

# Externe Effekte des Verkehrs 2010

Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten

**Kurzfassung**

**18. Juni 2014**

zuhanden des Bundesamts für Raumentwicklung



# Impressum

## Empfohlene Zitierweise

Autor: Ecoplan / Infrac  
Titel: Externe Effekte des Verkehrs 2010  
Untertitel: Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten  
Kurzfassung  
Auftraggeber: Bundesamt für Raumentwicklung  
Ort: Bern, Zürich und Altdorf  
Datum: 18. Juni 2014  
Bezug: [www.ecoplan.ch](http://www.ecoplan.ch)

## Begleitgruppe

Christina Hürzeler (ARE, Leitung)  
Franziska Borer Blindenbacher (ARE)  
Oberauner Iris Maria (BAFU)  
Zbinden Manfred (ASTRA)  
Roman Rosenfellner (ASTRA)  
Schreyer Christoph (BAV)  
Quandt Alexandra (BFS)  
Rindlisbacher Theo (BAZL)

## Projektteam

Heini Sommer (Ecoplan, Projektleitung)  
Christoph Lieb (Ecoplan)  
Matthias Amacher (Ecoplan)  
Markus Maibach (Infrac, stv. Projektleitung)  
Daniel Sutter (Infrac)  
Cuno Bieler (Infrac)  
Remo Zandonella (Infrac)  
Jürg Heldstab (Infrac)  
Martin Rööslì (Swiss TPH)  
Danielle Vienneau (Swiss TPH)  
Laura Perez (Swiss TPH)  
Hans Buser (nateco)  
Thomas Künzle (Meteotest)

Der Bericht gibt die Auffassung des Projektteams wieder, die nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers bzw. der Auftraggeberin oder der Begleitorgane übereinstimmen muss.

Ecoplan AG

Forschung und Beratung  
in Wirtschaft und Politik

[www.ecoplan.ch](http://www.ecoplan.ch)

Monbijoustrasse 14  
CH - 3011 Bern  
Tel +41 31 356 61 61  
[bern@ecoplan.ch](mailto:bern@ecoplan.ch)

Schützengasse 1  
Postfach  
CH - 6460 Altdorf  
Tel +41 41 870 90 60  
[altdorf@ecoplan.ch](mailto:altdorf@ecoplan.ch)

Infrac AG

Forschung und Beratung

[www.infrac.ch](http://www.infrac.ch)

Binzstrasse 23  
Postfach  
CH-8045 Zürich  
Tel: ++41 44 205 95 95  
Fax: ++41 44 205 95 99  
[zuerich@infrac.ch](mailto:zuerich@infrac.ch)

## Abstract

In der Studie werden die externen und sozialen (volkswirtschaftlichen) Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekte des Verkehrs in der Schweiz im Jahr 2010 ermittelt. Hierzu werden die bisherigen Berechnungen zum Strassen- und Schienenverkehr einer methodischen Überprüfung unterzogen und für das Jahr 2010 mit vollständig aktualisierten Datengrundlagen für die folgenden zwölf Kostenbereiche neu berechnet: Luftverschmutzungsbedingte Gesundheitsschäden, Gebäudeschäden, Ernteauffälle, Waldschäden, Biodiversitätsverluste, Lärm, Klima, Natur und Landschaft, Bodenschäden, vor- und nachgelagerte Prozesse, Unfälle und Zusatzkosten in städtischen Räumen. Erstmals für die Schweiz werden für diese Kostenbereiche auch die externen Kosten im Luft- und Schiffsverkehr ermittelt und der Strassenverkehr wird um den Langsamverkehr (Fuss- und Veloverkehr) ergänzt. Zudem werden die positiven Auswirkungen der körperlichen Betätigung im Langsamverkehr auf die Gesundheit berechnet.

Die gesamten externen Kosten summieren sich über die vier Verkehrsträger auf gut 9'400 Mio. CHF im Jahr 2010. Hauptverursacher der externen Kosten ist der motorisierte private Personenverkehr auf der Strasse mit Kosten von 5'500 Mio. CHF, gefolgt vom Strassengüterverkehr mit 1'000 Mio. CHF (ein Teil der LSVA wurde als Internalisierung angerechnet) und dem öffentlichen Strassenverkehr mit 190 Mio. CHF. Der Luftverkehr verursacht externe Kosten von 920 Mio. CHF und auf den Schienenverkehr entfallen 740 Mio. CHF. Der Schiffsverkehr verursacht externe Kosten von 57 Mio. CHF. Im Langsamverkehr entstehen neben externen Kosten von 900 Mio. CHF auch externe Gesundheitsnutzen von 1'300 Mio. CHF. Beim Vergleich dieser absoluten Zahlen ist zu beachten, dass die Verkehrsleistungen der einzelnen Verkehrsträger sehr unterschiedlich sind. Auf der Strasse werden deutlich mehr Personen- und Tonnenkilometer zurückgelegt als auf den anderen Verkehrsträgern, im Schiffsverkehr deutlich weniger.

## Kurzfassung

### Ausgangslage und Ziel

Das Bundesamt für Statistik (BFS) und das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) erstellen für das Jahr 2010 eine Transportrechnung zum Verkehr in der Schweiz. Diese aktualisiert die bisherige Rechnung aus dem Jahr 2005 (BFS 2009) und soll neben dem Strassen- und Schienenverkehr erstmals auch den Luftverkehr und teilweise den Schiffsverkehr beinhalten.

Als Input für diese Gesamtrechnung konzentriert sich der vorliegende Bericht auf die Ermittlung der externen Kosten, welche von diesen Verkehrsträgern im Jahr 2010 verursacht wurden. Für den Verkehrsträger Strasse wird gegenüber den bisherigen Berechnungen neu der Langsamverkehr (Fuss- und Veloverkehr) einbezogen – sowohl dessen externe Kosten als auch dessen externe Nutzen in Form von positiven Auswirkungen auf die Gesundheit.

### Methodisches Vorgehen

Die Berechnungen der externen Kosten konzentrieren sich auf die **Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekte**. Sie basieren auf nachstehenden Festlegungen:

#### a) Definitionen und Preisbasis

Es werden sowohl die sozialen als auch die externen Kosten bestimmt:

- Die **sozialen** (oder volkswirtschaftlichen) **Kosten** des Verkehrs umfassen die gesellschaftlichen Kosten, die durch die Verkehrsaktivität entstehen. Sie setzen sich aus den internen und externen Kosten zusammen.
- Die **internen Kosten** sind jene Kosten, welche die Verkehrsteilnehmenden selbst für ihre Fahrten auf sich nehmen (z.B. Prämien der Motorfahrzeug-Haftpflichtversicherungen).
- Als **externe Kosten** wird jener Teil der sozialen Kosten bezeichnet, für den nicht die Verursachenden der Verkehrsaktivität aufkommen. Typisches Beispiel ist etwa der Lärm, welcher durch die Verkehrsaktivität verursacht wird, sich jedoch im Preis für die Fahrt nicht widerspiegelt.

Die Ergebnisse werden auf der Preisbasis 2010 zu **Faktorpreisen** ermittelt, d.h. die indirekten Steuern (z.B. MWST) werden nicht berücksichtigt bzw. herausgerechnet.

#### b) Externe Kosten aus unterschiedlichen Sichtweisen

Die externen Effekte können aus verschiedenen Sichtweisen bestimmt werden:

- **Sicht Verkehrsträger:** Der gesamte Verkehrsträger wird als Einheit betrachtet. Innerhalb des Verkehrsträgers werden alle Kosten, welche von den Benutzern dieses Verkehrsträgers selber getragen werden, als intern angesehen (z.B. diejenigen Unfallkosten, die ein Personenwagen einem Velofahrenden verursacht). Externe Kosten ergeben sich bei dieser Sicht nur, wenn sie ausserhalb des Verkehrsträgers anfallen. Bei der Sicht Verkehrs-

träger geht es um die Frage, welcher Verkehrsträger welche Kosten verursacht und bis zu welchem Grad diese Kosten innerhalb des Verkehrsträgers gedeckt werden (Kostendeckungsgrad). Die Sicht Verkehrsträger bildet die Basis für die Transportrechnung und steht im Zentrum dieses Berichtes.

- **Sicht Verkehrsart Schwerverkehr:** Diese Sichtweise wurde vom Bundesgericht für die Berechnung der Höhe der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) für die Fahrzeugkategorien Gesellschaftswagen, Lieferwagen und Lastwagen vorgeschrieben. Als extern gelten bei dieser Sicht alle Kosten, die nicht innerhalb des Schwerverkehrs anfallen. Im Gegensatz zur Sicht Verkehrsträger werden also Kosten, die ein Lastwagen z.B. einem Personenwagen verursacht, als extern betrachtet.
- **Sicht Verkehrsteilnehmende:** Als dritte Sichtweise wird im Bericht auch die Sicht Verkehrsteilnehmende berechnet (in der Kurzfassung nicht dargestellt, vgl. Kapitel 16.3): Bei dieser Sicht wird für die Abgrenzung der externen Kosten vom einzelnen Verkehrsteilnehmenden ausgegangen. Alle Kosten, die der Verursacher einer der Verkehrsaktivität nicht selbst trägt, werden als extern betrachtet. Bei der Sicht Verkehrsteilnehmende steht die volkswirtschaftlich effiziente Nutzung der Verkehrsinfrastruktur im Zentrum. Die ermittelten Kostensätze dienen als Informationen zur Ermittlung von Internalisierungsbeiträgen.

### c) Abgrenzung der Verkehrsträger und des Untersuchungsraums

Zur **Abgrenzung** der Verkehrsträger werden die Definitionen der Transportrechnung übernommen.

- Zum Strassenverkehr gehören der gesamte Verkehr (inkl. Langsamverkehr) auf Autobahnen bis 3.-Klass-Strassen.
- Im Schienenverkehr werden alle Verkehre auf dem gesamten Schienennetz (ohne Zahnrad- und Seilbahnen) berücksichtigt.
- Im Luftverkehr werden alle Flüge von / nach Landesflughäfen und Regionalflughäfen mit einbezogen. Ausgeschlossen werden Flugfelder, Heliports sowie die militärische Aviatik.
- Im Schiffsverkehr werden die Rheinhäfen in Basel sowie die Anlegestellen der öffentlichen Personenschiffahrt und des Güterverkehrs berücksichtigt.

Die Berechnung der Kosten erfolgt in den Bereichen **Strassen- und Schienenverkehr** grundsätzlich nach dem **Territorialprinzip**: Es erfasst diejenigen Kosten, welche durch den Verkehr in der Schweiz verursacht werden. Im **Luft- und Schiffsverkehr** hingegen wird das **Halbstreckenprinzip** verwendet, d.h. alle Verkehre werden je hälftig dem Quell- und Zielort des Verkehrs zugeordnet (Binnenverkehre sind voll abgedeckt, Verkehre ins / vom Ausland bis zur / ab der Hälfte der Strecke). Das Halbstreckenprinzip dient zur Abgrenzung des internationalen Verkehrs (Luftverkehr und Rheinschiffahrt).

### d) Berücksichtigte Kosten- und Nutzenbereiche sowie Berechnungsansätze

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich auf die Ermittlung der externen Kosten des Verkehrs in 12 ausgewählten Bereichen. Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten methodischen Elemente nach Kostenart.

**Abbildung K-1: Methodische Ansätze zur Ermittlung der externen Kosten nach Kostenart**

<b>Kostenart</b>	<b>Methodischer Ansatz</b>
Gesundheitskosten durch Luftverschmutzung	Medizinische Behandlungskosten, Nettoproduktionsausfall, Wiederbesetzungskosten, immaterielle Kosten infolge Verkürzung der Lebenserwartung und Krankheitsfälle (alles Schadenskosten)
Gebäudeschäden durch Luftverschmutzung	a. Kosten für zusätzliche Renovationen (verkehrsexponierte Standorte); b. Kosten durch verkürzte Lebensdauer der Fassade (nicht verkehrsexponierte Standorte); c. Zusätzliche Reinigungskosten (alles Schadenskosten)
Ernteauffälle durch Luftverschmutzung	Verminderung von landwirtschaftlichen Erträgen infolge Ozonbelastung (Schadenskosten)
Waldschäden durch Luftverschmutzung	a. Verminderung von Holzernteerträgen infolge Ozonbelastung; b. Verminderung von Holzernteerträgen infolge Bodenversauerung; c. Kosten durch verstärkten Windwurf als Folge der Bodenversauerung (alles Schadenskosten)
Biodiversitätsverluste durch Luftverschmutzung	Kosten für (virtuelle) Massnahmen zur Wiederherstellung von artenreichen Ökosystemen (Ersatzkostenansatz)
Lärm	Belästigungen (über Abnahme der Wohnungspreise) und Gesundheitskosten (analog zu Gesundheitsschäden durch Luftverschmutzung – alles Schadenskosten)
Klima	Kosten für Vermeidungsmassnahmen zur Erreichung eines langfristigen globalen Klimaziels (Vermeidungskostenansatz)
Natur und Landschaft	Ersatzkostenansatz: a. Habitatverluste: Kosten für (virtuelle) Wiederherstellung von verlorenen Biotop- bzw. Ökosystemflächen (Habitate) b. Habitatfragmentierung: Kosten für (virtuelle) Erstellung von Defragmentierungsbauwerken
Bodenschäden durch toxische Stoffe	Kosten für (virtuelle) Sanierung der durch toxische Stoffe verschmutzten Böden (Reparaturkostenansatz)
Kosten vor- und nachgelagerter Prozesse	Klima- und Luftverschmutzungskosten für Herstellung, Unterhalt und Entsorgung von Fahrzeugen (Verkehrsmitteln), Energieträgern (Treibstoffe, Strom) und Infrastrukturen
Unfälle	Medizinische Behandlungskosten, Nettoproduktionsausfall, Wiederbesetzungskosten, immaterielle Kosten, Administrativkosten, Sachschäden, Polizei- und Rechtsfolgekosten (alles Schadenskosten)
Zusatzkosten in städtischen Räumen	a. Zeitkosten infolge räumlicher Trenneffekte für den Langsamverkehr (Schadenskosten); b. Beeinträchtigung Ortsbild und Aufenthaltsqualität: Kosten für die Aufwertung stark belasteter Ortsdurchfahrten (Reparaturkosten)

Die Nutzen des Verkehrs, welche zweifellos gross sind und mehrheitlich intern anfallen, sind mit einer Ausnahme nicht Gegenstand der vorliegenden Studie. Einzig beim Langsamverkehr werden erstmals für die Schweiz interne und externe Nutzen (höhere Lebenserwartung und weniger Spitalaufenthalte dank physischer Aktivität – methodisch analog bestimmt wie die Gesundheitsschäden durch Luftverschmutzung in Abbildung K-1) ermittelt. Auf andere Nutzenbereiche und deren möglicher externer Anteil wird im Rahmen dieser Studie auftragsgemäss nicht eingegangen (siehe Exkurs in Kapitel 2.2).

#### e) Umgang mit Internalisierungsbeiträgen

**Internalisierungsbeiträge**, die direkt einem Kostenbereich zugeordnet werden können (z.B. lärmabhängige Landegebühren, Klimarappen), werden von den Kosten direkt abgezogen.

Die LSVA – konzipiert zur Internalisierung der externen Kosten des Strassenschwerverkehrs – wird hingegen in einer separaten Schlussbetrachtung den externen Kosten des Schwerverkehrs gegenübergestellt. Die Mineralölsteuer wird hingegen nicht als Internalisierungsbeitrag behandelt, da diese bereits in der Infrastrukturrechnung angerechnet wird.

#### f) Umgang mit Unsicherheiten

Die Berechnung der externen Effekte kann nicht ohne Annahmen und Vereinfachungen vorgenommen werden. Mit diesen **Unsicherheiten** wird wie folgt umgegangen: Falls ein wissenschaftlich fundierter „**best guess**“ vorliegt, wird dieser Wert verwendet. Ansonsten beruht die Berechnung auf einer **vorsichtigen Schätzung („at least Ansatz“)**, d.h. überall, wo Annahmen und Vereinfachungen vorgenommen werden, werden diese **„so realistisch wie möglich, im Zweifelsfall jedoch konservativ“** getroffen. Konkret bedeutet dies, dass bei Unsicherheiten vorsichtige Annahmen verwendet werden, die eher zu einer Unter- als einer Überschätzung der tatsächlichen Kosten und Nutzen führen.

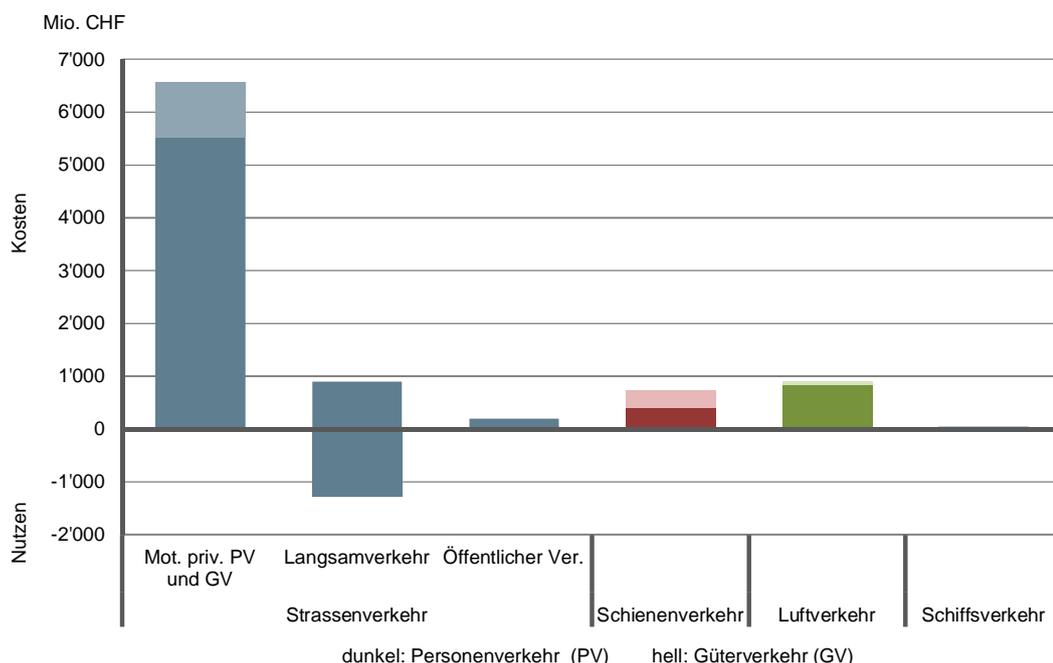
### Ergebnisse zu den externen Effekten

#### a) Externe Effekte Gesamtverkehr

Die Abbildung K-2 und Abbildung K-3 zeigen, dass aus der Sicht Verkehrsträger externe Kosten von insgesamt 9'400 Mio. CHF im Jahr 2010 entstehen. Der Strassenverkehr verursacht den Grossteil dieser Kosten (82% oder 7'700 Mio. CHF – davon motorisierter privater Personenverkehr 5'500 Mio. CHF, Güterverkehr 1'000 Mio. CHF (ein Teil der LSVA wurde als Internalisierung angerechnet), Langsamverkehr 900 Mio. CHF und öffentlicher Strassenverkehr 190 Mio. CHF). An zweiter Stelle folgt der Luftverkehr mit 10% oder 920 Mio. CHF. Der Schienenverkehr verursacht Kosten von 730 Mio. CHF (oder 8%). Der Schiffsverkehr weist externe Kosten von 57 Mio. CHF (0.6%) aus. Insgesamt werden 84% der externen Kosten durch den Personenverkehr verursacht und 16% durch den Güterverkehr. Im Langsamverkehr entstehen ausserdem externe Gesundheitsnutzen von 1'300 Mio. CHF. Zu beachten ist, dass die Verkehrsleistungen der einzelnen Verkehrsträger sehr unterschiedlich sind. Auf der Strasse werden deutlich mehr Personen- und Tonnenkilometer zurückgelegt als auf den anderen Verkehrsträgern, im Schiffsverkehr deutlich weniger.

Es zeigt sich, dass vier Kostenbereiche massgeblich zum Total beitragen: Die Klimakosten, die Unfallkosten, der Lärm und die Gesundheitskosten der Luftverschmutzung verursachen je Kosten von 1'750 bis 2'000 Mio. CHF. Durch vor- und nachgelagerte Prozesse sowie den Bereich Natur und Landschaft entstehen weitere Kosten von je ca. 900 Mio. CHF. Auf die Gebäudeschäden entfallen noch ca. 350 Mio. CHF, alle übrigen Kostenbereiche liegen je unter 150 Mio. CHF. Von diesen Kosten abzuziehen ist ein Teil der LSVA-Einnahmen von gut 700 Mio. (der nicht auf die einzelnen Kostenbereiche aufgeteilt wird). Zudem fallen im Langsamverkehr externe Gesundheitsnutzen von 1'300 Mio. CHF an.

**Abbildung K-2: Überblick über die externen Effekte aus Sicht Verkehrsträger 2010**  
 Strassen- / Schienenverkehr: Territorialprinzip\*, Luft- / Schiffsverkehr: Halbstreckenprinzip\*\*



\* Territorialprinzip : Verkehr innerhalb Schweizer Grenzen

\*\* Halbstreckenprinzip: Verkehr innerhalb Schweizer Grenzen und halbe Flug- / Schiffstrecke von der Schweiz in die Auslandsdestination und umgekehrt (vgl. Kapitel 2.3.2)

**Abbildung K-3: Überblick über die externen Effekte aus Sicht Verkehrsträger 2010**  
 Strassen- / Schienenverkehr: Territorialprinzip, Luft- / Schiffsverkehr: Halbstreckenprinzip

in Mio. CHF	Strassenverkehr			Schienenverkehr	Luftverkehr	Schiffsverkehr	Total
	Mot. priv. PV und GV	Langsamverkehr	Öffentlicher Verkehr				
Gesundheit Luft	1'444	-	60	185	37	29	<b>1'756</b>
Gebäude Luft	297	-	12	38	8	6	<b>362</b>
Ernteauffälle Luft	52	-	4	1	2	1	<b>59</b>
Waldschäden Luft	45	-	3	1	1	1	<b>51</b>
Biodiversitätsverluste Luft	134	-	7	2	3	3	<b>148</b>
Lärm	1'427	-	37	269	66	-	<b>1'799</b>
Klima	1'234	-	26	4	686	8	<b>1'959</b>
Natur und Landschaft	750	10	10	119	6	5	<b>900</b>
Bodenschäden	113	-	5	24	-	-	<b>142</b>
Vor- und nachgelagerte Prozesse	704	34	20	48	108	3	<b>917</b>
Unfälle	980	856	7	4	2	0	<b>1'850</b>
Städtische Räume	109	-	3	32	-	-	<b>144</b>
Abzug LSVA-Anteil	-720	-	-	-	-	-	<b>-720</b>
<b>Total</b>	<b>6'570</b>	<b>900</b>	<b>194</b>	<b>727</b>	<b>919</b>	<b>57</b>	<b>9'367</b>
<b>Gesundheitsnutzen Langsamverkehr</b>	-	<b>-1'281</b>	-	-	-	-	<b>-1'281</b>

In dieser und allen nachfolgenden Abbildungen können sich Rundungsdifferenzen in den Totalen ergeben.

## b) Externe Effekte Strassenverkehr

Im Strassenverkehr sind die Personenwagen für den Grossteil (63%) der externen Kosten verantwortlich (vgl. Abbildung K-4). Motorräder und Lieferwagen tragen je 7.3% zum Total bei, Lastwagen und Sattelschlepper zusammen 6.1% (ein Teil der LSVA wurde als Internalisierung angerechnet). Im Fussverkehr resultiert ein externer Nutzenüberschuss von gut 500 Mio. CHF: Die Gesundheitsnutzen von 890 Mio. CHF sind deutlich höher als die vom Langsamverkehr verursachten Unfallkosten von 360 Mio. CHF (sowie die geringen übrigen externen Kosten). Trolleybusse und Trams weisen nur sehr geringe externe Kosten auf.

**Abbildung K-4: Externe Effekte aus Sicht Verkehrsträger im Strassenverkehr 2010 nach Kostenbestandteilen und Fahrzeugkategorien sowie Kosten pro pkm bzw. tkm**

Externe Kosten Strassenverkehr in Mio. CHF	Personenverkehr									Güterverkehr				Gesamt- total	
	Motorisierter privater Personenverkehr				Langsamverkehr			Öffentlicher Personenverkehr			Li	LW	SS		Tr/Arbm
	PW	GW	MR	Mofa	Velo	fäG	Fuss	Bus	Trolley	Tram					
Gesundheit Luft	1'019.2	22.7	8.3	0.6	-	-	-	60.2	n.a.	n.a.	129.3	169.4	94.9	n.a.	1'504.6
Gebäude Luft	209.8	4.7	1.7	0.1	-	-	-	12.4	n.a.	n.a.	26.6	34.9	19.5	n.a.	309.7
Ernteausfälle Luft	27.0	1.2	0.6	0.0	-	-	-	3.7	-	-	6.1	10.0	6.9	n.a.	55.5
Waldschäden Luft	25.0	1.0	0.5	0.0	-	-	-	2.9	-	-	4.9	8.0	5.5	n.a.	47.9
Biodiversitätsverluste Luft	86.5	2.3	1.1	0.0	-	-	-	6.8	-	-	12.3	18.8	13.0	n.a.	140.8
Lärm	644.1	17.2	249.7	1.7	-	-	-	35.4	0.3	1.1	142.6	233.6	137.8	n.a.	1'463.5
Klima	956.2	9.5	17.9	0.8	-	-	-	26.1	-	-	86.5	94.8	68.6	n.a.	1'260.6
Natur und Landschaft	601.1	4.0	9.0	0.5	4.2	0.1	5.9	9.3	0.1	0.1	45.9	53.5	36.1	n.a.	769.7
Bodenschäden	56.8	2.2	1.2	0.1	-	-	-	4.6	0.5	0.0	10.9	26.2	15.5	n.a.	117.9
Vor- und nachgelagerte Prozesse	537.3	4.8	8.7	0.5	12.3	0.5	21.6	11.5	1.9	6.2	49.7	56.4	46.8	n.a.	758.1
Unfälle	590.7	1.7	257.7	59.0	449.7	45.9	360.0	3.1	2.6	1.5	34.2	13.9	6.6	16.6	1'843.3
Städtische Räume	90.6	0.3	1.9	0.1	-	-	-	2.2	0.4	0.6	9.3	3.5	2.9	n.a.	111.8
Abzug LSVA-Anteil	-	-12.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-375.1	-332.1	-	-719.7
<b>Total</b>	<b>4'844.2</b>	<b>58.9</b>	<b>558.1</b>	<b>63.6</b>	<b>466.2</b>	<b>46.5</b>	<b>387.5</b>	<b>178.2</b>	<b>5.8</b>	<b>9.5</b>	<b>558.3</b>	<b>348.0</b>	<b>122.2</b>	<b>16.6</b>	<b>7'663.8</b>
in % des Gesamttotals	63.2%	0.8%	7.3%	0.8%	6.1%	0.6%	5.1%	2.3%	0.1%	0.1%	7.3%	4.5%	1.6%	0.2%	100.0%
Total Sicht Verkehrsart		64.0									372.2	136.7			572.9
Gesundheitsnutzen Langsamverkehr	-	-	-	-	-388.5	n.a.	-892.2	-	-	-	-	-	-	-	-1'280.7
Kosten in Rp/pkm (PV) bzw. Rp/tkm (GV)	5.3	2.3	23.8	47.9	3.7	40.9	-10.3	7.0	1.1	1.0	52.6	4.4	1.2	n.a.	

PW = Personenwagen, GW = Gesellschaftswagen, MR = Motorrad, fäG = fahrzeugähnliches Gerät, Fuss = Fussverkehr, Li = Lieferwagen, LW = Lastwagen, SS = Sattelschlepper, Tr = Traktor, Arbm = Arbeitsmaschine, n.a. = not available (nicht verfügbar)

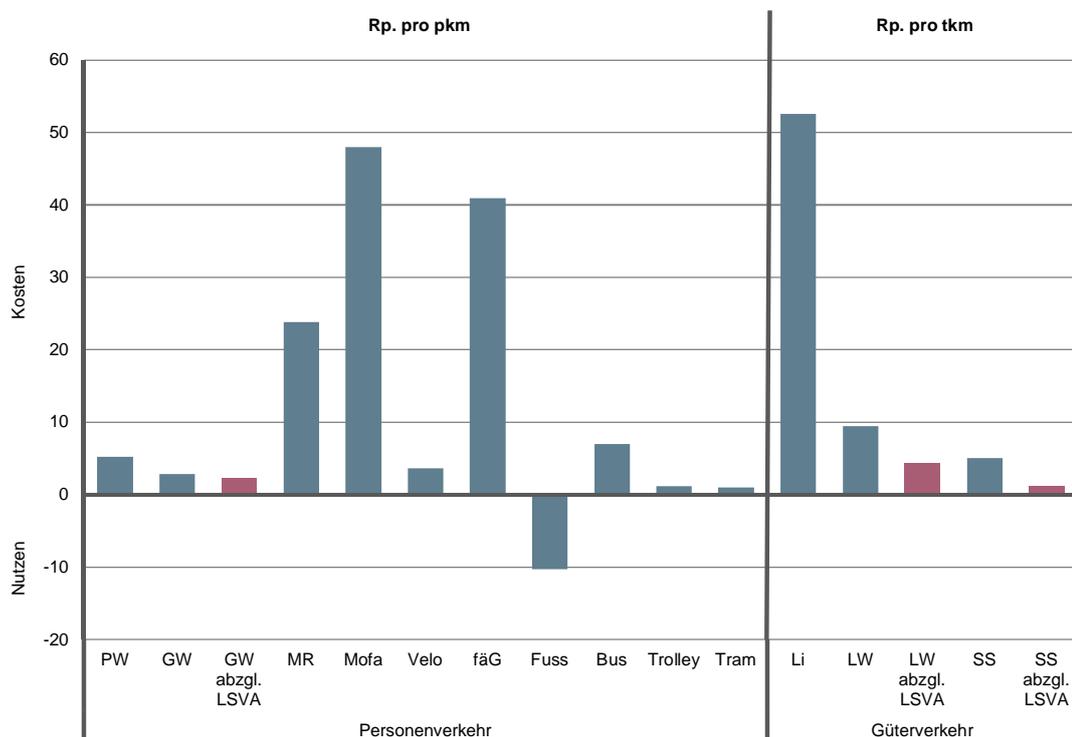
Aus Sicht Verkehrsart liegen die externen Kosten des Schwerverkehrs um 8% höher als aus Sicht Verkehrsträger. Obwohl ein Teil der LSVA-Einnahmen als Internalisierung angerechnet wird, verbleiben im Schwerverkehr in den untersuchten Bereichen externe Kosten von 570 Mio. CHF im Jahr 2010. Dieser Betrag lässt jedoch keine Rückschlüsse zu, ob die Höhe der LSVA richtig bemessen wurde, um die Kosten des Schwerverkehrs gegenüber der Allgemeinheit abdecken zu können. Diese Frage lässt sich nur unter Einbezug der Infrastrukturkosten (bzw. der Über- oder Unterdeckung des Schwerverkehrs in der Kategorienrechnung der Strassenrechnung) klären (vgl. den Exkurs in Kapitel 16.1.1).

Im Personenverkehr verursachen Mofas und fäG (fahrzeugähnliche Geräte) aufgrund der hohen von ihnen verursachten Unfallkosten aus Sicht Verkehrsträger die höchsten externen Kosten pro Personenkilometer (48 bzw. 41 Rp / pkm; vgl. letzte Zeile in Abbildung K-4 bzw. Abbildung K-5), die fäG allerdings nur, weil die Gesundheitsnutzen der fäG nicht bestimmt

werden konnten. Auch Motorräder führen zu Kosten von 24 Rp / pkm (vor allem wegen hoher Unfall- und Lärmkosten), Personenwagen zu solchen von 5.3 Rp / pkm. Der öffentliche Strassenverkehr verursacht durchschnittlich 4.8 Rp / pkm, was aufgrund der relativ hohen Kosten der Luftverschmutzung und des Lärms nur wenig unterhalb der Personenwagen liegt. Bei den Bussen kann aber aufgrund der Datengrundlagen nicht zwischen städtischen Bussen und Regionalbussen unterschieden werden, wobei die städtischen Busse aufgrund der höheren Auslastung besser abschneiden würden. Zudem führen die Personenwagen in Städten zu höheren Kosten als auf Autobahnen – im innerstädtischen Verkehr dürfte deshalb der Bus klar tiefere externe Kosten pro pkm aufweisen als die Personenwagen. Ausserdem hat der Bus oft eine Zubringerfunktion und ist Teil einer möglicherweise langen ÖV-Wegekette mit weiteren Teilstücken im Zug (2.3 Rp / pkm). Der Fussverkehr generiert externe Nutzen von 10 Rp / pkm, im Veloverkehr hingegen sind die von Velofahrenden verursachten Unfallkosten höher als die Gesundheitsnutzen (insgesamt Kosten von 4 Rp / pkm).

Pro Tonnenkilometer verursachen die Lieferwagen aufgrund der geringen Transportmengen mit 53 Rp / tkm die höchsten externen Kosten. Lastwagen bzw. Sattelschlepper sind für Kosten von 4.4 bzw. 1.2 Rp / tkm verantwortlich.

**Abbildung K-5: Externe Effekte aus Sicht Verkehrsträger im Strassenverkehr 2010 pro pkm bzw. tkm**



### c) Externe Effekte Schienenverkehr

Im Schienenverkehr entstehen insgesamt externe Kosten von 727 Mio. CHF. Der Personenverkehr ist für 410 Mio. CHF (oder 56%) verantwortlich, auf den Güterverkehr entfallen 317 Mio. CHF. Bezogen auf die Verkehrsleistung ergibt dies im Personenverkehr 2.3 Rp / pkm und im Güterverkehr 2.8 Rp / tkm.

Im Schienenverkehr sind die Lärmkosten mit 36% des Totals am bedeutsamsten, gefolgt von den Gesundheitskosten der Luftbelastung mit 25% sowie Natur und Landschaft mit 16%. Die übrigen Kostenbereiche tragen einzeln nur je 6% oder weniger zum Total bei.

**Abbildung K-6: Externe Effekte aus Sicht Verkehrsträger im Schienenverkehr 2010 nach Kostenbestandteilen**

Externe Kosten in Mio. CHF	Personenverkehr	Güterverkehr	Total
<b>Schieneverkehr</b>			
Gesundheit Luft	116.0	69.1	<b>185.0</b>
Gebäude Luft	23.8	14.2	<b>38.0</b>
Ernteauffälle Luft	0.1	0.7	<b>0.8</b>
Waldschäden Luft	0.1	0.6	<b>0.7</b>
Biodiversitätsverluste Luft	0.2	1.3	<b>1.5</b>
Lärm	101.0	168.1	<b>269.1</b>
Klima	0.6	3.2	<b>3.8</b>
Natur und Landschaft	87.9	31.1	<b>119.0</b>
Bodenschäden	21.1	3.1	<b>24.3</b>
Vor- und nachgelagerte Prozesse	29.2	18.8	<b>48.0</b>
Unfälle	2.0	2.4	<b>4.4</b>
Städtische Räume	28.3	4.2	<b>32.5</b>
<b>Total</b>	<b>410.3</b>	<b>316.7</b>	<b>727.0</b>

### d) Externe Effekte Luftverkehr

Im Luftverkehr betragen die externen Kosten insgesamt 919 Mio. CHF, wobei 92% oder 842 Mio. CHF vom Personenverkehr verursacht werden und 77 Mio. CHF vom Güterverkehr (vgl. Abbildung K-7). Dies ergibt 2.7 Rp / pkm bzw. 7.6 Rp / tkm. Im Luftverkehr sind die Klimakosten mit 75% des Totals der klar dominierende Kostenbereich. Daneben resultieren 12% von vor- und nachgelagerten Prozessen, 7% vom Lärm und 4% von den Gesundheitskosten der Luftverschmutzung. Die übrigen Kostenbereiche tragen je weniger als 1% zum Total bei (bzw. zusammen 2.4%). Verwendet man als Sensitivitätsrechnung den minimalen bzw. maximalen CO<sub>2</sub>-Kostensatz für die Klimakosten und die vor- und nachgelagerten Prozesse, schwanken die Gesamtkosten des Luftverkehrs zwischen 580 und 1'515 Mio. CHF.

Zudem werden 95% dieser Kosten oder 875 Mio. CHF durch Flüge ab / nach Landesflughäfen verursacht und nur 5% oder 44 Mio. CHF durch Flüge ab / nach Regionalflugplätzen (Flugfelder und Heliports werden hier nicht betrachtet). Der Linien- und Charterverkehr ist für

90% der Kosten verantwortlich, je hälftig verteilt auf den interkontinentalen bzw. europäischen Linien- und Charterverkehr. Helikopter verursachen 0.3% der Kosten, die übrige General Aviation ist für die verbleibenden 9% der Kosten verantwortlich.

**Abbildung K-7: Externe Effekte aus Sicht Verkehrsträger im Luftverkehr 2010 nach Kostenbestandteilen**

<b>Externe Kosten in Mio. CHF</b>	<b>Personenverkehr</b>	<b>Güterverkehr</b>	<b>Total</b>
<b>Luftverkehr</b>			
Gesundheit Luft	33.8	3.3	<b>37.1</b>
Gebäude Luft	7.6	0.8	<b>8.4</b>
Ernteauffälle Luft	1.4	0.1	<b>1.6</b>
Waldschäden Luft	1.2	0.1	<b>1.3</b>
Biodiversitätsverluste Luft	2.7	0.3	<b>3.0</b>
Lärm	62.4	3.8	<b>66.2</b>
Klima	627.1	59.0	<b>686.1</b>
Natur und Landschaft	5.4	0.5	<b>6.0</b>
Bodenschäden	-	-	-
Vor- und nachgelagerte Prozesse	98.3	9.3	<b>107.6</b>
Unfälle	1.7	0.0	<b>1.8</b>
Städtische Räume	-	-	-
<b>Total</b>	<b>841.8</b>	<b>77.3</b>	<b>919.0</b>

#### e) Externe Effekte Schiffsverkehr

Im Schiffsverkehr entstehen insgesamt externe Kosten (aus Sicht Verkehrsträger) von 57 Mio. CHF (vgl. Abbildung K-8). Dabei entfallen 53% oder 31 Mio. CHF auf den Personenverkehr auf den Schweizer Seen und 47% oder 27 Mio. CHF auf den Güterverkehr. Umgerechnet auf die Verkehrsleistungen ergibt dies 19 Rp / pkm bzw. 1.3 Rp / tkm. Im Güterverkehr bestehen allerdings bedeutende Unterschiede zwischen dem Schiffsverkehr auf dem Rhein (unterhalb Basel nach dem Halbstreckenprinzip) und dem Güterverkehr auf den Schweizer Seen: Unterhalb Basel belaufen sich die Kosten lediglich auf 0.5 Rp / tkm, auf den Seen hingegen auf 46 Rp / tkm (also 95-mal mehr). Dies ist eine Folge der deutlich kleineren Tonnagen und kürzeren Strecken auf den Seen sowie der höheren Schadstoffemissionen (zudem schätzen wir die Datenlage im Schiffsverkehr als vergleichsweise unsicher ein).

Im Schiffsverkehr führen die PM10-Emissionen zu den höchsten Kosten, nämlich zu 51% durch Gesundheitskosten und 11% durch Gebäudeschäden. Das Klima trägt 14% zum Total bei, Natur und Landschaft 9%. Die übrigen Kostenbereiche führen jeweils nur zu 6% der Kosten oder weniger (zusammen 15%).

**Abbildung K-8: Externe Effekte aus Sicht Verkehrsträger im Schiffsverkehr 2010 nach Kostenbestandteilen**

Externe Kosten in Mio. CHF	Personenverkehr	Güterverkehr	Total
<b>Schiffsverkehr</b>			
Gesundheit Luft	17.0	12.5	<b>29.4</b>
Gebäude Luft	3.5	2.6	<b>6.1</b>
Ernteauffälle Luft	0.8	0.6	<b>1.4</b>
Waldschäden Luft	0.7	0.5	<b>1.2</b>
Biodiversitätsverluste Luft	1.6	1.1	<b>2.7</b>
Lärm	-	-	-
Klima	4.8	3.3	<b>8.1</b>
Natur und Landschaft	0.8	4.2	<b>5.0</b>
Bodenschäden	-	-	-
Vor- und nachgelagerte Prozesse	1.5	1.9	<b>3.4</b>
Unfälle	0.0	0.1	<b>0.1</b>
Städtische Räume	-	-	-
<b>Total</b>	<b>30.6</b>	<b>26.8</b>	<b>57.5</b>

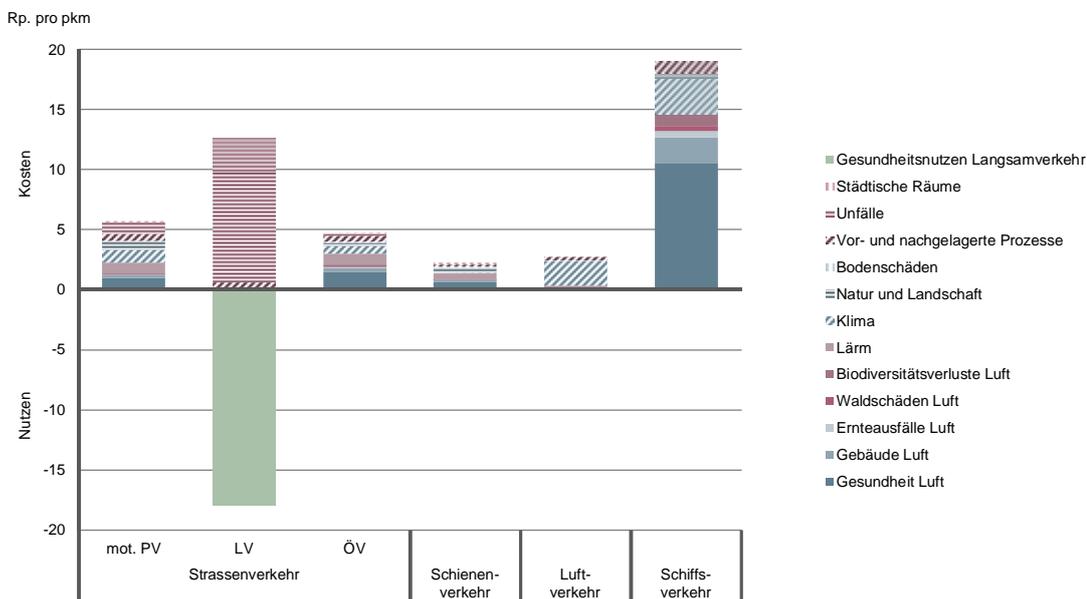
#### f) Vergleich der externen Effekte der vier Verkehrsträger

Im **Personenverkehr** verursacht der motorisierte Privatverkehr externe Kosten von 5.7 Rp / pkm, was etwas höher liegt als der öffentliche Strassenverkehr mit 4.8 Rp / pkm (vgl. Abbildung K-9). Der Schienenverkehr verursacht mit 2.3 Rp / pkm die tiefsten Kosten pro pkm. Der Luftverkehr liegt aufgrund der grossen Distanzen und der hohen Auslastung bei 2.7 Rp / pkm. Die höchsten Kosten verzeichnet der Schiffsverkehr mit 19 Rp / pkm, dies aufgrund der sehr hohen Emissionen von Luftschadstoffen und Klimagasen. Ebenfalls hohe Kosten pro pkm verursacht der Langsamverkehr (vor allem selbst verursachte Unfallkosten) – er kann diese aber durch die noch höheren externen Gesundheitsnutzen mehr als kompensieren, so dass sich ein Nutzenüberschuss von 5.3 Rp / pkm ergibt. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die einzelnen Verkehrsträger und Fahrzeugkategorien nur bedingt vergleichbar sind bzw. dass der Vergleich vor allem für Verkehre mit ähnlichen Streckenlängen sinnvoll ist (z.B. Vergleich verschiedener städtischer Fahrzeugkategorien oder Vergleich von Verkehrsträgern für Langstrecken).

Im **Güterverkehr** verursacht der Strassenverkehr Kosten von 7.1 Rp / tkm (Durchschnitt Lastwagen und Sattelschlepper, vgl. Abbildung K-10). Davon werden aber 4.4 Rp / tkm durch die LSVA internalisiert, so dass nur noch 2.6 Rp / tkm extern sind. Die Nettokosten sind tiefer als die Kosten des Schienenverkehrs (2.8 Rp / tkm). Im Luftverkehr resultieren externe Kosten von 7.6 Rp / tkm und im Schiffsverkehr auf dem Rhein 0.5 Rp / tkm (der Güterverkehr auf Seen mit 46 Rp / tkm wird in der Abbildung K-10 nicht dargestellt, da nur 2% der tkm im Schiffsverkehr auf Seen erfolgt). Beim Vergleich der Verkehrsträger ist zu beachten, dass die Wertigkeit der Güter pro Tonne sehr unterschiedlich ist (z.B. Massengüter im Schiffsverkehr, hochwertige Güter im Luftverkehr).

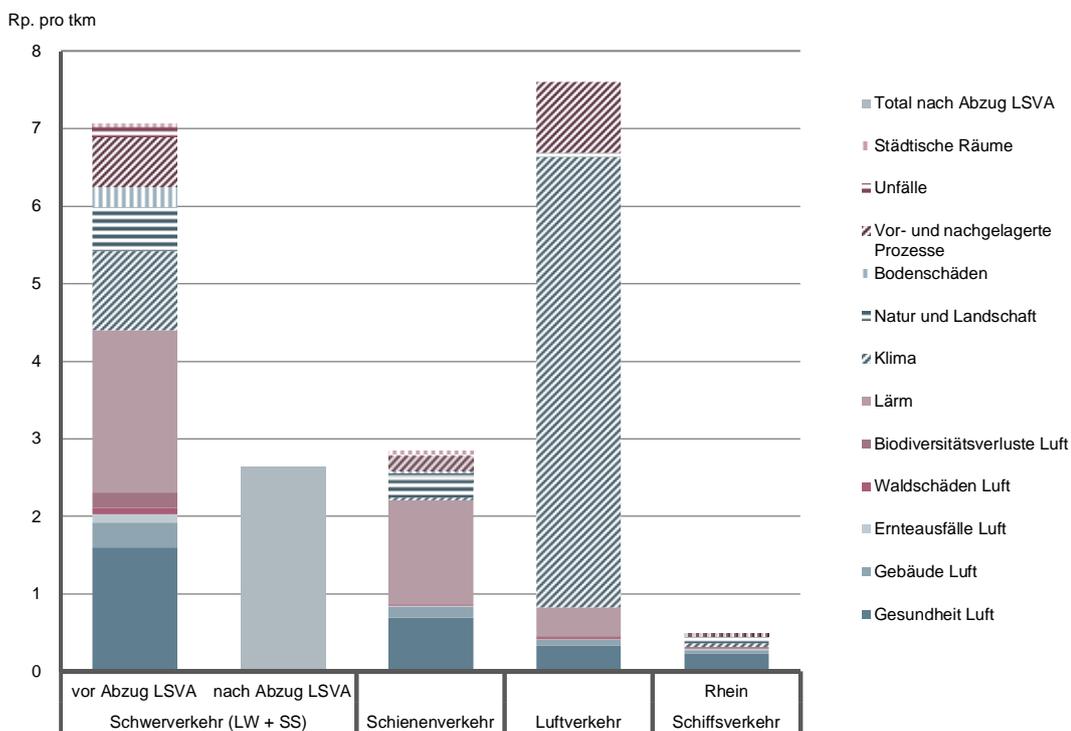
**Abbildung K-9: Vergleich der Verkehrsträger im Personenverkehr 2010: Externe Kosten pro pkm (Sicht Verkehrsträger)**

Strassen- / Schienenverkehr: Territorialprinzip, Luft- / Schiffsverkehr: Halbstreckenprinzip



**Abbildung K-10: Vergleich der Verkehrsträger im Güterverkehr 2010: Externe Kosten pro tkm (Sicht Verkehrsträger)**

Strassen- / Schienenverkehr: Territorialprinzip, Luft- / Schiffsverkehr: Halbstreckenprinzip



## g) Unsicherheiten

Die Berechnungen der externen und sozialen Kosten unterliegen teilweise erheblichen Unsicherheiten. Diese wurden im Rahmen von Sensitivitätsanalysen untersucht. Dabei wurden einzelne wesentliche Annahmen verändert und analysiert, wie sich das Ergebnis dadurch verändert. Die Abbildung K-11 fasst die Ergebnisse zusammen und zeigt pro Kostenbereich die Schwankungsbreiten der externen Kosten für jeweils die Summe der vier Verkehrsträger (Sicht Verkehrsträger). Die Schwankungsbreiten variieren je nach Kostenbereich zwischen  $-11\%$  /  $+11\%$  und  $-50\%$  /  $+80\%$ :

- **Gesundheit Luft:** Die Bewertung der immateriellen Kosten der verlorenen Lebensjahre mit dem VLYL (value of life year lost) ist unsicher, da dieser eine Schwankungsbreite von  $-50\%$  bis  $+100\%$  hat. Die Gesundheitskosten schwanken dadurch um  $-35\%$  bis  $+71\%$ .
- **Lärm:** Obwohl grosse Anstrengungen unternommen wurden, zuverlässige Lärmmodelle zu entwickeln, führen die Unsicherheiten in der Lärmberechnung zu einer Schwankungsbreite von  $-37\%$  bis  $+44\%$ .
- **Klima:** Bei den Klimakosten führt vor allem die Unsicherheit bei der Höhe des CO<sub>2</sub>-Kostensatzes zu Schwankungen um  $-45\%$  bis  $+80\%$ .
- **Natur und Landschaft:** Hier führt die unsichere Höhe des Kostensatzes für Habitatfragmentierungen zu Schwankungen von  $-22\%$  bis  $+27\%$ .
- **Unfälle:** Die externen Unfallkosten können relativ genau bestimmt werden ( $\pm 11\%$ ), wobei die Schwankungen vor allem auf die unsichere Höhe der Transferleistungen und der Regressanteile zurückzuführen ist.
- **Gesundheitsnutzen Langsamverkehr:** Die Gesundheitsnutzen schwanken lediglich um  $\pm 15\%$ . Die Unsicherheit beim Zusammenhang zwischen Bewegungsaktivität und Gesundheitsnutzen konnte jedoch nicht quantifiziert werden.

**Abbildung K-11: Schwankungsbreiten in den Sensitivitätsanalysen**

in Mio. CHF	Basisresultat	Minimaler Wert	Maximaler Wert	Schwankungsbreite
Gesundheit Luft	1'756	1'133	3'002	-35% bis +71%
Gebäude Luft	362	272	453	-25% bis +25%
Ernteauffälle Luft	59	43	76	-27% bis +29%
Waldschäden Luft	51	35	66	-32% bis +30%
Biodiversitätsverluste Luft	148	118	178	-20% bis +20%
Lärm	1'799	1'136	2'593	-37% bis +44%
Klima	1'959	1'069	3'528	-45% bis +80%
Natur und Landschaft	900	703	1'140	-22% bis +27%
Bodenschäden	142	71	213	-50% bis +50%
Vor- und nachgelagerte Prozesse	917	551	1'562	-40% bis +70%
Unfälle	1'850	1'649	2'056	-11% bis +11%
Städtische Räume	144	116	256	-19% bis +77%
Gesundheitsnutzen Langsamverkehr	-1'281	-1'092	-1'446	-15% bis +13%

Viele dieser Unsicherheiten sind jedoch unabhängig voneinander, so dass sich die Schwankungsbreiten bei einer Aufsummierung über alle Kostenbereiche vermindern bzw. teilweise kompensieren. Zudem gilt es zu beachten, dass in zahlreichen Einzelentscheidungen die Annahmen so getroffen wurden, dass die ausgewiesenen Kosten unterschätzt werden.

#### h) Vergleich externe Effekte mit bisherigen Ergebnissen

In diesem Abschnitt werden die neuen Ergebnisse für das Jahr 2010 mit den Resultaten für das Jahr 2005 verglichen (vgl. Ecoplan, Infrass 2008). Der Vergleich beschränkt sich hierbei auf den Strassen- und Schienenverkehr, da zu den anderen Verkehrsträgern keine offiziellen Berechnungen für das Jahr 2005 vorliegen.

Im **Strassenverkehr** sind die Kosten gemäss neuester Berechnung für 2010 praktisch gleich hoch wie 2005 (beim Strassenverkehr wurde für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Langsamverkehr aus den Berechnungen 2010 entfernt). Real, d.h. um die Teuerung bereinigt, kann somit eine Abnahme festgestellt werden. Die Konstanz ist auf gegenläufige Effekte in verschiedenen Kostenbereichen zurückzuführen, die sich gegenseitig praktisch ausgleichen:

- Abnahme der Gesundheitskosten der Luftbelastung um 330 Mio. CHF aufgrund neuer Erkenntnisse zur Belastungs-Wirkungs-Beziehung zwischen Luftbelastung und verlorenen Lebensjahren.
- Abnahme der Unfälle um 450 Mio. CHF, vor allem weil die Häufigkeit und die Schwere der Unfälle deutlich abgenommen haben.
- Zunahme der Lärmkosten um 360 Mio. CHF aufgrund steigender Preise, wachsender Bevölkerung, zunehmender Zahl der Wohnungen sowie tieferer Lärmschwellenwerte bei der Ermittlung der Gesundheitskosten.

**Abbildung K-12: Vergleich der Berechnungen für die Jahre 2005 und 2010 (externe Kosten Sicht Verkehrsträger)**

in Mio. CHF	Strassenverkehr (ohne LV)			Schienenverkehr		
	2005	2010	Differenz	2005	2010	Differenz
Gesundheit Luft	1'834	1'505	-329	120	185	65
Gebäude Luft	274	310	36	15	38	23
Ernteauffälle Luft	63	55	-8	2	1	-1
Waldschäden Luft	64	48	-16	2	1	-1
Biodiversitätsverluste Luft	n.a.	141	141	n.a.	2	2
Lärm	1'101	1'463	363	74	269	195
Klima	1'256	1'261	4	7	4	-3
Natur und Landschaft	687	760	72	110	119	9
Bodenschäden	107	118	11	33	24	-9
Vor- und nachgelagerte Prozesse	593	724	131	41	48	7
Unfälle	1'435	988	-447	4	4	0
Städtische Räume	78	112	34	20	32	12
<b>Total</b>	<b>7'492</b>	<b>7'483</b>	<b>-9</b>	<b>429</b>	<b>727</b>	<b>298</b>

- Biodiversitätsverluste durch Luftbelastung (140 Mio. CHF) werden erstmals berücksichtigt.
- Zunahme der vor- und nachgelagerten Prozesse um 130 Mio. CHF aufgrund der neu berücksichtigten indirekten Luftschadstoffemissionen (bisher nur Klimagase miteinbezogen) sowie des höheren Klimakostensatzes.
- Zunahme mehrerer anderer Kostenbereiche, vorwiegend aufgrund der steigenden Preise.

Im **Schieneverkehr** nehmen die Kosten zwischen 2005 und 2010 um 69% oder 298 Mio. CHF zu. Davon können ca. 60 Mio. CHF wie im Strassenverkehr durch Preissteigerungen, Bevölkerungswachstum etc. erklärt werden. Der Rest ist mehrheitlich auf den Lärmbereich zurückzuführen: Einerseits basiert die Bewertung der Lärmauswirkungen neu hauptsächlich auf dem Nachtlärm (anstatt dem Taglärm), der im Schienenverkehr nur unbedeutend unter dem Taglärm liegt. Andererseits werden die Schwellenwerte reduziert, ab denen die Lärmauswirkungen berücksichtigt werden. Wichtig sind zudem auch die höheren PM10-Immissionen, die zu höheren Gesundheitskosten und Gebäudeschäden führen.

## Ergebnisse zu den sozialen Effekten

Die Abbildung K-13 zeigt die gesamten sozialen Kosten und Nutzen für die untersuchten Bereiche. Zusätzlich zu den bisherigen externen Effekten sind folgende (interne) Kosten und Nutzen zu berücksichtigen:

- **Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr:** Dank der Bewegung im Langsamverkehr erhöht sich die Lebenserwartung und die Anzahl Spitalaufenthalte verringert sich. Zusätzlich zu den ausgewiesenen 1'281 Mio. CHF externe Nutzen beträgt die interne Zahlungsbereitschaft für diesen immateriellen Nutzen (Vermeidung von Leid, Schmerz, Schock und Gewinn an Lebensfreude) ca. 11'000 Mio. CHF.
- **Unfallkosten:** Die internen Unfallkosten belaufen sich auf 10'300 Mio. CHF (davon 10'200 Mio. CHF im Strassenverkehr) und bestehen zu ca. drei Vierteln ebenfalls aus immateriellen Kosten. Ein grosser Kostenblock stellen auch die Sachschäden dar, welche von den Unfallverursachern bzw. von ihren Haftpflichtversicherungen bezahlt werden.
- **Trenneffekte:** Die Wartezeiten im Langsamverkehr aufgrund des motorisierten Verkehrs (158 Mio. CHF) fallen innerhalb des Verkehrsträgers Strasse an.
- **Internalisierungsbeiträge:** Bei der Ermittlung der externen Kosten wurden Internalisierungsbeiträge abgezogen. Für die Ermittlung der sozialen Kosten sind diese nun wieder hinzuzurechnen. Sie bestehen aus dem LSVA-Anteil (720 Mio. CHF), den Einnahmen aus dem Klimarappen (106 Mio. CHF, davon 105 Mio. CHF im Strassenverkehr) sowie den lärm- bzw. emissionsabhängigen Landegebühren (34 bzw. 4 Mio. CHF).

Das Total der sozialen Effekte liegt somit bei 20'700 Mio. CHF im Jahr 2010. Der Strassenverkehr ist unter anderem aufgrund der hohen Verkehrsleistungen und der hohen Unfallkosten für 91% dieser Kosten verantwortlich (18'800 Mio. CHF). Allerdings muss der Strassenverkehr differenziert betrachtet werden: Der motorisierte Privatverkehr verursacht soziale Kosten von 11'700 Mio. CHF, der Güterverkehr 2'400 Mio. CHF und der öffentliche Strassenverkehr 340 Mio. CHF. Im Langsamverkehr entstehen einerseits Kosten von 4'400 Mio. CHF

und andererseits Nutzen von 12'300 Mio. CHF, so dass ein sozialer Nutzenüberschuss von 8'000 Mio. CHF resultiert. Der Luftverkehr verursacht soziale Kosten von 985 Mio. CHF (5%), der Schienenverkehr solche von 800 Mio. CHF (4%) und der Schiffsverkehr lediglich 60 Mio. CHF (0.3%).

### Abbildung K-13: Überblick über die sozialen Effekte 2010

Strassen- / Schienenverkehr: Territorialprinzip, Luft- / Schiffsverkehr: Halbstreckenprinzip

in Mio. CHF	Mot. priv. PV und GV	Langsam- verkehr	Öffentlicher Verkehr	Schiene- verkehr	Luft- verkehr	Schiffs- verkehr	Total
Gesundheit Luft	1'444	-	60	185	41	29	<b>1'760</b>
Gebäude Luft	297	-	12	38	8	6	<b>362</b>
Ernteauffälle Luft	52	-	4	1	2	1	<b>59</b>
Waldschäden Luft	45	-	3	1	1	1	<b>51</b>
Biodiversitätsverluste Luft	134	-	7	2	3	3	<b>148</b>
Lärm	1'427	-	37	269	100	-	<b>1'833</b>
Klima	1'337	-	28	4	686	9	<b>2'064</b>
Natur und Landschaft	750	10	10	119	6	5	<b>900</b>
Bodenschäden	113	-	5	24	-	-	<b>142</b>
Vor- und nachgelagerte Prozesse	704	34	20	48	108	3	<b>917</b>
Unfälle	7'542	4'315	148	76	30	2	<b>12'113</b>
Städtische Räume	262	-	8	32	-	-	<b>302</b>
<b>Total soziale Kosten</b>	<b>14'107</b>	<b>4'359</b>	<b>341</b>	<b>799</b>	<b>985</b>	<b>60</b>	<b>20'651</b>
<b>Gesundheitsnutzen Langsamverkehr</b>	-	<b>-12'314</b>	-	-	-	-	<b>-12'314</b>
<b>Externe Effekte Sicht Verkehrsträger</b>							
Totale externe Kosten	6'570	900	194	727	919	57	<b>9'367</b>
Gesundheitsnutzen Langsamverkehr	-	-1'281	-	-	-	-	<b>-1'281</b>
<b>Differenz soziale - externe Effekte</b>							
Total soziale - externe Kosten	7'537	3'459	148	72	66	2	<b>11'284</b>
Soziale - externe Gesundheitsnutzen LV	-	-11'034	-	-	-	-	<b>-11'034</b>

Insgesamt werden 86% der sozialen Kosten durch den Personenverkehr verursacht und 14% durch den Güterverkehr. Der Anteil des Personenverkehrs liegt damit leicht höher als bei den externen Kosten, weil im Strassenverkehr die Unfallkosten vor allem durch den Personenverkehr verursacht werden. Zudem fallen die Gesundheitsnutzen im Langsamverkehr im Personenverkehr an.

Betrachtet man die Beiträge der einzelnen Kosten- und Nutzenbereiche, fallen die beiden Haupteffekte Unfälle und Gesundheitsnutzen Langsamverkehr mit gut +12 bzw. -12 Mrd. CHF sofort auf. Die Klimakosten, der Lärm und die Gesundheitskosten der Luftverschmutzung verursachen soziale Kosten von je 1'750 bis 2'100 Mio. CHF. Durch vor- und nachgelagerten Prozesse sowie den Bereich Natur und Landschaft entstehen weitere Kosten von je ca. 900 Mio. CHF.