



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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

b a s e s

Externe Kosten 2005 - 2009

Berechnung der externen Kosten des
Strassen- und Schienenverkehrs in der
Schweiz

Impressum**Herausgeber**

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Autoren

Adrian Bader ARE

Christina Hürzeler ARE

Produktion

Adrian Bader ARE

Ruedi Menzi ARE

Zitierweise

Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2012), Externe Kosten 2005-2009, Berechnung der externen Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs in der Schweiz

Bezugsquelle

www.are.admin.ch

12.2012

Externe Kosten 2005 - 2009

Berechnung der externen Kosten des
Strassen- und Schienenverkehrs in der
Schweiz

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
1. Einleitung	3
1.1 Anlass	3
1.2 Externe Verkehrskosten	3
1.3 Sichtweisen der externen Kosten	3
1.4 Trend zur Internalisierung	4
2. Methodik	5
2.1 Bewertung der externen Kosten	5
2.2 Umgang mit Unsicherheiten	5
2.3 Methodengeschichte	6
3. Verkehrsträger: Strasse und Schiene	7
3.1 Unfälle	7
3.2 Lärm	7
3.3 Gesundheitskosten der Luftverschmutzung	8
3.4 Gebäudeschäden der Luftverschmutzung	9
3.5 Klima	10
3.6 Natur und Landschaft	10
3.7 Weitere externe Kosten	11
4. Verkehrsart: Schwerverkehr	15
4.1 Allgemeine externe Kosten	15
4.2 Weitere externe Kosten	15
4.3 Stauzeitkosten	15
4.4 Unfallkosten	16
5. Zusammenfassung der externen Kosten	17
5.1 Verkehrsträger: Strasse und Schiene	17
5.2 Verkehrsart: Schwerverkehr	18
A Appendix	19

Vorwort

Wie lassen sich die verkehrsbedingte Lärmbelastung, die luftverschmutzungsbedingten Gesundheitsschäden oder die durch den Klimawandel hervorgerufenen Schäden in Zahlen fassen? Die Bewertung der externen Kosten des Verkehrs ist kein leichtes Unterfangen. Sie ist indessen unerlässlich, soll die Transparenz der Mobilitätskosten verbessert und eine nachhaltige Verkehrspolitik ermöglicht werden.

Gemäss Art. 7 Abs. 3 des Bundesgesetzes über eine leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA) muss die Berechnung der externen Kosten und Nutzen des Schwerverkehrs periodisch nachgeführt werden und dem jeweiligen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse entsprechen. Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) präsentiert in dieser Broschüre die aktuellsten Berechnungen der externen Kosten. Die Berechnungen zeigen, dass die externen Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs im Zeitraum 2005 bis 2009 angestiegen sind und sich im Jahre 2009 auf 9 Milliarden Schweizer Franken belaufen. Das Vorhandensein externer Kosten bedeutet, dass die Mobilitätskonsumenten nicht in vollem Umfang für die von ihnen verursachten Kosten aufkommen. Die Folge ist eine nicht nachhaltige Ressourcennutzung.

Die mit der seit dem 1. Januar 2001 erhobenen leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) gemachte Erfahrung zeigt, dass die Berücksichtigung der externen Kosten beim Schwerverkehr zu einer Effizienzsteigerung geführt hat. Die erhobenen Mittel werden zudem auch zur Finanzierung von Eisenbahngrossprojekten eingesetzt und fördern die Verlagerung von der Strasse auf die Schiene, was unsere Lebens- und Umweltqualität verbessert. Auch in Zukunft wird es im Interesse einer nachhaltigen Entwicklung sein, die Internalisierung der externen Kosten im Verkehr voranzutreiben.

Maria Lezzi

Direktorin des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE)

1. Einleitung

1.1 Anlass

Seit dem 1. Januar 2001 erhebt die Schweiz eine leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA) auf allen Fahrzeugen von über 3,5 Tonnen, die das schweizerische Strassennetz beanspruchen. Diese Abgabe ersetzt die von 1985 bis zum Jahr 2000 erhobene Pauschalabgabe. Gemäss Artikel 1 des Bundesgesetzes über eine leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (SVAG) bezweckt die LSVA eine langfristige Deckung der Infrastrukturkosten sowie der externen Kosten, die der Allgemeinheit durch den Schwerverkehr entstehen. Es handelt sich um die erste Anwendung des Verursacherprinzips auf den Güterverkehr in Europa.

Gemäss Artikel 7 Absatz 3 SVAG ist die Verwaltung beauftragt, die externen Kosten und Nutzen des Schwerverkehrs regelmässig aufzudatieren. Aus Gründen der Synergie und dem Bedarf an Grundlagendaten werden zudem die externen Kosten und Nutzen des Strassen- und Schienenverkehrs ausgewiesen.

1.2 Externe Verkehrskosten

Bei der Wahl eines Verkehrsmittels wägen die Verkehrsteilnehmenden den erwarteten Nutzen gegenüber den jeweiligen Kosten ab. Als Kosten fallen bei den Autofahrern beispielsweise Kauf, Unterhalt und Betrieb des Fahrzeugs an. Ebenso bezahlen sie unter anderem über die Mineralölsteuern die Strasseninfrastruktur. Die ÖV-Benutzer bezahlen mit ihrem Billet einen Teil an Betrieb, Unterhalt und Infrastruktur des öffentlichen Verkehrs. Diese von den Mobilitätskonsumentierenden direkt berappten Kosten werden als interne Kosten bezeichnet.

Der Verkehr verursacht jedoch auch externe Kosten, die nicht von den Verkehrsteilnehmenden getragen werden:

- Unfälle verursachen Kosten, die nicht vollständig von Versicherungen abgedeckt werden (z.B. Erhöhte Spitaldefizite oder Produktionsausfälle).
- Lärm beeinflusst die Mietpreise von Wohnungen an stark verkehrsbelasteten Standorten für die Eigentümer negativ und führt bei den Bewohnern zu Stress und Gesundheitsschäden.

- Gesundheitsschädigend wirkt insbesondere auch die Luftverschmutzung. Diese ruft Erkrankungen der Atemwege und Herz-/Kreislaufstörungen hervor, die wiederum zu Hospitalisierungen und frühzeitigen Todesfällen führen.
- Gebäude müssen aufgrund von Abgasen häufiger renoviert oder gereinigt werden.
- Das Klima verändert sich infolge des Treibhauseffekts.
- Im Bereich von Natur und Landschaft hat der Bau von Infrastrukturen Verluste und Zerschneidungen des Lebensraums von Fauna und Flora zur Folge.

Diese Kosten werden Dritten, der Allgemeinheit oder zukünftigen Generationen auferlegt. Da der Einzelne diese Kosten nicht in seine Abwägungen einbezieht, werden sie als externe Kosten bezeichnet.

1.3 Sichtweisen der externen Kosten

Externe Kosten können aus verschiedenen Sichtweisen ermittelt werden. Die verschiedenen Sichtweisen unterscheiden sich in der Definition des Verursachenden.

Sicht Verkehrsteilnehmende

Die Abgrenzung von internen und externen Kosten geht vom einzelnen Verkehrsteilnehmenden aus. Alle Kosten, die der Mobilitätskonsument nicht selbst trägt, werden als extern betrachtet. Bei der Sicht Verkehrsteilnehmende steht die volkswirtschaftlich effiziente Nutzung der Infrastrukturen im Zentrum. Diese Sichtweise ist vor allem für die Ermittlung von differenzierten Kostensätzen bzw. für die Bestimmung von Tarifniveaus interessant.

Sicht Verkehrsträger

Hier wird der gesamte Verkehrsträger (z.B. Strasse oder Schiene) als eine Einheit betrachtet. Externe Kosten entstehen bei dieser Sichtweise, wenn das Verkehrssystem nicht sämtliche Kosten des Verkehrs selbst trägt, sondern einen Teil davon der Allgemeinheit anlastet. Beispielsweise sind die Lärmkosten oder die Kosten der Luftverschmutzung extern. Gewisse Unfallkosten, die zwar nicht vom Verursacher (z.B. Personenwagenlenker), aber von anderen Verkehrsteil-

nehmern (z.B. Motorradfahrer) getragen werden, sind dagegen intern, weil sie innerhalb des Verkehrsträgers anfallen.

Diese Sichtweise wird in den Kapiteln 3 und 5.1 für Strasse und Schiene angewendet.

Sicht Verkehrsart

Im Zentrum steht die Verkehrsart (z.B. Schwerverkehr). Als extern gelten alle Kosten, die nicht bei der eigenen Verkehrsart anfallen. Die Sicht Verkehrsart eignet sich für die Abschätzung der externen Kosten, die eine bestimmte Verkehrsart anderen Verkehrsarten und der Allgemeinheit auferlegt.

Aufgrund der Vorgabe von Art. 7 Abs. 2 SVAG ist für die Berechnung der externen Kosten des Schwerverkehrs die Sichtweise Verkehrsart massgebend. Dies hat das Bundesgericht in seiner Entscheidung vom 19. April 2010 ausdrücklich festgehalten. Mit der Sichtweise Schwerverkehr wird aufgezeigt, mit welchen Kosten der Schwerverkehr andere Verkehrsarten und die Allgemeinheit belastet. Im Unterschied zur Sicht Verkehrsträger werden Kosten, die ein Lastwagen einem Personenwagen verursacht, als extern betrachtet.

Diese Sichtweise wird in den Kapiteln 4 und 5.2 zum Schwerverkehr angewendet.

1.4 Trend zur Internalisierung

Die Existenz von externen Kosten besagt, dass der Preis der Mobilität zu tief ist und das Resultat – der gesamte Mobilitätskonsum in der Schweiz – aus volkswirtschaftlicher Sicht nicht effizient ist. Die zu tiefen Preise generieren einen überhöhten Mobilitätskonsum und führen zu Ressourcenverschwendungen.

Eine nachhaltige Ressourcennutzung kann auf verschiedene Weise gefördert werden, beispielsweise durch Verbote oder Zwangsmassnahmen. Eine andere Möglichkeit besteht in der Anwendung des Verursacherprinzips und der Erhebung einer entsprechenden Abgabe unter Beachtung der externen Kosten. Mit der Bepreisung der externen Kosten, sprich einer Abgabe, werden diese zu internen Kosten für die Mobilitätskonsumierenden. Man spricht daher von "Internalisierung". Ein Beispiel für eine solche Internalisierung ist die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA).

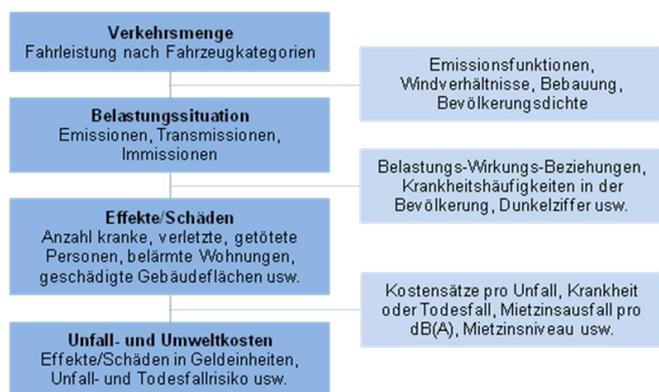
2. Methodik

2.1 Bewertung der externen Kosten

In der Schweiz wurden die ersten Bewertungen der externen Verkehrskosten im Auftrag des Bundesrates in den 1980er Jahren durchgeführt. Das Referenzjahr für die erste Studie war das Jahr 1988. Später wurden neue Berechnungen für das Jahr 1993 vorgenommen. Weitere Bewertungen erfolgten im Rahmen des nationalen Forschungsprogramms NFP41 "Verkehr und Umwelt" (1996-2001). Seit dem 19. Dezember 1997 ist die Verwaltung gemäss Artikel 7 Absatz 3 des Bundesgesetzes über eine leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (SVAG) beauftragt, die externen Kosten und Nutzen des Verkehrs regelmässig aufzudatieren. Dabei sind jeweils die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zu beachten.

Die allgemeine Systematik zur Berechnung der externen Kosten wird in der folgenden Grafik dargestellt:

Abbildung 2-1: Berechnungssystematik der externen Kosten



© are

Ausgangslage bilden die Verkehrsmengen bzw. die Fahrleistungen im Strassen- und Schienenverkehr. Daraus wird die Belastungssituation abgeschätzt. Je nach Kostenbereich sind für diese Schätzungen Emissionsfunktionen, Windverhältnisse, Bevölkerungsdichte, Bebauung, Lärmschutzwände, Aufteilungen nach Verletzungsschwere etc. nötig.

In einem nächsten Schritt werden die daraus resultierenden Effekte bzw. Schäden ermittelt. Dabei handelt es sich je nach Kostenbereich z.B. um die Zahl der zusätzlichen kranken, verletzten oder getöteten Personen, um die Anzahl

belärmter Wohnungen oder um das Ausmass geschädigter Gebäudeflächen. Um diese Effekte bestimmen zu können, werden Belastungs-Wirkungs-Beziehungen, Krankheitshäufigkeiten in der Bevölkerung, Dunkelziffern, Überlebenswahrscheinlichkeiten und weitere Grundlagen verwendet.

Schliesslich werden die Schäden in Geldeinheiten quantifiziert. Dazu werden je nach Kostenbereich spezifische Kostensätze pro Unfall, Verletzten, Getöteten, Krankheitsfall, verlorenes Lebensjahr oder Mietzinsausfälle ermittelt und mit den ermittelten Schäden verknüpft. Zur Quantifizierung der externen Verkehrskosten werden folgende Ansätze verwendet:

- **Effektive Kosten** Die effektiven Kosten entsprechen den tatsächlich getätigten Ausgaben wie z.B. verkehrsunfallbedingte Spitalkosten
- **Vermeidungskosten** Die Ermittlung der Vermeidungskosten erfolgt anhand einer indirekten Methode. Dabei werden Kosten bewertet, die zur Reduzierung und Vermeidung eines Schadens notwendig sind.
- **Zahlungsbereitschaft** Auch die Zahlungsbereitschaft beruht auf einer indirekten Methode. Bei dieser wird berechnet, wie viel eine Person zu zahlen bereit wäre, um die negativen Auswirkungen einer bestimmten Situation zu vermeiden. Mit dieser Methode können immaterielle Kosten geschätzt werden.

Zur bestmöglichen Ermittlung der externen Kosten werden die Methoden teilweise kombiniert angewandt.

2.2 Umgang mit Unsicherheiten

Eine Bewertung der externen Verkehrskosten setzt eine Reihe von Hypothesen und Vereinfachungen voraus. Die vorliegenden Berechnungen basieren auf vorsichtigen Annahmen. Mit anderen Worten: Die externen Kosten wurden eher unterschätzt als überschätzt. Die tatsächlichen Kosten dürften eher höher liegen. Zudem gibt es auch Bereiche, wo die externen Kosten wegen fehlenden Methoden nicht berechnet werden können (z.B. Verlust von Ästhetik und Erholungswert einer Landschaft wegen Verkehrsbelastung).

2.3 Methodengeschichte¹

Die Berechnungen der externen Kosten für das Referenzjahr 2000² beruhen auf acht wissenschaftlichen Studien³, die das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) zwischen 2004 und 2007 veröffentlicht hat. Im Rahmen dieser Studien wurden einerseits die externen Kosten betreffend Unfälle, Gesundheit, Gebäude und Lärm aufdatiert, andererseits die externen Kosten in bisher nicht berücksichtigten Bereichen erstmals evaluiert: Klima, Beeinträchtigung der Bodenqualität, Ernteverluste, Waldschäden, Zusatzkosten in sensiblen Regionen, Erschütterungen, Natur und Landschaft. Ebenfalls evaluiert wurden die Kosten von Verkehrsstaus (vgl. Kapitel 4.3).

Für die Berechnungen der externen Kosten 2005⁴ wurden die Berechnungen für das Jahr 2000 prinzipiell wieder verwendet und so weit als möglich alle Grundlagen aktualisiert. Bei einigen wenigen Daten wurde jedoch auf eine Aktualisierung verzichtet. Schwerpunkt der Aufdatierung waren die verschiedenen Mengen- und Wertgerüste der jeweiligen Kostenkategorien. In der Forschung konnten in verschiedenen Bereichen gegenüber dem Stand 2000 wesentliche Fortschritte erzielt werden, die für die Aktualisierung der Berechnungen vollumfänglich genutzt wurden.

Die externen Kosten für die Jahre 2006 bis 2009 wurden mit einem Aktualisierungstool⁵ berechnet. Dieses wurde erstellt, um die externen Kosten des Jahres 2005 auf die Jahre 2006

bis 2009 fortzuschreiben. Das Aktualisierungstool generiert keine umfassenden Neuberechnungen. Einzelne Inputdaten für die Berechnungen werden konstant belassen. Insbesondere können neue Forschungsergebnisse nicht berücksichtigt werden, die zu grundlegenden Anpassungen der Berechnungsmethodik oder gewisser Inputdaten führen könnten. Die Staukosten wurden in separaten Studien ermittelt.^{6,7}

1 Siehe Abbildung 5-1 im Anhang

2 ARE (2007): Bewertung der externen Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs in der Schweiz für das Jahr 2000 (Synthese)

3 ARE (2005): Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr der Schweiz 1998

ARE (2006): Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr der Schweiz, Aktualisierung für die Jahre 1999 bis 2004

ARE (2004): Externe Lärmkosten des Strassen- und Schienenverkehrs der Schweiz - Aktualisierung für das Jahr 2000

ARE (2004): Externe Gesundheitskosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung in der Schweiz, Aktualisierung für das Jahr 2000

ARE (2004): Verkehrsbedingte Gebäudeschäden in der Schweiz, Aktualisierung der externen Kosten 2000

ARE (2006): Externe Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs 2000, Klima und bisher nicht erfasste Umweltbereiche, städtische Räume sowie vor- und nachgelagerte Prozesse

ARE (2005): Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft

ARE (2007): Staukosten des Strassenverkehrs in der Schweiz, Aktualisierung 2000/2005

4 ARE (2008): Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz, Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten

5 Ecoplan und Infrac (2010): Benutzerhandbuch zum Aktualisierungstool externe Kosten, Version 2, Berechnung der externen Kosten des Verkehrs in der Schweiz, Bern

6 Ecoplan und Infrac (2010): Berechnungsmethodik und Prognose der externen Kosten des Schwerverkehrs, Bern

7 Infrac (2012): Neuberechnung der Stauzeitkosten, Schlussbericht, Bern

3. Verkehrsträger: Strasse und Schiene

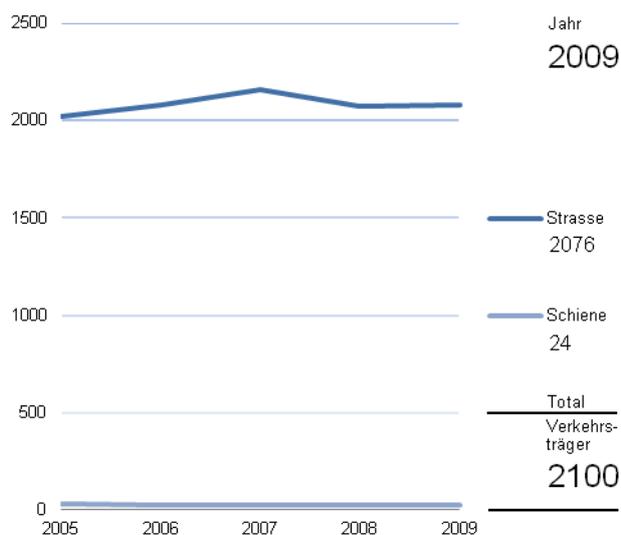
Nachfolgend werden sämtliche Kostenbereiche für die Verkehrsträger Strasse und Schiene im zeitlichen Verlauf dargestellt und für 2009 ausgewiesen. In Kapitel 4 werden die Daten für die Verkehrsart Schwerverkehr anschliessend separat dargestellt.

3.1 Unfälle

Als Verkehrsunfall wird ein plötzlich auftretendes Ereignis verstanden, bei dem mindestens ein in Bewegung befindliches Verkehrsmittel beteiligt ist, und das zur Tötung oder Verletzung eines Menschen oder zu einer nicht völlig belanglosen Sachbeschädigung führt.

Die Festlegung der unfallbedingten externen Kosten erfolgt in drei Schritten. Zunächst wird die tatsächliche Zahl der Unfälle und Opfer berechnet. In einem zweiten Schritt müssen die damit verbundenen Sozialkosten bestimmt werden – unabhängig davon, ob sie von den Versicherungen, Unfallverursacher oder Allgemeinheit getragen werden. Die Sozialkosten errechnen sich aus den medizinischen Behandlungskosten, dem Produktionsausfall, den Wiederbesetzungskosten und den immateriellen Kosten. Im letzten Schritt sind die externen Kosten bzw. der Anteil der Sozialkosten zu bestimmen, der nicht von den Unfallverursachern oder deren Versicherungen getragen wird.

Abbildung 3-1: Externe Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr in Mio. CHF



© are

Die externen Unfallkosten des Schienenverkehrs sind im Vergleich zum Strassenverkehr praktisch unbedeutend. Der Strassenverkehr verursacht im Jahr 2009 Kosten von 2076 Mio. CHF, der Schienenverkehr lediglich Kosten von 24 Mio. CHF.

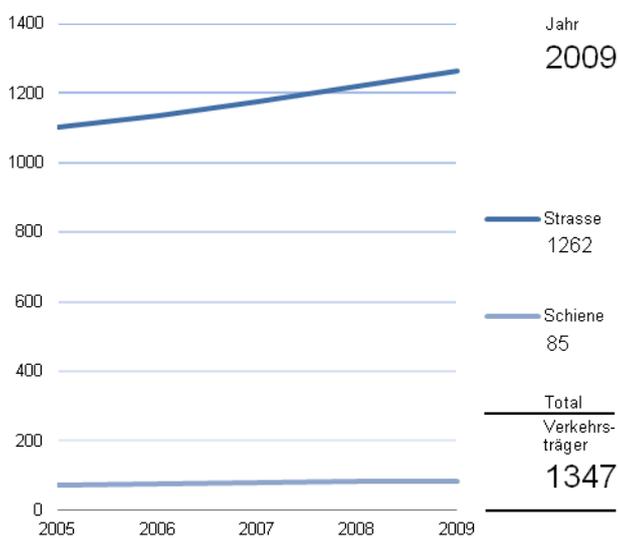
Die Höhe der jährlichen externen Unfallkosten unterliegt den Schwankungen der Unfallzahlen bzw. den ausgewiesenen Anzahl Toten und Verletzten. Im Zeitraum 2005 bis 2009 haben sich auf der Strasse sowie auf der Schiene tendenziell weniger Unfälle zugetragen. Die gestiegenen Ausgaben für Spitalleistungen und Medikamente verhindert aber zumindest auf der Strasse eine Reduktion der Kosten zwischen 2005 und 2009.

3.2 Lärm

Der Lärm, empfunden als störender Schall, unterscheidet sich je nach Lautstärke, Tonlage und zeitlichem Ablauf. Die Lärmbelastung wird in dB(A) ausgedrückt. Sie entspricht dem vom menschlichen Ohr empfundenen Schalldruck. Im Strassenverkehr hängt die Lärmintensität im Wesentlichen von der Verkehrsbelastung, der Geschwindigkeit und den Strasseneigenschaften ab. Im Schienenverkehr sind Verkehrsfrequenz, Rollmaterial, Zuglänge sowie Zuggeschwindigkeit für die Intensität der Lärmimmissionen entscheidend.

Grundlage für die Ermittlung der externen Lärmkosten ist eine detaillierte Untersuchung der Lärmbelastung. Ausgehend von der Anzahl belärmter Wohnungen werden die Mietzinsausfälle ermittelt. Dazu werden einerseits der Zusammenhang zwischen dem Mietzinsniveau und der Lärmbelastung und andererseits das durchschnittliche Mietzinsniveau als Grundlage verwendet. Die Gesundheitsschäden werden mit epidemiologischem Wissen über die Beziehung zwischen Lärmbelastung und Gesundheitsschäden berechnet. Die Summe der Mietzinsausfälle und der Gesundheitskosten ergeben die Lärmkosten des Verkehrs. Nicht berücksichtigt werden weitere Auswirkungen des Lärms wie z.B. Verluste durch Auszonen oder Nicht-Einzonen von Grundstücken, Lärmfluchtkosten sowie Konzentrationsprobleme in der Schule und am Arbeitsplatz.

Abbildung 3-2: Lärmkosten im Strassen- und Schienenverkehr in Mio. CHF



© are

Die gesamten Lärmkosten des Landverkehrs im Jahr 2009 betragen 1347 Mio. CHF. Der Strassenverkehr ist für den Grossteil der Kosten verantwortlich, während der Schienenverkehr 85 Mio. CHF verursacht.

Die Zunahme der Verkehrsleistungen auf Strasse und Schiene, der Anstieg des Wohnungsbestandes und der Mieten lassen die lärmbedingten Mietausfälle ansteigen. Zudem treiben die wachsende Wohnbevölkerung sowie die steigenden Krankheitskosten die lärmbedingten Gesundheitskosten

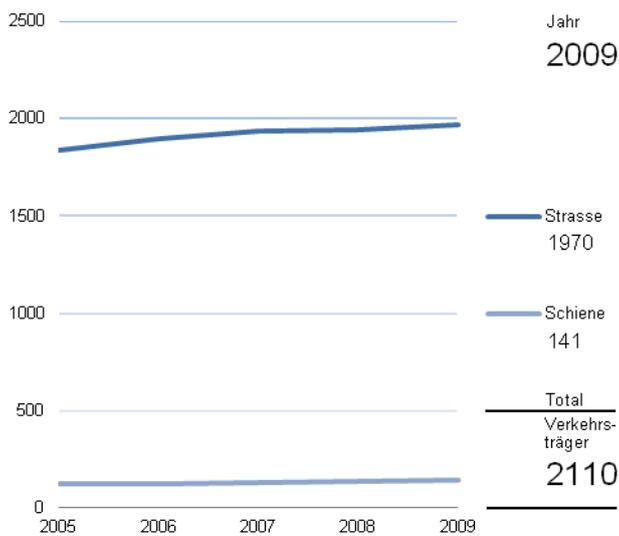
in die Höhe. Zwischen 2005 und 2009 sind die externen Lärmkosten um 15% angestiegen.

3.3 Gesundheitskosten der Luftverschmutzung

Der Verkehr ist eine bedeutende Quelle für Luftverschmutzung. Er setzt grosse Mengen an gesundheitsschädlichen Feinstaubpartikeln in die Luft frei. Der Strassenverkehr emittiert Verbrennungsabgase und Pneumabriebe, der Schienenverkehr Schienen- und Bremsklotzabriebe. Die Schadstoffbelastung bewirkt bei der betroffenen Bevölkerung gemäss einer Vielzahl epidemiologischer Untersuchungen eine Beeinträchtigung des Gesundheitszustandes. Diese Beeinträchtigung kann sich in zusätzlichen Krankheitsfällen äussern und/oder die Lebenserwartung der betroffenen Personen schmälern.

Grundlage für die Ermittlung der Gesundheitskosten ist die Kenntnis über die aktuelle Schadstoffbelastung der Bevölkerung. Mit dem Wissen über den Zusammenhang zwischen Schadstoffbelastung und der Krankheitshäufigkeit und Sterblichkeit lässt sich die Zahl der luftverschmutzungsbedingten Krankheits- und Todesfälle bestimmen. Um letztlich die Gesundheitskosten zu berechnen, werden die Aufwendungen und (Nutzen-)Verluste der zusätzlichen Krankheits- und Todesfälle für die Betroffenen und die Allgemeinheit ermittelt. Die Gesundheitskosten setzen sich aus den medizinischen Behandlungskosten, dem Produktionsausfall, den Wiederbesetzungskosten und den immaterielle Kosten zusammen.

Abbildung 3-3: Gesundheitskosten der Luftverschmutzung im Strassen- und Schienenverkehr Mio. CHF



© are

Insgesamt fallen im Jahr 2009 externe luftverschmutzungsbedingte Gesundheitskosten von 2110 Mio. CHF an. Der Grossteil von 93% wird durch den Strassenverkehr verursacht. Der Schienenverkehr ist für die verbleibenden 7% verantwortlich. Die grosse Differenz ist einerseits auf die tieferen Emissionen des Bahnverkehrs zurückzuführen und andererseits auf die Tatsache, dass die Bevölkerung meist näher an Strassen als an Bahnlinien wohnt, so dass von den Bahnemissionen weniger Personen betroffen sind.

Während den Jahren 2005-2009 stiegen die Gesundheitskosten der Luftverschmutzung auf Strasse und Schiene insgesamt um 8% an. Ausschlaggebend sind dabei die gesteigerte Verkehrsleistung, der Anstieg der Wohnbevölkerung sowie der Krankheitskosten.

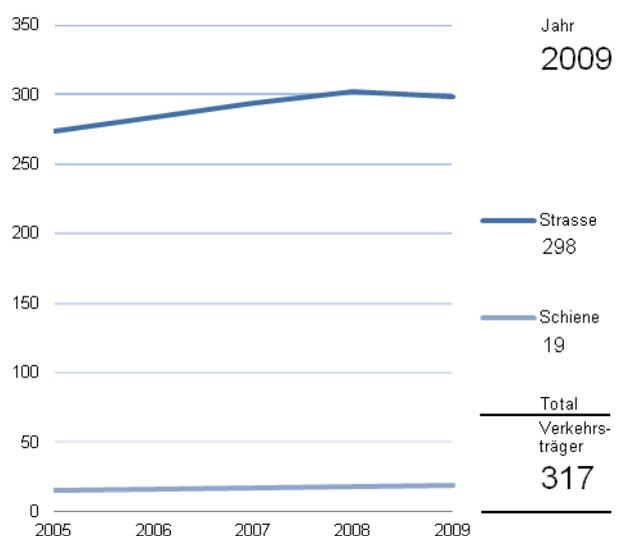
3.4 Gebäudeschäden der Luftverschmutzung

Die Abgase des Strassenverkehrs und die vom Schienenverkehr emittierten Feinpartikel verschmutzen und beschädigen die Gebäudefassaden. Die Eigentümer sehen sich gezwungen, die Fassaden in kürzeren Zyklen zu renovieren, gewisse Materialien rascher zu ersetzen und Reinigungsarbeiten häufiger auszuführen.

Umfangreiche empirische Analysen stellen fest, dass die Renovationstätigkeit an verkehrsbelasteten Standorten höher ist als an nicht exponierten Standorten. Je höher die Feinstaubbelastung, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit eines schlechten Fassadenzustands. Die Ermittlung der zusätzlich getätigten Renovationsaufwendungen, der Kapitalkosten aufgrund der Verschlechterung des Fassadenzustandes sowie die erhöhten Reinigungsaufwendungen erfolgt anhand einer Hochrechnung mittels empirisch festgestellten Faktoren.

Die Berechnung der Gebäudeschäden beschränkt sich auf Sachschäden, die von den Hauseigentümern zur Erhaltung der Bausubstanz getragen werden. Erhöhte Reinigungskosten an verkehrsbelasteten Standorten beziehen sich nur auf kommerziell bewirtschaftete private und öffentliche Gebäude. Allfällige erhöhte Reinigungsaufwendungen, die durch die Bewohner von Ein- und Mehrfamilienhäusern selbst durchgeführt werden, werden nicht berücksichtigt. Gleichermassen werden Schäden an Kunst- und Baudenkmalern nicht berücksichtigt, da sie äusserst schwierig zu bewerten sind.

Abbildung 3-4: Gebäudeschäden durch Luftverschmutzung in Mio. CHF



© are

Insgesamt fallen auf Strasse und Schiene Kosten von 317 Mio. CHF an. 94% davon oder 298 Mio. CHF werden durch den Strassenverkehr verursacht. Die höheren Fahrleistungen, der grössere Wohnungsbestand sowie die Persistenz

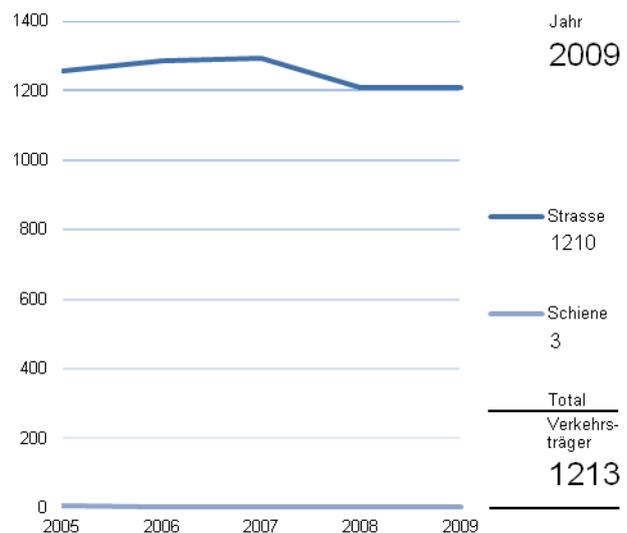
relevanter Emissionen lassen auf Strasse und Schiene die Kosten zwischen 2005 und 2009 ansteigen.

3.5 Klima

In den vergangenen Jahrzehnten haben die menschlichen Tätigkeiten, insbesondere die Verbrennung fossiler Energieträger und die Abholzung tropischer Regenwälder, zu einer Erhöhung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre geführt. Es gilt als erwiesen, dass eine durchschnittliche Erwärmung um über 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau schwer kontrollierbare Auswirkungen auf das Ökosystem und den Menschen haben wird und entsprechende Kosten verursacht. Beispielsweise verändern sich die Niederschlagsmengen bzw. deren Verteilung und die damit verbundenen extremen meteorologischen Phänomene. Ferner wird weniger Schneefall, ein Abschmelzen der Gletscher, eine Erhöhung des Meeresspiegels, Beschleunigung von Klimaveränderungen und ein erhöhter Migrationsdruck erwartet.

Bei der Berechnung von externen Klimakosten des Verkehrs wird nach kurzfristigen und langfristigen Klimakosten unterschieden. Die kurzfristigen Klimakosten beziehen sich auf die Vermeidungskosten. Die Vermeidungskosten zeigen auf, welche Kosten mit dem Nicht-Ausstoss einer bestimmten Menge CO₂ verbunden sind. Sie werden anhand der verschiedenen Reduktionsziele ermittelt. Da langfristig die Vermeidungskosten nur schwer abzuschätzen sind und die zukünftigen politischen Ziele nicht festgelegt sind, wird für die Berechnung der langfristigen Klimakosten der Schadenskostenansatz verwendet. Er besagt, welche Schäden weltweit in Zukunft anfallen, wenn die Treibhausgas-Emissionen nicht reduziert werden können. Zur Schadensbewertung wird der Zusammenhang zwischen der Emission einer bestimmten CO₂-Menge und den daraus resultierenden Schäden untersucht. Ausschlaggebend für die vorliegenden Berechnungen ist, wie viel die Schweiz durch ihren verkehrsspezifischen CO₂-Ausstoss zur globalen Erwärmung beiträgt.

Abbildung 3-5: Klimakosten im Strassen- und Schienenverkehr in Mio. CHF



© are

Auf Strasse und Schiene fallen 2009 Kosten von 1213 Mio. CHF an. Beinahe 100% oder 1210 Mio. CHF wird durch den Strassenverkehr verursacht. Der Schienenverkehr ist für die verbleibenden 3 Mio. CHF verantwortlich. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass ein Grossteil der Treibhausgasemissionen des Schienenverkehrs in den vor- und nachgelagerten Prozessen stattfinden (vgl. 3.8 Vor- und nachgelagerte Prozesse). Trotz gesteigerter Verkehrsleistung sind im Zeitraum 2005-2009 die Klimakosten des Strassenverkehrs aufgrund verringerter Emissionen von CO₂-Äquivalenten um 4% gesunken.

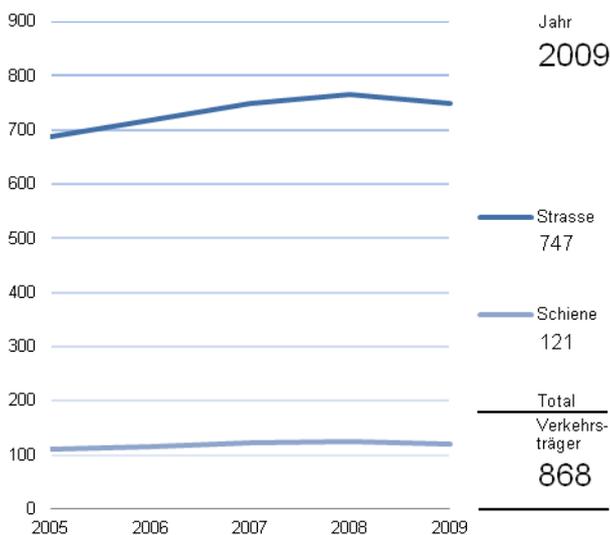
3.6 Natur und Landschaft

Der Verkehr hat vielfältige Auswirkungen auf Fauna und Flora. Untersuchungen zeigen, dass drei Wirkungsketten in Bezug auf Natur und Landschaft bedeutungsvoll sind: Habitatverluste, Habitatfragmentierungen und -qualitätsverluste.

Mit einem Ersatzkostenansatz können die Habitatverluste sowie die Habitatfragmentierungen quantifiziert und monetarisiert werden. Für die Berechnung der verkehrsbedingten Habitatqualitätsverluste fehlen jedoch zurzeit die geeigneten Methoden. Um Daten zu den zwei erstgenannten Auswirkungen zu gewinnen, wurde von einer Stichprobe der Verkehrsinfrastruktur mittels Luftbildvergleichen der Zustand in den 1950er Jahren mit demjenigen 1998/99 verglichen und

festgestellt, welche Habitatverluste und -fragmentierungen durch Verkehrsträger in diesem Zeitraum verursacht wurden. Die in der Stichprobe ermittelten Werte werden auf die ganze Verkehrsinfrastruktur der Schweiz ausserhalb von Siedlungen hochgerechnet. Die externen Kosten des Verkehrs berechnen sich durch die Kosten für den Ersatz der Habitatverluste und für die Aufhebung der Fragmentierungen.

Abbildung 3-6: Kosten Natur und Landschaft Strassen- und Schienenverkehr in Mio. CHF



© are

Im Jahr 2009 entstanden auf Strasse und Schiene im Bereich Natur und Landschaft Kosten von insgesamt 868 Mio. CHF. Der Strassenverkehr verursacht mit 86% den Grossteil der externen Kosten. Im Zeitraum 2005-2009 sind die Streckennetze der Verkehrsträger weiter gewachsen. Die einhergehenden Habitatverluste und -fragmentierungen treiben die externen Kosten im Bereich Natur und Landschaft in diesem Zeitraum um 9% in die Höhe.

3.7 Weitere externe Kosten

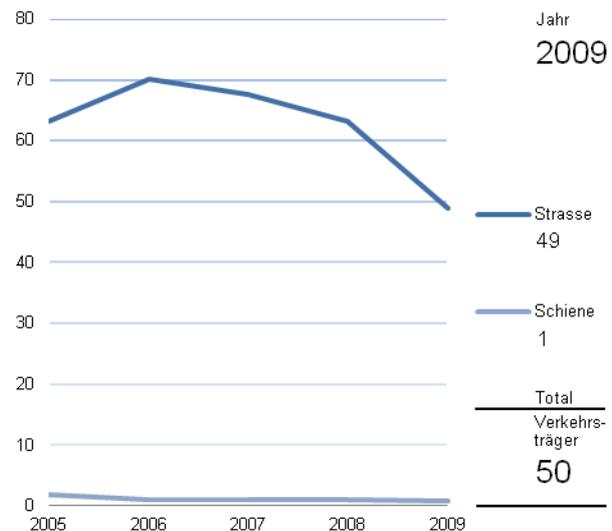
Ernteaufälle

Der motorisierte Strassenverkehr sowie Industrie und Gewerbe setzen Stickstoffoxyde (NO_x) und flüchtige organische Verbindungen (VOC) frei. Unter dem Einfluss der Sonnenstrahlen entsteht aus diesen zwei Gasen Ozon. Ozon ist ein starkes Oxidationsmittel, das in den Pflanzen zu Membranschäden führen kann. Diese Membranschäden hemmen Photosynthese und Transpiration der Pflanze. In hohen Kon-

zentrationen beeinträchtigt es die Nährstoffaufnahme, hemmt das Wachstum und führt zu Ertragsausfällen.

Mit Hilfe der bekannten Beziehungen zwischen Ozondosis und Ernteertrag wird der prozentuale Rückgang der Ernteerträge verschiedener Nutzpflanzenarten berechnet. Diese mengenmässigen Ernteverluste werden monetarisiert, indem die Mengen mit den Preisen der entsprechenden Nutzpflanzen multipliziert werden. Der Verkehrsanteil dieser durch das Ozon verursachten Ernteverluste bestimmt sich aus dem Beitrag des Verkehrs zur Ozonbelastung.

Abbildung 3-7a: Verkehrsbedingte Kosten durch Ernteaufälle, Strassen- und Schienenverkehr in Mio. CHF



© are

Insgesamt betrug die Ernteverluste durch verkehrsbedingtes Ozon im Jahre 2009 50 Mio. CHF. Der Strassenverkehr konnte seine verursachten Kosten im Zeitraum 2005-2009 um 23% reduzieren und ist 2009 für Ernteaufälle in Höhe von 49 Mio. CHF verantwortlich. Der Rückgang verkehrsbedingter Ernteaufälle ist insbesondere auf tiefere Ozonbelastungen, abnehmende Emissionen von NO_x und VOC sowie tiefere Produzentenpreise für Getreide zurückzuführen.

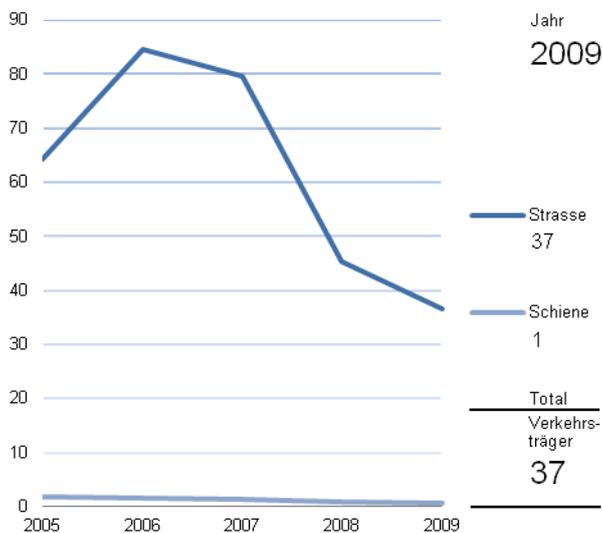
Waldschäden

Luftschadstoffe aus dem Verkehr können den Wald auf verschiedene Arten schädigen. Stickstoffoxyde (NO_x), Ammoniak (NH₃) und Schwefeldioxyd (SO₂) haben eine Versauerung der Böden zur Folge. Dies wiederum beeinträchtigt den Nährstoffhaushalt der Pflanzen. Die Bäume in diesen Zonen

weisen ein geringeres Stammwachstum auf. Ausserdem begünstigt die allzu hohe Stickstoffversorgung das Kronenwachstum auf Kosten der Wurzeln. Dadurch büssen die Bäume an Standfestigkeit ein und stürzen vermehrt bei heftigen Winden. Schliesslich verursachen hohe Ozonkonzentrationen sichtbare Blattschäden.

Für eine Reihe der erwähnten Einflüsse von Luftschadstoffen auf den Wald sind keine quantitativen Aussagen möglich. Einzig das reduzierte Holzwachstum und das erhöhte Windwurfisiko lassen sich quantifizieren. Beide Bereiche betreffen Schadenskosten für die Forstwirtschaft.

Abbildung 3-7b: Verkehrsbedingte Kosten durch Waldschäden, Strassen- und Schienenverkehr in Mio. CHF



© are

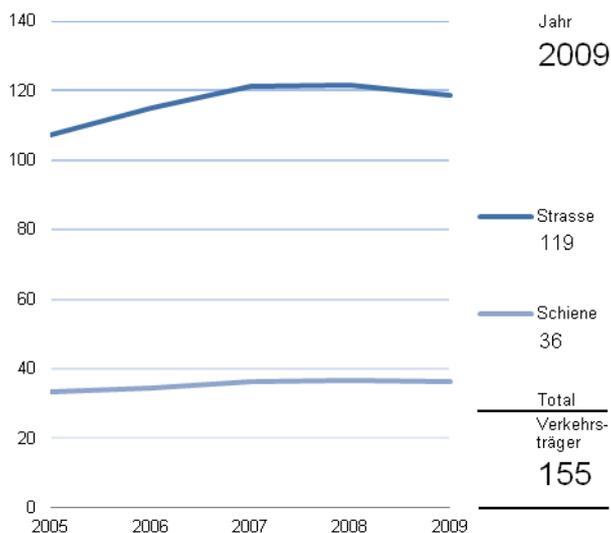
Abbildung 3-7b zeigt die Kosten durch Waldschäden. Insgesamt betragen die Waldschäden durch die verkehrsbedingte Ozonbelastung und Bodenversauerung 37 Mio. CHF. 98% werden durch den Strassenverkehr verursacht. Die starke Reduktion verkehrsbedingter Waldschäden beruht einerseits auf den geringeren Emissionen der Verkehrsteilnehmer, andererseits auf geringeren Ozonimmissionen in den Waldgebieten. Die gestiegenen Preise für Rohholz werden durch kleiner ausfallende Ernten kompensiert und üben insgesamt keinen relevanten Einfluss auf die Höhe der Waldschäden aus.

Bodenqualität

Die vom Verkehr erzeugten Abgase schädigen den Boden in mehrfacher Hinsicht. Die Überdüngung und Versauerung von Böden ist in der Schweiz hauptsächlich bei Waldböden ein Problem. Diese Schadensaspekte werden als Waldschäden berücksichtigt. Die Bodenqualität wird überdies durch den Bau neuer Infrastrukturen, Unfälle beim Transport gefährlicher Substanzen sowie Schwermetalle beeinträchtigt. Bei Bodenverschmutzungen, die beim Bau von Strassen und Schienen sowie durch Lecks und Unfälle entstehen, handelt es sich grundsätzlich um interne Kosten, die vom Verursacher getragen werden müssen. Somit bleiben die Bodenverschmutzungen entlang von Verkehrswegen durch abgasbedingte Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe als relevante Kostenaspekte.

Die Berechnung der durch den Verkehr verursachten externen Kosten im Bereich Boden erfolgt anhand des Reparaturkostenansatzes. Dabei werden die Kosten für die Sanierung der mit Schwermetallen bzw. polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen verschmutzten Böden berechnet. Diese Berechnungsmethodik basiert auf der Überlegung, dass Böden mit einer Schadstoffbelastung oberhalb eines bestimmten Grenzwertes langfristig nicht mehr fruchtbar sind und eine potenzielle Gefährdung für Pflanzen, Tiere sowie allenfalls auch Menschen darstellen können.

Abbildung 3-7c: Verkehrsbedingte Kosten durch Bodenschäden, Strassen- und Schienenverkehr in Mio. CHF



© are

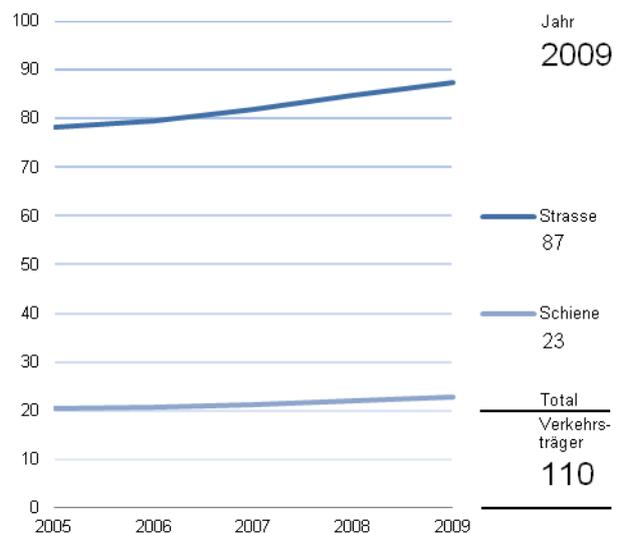
Im Jahr 2009 betragen die Kosten durch Bodenschäden des Strassen- und Schienenverkehrs 155 Mio. CHF. Davon war der Strassenverkehr für rund drei Viertel der Kosten verantwortlich, der Schienenverkehr für knapp einen Viertel. Die verkehrsbedingten Bodenschäden stiegen im Zeitraum 2005-2009 um 10% an. Sowohl die Schiene wie auch die Strasse tragen zu den Mehrkosten bei.

Städtische Räume

Der Verkehr in städtischen Gebieten verursacht räumliche Trenneffekte und Raumknappheit. Für Fussgänger und Fahrradfahrer ergeben sich bei der Querung von Strassen und Schienen Wartezeiten und damit Zeitverluste. Bei grösseren Strassen ergeben sich zusätzlich Knappheitseffekte bezüglich Raumverfügbarkeit für Fahrräder. Die letztere Kostenkategorie macht jedoch lediglich einen sehr geringen Teil der Zusatzkosten in städtischen Räumen aus.

Die externen Kosten des Verkehrs in städtischen Räumen werden auf Grundlage der Wartezeit für die Strassenüberquerung von Fussgängern und Fahrradfahrern sowie der Infrastrukturkosten für die Trennung von motorisiertem Individualverkehr und Langsamverkehr ermittelt.

Abbildung 3-7d: Zusatzkosten in städtischen Räumen, Strassen- und Schienenverkehr in Mio. CHF



© are

Abbildung 3-7d zeigt die Zusatzkosten in städtischen Räumen. Im Jahr 2009 beliefen sich diese Kosten auf 110 Mio. CHF. Der Strassenverkehr verursacht dabei rund 80%, der Schienenverkehr rund 20% der Kosten. Die sich abzeichnende Kostensteigerung in städtischen Räumen wird durch die wachsende städtische Bevölkerung zwischen 2005 und 2009 erklärt.

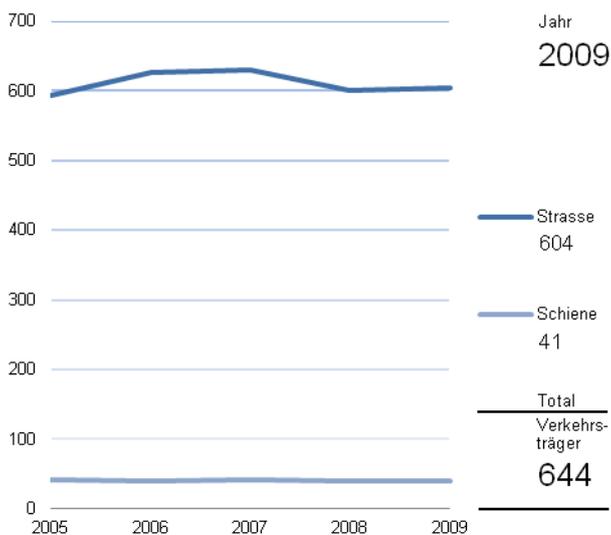
Vor- und nachgelagerte Prozesse

Bei der Bereitstellung der Antriebsenergie für die Fahrzeuge, beim Bau und der Entsorgung der Fahrzeuge sowie beim Bau der Verkehrsinfrastrukturen treten zahlreiche Umweltbelastungen auf. Die Extraktion von Erdöl für die Treibstoffherstellung führt beispielsweise zu Boden- und Gewässerverschmutzung, zur Emission von Treibhausgasen und weiteren Luftschadstoffen, der Transport der Rohstoffe in die Schweiz verursacht weitere Belastungen der Gewässer und der Atmosphäre, die nachgelagerte Verarbeitung von Rohöl in Raffinerien verbraucht Energie und bei der Betankung der Fahrzeuge kommt es ebenfalls zur Emission von Luftschadstoffen. Auch die Produktion von Strom für die Traktionsenergie beim Schienenverkehr ist mit verschiedenen Umweltbelastungen verbunden, der Bau von Kraftwerken benötigt Energie, beansprucht Raum in teilweise sensiblen Regionen, je nach Strom-Mix werden bei der Verbrennung von Kohle, Erdgas oder Öl in Kraftwerken Treibhausgase und weitere Luftschadstoffe freigesetzt bzw. Gewässer belastet.

Ähnliche Prozesse treten bei der Herstellung der Fahrzeuge und der Bereitstellung von Rohmaterialien für Fahrzeuge (z.B. Stahl, Aluminium) und Verkehrsinfrastrukturen auf.

Aufgrund der starken Vernetzung der Weltwirtschaft treten die Umweltbelastungen global auf, die Bewertung der resultierenden Schäden ist jedoch stark vom regionalen bzw. nationalen Kontext abhängig. Aus Gründen der Machbarkeit fokussiert der Berechnungsansatz lediglich auf die globalen Umweltbelastungen, bei denen der Ort der Emission praktisch unbedeutend für den entstehenden Schaden ist. Dies trifft vor allem auf Treibhausgase zu. Die Berechnungen erfassen daher die Emission von Treibhausgasen sämtlicher vor- und nachgelagerter Prozesse, welche für den Schweizer Strassen- und Schienenverkehr notwendig sind. Dabei wird nicht berücksichtigt, ob diese Treibhausgase in der Schweiz selbst oder im Ausland emittiert werden. Für die Berechnung der Kosten wird derselbe Kostensatz wie im Kapitel Klima (Kapitel 3.5) verwendet.

Abbildung 3-7e: Verkehrsbedingte Kosten durch vor- und nachgelagerte Prozesse im Strassen- und Schienenverkehr in Mio. CHF



© are

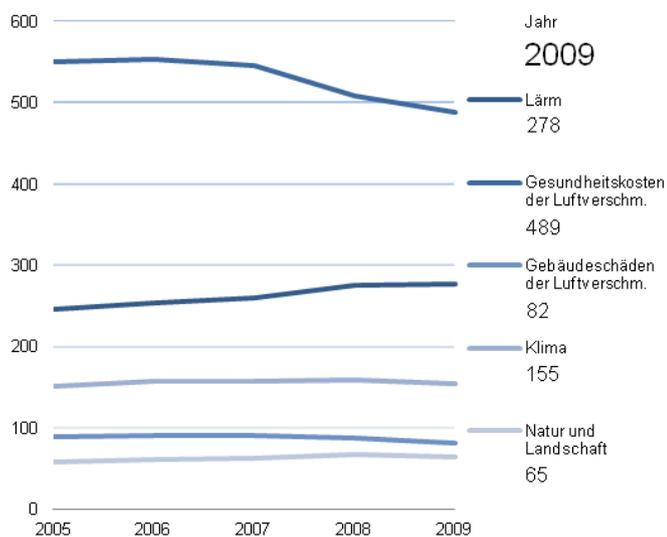
Die Klimakosten für vor- und nachgelagerte Prozesse 2009 betragen 644 Mio. CHF. Rund 94% davon fallen beim Strassenverkehr an.

4. Verkehrsart: Schwerverkehr

Aufgrund der spezifischen Vorgabe von Art. 7 Abs. 2 SVAG werden die externen Kosten des Schwerverkehr unter Anwendung der Sichtweise Verkehrsart berechnet. In Bezug auf die verschiedenen Kostenbereiche ergeben sich zwischen den Sichtweisen Verkehrsträger und Verkehrsart nur bei den Unfall- und Stauzeitkosten Unterschiede. In allen anderen Kostenbereichen führen die Sichtweisen zu keinen unterschiedlichen Ergebnissen, da keine Kosten bei anderen Verkehrsteilnehmenden entstehen bzw. quantifiziert werden können (siehe Kapitel 1.3).

4.1 Allgemeine externe Kosten

Abbildung 4-1: Externe Kosten des Schwerverkehrs in Mio. CHF

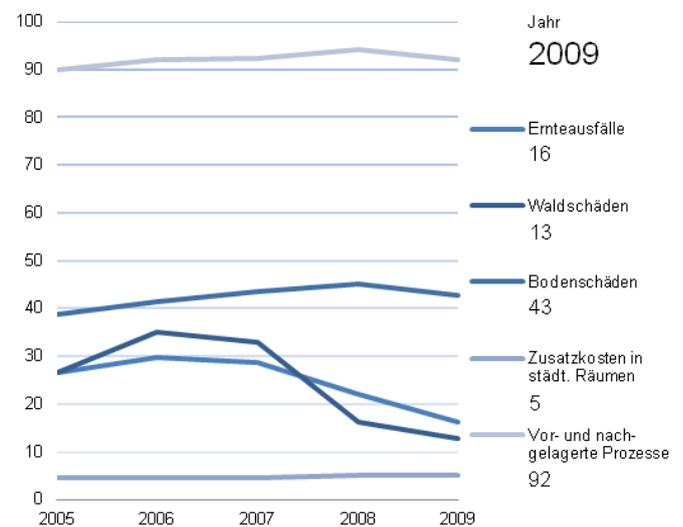


© are

In den Jahren 2005-2009 verursachte der Schwerverkehr aufgrund der gesunkenen Fahrleistung sowie der Reduktion der Emissionen laufend weniger luftverschmutzungsbedingte Gesundheitskosten. Ebenso hat sich der Kostenanteil des Schwerverkehrs an den Gebäudeschäden verringert. Die Lärmkosten hingegen sind aufgrund des grösser werdenden Wohnungsbestandes und der steigenden Mietpreisen angestiegen. Zudem treiben die wachsende Wohnbevölkerung sowie die steigenden Krankheitskosten die lärmbedingten Gesundheitskosten in die Höhe. Weiter steigen die Kosten im Bereich Natur und Landschaft. Die verursachten Klimakosten des Schwerverkehrs bleiben konstant.

4.2 Weitere externe Kosten

Abbildung 4-2: Weitere externe Kosten des Schwerverkehrs in Mio. CHF



© are

Der Rückgang verkehrsbedingter Ernteauffälle ist insbesondere auf tiefere Ozonbelastungen, abnehmende Emissionen von NO_x und VOC sowie tiefere Produzentenpreise für Getreide zurückzuführen. Geringere Emissionen des Schwerverkehrs und geringere Ozonimmissionen reduzieren auch die verkehrsbedingten Waldschäden.

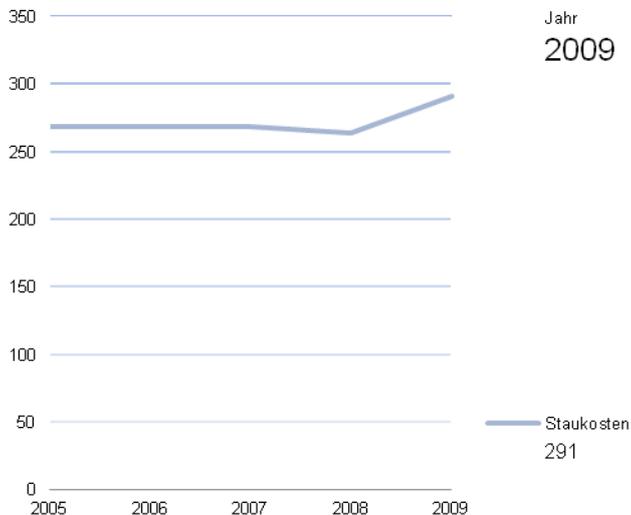
Die Kostensteigerung in städtischen Räumen wird durch die wachsende städtische Bevölkerung zwischen 2005 und 2009 erklärt. Weiter verursacht der Schwerverkehr eine Zunahme der externen Kosten in den Bereichen Bodenschäden und vor- bzw. nachgelagerte Prozesse.

4.3 Stauzeitkosten

Staus wirken sich in verschiedener Hinsicht nachteilig aus. So verursachen sie höhere Schadstoffemissionen und zusätzliche Unfälle, mit entsprechenden Auswirkungen auf die Gesundheits- resp. auf die Unfallkosten. Diese Kosten sind in den entsprechenden Rubriken berücksichtigt. Einen Sonderfall stellen die aufgrund von Staus resultierenden Kosten von Zeitverlusten dar. Deren Berechnung ist kontrovers und hat dementsprechend auch schon die Gerichte beschäftigt. Das Bundesgericht hat in diesem Zusammenhang festgehalten, die Berechnung der Stauzeitkosten des Schwerverkehrs

habe auf dem Vergleich eines Zustandes mit zu einem Zustand gänzlich ohne Schwerverkehr zu erfolgen. Dabei sei von der Nichtrelevanz der vom Nichtschwerverkehr dem Schwerverkehr zugefügten Stauzeitkosten auszugehen. Die gestützt auf diese Vorgaben durchgeführten Berechnungen führten zu dem Schwerverkehr anrechenbaren Stauzeitkosten von 291 Mio. CHF. Gegen dieses Ergebnis resp. die in diesem Zusammenhang getroffenen Annahmen wurden von Seiten des Strassentransportgewerbes erneut Beschwerde bis vor Bundesgericht geführt. Dessen abschliessender Entscheid steht zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Berichts noch aus.

Abbildung 4-3: Staubedingte Zeitkosten des Schwerverkehrs in Mio. CHF

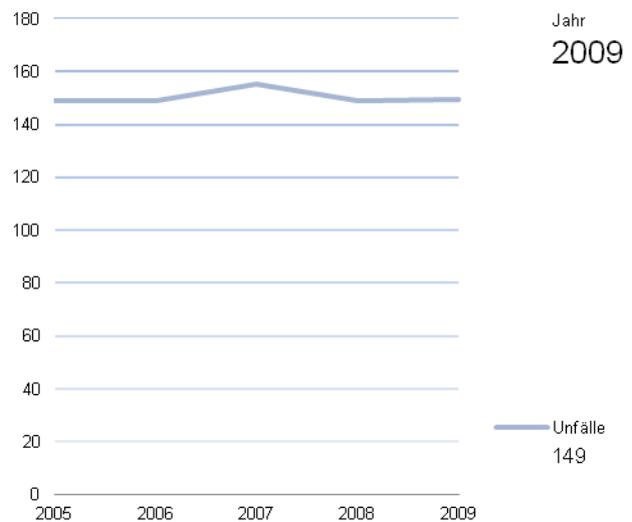


© are

4.4 Unfallkosten

Bei der Sicht Verkehrsart werden zusätzlich zu den bestehenden Kostenbereichen der Sichtweise Verkehrsträger die immateriellen Unfallkosten mit einbezogen. Kosten, die ein Lastwagen einem Personenwagen und dessen Insassen verursacht, werden dementsprechend als extern betrachtet.

Abbildung 4-4: Unfallkosten des Schwerverkehrs in Mio. CHF



© are

Die Höhe der jährlichen externen Unfallkosten unterliegt massgeblich den Schwankungen der Unfallszahlen. Der Schwerverkehr verursacht im Jahr 2009 Unfallkosten von 149 Mio. CHF.

5. Zusammenfassung der externen Kosten

5.1 Verkehrsträger: Strasse und Schiene

Insgesamt verursacht der Strassen- und Schienenverkehr im Jahr 2009 externe Kosten von 9 Mrd. CHF. Rund 94% davon werden durch den Strassenverkehr verursacht, 6% entfallen auf den Schienenverkehr.

Wird die Bedeutung der verschiedenen Kostenbereiche betrachtet, so dominieren die Unfallkosten und die Gesundheitskosten der Luftverschmutzung. Zusammen verursachen sie beinahe 50% der Kosten. Der Anteil der Klima- und Lärmkosten betragen je etwa 14%. Natur und Landschaft bzw. vor- und nachgelagerte Prozesse tragen zu 10% bzw. 7% der Gesamtkosten bei. Die übrigen Bereiche belaufen sich zusammen auf weniger als 8%.

Tabelle 5-1a: Externe Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs im Jahr 2009 in Mio. CHF (Sicht Verkehrsträger)

	Strasse	Schiene
Unfälle	2'076	24
Lärm	1'262	85
Gesundheitskosten der Luftverschmutzung	1'970	141
Gebäudeschäden der Luftverschmutzung	298	19
Klima	1'210	3
Natur und Landschaft	747	121
Ernteausfälle	49	1
Waldschäden	37	1
Bodenschäden	119	36
Zusatzkosten in städtischen Räumen	87	23
Vor- und nachgelagerte Prozesse	604	41
Staukosten	0	0
Total	8'459	494

© are

Im Strassenverkehr ist der Kostenbereich Unfälle mit 25% Anteil der verursachten Gesamtkosten beachtlich, gefolgt von den Gesundheitskosten der Luftverschmutzung mit 23%, dem Lärm mit 15% und den Klimaschäden mit 14%. Die restlichen Kostenbereiche betragen weniger als 10%.

Im Schienenverkehr fallen vor allem die Gesundheitskosten der Luftverschmutzung mit 29% und die Kosten für Natur und Landschaft mit 25% ins Gewicht. Auch der Lärm ist mit 17% ein wichtiger Kostenbestandteil.

Die externen Kosten auf Strasse und Schiene haben in der betrachteten Periode 2005-2009 insgesamt zugenommen. Methodische Veränderungen (siehe Appendix) auf Seite der Schiene, in den Bereichen Unfälle und Bodenschäden einerseits, sowie die Zunahme diverser Inputvariablen andererseits haben zur Kostensteigerung beigetragen.

Nebst dem nominellen Kostenwachstum, der allgemeinen und der überdurchschnittlichen Teuerung im Gesundheits- und Bauwesen, erfuhren die externen Kosten eine Zunahme aufgrund der gestiegenen Fahrleistung der Verkehrsträger, des demographischen Wandels sowie der Zunahme der Wohnbevölkerung und des Wohnungsbestandes.

Verglichen mit dem Jahr 2005 wurden auf Schweizer Strassen 2009 rund 4.8% mehr Fahrzeugkilometer erbracht. Der Schienenverkehr verzeichnete in dieser Periode eine Zunahme der Zugkilometer von 6%. Die gesteigerte Fahrleistung der Verkehrsträger wirkt sich nahezu auf alle Kostenbereiche erhöhend aus. Zudem bewirkt das Bevölkerungswachstum sowie das Wohnungsbestandswachstum von 4.1% bzw. 4.5% eine grössere Betroffenheit durch Lärm und Luftverschmutzung und einen Anstieg der Zusatzkosten in städtischen Räumen. Die Bevölkerung wirkt nicht nur über ihre Grösse sondern auch über den demographischen Strukturwandel auf die externen Kosten des Verkehrs. Zwischen 2005 und 2009 nahm die Bevölkerung der über 80-jährigen um 18.5% zu. Ältere Menschen reagieren typischerweise empfindlicher auf die vom Strassenverkehr ausgestossenen Schadstoffe. Entsprechend stiegen die externen Gesundheitskosten der Luftverschmutzung weiter an.

Tabelle 5-1b: Externe Kosten des Strassen und Schienenverkehrs 2005 - 2009 in Mio. CHF (Sicht Verkehrsträger)

	2005	2006	2007	2008	2009
Unfälle	2'047	2'102	2'179	2'098	2'100
Lärm	1'174	1'211	1'253	1'300	1'347
Gesundheitskosten der Luftverschmutzung	1'954	2'019	2'065	2'073	2'110
Gebäudeschäden der Luftverschmutzung	289	300	311	320	317
Klima	1'264	1'289	1'295	1'212	1'213

Natur und Landschaft	797	832	869	888	868
Ernteauffälle	65	71	69	64	50
Waldschäden	66	86	81	46	37
Bodenschäden	140	149	158	158	155
Zusatzkosten in städtischen Räumen	99	100	103	107	110
Vor- und nachgelagerte Prozesse	634	667	671	642	644
Total	8'529	8'826	9'053	8'908	8'953

© are

Die einzelnen Kostenbereiche sind im betrachteten Zeitraum bis auf die Klimakosten, Ernteauffälle und Waldschäden allesamt angestiegen. Den grössten relativen Kostenzuwachs verzeichnet der Lärm mit 14%. Die Bereiche vor- und nachgelagerte Prozesse bzw. Bodenschäden weisen gleichermaßen überdurchschnittliche Kostenzuwächse von mehr als 10% aus.

5.2 Verkehrsart: Schwerverkehr

Aufgrund der spezifischen Vorgabe von Art. 7 Abs. 2 SVAG werden die externen Kosten des Schwerverkehrs unter Anwendung der Sichtweise Verkehrsart berechnet. Dabei werden zusätzlich zu den bestehenden Kostenbereichen der Sichtweise Verkehrsträger die immateriellen Unfallkosten sowie die Stauzeitkosten berücksichtigt. Demgemäss verursacht der Schwerverkehr dem Nicht-Schwerverkehr im Jahr 2009 Kosten von insgesamt 1678 Mio. CHF. Beinahe ein Drittel der verursachten Kosten ist auf die Gesundheitskosten der Luftverschmutzung zurückzuführen. Die Lärm- und Stauzeitkosten belaufen sich auf 17% bzw. 15%, Klima und Unfälle auf je 9%, Natur und Landschaft bzw. vor- und nachgelagerte Prozesse verursachen 4% bzw. 6%.

Tabelle 5-2: Externe Kosten des Schwerverkehrs 2005 - 2009 in Mio. CHF (Sicht Verkehrsart)

	2005	2006	2007	2008	2009
Unfälle	149	149	155	149	149
Lärm	246	254	261	276	278
Gesundheitskosten der Luftverschmutzung	551	554	546	508	489
Gebäudeschäden der Luftverschmutzung	91	91	92	88	82
Klima	153	157	158	159	155
Natur und Landschaft	59	61	64	69	65
Ernteauffälle	26	30	29	22	16
Waldschäden	26	35	33	16	13
Bodenschäden	39	41	43	45	43
Zusatzkosten in städtischen Räumen	4	5	5	5	5

Vor- und nachgelagerte Prozesse	90	92	92	94	92
Staukosten	269	269	269	264	291
Total	1'703	1'739	1'746	1'695	1'678

© are

Die Verkehrsart Schwerverkehr vermochte über die Zeitspanne 2005-2009 ihre externen Kosten zu reduzieren. Der Schwerverkehr verzeichnete einen Rückgang der Fahrleistung bei gleichzeitiger Zunahme der Verkehrsleistung sowie eine Reduktion der Emissionen. Folglich konnten die gewichtigen Gesundheitskosten durch Luftverschmutzung um 11% reduziert werden. Auch die Gebäudeschäden durch Luftverschmutzung verminderten sich wesentlich.

Die Waldschäden und Ernteauffälle konnten relativ stark vermindert werden, tragen absolut jedoch wenig zur Kostenreduktion bei. Die restlichen Kostenbereiche des Schwerverkehrs stiegen alle leicht an. Den grössten absoluten Kostenzuwachs verzeichnete der Bereich Lärm, was hauptsächlich mit dem Bevölkerungs- sowie dem Wohnungsbestandswachstum bzw. den gestiegenen Mieten erklärt werden kann.

A Appendix

Abbildung 5-1: Methodengeschichte

Referenzjahr	2000	2005	2006 - 2009
Berechnungsart	Synthese Studie Grundlagen	Studie* Neue Erkenntnisse	Aktualisierungstool** Aktualisierung
Unfälle	ARE (2006), Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr der Schweiz Aktualisierung für die Jahre 1999 bis 2004	Datenbank zum Unfallgeschehen im Schienenverkehr Ecoplan (2007), Volkswirtschaftliche Kosten der Nichtberufsunfälle in der Schweiz: Strassenverkehr, Sport, Haus und Freizeit.	Der prozentuale Anteil der externen Unfallkosten an den sozialen Unfallkosten wurde aus der Studie für das Jahr 1998 übernommen. Aufteilung der Strassenverkehrsunfälle auf die Fahrzeugkategorien entspricht der Aufteilung 2005. Die prozentuale Aufteilung auf Personenverkehr, Güterverkehr und Dritte wird aus der Studie 2005 übernommen. Die Kostensätze werden mit Preisindizes fortgeschrieben.
Lärm	ARE (2005), Externe Lärmkosten des Strassen- und Schienenverkehrs der Schweiz - Aktualisierung für das Jahr 2000	Berechnungstool SonBase (umfassende Berechnung der verkehrlichen Lärmbelastung in der Schweiz) Neue Erkenntnisse zum Einfluss des Lärms auf den Mietzins (5 Studien)	Die Alterung der Bevölkerung wird nicht berücksichtigt.
Gesundheit	ARE (2004), Externe Gesundheitskosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung in der Schweiz, Aktualisierung für das Jahr 2000	Burkhardt et al. (2008), Diffuse release of environmental hazards by railways.	-
Gebäude	ARE (2004), Verkehrsbedingte Gebäudeschäden in der Schweiz, Aktualisierung der externen Kosten 2000	-	Die Entwicklung der Fassadenflächen wird anhand Indikatoren aktualisiert. Keine bevölkerungsgewichtete PM10-Immissionsdaten mehr verfügbar. PM10-Immission wird aus PM10-Emissionen abgeleitet.
Klima und weitere Umweltbereiche	ARE (2006), Externe Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs 2000, Klima und bisher nicht erfasste Umweltbereiche, städtische Räume sowie vor- und nachgelagerte Prozesse	Vor- und nachgelagerte Prozesse: Datenversion 2.0 der Ecoinvent Datenbank	Die bisherigen Klimakostensätze werden unverändert angewendet. Waldschäden: Nur Schäden durch vermindertes Holzwachstum infolge der Ozonbelastung Ernteauffälle: Aufdatierung basiert einzig auf der wichtigsten Nutzpflanzenart Weizen. Vor- und nachgelagerten Prozesse: Datenversion 2.1 der Ecoinvent Datenbank
Natur und Landschaft	ARE (2005), Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft	-	Umfang der Begleitmassnahmen für die Folgejahre in einer vergleichbaren Grössenordnung
Stau	ARE (2007), Staukosten des Strassenverkehrs in der Schweiz Aktualisierung 2000/2005	-	Aufteilung gemäss Auswertung des Verkehrsmodells UVEK (VM-UVEK) Besetzungsgrade 2005-2015: Lineare Interpolation der Besetzungsgrade aus dem VSSNormentwurfs zur Norm 641 822a. Keine Aktualisierung der Modellierung auf Basis der VM-UVEK-Outputs
Umgang mit Unsicherheiten	At least Ansatz: Sensitivitätsanalysen, wo möglich auch Vertrauensintervalle	95%-Konfidenzintervall für jeden Kostenbereich mit Monte-Carlo-Simulation	-

* ARE (2008): Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz, Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten

** Ecoplan und Infras (2010): Kurzbeschreibung des Aktualisierungstools externe Kosten, Version 2