓ keine Akzeptanz zu erwarten</li> </ul>
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ unmittelbar umsetzbar, kaum oder nur wenige Hindernisse</li> <li>↗ immer noch vergleichsweise kurzfristig umsetzbar</li> <li>→ umsetzbar im Rahmen üblicher Procedere</li> <li>↘ längere Umsetzungszeiträume zu erwarten</li> <li>↓ sehr hohe Vorlauf- und Umsetzungszeiten</li> </ul>
	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ sehr hohe Abnahmen und damit Verminderung des Mengengerüsts und damit der potenziellen Emittenten (Tonnage halbiert sich)</li> <li>↗ immer noch starke Nachfragewirkung (- 10% bis -25%)</li> <li>→ keine Veränderung</li> <li>↘ immer noch starke Nachfragewirkung (+ 10% bis +25%)</li> <li>↓ sehr hohe Zunahmen (Tonnage verdoppelt sich)</li> </ul>
Wirkung	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ sehr hohe Verschiebungen zugunsten der Bahn (&gt; 20 Prozentpunkte)</li> <li>↗ immer noch markante Verschiebungen Richtung Bahn (zw. 5 und 20 %-P.)</li> <li>→ keine Veränderung</li> <li>↘ markante Verschiebungen zu Ungunsten der Bahn (zw. 5 und 20 %-P.)</li> <li>↓ sehr hohe Verschiebungen in Richtung Strasse (&gt; 20 Prozentpunkte)</li> </ul>
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ markante Rückgänge</li> <li>↗ teilweise Rückgänge</li> <li>→ keine Veränderung</li> <li>↘ mässige Erhöhung</li> <li>↓ starke Erhöhung</li> </ul>
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ deutliche Verminderungen der Emissionen zu erwarten</li> <li>↗ Verminderungen der Emissionen zu erwarten</li> <li>→ keine Veränderung der spezifischen Emissionen</li> <li>↘ Zunahmen der Emissionen zu erwarten</li> <li>↓ deutliche Zunahmen der Emissionen zu erwarten</li> </ul>
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ deutliche Verminderungen der Gesamt-Immissionen (aus Grundlast und spezifischer Belastung durch den Güterverkehr) zu erwarten</li> <li>↗ Verminderungen der Immissionen zu erwarten</li> <li>→ keine Veränderung der spezifischen Immissionen</li> <li>↘ Zunahmen der Immissionen zu erwarten</li> <li>↓ deutliche Zunahmen der Immissionen zu erwarten</li> </ul>

Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Massnahme mit hoher Wirkung hinsichtlich Minderung der Umweltbelastungen</li> <li>↗ Massnahme mit immer noch spürbarer Wirkung zur Minderung</li> <li>→ Massnahme mit nur sehr beschränkter Wirkung hinsichtlich Umweltbelastung</li> <li>↘ keine signifikante Veränderung bei der Umweltbelastung zu erwarten</li> <li>↓ keine signifikante Veränderung bei der Umweltbelastung zu erwarten; ggf. sogar konträre Effekte</li> </ul>
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ keine Zielkonflikte erkennbar</li> <li>↗ nur wenig relevante Zielkonflikte zu erwarten</li> <li>→ Zielkonflikte erkennbar, aber allenfalls lösbar</li> <li>↘ hohes Konfliktpotenzial</li> <li>↓ sehr hohes Konfliktpotenzial zu erwarten</li> </ul>
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ bei der Variantendefinition zur Quantifizierung und Darstellung im Rahmen Umweltatlas berücksichtigen</li> <li>↗ bei der Variantendefinition zur Quantifizierung und Darstellung im Rahmen Umweltatlas möglichst berücksichtigen (wenn operationalisierbar)</li> <li>→ wenn pragmatisch operationalisierbar, dann ggf. im Rahmen Umweltatlas berücksichtigen</li> <li>↘ zur Quantifizierung und Darstellung im Rahmen Umweltatlas wenig relevant, oder Operationalisierung der Massnahme im Rahmen Umweltatlas nicht möglich (weiterer Forschungsbedarf)</li> <li>↓ bei der Variantendefinition zur Quantifizierung und Darstellung im Rahmen Umweltatlas nicht zu berücksichtigen</li> </ul>



## Überblick Massnahmen

Bevor die einzelnen Massnahmen in den anschliessenden Kapiteln detailliert charakterisiert werden, strukturiert nach dem oben beschriebenen Raster, gibt die folgende Tabelle einen Überblick über sämtliche betrachteten Massnahmen:

<i>Abb. 2.3 Übersicht Massnahmen</i>	
<b>Massnahme</b>	<b>Quantifizierung (als Berechnungs-Variante)</b>
<b>Marktregulierung und Marktzugang</b>	
Zulassungsvorschriften schwerer Nutzfahrzeuge	in Referenzentwicklung Z1, Z2 abgebildet
Fahrzeugabmessungen (Gigaliner)	Var. „Z1 Gigaliner“
Mengenbeschränkungen (Verlagerung)	Var. „Z1 Verlagerung“
<b>Gebote und Verbote</b>	
Überholregime Schwerverkehr	-
Sektorale Fahrverbote im Strassengüterfernverkehr	-
Umweltzonen	-
Nacht- und Wochenendfahrverbot im Strassengüterverkehr	Var. „Lockerung Nachtfahrverbot“
Betriebseinschränkungen im Schienengüterverkehr	-
Geschwindigkeitsregime und Fahrweise Schwerverkehr	-
<b>Steuern und Gebühren</b>	
Fahrzeugbesteuerung	-
CO <sub>2</sub> -Abgabe	-
Emissionshandel	-
Differenzierung LSVA	-
Strecken-Mauten	-
Trassenpreissystem mit Lärmbonus (Schiene)	in Referenzentwicklung Z1 bzw. „Z1 Potenzial Lärmschutz“ abgebildet
Neuausrichtung Lärmerschadigungsregelung („spezialgesetzliche Ausgleichsnorm SAN“)	-
<b>Fahrzeugtechnik</b>	
Motor-/Katalysorteknik zur Emissionsminderung	in Referenzentwicklung Z1, Z2 abgebildet
Alternative Antriebe und alternative Kraftstoffe für Strassenfahrzeuge	-
Nicht-motorische Massnahmen zur Minderung von Schadstoffemissionen, Energieverbrauch und Geräuschemissionen	-
Einsatz lärmarmes Rollmaterial (Schiene)	Var. „Z1 Potenzial Lärmschutz“
Fahrzeugtelematik	-
<b>Infrastruktur</b>	
Trassierung	teilweise in Z1 Referenzentwicklung (Flachbahn) abgebildet
Lärmschutzmassnahmen Schieneninfrastruktur	-
Strassenbeläge	Var. „Z1 Potenzial Lärmschutz“
Lärmschutzwände und Einhausungen	-
<b>Logistik</b>	
Betriebsoptimierung	-
Förderung „Green Logistics“	-

## 2.1 Marktregulierung und Marktzugang

Der Bereich Marktregulierung und Marktzugang betrifft v.a. das Regulativ, welches den Güterverkehrsmarkt steuert. Mit Blick auf Umweltwirkungen haben die Arbeiten im Rahmen des Teilprojekts D zum Forschungspaket aufgezeigt, dass ein Teil des heute bestehenden Regulativs bereits von den umweltbezogenen Wirkungen des Güterverkehrs getrieben wird, fokussiert auf den Schutz des Alpenraums.

Das Spektrum der mit dem Regulativ verbundenen Massnahmen ist sehr breit angelegt – es reicht von detailliert-technischen Zulassungsvorschriften bis hin zu (pauschalen) mengenbezogenen Marktabgrenzungen (wie bspw. die Festlegung eines Verlagerungsziels in Form eines aufkommensbezogenen Mengenziels). Dementsprechend breit ist auch das damit verbundene Wirkungsspektrum. Einschränkung hinsichtlich des Handlungsspielraums wirkt jedoch die zunehmende Integration des Schweizer Regulativs in die europäische Marktordnung.

Abb. 2.4 Massnahmenblatt Zulassungsvorschriften schwerer Nutzfahrzeuge

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>gesetzliche Vorgaben zu maximal zulässigen Lärm- und Luftschadstoffemissionen</li> <li>im Rahmen Referenzzustand bereits berücksichtigt (durch Flottenzusammensetzung)</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>administrativ: niedrig</li> </ul>	↗
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoch</li> </ul>	↑
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>mit Blick auf die Bestandsdurchmischung eher mittelfristiger Zeitraum, jedoch segmentabhängig (d.h. im Fernverkehr schnellere Umsetzung als im Lokalverkehr)</li> </ul>	↗
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Veränderung</li> </ul>	→
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>bislang deutliche Minderungen bei Luftschadstoffen zwischen den EURO-Klassen</li> <li>EURO-Klassen haben per se keine Auswirkungen auf Lärmemissionen, Verschärfung von Lärmgrenzwerten in den Zulassungsvorschriften werden zurzeit auf EU-Ebene vorbereitet (bisher keine rechtsgültigen Beschlüsse). Vorschlag: 2-stufige Reduktion der Lärmgrenzwerte für schwere Motorfahrzeuge um 1 bzw. 2 dB(A)</li> </ul>	↑
Beurteilung	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>analog Emissionen, jedoch in Abhängigkeit von der Grundlast und sonstigen Quellen</li> </ul>	↗
	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luft: bislang resp. mit Blick noch auf die nächste EURO-Stufe: sehr hoch; ab Euro VI sind die technologischen Möglichkeiten zur Minderung aus derzeitiger Sicht fast ausgeschöpft</li> <li>Lärm: über die Minderungen durch die vorgeschlagenen Grenzwertverschärfungen sind sich die Experten uneins: während die EU von Reduktionen von insgesamt bis zu 4 dB(A) ausgeht, schätzen unabhängige Experten die Reduktion als deutlich tiefer ein (-1.5 dB(A); siehe Steven 2012)</li> </ul>	↑
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>rückt zunehmend in den Fokus: Finanzierung Gesamtverkehr (d.h. Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen)</li> </ul>	↗
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>im Rahmen der Flottenzusammensetzung abzubilden</li> </ul>	↑

Abb. 2.5 Massnahmenblatt Fahrzeugabmessungen (Gigaliner)

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erhöhung der gesetzlich zulässigen Fahrzeugabmessungen im Strassengüterverkehr zur Verlängerung der Lademasse (bei gleichzeitiger Beschränkung der von solchen Fahrzeugen befahrbaren Netzabschnitte)</li> <li>betrifft weniger die theoretisch zwar denkbare, aus logistischer Sicht jedoch wenig notwendige Erhöhung der Gewichtslimite (60-Tonner), da die Volumenbegrenzung im Güterverkehr zunehmend wichtiger wird</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>z.T. recht hoch infolge der Einrichtung zusätzlicher Flächen auf den (nachgeordneten) Infrastrukturanlagen (Rastplätze, Zoll etc.)</li> </ul>	↘
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>niedrig</li> </ul>	↓
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>politisch z.Zt. nicht opportun</li> <li>aus nationaler Sicht abhängig von europäischen Entwicklungen</li> </ul>	↓
	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
Wirkung	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>segmentabhängig</li> <li>Rückverlagerungen von der Schiene auf die Strasse sind jedoch nicht auszuschliessen</li> </ul>	↘
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe Wirkung (2 Gigaliner ersetzen 3 herkömmliche Sattelzüge)</li> </ul>	↑
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verringerung bei Lärm und Luft (siehe Fahrleistungseinsparungen und da bei unveränderten Gewichtslimiten keine Leistungssteigerungen notwendig werden)</li> </ul>	↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>analog Emissionen, jedoch in Abhängigkeit von der Grundlast und sonstigen Quellen</li> </ul>	↗
	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>theoretisch hoch, jedoch stark abhängig von tatsächlichen Modalsplit-Wirkungen</li> </ul>	↗
Beurteilung	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verlagerungspolitik (mengenbezogen ja, bzgl. Fahrtenziel streng genommen jedoch kein Zielkonflikt)</li> <li>Aufwand zur Ertüchtigung der Infrastruktur</li> <li>Verkehrssicherheit</li> </ul>	↘
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>vieldiskutierte Massnahme mit jedoch unklarem Wirkungsspektrum, daher zur Abschätzung der umweltrelevanten Wirkungen möglichst quantifizieren</li> </ul>	↗

Abb. 2.6 Massnahmenblatt Mengenbeschränkungen

		Kurzbe- schrieb		
Massnahme		<ul style="list-style-type: none"> <li>Begrenzung von Aufkommen oder Fahrtenanzahl</li> <li>Bezug auf Räume (bspw. Fahrtenziel zum Alpenschutz [Verlagerungsziel] oder Modalsplit-Vorgaben für verkehrserzeugende Einrichtungen) oder Segmente (bspw. Durchfahrtsverbote für den überörtlichen Transitverkehr)</li> </ul>		
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>zumeist sehr hoch durch die Notwendigkeit, entspr. Alternativen bereitstellen zu müssen</li> </ul>		↘
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoch, da bspw. mit Blick auf Alpenschutz in der Verfassung verankert</li> <li>eher gering bei Transportwirtschaft und auf Verladerseite</li> </ul>		↗
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>eher langfristig</li> <li>massnahmengebunden, d.h. aus heutiger Sicht und dem zu erwartenden Mengenentwicklungen sind zwingend flankierende Massnahmen zur Begrenzung der Fahrtenanzahl notwendig (bspw. durch Alpentransitbörse und/oder durch kostenintensive Infrastrukturmassnahmen wie 4-m-Korridor)</li> </ul>		↘
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe Wirkung (durch die Begrenzung)</li> </ul>		↗
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe Wirkung</li> </ul>		↗
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe Wirkung (abhängig von Aufkommen und Modalsplit)</li> </ul>		↗
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verringerung bei Luft und Lärm (Strasse)</li> </ul>		↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>analog Emissionen, jedoch in Abhängigkeit von der Grundlast</li> <li>Lärmzunahmen durch Verlagerung auf die Schienentransporte</li> </ul>		↗
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>theoretisch sehr hoch, da nachfragerrelevant (Mengengerüst)</li> </ul>		↑
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesamtmarktentwicklung</li> <li>Handlungsspielraum im Rahmen internationaler Vereinbarungen</li> <li>Einschränkungen der Wettbewerbsfreiheit</li> </ul>		↘
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>wichtige Massnahme, da eine der ganz wenigen, welche beim Aufkommen ansetzt</li> </ul>		↑

## 2.2 Gebote und Verbote

Gebote und Verbote sind – strenggenommen – Bestandteil des Regulativs. Mit ihnen wird die Abwicklung des Transports auf den Infrastrukturanlagen geregelt. Die Massnahmen betreffen zumeist die Geschwindigkeiten auf einzelnen Abschnitten, Einschränkungen beim Überholregime oder die Sperrung einzelner Abschnitte oder Netzteile für bestimmte Transporte. Ihre Eingriffstiefe ist daher zumeist örtlich – und/oder auch zeitlich – eng begrenzt, wodurch auch ihre Wirkungen entsprechend beschränkt bleiben. Oder anders ausgedrückt: Mit Geboten und Verboten wird ein bereits vorhandenes Aufkommen lokal gesteuert.

Abb. 2.7 Massnahmenblatt Überholregime Schwerverkehr

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>(örtliches oder zeitliches) Verbot von Überholvorgängen (auf mehrstreifigen Abschnitten im Nationalstrassennetz)</li> <li>Erhöhung der Kapazitäten für den PW-Verkehr Stabilisierung des Verkehrsflusses</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>statisch: einfach</li> <li>dynamisch (d.h. in Abhängigkeit vom Aufkommen): hoher Aufwand (Technik, Steuerung)</li> </ul>	↗
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>unproblematisch</li> </ul>	↑
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>kurzfristig umsetzbar</li> </ul>	↑
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>marginale Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Veränderung</li> </ul>	→
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minderung fast nicht messbar (Lärm und Luft)</li> </ul>	→
Beurteilung	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>analog Emissionen</li> </ul>	→
	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>im Güterverkehr äusserst gering</li> <li>beim PW-Verkehr ebenfalls kaum vorhanden</li> </ul>	↘
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	↑
Beurteilung	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>nicht (sinnvoll) modellierbar</li> <li>keine Quantifizierung im Rahmen Umweltatlas</li> </ul>	↘

Abb. 2.8 Massnahmenblatt Sektorale Fahrverbote im Strassengüterfernverkehr

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>örtlich und/oder zeitlich beschränktes Fahrverbot für bestimmte, bahnaffine Güter im Strassengüterfernverkehr (bspw. Massengüter, Fahrzeuge, Baustoffe, Abfälle), wenn alternative Transportmöglichkeiten bestehen</li> <li>rechtlich heikel (siehe Rechtsprechung EUGH bzgl. Brenner)</li> <li>am ehesten denkbar zur Kanalisierung des Fernverkehrs (d.h. Beschränkungen bei der Befahrbarkeit lokaler Strecken für den Fern-/Transitverkehr)</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kontrollaufwand</li> <li>bei der Transportwirtschaft: ggf. Mehrkosten bei den alternativen Transportmöglichkeiten oder der Re-Organisation der Transporte</li> </ul>	➔
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>eingeschränkt</li> </ul>	➔
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>nur in Abstimmung mit Alternativen umsetzbar</li> </ul>	➔
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	➔
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>sektorale Verlagerungen</li> </ul>	↗
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minderungen auf der Strasse entsprechend Verlagerungen</li> </ul>	↗
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minderung Strasse (Lärm und Luft)</li> <li>lokal ggf. durchaus wirksam</li> </ul>	↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>analog Emissionen</li> <li>allenfalls (begrenzte) Lärmzunahmen durch Schienentransporte</li> </ul>	➔
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Eingriffstiefe, wobei ein Grossteil entsprechender Transporte zumindest im Fernverkehr bereits heute via Schiene transportiert wird (dies gilt v.a. für die Schweizer Bahnachsen; auf dem Brenner ist dies aufgrund eingeschränkter Angebote im Bahnfernverkehr so noch nicht gegeben)</li> <li>lokal durchaus vorhanden</li> </ul>	↘
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einschränkung des Wettbewerbs (siehe Rechtsprechung)</li> </ul>	↓
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschränkte Massnahme mit rechtlich bedingten Umsetzungsschwierigkeiten, daher nicht im Fokus der Betrachtungen</li> </ul>	↓

Abb. 2.9 Massnahmenblatt Umweltzonen

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sonderform sektoralen Fahrverbotes, indem – zumeist innerstädtische – Bereiche von Agglomerationen für den Schwerverkehr gesperrt werden oder nur noch beschränkt befahrbar sind</li> <li>Beschränkungen können zeitlicher Natur sein, sich auf Fahrzeugtypen beziehen (EURO-Klassen, Elektrofahrzeuge) oder spezifische Segmente betreffen (Anlieferung vs. Durchgangsverkehr)</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>zur Umsetzung: prinzipiell einfach</li> <li>zur Durchsetzung: aufwändiger</li> <li>bei der Transportwirtschaft: i.d.R. Mehrkosten bei der Re-Organisation der Transporte</li> </ul>	↘
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>vorhanden</li> </ul>	↗
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>in CH politisch nicht prioritär, daher eher langfristig</li> </ul>	→
	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>kaum Wirkung</li> </ul>	→
Wirkung	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>kaum mit Wirkungen verbunden (da zumeist Quell-Ziel-Verkehr betroffen)</li> </ul>	→
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>leichte Veränderungen möglich (in beide Richtungen), je nach Regime</li> </ul>	→
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luftschadstoffe: primär durch beschleunigte Flottenerneuerung (d.h. indirekte Wirkung); Wirksamkeit abhängig von Ausgangssituation und Ausprägung der Umweltzone</li> <li>Lärm: EURO-Klassen per se keine Verminderung der Lärmemissionen; höchstens indirekt durch verstärkten Anreiz zur Fahrtenoptimierung (Bündelung)</li> </ul>	→
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>analog Emissionen</li> </ul>	→
	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>eher bescheidene Wirksamkeit</li> </ul>	→
Beurteilung	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gewährleistung der Versorgung</li> </ul>	→
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine relevante Massnahme</li> </ul>	↓

*Abb. 2.10 Massnahmenblatt Nacht- und Wochenendfahrverbot im Strassengüterverkehr*

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderung des bestehenden Fahrverbots zw. 22 und 5 Uhr (Nachtfahrverbot) resp. zw. 22 Uhr freitags bis 5 Uhr montags (Wochenendfahrverbot)</li> <li>• Veränderung hiesse Lockerung oder gar Wegfall</li> <li>• wird eher diskutiert unter dem Gesichtspunkt der effizienteren Nutzung der Infrastrukturen und damit nur indirekt betreffend Umweltwirkungen, indem sich erhofft wird, dass emissionsintensive Überlastsituationen tagsüber vermindert werden könnten</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfach</li> </ul>	↑
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kaum gegeben</li> </ul>	↓
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• langwieriger politischer Prozess</li> </ul>	↓
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlagerungen zugunsten Strasse (je nach Umfang der Lockerung)</li> </ul>	↓
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung durch intermodale Verlagerung und Routen-Rück-Verlagerung</li> </ul>	↓
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung Strasse (Luftschadstoffe und Lärm)</li> </ul>	↓
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• analog Emissionen</li> </ul>	↓
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lockerung resp. Abschaffung prinzipiell kontraproduktiv aus Sicht Umwelt</li> </ul>	↓
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlagerungsziel</li> <li>• Alpenschutz</li> <li>• Lärmschutz</li> </ul>	↓
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vereinbarungsgemäss zu modellieren in Abstimmung auf die Erkenntnisse aus dem Teilprojekt D zur Einschätzung der Implikationen einer Lockerung des Nachtfahrverbots für bestimmte Segmente</li> </ul>	↗



Abb. 2.11 Massnahmenblatt Betriebseinschränkungen im Schienengüterverkehr

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>in erster Linie aus Lärmschutzgründen denkbare betriebliche Einschränkungen analog zum Nachtfahrverbot im Strassengüterverkehr</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoch, da betrieblich mit signifikanten Implikationen verbunden</li> </ul>	↓
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>aus verkehrspolitischer Sicht: kaum gegeben</li> </ul>	↓
Wirkung	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>schwierig</li> </ul>	↓
	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verlagerungen zugunsten Strasse</li> </ul>	↓
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erhöhung auf der Strasse durch intermodale Verlagerung</li> <li>Minderung auf der Schiene</li> </ul>	↓
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erhöhung Strassenlärm (tagsüber)</li> </ul>	↓
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schiene: Minderung Lärm nachts; tagsüber Erhöhung</li> <li>Strasse analog Emissionen</li> </ul>	↓
	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>aus Sicht Umwelt (Lärmschutz nachts): gegeben</li> </ul>	↗
Beurteilung	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verlagerungsziel</li> <li>Alpenschutz</li> <li>Effektiver Einsatz der vorhandenen Kapazitäten</li> <li>Trassenkonflikte (insb. mit dem Personenverkehr) und entspr. Kapazitätsprobleme tagsüber</li> </ul>	↓
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>theoretisches Gedankenspiel, praktisch (und politisch) aber irrelevant</li> <li>nächtlicher Lärmschutz entlang der Bahntrassen muss konsequenterweise mit anderen Massnahmen umgesetzt werden</li> </ul>	↓

Abb. 2.12 Massnahmenblatt Geschwindigkeitsregime und Fahrweise Schwerverkehr

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>(örtliche oder zeitliche) Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit unter dem heute gesetzlich zulässigen Limit (das hiesse bspw. von 80 km/h auf 60 km/h)</li> <li>Verflüssigung der Fahrweise (z.B. durch Kreisel, Kreuzungsgestaltung, Steuerung von Lichtsignalanlagen, etc.) und dadurch Vermeiden von Brems- u. Beschleunigungsmanövern</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>statisch: einfach</li> <li>dynamisch: hoher Aufwand (Technik, Steuerung)</li> </ul>	↗
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>unproblematisch</li> <li>wenn dadurch sinkende Produktivitäten resultieren, dann mit weniger Akzeptanz seitens Transportwirtschaft</li> </ul>	↗
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>kurzfristig umsetzbar</li> </ul>	↑
	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Veränderung</li> </ul>	→
Wirkung	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luftschadstoffe: Minderung in engen Grenzen (in Abhängigkeit der Belastungen)</li> <li>Lärm: Abhängigkeit der Lärmemissionen von der Geschwindigkeit (ca. 1.5 dB (A) Reduktion von 80 auf 60 km/h bei SNF); je nach Lastwagentyp höhere Minderung bei tiefen Geschwindigkeiten (&lt; 60 km/h)</li> <li>Lärm: Minderung um ca. 1-2 dB(A) durch verflüssigte Fahrweise (BMFLUW 2009)</li> </ul>	↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>analog Emissionen</li> </ul>	↗
	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>vorhanden, aber gering</li> <li>lokal begrenzt, d.h. aber auch, dass lokal durchaus signifikante Verminderungen eintreten können</li> </ul>	→
Beurteilung	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einschränkung der Verkehrssicherheit durch Erhöhung des Geschwindigkeitsdifferenzials zum PW-Verkehr (falls dieser nicht ebenfalls beschränkt wird)</li> <li>Einstellungen der Motortechnik auf zumeist vordefinierte Geschwindigkeitsbilder, so dass diese Massnahme allenfalls auch konträr wirken kann, wenn dann bei bspw. 60 km/h der Motor in einem weniger effizienten Lastbereich operiert als bei 80 km/h</li> </ul>	↘
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>primär wirksam in städtischen Räumen und bei tiefen Geschwindigkeitsniveaus; kaum (sinnvoll) modellierbar</li> <li>keine Quantifizierung im Rahmen Umweltatlas</li> </ul>	↓

## 2.3 Steuern und Gebühren

Mit fiskalpolitischen Massnahmen wird in erster Linie Einfluss auf die Transportkosten genommen. Die daraus resultierenden Veränderungen beim Kostendifferenzial zwischen den Verkehrsträgern können Verlagerungswirkungen hervorrufen – in Abhängigkeit vom Segment und der Relation. Eine direkte Aufkommenssteuerung ist zumeist kaum gegeben – dazu sind stehen die Transportkosten i.d.R. in keinem entsprechend wirksamen Verhältnis zu den Warenwerten. Hinzu kommt die Erfahrung aus der Vergangenheit, dass die Preiserhöhung des einen Verkehrsträgers der Preisanpassung des anderen Verkehrsträgers entspricht. Oder anders ausgedrückt: Preisanpassungen werden nicht selten intermodal nachvollzogen und führen damit zu keiner Veränderung des bestehenden Kostendifferenzials.

Der Grossteil der hier in Frage kommenden Massnahmen ist bereits umweltpolitisch getrieben, nicht zuletzt durch die angestrebte Internalisierung der externen Kosten des Verkehrs. Hierbei ist zu beachten, dass – zumindest im Strassengüterverkehr – die Internalisierung der Kosten weitestgehend erreicht ist. Allerdings kommt bei deren Bestimmung zuweilen der „at least“-Ansatz zur Anwendung, d.h. die Kosten werden eher unter- als überschätzt. Unter den jetzigen Rahmenbedingungen würden höhere oder mehr Abgaben zu einer Überinternalisierung führen und sind mit dem bestehenden Regulativ nicht begründbar.

Im Vordergrund stehen hier Massnahmen, welche mit dem Schweizer Regulativ umzusetzen wären; ausländische Steuern und Gebühren sind davon nicht betroffen (bspw. die Eurovignette), können aber sehr wohl einen Einfluss auf die im Inland anfallenden umweltrelevanten Belastungen besitzen.

Abb. 2.13 Massnahmenblatt Fahrzeugbesteuerung

Massnahme	Kurzbeschreibung	• Besteuerung nach Energieeffizienz resp. Emissionsklassen	
	Aufwand	• gering	↗
	Akzeptanz	• vorstellbar	→
	Umsetzung	• benötigt einige Voraussetzungen, bspw. zur Erfassung der Energieeffizienz – Emissionsklassierung ist bereits vorhanden	→
Wirkung	Aufkommen	• keine Wirkung	→
	Modalsplit	• geringfügige Wirkung • führt eher zu Produktivitätseffekten resp. einer schnelleren Bestandserneuerung	→
	Fahrleistung	• geringfügige Minderung durch Produktivitätseffekte	↗
	Emissionen	• Minderung analog zur Veränderung der Fahrleistungen (Luft und Lärm)	↗
	Immissionen	• im Zusammenhang mit der Grundbelastung kaum messbare Wirkung	→
Beurteilung	Zielwirksamkeit	• minimal	→
	Zielkonflikte	• Unter heutigen Bedingungen Überinternalisierung der Kosten resp. Konkurrenzierung anderer Abgaben	↘
	Konsequenz	• mit Blick auf die zu erwartende Überinternalisierung sowie geringfügigen Auswirkungen auf die Fahrleistung kaum abbildbar	↘

Abb. 2.14 Massnahmenblatt CO<sub>2</sub>-Abgabe

Abb. 2.14 Massnahmenblatt CO <sub>2</sub> -Abgabe	
Massnahme	Kurzbeschreibung <ul style="list-style-type: none"> <li>Abgabe in Ergänzung zu LSVA und der Mineralölsteuer beim Bezug des Treibstoffes zur Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen</li> </ul>
	Aufwand <ul style="list-style-type: none"> <li>analog Mineralölsteuer</li> </ul>
	Akzeptanz <ul style="list-style-type: none"> <li>in CH politisch z.Zt. nicht mehrheitsfähig</li> </ul>
	Umsetzung <ul style="list-style-type: none"> <li>kurzfristig umsetzbar</li> </ul>
Wirkung	Aufkommen <ul style="list-style-type: none"> <li>kaum wirksam, da sich das Verhältnis aus Transportkosten zum Warenwert nicht nachfragerrelevant verschieben wird, ebenso das Kostendifferenzial zw. den Verkehrsträgern</li> <li>keine Änderung, wenn die potenzielle Überinternalisierung an anderer Stelle vermieden wird</li> </ul>
	Modalsplit <ul style="list-style-type: none"> <li>segmentabhängig, daher mit eingeschränkter Wirkung</li> <li>Verlagerungen in Richtung Schiene, wenn sich das Kostendifferenzial signifikant verändert</li> </ul>
	Fahrleistung <ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Relation tlw. Verringerung der strassenbezogenen Fahrleistungen</li> </ul>
	Emissionen <ul style="list-style-type: none"> <li>Minderung analog zur Veränderung der Fahrleistungen (Luft und Lärm)</li> </ul>
	Immissionen <ul style="list-style-type: none"> <li>analog Emissionen</li> </ul>
	Zielwirksamkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>eingeschränkt gegeben, da</li> <li>das Verlagerungspotenzial je nach Segment und Relation unterschiedlich ausfällt (und es auch Massnahmen auf der Angebotsseite bedarf)</li> <li>und bei Überinternalisierung keine Kostenveränderung anfallen darf</li> </ul>
Beurteilung	Zielkonflikte <ul style="list-style-type: none"> <li>Überinternalisierung der Kosten resp. Konkurrenzierung anderer Abgaben</li> <li>im „worst case“ ist (im bestehenden Regulativ) die CO<sub>2</sub>-Abgabe bei anderen Abgaben (bspw. LSVA) zu kompensieren</li> </ul>
	Konsequenz <ul style="list-style-type: none"> <li>mit Blick auf die zu erwartende Überinternalisierung sowie die Beschränkungen beim Verlagerungspotenzial kaum abbildbar</li> </ul>

Abb. 2.15 Massnahmenblatt Emissionshandel

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abgabe <u>nicht</u> beim Bezug des Treibstoffes zur Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen, sondern äquivalent zum (tatsächlichen oder berechneten) Ausstoss entspr. Emissionen, sprich: in Abhängigkeit vom Verbrauch der Treibstoffe</li> <li>Modelle mit unterschiedlichen Bezugspunkten denkbar:</li> <li>Abgaben auf die bei der Herstellung von Transportgefässen = Fahrzeugen anfallenden Emissionen resp. die mit der Fahrzeugtechnik anfallenden Folge-Emissionen (bspw. bei Grenzwertüberschreitungen)</li> <li>Abgaben auf den Transport resp. die mit ihm verbundenen Dienstleistungen selber, d.h. zu erbringen durch das Transportgewerbe</li> <li>Abgaben auf das zu transportierende Produkt, d.h. zu erbringen durch die produzierende Verladerschaft</li> <li>up-stream-Modell durch Einbezug der Mineralölkonzerne</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>vergleichsweise aufwändig (Handelssystem, Kontrolle etc.)</li> </ul>	↘
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>fraglich (je nach Wirkungstiefe resp. Weitergabe der Kosten)</li> </ul>	↘
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>mittelfristig umsetzbar</li> <li>internationale Koordination zwingend, aber fraglich (siehe Luftverkehr)</li> </ul>	↘
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Bezugsmodell:</li> <li>keine Wirkung bei Bezug auf Transportdienstleistungen oder Herstellung von Fahrzeugen (führt eher zu Produktivitätssteigerungen)</li> <li>geringe Wirkung beim Bezug auf die Verladerschaft durch höheren Druck zur Optimierung der Transportnachfrage bis hin zu Produktions- und Logistikkonzepten</li> </ul>	↗
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>segmentabhängig, daher mit eingeschränkter Wirkung</li> <li>Verlagerungen in Richtung Schiene, wenn sich das Kostendifferenzial signifikant verändert</li> </ul>	↗
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Relation tlw. Verringerung der strassenbezogenen Fahrleistungen</li> </ul>	↗
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minderung analog zur Veränderung der Fahrleistungen</li> </ul>	↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minderung, aber geringer als bei den Emissionen, da Grundlasten und sonstige Quellen bestehen bleiben</li> </ul>	↗
	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>eingeschränkt gegeben, da</li> <li>das Verlagerungspotenzial je nach Segment und Relation unterschiedlich ausfällt (und es auch Massnahmen auf der Angebotsseite bedarf)</li> <li>und bei Überinternalisierung keine Kostenveränderung anfallen darf</li> </ul>	↘
Beurteilung	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Überinternalisierung der Kosten resp. Konkurrenzierung anderer Abgaben</li> <li>im „worst case“ ist (im bestehenden Regulativ) der Aufwand bei anderen Abgaben (bspw. LSVA) zu kompensieren</li> </ul>	↘
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>mit Blick auf die zu erwartende Überinternalisierung sowie die Beschränkungen beim Verlagerungspotenzial kaum abbildbar</li> </ul>	↓

Abb. 2.16 Massnahmenblatt Differenzierung LSVA

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>weitere Abstufung der LSVA-Sätze nach Energieeffizienz (Verbrauch) oder Lärmkriterien</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>analog bestehender LSVA</li> </ul>	↗
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>unsicher (siehe Einsprachen gegen letzte LSVA-Erhöhung)</li> </ul>	↘
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>benötigt einige Voraussetzungen zur Erfassung der Energieeffizienz</li> <li>Operationalisierung der Differenzierung nach Lärmkriterien im Forschungsstadium (siehe z.B. Heutschi 2012)</li> </ul>	↘
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>auch hier: segmentabhängig, daher mit eingeschränkter Wirkung</li> <li>Verlagerungen in Richtung Schiene, wenn sich das Kostendifferenzial signifikant verändert</li> </ul>	↗
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Relation tlw. Verringerung der strassenbezogenen Fahrleistungen</li> <li>stärkerer Zwang zur Erhöhung der Produktivität fällt vermutlich stärker ins Gewicht bei einer allfälligen Reduzierung der Fahrleistung</li> </ul>	↗
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minderung analog zur Veränderung der Fahrleistungen (Lärm und Luft)</li> </ul>	↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>analog Emissionen</li> </ul>	↗
	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>eingeschränkt gegeben, da</li> <li>das Verlagerungspotenzial je nach Segment und Relation unterschiedlich ausfällt (und es auch Massnahmen auf der Angebotsseite bedarf)</li> <li>und bei Überinternalisierung keine Kostenveränderung anfallen darf</li> </ul>	↘
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Überinternalisierung der Kosten resp. Konkurrenzierung anderer Abgaben</li> </ul>	↘
Beurteilung	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>mit Blick auf die zu erwartende Überinternalisierung sowie die Beschränkungen beim Verlagerungspotenzial kaum abbildbar</li> </ul>	↘

Abb. 2.17 Massnahmenblatt Strecken-Mauten

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>streckenspezifische Gebühren (insb. Tunnel)</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoch (Mautstellen, Abrechnung)</li> </ul>	↘
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>kaum vorhanden</li> </ul>	↘
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>verfassungsrechtlich derzeit nicht umsetzbar, daher politisch mit wenigen Aussichten auf Erfolg</li> </ul>	↘
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine (signifikante) Wirkung</li> </ul>	→
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Veränderung (ggf. sogar Erhöhung durch Umwegfahrten)</li> </ul>	↘
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung (Luft und Lärm)</li> </ul>	→
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>nicht gegeben</li> </ul>	↘
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verfassung</li> <li>Konkurrenz zu bestehenden Abgaben (insb. LSVA)</li> </ul>	↘
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Relevanz</li> </ul>	↘

Abb. 2.18 Massnahmenblatt Trassenpreissystem mit Lärmbonus (Schiene)

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Differenzierung der Trassenpreise je nach eingesetztem Rollmaterial resp. Gutschriften bei Einsatz lärmarmen Waggons (als Alternative bzw. Ergänzung zu Zulassungsbeschränkung und über die heutigen Regelungen zum Trassenpreissystem hinausgehend)</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>gering</li> </ul>	↑
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoch</li> </ul>	↑
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachweisprozedere ist zu regeln</li> </ul>	→
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Veränderung</li> </ul>	→
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lärm: signifikante Verminderung durch Förderung lärmarmen Waggons (insb. Bremssysteme)</li> </ul>	↑
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>markante Minderungen gerade in ruhigeren Tageszeiten (nachts) zu erwarten</li> </ul>	↑
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoch (Lärminderung)</li> </ul>	↑
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	↑
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>relevante Massnahme</li> </ul>	↑

Abb. 2.19 Massnahmenblatt Neuaustrichtung Lärmentschädigungsregelung

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neuregelung der Entschädigungspraxis von lärmbeeinträchtigten Personen (bundesrätl. Gesetzesvorschlag<sup>7</sup>; „spezialgesetzliche Ausgleichsnorm SAN“)</li> <li>Lärmbetroffene (Wertminderung von Liegenschaften) durch öffentliche oder konzessionierte Infrastrukturen haben Anspruch auf Entschädigung, solange Lärmimmissionen über Grenzwert liegen</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>gering</li> </ul>	↑
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vernehmlassung bevorstehend</li> </ul>	↑
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Änderung der juristischen Praxis</li> </ul>	→
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>möglich</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>möglich</li> </ul>	→
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>möglich</li> </ul>	→
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anreiz für die Verminderung der Lärmemissionen beim Verursacher, damit die Entschädigungszahlungen vermieden werden können.</li> </ul>	↑
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>analog Emissionen</li> </ul>	↑
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>lokal hoch (Lärminderung)</li> </ul>	↑
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostenfolgen bei Lärmverursachern</li> </ul>	↑
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auswirkungen noch unklar, wenn schon lokale Minderungen; keine Beurteilung im Rahmen Umweltatlas.</li> </ul>	↑

<sup>7</sup> Antwort des Bundesrats auf parlamentarische Initiative Hegetschweiler 02.418 und Motion der UREK-S 08.3240, 16.5.2012.

## 2.4 Fahrzeugtechnik

Massnahmen am Fahrzeug dienen in erster Linie der Steigerung der motorischen Effizienz und der Optimierung von Luft- und Rollwiderstand. Mit der Fahrzeugtechnik werden weder Veränderungen am Mengengerüst noch Verlagerungswirkungen erzielt. Im Verbund mit entsprechenden regulatorischen Massnahmen können umweltwirksame Techniken gefördert bzw. indirekt vorgeschrieben und damit deren Marktdurchdringung beschleunigt werden. Andererseits ist der Spielraum zur Beeinflussung fahrzeugtechnischer Massnahmen aus nationaler Sicht nur als sehr eingeschränkt einzustufen.

Abb. 2.20 Massnahmenblatt Motor-/Katalysatortechnik zur Emissionsminderung

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimierung der Motoren (Verbrennungsprozess) zur Steigerung der Energieeffizienz (Abgasrückführung etc.)</li> <li>Einsatz begleitender Techniken zur Verbrauchsreduktion (Rekuperationssysteme, Start-Stop, Getriebe/Kupplung etc.)</li> </ul> Schadstoffspezifische Massnahmen (Partikelfiltersysteme, De-NOx-Katalysatoren)	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoch, sprich: der Spielraum zur weiteren Minderung der Emissionen wird immer geringer und der damit verbundene Aufwand immer kostspieliger</li> </ul>	↘
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoch</li> </ul>	↑
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>mit Blick auf die Bestandsdurchmischung eher mittelfristiger Zeitraum;</li> </ul>	→
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Veränderung</li> </ul>	→
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach EURO-Klasse. Mit Euro VI ist der Spielraum für die nächsten Jahre ausgereizt. Weitere Absenkungen erst längerfristig.</li> </ul>	↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Grundlast</li> </ul>	↗
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>heute vergleichsweise hoch, künftig mit abnehmender Wirksamkeit</li> </ul>	↗
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine</li> </ul>	↑
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>im Rahmen der Flottenzusammensetzungen einzubeziehen</li> </ul>	↗



Abb. 2.21 Massnahmenblatt alternative Antriebe und alternative Kraftstoffe für Strassenfahrzeuge

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einsatz resp. Beimischung alternativer Treibstoffe auf Basis regenerativer Rohstoffe (Biodiesel, Pflanzenöle; Biotreibstoffe 2. Generation)</li> <li>Erdgastechnologie (CNG, Kombination mit Biogas)</li> <li>Synthetische Kraftstoffe (GTL, BTL)</li> <li>Hybridisierung, d.h. Einsatz von den Verbrennungsmotor unterstützenden Elektroantrieben, insb. für bestimmte Fahrsituationen (innerstädtisch, Anfahren/Beschleunigen, an Steigungen)</li> <li>vollständige Elektrifizierung des Antriebssystems (auf Batteriebasis für leichte Nutzfahrzeuge, auf Basis Brennstoffzelle für schwere Nutzfahrzeuge)</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>sehr hoch</li> </ul>	↓
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoch</li> </ul>	↑
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>langwierig (je effektiver die Technologie, desto langfristiger deren Umsetzungszeitraum)</li> <li>Biotreibstoffe: durch finanzielle Förderung oder Quotenvorschriften möglich</li> <li>Abhängigkeiten zu anderen technologischen Entwicklungen (Batterietechnik, Versorgungs-/Betankungssysteme) =&gt; keine Alleingänge möglich</li> </ul>	↓
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Veränderung</li> </ul>	→
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach System sind bedeutsame Minderungen erreichbar</li> <li>diese Technologien sind Voraussetzung für klimaneutralen Strassengüterverkehr</li> </ul>	↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe Wirkungen erreichbar</li> </ul>	↗
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Technologie:</li> <li>beschränkt bei alternativen Treibstoffen</li> <li>gegeben bei der Hybridisierung (jedoch unter hohen Kosten)</li> <li>sehr hoch bei vollständiger Elektrifizierung</li> </ul>	↗
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>bei alternativen Treibstoffen: Konkurrenz um die dafür eingesetzten Rohstoffe (Nahrungsmittel), Konflikte für Landnutzung, beschränkte Verfügbarkeit</li> <li>Aufwand vs. Nutzen (Mittelfeffizienz)</li> <li>langfristig: Finanzierbarkeit des Gesamtverkehrs durch Einnahmenminderungen -&gt; bedingt Anpassungen des Verkehrsfinanzierungssystems</li> </ul>	→
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>mit Blick auf den Betrachtungszeitraum hier noch ohne Relevanz (&gt; 2020)</li> </ul>	↘

*Abb. 2.22 Massnahmenblatt Nicht-motorische Massnahmen zur Minderung von Schadstoffemissionen, Energieverbrauch und Geräuschemissionen*

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reifentechnologie zur Minderung der Rollwiderstände und –geräusche</li> <li>• Gestaltung der Aufbauten zur Minderung des Luftwiderstandes</li> <li>• Einsatz neuer Materialien zur Gewichtsoptimierung</li> <li>• Modernisierung und Vernetzung der Fahrwerkstechnik (Abstimmung auf Beladung, Rückkopplung zur Strassenoberfläche etc.)</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hoch, sprich: der Spielraum zur Optimierung wird immer geringer und der damit verbundene Aufwand immer kostspieliger</li> </ul>	↘
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hoch</li> </ul>	↑
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Blick auf die Bestandsdurchmischung eher mittelfristiger Zeitraum</li> </ul>	→
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Wirkung</li> </ul>	→
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Veränderung</li> </ul>	→
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verringerungen Energieverbrauch und Lärmemissionen innerhalb gewisser Grenzen (Lärm: Reduktion je nach Fahrgeschwindigkeit und Reifentyp von mehreren dB(A))</li> </ul>	↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• je nach Grundlast wenig Veränderung</li> </ul>	↗
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• im Vergleich zum bereits recht hoch ausgeschöpften Optimierungspotenzial auf der Motorseite durchaus noch hohe Wirksamkeit vorhanden</li> </ul>	↗
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	↑
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• empirische Grundlagen für die flotten- und streckenspezifische Quantifizierung fehlen, kein Beurteilung im Rahmen Umweltatlas.</li> </ul>	↘

*Abb. 2.23 Massnahmenblatt Einsatz lärmarmes Rollmaterial (Schiene)*

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierung der Güterwaggons zur Lärminderung</li> <li>• betrifft v.a. den Ersatz der Graugussbremsen</li> <li>• darüber hinaus aber auch weitere technische Verbesserungen am Wagenaufbau möglich (Wagenkasten, Drehgestelle, Kupplungen etc.)</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kostspielig</li> </ul>	↘
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hoch</li> </ul>	↑
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei CH-TU weit fortgeschritten, internationale TU: mittelfristiger Zeitraum (Anstrengungen zum Verbot von lautem Rollmaterial sind z.B. in Deutschland im Gang: ein Verbot von Graugussbremsen ab 2020 im Schienengüterverkehr ist absehbar)</li> <li>• Wirksamkeit hinsichtlich internationalem/flexiblem Waggoneinsatz</li> <li>• durch finanzielle Förderung (z.B. Differenzierung Trassenpreis) oder Zulassungsvorschriften beeinflussbar</li> </ul>	→
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Wirkung (allenfalls indirekt durch Produktivitätseffekte infolge Lenkungsmassnahmen)</li> </ul>	→
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Veränderung</li> </ul>	→
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verringerungen Lärm</li> </ul>	↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• je nach Grundlast, jedoch hoch insb. in der Nacht</li> </ul>	↗
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hoch</li> </ul>	↗
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine</li> </ul>	↑
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Relevanz</li> </ul>	↗

Abb. 2.24 Massnahmenblatt Fahrzeugtelematik

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verknüpfung von Telematik/Kommunikation mit den Elektroniksystemen des Fahrzeuges zur Optimierung der Fahrweise</li> <li>• Erfassung der Verkehrssituation zur (automatisierten) vorausschauenden Fahrweise (Vermeidung unnötiger Brems- oder Beschleunigungsvorgänge), ggf. inkl. der elektronischen Kopplung an vorausfahrende Fahrzeuge</li> <li>• Einbezug der Navigationsdaten zur streckenspezifischen Anpassung der Motorkennlinie (Steigungen, Gefälle)</li> </ul>	
	Aufwand	• hoch	↘
	Akzeptanz	• hoch	↑
	Umsetzung	• mit Blick auf die Bestandsdurchmischung eher mittelfristiger Zeitraum	→
Wirkung	Aufkommen	• keine Wirkung	→
	Modalsplit	• keine Wirkung	→
	Fahrleistung	• keine Veränderung	→
	Emissionen	• Verringerungen	↗
	Immissionen	• je nach Grundlast	↗
Beurteilung	Zielwirksamkeit	• im Vergleich zum bereits recht hoch ausgeschöpften Optimierungspotenzial auf der Motorseite durchaus noch hohe Wirksamkeit vorhanden	↗
	Zielkonflikte	• rechtlich bedingtes Abwägen zw. umwelteffizientem automatisierten Fahren und der individuellen Verantwortung des Fahrpersonals	→
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• überwiegend ausserhalb des zeitlichen Betrachtungshorizonts</li> <li>• kaum quantifizierbar; ggf. mit pauschalen Mindefaktoren</li> </ul>	↘

## 2.5 Infrastruktur

Analog zur Fahrzeugtechnik dienen infrastrukturelle Massnahmen der Eindämmung von Emissionen und Immissionen, während sie in der Regel keinen Einfluss auf die Aufkommensmengen besitzen, jedoch Modal-Split-Verschiebungen bewirken können. Im Gegensatz zu einem Grossteil aller anderen Handlungsbe-  
reiche sind Massnahmen an der Infrastruktur zumeist sehr kostspielig und von der öffentlichen Hand aufzuwenden. Dies schränkt die Bandbreite der Massnahmen zumeist von vornherein ein. Andererseits aber stellen Infrastrukturmassnahmen einen Bereich dar, in dem die Handlungsfreiheit aus nationaler Sicht vergleichsweise hoch ausfällt, da hier kaum internationale Beschränkungen oder technologisch bedingte, global zu beachtende Entwicklungen Einfluss nehmen.

Abb. 2.25 Massnahmenblatt Trassierung

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>energieeffiziente Trassierung, d.h. Linienführung mit Blick auf die zu erwartenden Energieverbräuche (betrifft sowohl die Strasse wie auch die Schiene)</li> <li>Beispiel Schiene: NEAT als Flachbahn mit signifikantem Energieeinsparpotenzial und Lärminderung</li> <li>Beispiel Schiene: 4-m-Korridor</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>sehr hoch</li> </ul>	↘
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoch (ohne Einbezug der Kostenimplikationen)</li> </ul>	↗
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>mit Blick auf die nur noch beschränkten Möglichkeiten zur Neutrassierung (aus Sicht Finanzierung wie auch aus Sicht Raumplanung) eher geringe Umsetzungsmöglichkeiten</li> <li>Langfristsicht</li> </ul>	↘
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Art und Umfang der Infrastruktur</li> </ul>	→
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>lokale Veränderungen je nach Streckenlänge</li> </ul>	→
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verringerungen</li> </ul>	↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Emissionsveränderungen und Anbau-Betroffenheiten</li> </ul>	↗
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschränkt</li> </ul>	↘
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>sonstige Parameter zur Trassierung</li> </ul>	↘
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>überwiegend ausserhalb des zeitlichen Betrachtungshorizonts</li> <li>NEAT im Rahmen der Referenzvariante zu berücksichtigen</li> </ul>	↗

Abb. 2.26 Massnahmenblatt Lärmschutzmassnahmen Schieneninfrastruktur

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbau von Schallabsorbern an Schienen zur Reduktion der Schallabstrahlung</li> <li>• Reduktion der Schienenrauigkeit (akustisches Schienenschleifen)</li> <li>• Sanierung von Stahlbrücken (Absorber, elastische Befestigungen, etc.)</li> </ul>	
	Aufwand	• hoch	↘
	Akzeptanz	• hoch (ohne Einbezug der Kostenimplikationen)	↗
	Umsetzung	• Kostenfolgen als Hauptargument gegen die Umsetzung	↘
Wirkung	Aufkommen	• keine Wirkung	→
	Modalsplit	• keine Wirkung	→
	Fahrleistung	• keine Wirkung	→
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schallabsorber: Minderung von bis zu 4 dB(A)</li> <li>• Schienenschleifen: Minderung von 1-5 dB(A), je nach Ausgangsrauigkeit</li> <li>• Sanierung Brücken: typische Reduktion von rund 6 dB(A)</li> </ul>	↗
	Immissionen	• je nach Emissionsveränderungen und Anbau-Betroffenheiten	↗
	Zielwirksamkeit	• beschränkt	↘
Beurteilung	Zielkonflikte	• keine	↘
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• überwiegend ausserhalb des zeitlichen Betrachtungshorizonts</li> <li>• Reduktionswirkungen schwierig quantifizierbar (weitere Forschung notwendig)</li> </ul>	↗

Abb. 2.27 Massnahmenblatt Strassenbeläge

Massnahme	Kurzbeschreibung	• Sanierung bestehender Strassenbeläge mit lärmreduzierenden Materialien (z.B. offenporiger Asphalt)	
	Aufwand	• hoch, wenn nicht im Rahmen von regulären Belagserneuerungen durchgeführt	↘
	Akzeptanz	• hoch	↑
	Umsetzung	• mittel- und langfristige Umsetzung im Rahmen Sanierung Nationalstrassennetz	→
Wirkung	Aufkommen	• keine Wirkung	→
	Modalsplit	• keine Wirkung	→
	Fahrleistung	• keine Wirkung	→
	Emissionen	• Lärm: Verringerungen bis ca. 5 dB(A) für LKW möglich (BMFLUW 2009)	↑
	Immissionen	• je nach Grundlast, Emissionsveränderungen und Anbau-Betroffenheiten	↑
	Zielwirksamkeit	• sehr hoch, da eine der wenigen, noch mit hoher Wirksamkeit versehenen Möglichkeiten zur flächendeckenden Lärminderung	↑
Beurteilung	Zielkonflikte	• keine	↑
	Konsequenz	• relevante Massnahme	↑

Abb. 2.28 Massnahmenblatt Lärmschutzwände und Einhausungen

Massnahme	Kurzbe- schrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergänzung von Lärmschutzwänden</li> <li>• Einhausungen an dafür geeigneten Orten</li> </ul>	
	Aufwand	• entspr. baulichem Umfang recht hoch	↘
	Akzeptanz	• hoch	↑
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• je nach Umfang der Massnahme kurz- bis mittelfristig umsetzbar</li> <li>• Als Ersatzmassnahme; nur als „letzte Möglichkeit“, wenn Massnahmen an der Quelle bzw. bei der Schallausbreitung nicht ausreichend sind</li> </ul>	→
Wirkung	Aufkom- men	• keine Wirkung	→
	Modalsplit	• keine Wirkung	→
	Fahrlei- stung	• keine Wirkung	→
	Emissio- nen	• keine Wirkung	→
Beurteilung	Immissio- nen	• je nach Grundlast starke Minderungen möglich	↑
	Zielwirk- samkeit	• lokal begrenzt, dort aber sehr hoch	↗
	Zielkonflik- te	• Raumplanung, Landschafts- Heimatschutz	↑
Beurteilung	Konse- quenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• an sich relevante Massnahme</li> <li>• da jedoch lokal begrenzt und nur individuelle (d.h. der örtlichen Problemlage entsprechend massgeschneiderte) Lösungen sinnvoll sind, im Rahmen Umweltatlas (noch) nicht abbildbar</li> </ul>	↘

## 2.6 Logistik

Massnahmen aus dem Bereich der Logistik resp. der Gestaltung logistischer Abläufe waren in der Vergangenheit nahezu ausschliesslich der betriebswirtschaftlichen Optimierung geschuldet. Da diese vielfach effizientere Abläufe zum Ziel hat, sind damit auch Umweltwirkungen verbunden, wenn bspw. Einsparungen bei Fahrleistungen und Energieverbrauch erreicht werden. Eine vollständige Auflistung entsprechender Massnahmen ist jedoch im Rahmen Umweltatlas nicht ziel führend; stellvertretend wird die Betriebsoptimierung weniger als Massnahme, sondern eher als Optimierungsbereich an sich kurz beleuchtet.

Zunehmend rücken jedoch auch Massnahmen mit primären Umweltwirkungen in den Fokus der Gestaltung logistischer Abläufe. Unter dem Begriff der „Green Logistics“ sollen die mit den Transporten der Waren verbundenen Umweltwirkungen minimiert werden.

Abb. 2.29 Massnahmenblatt Betriebsoptimierung

Massnahme	Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verteil- und Umschlagskonzepte (bspw. Punkt-zu-Punkt- vs. Hub-Verkehren)</li> <li>• Lagerhaltung (zentral vs. dezentral, inhouse oder outsourced)</li> <li>• Kapazitätsmanagement (bspw. Frachtenbörsen)</li> <li>• Einsatz von Telematik zur Routenplanung und –optimierung</li> <li>• Ausbildung (bspw. durch Sensibilisierung bzgl. effizientem Umgang mit Energie)</li> <li>• etc.</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• seitens öffentlicher Hand: keiner</li> <li>• seitens Transportwirtschaft: je nach Massnahme durchaus hoher Aufwand bei der Re-Organisation der Transporte, die sich jedoch betriebswirtschaftlich lohnt</li> </ul>	➔
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hoch</li> </ul>	⬆
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zumeist kurz- bis mittelfristig umsetzbar</li> </ul>	➔
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Wirkung</li> </ul>	➔
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• je nach Konzept und Segment durchaus mit Verlagerungen verbunden</li> </ul>	↗
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• i.d.R. Verringerungen</li> </ul>	↗
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• je nach Minderung der Fahrleistung durchaus mit Rückgängen verbunden (Lärm und Luft)</li> </ul>	↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• je nach Grundlast zumeist wenig messbar</li> </ul>	➔
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vorhanden (wobei jedoch vielfach übersehen wird, dass die marktbedingten Aufkommenszuwächse die Ergebnisse solcher Optimierungsmassnahmen nicht sichtbar werden lassen)</li> </ul>	↗
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• betriebswirtschaftliches Optimum entspricht nicht immer dem Optimum aus Umweltgesichtspunkten</li> </ul>	↘
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• an sich relevante Massnahme</li> <li>• jedoch nur schwer quantifizierbar hinsichtlich Umweltwirkungen</li> </ul>	↘

*Abb. 2.30 Massnahmenblatt Förderung „Green Logistics“*

Massnahme	Kurzbeschrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bonus- und/oder Malussystem zur Förderung explizit umweltgetriebener Massnahmen im Rahmen der betrieblichen Logistik resp. der Transportabwicklung</li> </ul>	
	Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoch, da zuvor verbindliche Standards resp. Messgrößen definiert werden müssen</li> </ul>	↘
	Akzeptanz	<ul style="list-style-type: none"> <li>hoch</li> </ul>	↑
	Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>eher mittelfristig umsetzbar</li> </ul>	↘
Wirkung	Aufkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Wirkung</li> </ul>	→
	Modalsplit	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Konzept und Segment durchaus mit Verlagerungen verbunden</li> </ul>	↗
	Fahrleistung	<ul style="list-style-type: none"> <li>i.d.R. Verringerungen</li> </ul>	↗
	Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Minderung der Fahrleistung durchaus mit Rückgängen verbunden (Lärm und Luft)</li> </ul>	↗
	Immissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Grundlast zumeist wenig messbar</li> </ul>	→
Beurteilung	Zielwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>vorhanden</li> </ul>	↗
	Zielkonflikte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abgrenzung zu den bislang anerkannten internalisierten Kosten</li> </ul>	↘
	Konsequenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>an sich relevante Massnahme</li> <li>jedoch nur schwer quantifizierbar hinsichtlich Umweltwirkungen</li> </ul>	↘



## 2.7 Fazit und Variantenableitung

Für das Forschungspaket Güterverkehr gilt es nun, die oben benannten, umweltrelevanten Massnahmen so zusammenzustellen, dass relevante Wirkungen zur Reduktion der vom Güterverkehr ausgehenden Umweltbelastungen quantifiziert und mit dem Umweltatlas dargestellt werden können. Die Zusammenstellung der Massnahmen soll praxisorientiert erfolgen, d.h. es ist ein realistischer Hintergrund betreffend der Umsetzungsmöglichkeiten zu beachten. Dabei ist Kompromiss zu finden aus Wirkungstiefe, Aufwand und politischer Akzeptanz sowie der Möglichkeit, die Resultate im Umweltatlas angemessen darstellen zu können. Dieses Vorgehen wurde mit der Begleitgruppe des Forschungspakets abgestimmt, so dass im Ergebnis die nachfolgend dargestellten Varianten zur weiteren Bearbeitung identifiziert werden konnten.

Beim Blick auf die Zielwirkungen der in Frage kommenden Massnahmen werden zwei gewichtige, d.h. zur Zielerreichung relevante **Wirkungsrichtungen** offensichtlich:

- Massnahmen, die eine mengenbezogene Wirkung besitzen (also Nachfrage vermeiden oder deren Verlagerung („**shift**“) steuern oder modale Verkehrsleistungen minimieren),
- Massnahmen, welche das vorhandene (nicht weiter steuerbare) Aufkommen und die mit dessen Transport verbundenen Umweltwirkungen zu optimieren suchen („**improve**“).

### Mengenbezogene Massnahmen

Die grundsätzliche Vermeidung<sup>8</sup> von Gütertransporten ist – zumindest mit den heutigen ökonomischen Realitäten – mit kaum einer Massnahme zu erreichen. Dazu stehen die Transportkosten in keinem Verhältnis zu den Warenwerten. Und dort, wo dieses Verhältnis kleiner wird, es sich also zumeist um minderwertige Waren, i.d.R. Massengüter, handelt, steuert die betriebswirtschaftliche Optik die Nachfrage (und auch deren Transportprozesse).

Die intermodale Verlagerung ist schon eher Gegenstand entsprechender Massnahmen, kann jedoch nur dann greifen, wenn sich das Kosten- resp. Preisdifferenzial zwischen den Alternativen (also zwischen den Verkehrsmitteln) signifikant verschiebt. Dies setzt jedoch immer voraus, dass tatsächliche Alternativen bestehen. Für eine Vielzahl von Segmenten ist dies jedoch nicht der Fall (bspw. Baustellenverkehre oder Ver- und Entsorgung in Siedlungsgebieten).

Die wenigen Möglichkeiten, zur Steuerung von Nachfrage oder Verlagerungen zeigt sich in der geringen Anzahl entsprechender Massnahmen in den oben aufgeführten Handlungsbereichen. Zur Quantifizierung der Wirkungen mengenbezogener Massnahmen im Rahmen des Umweltatlas wurden aufgrund der zu erwartenden hohen Zielwirksamkeit folgende Varianten definiert:

- **Einhaltung Verlagerungsziel** (Vorgaben zur Fahrtenanzahl und fahrzeugbezogene Massnahmen zur Emissionsreduzierung),

Theoretisch wären noch weitere Varianten denkbar, die jedoch aufgrund ihrer geringen Zielwirksamkeit zurückgestellt wurden:

---

<sup>8</sup> Im engeren Sinne ist unter Vermeidung von Transporten eigentlich eher von Zielwahlveränderung zu sprechen, da die materiellen Grundbedürfnisse bei Produktion und Konsum kaum zu reduzieren oder zu steuern sind. Wenn Nachfrage vermieden werden kann, dann eher bezogen auf einzelne Relationen, also bspw. die Substitution globaler Warenherkünfte durch lokale Produkte – angesichts des heutigen hohen volkswirtschaftlichen Vernetzungsgrades nur schwer oder sehr begrenzt vorstellbar. Hinzu kommt: Die absolute Nachfragemenge wird sich kaum vermindern, da unwahrscheinlich ist, dass sich die Konsumbedürfnisse einer nach wie vor steigenden Weltbevölkerung umkehren werden.

- Abgaben zur Internalisierung der beim Gütertransport anfallenden externen Kosten (CO<sub>2</sub>-Abgabe, Emissionshandel)  
=> deren Zielwirksamkeit ist eher als bescheiden einzustufen, da mit dem heute bestehenden Regulativ solche zusätzlichen Abgaben zu einer nicht zulässigen Überinternalisierung führen würden,
- Optimierung logistischer Prozesse zur Minderung der Fahrleistungen im Flächenverkehr  
=> angesichts des geringen Anteils des Güterverkehrs an den Umweltbelastungen sind Massnahmen, deren Reduktionspotenziale hinsichtlich Fahrleistungsminderungen im überschaubaren Bereich liegen und die sich durch eine hohe Vielfältigkeit auszeichnen im Rahmen Umweltatlas nur sehr schwer quantifizierbar.

### Optimierende Massnahmen

Massnahmen zur Optimierung der Umweltwirkungen bestehender Aufkommensmengen resp. deren Transporte setzen entweder am Fahrzeug selber an oder sind organisatorische resp. bauliche Massnahmen im Bereich der Infrastrukturanlagen. Folgende Varianten wurden im Rahmen Umweltatlas quantifiziert:

- **Gigaliner** (Reduktion der Fahrleistungen heutiger schwerer Nutzfahrzeuge durch Erhöhung der zulässigen Fahrzeugabmessungen bei gleichzeitigem Einsatz fahrzeugbezogener Massnahmen zur Emissionsreduzierung); auch wenn politisch z.Zt. kaum vorstellbar, so dient doch diese Variante in erster Linie der Folgenabschätzung und damit der weiteren Diskussion einer solchen Massnahme.
- **Lärmschutz** (auf der Strasse durch umfassende Belagssanierungen und auf der Schiene durch Einsatz von lärmarmem Rollmaterial); Belagssanierungen sind in dieser Ausprägung sehr optimistisch (da kaum finanzierbar), die Variante hat aber zum Ziel, das Maximalpotenzial von Lärmschutzmassnahmen durch optimierte Strassenbeläge aufzuzeigen.
- **Lockerung Nachtfahrverbot** (für das Teilsegment Import/Export in den Tagesrandstunden); dies in erster Linie um die im Teilprojekt D vorgeschlagene Massnahme aus Sicht der Umweltwirkungen besser beurteilen zu können.

Die gemäss der Massnahmendiskussion offensichtlichste Variante im Rahmen der Optimierung ist jedoch die

- Reduktion der Luftschadstoff- und Lärmemissionen (durch diverse Massnahmen zur Minderung der Luftschadstoff- und Lärmemissionen von schweren Nutzfahrzeugen im Rahmen der Grenzwertgesetzgebung).

Diese Variante ist jedoch bereits implizit im Referenzzustand umgesetzt, da dort eine entsprechende Flottenzusammensetzung unterstellt wird. Diese Flottenzusammensetzung berücksichtigt ein realistisches Szenario zum (turnusgemässen) Austausch der Fahrzeuge im Strassengüterverkehr, wobei davon ausgegangen wird, dass die Neufahrzeuge in der überwiegenden Mehrheit mit neuester Technik zur Reduktion der Luftschadstoffemissionen ausgerüstet sein werden (Katalysatoren, Filtertechnik, Kraftstoffeffizienz, Aufbauten betreffend Luftwiderstand, Reifen, Fahrwerk etc.). Daher sind die Effekte einer solchen offensichtlichen Optimierungs-Variante bereits im Rahmen der Veränderungen der Umweltwirkungen im Referenzzustand quantifiziert worden und dort ersichtlich (siehe Bericht Teil I).

Zu den Optimierungs-Varianten kommt noch eine „Sonder-Variante“:

- LSVA-Nullfall zur Abschätzung der Umweltbelastungen, wenn keine LSVA eingeführt, allerdings auch keine Gewichtslimite erhöht, worden wären.

### 3 Varianten

Nachfolgend werden die Resultate zu den Umweltwirkungen der oben identifizierten Varianten wiedergegeben. Die Darstellung orientiert sich dabei am – im Teil 1 aufgestellten – Umweltatlas. Der Ergebnisdarstellung vorangestellt ist eine Beschreibung der Operationalisierung der Varianten zur Ableitung der emissionsrelevanten, modalen Mengengerüste.

#### Überblick Verkehrsmengen

Vorweg ein variantenübergreifender Blick auf die Mengengerüste. Damit lässt sich bereits abschätzen, welche Umweltwirkungen allein aus den Mengeneffekten zu erwarten sind:

Abb. 3.31 Fahrleistungen Strasse nach Fahrzeugkategorien in Mio. Fzkm/Jahr  
Referenzzustände 2010/2020 und Varianten

Fahrzeugkategorie	Z0 REF (2010)	Z1 REF (2020)	Z2 REF (2030)	Z1 Verlagerung	Z1 Gigaliner (EURO VI und Sensitivität)
Personenwagen	53'339	58'353	61'215	58'353	58'353
Lieferwagen	3'802	4'033	4'287	4'033	4'033
Schwere Nutzfahrzeuge	2'304	2'592	2'717	2'340	2'519
Reisecars	119	115	114	115	115
ÖV Busse	250	274	302	274	274
Motorräder	2'409	2'635	2'882	2'635	2'635
Total alle Fz'kat.	62'223	68'002	71'517	67'749	67'929
Anteil SNF an Total	3.7%	3.8%	3.8%	3.5%	3.7%
Anteil LI an Total	6.1%	5.9%	6.0%	6.0%	5.9%
Anteil GV (SNF+LI)	9.8%	9.7%	9.8%	9.4%	9.6%
Index SNF (Z1 REF = 100)	88.9	100.0	104.8	90.3	97.2

Abb. 3.32 Fahrleistungen Schiene nach Zugskategorien in Mio. Zugkm/Jahr  
Referenzzustände 2010/2020 und Varianten

Zugskategorie	Z0 REF (2010)	Z1 REF (2020)	Z1 Verlage- rung	Z1 Gigaliner
Personen-Fernverkehr	66.1	75.7	75.7	75.7
Personen-Regionalverkehr	116.6	133.6	133.6	133.6
Güterverkehr-international	17.4	23.3	28.0	22.8
Güterverkehr-national (inkl. Dienstzüge)	12.7	17.0	17.0	17.0
<b>Total Personenverkehr</b>	182.6	209.4	209.4	209.4
<b>Total Güterverkehr</b>	30.1	40.4	45.1	39.8
<b>Total Personen-/Güterverkehr</b>	212.7	249.7	254.4	249.2
<b>Anteil Güterverkehr</b>	14%	16%	18%	16%
<b>Index Güterverkehr (Z1 REF = 100)</b>	<b>74.6</b>	<b>100.0</b>	<b>111.6</b>	<b>98.7</b>

Untenstehende Figur zeigt die Fahrleistungen der SNF für den Referenzzustand 2020 (Z1 REF) und die Varianten. Der Verkehr auf den Nord-Süd-Achsen (inklusive nicht-alpenquerender Binnenverkehr auf diesen Strecken) macht in Z1 REF (2020) rund 36% des gesamten SNF-Verkehrs der Schweiz aus, wobei der in den betrachteten Varianten betroffene Verkehr (Import/Export- und Transitverkehr auf den Nord-Süd-Achsen und den Zulaufstrecken) rund 17% des gesamtschweizerischen Schwerverkehrs ausmacht.

**Z1-Verlagerung:** Gemessen an der Gesamtfahrleistung der schweren Nutzfahrzeuge in der Schweiz beträgt die Abnahme der Fahrleistungen durch die Umsetzung des Verlagerungsziels rund -10% (-250 Mio. SNF-km/Jahr). Verglichen mit den Fahrleistungen nur auf der Nord-Süd-Achse beträgt die Abnahme rund -26%.

Lokal betrachtet – z.B. auf der Gotthard-Achse – ist die Reduktion des Schwerverkehrs aber u.U. substantiell: Am Gotthard (Tunnel) werden mit den getroffenen Annahmen beispielsweise die SNF-Fahrten von rund 1.5 Mio. Fahrten/Jahr (im Jahr 2020) auf ca. 530'000 Fahrten pro Jahr reduziert.

**Z1- Gigaliner:** Die Einführung der Gigaliner führt unter den getroffenen Annahmen zu einer marginalen Abnahme der Fahrleistungen um rund -72 Mio. Fzg.-km (ca. -3% im Vergleich zu Z1-REF).

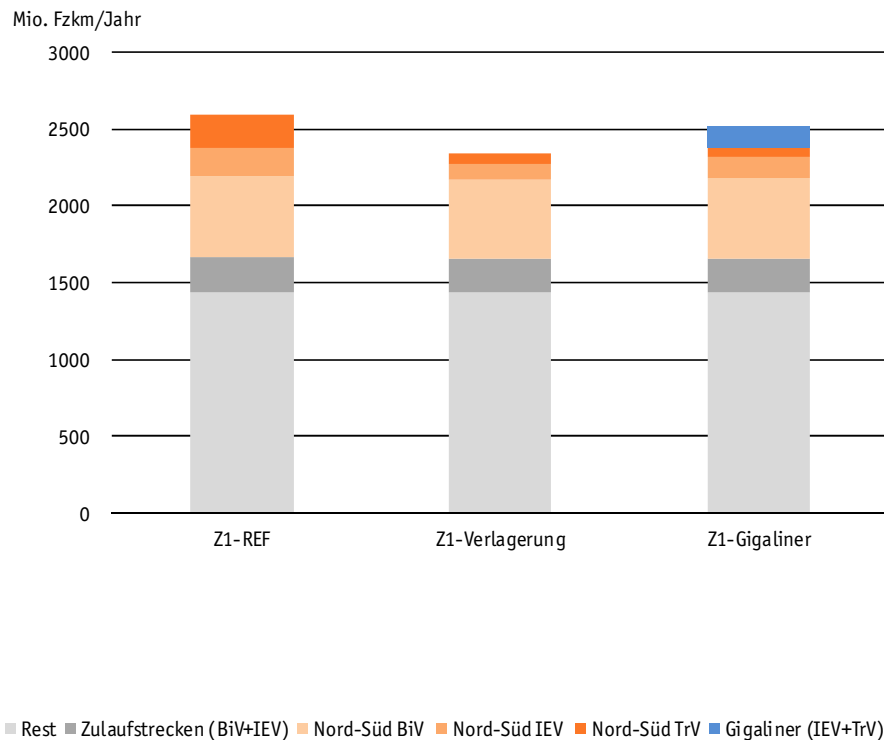


Abb. 3.33 Fahrleistungen schwere Nutzfahrzeuge (SNF) 2020 – Z1 REF (2020) und Varianten. Nord-Süd: Basel/Genf-Simplon/G. St. Bernhard, Basel-Chiasso (Gotthard), St.Margrethen-Chiasso (San Bernardino); (Strecken 101-103, 201-202, 301-303, 401, siehe Anhang I)

### 3.1 Einhaltung Verlagerungsziel

Der alpenquerende Strassengüterverkehr wird plafoniert, d.h. an den Alpenübergängen Gotthard, Simplon und San Bernardino dürfen zusammen jährlich höchstens 650'000 Lastwagenfahrten stattfinden (Verlagerungsziel).

#### 3.1.1 Operationalisierung

##### Operationalisierung Strasse

Das Mengengerüst (Belastungen pro Streckenabschnitt, Fahrleistungen) der Variante „Z1-Verlagerungsziel“ baut auf Z1-REF (2020) auf. Folgende Annahmen liegen dem Verkehrsmengengerüst der Variante „Z1-Verlagerungsziel“ zu Grunde:

- Die Auswirkungen werden ausschliesslich auf den in Anhang I beschriebenen Korridoren abgeschätzt. Dies sind die Korridore, welche hauptsächlich den alpenquerenden Zulauf übernehmen und damit vom Fahrtenziel betroffen sein werden.
- Binnenverkehr:
  - Der Binnenverkehr wird kaum vom Verlagerungsziel (und allfälligen Massnahmen) berührt werden, da er aufgrund seiner Struktur (Baugewerbe, Handel, Ver- und Entsorgung, überwiegend Punkt-zu-Punkt-Verkehr) weniger frei in der Modalwahl ist; er wird daher hier unverändert aus Z1-REF (2020) übernommen.

- Insgesamt werden im Z1-REF für 2020 ca. 330'000 Binnenverkehrs-Fahrten via den Alpenübergängen erwartet.  
=> Somit verbleiben 320'000 Fahrten für Import/Export/Transit-Relationen.
- Import/Export/Transit:
  - Die Import/Export-Transit (IET)-Fahrten an den Alpenübergängen werden aus Z1-REF addiert – rund 1.127 Mio. Fahrten. Das Reduktionsziel ergibt sich aus der Differenz dieser Fahrten zum Verlagerungsziel abzüglich der Binnenverkehrs-Fahrten. Insgesamt sind somit 807'000 Fahrten anderweitig zu bewältigen.
  - Alle drei Verkehrsarten werden anteilmässig (pro Übergang) auf das Niveau des Reduktionsziels korrigiert und dann entlang der Korridore entsprechend angepasst (absolute Differenz zu Z1-REF).
  - Im Transitverkehr verbleiben daraus 218'000 Fahrten; für Import/Export 102'000 Fahrten.
- Die Flottenzusammensetzung sämtlicher Fahrzeugkategorien ist dieselbe wie in Z1 REF („business as usual“ = BAU).

Untenstehende Tabelle fasst die für die Quantifizierung der Umweltwirkungen relevanten Fahrleistungen des Strassenverkehrs für die Variante Z1-Verlagerung zusammen. Durch die Einhaltung des Verlagerungsziels wird die Fahrleistung des schweren Güterverkehrs gegenüber dem Referenzzustand 2020 (Z1 REF) um rund 10% reduziert, die Fahrleistungen der übrigen Fahrzeugkategorien bleiben unverändert.

*Abb. 3.34 Fahrleistungen nach Fahrzeugkategorien in Mio. Fzkm/Jahr  
Variante Z1-VERLAGERUNG (2020)*

Fahrzeugkategorie	Fahrleistung	
	Z1 REF (2020)	Z1 Verlagerung
Personenwagen	58'353	58'353
Lieferwagen	4'033	4'033
Schwere Nutzfahrzeuge	2'592	2'340
Reise cars	115	115
ÖV Busse	274	274
Motorräder	2'635	2'635
<b>Total alle Fzkat</b>	<b>68'002</b>	<b>67'749</b>
<b>Anteil SNF an Total</b>	<b>3.8%</b>	<b>3.5%</b>
<b>Anteil LI an Total</b>	<b>5.9%</b>	<b>6.0%</b>
<b>Anteil GV (SNF+LI)</b>	<b>9.7%</b>	<b>9.4%</b>
<b>Index SNF (Z1 REF = 100)</b>	<b>100.0</b>	<b>90.3</b>

### Operationalisierung Schiene

Da auch die Verlagerungs-Variante nicht davon ausgeht, dass durch die Fahrzeugbeschränkung das Aufkommen im Nord-Süd-Verkehr abnehmen wird, sind Überlegungen anzustellen, wie die über das Fahrtenziel hinausgehende Gütermenge abgewickelt werden wird. Bezogen auf das Mengengerüst Strasse bedeutet dies:

- Im Import/Export gelangen mit dem Verlagerungsziel nur noch 102'000 Fahrten über die Alpen; es verbleiben im Vergleich zu Z1-REF 257'000 Fahrten, welche auf die Schiene verlagert werden müssen, da es keine Option für Ausweichfahrten geben wird.
- Im Transitverkehr wird nicht der vollständige Restbetrag auf die Schiene verlagert, da davon auszugehen ist, dass ein Teil des Nord-Süd-Aufkommens trotz Verlagerungsziel auf der Strasse verbleibt, aber nicht mehr den Weg durch die Schweiz nimmt resp. nehmen kann. Der Anteil dieser Fahrten an der

Restmenge von ca. 551'000 (abgewiesenen) Fahrten wird auf ein Drittel festgelegt. Dies in Anlehnung an die im heutigen alpenquerenden Verkehr registrierbaren Umwegfahrten<sup>9</sup>, d.h. Fahrten auf Relationen, welche theoretisch Prioritären Bestweg via Schweiz besässen, aber aus diversen praktischen Überlegungen<sup>10</sup> heute via Frankreich oder (insb.) via Österreich verkehren.

- Damit verbleiben dennoch im Transit ca. 364'000 Fahrten, welche tatsächlich verlagert, d.h. von der Strasse auf die Schiene gebracht werden.

Zur Ermittlung der für die Umweltwirkungen relevanten Zugszahlen werden die durch das Verlagerungsziel tatsächlich umgelagerten Transporte auf Züge verteilt. Die Operationalisierung basiert auf folgenden Annahmen:

- Der Import/Export wird im UKV abgewickelt, während beim Transit ein Grossteil der Fahrten auf eine (hochwertige) ROLA gelangt, die aber nicht alle zu verlagernden Fahrten aufnehmen kann; es verbleiben noch ca. 24'000 auf den UKV zu verlagernde Transit-Fahrten.
- Zur hochwertigen ROLA wird ein Angebot von 400'000 Stellplätzen angenommen, wovon 110'000 via Lötschberg/Simplon und 290'000 via NEAT-Flachbahn am Gotthard/Ceneri geführt werden.<sup>11</sup> Die Auslastung des Angebots wird der heutigen (mittleren und damit insgesamt sehr hohen) Auslastung der ROLA von 85% gleichgesetzt. Zur Ermittlung der Zugszahlen wird von 25 Wagen je Zug ausgegangen, bei einer Auslastung von 85% werden 21 Wagen genutzt. Bei 225 Betriebstagen sind am Gotthard 52 Züge je Tag und am Lötschberg 23 Züge je Tag notwendig.
- Für die auf den UKV zu verlagernde Fahrtenanzahl wird die damit verbundene Tonnage auf UKV-Sendungen umgerechnet, wobei 19.3 Tonnen je Sendung resp. 15 Tonnen je (zu verlagerndem) Fahrzeug<sup>12</sup> unterstellt werden. Mit der Annahme, dass 30 Sendungen auf einem UKV-Zug transportiert werden<sup>13</sup>, resultieren knapp 40 Züge je Tag, welche durch das Verlagerungsziel die „abgewiesenen“ Schwerverkehrsfahrten (im Verbund mit der hochwertigen ROLA) auf- resp. übernehmen müssen.

Diese Annahmen sind so dimensioniert, dass sie den „worst case“ widerspiegeln. Die Zugszahlen liegen somit eher am oberen Rand der Erwartungen und die daraus ableitbaren Umweltwirkungen sind allenfalls über-, jedoch sicher nicht unterschätzt.

In untenstehender Tabelle sind die für die Quantifizierung der Umweltwirkungen relevanten Fahrleistungen des Schienenverkehrs für die Variante Z1-Verlagerung

<sup>9</sup> Abgeleitet aus dem Datensatz der letzten Erhebung zum alpenquerenden Güterverkehr (AQQV 2009) und einem netzbasierten Routing für alle Wunschnlinien im Nord-Süd-Verkehr.

<sup>10</sup> Dazu gibt es disperse Gründe – die Transportwirtschaft verweist v.a. auf das Nachtfahrverbot, die Warte- und Abfertigungszeiten an den Grenzen, den (je nach Verkehrslage relevanten) Wartezeiten infolge der Dosierung am Gotthard, den Kraftstoffpreisunterschied zwischen Österreich und der Schweiz (auch im Zusammenhang mit Zollformalitäten zur Ein-/Ausfuhr von Reservekraftstoff), den verbrauchsgünstigeren Streckenverlauf (Höhenmeter, Verkehrsflüsse) etc.

<sup>11</sup> Dies in Anlehnung an entsprechende Überlegungen im Rahmen ZEB durch das BAV (Sensitivitätsbetrachtungen zu den Perspektiven des schweizerischen Güterverkehrs bis 2030).

<sup>12</sup> Ausgehend von einem heutigen mittleren netto-Tonnage von 14 Tonnen je Fahrzeug im IET-Verkehr durch die Alpen gemäss der Erhebung AQQV 2009 und der Überlegung einer weiteren Auslastungsoptimierung hin zu den an den französischen und österreichischen Übergängen bereits heute registrierten geringfügig höheren Auslastungen, jedoch unter Beachtung des zunehmenden Volumentrends bei der Beladung der Fahrzeuge im langlaufenden internationalen Verkehr.

<sup>13</sup> Dies unter Beachtung der maximal möglichen Zugslänge, welche heute auf den für den Nord-Süd-Verkehr die Zugslängen limitierenden Strecken auf der italienischen Seite fahrbar ist (575m); sowie unter Berücksichtigung eines Auslastungsgrades auch der UKV-Züge von 85%.

zusammengefasst. Unter oben beschriebenen Annahmen wird in der Variante „Einhaltung des Verlagerungsziels“ im internationalen Schienengüterverkehr eine gegenüber des Referenzzustands 2020 (Z1 REF) rund 20% höhere Fahrleistung erwartet.

*Abb. 3.35 Fahrleistungen nach Zugskategorien in Mio. Zugkm/Jahr  
Variante Z1 Verlagerung*

Zugskategorie	Fahrleistung	
	Z1 REF (2020)	Z1 Verlagerung
Personen-Fernverkehr	75.7	75.7
Personen-Regionalverkehr	133.6	133.6
Güterverkehr-international	23.3	28.0
Güterverkehr-national (inkl. Dienstzüge)	17.0	17.0
<b>Total Personenverkehr</b>	<b>209.4</b>	<b>209.4</b>
<b>Total Güterverkehr</b>	<b>40.3</b>	<b>45.1</b>
<b>Total Personen-/Güterverkehr</b>	<b>249.7</b>	<b>254.4</b>
<b>Anteil Güterverkehr</b>	<b>16.1%</b>	<b>17.7%</b>
<b>Index Güterverkehr (Z1 REF = 100)</b>	<b>100.0</b>	<b>111.6</b>



### 3.1.2 Wirkungsanalyse

#### Luftschadstoffe

In untenstehenden Figuren sind die Luftschadstoff-Emissionen des Strassen- und Schienengüterverkehrs in der Variante „Einhaltung Verlagerungsziel“ (Z1 Verlagerung) mit denjenigen der Referenzentwicklung 2020 (Z1 REF) verglichen (die Daten dazu sind in den Anhängen II und III einsehbar).

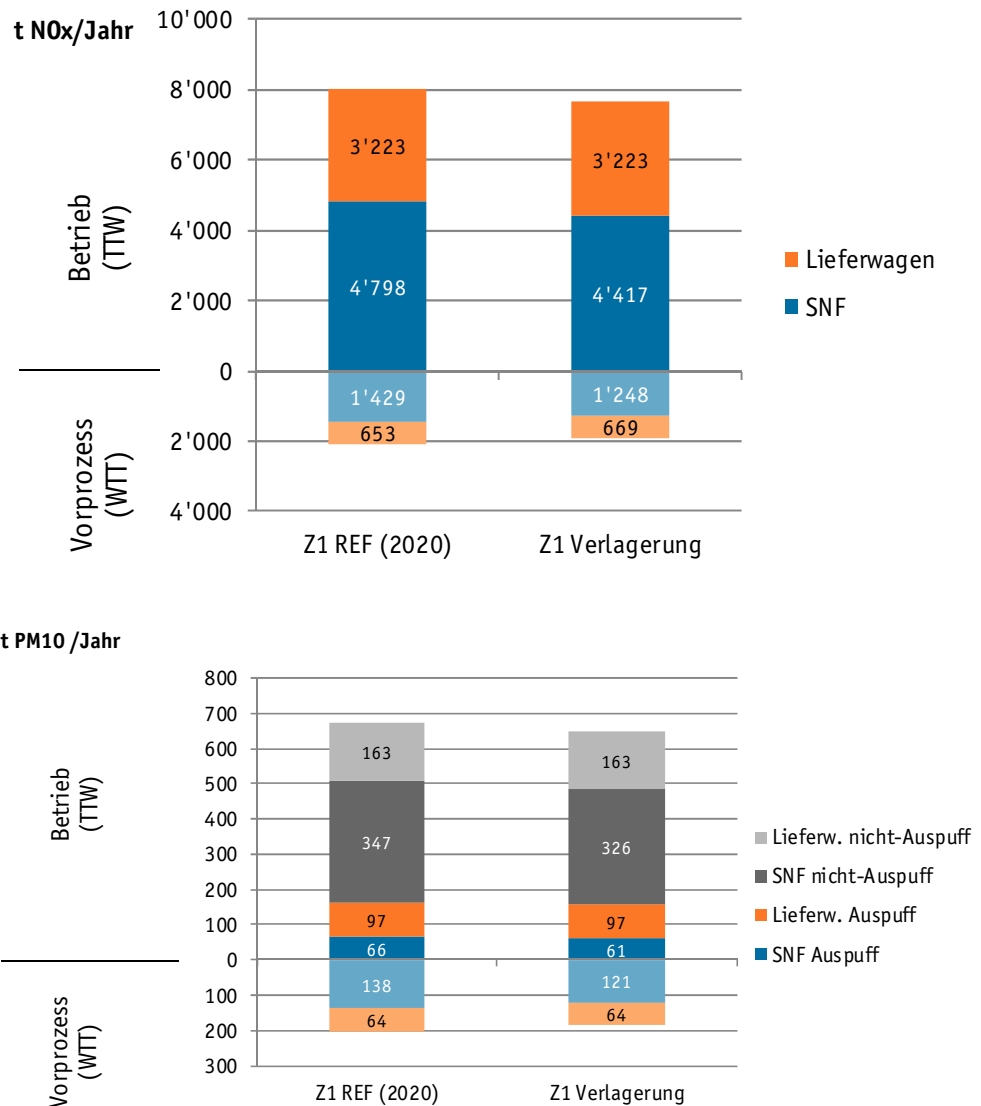


Abb. 3.36 NO<sub>x</sub>- und PM<sub>10</sub>-Emissionen Güterverkehr Strasse – Verlagerungsziel und Referenz 2020 (Z1 REF) – Betriebs- und Vorprozess-Emissionen

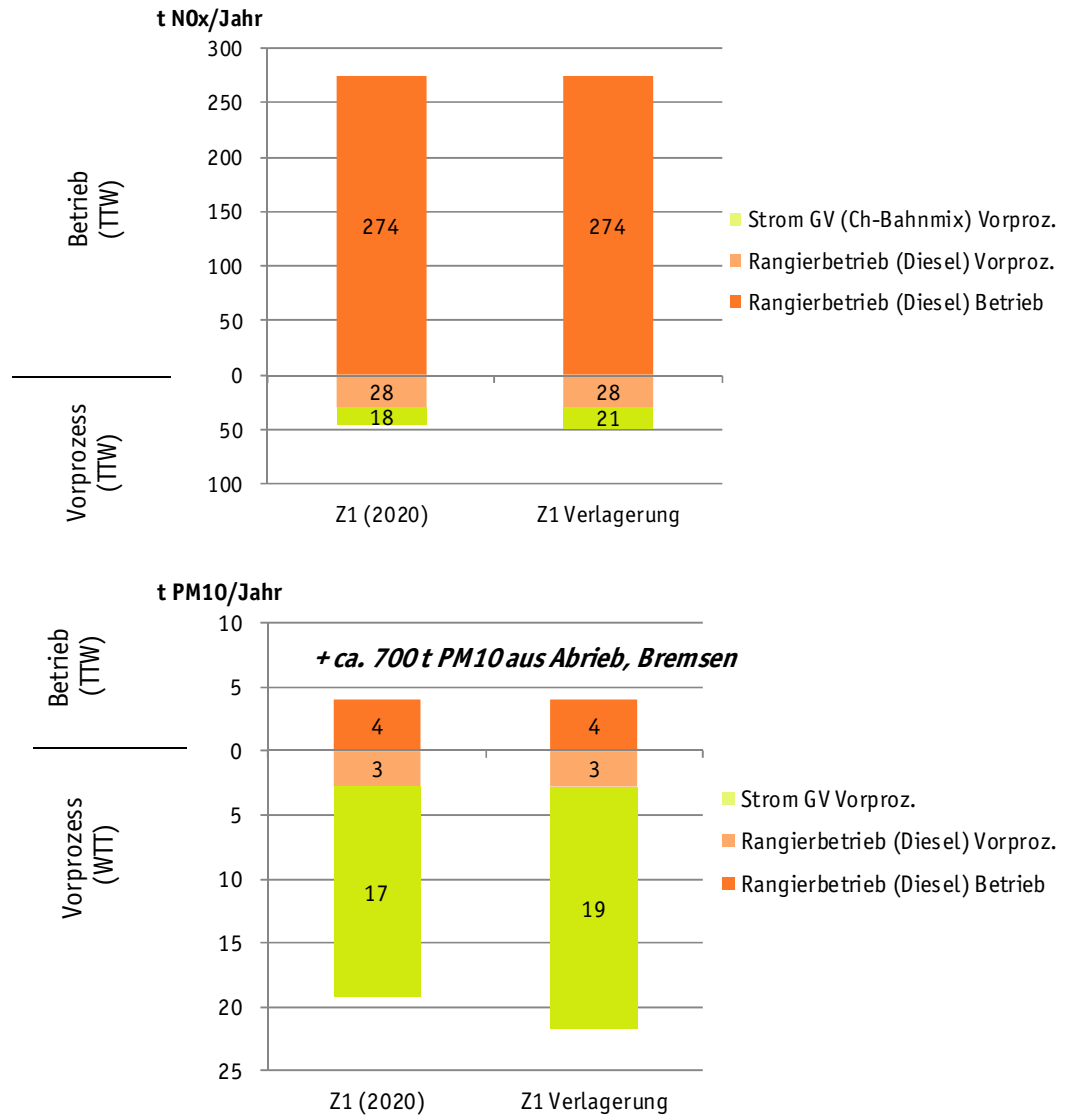


Abb. 3.37 NO<sub>x</sub>- und PM10-Emissionen Güterverkehr Schiene – Verlagerungsziel und Referenz 2020 (Z1 REF) – Betriebs- und Vorprozess-Emissionen (Bahnstrom-Mix Schweiz)

Verglichen mit den gesamtschweizerischen WTW-Emissionsfrachten des schweren Güterverkehrs sind die Veränderungen, die durch die Einhaltung des Verlagerungsziels entstehen, relativ gering: Strassenseitig entstehen rund 9% weniger NO<sub>x</sub>- und 8% weniger PM10-Emissionen (Total Auspuff, nicht-Auspuff und Vorprozesse). Der auf die Schiene verlagerte Mehrverkehr führt zu einem rund 15% höheren Energiebedarf und in der Folge zu entsprechend höheren NO<sub>x</sub>- und PM10-Emissionen für die Stromproduktion (CH-Bahnmix).

Betrachtet man jedoch die Luftschadstoff-Emissionen der Strasse auf den alpenquerenden Achsen (siehe untenstehende Figur), so werden die Effekte deutlicher: Auf der Gotthardachse zwischen Basel und Chiasso nehmen beispielsweise in den Varianten die NO<sub>x</sub>-Emissionen um knapp 40% (NO<sub>x</sub>) respektive um knapp 30% (PM10) ab. Sichtbar werden diese Veränderungen auch auf den Karten (siehe weiter unten in diesem Kapitel).

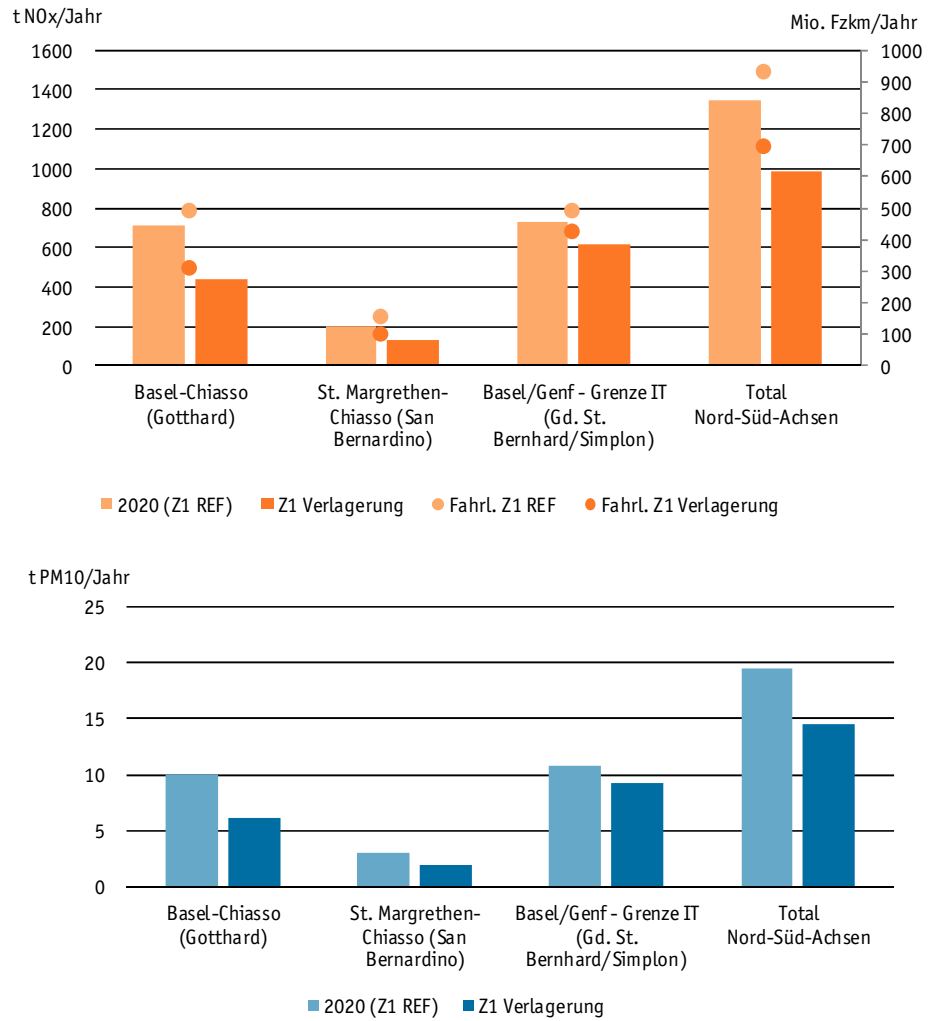
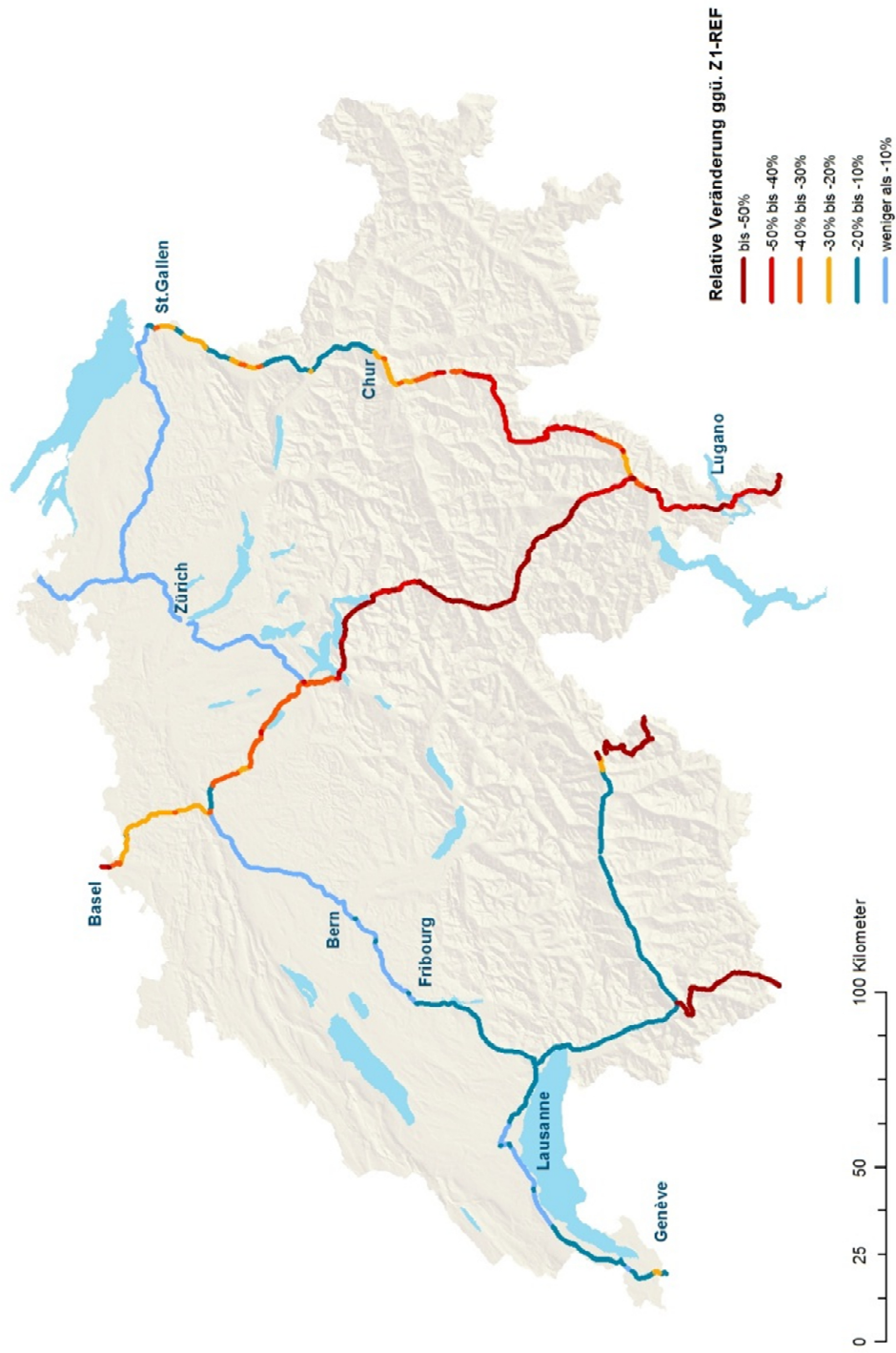
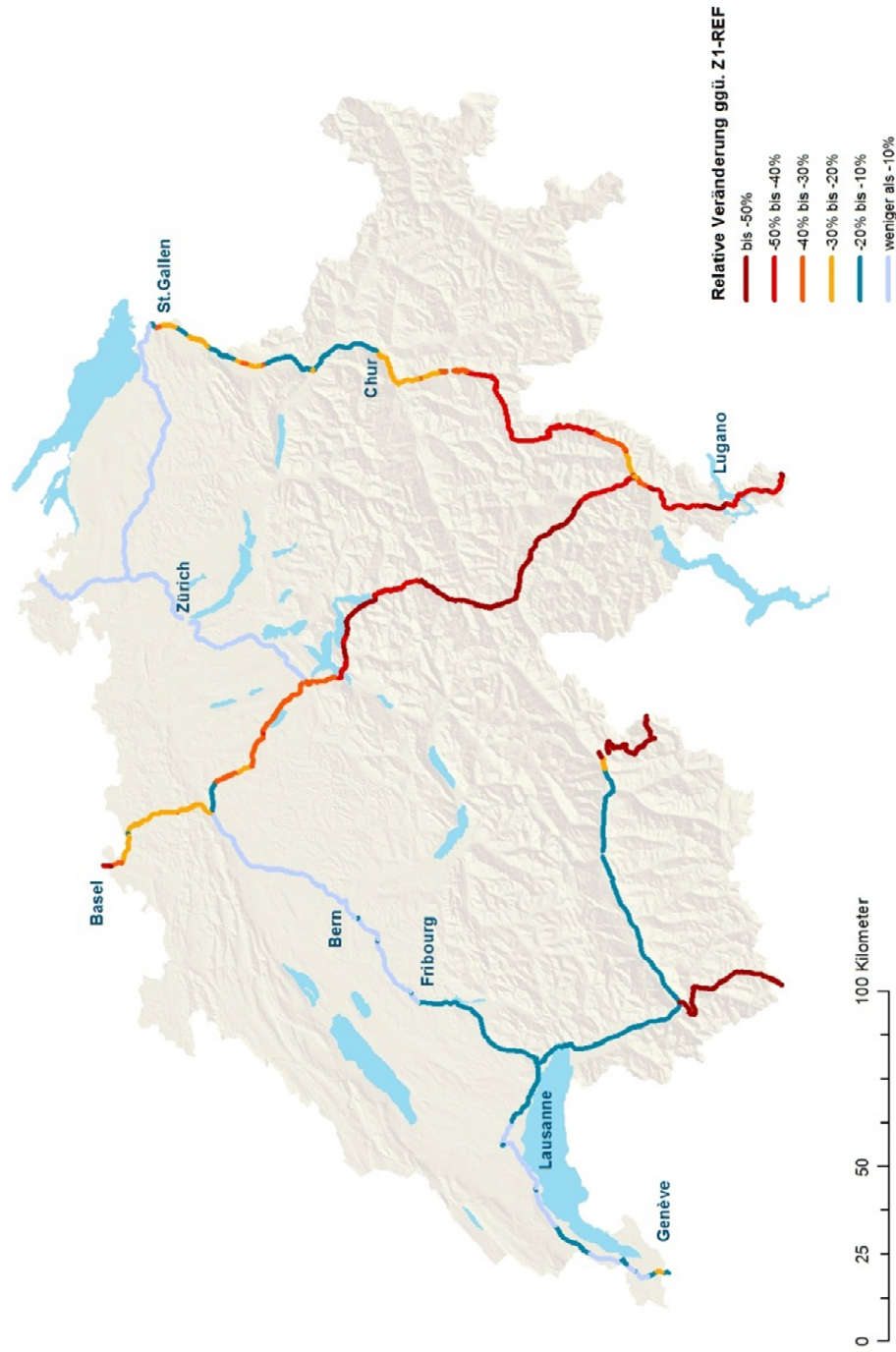


Abb. 3.38 NO<sub>x</sub>- und PM<sub>10</sub>-Emissionen (Auspuff) schwerer Nutzfahrzeuge im Betrieb (TTW) – nach Achsen – Verlagerungsziel und Referenz 2020 (Z1 REF)

Vergleich NOx-Emissionen Schwere Nutzfahrzeuge Z1-VERLAGERUNG zu Z1-REF



Vergleich PM-Emissionen Schwere Nutzfahrzeuge Z1-VERLAGERUNG zu Z1-REF



### Treibstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoss

Wird das Verlagerungsziel eingehalten, so verringert sich strassenseitig die Fahrleistung der schweren Nutzfahrzeuge um rund 10%. Dementsprechend sinken der Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Betrieb ebenfalls um knapp 10% auf ca. 23.0 PJ/Jahr (siehe untenstehende Figur). Schienenseitig nimmt die Fahrleistung der Güterzüge um knapp 12% zu, was zum entsprechend höherem Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoss führt (siehe untenstehende Figur).

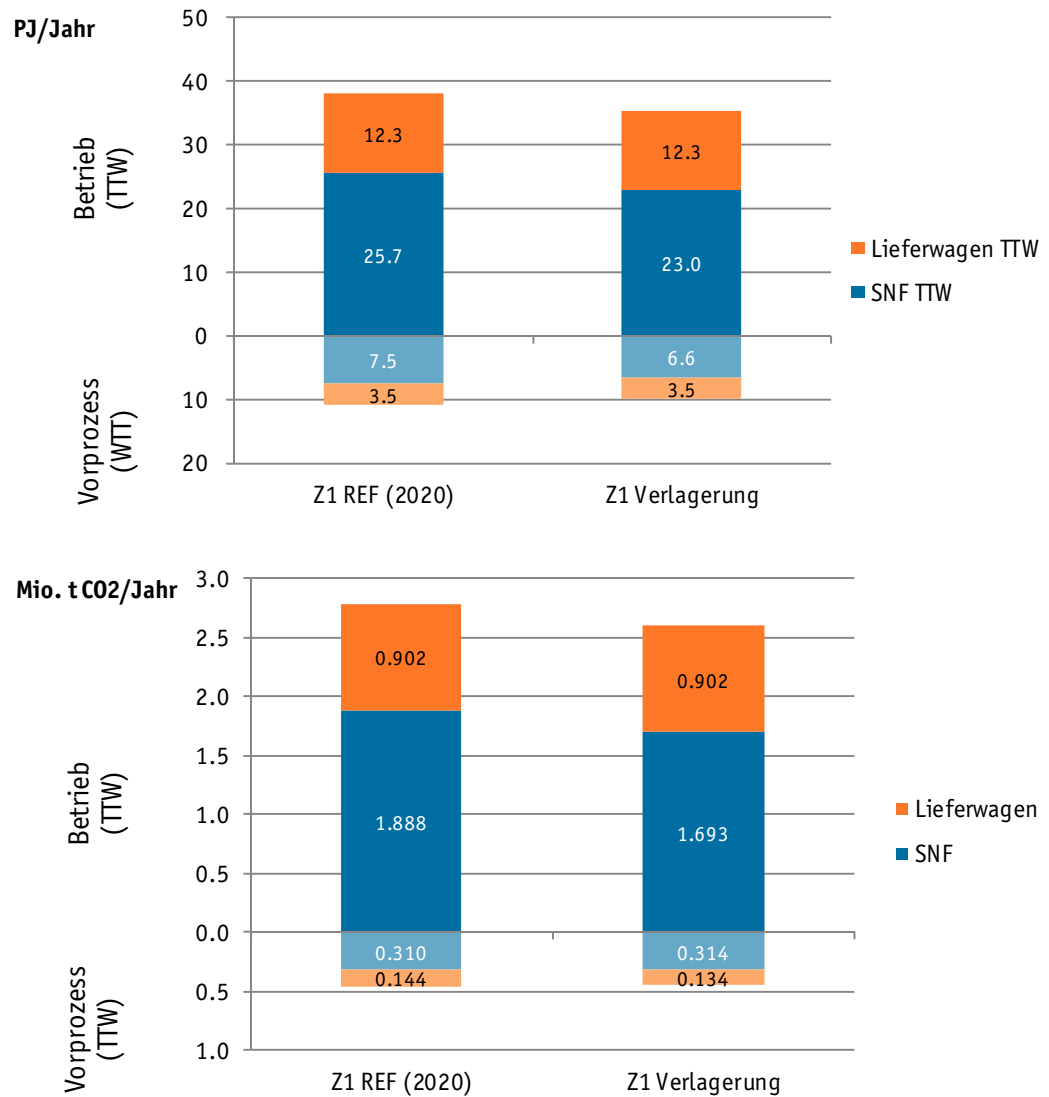
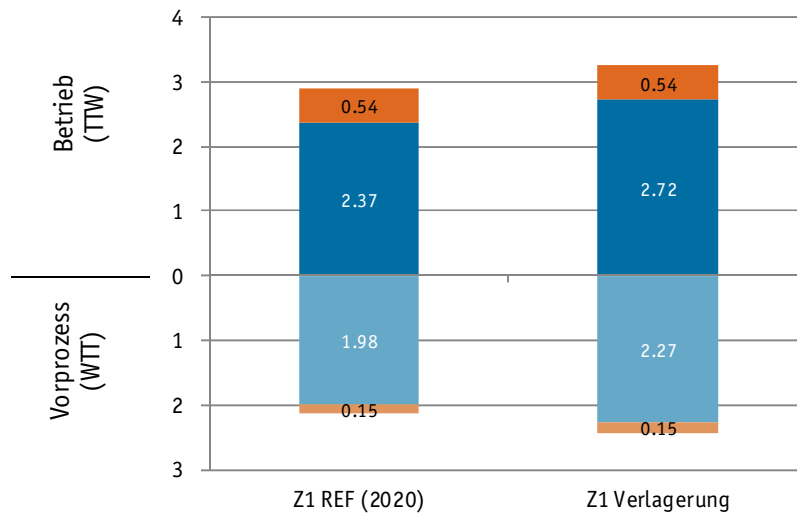


Abb. 3.39 Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen Güterverkehr Strasse – Verlagerungsziel und Referenz 2020 (Z1 REF); Betrieb und Vorprozesse.

PJ/Jahr



t CO2/Jahr

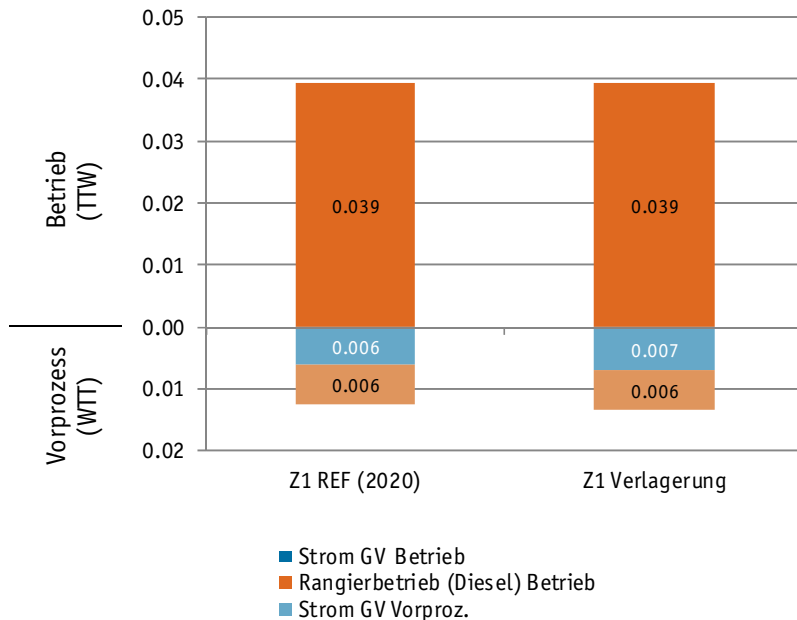


Abb. 3.40 Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen Güterverkehr Schiene – Verlagerungsziel und Referenz 2020 (Z1 REF); Betrieb und Vorprozesse (Bahnstrom-Mix Schweiz).

Betrachtet man lediglich die alpenquerenden Achsen (siehe untenstehende Figur), so sinkt unter Einhaltung des Verlagerungsziels der CO<sub>2</sub>-Ausstoss um rund 28%. Die höchsten relativen Reduktionen finden auf der Gotthard- (-40%) und auf der San Bernardino- (-38%) statt.

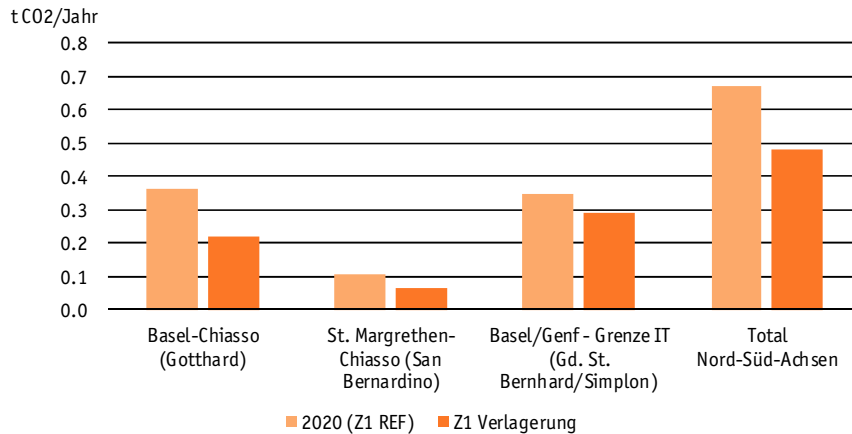


Abb. 3.41  $CO_2$ -Emissionen Schwere Nutzfahrzeuge im Betrieb (TTW) – nach Achsen – Variante Z1 Verlagerung und Z1 REF (2020)

### Lärm

Die Reduktion der Lastwagenfahrten auf den alpenquerenden Achsen bei Einhaltung des Verlagerungsziels führt dazu, dass gegenüber Z1 REF (2020) tags und nachts je rund 3000 Personen weniger von schädlichen Strassenlärmimmissionen betroffen sind. Untenstehende Abbildung zeigt, dass sich – erwartungsgemäss – die Lärmentlastungen primär entlang des Korridors Basel-Chiasso ergeben, vor allem in der Umgebung der Agglomerationen von Basel, Lugano, Bellinzona und Lugano, aber auch im unteren Reusstal (Kanton Uri). Verglichen mit der Gesamtzahl der betroffenen Personen (rund 1 Mio. Personen in der Schweiz, rund 180'000 Personen entlang des Korridors A2 Basel-Chiasso) erscheint diese Reduktion relativ bescheiden. Die durch die Verlagerung eines substantiellen Anteils des Lastwagenverkehrs erzeugten Reduktionen der Lärmemissionen (je nach Streckenabschnitt 0.5 bis 1.5 dB geringere Lärmemissionen) sind lokal zu begrenzt, als dass sie immissionsseitig zu einer flächendeckenden, substantiellen Entlastung der lärm-betroffenen Bevölkerung führen würde.

Im Gegenzug führen die zusätzlich auf der Schiene verkehrenden Güterzüge zu Mehrbelastungen in den besiedelten Räumen entlang der Schienentransitkorridore (siehe untenstehende Abbildung). Insgesamt werden zusätzlich zu Z1 REF (2020) bei Einhaltung des Verlagerungsziels nachts rund 7000 Personen (tagsüber knapp 3000 Personen) mehr durch schädlichen Schienenlärm belastet.

Ob diese betroffenen Personen primär Verschiebungen der Lärmquellen (von Strasse zu Schienenlärm) ausgesetzt sind, oder ob sie unter der Verlagerungsvariante neu von schädlichem Lärm betroffen sind, lässt sich mit diesen Grundlagen nicht auswerten. Die Analyse zeigt aber, dass die strassenseitigen Lärmentlastungen, die durch die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene entstehen, durch zusätzliche Lärmbelastungen seitens der Schiene (v.a. nachts) teilweise wieder wettgemacht werden.



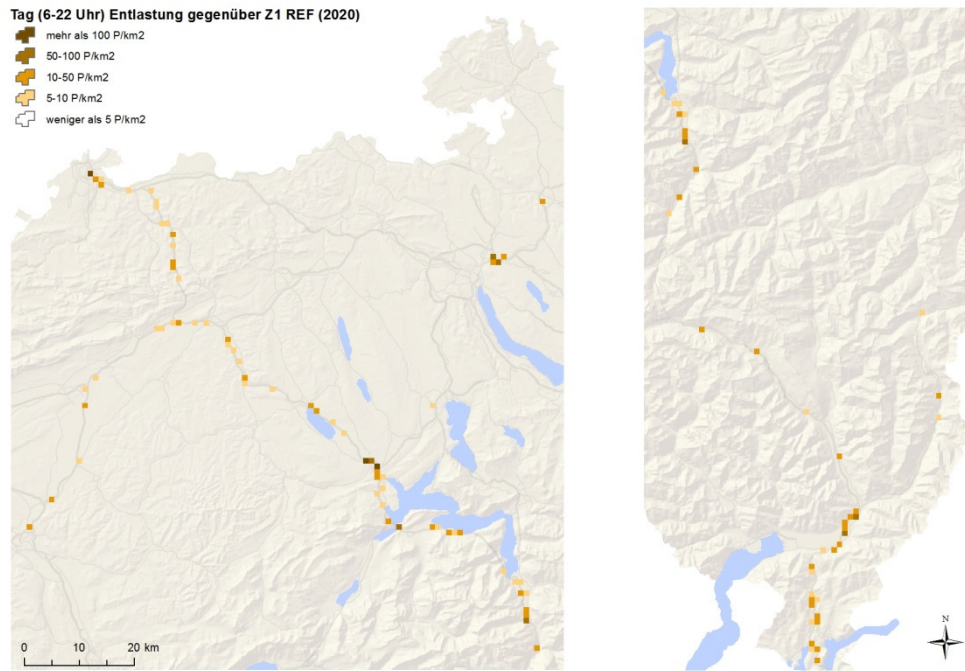


Abb. 3.42 Lärmimmissionen Z1 Verlagerung – Strasse – Personen über IGW: Differenz zu Z1 REF (2020) – Tags (6-22 Uhr)

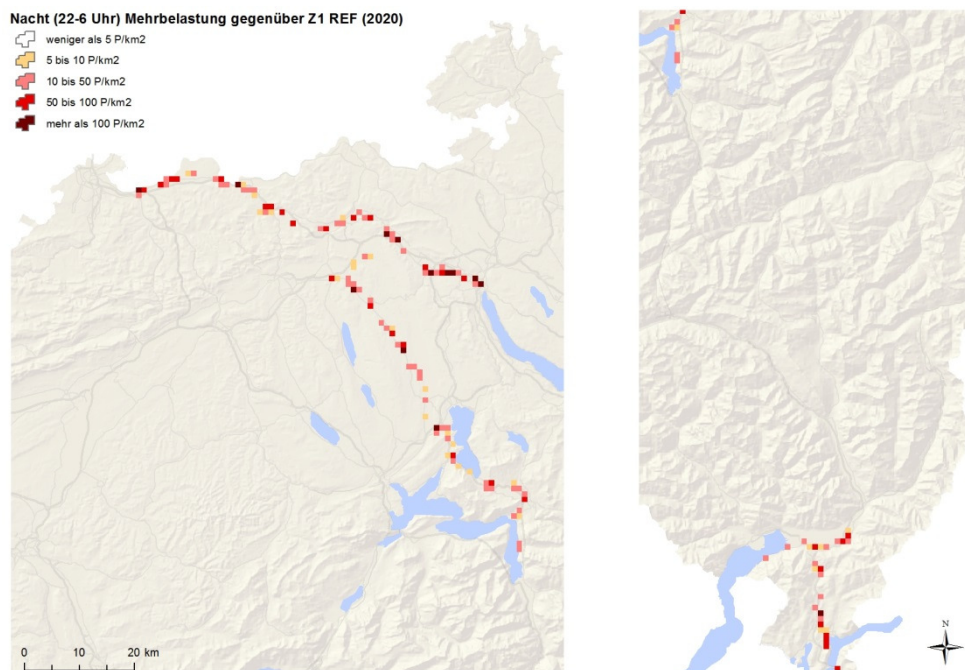


Abb. 3.43 Lärmimmissionen Z1 Verlagerung – Schiene – Personen über IGW: Differenz zu Z1 REF (2020) – Nachts (22-6 Uhr)

### 3.2 Gigaliner

Die zulässigen Höchstmasse im Strassengüterverkehr werden erhöht auf 25.25m Gesamtlänge. Dies reduziert die Fahrzeuganzahl, da je Fahrzeug mehr Ladefläche zur Verfügung steht. Die theoretisch im Zusammenhang mit Gigalinern denkbare Nutzlast- resp. Gesamtgewichtserhöhung (auf bis zu 60t Gesamtgewicht) spielt hierbei keine Rolle, da die Fahrzeugauslastung im heutigen internationalen Langstreckenverkehr in erster Linie volumengesteuert ist und sich nicht aus der

Mengenbegrenzung ergibt. Die Variante geht davon aus, dass diese überlangen Fahrzeuge nur auf entsprechend geeigneten und ausgewiesenen Strecken zugelassen sind; dies betrifft v.a. das Nationalstrassennetz und maximal noch einige wenige Erschliessungsstrecken in unmittelbarer Nähe zu den Nationalstrassen hin zu entsprechenden Logistikknoten respektive Umschlagspunkten.

### 3.2.1 Operationalisierung

#### Operationalisierung Strasse

Das Mengengerüst (Belastungen pro Streckenabschnitt, Fahrleistungen) der Variante „Z1-Gigaliner“ baut auf Z1-REF (2020) auf. Folgende Annahmen liegen dem Verkehrsmengengerüst der Variante „Z1-Gigaliner“ zu Grunde:

- Segmentspezifische Substitution von herkömmlichen SNF durch Gigaliner.
- Wenn substituiert wird, dann über die Fahrzeuglänge: der Frachtraum von zwei Gigalinern ersetzt den Frachtraum von drei herkömmlichen Fahrzeugen (in Anlehnung an BAV 2010b).
- Im Binnenverkehr findet keine Substitution der Lastwagenfahrten durch Gigaliner statt (Punkt-zu-Punkt-Verkehre, also von der Quelle bis zum Ziel sind i.d.R. nicht Gigaliner-kompatibel; daher steht zu erwarten, dass ein entsprechender regulativer Rahmen im Falle der Zulassung von Gigalinern den Binnenverkehr ausnehmen wird).
- Im Transitverkehr wird unterstellt, dass 80% der Fahrten, die heute mit herkömmlichen Fahrzeugen zurückgelegt werden, neu mit Gigalinern absolviert werden (eigene Annahme unter der Erwartung, dass gerade die langlaufenden internationalen Verbindungen vom Gigaliner profitieren können).
- Für den Import/Exportverkehr wird unterstellt: 30% der Fahrten, die heute mit herkömmlichen Fahrzeugen zurückgelegt werden, werden neu mit Gigalinern absolviert (eigene Annahme, dass dies nahezu ausschliesslich solche Fahrten sind, welche nicht direkt ihr Ziel ansteuern, sondern über Umschlagspunkte (bei den grossen Logistikern) konsolidiert werden).
- Rückverlagerung von der Schiene: Aufgrund der Attraktivitätssteigerung auf der Strasse und damit einhergehender Produktivitätseffekte, werden 10% der UKV-Tonnage von der Schiene auf die Strasse rückverlagert. Dies entspricht einer zurückhaltenden Annahme des Rückverlagerungsrisikos (einzelne Untersuchungen gehen von einem Risiko von bis zu 30% aus). Unter Berücksichtigung der gleichen Annahmen wie zur Operationalisierung der Zugszahlen in der Verlagerungs-Variante bedeutet dies zur Quantifizierung der Umweltwirkungen, dass werktäglich rund 290 Gigaliner allein im Transit zusätzlich unterwegs sein werden, womit sich eine Mehrbelastung infolge Gigaliner von 30 Mio. SNF-Fzkm mehr auf der Strasse ergeben (durch Gigaliner).
- Durch die Fahrzeugs substitution bleibt trotz dieser Mehrbelastung infolge Rückverlagerungen in der Gesamtbilanz gegenüber dem Referenzzustand Z1 eine um 200 Mio. Fzkm reduzierte Fahrleistung (entspricht ca. -7.5%).
- Flottenzusammensetzung Gigaliner: Es werden zwei Sub-Varianten unterschieden (s. untenstehende Figur):
  - Z1-GIGALINER EURO VI: Sämtliche Gigaliner werden der Emissionsstufe EURO VI zugewiesen.
  - Z1-GIGALINER Sensitivität: In einer zweiten Sub-Variante wird eine Flottenverteilung unterstellt, die bezüglich Emissionsstufen der prognostizierten Verteilung der Fahrzeuge im Jahre 2020 entspricht. D.h. nebst rund 60% EURO VI-Fahrzeugen sind darin auch Anteile von Euro III bis EURO VI-Fahrzeugen enthalten.

Da auf europäischer Ebene heute kaum solche Fahrzeuge eingesetzt werden (Ausnahme: skandinavischer Binnenverkehr und Fahrten zu Versuchszwecken), dürfte die erste Sub-Variante als realistischer einzustufen sein, indem angenom-

men wird, dass sämtliche Neuanschaffungen – also gerade die der Gigaliner – mit EURO VI ausgerüstet sein werden.

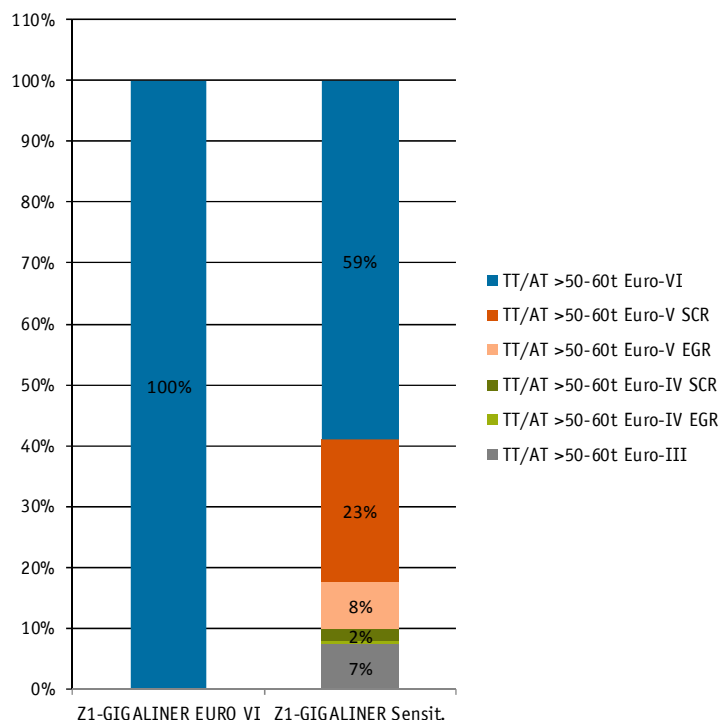


Abb. 3.44 Flottenzusammensetzung SNF – Variante Z1 Gigaliner

Folgende Tabelle fasst die strassenrelevanten Fahrleistungen für die Variante Z1-Gigaliner zusammen:

Abb. 3.45 Fahrleistungen Strasse nach Fahrzeugkategorien in Mio. Fzkm/Jahr  
Variante Z1-Gigaliner (2020)

Fahrzeugkategorie	Fahrleistung	
	Z1 REF (2020)	Z1 Gigaliner
Personenwagen	58'353	58'353
Lieferwagen	4'033	4'033
Schwere Nutzfahrzeuge	2'592	2'519
Reisecars	115	115
ÖV Busse	274	274
Motorräder	2'635	2'635
<b>Total alle Fzkat</b>	<b>68'002</b>	<b>67'929</b>
<b>Anteil SNF an Total</b>	<b>3.8%</b>	<b>3.7%</b>
<b>Anteil LI an Total</b>	<b>5.9%</b>	<b>5.9%</b>
<b>Anteil GV (SNF+LI)</b>	<b>9.7%</b>	<b>9.6%</b>
<b>Index SNF (Z1 REF = 100)</b>	<b>100.0</b>	<b>97.2</b>

### Operationalisierung Schiene

Die Schiene ist „nur“ von den allfälligen Rückverlagerungseffekten infolge Anpassungen des Kostendifferenzials zwischen dem Transport einer UKV-Sendung und einer vergleichbaren Gigaliner-Sendung betroffen; die Rückverlagerung wird im Rahmen dieser Arbeit auf ca. 10% der betroffenen UKV-Tonnage unterstellt. Dies bedeutet für das Mengengerüst Schiene: bei 100 UKV-Zügen je Tag am Gotthard reduziert sich die Belastung auf 90 Züge je Tag.

Folgende Tabelle fasst die für die Quantifizierung der Umweltwirkungen relevanten Fahrleistungen des Schienenverkehrs für die Variante Z1-Gigaliner zusammen:

*Abb. 3.46 Fahrleistungen Schiene nach Zugskategorien in Mio. Zugkm/Jahr  
Variante Z1 Gigaliner*

Zugskategorie	Fahrleistung	
	Z1 REF (2020)	Z1 Gigaliner
Personen-Fernverkehr	75.7	75.7
Personen-Regionalverkehr	133.6	133.6
Güterverkehr-international	23.3	22.8
Güterverkehr-national (inkl. Dienstzüge)	17.0	17.0
<b>Total Personenverkehr</b>	<b>209.4</b>	<b>209.4</b>
<b>Total Güterverkehr</b>	<b>40.3</b>	<b>39.8</b>
<b>Total Personen-/Güterverkehr</b>	<b>249.7</b>	<b>249.2</b>
<b>Anteil Güterverkehr</b>	<b>16.1%</b>	<b>16%</b>
<b>Index Güterverkehr (Z1 REF = 100)</b>	<b>100.0</b>	<b>98.7</b>

### 3.2.2 Wirkungsanalyse

#### Luftschadstoffe

In untenstehenden Figuren sind die Luftschadstoff-Emissionen des Strassen- und Schienengüterverkehrs in der Variante „Gigaliner“ mit denjenigen der Referenzentwicklung 2020 (Z1 REF) verglichen (die Daten dazu sind in den Anhängen II und III einsehbar).

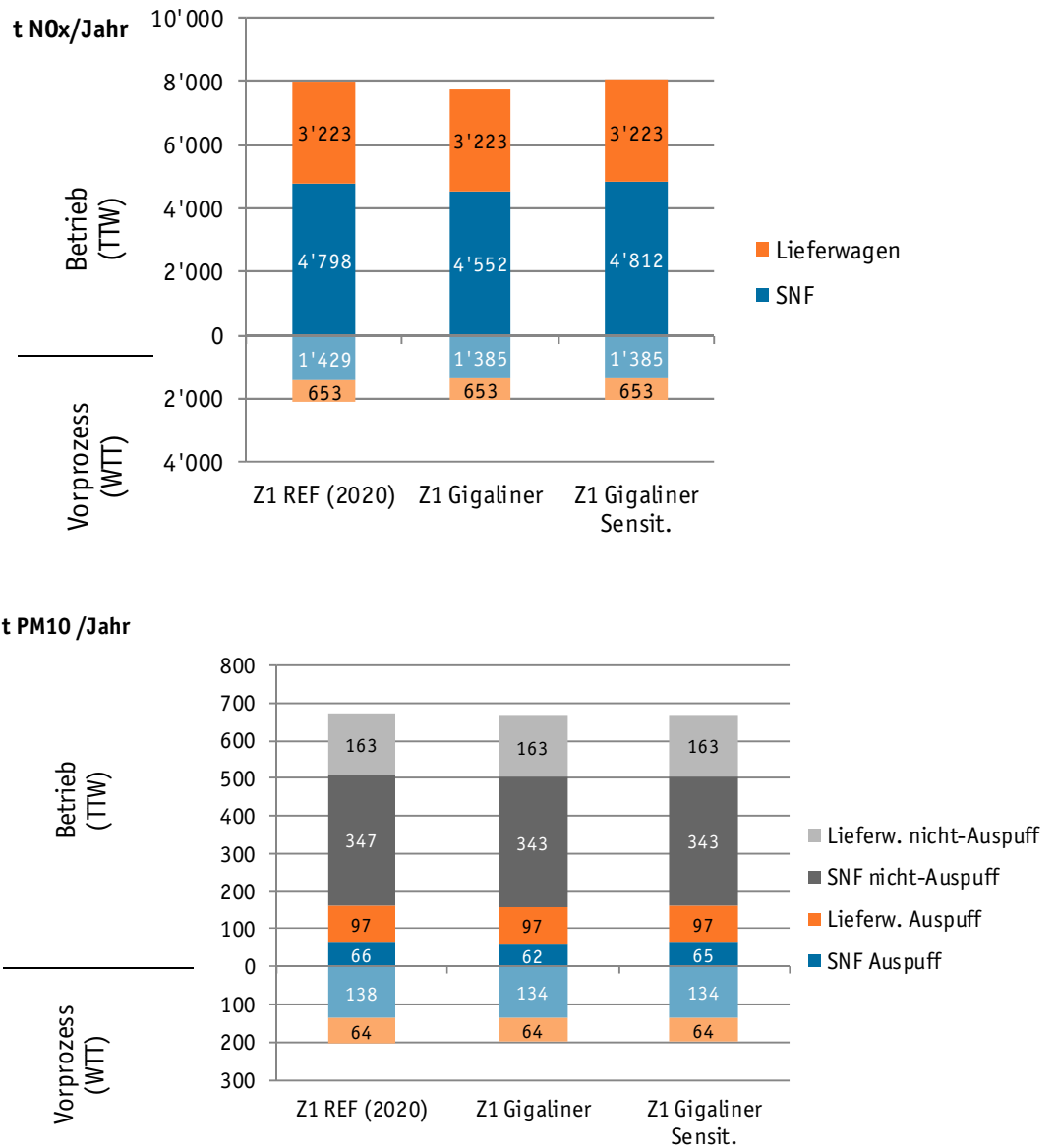


Abb. 3.47 Nox- und PM<sub>10</sub>-Emissionen Güterverkehr Strasse – Z1 Gigaliner und Referenz 2020 (Z1 REF) – Betriebs- und Vorprozess-Emissionen

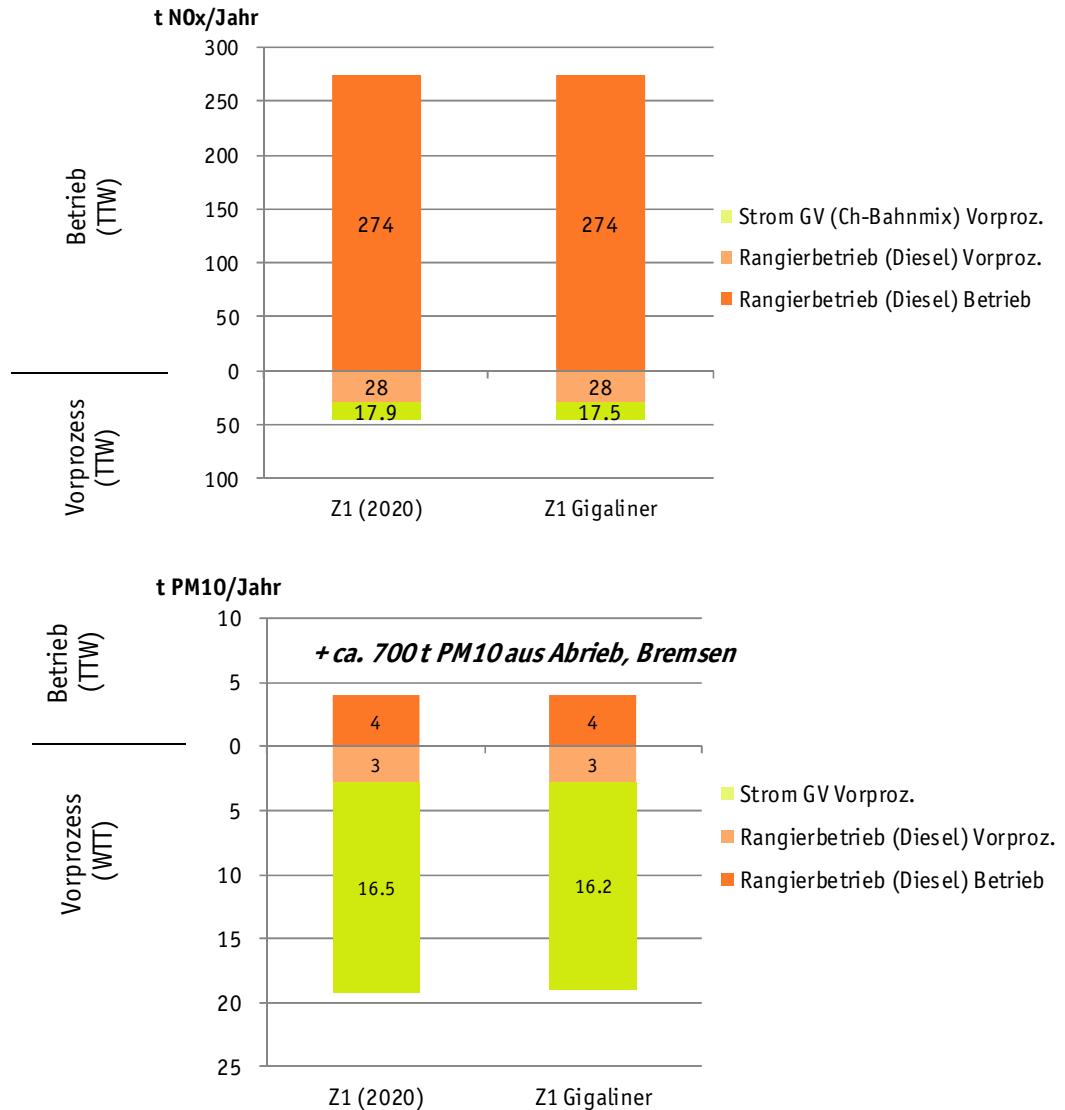


Abb. 3.48 Nox- und PM10-Emissionen Güterverkehr Schiene – Z1 Gigaliner und Referenz 2020 (Z1 REF) – Betriebs- und Vorprozess-Emissionen (Bahnstrom-Mix Schweiz)

Auf der Strasse führt die Einführung von Gigaliner zu einer Emissionsreduktion von rund 5% beim NO<sub>x</sub> respektive 2% bei den PM10-Emissionen (Total Auspuff, nicht-Auspuff und Vorprozesse). Dieser Rückgang der Emissionsfrachten beinhaltet die Rückverlagerung von der Schiene auf die Strasse (Attraktivitätssteigerung durch Gigaliner). In der vorliegenden Rechnung wurde von einer Rückverlagerungsquote von 10% der UKV-Tonnage ausgegangen. Bei höheren Rückverlagerungsquoten würde sich die Umweltwirkung entsprechend verkleinern. Zudem lassen sich die Reduktionen nur realisieren, wenn Fahrzeuge der neuesten Generation (Euro VI) eingesetzt werden. In der Sensitivitätsrechnung mit älteren Fahrzeugen sind die Verminderungen des Schadstoffausstosses noch geringer (-0.5% NO<sub>x</sub> bzw. -1.5% PM10)<sup>14</sup>.

Der von der Schiene auf die Strasse rückverlagerte Güterverkehr führt schienenseitig zu einem leicht niedrigerem Energiebedarf, was schliesslich zu einer Reduktion der NO<sub>x</sub> – und der PM10-Emissionen von rund 2% (Stromproduktion)

<sup>14</sup> die folgenden Betrachtungen beziehen sich auf die Basisrechnung der Variante „Gigaliner“ (EURO VI-Fahrzeuge)

führt.

Diese Veränderungen sind – gesamtschweizerisch gesehen – gering. Werden ausschliesslich die Nord-Süd-Achsen betrachtet (siehe untenstehende Figur) so sind die Reduktionen auf der Strasse deutlicher: Sowohl für die  $\text{NO}_x$  als auch bei den  $\text{PM}_{10}$  (Auspuff) beträgt die Reduktion auf den Nord-Süd-Achsen knapp 20%. Sichtbar werden diese Veränderungen auch auf den Karten (siehe Karten weiter unten in diesem Kapitel).

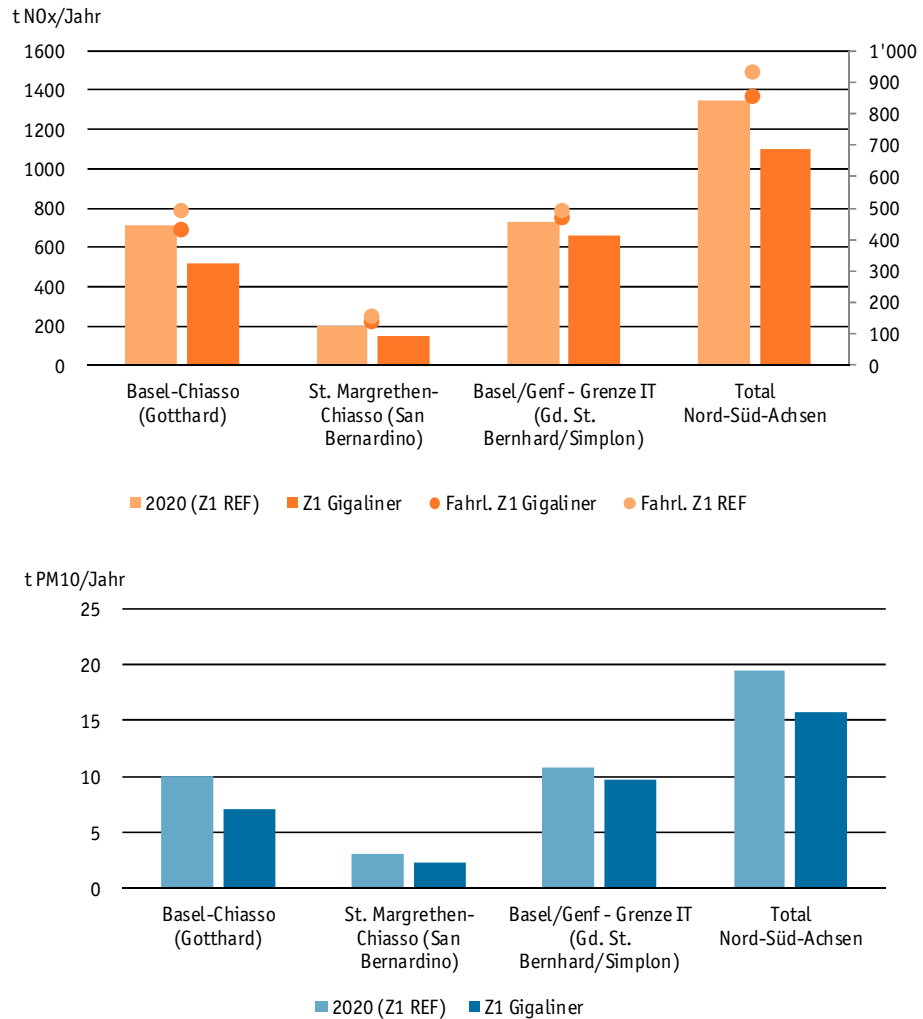
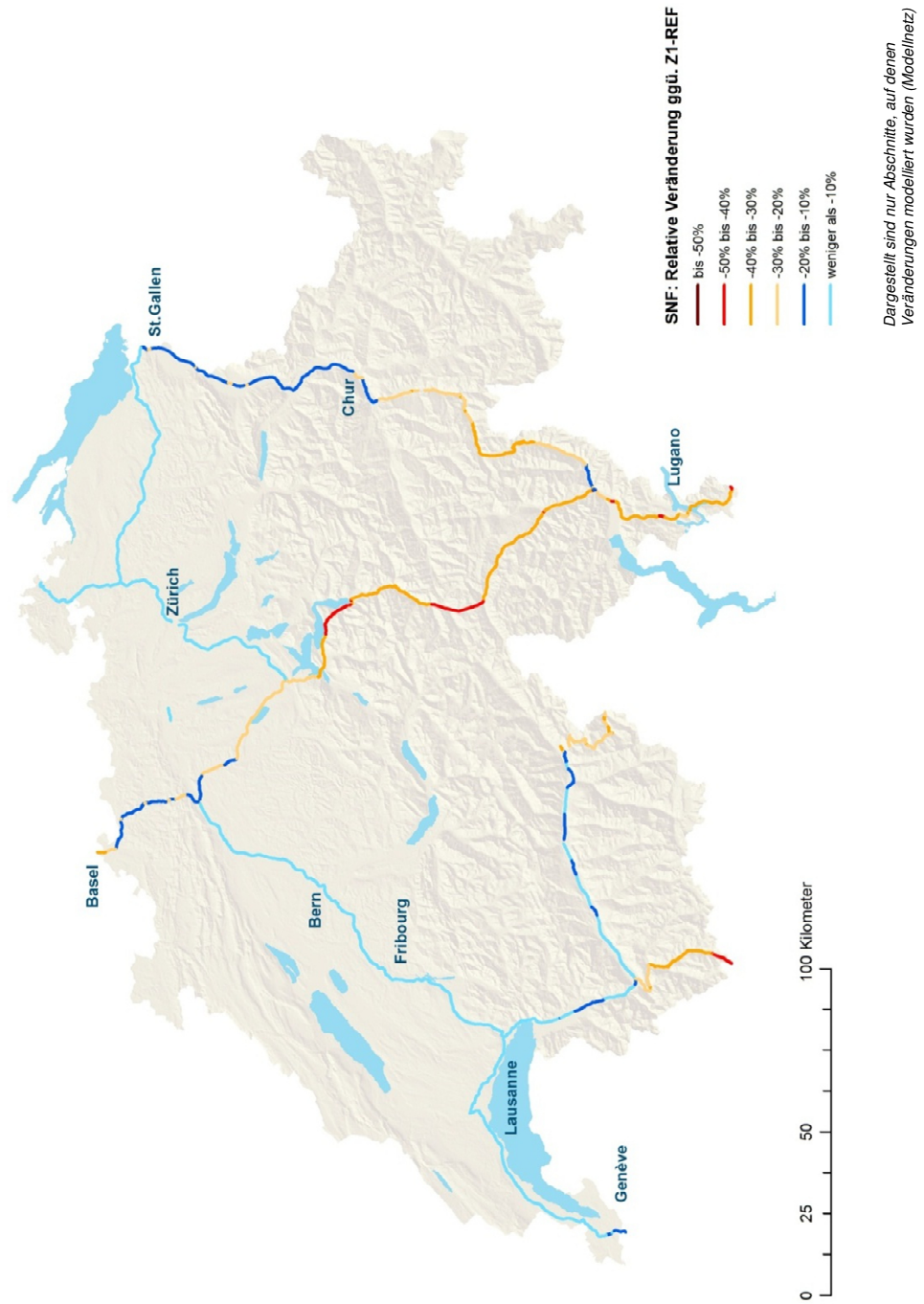


Abb. 3.49  $\text{NO}_x$ - und  $\text{PM}_{10}$ -Emissionen (Auspuff) schwerer Nutzfahrzeuge im Betrieb (TTW) – nach Achsen – Z1 Gigaliner und Referenz 2020 (Z1 REF)

Vergleich NOx-Emissionen Schwere Nutzfahrzeuge Z1-GIGALINER zu Z1-REF





Vergleich PM-Emissionen (Auspuff) Schwere Nutzfahrzeuge Z1-GIGALINER zu Z1-REF



*Dargestellt sind nur Abschnitte, auf denen  
Veränderungen modelliert wurden (Modellnetz)*

### Treibstoffverbrauch und CO<sub>2</sub> –Ausstoss

Der Einsatz von Gigalinern auf Schweizer Strassen führt netto – Fahrtenreduktion und Rückverlagerung von der Schiene – zu lediglich unwesentlichen Veränderungen des Energieverbrauchs respektive der CO<sub>2</sub> –Emissionen (ca. +1% im Betrieb). Bei der Schiene führt die unterstellte 10%- Rückverlagerung der Tonnage zur Strasse ebenfalls zu einem leichten Rückgang des Energieverbrauchs um ca. 1% (siehe untenstehende Figuren).

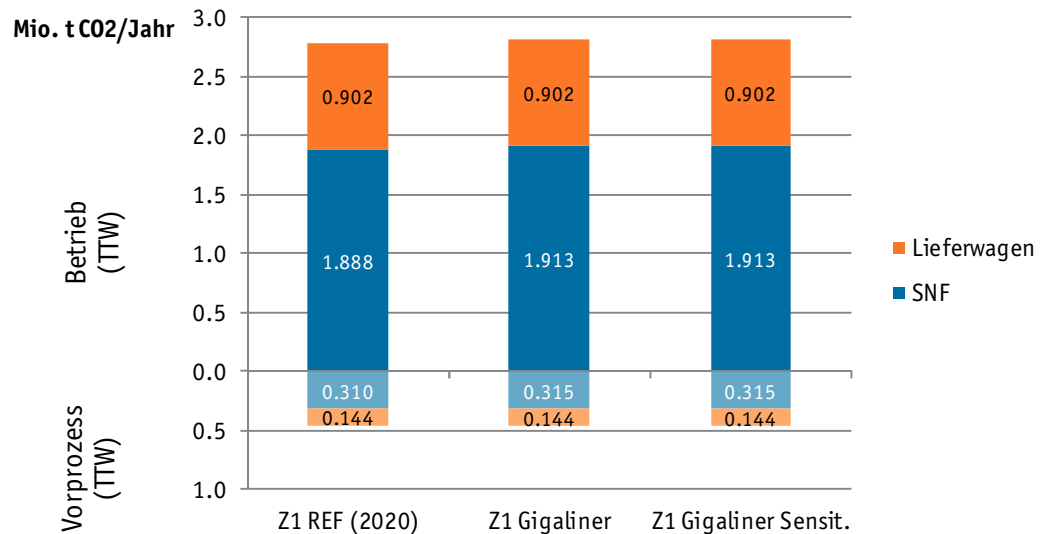
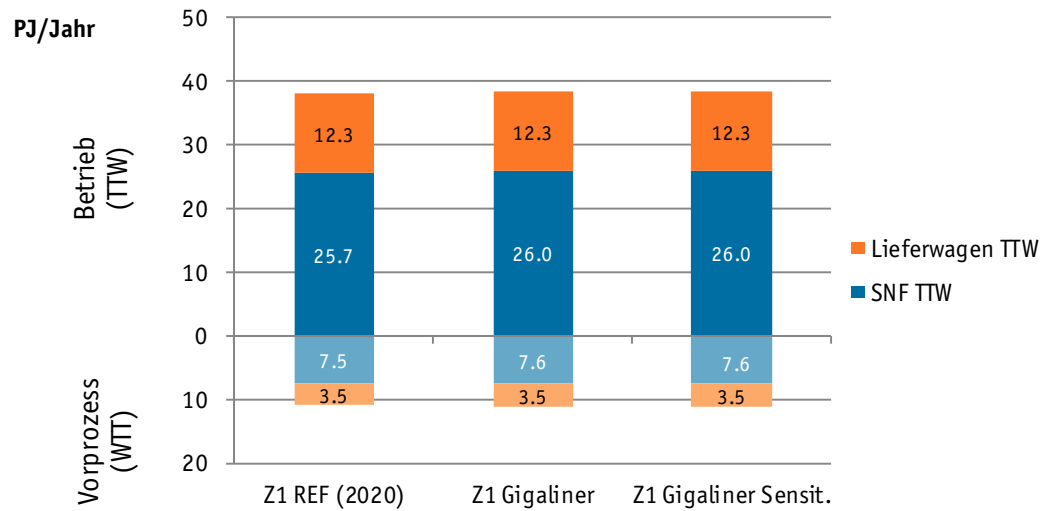
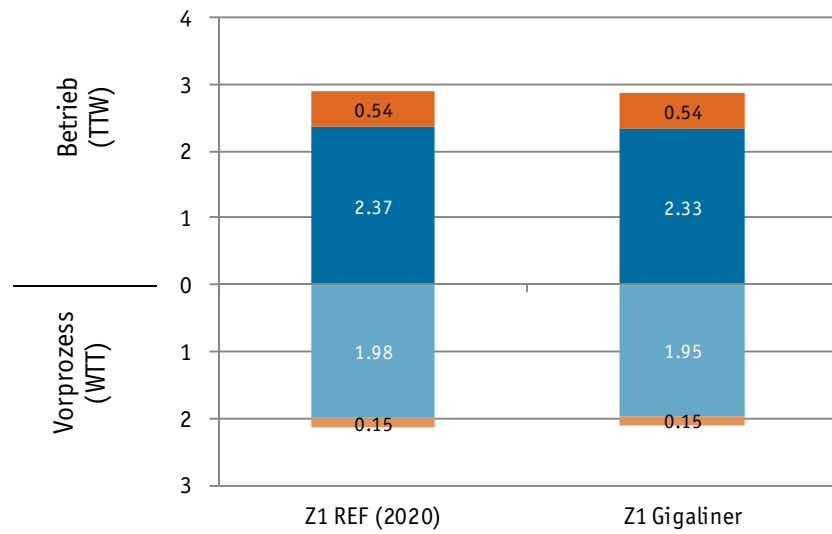
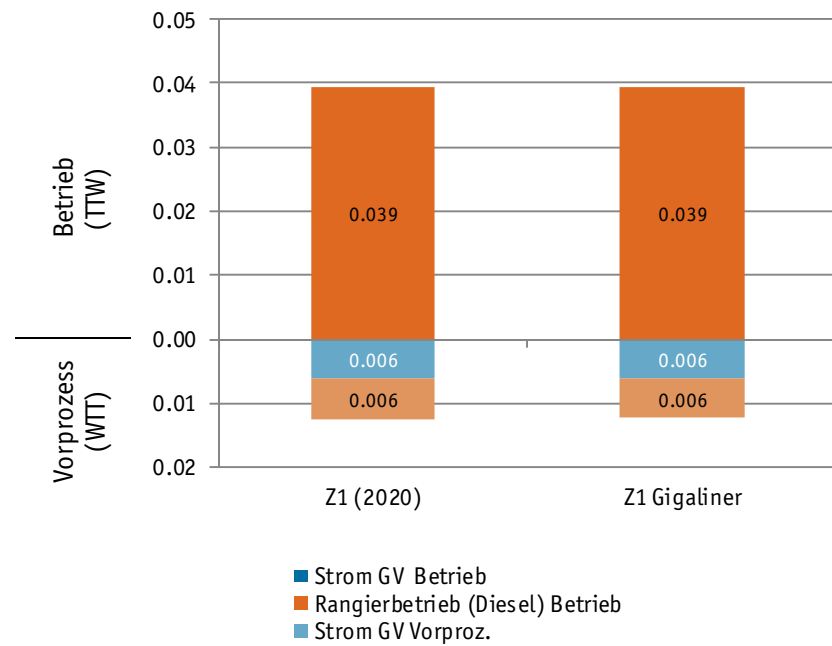


Abb. 3.50 Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen Güterverkehr Strasse – Z1 Gigaliner und Referenz 2020 (Z1 REF) – Betriebs- und Vorprozess-Emissionen

PJ/Jahr



t CO<sub>2</sub>/Jahr



- Strom GV Betrieb
- Rangierbetrieb (Diesel) Betrieb
- Strom GV Vorproz.

Abb. 3.51 Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen Güterverkehr Schiene – Z1 Gigaliner und Referenz 2020 (Z1 REF) – Betriebs- und Vorprozess-Emissionen (Bahnstrom-Mix Schweiz)

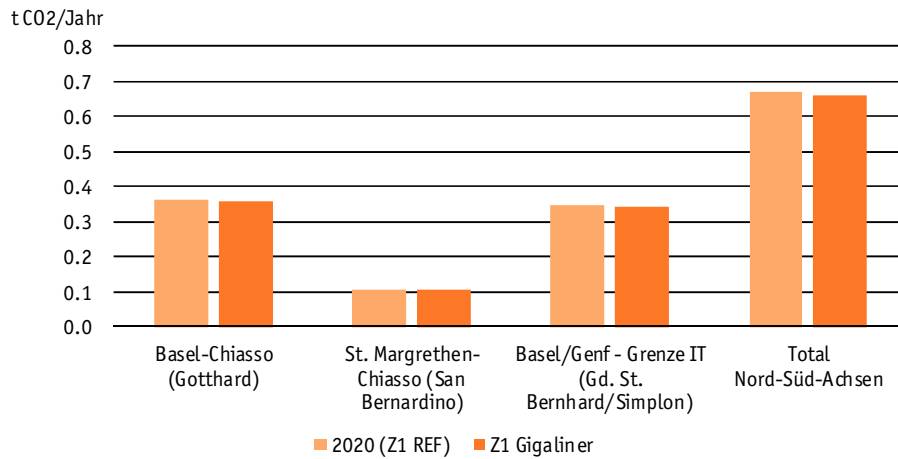


Abb. 3.52 CO<sub>2</sub>-Emissionen Schwerer Nutzfahrzeuge im Betrieb (TTW), nach Achsen – Variante „Gigaliner“ und Z1 REF (2010)

### Lärm

Die Reduktion der Lastwagenfahrten durch den Einsatz längerer Fahrzeuge führt insgesamt zu Lärm-Entlastungen von rund 2500 Personen, die tagsüber nicht mehr von schädlichem Strassenverkehrslärm betroffen sind. Die Lärm-Entlastungen ergeben sich primär in den Agglomerationen entlang des Transitkorridors Basel-Chiasso (siehe untenstehende Figur). Je nach Abschnitt reduzieren sich die Lärmemissionen um 0.25 bis 0.75 dB.

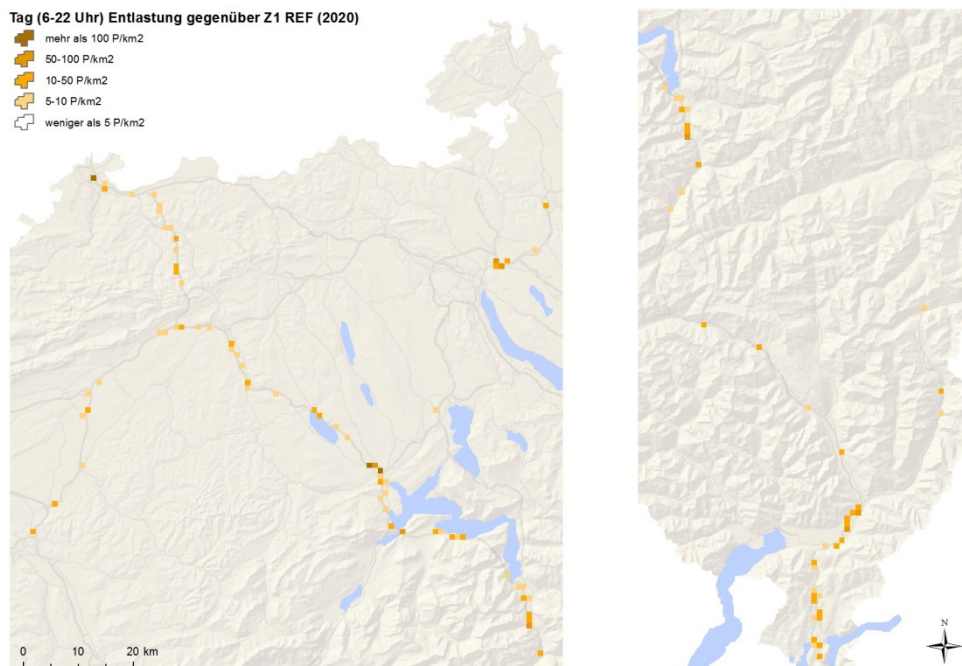


Abb. 3.53 Lärmimmissionen Z1 Gigaliner – Strasse, Personen über IGW: Differenz zu Z1 REF (2020) – Tags (6-22 Uhr)

Die schienenseitigen Auswirkungen der Variante Z1 Gigaliner führen zu keinen nennenswerten Veränderungen der Lärm-Entlastungen durch den Schienenverkehr.

### 3.3 Potenzial Lärmschutz

#### 3.3.1 Operationalisierung

Sowohl auf der Strasse als auch auf der Schiene werden Potenziale von Lärmschutzmassnahmen untersucht, ohne dabei die Verkehrsmengen gegenüber Z1-REF (2020) zu verändern. Beide Massnahmen betreffen die Lärmreduktion direkt an der Lärmemissionsquelle:

##### Strasse

Bei der Modellierung der Lärmemissionen wird unterstellt, dass sämtliche Strassen der Schweiz mit lärmdämpfendem Strassenbelag versehen sind („Drainage Asphalt, twin-layer“, weniger als 3 Jahre alt). Diese Annahmen, obwohl wenig realistisch, erlauben die Abschätzung der Lärmschutzpotenzials von umfassenden Belagssanierungen.

##### Schiene

Auf der Basis des Verkehrsmengengerüsts Z1-REF (2020) wird das Potenzial der Lärmsanierung im internationalen Güterverkehr abgeschätzt. Dabei wird angenommen, dass auch im internationalen Güterverkehr 100% des ausländischen Rollmaterials, das auf Schweizer Strecken verkehrt, lärmsaniert ist (d.h. Ersatz von Grauguss-Bremsen).

#### 3.3.2 Wirkungsanalyse

Die Wirkungsanalyse konzentriert sich ausschliesslich auf die lärmseitigen Auswirkungen der Massnahmen. Energieverbrauch und Schadstoffausstoss sind hier nicht relevant.

##### Strasse

In der flächendeckenden Sanierung mit lärmoptimierten Strassenbelägen liegt ein beträchtliches Reduktionspotenzial, wenngleich es sich hier um eine rein hypothetische Variante handelt, die zudem den Gesamtverkehr betrifft und nicht nur den Güterverkehr (siehe untenstehende Figur). Die gut 1 Mio. von schädlichem Strassenlärm betroffenen Personen (rund 50'000 davon durch den Schwerverkehr) im Jahr 2020 liessen sich so – am Tag und in der Nacht – mehr als halbieren, dies gilt sowohl für den Gesamtverkehr als auch für den Güterverkehr. Die Lärmemissionen reduzieren sich je nach Strassenabschnitt um rund 5.5 bis 6.5 dB.

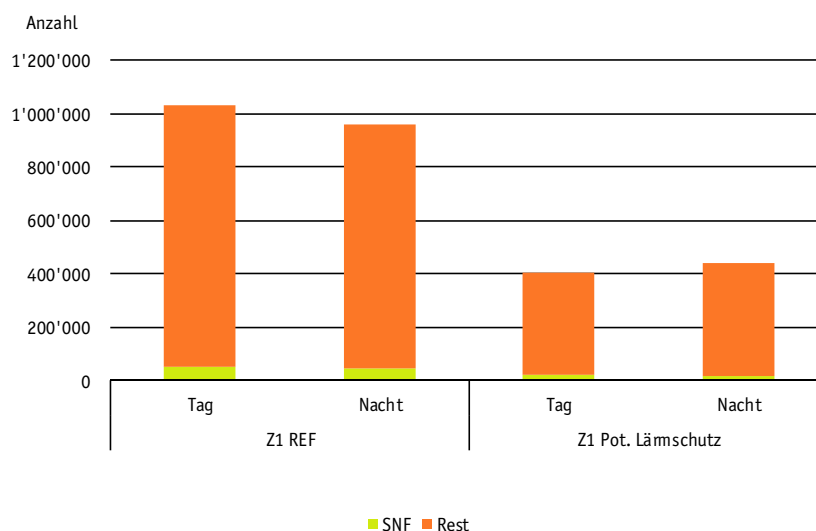


Abb. 3.54 Von Lärmimmissionen über dem Grenzwert (IGW) betroffene Personen – Tag/Nacht, Variante „Potenzial Lärmschutz“ – Strasse

### Schiene

Die Sanierung des gesamten Güterverkehr-Rollmaterials reduziert die Anzahl von schädlichem Schienenlärm betroffenen Personen von rund 200'000 Personen nachts auf gut 150'000 Personen bzw. von knapp 85'000 Personen tagsüber auf knapp 70'000 Personen. Dies entspricht einer Reduktion um ca. 20-25% gegenüber der Referenzentwicklung 2020 (siehe untenstehende Figur). In der Nacht ist das Reduktionspotenzial dieser Massnahme höher, da der Güterverkehrsanteil in den Nachtstunden höher ist.

Im Gesetz über die Lärmsanierung der Eisenbahnen (SR 742.144) ist festgelegt, dass mindestens zwei Drittel der lärmbeeinträchtigten Personen entlastet werden müssen. Ausgehend vom Ausgangszustand vor Beginn der Lärmsanierung (im Jahr 2000 waren gemäss BAV rund 265'000 Personen von Lärmimmissionen über dem IGW betroffen) bedeutet dies, dass nach Abschluss der Lärmsanierung noch rund 90'000 Personen lärmbeeinträchtigt sein dürften. Die Rollmaterialsanierung leistet einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung dieses Schutzziels, muss aber durch weitere Massnahmen ergänzt werden. Aktuell sind dafür lärmbegrenzende Massnahmen an der Fahrbahn (akustisches Schienenschleifen, Schallabsorber, etc.) und finanzielle Beiträge an die Entwicklung von lärmarmem Rollmaterial in Diskussion<sup>15</sup>.

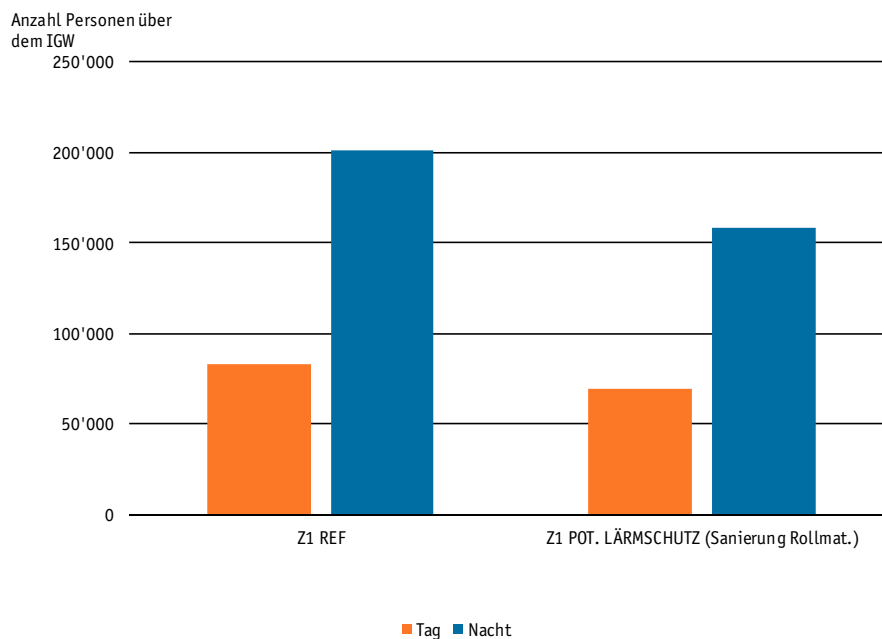


Abb. 3.55 Von Lärmimmissionen über dem Grenzwert (IGW) betroffene Personen – Tag/Nacht, Variante „Potenzial Lärmschutz“ – Schiene

<sup>15</sup> siehe „Botschaft zur Änderung des Bundesgesetzes über die Lärmsanierung der Eisenbahnen, überwiesen vom Eidgenössischen Bundesrat ans Parlament am 30.11.2012

## 3.4 Lockerung Nachtfahrverbot

In der Schweiz gilt heute zwischen 22 Uhr abends und 5 Uhr morgens ein Nachtfahrverbot für schwere Nutzfahrzeuge. In der Variante „Z1-Nachtfahrverbot“ werden die strassenseitigen lärmseitigen Auswirkungen einer Lockerung des Nachtfahrverbots um je eine Stunde morgens und abends (Verbot von 23 Uhr bis 4 Uhr) abgeschätzt.

### 3.4.1 Operationalisierung

Folgende Annahmen liegen dieser Variante zu Grunde:

- Die Gesamtmenge des schweren Güterverkehrs (und der übrigen Fahrzeugkategorien) bleibt unverändert gegenüber Z1-REF (2020). Diese vereinfachende Annahme wird getroffen, da quantitative Schätzungen für die angenommene (leichte) Lockerung des Nachtfahrverbots fehlen. Es wird allerdings davon ausgegangen, dass Änderungen bzw. eine Aufhebung des Nachtfahrverbots insbesondere im Transitverkehr zusätzliche Fahrten durch die Schweiz ermöglichen würden (siehe auch Teilprojekt D des gleichen Forschungspakets).
- Annahme: In Z1-REF wird der Tagesverkehr mit Hilfe der Normganglinie aus der Schweizer Norm SN Nr. 640005a für die Lärmemissionsmodellierung in stündliche Verkehrsvolumen aufgeteilt. In der Variante „Z1-Nachtfahrverbot“ wird diese Ganglinie um eine Stunde nach vorne verschoben, wobei davon ausgegangen wird, dass sich auch Teile des Verkehrs nach 5 Uhr zeitlich nach vorne verschieben. Insgesamt wird die gesamte Morgenspitze bis ca. 11 Uhr abgeflacht (siehe untenstehende Figur).
- Aus Lärmsicht relevant ist dabei nicht der exakte Verlauf der Ganglinie, sondern der Anteil des Schwerverkehrs, der sich neu in das sensitivere und mit strengeren Grenzwerten versehene Nacht-Zeitfenster (22-6 Uhr gemäss LSV) verschieben.
  - In Z1-REF verkehren gut 6% des Schwerverkehrs vor 6 Uhr morgens (davon gut 4% in der ersten Stunde nach gültigen dem Nachtfahrverbot von 5 bis 6 Uhr)
  - In „Z1-Lockerung Nachtfahrverbot“ finden unter obigen Annahmen rund 14% der Schwerverkehrsfahrten vor 6 Uhr morgens statt.
- Die Auswirkungen werden unter dem bestehenden Lärmgrenzwert-Regime betrachtet. Dies ist eine vereinfachte Betrachtung, da die gesetzlichen Lärmgrenzwerte auf der bestehenden Nachtfahrverbotsregulierung beruhen. Bei einer Lockerung des Nachtfahrverbots müssten gleichzeitig auch die Lärmgrenzwerte überprüft und den neuen Rahmenbedingungen angepasst werden. Dies bedingt allerdings umfassende Grundlagenarbeiten (Analyse der Belastungs-Wirkungsbeziehungen, etc.), die an dieser Stelle nicht vertieft werden können. Die Aussagen sind vor diesem Hintergrund zu verstehen.

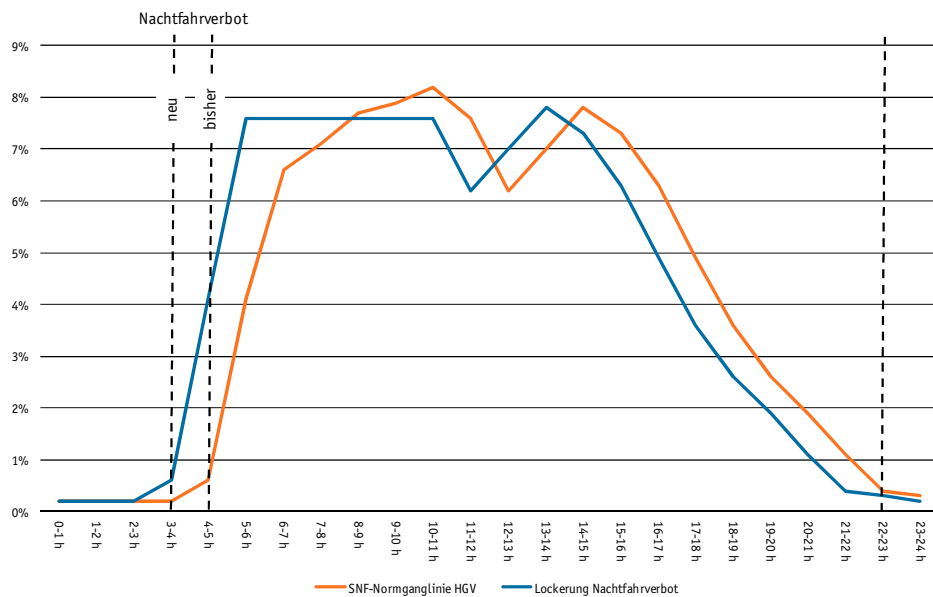


Abb. 3.56 Anpassung Schwerverkehrs-Ganglinien bei Lockerung des Nachtfahrverbots

### 3.4.2 Wirkungsanalyse

Untenstehende Figur zeigt die Auswirkungen der Lockerung des Nachtfahrverbots um morgens eine Stunde – unter der bestehenden Grenzwertgesetzgebung gemäss LSV. In der Folge steigt die Anzahl der von schädlichem Lärm betroffenen Personen in der Nacht um ca. 2'000 Personen, tagsüber verändert sich die Situation gegenüber Z1 REF (2020) dagegen nicht. Diese Zunahme erscheint relativ bescheiden. Allerdings betrifft die unterstellte Lockerung lediglich je eine Stunde am Morgen/Abend, was unter den gegenwärtigen politischen Rahmenbedingungen (im Gegensatz zu einer vollständigen Aufhebung des Nachtfahrverbots) zumindest eine denkbare Variante sein dürfte. Bei einer weiter gehenden Lockerung oder sogar einer Aufhebung des Nachtfahrverbots wären die Auswirkungen deutlich grösser u.a. auch weil dann von einer namhaften Anzahl Zusatzfahrten im Transitverkehr ausgegangen werden müsste. Ausserdem berücksichtigt die Analyse lediglich den zusätzlichen in der Nacht entstehenden Fahrlärm der Lastwagen. Nicht berücksichtigt ist der Lärm der beim Be-/Entladen der Lastwagen an den Logistikpunkten entsteht und – sofern diese in bevölkertem Gebiet liegen – ebenfalls erhebliches Störpotenzial aufweisen.



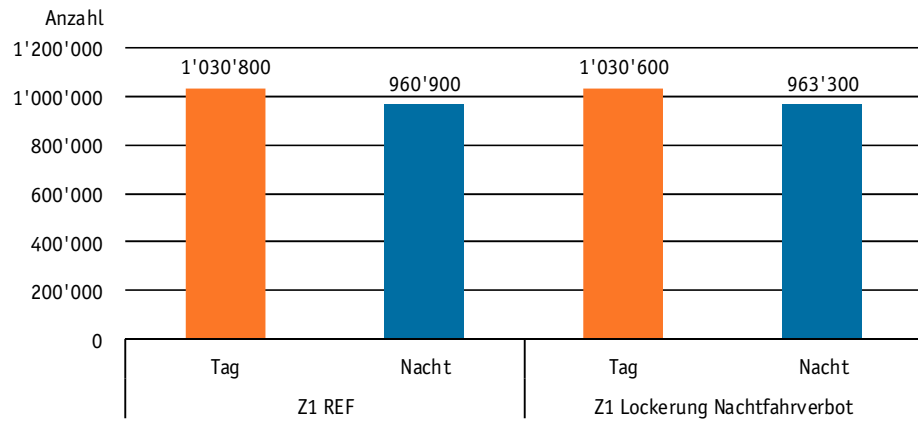


Abb. 3.57 Von Lärmimmissionen über dem Grenzwert (IGW gemäss bestehender Gesetzgebung; LSV) betroffene Personen – Tag/Nacht, Variante „Lockerung Nachtfahrverbot“ – Strasse

### 3.5 LSVA-Nullfall (2010)

Die Variante Z0-ohne LSVA („LSVA-Nullfall“) wurde auf speziellen Wunsch des BAV als Input für den „Bericht über die Verkehrsverlagerung vom Dezember 2011“ (Verlagerungsbericht, BAV 2011c) berechnet. Im Gegensatz zu den anderen Varianten bezieht sich diese Variante auf den Referenzzustand 2010 und legt den Fokus ausschliesslich auf die alpenquerenden Achsen. Ein direkter Vergleich mit den anderen Varianten, die sich auf das Referenzjahr 2020 beziehen, ist deshalb nicht vorgesehen.

In der Variante Z0-ohne LSVA wird eine hypothetische Entwicklung des Schwerverkehrs ohne die Einführung der LSVA und den flankierenden Massnahmen unterstellt und die Auswirkungen auf die Luftschadstoff-Emissionen und den CO<sub>2</sub>-Ausstoss betrachtet. Konkret werden folgende Annahmen unterstellt:

- Keine leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA)
- Keine Erhöhung der Gewichtslimiten für schwere Nutzfahrzeuge (SNF) auf 34/40T (d.h. weiterhin 28T-Limite)
- keine flankierenden Massnahmen im Bereich Schiene (Abgeltungen im kombinierten Verkehr, Terminal- und Anschlussgleisfinanzierungshilfen) und Strasse (z.B. Schwerverkehrskontrollen)

#### 3.5.1 Operationalisierung

Die Berechnungen in dieser Variante beziehen sich ausschliesslich auf den alpenquerenden Güterverkehr. Die Fahrleistungen und die daraus berechneten Emissionen stellen also nur einen Teil der gesamtschweizerischen Fahrleistungen und Emissionsfrachten dar.

- Die Berechnungen für das Verkehrsmengengerüst basieren auf statistischen Angaben aus AQGV 2010 (Fahrtenzahlen, mittlere Ladungsgewichte) und den Erhebungen zur LSVA (Zusammensetzung der Flotte bezüglich zulässigen Gesamtgewichts).
- Die Lasten, die mit Fahrzeugen mit einem Gesamtgewicht von über 28 t transportiert werden, müssen neu mit Fahrzeugen von maximal 28 t Gesamtgewicht befördert werden.
- Die mittleren Ladegewichte betragen heute bei Fahrzeugen von maximal 28 t Gesamtgewicht rund 5t/Fahrzeug (siehe BAV 2011b), in Z0-ohne LSVA wird von einer Steigerung auf 8.2 t/Fahrzeug ausgegangen (Optimierungen der Transporte durch die Branche). Bei den heutigen 40-t-Fahrzeugen beträgt das mittlere Ladungsgewicht 12.9 t/Fahrzeug, d.h. die Fahrleistungen erhöhen sich um das 1.6-fache (bei den Lastwagen um das 1.2-fache).
- Für die Berechnung der Fahrleistungen auf den alpenquerenden Achsen werden die Fahrtenzahlen aus AQGV mit Durchschnittsdistanzen im alpenquerenden Verkehr multipliziert.
- Flottenzusammensetzung: Für die Berechnung der Variante Z0-ohne LSVA sind bezüglich der Änderungen in der Flottenzusammensetzung zwei Reaktionsmuster der Branche denkbar:
  - A) Die Transporte würden mit kleineren Fahrzeugen (spezifische 28-t-Fahrzeuge) durchgeführt. Diese haben grundsätzlich tiefere Emissionsfaktoren, allerdings steigt die Auslastung entsprechend, was wiederum zu einem Anstieg der Emissionsfaktoren führt.
  - B) Die Transporte würden mit 40-t-Fahrzeugen transportiert, die aber aufgrund der tieferen Gewichtslimite weniger ausgelastet werden können. Die spezifischen Emissionsfaktoren dieser Fahrzeuge sind zwar grundsätzlich höher als diejenigen der spezifischen 28-t-Fahrzeuge, aber die geringere Auslastung führt zu einer Absenkung der Emissionsfaktoren.

Für die Emissionsberechnungen wurde davon ausgegangen, dass beide Reaktionsmuster gleich relevant sind und die Emissionsfaktoren entsprechend gleich

gewichtet. Illustrativ sind die Auswirkungen von Auslastung und Steigung auf die Emissionsfaktoren in Anhang IV dokumentiert.

Untenstehende Tabelle zeigt die Auswirkungen dieser Annahmen auf die Fahrleistungen. Ohne LSVA und ohne Erhöhung der Gewichtslimite auf 40 Tonnen wären die Fahrleistungen des alpenquerenden Güterverkehrs in der Schweiz um rund 50% höher als heute.

Abb. 3.58 *Fahrleistungen alpenquerender Güterverkehr nach Gewichtsklassen in Mio. Fzkm/Jahr, Variante Z0-ohne LSVA; Basis AQQV und Durchschnittsdistanzen im alpenquerenden Verkehr*

	Gewichtsklasse SNF			Total
	<=28t	>28t	=28t (ex 40t)	
Beobachtete Entwicklung 2010	43	265	-	308
Referenzentwicklung ohne 40-t-Limite und LSVA	43	-	417	460
<b>Differenz</b>	-	<b>-265</b>	<b>+417</b>	<b>+152</b>

### 3.5.2 Wirkungsanalyse

Untenstehende Tabelle zeigt die Veränderungen der Emissionen von NO<sub>x</sub>, Partikeln (PM10 Auspuff) und CO<sub>2</sub>, die unter der vorgestellten Annahmen resultieren. Die Zahlen beziehen sich ausschliesslich auf die alpenquerenden Korridore. Ohne die LSVA und die flankierenden Massnahmen müsste heute mit rund +35% höheren NO<sub>x</sub> – und ca. +37% höheren PM10 (Auspuff) Emissionen gerechnet werden. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen wären ebenfalls rund +34% höher.

Abb. 3.59 *Emissionen in t/Jahr schwere Nutzfahrzeuge – Z0 REF und Z0-ohne LSVA, alpenquerende Korridore*

*Emissionen schwere Nutzfahrzeuge – Z0 REF und Z0-ohne LSVA, alpenquerende Korridore*

	Z0 REF	Z0-ohne LSVA	relative Differenz (Z0 REF = 100)
NO <sub>x</sub>	1'240	1'680	135
PM10 (Auspuff)	22	31	137
CO <sub>2</sub>	223'000	299'000	134

## 4 Handlungsempfehlungen

### 4.1 Zusammenfassung Wirksamkeiten der Massnahmen

Untenstehende Tabelle fasst die in den vorangegangenen Kapiteln erläuterten Umweltwirkungen der betrachteten Massnahmevarianten zusammen:

Abb. 4.60 Umweltwirkungen der betrachteten Massnahmen – gegenüber Z1 REF (2020)

Symbole: – Reduktion, + Zunahme, = gleich bleibend, n.b. = nicht betrachtet

Variante	V-Träger	Luftschadstoffe	Energie/CO <sub>2</sub>	Lärm
Z1-Verlagerung	Strasse	– SNF gesamt-CH: 8% (PM10), 9% (NO <sub>x</sub> ) weniger Luftschadstoff-Emissionen (WTW) – Nord-Süd-Achsen: 30%-40% weniger NO <sub>x</sub> bzw. PM10-Emissionen (WTW)	– Reduktion Energiebedarf und CO <sub>2</sub> – Emissionen um ca. 10% – Nord-Süd-Achsen: 30% weniger CO <sub>2</sub> – Emissionen	– Entlastung von ca. 3000 über dem IGW belasteten Pers. (tags und nachts); Reduktion Lärmemiss. um 0.5-1.5 dB (je nach Strecke)
	Schiene	+ rund 15% mehr NO <sub>x</sub> - und PM10-Emissionen (WTW)	+ 15% höherer Energiebedarf	+ Zusätzliche Belastung (über IGW) von 7000 Pers. nachts, 3000 Pers. tags (bis 1.8 dB mehr (je nach Strecke)
	<b>Gesamt-Effekt</b>	– 8% (PM10), 9% (NO <sub>x</sub> ) weniger Luftschadstoff-Emissionen	– Reduktion Energiebedarf und CO <sub>2</sub> – Em. um rund 8%	= Belastung ungefähr gleich
Z1-Gigaliner	Strasse	– 2% (PM10), 5% (NO <sub>x</sub> ) weniger Luftschadstoff-Emiss. (WTW) – Nord-Süd-Achsen: 20% weniger NO <sub>x</sub> bzw. PM10-Emiss. (WTW)	– Keine Veränderung (+- kompensiert durch Rückverlagerung von Schiene auf Strasse)	– Entlastung von ca. 2500 über dem IGW belasteten Pers. (tags und nachts); Reduktion Lärmemiss. um 0.25-0.75 dB (je nach Strecke)
	Schiene	– rund 2% weniger NO <sub>x</sub> - und PM10-Emissionen (WTW)	– 1% niedrigerer Energiebedarf (Rückverlagerung auf Strasse)	-
	<b>Gesamt-Effekt</b>	– rund 2-5% weniger NO <sub>x</sub> - und PM10-Emissionen	= Keine Veränderung	– Entlastung (Strasse)
Z1-Potenzial Lärm-schutz	Strasse	= kein Effekt, da keine Mengenänderung	= kein Effekt, da keine Mengenänderung	– Halbierung der lärmbelasteten Personen; Reduktion Lärmemiss. um 5-6 dB (je nach Strecke)
	Schiene	= kein Effekt, da keine Mengenänderung	= kein Effekt, da keine Mengenänderung	– 50'000 (20-25% ggü. Z1 REF) weniger lärmbelastete Pers. Reduktion der Lärmemiss. um 2-4.5 dB (je nach Strecke)

Z1-Locke- rung Nacht- fahrverb.	Strasse	= kein Effekt, da keine Mengenänderung	= kein Effekt, da keine Men- genänderung	+ Zusätzliche Bela- stung (über IGW) von 2000 Pers. (nachts), Zunahme Lärmemiss. um 0.2-0.3 dB (je nach Strecke)
Z0-ohne LSVA	Strasse	+ 35% höhere NO <sub>x</sub> - 37% höhere PM10 (Auspuff) Emissionen	n.b.	n.b.

## 4.2 Empfehlungen

In Teil I der Berichterstattung („Umweltatlas“) werden die Referenzentwicklungen analysiert und den heute gültigen, verbindlichen Umweltzielen gegenübergestellt (siehe Abb. 5.48 in Bericht Teil I). Die im Teil II vorgestellten Massnahmen können unterschiedliche Beiträge zur Zielerreichung über die bereits getroffenen Massnahmen der Referenz bis 2020 hinaus leisten:

### Luftschadstoffe

Problematisch ist der Ausstoss der nicht-Auspuff-Partikelemissionen aus Abrieb, Bremsen und Aufwirbelung sowohl bei der Schiene als auch der Strasse, wengleich diese Art von Feinstaubemissionen als weniger gesundheitsschädlich gelten als die kanzerogenen Partikelemissionen aus dem Verbrennungsprozess von Motoren. Die nicht-Auspuff-Partikelemissionen sind direkt abhängig von der Fahrleistung des Verkehrs. Insofern unterstützen Massnahmen, welche das Verkehrsaufkommen vermindern, die Zielerreichung bezüglich Feinstaub-Emissionen. Die Verlagerung des Strassengüterverkehrs auf die Schiene führt deshalb insgesamt zu einer Reduktion der nicht-Auspuff-Feinstaub-Emissionen, wengleich ein Teil davon durch den Mehrverkehr auf der Schiene kompensiert wird. Diese zusätzliche Reduktion von rund 8% der PM10-Emissionen reicht aber nicht aus, um die im Luftreinhaltkonzept des Bundes bzw. im Göteborg-Protokoll festgelegten Ziele zu erreichen. Allerdings sind kaum weitere, wirksame und umsetzbare Massnahmen bekannt, die den nicht-Auspuff-Partikel ausstoss verringern könnten. Das regelmässige Abwaschen von Strassen oder das Schienenschleifen ist mit hohem Aufwand verbunden und die Wirksamkeit umstritten.

### Energieverbrauch und CO<sub>2</sub> –Emissionen

Der Güterverkehr kann seinen Beitrag zu den im aktuellen CO<sub>2</sub> – Gesetz festgelegten Reduktionszielen (-20% CO<sub>2</sub> –Ausstoss gegenüber 1990 über alle Sektoren) nur leisten, wenn seine Effizienz deutlich gesteigert wird. Eine Massnahme in diese Richtung ist die Verlagerung der Güter auf die energieeffizientere Bahn. Gegenüber der erwarteten Entwicklung bis 2020 liesse sich so der CO<sub>2</sub> – Ausstoss um rund 8% reduzieren. Demgegenüber leistet der Einsatz von grösseren Strassengüterfahrzeugen – unter der Annahme dass diese ausschliesslich im Transit- und zu geringeren Anteilen im Import-/Export-Verkehr zum Einsatz kämen – kaum einen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz.

Die untersuchten Massnahmen beim Güterverkehr reichen nicht aus, um einen angemessenen Beitrag zur Erreichen des Reduktionsziels zu leisten. Das bedeutet, dass weitere Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz notwendig sind (Elektrifizierung/Hybridisierung Güterverkehrsfahrzeuge, Elektromobilität vor allem für den städtischen Güterverkehr, Optimierungen an Reifen, Aufbauten, Fahrzeugmaterialien, etc. zur Steigerung der Energieeffizienz). Als wirksames Mittel zur Beschleunigung der Entwicklungen in diesem Bereich zeichnen sich bei den Personenzugwagen die Flottenverbrauchs-Zielwerte im europäischen Raum ab. Beabsichtigt ist die Einführung von Flottenzielwerten für die leichten Nutzfahrzeuge. Erst angedacht ist die vergleichbare Regulierung für die schweren Nutzfahrzeuge.

Die CO<sub>2</sub>–Emissionen sind im schweizerischen Bahnverkehr vergleichsweise tief, da der Strom zu gut 75% mit erneuerbarer Wasserkraft und 25% nuklear produ-

ziert wird. Der Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion bedingt daher, dass die Klimaneutralität der Bahnstromproduktion – trotz steigender Gesamtnachfrage und beabsichtigtem Ausstieg aus der Kernenergie – aufrechterhalten werden kann. Dasselbe gilt auch für Massnahmen, die in Richtung Elektrifizierung/Hybridisierung des Strassengüterverkehrs zielen und so ebenfalls die Stromnachfrage erhöhen.

### Lärm

In der Schweiz sind nach wie vor bedeutende Anteile der Bevölkerung von schädlichem Verkehrslärm betroffen. Ziel gemäss Lärmschutzverordnung (LSV) ist es dagegen, dass keine Immissionsgrenzwertüberschreitungen durch den Verkehr mehr auftreten, dies bei wachsender Wohnbevölkerung und zunehmendem Verkehrsaufkommen. Das heisst, dass weitere, substanzielle Anstrengungen im Bereich der Lärmbekämpfung an der Quelle und parallel dazu lokale Massnahmen zum Schutz der lärmbeeinträchtigten Bevölkerung notwendig sein werden. Wo auch dies nicht möglich ist, müssen – in letzter Priorität – Ersatzmassnahmen an Gebäuden (z.B. Schallschutzfenster) die Bewohner wenigstens in den Innenräumen vor Lärm schützen.

Die Sanierung sämtlicher durch die Schweiz verkehrenden, mit lauten Grauguss-Bremsen versehenen Güterwaggons (auch diejenigen der ausländischen Transportunternehmen) leistet einen wesentlichen Beitrag zur Entlastung der durch Schienenverkehrslärm belasteten Personen, insbesondere in der Nacht. Weitere Lärmbekämpfungsmassnahmen im Schienenverkehr, welche die Emissionen an der Lärmquelle reduzieren, sind beispielsweise der Einbau von Schienenschallabsorbern, die Verringerung der Schienenrauigkeit durch regelmässiges Schleifen („akustisches Schleifen“) oder die Sanierung von Stahlbrücken. Daneben muss die Forschung und Entwicklung lärmarmen Technologien im Schienenverkehr gefördert und vorangetrieben werden.

Absolut sind deutlich mehr Personen von schädlichem Strassenverkehrslärm betroffen als vom Bahnlärm und die schweren Nutzfahrzeuge tragen gemessen an ihrer Fahrleistung überproportional zu den Lärmemissionen bei. Deshalb muss der Strassengüterverkehr seinen Beitrag zur Lärmreduktion leisten, wenngleich er bei den Grenzwertüberschreitungen gegenüber dem Gesamtverkehr eine vergleichsweise geringere Rolle spielt. Auch hier muss die Lärmvermeidung an der Quelle im Vordergrund stehen. Massnahmen am Fahrzeug (lärmärmere Motoren, verbesserte Aerodynamik und leisere Reifen), an der Fahrbahn (lärmoptimierte Beläge), angepasste Fahrweise oder Geschwindigkeitsreduktionen in Siedlungsräumen sind taugliche Massnahmen um den Lärm des Strassenverkehrs wirkungsvoll zu reduzieren.

### Weiterer Forschungsbedarf

Die in diesem Forschungsprojekt erarbeiteten Grundlagen setzen auf einer Reihe von bestehenden Grundlagen und Vorarbeiten auf, welche für die Beantwortung der Forschungsfragen weiterentwickelt wurden. Dabei zeigt sich, dass in diversen Teilen der Grundlagen weiterführende Erkenntnisse notwendig sind, um die künftigen Entwicklungen und die Auswirkungen von Massnahmen noch genauer abschätzen zu können:

- **Mengengerüste Schiene:** Für den Schienenverkehr fehlt ein öffentlich oder für Dritte zugängliches flächendeckendes und streckenspezifisch differenziertes Mengengerüst (Züge nach verschiedenen Kategorien, Personen, Tonnen, etc.) für den heutigen bzw. zukünftige Zustände. In diesem Projekt ist es zwar gelungen aus einer Reihe von Querschnittsbelastungen mit Hilfe von Analogieschlüssen ein Belastungsnetz zu ermitteln, an einzelnen Stellen des Netzes fehlen aber entsprechende Querschnittsinformationen.
- **Energieverbrauch Schiene:** Das zu erstellende Belastungsnetz des Schienenverkehrs sollte detailliert genug sein um damit mit den entsprechenden

Energiefaktoren den Energieverbrauch des Schienenverkehrs differenziert abbilden zu können. Ausserdem sollten die empirischen Grundlagen für die Ermittlung von strecken- und fahrsituationsabhängigen Energieverbrauchsfaktoren weiter getrieben werden. Gleichzeitig zeigen die vorliegenden statistischen Grundlagen zum Gesamtenergieverbrauch des Verkehrs (Energienstatistik, Bundesstatistik zum öffentlichen Verkehr, Angaben einzelner Transportunternehmen, etc.) teilweise Diskrepanzen, die aufzuklären und zu bereinigen, sowie anschliessend allgemein zugänglich zu machen wären. Schliesslich wird auch die Frage der Bahnstromproduktion an Bedeutung gewinnen, entsprechend auch die Aufarbeitung entsprechender Grundlagen.

- **Emissionen Strasse:** Die Schadstoffemissionen aus dem Strassenverkehr sind dank technischer Massnahmen als Folge der einschlägigen Gesetzgebung in der Regel zurückgegangen. Mit der neuen Grenzwertstufe Euro VI (ab 2014) steht vor allem bei den schweren Nutzfahrzeugen eine weitere signifikante Reduktion der Grenzwerte bevor. Bisherige Erfahrungen zeigen allerdings, dass entsprechende Emissionsreduktionen, die im Labor und nachgewiesen werden, sich nicht zwangsläufig auch im realen Fahrbetrieb niederschlagen. Entsprechende Monitoring- und Feldüberwachungsprogramme sind deshalb notwendig, um den Nachweis erbringen zu können, dass die Schadstoffreduktion auch in der realen Welt sich manifestiert.
- **Nicht-Auspuff-Partikelemissionen:** Das Thema Feinstaub, die Zuordnung zu Quellen, sowie die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt von Partikelemissionen unterschiedlicher Herkunft, stellen sich als sehr komplexe Fragestellungen heraus, v.a. wegen der Entwicklungsstruktur (primäre, sekundäre Partikel). Forschungsaktivitäten dazu sind im Gang. Verkehrsseitig kommen – nachdem erwartet werden kann, dass die Abgas-Emissionen aufgrund technologischer Massnahmen (Dieselpartikelfilter) stetig zurückgehen werden – die Nicht-Auspuff-Partikelemissionen zunehmend in den Vordergrund. Die empirischen Grundlagen für die Berechnung der Partikelemissionen aus Abrieb und Aufwirbelung beim Strassen- wie auch beim Schienenverkehr sind vergleichsweise rudimentär. Eine Verbesserung entsprechender Grundlagen ist angezeigt.
- **Grundlagen Lärm-Modellierung:** Mit „SonBase“ steht dem Bund ein räumlich sehr differenziertes und deshalb zweckmässiges Instrument für die Berechnung der Lärmimmissionen zur Verfügung. Methodisch und technisch bestehen in der Lärmmodellierung also sehr gute Voraussetzungen. Forschungspotenzial besteht hier bei den Eingangsdaten in SonBase: Die Lärmemissionsmodellierung sowohl bei Strasse als auch bei der Schiene beruht auf relativ einfachen, wenig differenzierten Modellen, die es weiter zu entwickeln gilt. Entsprechende Modelle (z.B. „SonRoad“ oder „SonRAIL“, entwickelt von BAFU/EMPA) sind bereits entwickelt worden und werden in Zukunft den Eingang in die Lärmimmissionsmodellierung finden. Ausserdem ist es wichtig, dass für Zukunftsbetrachtungen die entsprechenden räumlichen Mengengerüste (Gebäude und Bewohner, Lärmschutzbauten, etc.) auch in die Zukunft extrapoliert werden, da nur so strukturelle Veränderungen zuverlässig beurteilt werden können.
- **Grundlagen für die Abschätzung spezifischer Massnahmen:** Für die Beurteilung verschiedener Massnahmen fehlen die empirischen Grundlagen, beispielsweise für die Beurteilung nicht-motorischer Massnahmen zur Reduktion der Luftschadstoff- und Lärmemissionen sowie des Energieverbrauchs (Einfluss von Reifen, Aufbauten, etc. im Strassenverkehr; Schallabsorber, Reduktion der Schienenrauigkeit bei der Schiene). Zu vertiefen sind ausserdem die umweltseitigen Auswirkungen „weicher“ Massnahmen insbesondere in der Logistik (z.B. „Green Logistics“, Betriebsoptimierungen, etc.).

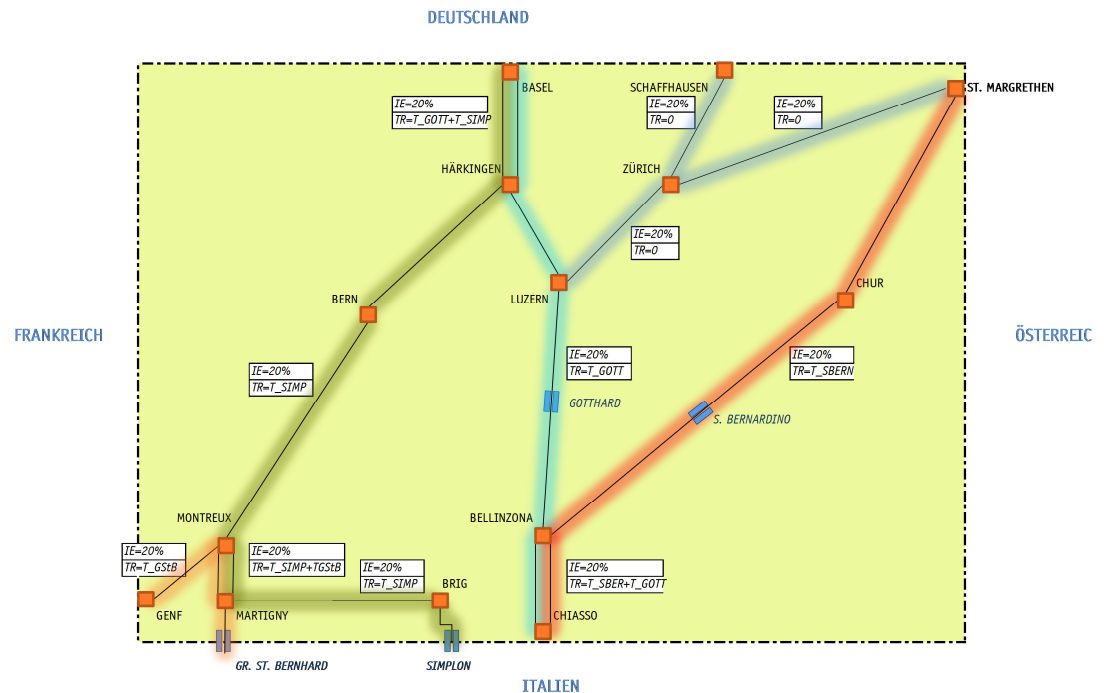
## Anhänge

	<b>I</b>	<b>Verkehrsmengengerüst .....</b>	<b>97</b>
	<b>II</b>	<b>Emissionen und Energieverbrauch Strasse.....</b>	<b>99</b>
<b>II.1</b>		<b>Luftschadstoffe Strasse .....</b>	<b>99</b>
<b>II.2</b>		<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieverbrauch Strasse .....</b>	<b>101</b>
	<b>III</b>	<b>Emissionen und Energieverbrauch Schiene.....</b>	<b>103</b>
	<b>IV</b>	<b>Emissionsfaktoren schwere Nutzfahrzeuge in Abhängigkeit der Auslastung und Steigung .....</b>	<b>104</b>



## I Verkehrsmengengerüst

Für die Abschätzung der Umweltauswirkungen (mengen- bzw. qualitätsseitig) der Massnahmevarianten ist es notwendig, den Verkehr der schweren Nutzfahrzeuge nach Verkehrsarten (Binnen-, Import/Export- und Transitverkehr = BIET) zu unterteilen, zumindest auf den relevanten Achsen (Korridore), da sich die Massnahmen sich auf die verschiedenen Verkehrsarten unterschiedlich auswirken. Dazu werden folgende Korridore (Autobahnen und Autostrassen) unterschieden:

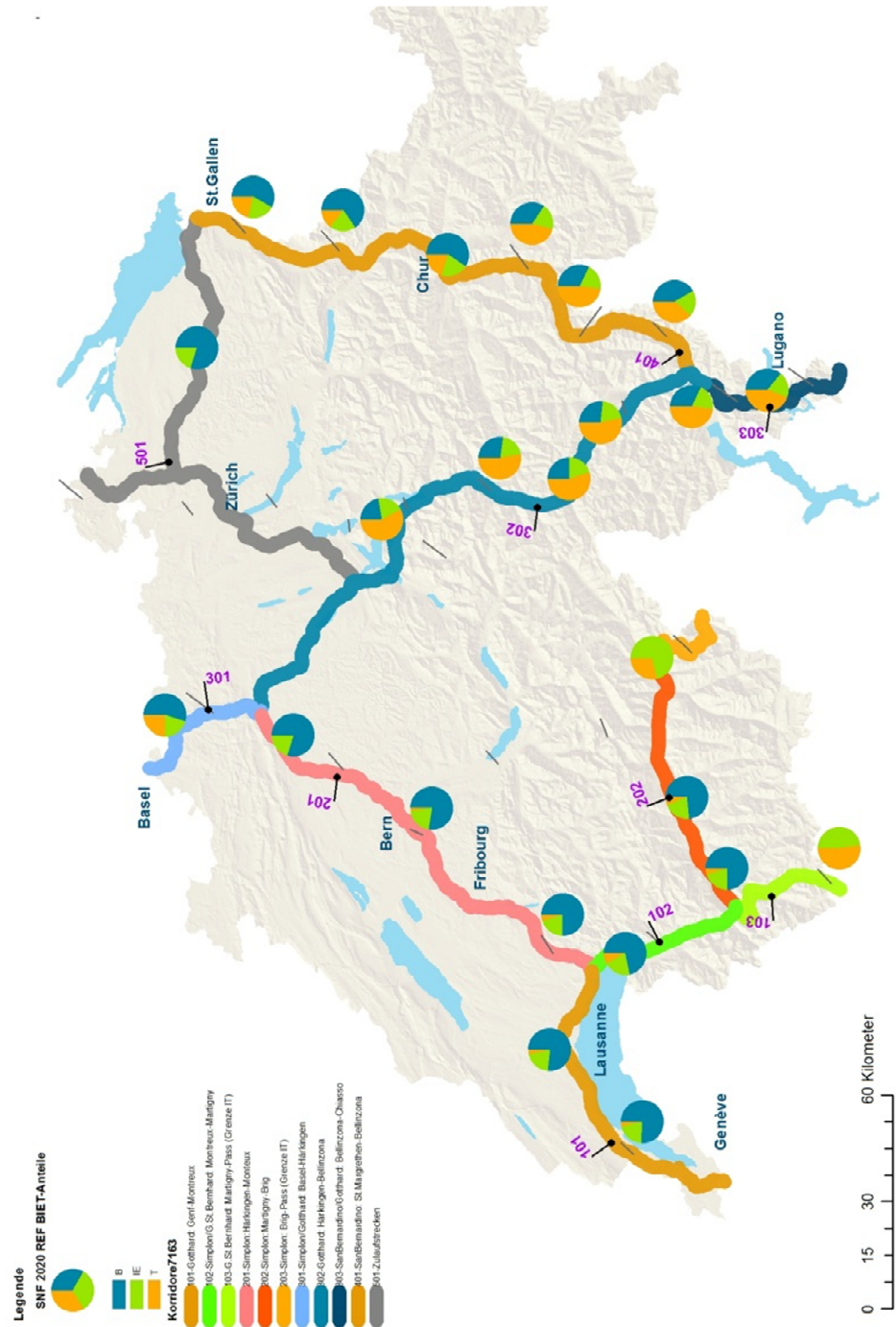


*Aufteilung des Schwerverkehrs (Strasse) nach BIET auf den N-S-Korridoren und den wichtigsten Zulaufstrecken*

Folgende Annahmen/Eckwerte liegen der Aufteilung des Schwerverkehrs nach BIET zu Grunde:

- Transitverkehr:
  - Auswertung der Transitverkehrsanteile an den Alpenübergängen aus AQGV 2009 (siehe Anhang II), damit werden die Belastungsdaten aus dem Mengengerüst Z1-REF aufgeteilt nach BIET. Die Transittfahrten (absolute Anzahl) werden entlang der entsprechenden Korridore übertragen.
  - Annahme: Auf den Zulaufstrecken zu den Alpenübergängen beträgt der Import/Export-Anteil in den Referenzrechnungen Z0/Z1 pauschal 20% (Annahme gestützt auf der Auswertung der GQGV 2008 (BFS 2008) und des AQGV 2009 (BAV 2009)).
  - Der Rest wird dem Binnenverkehr zu geschieden. Sonderfälle: Auf den Strecken am Simplon und Gr. St. Bernhard unmittelbar vor der Grenze (Brig-Simplonpass und Martigny-Gr. St. Bernhard) wird der Binnenverkehr = 0 gesetzt.

Die folgende Karte zeigt für Z1-REF die BIET-Aufteilung des Schwerverkehrs auf den Nord-Süd-Korridoren:



Z1-REF: BIET-Anteile Schwerverkehr (SNF)

## II Emissionen und Energieverbrauch Strasse

### II.1 Luftschadstoffe Strasse

*NO<sub>x</sub>-Emissionen Schweiz Strasse– 2010 bis 2030  
in t/Jahr*

<b>Betriebsemissionen („Tank-to-Wheel“)</b>						
Variante	Güter- verkehr (SNF)	Güter- verkehr (LI)	Restliche Fahrzeug- hrzeug- katego- rien	Total	SNF- Anteil	LI-Anteil
Z0 (2010)	11'017	4'713	24'903	<b>40'633</b>	27%	12%
Z1 REF (2020)	4'798	3'223	15'079	<b>23'099</b>	21%	14%
Z2 REF (2030)	1'724	1'905	10'093	<b>13'721</b>	13%	14%
Z1 Verlagerung	4'417	3'223	15'079	<b>22'718</b>	20%	14%
Z1 Gigaliner Euro VI	4'798	3'223	15'079	<b>23'100</b>	20%	14%
Z1 Gigaliner Sensiti- vität	4'812	3'223	15'079	<b>23'114</b>	21%	14%
<b>Vorprozess-Emissionen („Well-to-Tank“)</b>						
Z0 (2010)	1'302	644	9'168	<b>11'114</b>	12%	6%
Z1 REF (2020)	1'429	653	8'335	<b>10'418</b>	14%	6%
Z2 REF (2030)	1'488	669	7'544	<b>9'701</b>	15%	7%
Z1 Verlagerung	1'248	653	8'335	<b>10'236</b>	12%	6%
Z1 Gigaliner Euro VI	1'385	653	8'335	<b>10'374</b>	13%	6%
Z1 Gigaliner Sensiti- vität	1'385	653	8'335	<b>10'374</b>	13%	6%
<b>Gesamtemissionen („Well-to-Wheel“)</b>						
Z0 (2010)	12'319	5'357	34'071	<b>51'747</b>	24%	10%
Z1 REF (2020)	6'227	3'876	23'414	<b>33'517</b>	19%	12%
Z2 REF (2030)	3'212	2'574	17'637	<b>23'422</b>	14%	11%
Z1 Verlagerung	5'665	3'876	23'414	<b>32'954</b>	17%	12%
Z1 Gigaliner Euro VI	6'183	3'876	23'414	<b>33'473</b>	18%	12%
Z1 Gigaliner Sensiti- vität	6'197	3'876	23'414	<b>33'487</b>	18%	12%
Z0 (2010)	1'302	644	9'168	<b>11'114</b>	12%	6%
Z1 REF (2020)	1'429	653	8'335	<b>10'418</b>	14%	6%

*PM10-Emissionen (Auspuff und nicht-Auspuff) Schweiz Strasse– 2010 bis 2030  
in t/Jahr*

**Betriebsemissionen („Tank-to-Wheel“)**

Variante	Güter- verkehr (SNF)	Güter- verkehr (LI)	Restliche Fahrzeug- katego- rien	Total	SNF- Anteil	LI-Anteil	
Z0 (2010)	516	379	3'155	<b>4'049</b>	13%		9%
Z1 REF (2020)	413	260	2'935	<b>3'608</b>	11%		7%
Z2 REF (2030)	426	202	2'958	<b>3'586</b>	12%		6%
Z1 Verlagerung	387	260	2'935	<b>3'582</b>	11%		7%
Z1 Gigaliner Euro VI	403	260	2'935	<b>3'598</b>	11%		7%
Z1 Gigaliner Sensiti- vität	406	260	2'935	<b>3'601</b>	11%		7%
<b>Vorprozess-Emissionen („Well-to-Tank“)</b>							
Z0 (2010)	126	64	967	<b>1'157</b>	11%		6%
Z1 REF (2020)	138	64	866	<b>1'068</b>	13%		6%
Z2 REF (2030)	144	66	779	<b>988</b>	15%		7%
Z1 Verlagerung	121	64	866	<b>1'051</b>	12%		6%
Z1 Gigaliner Euro VI	134	64	866	<b>1'064</b>	13%		6%
Z1 Gigaliner Sensiti- vität	134	64	866	<b>1'064</b>	13%		6%
<b>Gesamtemissionen („Well-to-Wheel“)</b>							
Z0 (2010)	642	443	4'122	<b>5'207</b>	12%		9%
Z1 REF (2020)	551	325	3'801	<b>4'677</b>	12%		7%
Z2 REF (2030)	570	268	3'737	<b>4'575</b>	12%		6%
Z1 Verlagerung	507	325	3'801	<b>4'633</b>	11%		7%
Z1 Gigaliner Euro VI	537	325	3'801	<b>4'662</b>	12%		7%
Z1 Gigaliner Sensiti- vität	540	325	3'801	<b>4'665</b>	12%		7%
Z0 (2010)	126	64	967	<b>1'157</b>	11%		6%
Z1 REF (2020)	138	64	866	<b>1'068</b>	13%		6%

*PM10 (Auspuff)-Emissionen Schweiz Strasse– 2010 bis 2030  
in t/Jahr*

**Betriebsemissionen („Tank-to-Wheel“)**

Variante	Güter- verkehr (SNF)	Güter- verkehr (LI)	Restliche Fa- hrzeugka- tegorien	Total	SNF- Anteil	LI-Anteil	
Z0 (2010)	207	225	707	<b>1'139</b>	18%		20%
Z1 REF (2020)	66	97	255	<b>418</b>	16%		23%
Z2 REF (2030)	15	32	115	<b>162</b>	9%		20%
Z1 Verlagerung	61	97	255	<b>413</b>	15%		24%
Z1 Gigaliner Euro VI	62	97	255	<b>414</b>	15%		23%
Z1 Gigaliner Sensiti- vität	65	97	255	<b>417</b>	16%		23%

## II.2 CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energieverbrauch Strasse

*CO<sub>2</sub>-Emissionen Schweiz Strasse– 2010 bis 2030  
in Mio. t/Jahr*

<b>Betriebsemissionen („Tank-to-Wheel“)</b>						
Variante	Güter- verkehr (SNF)	Güter- verkehr (LI)	Restliche Fahrzeug- katego- rien	Total	SNF- Anteil	LI-Anteil
Z0 (2010)	1.758	0.919	11.812	14.490	12%	6%
Z1 REF (2020)	1.888	0.902	10.504	13.294	14%	7%
Z2 REF (2030)	1.899	0.887	9.935	12.721	15%	7%
Z1 Verlagerung	1.693	0.902	10.504	13.099	13%	7%
Z1 Gigaliner Euro VI	1.913	0.902	10.504	13.319	14%	7%
Z1 Gigaliner Sensiti- vität	1.913	0.902	10.504	13.319	14%	7%
<b>Vorprozess-Emissionen („Well-to-Tank“)</b>						
Z0 (2010)	0.290	0.150	2.353	2.794	10%	5%
Z1 REF (2020)	0.310	0.144	2.018	2.473	13%	6%
Z2 REF (2030)	0.314	0.134	1.740	2.188	14%	6%
Z1 Verlagerung	0.271	0.144	2.018	2.433	11%	6%
Z1 Gigaliner Euro VI	0.306	0.144	2.018	2.468	12%	6%
Z1 Gigaliner Sensiti- vität	0.306	0.144	2.018	2.468	12%	6%
<b>Gesamtemissionen („Well-to-Wheel“)</b>						
Z0 (2010)	2.048	1.070	14.166	17.283	12%	6%
Z1 REF (2020)	2.198	1.046	12.522	15.766	14%	7%
Z2 REF (2030)	2.213	1.021	11.676	14.909	15%	7%
Z1 Verlagerung	1.964	1.046	12.522	15.532	13%	7%
Z1 Gigaliner Euro VI	2.220	1.046	12.522	15.788	14%	7%
Z1 Gigaliner Sensiti- vität	2.220	1.046	12.522	15.788	14%	7%
Z0 (2010)	2.048	1.070	14.166	17.283	12%	6%
Z1 REF (2020)	2.198	1.046	12.522	15.766	14%	7%

*Energieverbrauch-Schweiz (Betrieb; TTW) Strasse– 2010 bis 2030  
in Mio. PJ/Jahr*

**Betrieb („Tank-to-Wheel“)**

Variante	Güterverkehr (SNF)	Güterverkehr (LI)	Restliche Fahrzeugkategorien	Total	SNF-Anteil	LI-Anteil
Z0 (2010)	23.9	12.5	160.5	196.9	12%	6%
Z1 REF (2020)	25.7	12.3	142.7	180.6	14%	7%
Z2 REF (2030)	25.8	12.1	135.0	172.8	15%	7%
Z1 Verlagerung	23.0	12.3	142.7	178.0	13%	7%
Z1 Gigaliner Euro VI	26.0	12.3	142.7	181.0	14%	7%
Z1 Gigaliner Sensitivität	26.0	12.3	142.7	181.0	14%	7%

**Vorprozess („Well-to-Tank“)**

Z0 (2010)	7.0	3.6	53.7	64.3	11%	6%
Z1 REF (2020)	7.5	3.5	46.6	57.6	13%	6%
Z2 REF (2030)	8.3	3.2	37.4	48.9	17%	7%
Z1 Verlagerung	6.6	3.5	46.6	56.6	12%	6%
Z1 Gigaliner Euro VI	7.5	3.5	46.6	57.6	13%	6%
Z1 Gigaliner Sensitivität	7.5	3.5	46.6	57.6	13%	6%

**Primärenergieverbrauch („Well-to-Wheel“)**

Z0 (2010)	30.9	16.1	214.2	261.2	12%	6%
Z1 REF (2020)	33.2	15.7	189.3	238.2	14%	7%
Z2 REF (2030)	34.1	15.3	172.4	221.8	15%	7%
Z1 Verlagerung	29.6	15.7	189.3	234.6	13%	7%
Z1 Gigaliner Euro VI	33.5	15.7	189.3	238.6	14%	7%
Z1 Gigaliner Sensitivität	33.5	15.7	189.3	238.6	14%	7%
Z0 (2010)	30.9	16.1	214.2	261.2	12%	6%
Z1 REF (2020)	33.2	15.7	189.3	238.2	14%	7%

### III Emissionen und Energieverbrauch Schiene

---

*PM10-Emissionen Schienenverkehr in t/Jahr*

*Quellen: Rangierbetrieb aus BAFU 2008, Abrieb/Bremsen aus EMIS/BAFU bzw. UNECE-Submission 2012*

Jahr	Rangierbetrieb	Abrieb, Bremsen	Total in t
Z0 2010		9	1256
Z1 2020		4	1435

---

*End-Energieverbrauch Schiene nach Zugskategorien in PJ/Jahr*

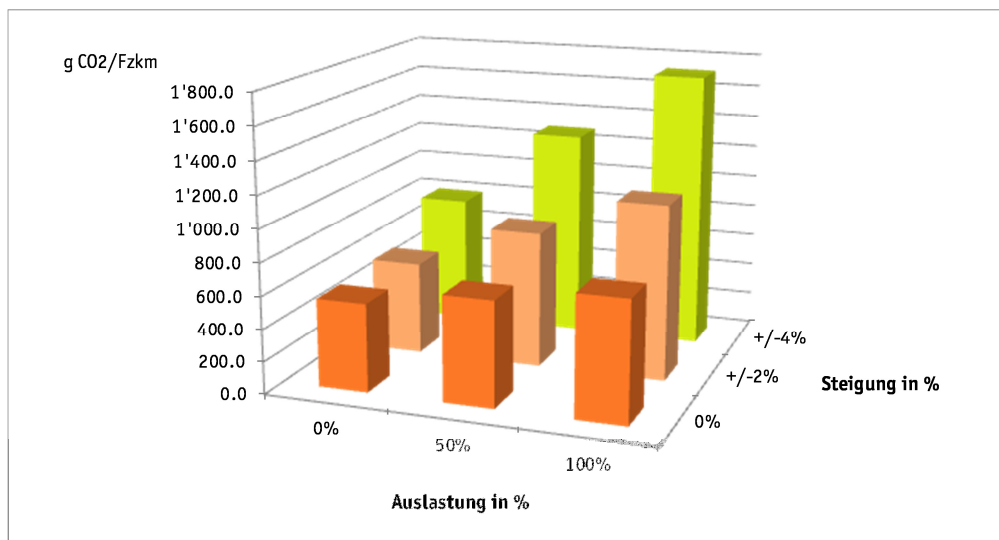
*Referenzzustände 2010/2020 und Varianten*

Fahrzeugkategorie	Z0 REF (2010)	Z1 REF (2020)	Z1 Verlagerung	Z1 Gigaliner
Personen-Fernverkehr	2.75	3.31	3.31	3.31
Personen-Regionalverkehr	4.76	5.19	5.19	5.19
Güterverkehr-international	1.33	1.65	2.00	1.61
Güterverkehr-national (inkl. Dienstzüge)	0.47	0.72	0.72	0.72
<b>Total Personenverkehr</b>	<b>7.51</b>	<b>8.50</b>	<b>8.50</b>	<b>8.50</b>
<b>Total Güterverkehr</b>	<b>1.80</b>	<b>2.37</b>	<b>2.72</b>	<b>2.33</b>
<b>Total Personen- /Güterverkehr</b>	<b>9.31</b>	<b>10.87</b>	<b>11.22</b>	<b>10.83</b>

## IV Emissionsfaktoren schwere Nutzfahrzeuge in Abhängigkeit der Auslastung und Steigung

Die Flottenzusammensetzungen beschreiben die Verteilung der Fahrleistungen einer Fahrzeugkategorie (z.B. SNF) nach Grössenklassen und Emissionsstufen (EURO-Stufen). Entscheidend im vorliegenden Kontext sind folgende Elemente:

- Die spezifischen Emissionsfaktoren bzw. der Energieverbrauch variieren je nach Schadstoff in Abhängigkeit der Auslastung des betreffenden Nutzfahrzeugs. Diese Variation ist zudem abhängig von der Steigung des jeweiligen Streckenabschnitts, exemplarisch sind diese Sachverhalte am Beispiel der CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Euro V Sattelzugs in folgender Grafik illustriert:



*Emissionsfaktor CO<sub>2</sub> in g/km – Sattelzug >34-40 t, EURO V in Abhängigkeit von Steigung und Auslastung des Fahrzeugs; Verkehrssituation: Autobahn, 120 km/h, freier Verkehrsfluss; Quelle: HBEFA 3.1*

- Der Treibstoffverbrauch und damit auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind bei einem vollbeladenen Sattelzug bei 4% Steigung um über einen Faktor 3 höher als bei einem ungeladenen Fahrzeug in der Fläche.



# Glossar und Abkürzungen

## Begriffe

Begriff	Bedeutung
Absenkepfad(e)	hier: Zeitlich gestaffelte Vorgaben über Verbrauchs- resp. Emissionsgrenzen von Fahrzeugen
Agglomeration(en)	Über ein Stadtgebiet hinausgehender suburbaner räumlich abgegrenzter Bereich
Aktivitätsdaten	hier : Fahrleistungen (Verkehrsaktivitäten)
Alpenschutz	Gesamtheit aller Massnahmen zum Schutz der Landschaft im alpinen Raum
Alpentransitbörse	Massnahme zur Versteigerung und zum Handel ⇒ plafonierter Fahrtenberechnungen im alpenquerenden Strassengüterverkehr
Betriebsemissionen	Emissionen von Fahrzeugen mit Motoren im betriebswarmen Zustand
Brutto-Tonnenkilometer	Masseinheit für die Bewegung einer Tonne Zuggewicht über eine Entfernung von einem Kilometer
CO <sub>2</sub> -Abgabe	Verbrauchsbezogene Abgabe zur Kompensation von CO <sub>2</sub> -bedingten Schäden
Emissionen	Ausstoss von unerwünschten Schadstoffen oder Geräuscentwicklungen an der Quelle
Emissionsfaktor	Spezifische Schadstoff-/Lärm-Emission, z.B. in g/Fahrzeug-km
Emissionsstufen (Euro-Stufen)	Stufen der Europäischen Abgasvorschriften
Fahrzeugkilometer	Maßeinheit für die Bewegung eines Strassenfahrzeugs über eine Entfernung von einem Kilometer
Fahrzeugschicht	Fahrzeuge, die bezüglich Fahrzeugkategorie (Personenwagen, schwere Nutzfahrzeuge, Lieferwagen, etc.), Treibstoffart (Benzin, Diesel, etc.), Grössenklasse und Emissionsstufe (EURO-Stufe) gleiche Charakteristiken aufweisen; Bestandteil der „Flottenzusammensetzung“
Feinstaub	Sammelbegriff für feinste Teilchen in der Luft
Flottenzusammensetzung	Fahrleistungsgewichtete Aufteilung der Flotte in Fahrzeugschichten
Immission	Einwirkung von unerwünschten Schadstoffen oder Geräuscentwicklungen auf Mensch und Umwelt
Lieferwagen	Fahrzeuge für den Gütertransport mit maximal 3.5 t Gesamtgewicht
Modalsplit	Anteile der Verkehrsträger an der Gesamtverkehrsleistung / Transportaufkommen
Partikel	siehe „Feinstaub“
PM10	Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner gleich 10 Mikrometer
Schienenbonus	Korrekturfaktor für die Berechnung des Beurteilungslärmpegels für Schienenlärm
Schwere Nutzfahrzeuge	Oberbegriff für Fahrzeuge für den Gütertransport mit einem Gesamtgewicht von > 3.5 t
SonBase	Lärmdatenbank der Schweiz (BAFU)
Tank-to-Wheel	Direkter Schadstoffausstoss bzw. Energieverbrauch von Fahrzeugen (im Betrieb)
Verbrauchsfaktor	Spezifischer Energieverbrauch, z.B. in J/Fahrzeug-km
Verkehrsmengengerüst	Abschnittsspezifische Verkehrsbelastungen in Fahrzeugen/Zügen oder Fahrleistungen differenziert nach Schadstoff-/Energie-/Lärm-relevanten Kriterien
Well-to-Tank	Indirekter Schadstoffausstoss bzw. Energieverbrauch für die Herstellung und Transport der Energie oder Treibstoffe
Well-to-Wheel	Summe von Well-to-Tank und Tank-to-Wheel
Zugskilometer	Masseinheit für die Bewegung eines Zugs über eine Entfernung von einem Kilometer

## Abkürzungen

ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAV	Bundesamt für Verkehr
BFS	Bundesamt für Statistik
BIET	Binnen-, Import-, Export-, Transitverkehr
CH	Schweiz
DTV	durchschnittlicher täglicher Verkehr
EKL	Eidgenössische Kommission für Lufthygiene
EU	Europäische Union
EUGH	Europäischer Gerichtshof
EURO(-Stufe)	Abgasprüfnorm der EU
FinÖv	Bundesbeschluss über Bau und Finanzierung von Infrastrukturvorhaben des öffentlichen Verkehrs
Fzkm	Fahrzeug-Kilometer
g/Fzkm	Spezifischer Schadstoffausstoss pro gefahrenen Fahrzeug-Kilometer
GEST	Gesamtenergiestatistik des Bundesamtes für Energie
GV	Güterverkehr
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren
IGW	Immissionsgrenzwert
LI	Lieferwagen
LSV	Lärmschutzverordnung der Schweiz
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
MJ	Megajoule (Energieeinheit; =1000'000 Joule)
NEAT	Neue Eisenbahnalpentransversale
NOx	Stickoxide
PJ	Petajoule (Energieeinheit ; = 10 <sup>15</sup> Joule)
PM10	Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner gleich 10 Mikrometer
PW-Km	Personenwagenkilometer
RoLa	Rollende Landstrasse
SAN	Spezialgesetzliche Ausgleichsnorm (Bundesrätlicher Gesetzesvorschlag)
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge
TJ	Terajoule (Energieeinheit ; = 10 <sup>12</sup> Joule)
TTW	Tank-to-Wheel
UCTE	Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity
UIC	International Union of Railways
UKV	Unbegleiteter Kombierter Verkehr
UNECE	Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen
UREK	Kommissionen für Umwelt, Raumplanung und Energie
USG	Umweltschutzgesetz
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VMUVEK	Verkehrsmodell des UVEK
VOC	Volatile organic compounds (=flüchtige organische Verbindungen)
WTT	Well-to-Tank
WTW	Well-to-Wheel
ZEB	Zukünftige Entwicklung der Bahninfrastruktur
Zugkm	Zugkilometer

## Literaturverzeichnis

ARE 2004	Entwicklung des schweizerischen Güterverkehrs bis 2030, Bundesamt für Raumentwicklung 2004.
ARE 2006a	Erstellung des nationalen Personenverkehrsmodells für den öffentlichen und privaten Verkehr – Modellbeschreibung, Bern 2006.
ARE 2006b	Perspektiven des schweizerischen Personenverkehrs bis 2030, Bundesamt für Raumentwicklung 2006.
BAFU 2008	Treibstoffverbrauch und Luftschadstoffemissionen des Offroad-Sektors. Studie für die Jahre 1980-2020. Umwelt-Wissen Nr. 0828. Bundesamt für Umwelt, Bern 2008.
BAFU 2009a	SonBase – die GIS-Lärmdatenbank der Schweiz – Grundlagen, Bern 2009.
BAFU/BFS 2009	Umwelt Schweiz 2009, Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Statistik (Hrsg.), Bern und Neuchâtel 2009.
BAFU 2009b	Lärmbelastung in der Schweiz – Ergebnisse des nationalen Lärmmonitorings SonBase, Bern 2009.
BAFU 2010	Luftschadstoff-Emissionen des Strassenverkehrs 1990-2035. Aktualisierung 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Wissen Nr. 1021
BAFU 2012	NO <sub>2</sub> -Immissionen Schweiz 2005 bis 2015, Bern
BUWAL 1995	Mitteilung zur Lärmschutz –Verordnung (LSV) Nr. 6 (1995) – Strassenlärm: Korrekturen zum Strassenlärm-Berechnungsmodell, Bern 1995
BAV 2010a	Lärmsanierung der Eisenbahnen, Kommentar zum Emissionsplan, Bern 2010.
BAV 2010b	Trends und Innovationen im unbegleiteten Kombinierten Verkehr in der und durch die Schweiz, Schlussbericht, Bern 2010.
BAV 2011a	OEV und Umwelt – Herausforderungen und Handlungsbedarf, Bern
BAV 2011b	Güterverkehr durch die Schweizer Alpen 2010, Bern
BAV 2011c	Bericht über die Verkehrsverlagerung vom Dezember 2011 – Verlagerungsbericht Juli 2009 bis Juli 2011, Bern 2011.
BMFLUW 2009	Handbuch Umgebungslärm – Minderung und Ruhevorsorge, 2. Auflage 2009, Wien.
BFS 2010	Mobilität und Verkehr 2010, Neuchâtel 2010.
Ecoinvent 2009	Ecoinvent data v2.1. Final reports ecoinvent data v2.1. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, 2009, Link: <a href="http://www.ecoinvent.org">www.ecoinvent.org</a>
Frischknecht et.al. 2007	Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H.-J., Doka G., Dones R., Hischier R., Hellweg S., Nemecek T., Rebitzer G. and Spielmann M. Overview and Methodology. Final report ecoinvent data v2.0, No. 1. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH
GVF 1997	Umweltindikatoren Verkehr – Kennziffern für einen ökologischen Vergleich der Verkehrsmittel. Ausgeführt durch Infras im Auftrag des Dienstes für Gesamtverkehrsfragen, GVF-Bericht 97/1, Bern 1997
Heutschi, K. 2012	Noise monitoring oft rucks, Artikel publiziert für Euronoise Tagung in Prag, 2012
INFRAS 1995	Ökoinventar Transporte. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Transportsystemen und den Einbezug von Transportsystemen in Ökobilanzen. Infras AG. Zürich
INFRAS 2007	PM <sub>10</sub> -Emissionen Verkehr – Teil Schienenverkehr - Schlussbericht, Zürich 2007.
Mobitool 2010	mobitool – Grundlagenbericht – Hintergrund, Methodik & Emissionsfaktoren. Bern, Februar 2010. Link: <a href="http://www.mobitool.ch">www.mobitool.ch</a>
SBB 2010	Geschäfts- und Nachhaltigkeitsbericht 2010
Spielmann et. al. 2008	Umweltindikatoren im Verkehr. Vergleich der Verkehrsmittel anhand CO <sub>2</sub> -Emissionen, Energieaufwand und übriger Umweltauswirkungen, Verlag Rüegger, Zürich/Chur,.

Spielmann M., C. Bauer, R. Dones und R. Tuchschnid 2007	Transport Services,ecoinvent Report No. 14, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf.
Steinmann N., Schär R. 2009	Traktionsenergiebedarf der Gotthard-Basislinie, in "eb" – Elektrische Bahnen – Elektrotechnik im Verkehrswesen, Nr. 7/2009, S. 297ff
Steven H. 2005	TRANECAM – Traffic Noise Emission Calculation Model – Documentation and User Manual, Heinsberg (Deutschland)
Steven H. 2012	Proposal for a Limit Value Reduction Scenario for Road Vehicles compatible with the German National Traffic Noise Prevention Package II, Heinsberg (Deutschland)

# Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK Formular Nr. 3: Projektabschluss

Version vom 09.10.2013

erstellt / geändert am: 10.05.2013

### Grunddaten

Projekt-Nr.: SVI 2009/011

Projekttitel: Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs (Teilprojekt H des Forschungspakets "Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz" (FP GÜV)

Enddatum: 20.12.2012

### Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Im Rahmen des Forschungsprojekts werden die Umweltauswirkungen des Güterverkehrs auf der Strasse und Schiene untersucht und die Auswirkungen von Massnahmen analysiert, die auf die Reduktion dieser Umweltauswirkungen abzielen. Untersucht werden die Luftschadstoffemissionen von NOx und PM10, der Energieverbrauch respektive die CO<sub>2</sub> – Emissionen und die Lärmimmissionen. Bei den Luftschadstoffen und dem Energieverbrauch/CO<sub>2</sub> werden nebst den Emissionen, die im Betrieb anfallen auch die Emissionen und Verbräuche für die Energiebereitstellung („Well-to-Wheel“-Ansatz) ausgewiesen. Unterschieden wird jeweils nach den beiden Verkehrsträgern Strasse und Schiene. Zu Vergleichszwecken werden die Auswirkungen des Güterverkehrs denjenigen des Gesamtverkehrs gegenübergestellt.

Aus dem Vergleich der mutmasslichen Entwicklung bis 2020 mit gegenwärtig formulierten Umweltzielen, wird der Handlungsbedarf nach den untersuchten Umweltindikatoren abgeleitet. Schliesslich werden in verschiedenen Berechnungsvarianten die Wirkungen von Massnahmen untersucht, welche die Umweltauswirkungen des Güterverkehrs verringern können.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

Zielerreichung:

**Ziel Umweltatlas:** Der Anteil des Güterverkehrs an den untersuchten Umweltauswirkungen im Referenzzustand 2020 wurde auf Übersichtskarten dargestellt.

**Ziel Massnahmen:** Es wurden Massnahmen beschrieben und quantifiziert, welche die Umweltauswirkungen des Güterverkehrs reduzieren.

Die Projektziele wurden erreicht.

Folgerungen und Empfehlungen:

**Luftschadstoffe:** Dank den beschlossenen Grenzwertverschärfungen reduziert sich der Schadstoffausstoss der Verbrennungsemissionen in den nächsten 10 Jahren deutlich. Problematisch bleiben die Partikelemissionen aus Bremsen und Abrieb bei den Strassenmotorfahrzeugen. Massnahmen zur Reduktion dieser Emissionen sind allerdings schwierig umsetzbar.

**Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen:** Der Strassengüterverkehr wird seinen Energieverbrauch und in der Folge die bis 2020 nur moderat senken können. Flottengrenzwerte, wie sie bei Personenzugmaschinen eingeführt wurden, sind bei schweren Nutzfahrzeugen nicht geplant. Mit nicht-motorischen Massnahmen (Elektrifizierung/Hybridisierung Güterverkehrsfahrzeuge, Optimierungen an Reifen, Aufbauten, Fahrzeugmaterialien, etc. zur Steigerung der Energieeffizienz) könnten die Strassengüterfahrzeuge effizienter gemacht werden. Allerdings sind die Wirkungen dieser Massnahmen schwierig zu quantifizieren (Forschungsbedarf). Daneben können die CO<sub>2</sub>-Emissionen wirksam verringert werden, wenn die Güter auf die energieeffizientere Bahn verlagert werden, wo möglich und sinnvoll. Der CO<sub>2</sub>-Vorteil der Bahn kann allerdings nur aufrechterhalten werden, wenn die Stromproduktion klimaneutral (mit erneuerbaren Energieträgern) geschieht. Letzteres gilt auch für die Elektrifizierung des Strassenverkehrs.

**Lärm:** Absolut sind deutlich mehr Personen von schädlichem Strassenverkehrslärm betroffen als vom Bahnärm und die schweren Nutzfahrzeuge tragen gemessen an ihrer Fahrleistung überproportional zu den Lärmemissionen bei. Deshalb muss der Strassengüterverkehr seinen Beitrag zur Lärmreduktion leisten, wenngleich er bei den Grenzwertüberschreitungen gegenüber dem Gesamtverkehr eine vergleichsweise geringere Rolle spielt. Auch hier muss die Lärmvermeidung an der Quelle im Vordergrund stehen. Massnahmen am Fahrzeug (lärmärmere Motoren, verbesserte Aerodynamik und leisere Reifen), an der Fahrbahn (lärmoptimierte Beläge), angepasste Fahrweise oder Geschwindigkeitsreduktionen in Siedlungsräumen sind taugliche Massnahmen um den Lärm des Strassenverkehrs wirkungsvoll zu reduzieren. Der Schienengüterverkehr verursacht insbesondere nachts bedeutende Lärmbelastungen. Die angelaufenen Sanierungen inländischer und ausländischer Güterverkehrswagen müssen weiter getrieben werden. Daneben bestehen weitere technische Möglichkeiten zur Bahnärmreduktion an der Quelle: Schallabsorber, Reduktion der Schienenrauigkeit, etc. In zweiter Priorität stehen Massnahmen, welche lokal die Ausbreitung des Lärms behindern (Schallschutzwände, Einhausungen, etc.). Als letzte Möglichkeit stehen Ersatzmassnahmen an Gebäuden (Schallschutzfenster, etc.) zur Verfügung.

Publikationen:

**INFRAS/SBB/PTV/Steven:** Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs – Teil I: Referenzentwicklung und Teil II: Massnahmen, Dezember 2013

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Keller

Vorname: Mario

Amt, Firma, Institut: INFRAS AG

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

#### Beurteilung der Begleitkommission:

##### Beurteilung:

Die Forschungsarbeit liefert in quantitativer und qualitativer Hinsicht eine gute Übersicht über die Umweltauswirkungen des Güterverkehrs (Strasse und Schiene) im Bereich der Luft- und Lärmbelastung. Die Massnahmenvorschläge sind aufgrund der Quantifizierungsvorgabe beschränkt. Der Fokus wird aber in den Handlungsempfehlungen wieder auf das gesamte Spektrum von Massnahmen geöffnet, was die Arbeit als Grundlage für zukünftige Ansätze zur Reduktion der Umweltauswirkungen des Güterverkehrs wertvoll macht.

##### Umsetzung:

Die anspruchsvolle Forschungsarbeit wurde qualifiziert durchgeführt. Die Begleitkommission hat die Dialogbereitschaft des Auftragnehmers sehr geschätzt.

##### weitergehender Forschungsbedarf:

Forschungsbedarf wird in folgenden Themenbereichen geortet: Mengengerüste und Grundlagen Energieverbrauch Schienenverkehr, Monitoring Emissionen Strassengüterverkehr, Grundlagen Nicht-Auspuff-Partikelemissionen, Grundlagen Lärm-Modellierung und für die Abschätzung spezifischer Massnahmen.

##### Einfluss auf Normenwerk:

Kein direkter Einfluss ersichtlich.

#### Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Dieterle

Vorname: Rudolf

Amt, Firma, Institut: Bundesamt für Strassen, ASTRA

#### Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

## Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1422	ASTRA 2011/006_OBF	Fracture processes and in-situ fracture observations in Gipskeuper	2013
1421	VSS 2009/901	Experimenteller Nachweis des vorgeschlagenen Raum- und Topologiemodells für die VM-Anwendungen in der Schweiz (MDATrafo)	2013
1420	SVI 2008/003	Projektierungsfreiräume bei Strassen und Plätzen	2013
1419	VSS 2001/452	Stabilität der Polymere beim Heisseinbau von PmB-haltigen Strassenbelägen	2013
1416	FGU 2010/001	Sulfatwiderstand von Beton: verbessertes Verfahren basierend auf der Prüfung nach SIA 262/1, Anhang D	2013
1415	VSS 2010/A01	Wissenslücken im Infrastrukturmanagementprozess "Strasse" im Siedlungsgebiet	2013
1414	VSS 2010/201	Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausstattung	2013
1413	SVI 2009/003	Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz Teilprojekt B1	2013
1412	ASTRA 2010/020	Werkzeug zur aktuellen Gangliniennorm	2013
1411	VSS 2009/902	Verkehrstelematik für die Unterstützung des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen	2013
1410	VSS 2010/202_OBF	Reduktion von Unfallfolgen bei Bränden in Strassentunneln durch Abschnittsbildung	2013
1409	ASTRA 2010/017_OBF	Regelung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2013
1408	VSS 2000/434	Vieillissement thermique des enrobés bitumineux en laboratoire	2012
1407	ASTRA 2006/014	Fusion des indicateurs de sécurité routière : FUSAIN	2012
1406	ASTRA 2004/015	Amélioration du modèle de comportement individuel du Conducteur pour évaluer la sécurité d'un flux de trafic par simulation	2012
1405	ASTRA 2010/009	Potential von Photovoltaik an Schallschutzmassnahmen entlang der Nationalstrassen	2012
1404	VSS 2009/707	Validierung der Kosten-Nutzen-Bewertung von Fahrbahn-Erhaltungsmassnahmen	2012
1403	SVI 2007/018	Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen	2012
1402	VSS 2008/403	Witterungsbeständigkeit und Durchdrückverhalten von Geokunststoffen	2012
1401	SVI 2006/003	Akzeptanz von Verkehrsmanagementmassnahmen-Vorstudie	2012
1400	VSS 2009/601	Begrünte Stützgitterböschungssysteme	2012
1399	VSS 2011/901	Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Incentivierung	2012
1398	ASTRA 2010/019	Environmental Footprint of Heavy Vehicles Phase III: Comparison of Footprint and Heavy Vehicle Fee (LSVA) Criteria	2012
1397	FGU 2008/003_OBF	Brandschutz im Tunnel: Schutzziele und Brandbemessung Phase 1: Stand der Technik	2012
1396	VSS 1999/128	Einfluss des Umhüllungsgrades der Mineralstoffe auf die mechanischen Eigenschaften von Mischgut	2012
1395	FGU 2009/003	KarstALEA: Wegleitung zur Prognose von karstspezifischen Gefahren im Untertagbau	2012
1394	VSS 2010/102	Grundlagen Betriebskonzepte	2012
1393	VSS 2010/702	Aktualisierung SN 640 907, Kostengrundlage im Erhaltungsmanagement	2012
1392	ASTRA 2008/008_009	FEHRL Institutes WIM Initiative (Fiwi)	2012
1391	ASTRA 2011/003	Leitbild ITS-CH Landverkehr 2025/30	2012
1390	FGU 2008/004_OBF	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Belchentunnel	2012
1389	FGU 2003/002	Long Term Behaviour of the Swiss National Road Tunnels	2012
1388	SVI 2007/022	Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren	2012



Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1387	VSS 2010/205_OBF	Ablage der Prozessdaten bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012
1386	VSS 2006/204	Schallreflexionen an Kunstbauten im Strassenbereich	2012
1385	VSS 2004/703	Bases pour la révision des normes sur la mesure et l'évaluation de la planéité des chaussées	2012
1384	VSS 1999/249	Konzeptuelle Schnittstellen zwischen der Basisdatenbank und EMF-, EMK- und EMT-DB	2012
1383	FGU 2008/005	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Chienbergtunnel	2012
1382	VSS 2001/504	Optimierung der statischen Eindringtiefe zur Beurteilung von harten Gussasphaltsorten	2012
1381	SVI 2004/055	Nutzen von Reisezeiteinsparungen im Personenverkehr	2012
1380	ASTRA 2007/009	Wirkungsweise und Potential von kombinierter Mobilität	2012
1379	VSS 2010/206_OBF	Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012
1378	SVI 2004/053	Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen?	2012
1377	VSS 2009/302	Verkehrssicherheitsbeurteilung bestehender Verkehrsanlagen (Road Safety Inspection)	2012
1376	ASTRA 2011/008_004	Erfahrungen im Schweizer Betonbrückenbau	2012
1375	VSS 2008/304	Dynamische Signalisierungen auf Hauptverkehrsstrassen	2012
1374	FGU 2004/003	Entwicklung eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens für Schweissnähte von KDB	2012
1373	VSS 2008/204	Vereinheitlichung der Tunnelbeleuchtung	2012
1372	SVI 2011/001	Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen	2012
1371	ASTRA 2008/017	Potenzial von Fahrgemeinschaften	2011
1370	VSS 2008/404	Dauerhaftigkeit von Betonfahrbahnen aus Betongranulat	2011
1369	VSS 2003/204	Rétention et traitement des eaux de chaussée	2012
1368	FGU 2008/002	Soll sich der Mensch dem Tunnel anpassen oder der Tunnel dem Menschen?	2011
1367	VSS 2005/801	Grundlagen betreffend Projektierung, Bau und Nachhaltigkeit von Anschlussgleisen	2011
1366	VSS 2005/702	Überprüfung des Bewertungshintergrundes zur Beurteilung der Strassengriffigkeit	2010
1365	SVI 2004/014	Neue Erkenntnisse zum Mobilitätsverhalten dank Data Mining?	2011
1364	SVI 2009/004	Regulierung des Güterverkehrs Auswirkungen auf die Transportwirtschaft Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP D	2012
1363	VSS 2007/905	Verkehrsprognosen mit Online -Daten	2011
1362	SVI 2004/012	Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs	2012
1361	SVI 2004/043	Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung	2012
1360	VSS 2010/203	Akustische Führung im Strassentunnel	2012
1359	SVI 2004/003	Wissens- und Technologientransfer im Verkehrsbereich	2012
1358	SVI 2004/079	Verkehrsanbindung von Freizeitanlagen	2012
1357	SVI 2007/007	Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer?	2012
1356	SVI 2007/014	Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen	2011
1355	FGU 2007/002	Prüfung des Sulfatwiderstandes von Beton nach SIA 262/1, Anhang D: Anwendbarkeit und Relevanz für die Praxis	2011
1354	VSS 2003/203	Anordnung, Gestaltung und Ausführung von Treppen, Rampen und Treppenwegen	2011
1353	VSS 2000/368	Grundlagen für den Fussverkehr	2011
1352	VSS 2008/302	Fussgängerstreifen (Grundlagen)	2011
1351	ASTRA 2009/001	Development of a best practice methodology for risk assessment in road tunnels	2011
1350	VSS 2007/904	IT-Security im Bereich Verkehrstelematik	2011
1349	VSS 2003/205	In-Situ-Abflussversuche zur Untersuchung der Entwässerung von Autobahnen	2011
1348	VSS 2008/801	Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene	2011
1347	VSS 2000/455	Leistungsfähigkeit von Parkieranlagen	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1346	ASTRA 2007/004	Quantifizierung von Leckagen in Abluftkanälen bei Strassentunneln mit konzentrierter Rauchabsaugung	2010
1345	SVI 2004/039	Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen	2011
1344	VSS 2009/709	Initialprojekt für das Forschungspaket "Nutzensteigerung für die Anwender des SIS"	2011
1343	VSS 2009/903	Basistechnologien für die intermodale Nutzungserfassung im Personenverkehr	2011
1342	FGU 2005/003	Untersuchungen zur Frostkörperbildung und Frosthebung beim Gefrierverfahren	2010
1341	FGU 2007/005	Design aids for the planning of TBM drives in squeezing ground	2011
1340	SVI 2004/051	Aggressionen im Verkehr	2011
1339	SVI 2005/001	Widerstandsfunktionen für Innerorts-Strassenabschnitte ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten	2010
1338	VSS 2006/902	Wirkungsmodelle für fahrzeugseitige Einrichtungen zur Steigerung der Verkehrssicherheit	2009
1337	ASTRA 2006/015	Development of urban network travel time estimation methodology	2011
1336	ASTRA 2007/006	SPIN-ALP: Scanning the Potential of Intermodal Transport on Alpine Corridors	2010
1335	VSS 2007/502	Stripping bei lärmindernden Deckschichten unter Überrollbeanspruchung im Labor-massstab	2011
1334	ASTRA 2009/009	Was treibt uns an? Antriebe und Treibstoffe für die Mobilität von Morgen	2011
1333	SVI 2007/001	Standards für die Mobilitätsversorgung im peripheren Raum	2011
1332	VSS 2006/905	Standardisierte Verkehrsdaten für das verkehrsträgerübergreifende Verkehrsmanagement	2011
1331	VSS 2005/501	Rückrechnung im Strassenbau	2011
1330	FGU 2008/006	Energiegewinnung aus städtischen Tunneln: Systemevaluation	2010
1329	SVI 2004/073	Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen	2010
1328	VSS 2005/302	Grundlagen zur Quantifizierung der Auswirkungen von Sicherheitsdefiziten	2011
1327	VSS 2006/601	Vorhersage von Frost und Nebel für Strassen	2010
1326	VSS 2006/207	Erfolgskontrolle Fahrzeurückhaltesysteme	2011
1325	SVI 2000/557	Indices caractéristiques d'une cité-vélo. Méthode d'évaluation des politiques cyclables en 8 indices pour les petites et moyennes communes.	2010
1324	VSS 2004/702	Eigenheiten und Konsequenzen für die Erhaltung der Strassenverkehrsanlagen im überbauten Gebiet	2009
1323	VSS 2008/205	Ereignisdetektion im Strassentunnel	2011
1322	SVI 2005/007	Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit	2008
1321	VSS 2008/501	Validation de l'oedomètre CRS sur des échantillons intacts	2010
1320	VSS 2007/303	Funktionale Anforderungen an Verkehrserfassungssysteme im Zusammenhang mit Lichtsignalanlagen	2010
1319	VSS 2000/467	Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen auf die Lärmimmissionen	2010
1318	FGU 2006/001	Langzeitquellversuche an anhydritführenden Gesteinen	2010
1317	VSS 2000/469	Geometrisches Normalprofil für alle Fahrzeugtypen	2010
1316	VSS 2001/701	Objektorientierte Modellierung von Strasseninformationen	2010
1315	VSS 2006/904	Abstimmung zwischen individueller Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement	2010
1314	VSS 2005/203	Datenbank für Verkehrsaufkommensraten	2008
1313	VSS 2001/201	Kosten-/Nutzenbetrachtung von Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung	2010
1312	SVI 2004/006	Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz	2010
1311	VSS 2000/543	VIABILITE DES PROJETS ET DES INSTALLATIONS ANNEXES	2010
1310	ASTRA 2007/002	Beeinflussung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2010
1309	VSS 2008/303	Verkehrsregelungssysteme - Modernisierung von Lichtsignalanlagen	2010
1308	VSS 2008/201	Hindernisfreier Verkehrsraum - Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung	2010
1307	ASTRA 2006/002	Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel; D-A-CH - Initial-	2008

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
		projekt	
1306	ASTRA 2008/002	Strassenglätte-Prognosesystem (SGPS)	2010
1305	VSS 2000/457	Verkehrserzeugung durch Parkieranlagen	2009
1304	VSS 2004/716	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen	2008
1303	ASTRA 2009/010	Geschwindigkeiten in Steigungen und Gefällen; Überprüfung	2010
1302	VSS 1999/131	Zusammenhang zwischen Bindemittleigenschaften und Schadensbildern des Belages?	2010
1301	SVI 2007/006	Optimierung der Strassenverkehrsunfallstatistik durch Berücksichtigung von Daten aus dem Gesundheitswesen	2009
1300	VSS 2003/903	SATELROU Perspectives et applications des méthodes de navigation pour la télématique des transports routiers et pour le système d'information de la route	2010
1299	VSS 2008/502	Projet initial - Enrobés bitumineux à faibles impacts énergétiques et écologiques	2009
1298	ASTRA 2007/012	Griffigkeit auf winterlichen Fahrbahnen	2010
1297	VSS 2007/702	Einsatz von Asphaltbewehrungen (Asphalteinlagen) im Erhaltungsmanagement	2009
1296	ASTRA 2007/008	Swiss contribution to the Heavy-Duty Particle Measurement Programme (HD-PMP)	2010
1295	VSS 2005/305	Entwurfsgrundlagen für Lichtsignalanlagen und Leitfaden	2010
1294	VSS 2007/405	Wiederhol- und Vergleichspräzision der Druckfestigkeit von Gesteinskörnungen am Haufwerk	2010
1293	VSS 2005/402	Détermination de la présence et de l'efficacité de dope dans les bétons bitumineux	2010
1292	ASTRA 2006/004	Entwicklung eines Pflanzenöl-Blockheizkraftwerkes mit eigener Ölmühle	2010
1291	ASTRA 2009/005	Fahrmuster auf überlasteten Autobahnen Simultanes Berechnungsmodell für das Fahrverhalten auf Autobahnen als Grundlage für die Berechnung von Schadstoffemissionen und Fahrzeitgewinnen	2010
1290	VSS 1999/209	Conception et aménagement de passages inférieurs et supérieurs pour piétons et deux-roues légers	2008
1289	VSS 2005/505	Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen, nationale Umsetzung der EN	2010
1288	ASTRA 2006/020	Footprint II - Long Term Pavement Performance and Environmental Monitoring on A1	2010
1287	VSS 2008/301	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von komplexen ungesteuerten Knoten: Analytisches Schätzverfahren	2009
1286	VSS 2000/338	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit auf Strassen ohne Richtungstrennung	2010
1285	VSS 2002/202	In-situ Messung der akustischen Leistungsfähigkeit von Schallschirmen	2009
1284	VSS 2004/203	Evacuation des eaux de chaussée par les bas-cotés	2010
1283	VSS 2000/339	Grundlagen für eine differenzierte Bemessung von Verkehrsanlagen	2008
1282	VSS 2004/715	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Zusatzkosten infolge Vor- und Aufschub von Erhaltungsmaßnahmen	2010
1281	SVI 2004/002	Systematische Wirkungsanalysen von kleinen und mittleren Verkehrsvorhaben	2009
1280	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginnen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit Verkehrspsychologischer Teilbericht	2010
1279	VSS 2005/301	Leistungsfähigkeit zweistreifiger Kreisel	2009
1278	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginnen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit - Verkehrstechnischer Teilbericht	2009
1277	SVI 2007/005	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr - Vorstudie	2010
1276	VSS 2006/201	Überprüfung der schweizerischen Ganglinien	2008
1275	ASTRA 2006/016	Dynamic Urban Origin - Destination Matrix - Estimation Methodology	2009
1274	SVI 2004/088	Einsatz von Simulationswerkzeugen in der Güterverkehrs- und Transportplanung	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1273	ASTRA 2008/006	UNTERHALT 2000 - Massnahme M17, FORSCHUNG: Dauerhafte Materialien und Verfahren SYNTHESE - BERICHT zum Gesamtprojekt "Dauerhafte Beläge" mit den Einzelnen Forschungsprojekten: - ASTRA 200/419: Verhaltensbilanz der Beläge auf Nationalstrassen - ASTRA 2000/420: Dauerhafte Komponenten auf der Basis erfolgreicher Strecken - ASTRA 2000/421: Durabilité des enrobés - ASTRA 2000/422: Dauerhafte Beläge, Rundlaufversuch - ASTRA 2000/423: Griffigkeit der Beläge auf Autobahnen, Vergleich zwischen den Messergebnissen von SRM und SCRIM - ASTRA 2008/005: Vergleichsstrecken mit unterschiedlichen oberen Tragschichten auf einer Nationalstrasse	2008
1272	VSS 2007/304	Verkehrsregelungssysteme - behinderte und ältere Menschen an Lichtsignalanlagen	2010
1271	VSS 2004/201	Unterhalt von Lärmschirmen	2009
1270	VSS 2005/502	Interaktion Strasse Hangstabilität: Monitoring und Rückwärtsrechnung	2009
1269	VSS 2005/201	Evaluation von Fahrzeugrückhaltesystemen im Mittelstreifen von Autobahnen	2009
1268	ASTRA 2005/007	PM10-Emissionsfaktoren von Abriebsparkeln des Strassenverkehrs (APART)	2009
1267	VSS 2007/902	MDAinSVT Einsatz modellbasierter Datentransfernormen (INTERLIS) in der Strassenverkehrstelematik	2009
1266	VSS 2000/343	Unfall- und Unfallkostenraten im Strassenverkehr	2009
1265	VSS 2005/701	Zusammenhang zwischen dielektrischen Eigenschaften und Zustandsmerkmalen von bitumenhaltigen Fahrbahnbelägen (Pilotuntersuchung)	2009
1264	SVI 2004/004	Verkehrspolitische Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung	2009
1263	VSS 2001/503	Phénomène du dégel des sols gélifs dans les infrastructures des voies de communication et les pergélisols alpins	2006
1262	VSS 2003/503	Lärmverhalten von Deckschichten im Vergleich zu Gussasphalt mit strukturierter Oberfläche	2009
1261	ASTRA 2004/018	Pilotstudie zur Evaluation einer mobilen Grossversuchsanlage für beschleunigte Verkehrslastsimulation auf Strassenbelägen	2009
1260	FGU 2005/001	Testeinsatz der Methodik "Indirekte Vorauserkundung von wasserführenden Zonen mittels Temperaturdaten anhand der Messdaten des Lötschberg-Basistunnels	2009
1259	VSS 2004/710	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Synthesebericht	2008
1258	VSS 2005/802	Kaphaltestellen Anforderungen und Auswirkungen	2009
1257	SVI 2004/057	Wie Strassenraumbilder den Verkehr beeinflussen Der Durchfahrtswiderstand als Arbeitsinstrument bei der städtebaulichen Gestaltung von Strassenräumen	2009
1256	VSS 2006/903	Qualitätsanforderungen an die digitale Videobild-Bearbeitung zur Verkehrsüberwachung	2009
1255	VSS 2006/901	Neue Methoden zur Erkennung und Durchsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit	2009
1254	VSS 2006/502	Drains verticaux préfabriqués thermiques pour la consolidation in-situ des sols	2009
1253	VSS 2001/203	Rétention des polluants des eaux de chaussées selon le système "infiltrations sur les talus". Vérification in situ et optimisation	2009
1252	SVI 2003/001	Nettoverkehr von verkehrintensiven Einrichtungen (VE)	2009
1251	ASTRA 2002/405	Incidence des granulats arrondis ou partiellement arrondis sur les propriétés d'adhérence des bétons bitumineux	2008
1250	VSS 2005/202	Strassenabwasser Filterschacht	2007
1249	FGU 2003/004	Einflussfaktoren auf den Brandwiderstand von Betonkonstruktionen	2009
1248	VSS 2000/433	Dynamische Eindringtiefe zur Beurteilung von Gussasphalt	2008
1247	VSS 2000/348	Anforderungen an die strassenseitige Ausrüstung bei der Umwidmung von Standstreifen	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1246	VSS 2004/713	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Bedeutung Oberflächenzustand und Tragfähigkeit sowie gegenseitige Beziehung für Gebrauchs- und Substanzwert	2009
1245	VSS 2004/701	Verfahren zur Bestimmung des Erhaltungsbedarfs in kommunalen Strassennetzen	2009
1244	VSS 2004/714	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Gesamtnutzen und Nutzen-Kosten-Verhältnis von standardisierten Erhaltungsmassnahmen	2008
1243	VSS 2000/463	Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassenanlagen	2008
1242	VSS 2005/451	Recycling von Ausbauasphalt in Heissmischgut	2007
1241	ASTRA 2001/052	Erhöhung der Aussagekraft des LCPC Spurbildungstests	2009
1240	ASTRA 2002/010	L'acceptabilité du péage de congestion : Résultats et analyse de l'enquête en Suisse	2009
1239	VSS 2000/450	Bemessungsgrundlagen für das Bewehren mit Geokunststoffen	2009
1238	VSS 2005/303	Verkehrssicherheit an Tagesbaustellen und bei Anschlüssen im Baustellenbereich von Hochleistungsstrassen	2008
1237	VSS 2007/903	Grundlagen für eCall in der Schweiz	2009
1236	ASTRA 2008/008_07	Analytische Gegenüberstellung der Strategie- und Tätigkeitsschwerpunkte ASTRA-AIPCR	2008
1235	VSS 2004/711	Forschungspaket Massnahmenplanung im EM von Fahrbahnen - Standardisierte Erhaltungsmassnahmen	2008
1234	VSS 2006/504	Expérimentation in situ du nouveau drainomètre européen	2008
1233	ASTRA 2000/420	Unterhalt 2000 Forschungsprojekt FP2 Dauerhafte Komponenten bitumenhaltiger Belagsschichten	2009
651	AGB 2006/006_OBF	Instandsetzung und Monitoring von AAR-geschädigten Stützmauern und Brücken	2013
650	AGB 2005/010	Korrosionsbeständigkeit von nichtrostenden Betonstählen	2012
649	AGB 2008/012	Anforderungen an den Karbonatisierungswiderstand von Betonen	2012
648	AGB 2005/023 + AGB 2006/003	Validierung der AAR-Prüfungen für Neubau und Instandsetzung	2011
647	AGB 2004/010	Quality Control and Monitoring of electrically isolated post-tensioning tendons in bridges	2011
646	AGB 2005/018	Interactin sol-structure : ponts à culées intégrales	2010
645	AGB 2005/021	Grundlagen für die Verwendung von Recyclingbeton aus Betongranulat	2010
644	AGB 2005/004	Hochleistungsfähiger Faserfeinkornbeton zur Effizienzsteigerung bei der Erhaltung von Kunstbauten aus Stahlbeton	2010
643	AGB 2005/014	Akustische Überwachung einer stark geschädigten Spannbetonbrücke und Zustandserfassung beim Abbruch	2010
642	AGB 2002/006	Verbund von Spanngliedern	2009
641	AGB 2007/007	Empfehlungen zur Qualitätskontrolle von Beton mit Luftpermeabilitätsmessungen	2009
640	AGB 2003/011	Nouvelle méthode de vérification des ponts mixtes à âme pleine	2010
639	AGB 2008/003	RiskNow-Falling Rocks Excel-basiertes Werkzeug zur Risikoermittlung bei Steinschlag-schutzgalerien	2010
638	AGB2003/003	Ursachen der Rissbildung in Stahlbetonbauwerken aus Hochleistungsbeton und neue Wege zu deren Vermeidung	2008
637	AGB 2005/009	Détermination de la présence de chlorures à l'aide du Géoradar	2009
636	AGB 2002/028	Dimensionnement et vérification des dalles de roulement de ponts routiers	2009
635	AGB 2004/002	Applicabilité de l'enrobé drainant sur les ouvrages d'art du réseau des routes nationales	2008
634	AGB 2002/007	Untersuchungen zur Potenzialfeldmessung an Stahlbetonbauten	2008
633	AGB 2002/014	Oberflächenschutzsysteme für Betontragwerke	2008
632	AGB 2008/201	Sicherheit des Verkehrssystem Strasse und dessen Kunstbauten Testregion - Methoden zur Risikobeurteilung Schlussbericht	2010
631	AGB 2000/555	Applications structurales du Béton Fibré à Ultra-hautes Performances aux ponts	2008
630	AGB 2002/016	Korrosionsinhibitoren für die Instandsetzung chloridverseuchter Stahlbetonbauten	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
629	AGB 2003/001 + AGB 2005/019	Integrale Brücken - Sachstandsbericht	2008
628	AGB 2005/026	Massnahmen gegen chlorid-induzierte Korrosion und zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit	2008
627	AGB 2002/002	Eigenschaften von normalbreiten und überbreiten Fahrbahnübergängen aus Polymerbitumen nach starker Verkehrsbelastung	2008
626	AGB 2005/110	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Baustellensicherheit bei Kunstbauten	2009
625	AGB 2005/109	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen bei Kunstbauten	2009
624	AGB 2005/108	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Risikobeurteilung für Kunstbauten	2010
623	AGB 2005/107	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Tragsicherheit der bestehenden Kunstbauten	2009
622	AGB 2005/106	Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienzbasierten Sicherheitskonzepts	2009
621	AGB 2005/105	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Szenarien der Gefahrenentwicklung	2009
620	AGB 2005/104	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen	2009
619	AGB 2005/103	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Ermittlung des Netzzrisikos	2010
618	AGB 2005/102	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung	2009
617	AGB 2005/100	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Synthesebericht	2010
616	AGB 2002/020	Beurteilung von Risiken und Kriterien zur Festlegung akzeptierter Risiken in Folge aussergewöhnlicher Einwirkungen bei Kunstbauten	2009

## Publikationsliste SVI

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

- 1991 **Mögliche Methoden zur Erstellung einer Gesamtbewertung bei Prüfverfahren\***  
(Basler & Partner AG)
- 1992 **Parkierungsbeschränkungen mit Blauer Zone und Anwohnerparkkarte**  
(Jud AG)
- 1992 **Einsatzkonzepte und Integrationsprobleme der Elektromobile\***  
(U. Schwegler)
- 1992 **UVP bei Strassenverkehrsanlagen, Anleitung zur Erstellung von UVP-Berichten\***  
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)  
erschieden auch als Mitteilungen zur UVP Nr. 7/Mai 1992 des BUWAL
- 1992 **Von Experten zu Beteiligten - Partizipation von Interessierten und Betroffenen beim Entscheiden über Verkehrsvorhaben\***  
(J. Dietiker)
- 1992 **Fehlerrechnung und Sensitivitätsanalyse für Fragen der Luftreinhaltung: Verkehr - Emissionen – Immissionen \***  
(INFRAS)
- 1993 **Indikatoren im Fussgängerverkehr \***  
(RAPP AG)1993
- 1993 **Velofahren in Fussgängerzonen\***  
(P. Ott)
- 1993 **Vernetztes bzw. ganzheitliches Denken bei Verkehrsvorhaben**  
(Jauslin + Stebler, Rudolf Keller AG)
- 1993 **Untersuchung des Zusammenhanges von Verkehrs- und Wandermobilität**  
(synergo, Jenni + Gottardi AG)
- 1993 **Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von flexiblen Nutzungen im Strassenraum**  
(Sigmaphan AG)
- 1993 **EIE et infrastructures routières, Guide pour l'établissement de rapports d'impact \***  
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)  
erschieden als Mitteilungen zur UVP Nr. 7(93) / Juli 1993 des BUWAL/parus comme informations concernant l'étude de l'impact sur l'environnement EIE No. 7(93) / juillet 1993 de l'OFEFP
- 1993 **Handlungsanleitung für die Zweckmässigkeitsprüfung von Verkehrsinfrastrukturprojekten, Vorstudie**  
(Jenni + Gottardi AG)
- 1994 **Leistungsfähigkeit beim Fahrstreifenabbau auf Hochleistungsstrassen**  
(Rutishauser, Mögerle, Keller)
- 1994 **Perspektiven des Freizeitverkehrs, Teil 1: Determinanten und Entwicklungen\***  
(R + R Burger AG, Büro Z)
- 1995 **Verkehrsentwicklungen in Europa, Vergleich mit den schweizerischen Verkehrsperspektiven**  
(Prognos AG / Rudolf Keller AG)  
erschieden als GVF-Auftrag Nr. 267 des GS EVED Dienst für Gesamtverkehrsfragen / paru au SG DFTCE Service d'étude des transports No. 267
- 1996 **Einfluss von Strassenkapazitätsänderungen auf das Verkehrsgeschehen**  
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1997 **Zweckmässigkeitsbeurteilung von Strassenverkehrsanlagen \***  
(Jenni + Gottardi AG)
- 1997 **Verkehrsgrundlagen für Umwelt- und Verkehrsuntersuchungen**  
(Ernst Basler + Partner AG)
- 1998 **Entwicklungsindices des Schweizerischen Strassenverkehrs \***  
(Abay + Meier)
- 1998 **Kennzahlen des Strassengüterverkehrs in Anlehnung an die Gütertransportstatistik 1993**  
(Albrecht & Partner AG / Symplan Map AG)
- 1998 **Was Menschen bewegt. Motive und Fahrzwecke der Verkehrsteilnahme**  
(J. Dietiker)
- 1998 **Das spezifische Verkehrspotential bei beschränktem Parkplatzangebot \***  
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1998 **La banque de données routières STRADA-DB somme base de modèles de trafic**  
(Robert-Grandpierre et Rapp SA / INSER SA / Rosenthaler & Partner AG)
- 1998 **Perspektiven des Freizeitverkehrs. Teil 2: Strategien zur Problemlösung**  
(R + R Burger und Partner, Büro Z)
- 1998 **Kombinierte Unter- und Überführung für FussgängerInnen und VelofahrerInnen**  
(Büro BC / Pestalozzi & Stäheli)
- 1998 **Kostenwirksamkeit von Umweltschutzmassnahmen**  
(INFRAS)
- 1998 **Abgrenzung zwischen Personen- und Güterverkehr**  
(Prognos AG)
- 1999 **Gesetzmässigkeiten im Strassengüterverkehr und seine modellmässige Behandlung**  
(Abay & Meier / Ernst Basler + Partner AG)



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

- 2003 **Vorstudie zu den Wechselwirkungen Individualverkehr – öffentlicher Verkehr infolge von Verkehrstelematik-Systemen**  
(Abay & Meier, Zürich)
- 2003 **Strassen mit Gemischtverkehr: Anforderungen aus der Sicht der Zweiradfahrer**  
(WAM Partner, Planer und Ingenieure, Solothurn)
- 2003 **Erfolgskontrolle von Umweltschutzmassnahmen bei Verkehrsvorhaben**  
(Metron Landschaft AG, Brugg / Quadra GmbH, Zürich / Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)
- 2004 **Perspektiven für kurze Autos**  
(Ingenieur- und Planungsbüro Bühmann, Zollikon)
- 2004 **Lange Planungsprozesse im Verkehr**  
(BINARIO TRE, Windisch)
- 2004 **Auswirkungen von Personal Travel Assistance (PTA) auf das Verkehrsverhalten**  
(Ernst Basler und Partner AG, Zürich)
- 2004 **Methoden zum Erstellen und Aktualisieren von Wunschlinienmatrizen im motorisierten Individualverkehr**  
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**  
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT / Rapp Trans AG, Zürich)
- 2004 **Determinanten des Freizeitverkehrs: Modellierung und empirische Befunde**  
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Verfahren von Technology Assessment im Verkehrswesen**  
(Rapp Trans AG, Zürich / IKAÖ, Bern / Interface, Luzern)
- 2004 **Mobilitätsdatenmanagement für lokale Bedürfnisse**  
(SNZ, Zürich / TEAMverkehr, Cham / Büro für Verkehrsplanung, Fischeningen)
- 2004 **Auswirkungen neuer Arbeitsformen auf den Verkehr - Vorstudie**  
(INFRAS, Bern)
- 2004 **Standards für intermodale Schnittstellen im Verkehr**  
(synergo, Zürich / ILS NRW, Dortmund)
- 2005 **Verkehrsumlegungs-Modelle für stark belastete Strassennetze**  
(büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Wirksamkeit und Nutzen der Verkehrsinformation**  
(B+S Ingenieure AG, Bern / Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Landert Farago Partner, Zürich)
- 2005 **Spezialisierung und Vernetzung: Verkehrsangebot und Nachfrageentwicklung zwischen den Metropolitanräumen des Städtesystems Schweiz**  
(synergo, Zürich)
- 2005 **Wirkungsketten Verkehr - Wirtschaft**  
(ECOPLAN, Altdorf und Bern / büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Cleaner Drive**
- 2005 **Hindernisse für die Markteinführung von neuen Fahrzeug-Generationen**  
(E'mobile, der Schweizerische Verband für elektrische und effiziente Strassenfahrzeuge, Urs Schwegler)
- 2005 **Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen**  
(Ingenieur- und Planungsbüro Dr. Walter Berg, Zürich)
- 2005 **Instrumente für die Planung und Evaluation von Verkehrssystem-Management-Massnahmen**  
(Jenni + Gottardi AG, Zürich / Universität Karlsruhe)
- 2005 **Trafic de support logistique de grandes manifestations (Betriebsverkehr von Grossanlässen)**  
(Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL)
- 2005 **Verkehrsdosierungsanlagen, Strategien und Dimensionierungsgrundsätze**  
(Ingenieurbüro Walter Berg, Zürich)
- 2005 **Angebote und Erfolgskriterien im nächtlichen Freizeitverkehr**  
(Planungsbüro Jud, Zürich)
- 2005 **Vor- und Nachlauf im kombinierten Ladungsverkehr**  
(Rapp Trans AG, Zürich)
- 2005 **Finanzielle Anreize für effiziente Fahrzeuge - Eine Wirkungsanalyse der Projekte VEL2 (Tessin) und NewRide in Basel und Zürich**  
(Rapp Trans AG, Zürich / Interface, Luzern)
- 2006 **Reduktionsmöglichkeiten externer Kosten des MIV am Beispiel des Förderprogramms VEL2 im Kanton Tessin**  
(Università della Svizzera Italiana, Lugano / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich)
- 2006 **Nachhaltigkeit im Verkehr**
- 2006 **Indikatoren im Bereich Gesellschaft**  
(Ernst Basler + Partner AG, Zollikon / Landert Farago Partner, Zürich)
- 2006 **Früherkennung von Entwicklungstrends zum Verkehrsangebot**  
(Interface - Institut für Politikstudien, Luzern)
- 2006 **Publikumsintensive Einrichtungen PE: Planungsgrundlagen und Gesetzmässigkeiten**  
(Metron Verkehrsplanung AG, Brugg / Transitec Ingenieurs-Conseils SA, Lausanne / Fussverkehr Schweiz, Zürich)

- 2006 **Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs**  
(IRAP, Hochschule für Technik, Rapperswil / Fussverkehr Schweiz, Zürich / Pestalozzi & Stäheli, Basel / Daniel Sauter, Urban Mobility Research, Zürich)
- 2006 **Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts**  
(S-ce Simon consulting experts, Zürich)
- 2006 **Beurteilung von Busbevorzugungsmassnahmen**  
(Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)
- 2006 **Error Propagation in Macro Transport Models**  
(Systems Consult, Monaco / B+S Ingenieur AG, Bern)
- 2007 **Fussgängerstreifenlose Ortszentren**  
(Ingenieurbüro Ghielmetti, Winterthur / IAP, Zürich)
- 2007 **Kernfahrbahnen auf Ausserortsstrecken**  
(Frossard GmbH, Zürich)
- 2007 **Road Pricing Modelle auf Autobahnen und in Stadtregionen**  
(INFRAS, Zürich / Rapp Trans AG, Basel)
- 2007 **Entkopplung zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum**  
(INFRAS, Zürich / Università della Svizzera Italiana, Lugano)
- 2007 **Genderfragen in der Verkehrsplanung Vorstudie**  
(SNZ Ingenieure und Planer AG, Zürich)
- 2007 **Konfliktanalyse beim Mischverkehr**  
(Sigmaphan AG, Bern)
- 2007 **Verfahren zur Berücksichtigung der Zuverlässigkeit in Evaluationen**  
(Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich)
- 2007 **Überlegungen zu einem Marketingansatz im Fuss- und Veloverkehr**  
(Büro für Mobilität AG, Bern/Burgdorf / büro für utopien, Burgdorf/Berlin / LP Ingenieure AG, Bern / Masciardi communication & design AG, Bern)
- 2008 **Einbezug von Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens**  
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) ETH, Zürich / TRANSP-OR EPF Lausanne, Lausanne / IRE USI, Lugano)
- 2008 **Ausgestaltung von multimodalen Umsteigepunkten**  
(Metron AG, Brugg / Universität Zürich Sozialforschungsstelle, Zürich)
- 2008 **Überbreite Fahrstreifen und zweistreifige Schmalfahrbahnen**  
(IRAP HSR Hochschule für Technik, Rapperswil)
- 2008 **Fahrten- und Fahrleistungsmodelle: Erste Erfahrungen**  
(Hesse+Schwarze+Partner, Zürich / büro widmer, Frauenfeld)
- 2008 **Quantitative Auswirkungen von Mobility Pricing Szenarien auf das Mobilitätsverhalten und auf die Raumplanung**  
(Verkehrsconsulting Fröhlich, Zürich / TransOptima GmbH, Olten / Ernst Basler + Partner AG, Zürich)
- 2008 **Organisatorische und rechtliche Aspekte des Mobility Pricing**  
(Ernst Basler + Partner AG)
- 2008 **Forschungspaket "Güterverkehr", Initialprojekt "Bestandesaufnahme und Konkretisierung des Forschungspaket"**  
(Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich - ETH / Università della Svizzera Italiana / Universität St. Gallen)
- 2008 **Freizeitverkehr innerhalb von Agglomerationen**  
(Hochschule Luzern - Wirtschaft, Luzern / ISOE, Frankfurt am Main / Interface Politikstudien, Luzern)
- 2008 **Gesetzmässigkeiten des Anlieferverkehrs**  
(Sigmaphan AG / Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG)
- 2009 **Modal Split Funktionen im Güterverkehr**  
(Rapp Trans AG, Zürich / IVT ETH, Zürich)
- 2009 **Mobilitätsmuster zukünftiger Rentnerinnen und Rentner: eine Herausforderung für das Verkehrssystem 2030?**  
(büro widmer Frauenfeld / Institut für Psychologie, Universität Bern)
- 2008 **Mobilitätsmanagement in Berieben - Motive und Wirksamkeit**  
(synergo, Zürich / Tensor Consulting AG, Bern)
- 2009 **Monitoring und Controlling des Gesamtverkehrs in Agglomerationen**  
(Ecoplan, Altdorf und Bern / Ernst Basler + Partner, Zürich)
- 2009 **Wie Strassenraumbilder den Verkehr beeinflussen**  
(Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften zhaw, Winterthur / Jenni + Gottardi AG, Thalwil)
- 2009 **Nettoverkehr von verkehrsintensiven Einrichtungen (VE)**  
(Berz Hafner + Partner AG, Bern / Hornung Wirtschafts- und Sozialstudien, Bern / Künzler Bossert + Partner GmbH, Bern / Roduner BSB + Partner AG, Schliern)
- 2009 **Verkehrspolitische Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung**  
(synergo, Mobilität - Politik - Raum, Zürich / Institut für Politikwissenschaft/Uni Bern, Bern / Büro Vatter, Bern / Büro für Mobilität AG, Bern)

- 2009 **Einsatz von Simulationswerkzeugen in der Güterverkehrs- und Transportplanung**  
(Rapp Trans AG, Zürich / ZHAW, Wädenswil, IAS Institut für Angewandte Simulation)
- 2009 **Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr - Vorstudie**  
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich)
- 2010 **Optimierung der Strassenverkehrsunfallstatistik durch Berücksichtigung von Daten aus dem Gesundheitswesen**  
(Rapp Trans AG, Zürich)
- 2010 **Systematische Wirkungsanalysen von kleinen und mittleren Verkehrsvorhaben**  
(B,S,S. Volkswirtschaftliche Beratung AG, Basel / Basler & Hofmann AG, Zürich)
- 2011 **Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit**  
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich)
- 2011 **Hindernisfreier Verkehrsraum - Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung**  
(Pestalozzi & Stäheli, Basel / Schweiz. Fachstelle für behindertengerechtes Bauen, Zürich)
- 2011 **Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz**  
(Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ), Bern / Interface Politikstudien Forschung und Beratung, Luzern / verkehrsteiner, Bern)
- 2011 **Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen**  
(Ingenieurbüro Ghielmetti, Chur / Pestalozzi & Stäheli, Basel / verkehrsteiner, Bern)
- 2011 **Standards für die Mobilitätsversorgung im peripheren Raum**  
(Ecoplan, Bern / Metron, Brugg)
- 2011 **Widerstandsfunktionen für Innerorts-Strassenabschnitte ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten**  
(büro widmer ag, Frauenfeld / Rudolf Keller & Partner AG, Muttenz)
- 2011 **Indices caractéristiques d'une cité-vélo. Méthode d'évaluation des politiques cyclables en 8 indices pour les petites et moyennes communes**  
(ROLAND RIBI & ASSOCIES SA, Genève)
- 2011 **Aggressionen im Verkehr**  
(Basler & Hofmann AG, Zürich / Psychologischer Dienst der Psychiatrischen Universitätsklinik PUK, Basel)
- 2011 **Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen**  
(IVT, ETH Zürich)
- 2012 **Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen**  
(Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) GmbH, Berlin / ETH Zürich - Institut für Umweltentscheidungen, Zürich)
- 2012 **Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer?**  
(Universität Zürich, Zürich / Planungsbüro Jud AG, Zürich / Boss et Partenaires SA, Neuchâtel)
- 2012 **Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs**  
(IVT, ETH Zürich)
- 2012 **Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung**  
(Rapp Trans AG)
- 2012 **Neue Erkenntnisse zum Mobilitätsverhalten dank Data Mining?**  
(Büro Widmer AG, Frauenfeld / Institut für Datenanalyse und Prozessdesign (idp) Zürcher Hochschule, Winterthur)
- 2012 **Verkehrsanbindung von Freizeitanlagen**  
(Hochschule Luzern - Wirtschaft (HSLU), Luzern / Hochschule für Technik (HSR), Rapperswil)
- 2012 **Wissens- und Technologietransfer im Verkehrsbereich**  
(Hochschule Luzern, Luzern / Planungsbüro Jud, Zürich)
- 2012 **Regulierung des Güterverkehrs**  
**Auswirkungen auf die Transportwirtschaft**  
(INFRAS, Zürich / Rapp Trans AG, Zürich / Moll Advokatur, Bern)
- 2012 **Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen**  
(regioConcept AG, Herisau)
- 2013 **Nutzen von Reisezeiteinsparungen im Personenverkehr**  
(Metron Verkehrsplanung AG / Sozialforschungsstelle Universität Zürich)
- 2013 **Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen?**  
(ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, IAP Institut für Angewandte Psychologie, Winterthur / Frossard GmbH, Zürich / verkehrsteiner AG, Bern)
- 2013 **Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen**  
(B+S AG, Bern)
- 2013 **Akzeptanz von Verkehrsmanagementmassnahmen – Vorstudie**  
(Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH / SNZ Ingenieure und Partner AG / Institut für Verkehrspsychologie Aachen)
- 2013 **Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz**  
(Lehrstuhl für Logistikmanagement – Universität St Gallen / Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme – ETH Zürich)

- 2013 **Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren**  
(Rapp Trans AG, Basel)
- 2013 **Projektierungsfreiräume bei Strassen und Plätzen**  
(ewp AG, Effretikon / Planungsbüro Jürg Dietiker)

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

Die Berichte können bezogen werden bei / Les rapports peuvent être commandés au:  
VSS, Sihlquai 255, 8005 Zürich,  
Tel. 044 / 269 40 20, Fax. 044 / 252 31 30, [info@vss.ch](mailto:info@vss.ch)