

Schlussbericht

Externe Effekte des Personen- und Güterverkehrs auf Österreichs Straßen – Grundlagen und Größenordnungen

Erarbeitung einer Broschüre für die
Öffentlichkeitsarbeit der AISÖ

erstellt für

Arbeitsgemeinschaft Internationaler
Straßenverkehrsunternehmer
Österreichs (AISÖ)

A – 1040 Wien

erstellt von

Alex Auf der Maur
Stefan Rommerskirchen
Johannes Eggert

Unter wissenschaftlicher
Begleitung von
Peter Cerwenka

Inhalt

	Seite
Abkürzungen	II
1 Vorbemerkung	1
2 Einleitung und Problemstellung	2
3 Theoretische Grundlagen	4
3.1 Externe Kosten – Definition und Abgrenzung	4
3.2 Internalisierung der externen Kosten	5
4 Verkehrsmengengerüst	7
5 Abschätzung der externen Kosten für das Jahr 2010	11
5.1 Externe Unfallkosten	11
5.2 Kosten der Luftverschmutzung	17
5.3 Klimakosten	21
5.4 Exkurs zu Lärmkosten	23
5.5 Andere externe Effekte des Straßenverkehrs	27
6 Abschätzung der zukünftigen externen Kosten für die Jahre 2020 und 2030	29
6.1 Zukünftige externe Unfallkosten	29
6.2 Zukünftige Kosten der Luftverschmutzung	31
6.3 Zukünftige Klimakosten	34
7 Zusammenfassung der Ergebnisse	37
8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	41
Quellenverzeichnis	42

Abkürzungen

A+S	Autobahnen und Schnellstraßen
CE Delft	Committed to the Environment Delft (niederländische Forschungs- und Beratungsorganisation)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
dB	Dezibel
Fz-km	Fahrzeugkilometer
GV	Güterverkehr
Lkw	Lastkraftwagen
LGV	Leichter Güterverkehr (bis 3,5 Tonnen zulässiges Gesamtgewicht)
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
Mrd.	Milliarde
NMVOOC	non methane volatile organic compounds (flüchtige organische Verbindungen ohne Methan)
NO _x	Stickoxide
PM	Particulate Matter (Feinstaub)
Pkw	Personenkraftwagen
PV	Personenverkehr
SGV	Schwerer Güterverkehr (ab 3,5 Tonnen zulässiges Gesamtgewicht)
UP	Unfall mit Personenschaden
zGG	zulässiges Gesamtgewicht

1 Vorbemerkung

Die „externen Effekte“ des Verkehrs haben in den letzten Jahren aus mehreren Gründen stark an Bedeutung gewonnen: Einerseits haben sowohl der Personen- als auch der Güterverkehr der verschiedenen Verkehrsträger (Straße, Schiene, Luft und Wasser) erheblich zugenommen und damit auch die Betroffenheit durch unerwünschte Nebenwirkungen; andererseits ist aber auch die öffentliche Aufmerksamkeit stark gestiegen. Umweltthemen beschäftigen die Gesellschaft, die Politik und die Medien in zunehmendem Ausmaß.

Der Straßenverkehr steht bei dieser Diskussion häufig im Mittelpunkt. Er bewältigt nicht nur nutzenstiftend den größten Teil der Verkehrsnachfrage, sondern hat auch unerwünschte Nebenwirkungen für Mensch und Umwelt. Bei der notwendigen Diskussion der negativen Begleiterscheinungen des Straßentransports von Personen und Gütern ist eine starke Fokussierung auf den Güterverkehr festzustellen. Dies wirft zwei wichtige Fragen auf: Welche Schadenssumme verursacht der Straßenverkehr durch Umweltschäden eigentlich? Und in welchem Ausmaß sind der Straßenpersonenverkehr einerseits und der Straßengüterverkehr andererseits daran beteiligt?

Da hierzu bisher aktuelle und einigermaßen vollständige Informationen fehlen, hat die AISÖ (Arbeitsgemeinschaft Internationaler Straßenverkehrsunternehmer Österreichs) die ProgTrans AG aus Basel (Schweiz) beauftragt, diese Fragen im Rahmen einer Kurzstudie zu beantworten. Dabei geht es nicht um größtmögliche Detaillierung, sondern um „Größenordnungen“ – allerdings auf aktuellsten Erkenntnissen basierend und mit angemessenen Verfahren ermittelt. Und weil die Diskussionen um dieses Thema meistens zukunftsgerichtet sind und die ProgTrans auf dem Gebiet der Verkehrsnachfrageprognosen über viele Erfahrungen und Grundlagen verfügt, bietet die Kurzstudie auch einen Ausblick auf die Entwicklung der externen Effekte des Straßenverkehrs in Österreich bis zum Jahr 2030.

Die vorliegende Kurzstudie soll informieren und damit zu einer möglichst sachlichen Diskussion beitragen. Sie soll niemanden an den Pranger stellen, aber potenzielle Vorurteile gegenüber dem Straßengüterverkehr abbauen, der ohnehin für niemanden anderen stattfindet als für Menschen. Wenn die vorliegende Broschüre der AISÖ auf der Basis von Fakten zur Versachlichung der Diskussion des wichtigen Themas der externen Effekte des Verkehrs einen Beitrag leisten kann, hat sie ihren Zweck erfüllt.

2 Einleitung und Problemstellung

Mobilität ist ein wichtiger Bestandteil unseres täglichen Lebens. Nahezu täglich sind wir außer Haus unterwegs oder konsumieren Güter, die zu transportieren sind. Zweifelsohne erzeugt Mobilität einen großen Nutzen für unsere Gesellschaft. Auf der Kehrseite der Medaille stehen jedoch die negativen Effekte des Verkehrs wie Luftverschmutzung, Lärm, Unfälle oder Klimaschäden. Während die positiven Effekte der Mobilität dem Verkehrsteilnehmer selbst zugutekommen, werden die negativen Begleiterscheinungen zu großen Teilen auf die Allgemeinheit abgewälzt.

Die negativen Effekte des Verkehrs, welche nicht vom Nutzer selbst getragen werden, bezeichnet man als „externe Kosten“. Die Höhe dieser Kosten ist nur begrenzt bestimmbar, da es keine Marktpreise für diese Effekte gibt. Wie viel wir beispielsweise bereit sind zu bezahlen, um einen Unfall zu vermeiden, kann zwar statistisch bestimmt bzw. abgefragt werden; jedoch sind diese Werte keinesfalls exakt und verstehen sich eher als Größenordnung.

Im Jahr 2008 wurden die externen Kosten erstmals in einer umfassenden Studie der CE Delft für die EU-Länder kalkuliert (CE Delft et al. (2008)). Die Werte wurden 2011 aktualisiert (CE Delft et al. (2011)). Für die EU-Länder rechnet CE Delft die gesamten externen Kosten des Verkehrssektors auf über 500 Mrd. Euro für das Jahr 2008; dies entspricht 4% des Bruttoinlandsproduktes der EU. Der Straßenverkehr verursacht mit 93% den größten Anteil an den externen Verkehrskosten. Einerseits entfällt auf die Straße der größte Teil des Personen- und Güterverkehrs, und andererseits sind auch die spezifischen (kilometerbezogenen) externen Kosten der Straße höher als zum Beispiel auf der Schiene. Der Personenverkehr verursacht in der EU mit rund 77% den Großteil der externen Kosten auf der Straße (CE Delft et al. (2011)).

Gemäß der aktuellen Eurovignetten-Richtlinie (EU-Kommission (2011)) dürfen erstmals auch die externen Kosten für Lärm und Schadstoffe in die Lkw-Maut einberechnet werden. Die Richtlinie bezieht sich dabei explizit auf „schwere Nutzfahrzeuge“. Es steht den EU-Staaten jedoch grundsätzlich frei, diese Kostenbestandteile zu bemauten oder nicht. In der Richtlinie werden für die Kostenbelastung pro Fahrzeugkilometer maximale Werte angegeben. Besonders Österreich machte sich dafür stark, dass die Kostensätze für Lärm- und Schadstoffbelastung in Berggebieten verdoppelt werden können. Gemäß dem neuen „Gesamtverkehrsplan für Österreich 2012“ (bmvit (2012)) sollen die externen Kosten baldmöglichst dem Straßengüterverkehr angelastet werden. Dies wird hauptsächlich mit der in Österreich verfolgten Strategie zur Verlage-

rung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene begründet (bmvit (2012)).

In der Schweiz hingegen werden die externen Kosten durch die „Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe“ (LSVA) beim schweren Straßengüterverkehr schon seit dem Jahr 2001 berücksichtigt, und zwar auf allen Straßenkategorien. Eine Verlagerungswirkung auf die Schiene hat die LSVA jedoch kaum erzeugt, dafür aber Ausweichverkehre in die Nachbarstaaten, insbesondere nach Österreich.

Obwohl gemäß CE Delft der Personenverkehr für den größeren Teil der externen Kosten im Straßenverkehr verantwortlich ist, betrifft die Internalisierung der externen Kosten bisher einseitig den Güterverkehr. Ursache für diese Asymmetrie ist wohl die fehlende Bereitschaft für weitere Erhöhungen der privaten Mobilitätskosten. Viele Verkehrsteilnehmer sehen sich schon heute als „Opfer“, weil sie vermeintlich zu viel bezahlen müssten. Für die Politik ist eine Erhöhung der Gebühren für den Personenverkehr deshalb sehr unpopulär. Andererseits ist die Verlockung, neue Einnahmequellen zu erschließen, sehr groß. Da vielen Bürgern nicht bewusst ist, dass der gesamte Güterverkehr letztlich durch sie selbst erzeugt und damit in ihrem Auftrag durchgeführt wird, ist der Widerstand von Maßnahmen gegen den Straßengüterverkehr vergleichsweise gering.

In Fachkreisen herrscht Einigkeit darüber, dass die Anlastung der externen Kosten an alle Verkehrsteilnehmer zu einem ökonomisch effizienteren Verkehrsverhalten in unserer Gesellschaft führen würde. Trotzdem soll, gemäß aktueller Eurovignetten-Richtlinie, nur das „schwächste Glied“ – der Straßengüterverkehr – mit den tatsächlichen Kosten konfrontiert werden (EU-Kommission (2011)). Dadurch kommt es aber zu Ungleichbehandlungen, die aus sachlichen Überlegungen keine Rechtfertigung finden und zu einer unzureichenden Verkehrsnachfragelenkung führen.

3 Theoretische Grundlagen

Nachfolgend werden die theoretischen Grundlagen für die spätere Berechnung der externen Kosten erläutert. Welche Kosten im Straßenverkehr als extern zu betrachten sind, ist Gegenstand dieses Kapitels.

3.1 Externe Kosten – Definition und Abgrenzung

Verkehr hat einen bedeutenden Einfluss auf Mensch und Umwelt. Anders als die positiven Aspekte des Verkehrs werden die negativen Effekte nicht oder zumindest nur teilweise vom Verursacher getragen. Sind im Preis für Mobilität nicht alle tatsächlich entstehenden Kosten enthalten, so kommt es zu falschen Anreizen im Verkehr und zu einer zu hohen Verkehrsnachfrage.

Externe Kosten sind demnach Kosten, die nicht vom Verursacher, sondern letztlich von der Allgemeinheit oder von zukünftigen Generationen getragen werden. Bei allen anderen Kostenbestandteilen spricht man von internen oder privaten Kosten, so zum Beispiel Kraftstoff, Autoversicherungen oder Fahrtausweise. Zusammen werden interne und externe Kosten als soziale Kosten bezeichnet. Die Abgrenzung zwischen internen und externen Kosten ist zumindest in der Theorie klar geregelt, in der Praxis ergeben sich bei der Berechnung der externen Kosten aber häufig Ermessens- und Interpretationsspielräume. Wir haben deshalb strenge und eindeutig abprüfbare Bedingungen für externe Effekte konstituiert, die alle erfüllt sein müssen, damit ein Kostenblock als „extern“ gilt (Cerwenka et al. (2012)).

Bereiche externer Kosten im Straßenverkehr

Nach unserer Einschätzung können folgende Kostenblöcke im Straßenverkehr relevant sein, die entweder vollkommen oder zumindest teilweise extern sind:

- | | |
|--|--|
| 1. Unfallkosten | 6. Kosten für Natur und Landschaft |
| 2. Kosten der Luftverschmutzung | 7. Zusatzkosten für urbane Räume (z.B. soziale Trennwirkungen) |
| 3. Klimakosten | 8. Kosten der Boden- und Wasserverschmutzung |
| 4. Lärmkosten | |
| 5. Kosten von den vor- und nachgelagerten Effekten (z.B. der Emission bei der Kraftstoffgewinnung und -produktion) | |

Quelle: CE Delft et al. (2008), S. 16

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden jedoch nur die ersten drei Kostenblöcke quantifiziert. Erstens machen gemäß dem Handbuch der CE Delft et al. (2011) die drei erstgenannten Kategorien mehr als 85% der gesamten externen Kosten aus, und zweitens würde die Berechnung sämtlicher externen Effekte des Straßenverkehrs den Rahmen der vorliegenden Kurzstudie sprengen. Eine ausführliche Beschreibung der Wirkungsmuster von Lärm und eine Erläuterung, weshalb Lärmkosten sehr schwierig zu ermitteln sind, erfolgt in Kapitel 5.4. Dort sind auch die Ergebnisse einer Grobabschätzung der externen Lärmkosten des Straßenverkehrs dokumentiert. Auf die übrigen externen Effekte des Straßenverkehrs wird in Kapitel 5.5 eingegangen.

Staukosten sind nicht extern

Gelegentlich werden auch die Staukosten – genauer: die Stauzeitverlustkosten – als externe Kosten behandelt, was nach Auffassung der Autoren aus folgenden Gründen unzulässig ist: Bei den Kosten aus Zeitverlusten durch Staus besteht keine „polarisierende Komplementarität“, was bedeutet, dass alle Beteiligten gleichzeitig Verursacher und Geschädigte sind. Ein im Stau stehendes Fahrzeug hat bei der Ursache Stau seinen Beitrag geleistet. Indem der Fahrer jedoch durch Zeitverlust „bestraft“ wird, werden diese Kosten direkt durch das Kollektiv aller Staubeteiligten internalisiert, und somit werden keine Unbeteiligten geschädigt. Stauzeitverlustkosten sind demnach als interne Kosten zu verbuchen. Dies bedeutet nicht, dass der Staat keine Gebühren erheben darf, damit die Verkehrsinfrastruktur besser genutzt wird und es zu weniger Stau kommt. Diese Abgabe müsste dann aber als Lenkungsabgabe ausgestaltet werden und für alle Benutzer (Fahrzeugarten) der Infrastruktur, entsprechend ihrer Staubeteiligung, gelten (Cerwenka et al. (2012)).

3.2 Internalisierung der externen Kosten

Von Internalisierung spricht man, wenn die externen Kosten ihren Verursachern anteilig angelastet werden. Das Ziel dabei ist, eine zu hohe Nachfrage aufgrund von zu niedrigen Preisen zu vermeiden. Zu den marktwirtschaftlichen Internalisierungsansätzen zählen Abgaben („Ökosteuer“, Maut) oder auch ein Zertifikatehandel zur Bereitstellung von Verbraucherkontingenten.

Bezahlt man für eine Autofahrt den tatsächlichen Preis inklusive der Umweltkosten und der negativen Folgen bei Dritten, so sind die externen Kosten internalisiert. Eine Internalisierung führt für den Verkehrsteilnehmer selbst zwar zu einer Verteuerung, für die Allgemeinheit aber unter sonst gleichen Bedin-

gungen zu einer an den Gesamtkosten orientierten Verkehrsnachfrage und dadurch zur Verminderung der negativen externen Effekte. Demzufolge wirkt sich gemäß der Volkswirtschaftstheorie eine Internalisierung der externen Kosten positiv auf den gesellschaftlichen Nutzen aus.

Ein Hauptproblem der Internalisierung ist die Bestimmung der Kosten, die mit einer Abgabe den Nutzern angemessen anzulasten sind. Man benötigt umfassende Informationen über die Auswirkungen der Emissionen auf die menschliche Gesundheit und die Natur sowie über das Verhalten der Verkehrsteilnehmer. Während die Verkehrsnachfragemengen recht zuverlässig abgeschätzt werden können, bestehen bei der Bestimmung der Kostensätze große Unsicherheiten. Für externe Kosten gibt es per Definition keine Marktpreise, was bedeutet, dass die Kosten über Modellrechnungen oder entsprechende Befragungen bestimmt werden müssen. Das ist insofern problematisch, als zu hohe Abgaben für die Wirtschaft belastend wirken und somit volkswirtschaftliche Verluste entstehen können (Puls (2009)).

Ein weiteres Problem bei der Internalisierung der externen Effekte im Verkehr stellen die relativ hohen Transaktionskosten dar: Greift der Staat mit politischen Maßnahmen ins Marktgeschehen ein, so entstehen immer auch administrative Kosten. Diese Kosten werden in der Regel in die Abgabe eingerechnet, obwohl sie selbst de facto keine externen Kosten darstellen.

4 Verkehrsmengengerüst

Zur Abschätzung der externen Kosten ist die Fahrleistung im Straßenverkehr von zentraler Bedeutung. Wesentlich hierbei ist u.a. die Verteilung der Fahrleistungen auf die jeweiligen Fahrzeugarten. Darüber hinaus ist eine Unterteilung der Fahrleistung nach weiteren Kriterien für die Berechnung der externen Kosten von Vorteil. Das Verkehrsmengengerüst wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung zur Berechnung externer Kosten des Straßenverkehrs differenziert nach:

- Verkehrsart (Personenverkehr (PV) und Güterverkehr (GV))
- Fahrzeugart (PV: Motorrad, Pkw Benzin, Pkw Diesel und Busse; GV: Leichter Güterverkehr (LGV; bis zu 3,5 t zGG) und Schwerer Güterverkehr (SGV; ab 3,5 t zGG))
- Straßenart (Bundesstraßen, Sonstige Freilandstraßen und Straßen im Ortsgebiet)
- Regionsart („urban“, „suburban“ und „rural“)
- Abgasnorm (Euro 0 – Euro 6 (ab 2020))
- Jahr (2010, 2020, 2030)

Für die Verteilung der Fahrleistungen wird auf die Struktur des „EU policy assessment models REMOVE“ zurückgegriffen. Maßgebend für die hier durchgeführten Berechnungen sind territoriale Fahrleistungen (siehe Kasten). Für den Güterverkehr sind diese den World Transport Reports 2012/13 und für den Personenverkehr den World Transport Reports 2010/2011 der ProgTrans AG entnommen. Ausnahmen bilden die Fahrleistungen von Motorrädern und der LGV (Fahrzeuge unter 3,5 Tonnen zGG), da diese Fahrzeugarten in den Prognosen der ProgTrans nicht berücksichtigt werden.

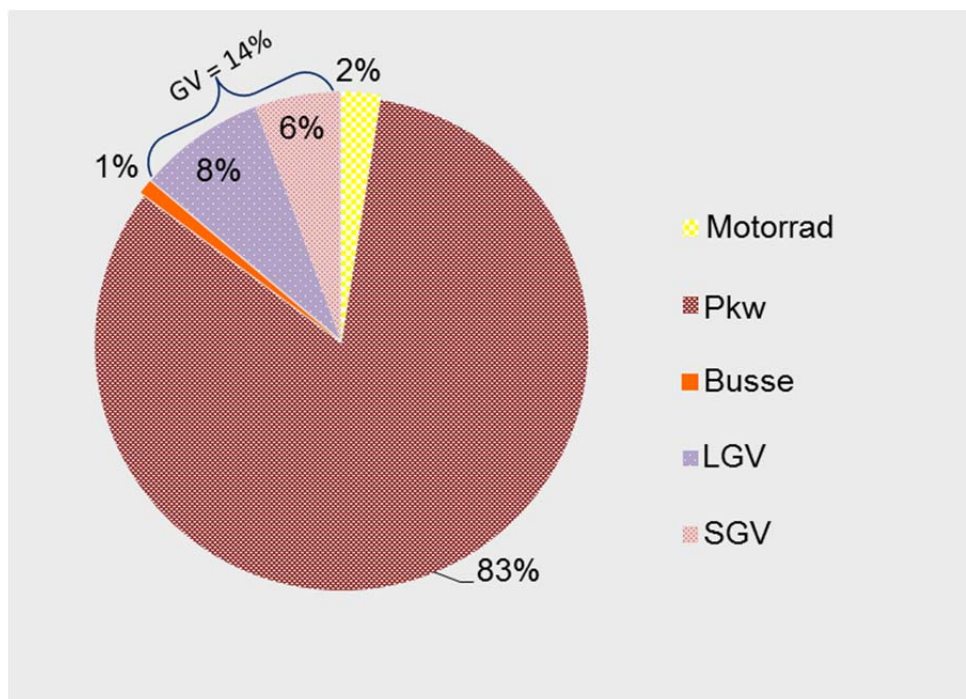
Die territoriale Fahrleistung
misst in der Verkehrsstatistik alle erbrachten Fahrleistungen von in- und ausländischen Fahrzeugen innerhalb der Grenzen eines Landes.

Die Fahrleistung der Fahrzeugart LGV erscheint im REMOVE-Datensatz im Verhältnis zum ausgewiesenen Fahrzeugbestand extrem niedrig. Dies beruht auf der Annahme einer erklärungsbedürftigen jährlichen Fahrleistung (von nur 760 Fz-km je Einzelfahrzeug). Stattdessen nehmen wir für diese Fahrzeugart eine durchschnittliche jährliche Fahrleistung von 25'000 Fz-km pro Jahr und Fahrzeug an. Die Fahrleistung von Motorrädern (inkl. Mopeds) stammt direkt aus dem REMOVE-Datensatz (Transport und Mobility Leuven (2010)). Alle

Berechnungen zu den externen Kosten basieren auf den zurückgelegten Fahrzeugkilometern (Fz-km) der einzelnen Fahrzeugarten.

Die nachfolgende Abbildung 1 stellt die Aufteilung der Fahrleistung zwischen den Fahrzeugarten dar. Die Anteile beziehen sich auf das Mengengerüst von Österreich und für das Jahr 2010.

Abbildung 1 Aufteilung der Fahrleistung nach Fahrzeugarten in Österreich im Jahr 2010



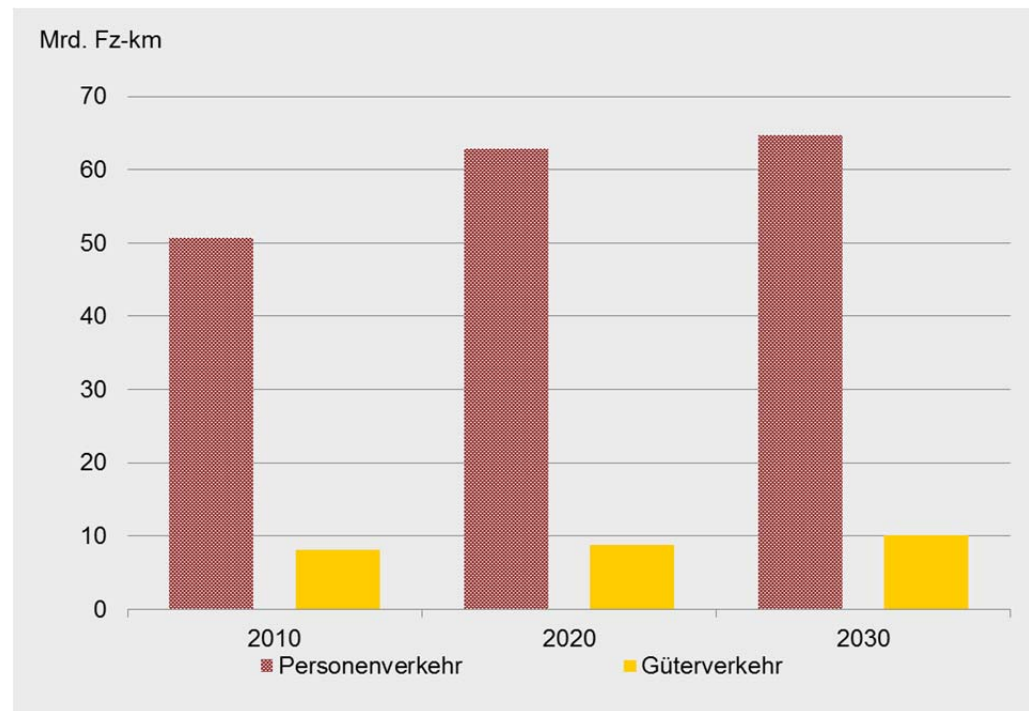
Quelle: Eigene Berechnung nach Transport und Mobility Leuven (2010)

Wie in Abbildung 1 zu erkennen ist, nimmt die Fahrleistung von Pkw mit einem Anteil von 83 % eine überragende Rolle auf Österreichs Straßen ein. In absoluten Zahlen ausgedrückt, belief sich die Fahrleistung der Pkw im Jahr 2010 auf 48,67 Mrd. Fz-km (ein Exkurs zu den Fahrleistungen in Österreich findet sich in einem Kasten am Ende dieses Kapitels). Die Fahrleistung der Motorräder und der Busse beträgt zusammen lediglich 3%. Der Personenverkehr macht 86% der gesamten Fahrleistung auf Österreichs Straßen aus.

Mit einem Anteil von 14% ist die Fahrleistung im Güterverkehr vergleichsweise gering, wobei der Leichtverkehr bezogen auf die Fahrleistung den größeren Anteil besitzt (LGV 8%, SGV 6%). Die absolute Fahrleistung des Straßengüterverkehrs im Jahr 2010 betrug 8,17 Mrd. Fz-km.

Die nachfolgende Abbildung 2 stellt die Fahrleistungen in Österreich differenziert nach Personen- und Güterverkehr für die Jahre 2010, 2020 und 2030 dar. (Detailliertere Angaben zu den Fahrleistungen finden sich in den Tabellen 5 und 6.)

Abbildung 2 Fahrleistungen in Österreich nach PV und GV, 2010-2030



Quelle: ProgTrans (2012) und ProgTrans (2010)

Gemäß unseren Prognosen wird sich der Personenverkehr auf der Straße zukünftig stärker entwickeln als der Straßengüterverkehr, vor allem bis zum Jahr 2020. Wachstum an Fahrleistung ist jedoch bei allen Fahrzeugarten zu erwarten. Die Gesamtfahrleistung (Personen- und Güterverkehr) wird sich gemäß den Prognosen bis 2020 gegenüber 2010 um 22% erhöhen, wobei der PV um rund 24% und der GV um rund 7% zulegen wird.

Bis 2030 wird gemäß unseren World Transport Reports im Personenverkehr das Wachstum etwas gedämpft, während der Güterverkehr zwischen 2020 und 2030 prozentual stärker wächst.

Die Fahrleistungsangaben für Pkw und Lkw sind in der vorliegenden Untersuchung deutlich niedriger als diejenigen, die in der „Österreichischen Luftschadstoff-Inventur“ (publiziert in FVT (2010), S. 12) und sich darauf berufenden Quellen ausgewiesen werden. Andere Primärquellen für den Nachweis derartiger Fahrleistungsangaben im Straßenverkehr sind uns nicht bekannt. Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung verwendeten Fahrleistungsangaben leiten sich im Personenverkehr aus den u.a. in „Verkehr in Zahlen 2011“ (Herry Consult GmbH (2012), S. 150) publizierten Angaben zur Personenverkehrsleistung im motorisierten Individualverkehr ab und gehen – in Analogie zu entsprechenden Erhebungsdaten aus Deutschland (infas et al. (2010), S. 90) und aus der Schweiz (BFS (2012), S. 49) – von einem entfernungsgewichteten Besetzungsgrad von 1,5 Pkm je Fz-km aus. In der „Österreichischen Luftschadstoff-Inventur“ beträgt dieser Besetzungsgrad nur rund 1,2 Pkm je Fz-km. Im Güterverkehr ist die Vorgehensweise ähnlich, wobei wir hier auch auf interne Modellberechnungen zurückgreifen konnten, die für den schweren Straßengüterverkehr statistische Angaben nach dem Inländerkonzept in solche nach dem Inlandskonzept transformieren. Weitergehende Datenprüfungen und vor allem -korrekturen waren im Rahmen der vorliegenden Kurzstudie nicht leistbar und müssten bei Bedarf Gegenstand entsprechender Untersuchungen sein.

5 Abschätzung der externen Kosten für das Jahr 2010

In diesem Kapitel werden die externen Kosten in den Kategorien externe Unfallkosten, Kosten der Luftverschmutzung und Klimakosten in Geldeinheiten bewertet. Andere externe Kostenbestandteile wie Lärm werden ab dem Kapitel 4.4 qualitativ beschrieben, wobei für Lärm 2010 noch eine quantitative Grobabschätzung erfolgt, um eine Vorstellung der Größenordnungen des Lärms im Vergleich zu den anderen externen Kosten zu geben.

5.1 Externe Unfallkosten

Die Folgen eines Verkehrsunfalls können sehr weitreichend sein. Je nach Unfallart kommt es zu Sachschäden, Verletzten oder sogar Todesopfern. Die Schuldzuweisung bei Unfällen ist nicht immer eindeutig. Zudem können an einem Unfall auch mehrere Parteien Schuld an der Verursachung haben. Bei der Berechnung der externen Unfallkosten nach Fahrzeugarten ist es jedoch unerlässlich, einen Hauptverursacher zu definieren bzw. die Schuld einer Fahrzeugart zuzuweisen.

Ein weiteres Problem ist die Frage des Kostenausmaßes. Immaterielle Schäden wie Leid oder Schmerz, auch bei Angehörigen, kennen keine Marktpreise und müssen deshalb auf andere Weise geschätzt werden.

Anzahl Verkehrsunfälle

In einem ersten Schritt werden die Anzahl der Unfälle mit Personenschaden (UP) sowie die Anzahl der Verletzten und Getöteten auf Österreichs Straßen analysiert. Die Verkehrsunfall-Statistik wird nach Straßenarten und Beteiligungsarten (d.h. Fahrzeugarten) differenziert. Von den Beteiligten können aber noch keine Schlüsse darauf gezogen werden, welche Fahrzeugart den Unfall verursacht hat. Solche Angaben liegen unseres Wissens für Österreich nicht vor, weshalb Daten aus der Schweiz (ARE (2002)) zur Aufteilung nach Hauptverursacher herangezogen werden. Die Berechnung der externen Unfallkosten erfordert diese „Schuldzuweisung“, damit die externen Kosten für den Personen- und Güterverkehr separat kalkuliert werden können.

Die Anzahl der Verletzten wird nach Verletzungsschwere (leicht- bzw. schwerverletzt) weiter differenziert. Dabei kommen die in der österreichischen Richtlinie „Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Verkehrswesen“ (FSV (2010), S. 24)

dokumentierten Aufteilungsverhältnisse, differenziert nach Straßenarten, zur Anwendung. Die Unterscheidung zwischen schwer- und leichtverletzt erfolgt anhand des Kriteriums der Spitalbehandlung: Ein Unfall, der einen Spitalaufenthalt zur Folge hat, wird demnach als Unfall mit Schwerverletzten definiert (FSV (2010)).

Da nicht alle Verkehrsunfälle mit Personenschaden polizeilich registriert werden, muss die Anzahl der Unfälle insgesamt mit einem Faktor (Dunkelziffer) aus den gemeldeten Unfällen hochgerechnet werden. Für Österreich liegen uns jedoch keine spezifischen Werte vor, weshalb Korrekturfaktoren angewendet werden, die im Rahmen einer Schweizer Studie zu externen Unfallkosten bestimmt wurden (erschieden in Puls (2009), S. 61):

- Die Anzahl der Getöteten wird mit dem Faktor 1,005,
- die Anzahl der Schwerverletzten mit 1,3
- und die Anzahl der Leichtverletzten mit dem Faktor 2,9

erhöht, damit die Anzahl der tatsächlichen Verunglückten realitätsnäher abgebildet wird. In der nachfolgenden Tabelle 1 werden die von Statistik Austria (2012) erfassten Unfälle für 2010 und die Verunglücktenzahlen, mit den oben ausgewiesenen Dunkelziffern hochgerechnet, wiedergegeben.

Tabelle 1 Verkehrsunfälle mit Personenschaden und Verunglücktenzahlen inkl. Dunkelziffer nach Straßenart und Unfallschwere in Österreich, 2010

2010	Bundesstraßen (A+S)	Sonstige Freilandstr.	Straßen im Ortsgebiet	Alle Straßen
Anzahl UP (ohne Dunkelziffer)	2'057	10'924	22'367	35'348
Anzahl Getötete	78	335	142	555
Anzahl Schwerverletzte	1'115	6'173	6'603	13'891
Anzahl Leichtverletzte	6'456	30'116	65'428	102'001

Quelle: Statistik Austria (2012) und Puls (2009)

Rund 65% aller Unfälle mit Personenschaden ereignen sich auf Straßen im Ortsgebiet, obwohl auf diese Straßen nur 20% der Fahrleistung entfallen. Die erhöhte Unfallgefahr in dichter besiedelten Räumen liegt unter anderem an der Vermengung der verschiedenen Fahrzeugarten und den vielen Knotenpunkten. Betrachtet man jedoch die Unfallschwere, so zeigt sich, dass der Anteil der Schwerverletzten mit 18% auf den Straßen im Ortsgebiet am niedrigsten ist. Von den 550 Todesopfern durch Verkehrsunfälle im Jahr 2010 ereigneten sich 60% auf sonstigen Freilandstraßen, während die Bundesstraßen (Autobahnen und Schnellstraßen) „nur“ 78 Menschenleben forderten.

Kostenabschätzung

Bei den Kosten ist zunächst die Frage nach der Externalität zu klären. Bei Unfällen ist die Abgrenzung zwischen internen und externen Kosten nicht ganz einfach, da gewisse Kostenbestandteile bereits durch Versicherungsleistungen und Eigenleistungen der Fahrzeughalter internalisiert werden. Auch wenn der Zahlungsstrom von der Versicherung und nicht von dem eigentlichen Unfallverursacher stammt, wird dieser durch steigende Prämien zur Verantwortung gezogen. Das führt dazu, dass ein großer Teil der Unfallkosten als internalisiert gilt. Sachschäden bei Unfällen werden vollständig als interne Kosten verbucht, während Personenschäden zu Anteilen (vgl. Tabelle 4) als extern betrachtet werden (ARE (2006), S. 36).

Eine weitere Schwierigkeit bei der Abschätzung der Unfallkosten ist die Bemessung der immateriellen Kosten wie Leid, Schmerz oder Trauer. Die Geldwerte kann man mithilfe von Zahlungsbereitschaftsansätzen (Befragungen) zwar ermitteln, die Spannbreiten sind jedoch beachtlich. Die in der vorliegenden Kalkulation verwendeten Kostensätze stammen direkt aus der österreichischen Richtlinie und umfassen die gesamten (sozialen, nicht nur externen) Unfallkosten. Sie enthalten die Kosten der Reproduktion (Kosten der medizinischen Behandlung und der beruflichen Rehabilitation), des Ressourcenausfalls (gesamtwirtschaftliche Produktionsausfälle der Unfallopfer) sowie die Kosten des menschlichen Leides (risk value) (FSV (2010), S. 23).

In der österreichischen Richtlinie (FSV (2010), S. 24) sind Kostensätze pro Getötetem, Schwerverletztem, Leichtverletztem sowie für Sachschäden aus Verkehrsunfällen mit Personenschaden aufgeführt. Letzterer enthält einen Zuschlag für die nicht gesondert erfassten reinen Sachschadensunfälle, sodass die Multiplikation dieses Kostensatzes mit der Anzahl der Unfälle mit Personenschaden (UP) die Gesamtkosten aller Sachschäden sowohl der UP als auch der reinen Sachschadensunfälle ergibt.

Die Kostensätze beziehen sich auf das Jahr 2009. Die Hochrechnung zu Preisen 2010 erfolgt anhand der Preissteigerung des BIP in Österreich von 1,9% pro Jahr (Prognos (2012)). Die Werte werden in der nachfolgenden Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2 Kostensätze für Unfallereignisse, hochgerechnet auf das Jahr 2010

Preisbasis 2010	
Kosten pro Getötetem	2'890'960 €
Kosten pro Schwerverletztem	342'120 €
Kosten pro Leichtverletztem	24'540 €
Sachschadenskosten pro UP	87'560 €

Quelle: FSV (2010); hochgerechnet mit Prognos (2012)

Erwartungsgemäß steigen die Kostensätze mit der Verletzungsschwere an. Die Multiplikation der Anzahl der Getöteten, Schwer- und Leichtverletzten sowie der Anzahl der Unfälle mit Personenschaden mit den zugehörigen Kostensätzen ergeben die totalen internen und externen Unfallkosten (inkl. Sachschäden und Dunkelziffer) pro Jahr für alle Fahrzeugarten. Gemäß dieser Berechnung ergeben sich für Österreich totale Straßenverkehrsunfallkosten von knapp 12 Milliarden EUR für das Jahr 2010. In diesem Betrag sind sowohl die Kosten der Unfälle mit Personenschaden berücksichtigt als auch alle Kosten aus Unfällen mit reinen Sachschäden, da letztere im angegebenen Sachschadenskostensatz je UP eingerechnet sind. (Für die extern ohnehin nicht relevanten Sachschäden konnte allerdings keine Dunkelziffer berücksichtigt werden.)

Aufteilung der Kosten auf die Fahrzeugarten

Die gesamten Unfallkosten werden nun den verschiedenen Fahrzeugarten nach Hauptunfallverursacher zugeordnet. Aufgrund fehlender Informationen zur unfallverursachenden Fahrzeugart für Österreich werden die Kostenanteile pro Fahrzeugart aus der Schweiz übernommen (Ecoplan/Infras (2010)) und auf die berechneten Unfallkosten für Österreich übertragen

In der nachfolgenden Tabelle 3 werden die Anteile der Fahrzeugarten an den Unfällen mit Sachschäden und den Unfällen mit Personenschäden dargestellt.

Tabelle 3 Aufteilung der Kosten auf die Fahrzeugarten, gemäß Schweizer Anteilen von 2007

Anteile an den	Pkw	Busse	Motorrad	LGV	SGV	Andere	Summe
Sachschäden	72%	5%	9%	7%	3%	5%	100%
Personenschäden	47%	2%	17%	3%	1%	29%	100%
gesamten Unfallkosten	52%	3%	16%	4%	2%	24%	100%

Quelle: Nach Ecoplan/Infras (2010)

Die gesamten Unfallkosten des Straßenverkehrs in Österreich werden anteilig den Fahrzeugarten zugeordnet. Diese Anteile beziehen sich auf Schweizer Daten, welche die in der Schweiz gefahrenen Fz-km als Basis haben. Um österreichspezifische Werte zu erhalten, werden die Kostenstrukturen entsprechend der landesspezifischen Fahrleistung umgerechnet.

In Österreich ist der Pkw für über die Hälfte der Kosten verantwortlich, was aufgrund der hohen Fahrleistung beim Pkw wenig erstaunt. Bei den Motorrädern ist der hohe Kostenanteil jedoch nicht mit der Fahrleistung zu begründen, sondern mit der hohen Unfallrate. Motorräder sind für rund 16% der gesamten Unfallkosten verantwortlich. Der Güterverkehr (LGV+SGV) macht nur rund 6% der gesamten Unfallkosten aus.

Auch andere, in dieser Studie nicht berücksichtigte Verkehrsteilnehmer (Radfahrer, Fußgänger oder Traktorfahrer) haben einen nicht unbedeutenden Anteil an den Verkehrsunfallkosten. Eine Berücksichtigung dieser Verkehrsteilnehmer würde jedoch den Rahmen der vorliegenden Kurzstudie sprengen, zumal die nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmer bei anderen Kostenblöcken der externen Effekte im Straßenverkehr inexistent sind oder nur einen sehr geringen Anteil haben.

Externe Anteile bei den Unfallkosten

Wie bereits erläutert, ist ein großer Teil der Unfallkosten bereits durch Versicherungsleistungen und Eigenleistungen der Verkehrsteilnehmer abgedeckt. Der gesamte Kostenblock „Sachschäden“, welcher rund ein Drittel der gesamten Unfallkosten ausmacht, ist ohnehin nicht als extern zu betrachten, weil er in jedem Fall vom Unfallverursacher zu tragen ist. Die Schäden an Personen sind zwar durch die Krankenversicherung abgedeckt, die Gruppe der Versicherten stimmt jedoch nicht vollständig mit der Gruppe der Verkehrsteilnehmer überein, weshalb die Behandlungskosten zu Teilen extern sind.

Der externe Anteil bei Straßenverkehrsunfällen wird ebenfalls aus der Schweizer Studie zur Berechnung der externen Kosten abgeleitet (Ecoplan/Infras (2010)) und in der nachfolgenden Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4 Externe Anteile bei Unfallkosten nach Fahrzeugart für das Jahr 2007

Anteile in %	Pkw	Busse	Motorrad	LGV	SGV	Andere
Sachschäden	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Personenschäden	16%	12%	23%	17%	19%	20%

Quelle: Nach Ecoplan (2006), S. 9-10

Der Anteil der externen Kosten an den totalen Kosten ist für die verschiedenen Fahrzeugarten des Straßenverkehrs unterschiedlich groß und grundsätzlich von der Verschuldenshäufigkeit abhängig. Relevant ist, wie häufig eine Fahrzeugart, bei Beteiligung an einem Unfall, Schuld trägt. Der externe Anteil bei Unfällen mit Motorrädern ist deshalb relativ hoch, da bei solchen Unfällen überdurchschnittlich oft das Motorrad Hauptverursacher des Unfalls ist.

Ergebnis

Rechnet man von den gesamten Unfallkosten den internen Anteil heraus, ergeben sich die externen Unfallkosten, welche bedeutend niedriger sind. Um ein Gefühl für die Größenordnung der Kosten zu bekommen, werden in den beiden nachfolgenden Tabelle 5 (Personenverkehr) und Tabelle 6 (Güterverkehr) auch die spezifischen Kosten pro 100 Fahrzeugkilometer (Unfallkostenraten) ausgewiesen.

Tabelle 5 Fahrleistung, externe Unfallkosten und externe Unfallkostenraten im Personenverkehr auf Österreichs Straßen nach Fahrzeug- und Straßenart für das Jahr 2010

2010		Pkw	Busse	Motorrad	Summe PV
Fahrleistung in Mio. Fz-km	Bundesstraßen (A+S)	6'340	50	340	6'720
	Sonstige Freilandstr.	32'130	350	690	33'160
	Straßen im Ortsgebiet	10'200	160	470	10'840
	Alle Straßentypen	48'670	560	1'500	50'720
externe Unfallkosten in Mio. EUR	Bundesstraßen (A+S)	56	3	21	80
	Sonstige Freilandstr.	279	14	107	399
	Straßen im Ortsgebiet	312	15	119	447
	Alle Straßentypen	647	32	247	926
EUR pro 100 Fz-km (Summen sind Mittelwerte)	Bundesstraßen (A+S)	0.88	6.00	6.36	1.19
	Sonstige Freilandstr.	0.87	3.97	15.50	1.20
	Straßen im Ortsgebiet	3.06	9.34	25.33	4.12
	Alle Straßentypen	1.33	5.71	16.47	1.83

Der in der vorliegenden Studie betrachtete motorisierte Straßenpersonenverkehr ist für über 900 Mio. EUR externer Unfallkosten im Jahr 2010 in Österreich verantwortlich. Davon entfallen rund 70% auf den Pkw, wobei zu sagen ist, dass die Fahrleistung bei den Pkw einen noch größeren Anteil hat, weshalb auch die Unfallkostenrate bei den Pkw am geringsten ist. Die höchste Unfallkostenrate weist eindeutig das Motorrad auf, welches vor allem auf Straßen im Ortsgebiet eine relativ hohe externe Unfallkostenrate erzeugt.

Tabelle 6 Fahrleistung, externe Unfallkosten und externe Unfallkostenraten im Güterverkehr und Gesamtverkehr auf Österreichs Straßen nach Fahrzeug- und Straßenart für das Jahr 2010

2010		LGV	SGV	Summe GV	PV + GV
Fahrleistung in Mio. Fz-km	Bundesstraßen (A+S)	580	390	970	7'690
	Sonstige Freilandstr.	3'500	2'360	5'860	39'020
	Straßen im Ortsgebiet	800	540	1'340	12'180
	Alle Straßentypen	4'880	3'290	8'170	58'890
externe Unfallkosten in Mio. EUR	Bundesstraßen (A+S)	6	5	11	91
	Sonstige Freilandstr.	32	25	57	456
	Straßen im Ortsgebiet	36	28	64	511
	Alle Straßentypen	74	58	132	1'058
EUR pro 100 Fz-km (Summen sind Mittelwerte)	Bundesstraßen (A+S)	1.11	1.29	1.13	1.18
	Sonstige Freilandstr.	0.92	1.06	0.97	1.17
	Straßen im Ortsgebiet	4.48	5.18	4.78	4.20
	Alle Straßentypen	1.52	1.76	1.62	1.80

Die externen Verkehrsunfallkosten der in dieser Studie betrachteten Fahrzeugarten betragen in Österreich im Jahr 2010 insgesamt gut 1 Mrd. EUR. Davon sind rund 13 % durch den Güterverkehr verursacht. Im Durchschnitt über alle Fahrzeugarten und Straßentypen sind die Kosten pro 100 Fz-km bei den externen Unfallkosten im Güterverkehr etwas niedriger als im Personenverkehr. Über alle Fahrzeugarten gemittelt, betragen die externen Unfallkosten 1,80 EUR pro 100 Fz-km in Österreich.

5.2 Kosten der Luftverschmutzung

Bei der Verbrennung fossiler Kraftstoffe entstehen Schadstoffe, die zu diversen Krankheiten führen können und/oder die Lebenserwartung der betroffenen Personen mindern. Daraus resultierende Krankheitskosten werden von der Allgemeinheit getragen, weshalb sie vollumfänglich als extern zu betrachten sind. Im Weiteren führt die Luftverschmutzung zu Schäden an Häusern

und Materialien, zu Ernteaussfällen sowie zu Beeinträchtigungen des Ökosystems und der Biodiversität.

Technischer Fortschritt bei der Art der Verbrennung und neue Filtertechnologien haben in der Vergangenheit den spezifischen Ausstoß der Schadstoffe im Straßenverkehr erheblich verringert. Gleichzeitig haben jedoch die Fahrleistungen deutlich zugenommen und tendenziell auch die Fahrzeuggrößen zugelegt, so dass sich die Emissionen aus dem Straßenverkehrssektor insgesamt gesteigert haben.

Als kostentreibende und vom Straßenverkehr verursachte Schadstoffarten gelten gemäß der österreichischen Richtlinie (FSV (2010), S. 26):

- *Feinstäube mit einem Teilchendurchmesser von weniger als 2,5 µm (**PM_{2,5}**). Sie entstehen vor allem aus dem Verbrennungsvorgang biogener Kraftstoffe.*
- *Feinstäube mit einem Teilchendurchmesser von 2,5 µm bis weniger als 10 µm (**PM₁₀**). Diese entstehen hauptsächlich durch Abrieb und Verwirbelung von Verschleißteilen der Fahrzeuge (Reifenabrieb) und der Fahrwege (Straßenabrieb), zum Teil auch direkt aus der Verbrennung der Kraftstoffe.*
- *Stickoxide (**NO_x**), die während oder nach der Verbrennung fossiler Kraftstoffe entstehen. Sie greifen die Schleimhäute der Atmungsorgane an und begünstigen dort Infektionen.*
- *Emissionen aus Kohlenwasserstoffen ohne Methan (**NMVOC**). Sie entstehen bei Verbrennung und Verdunstung der Kraftstoffe.*

Die Schwefeldioxid-Emissionen (SO₂) sind kaum noch relevant, da mit der Einführung strengerer Grenzwerte für den Schwefelgehalt im Kraftstoff die SO₂-Emissionen aus dem Verkehr von 1990 bis 2010 um insgesamt 94% reduziert wurden (Umweltbundesamt (2012), S. 75). Sie werden daher im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt.

Emissionsmenge

Die totalen Emissionen pro Schadstoff- und Fahrzeugart entstammen direkt dem Emissionsmodell TREMOVE. Von diesem Datensatz werden die Werte für Österreich für das Jahr 2010 übernommen (Transport und Mobility Leuven (2010)). Da die Emissionsmengen einen direkten Bezug zur Fahrleistung (von TREMOVE) haben, werden die Mengen mittels mittlerer Emissionsfaktoren auf das in dieser Arbeit verwendete Fahrleistungsgerüst umgerechnet.

Im Vergleich zu anderen Studien (z.B. CE Delft et al. (2011)) erscheinen die PM₁₀-Emissionen in TREMOVE extrem niedrig, weshalb die Daten für PM₁₀

aus dem Handbuch von CE Delft übernommen werden (CE Delft et al. (2011), Table 52).

Da beim Einatmen der Partikel ($PM_{2,5}$ und PM_{10}) Schäden an der menschlichen Gesundheit entstehen, ist es speziell bei diesen Schadstoffen relevant, wo sie emittiert werden. In dichtbesiedeltem Raum sind mehr Personen vom Partikelausstoß betroffen als in ländlichen Gegenden. Die Berechnungen werden deshalb nach dem Ort der Entstehung differenziert; dabei wird die in der CE Delft-Studie verwendete Differenzierung der Regionsarten in „urban“, „suburban“ und „rural“ angewandt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7 Schadstoffemissionen in Österreich nach Fahrzeugart und Regionsart im Jahr 2010

Tonnen 2010	PM _{2,5}			PM ₁₀			NOx	NMVOC
	urban	suburban	rural	urban	suburban	rural		
Motorräder	4	34	54	2	16	50	359	6'494
Pkw Benzin	1	5	12	15	114	488	3'758	2'933
PV Pkw Diesel	39	289	791	47	348	1'487	19'721	756
Busse	2	13	32	3	15	41	2'824	71
Summe PV	46	341	890	67	492	2'066	26'661	10'253
GV LGV	4	30	259	2	19	247	3'589	414
GV SGV	3	31	173	5	55	303	15'198	269
Summe GV	7	61	432	8	74	550	18'787	683
Total (PV+GV)	53	402	1'322	74	566	2'616	45'448	10'936

Quelle: Eigene Berechnung nach Transport und Mobility Leuven (2010)

Ein Großteil des Feinstaubs stammt aus der unvollständigen Verbrennung von Kraftstoffen. Hier sind es vor allem die Dieselmotoren, die mehr Feinstaubpartikel ausstoßen als benzinbetriebene Fahrzeuge. Speziell die ganz kleinen Feinstaubkörner (unter 2,5 µm), welche besonders tief in die Atemwege eindringen und deshalb gefährlicher sind, werden von Benzinfahrzeugen viel weniger verursacht. Da die Feinstäube eine viel geringere Masse aufweisen als Stickoxide und unverbrannte Kohlenwasserstoffe, sind die Emissionsmengen in identischen Gewichtseinheiten bei NOx und NMVOC folglich grösser.

Wertgerüst

Mit dem Wertgerüst kommt zum Ausdruck, wie schädlich die einzelnen Stoffe für Mensch und Umwelt eingestuft werden. In der Studie „External Cost of Transport in Europe“ von CE Delft et al. (2011) sind Kostensätze für Luftverschmutzung bezogen auf Österreich für das Jahr 2008 ausgewiesen. Diese Werte werden mit dem Preisdeflator von 2010 gegenüber 2008 für Österreich von +2,3% (Prognos (2012)) auf den Preisstand 2010 hochgerechnet. In der aktuellen Richtlinie für Nutzen-Kosten-Untersuchungen in Österreich werden

ebenfalls Kostensätze ausgewiesen, jedoch nicht in der selben Differenzierung, in der das Mengengerüst vorliegt (siehe FSV (2010), S. 26). Die Werte aus der Richtlinie passen jedoch insgesamt gut zu den in Tabelle 8 dargestellten Kostensätzen.

Tabelle 8 Kostensätze für Luftschadstoffe nach Regionsart

1'000 EUR pro Tonne	PM _{2,5}			PM ₁₀			NOx	NMVOC
	urban	suburban	rural	urban	suburban	rural		
2008	481.5	155.6	80.6	192.6	62.3	32.2	13.6	1.6
2010	492.4	159.1	82.4	197.0	63.7	32.9	13.9	1.6

Quelle: CE Delft et al. (2011), hochgerechnet mit Prognos (2012)

Die in der Regionsart „urban“ emittierte Tonne PM₁₀ müsste also rund 200'000 EUR kosten, damit die Kosten der Gesundheitsschäden durch Feinstaub gedeckt werden. Bei kleineren Feinstaubpartikeln PM_{2,5} sind es bei der Regionsart „urban“ rund 500'000 EUR und etwas mehr als 80'000 EUR bei der Regionsart „rural“. Die Tonne NMVOC hingegen verursacht Kosten von etwas mehr als 1'600 EUR, und die geschätzten Kosten für NOx liegen bei rund 14'000 EUR pro Tonne.

Ergebnis

Werden Mengen- und Wertgerüst miteinander multipliziert, ergeben sich die gesamten Kosten der Luftverschmutzung, welche gleichzeitig die gesamten externen Kosten der Luftverschmutzung darstellen. Die Ergebnisse unserer Berechnung sind in Tabelle 9 dokumentiert.

Tabelle 9 Externe Kosten durch Luftverschmutzung im Straßenverkehr in Österreich im Jahr 2010

Mio. EUR 2010		PM _{2,5}	PM ₁₀	NOx	NMVOC	Summe
PV	Motorräder	12.1	3.0	5.0	10.6	30.7
	Pkw Benzin	2.1	26.4	52.3	4.8	85.5
	Pkw Diesel	130.2	80.3	274.3	1.2	486.1
	Busse	5.9	2.8	39.3	0.1	48.1
	Summe PV	150.3	112.5	370.8	16.8	650.4
GV	LGV	28.2	9.8	49.9	0.7	88.6
	SGV	20.7	14.5	211.4	0.4	247.1
	Summe GV	48.9	24.4	261.3	1.1	335.7
Total (PV+GV)		199.2	136.9	632.1	17.9	986.1

Differenzen in den Summen durch Rundungen

Die Gesamtkosten für Luftverschmutzung aus dem Straßenverkehr in Österreich beliefen sich im Jahr 2010 auf knapp eine Milliarde EUR, davon entfallen knapp zwei Drittel auf den Personenverkehr. Den eindeutig größten Kostenblock, mit einem Kostenanteil von über 630 Mio. EUR, machen dabei die Stickoxide (NOx) aus.

5.3 Klimakosten

Im Jahr 2007 war der Verkehrssektor in Europa für ca. 20% der Kohlenstoffdioxid-Emissionen verantwortlich (CE Delft et al. (2011), S. 41). Der Ausstoß von Treibhausgasen führt nach wissenschaftlicher Mehrheitsmeinung zur globalen Erwärmung der Erde, was eine Vielzahl an negativen Folgen mit sich bringt, unter anderem das Abschmelzen der Gletscher, den Anstieg des Meeresspiegels, Ernteauffälle usw.

Weil Schäden an der Umwelt keine Marktpreise kennen, werden die Kostenschätzungen mit sogenannten Vermeidungskosten berechnet. Unter Vermeidungskosten versteht man die Kosten, die durch Maßnahmen zur Verhinderung von Schäden entstehen.

Emittierte CO₂-Emissionen

Bei der Verbrennung von Diesel oder Benzin entsteht je kg Kraftstoff eine konstante Menge an CO₂-Emissionen. Der Ausstoß an CO₂ kann demnach direkt über die Menge an verbrauchtem Kraftstoff bestimmt werden (vgl. Faktoren im Kasten). Die spezifischen Kraftstoffverbräuche werden aus der REMOVE-Datenbank abgeleitet.

*Pro verbrauchter Tonne Kraftstoff entstehen **3,15 Tonnen CO₂**. Um beim Kraftstoff von der Einheit Liter auf die Massen zu kommen, werden die entsprechenden Dichten (**Benzin 0,75 kg/l** und **Diesel 0,83 kg/l**) benötigt (FSV (2010), S. 21).*

Tabelle 10 Fahrleistung, Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen in Österreich nach Fahrzeugarten im Jahr 2010

2010		Fahrleistung (Mrd. Fz-km)	Kraftstoffverbrauch (l/100 km)	Kraftstoffverbrauch (1'000 Tonnen)	CO ₂ -Emissionen (1'000 Tonnen)
PV	Motorräder	1.49	3.4	38	121
	Pkw Benzin	12.03	8.3	749	2'358
	Pkw Diesel	36.64	7.0	2'121	6'681
	Busse	0.56	20.8	97	304
	Summe PV	50.72		3'004	9'463
GV	LGV	4.88	10.1	410	1'293
	SGV	3.29	23.5	642	2'021
	Summe GV	8.17		1'052	3'314
Total (PV+GV)		58.89		4'056	12'777

Quelle: Eigene Berechnung nach Transport und Mobility Leuven (2010)

Der Personenverkehr stößt gut 3-mal mehr CO₂-Emissionen aus als der Güterverkehr. Mit über 9 Millionen Tonnen CO₂ haben die Pkw den weitaus größten Anteil an den Gesamtemissionen. Pro Fz-km hat der schwere Güterverkehr den höchsten Kraftstoffverbrauch, was auch die höchsten CO₂-Emissionen pro Fz-km bedeutet. Bezogen auf die Nutzlast relativiert sich der Unterschied aber deutlich.

Kostensätze für CO₂-Emissionen

In vielen wissenschaftlichen Studien wird das Ausmaß der Klimaerwärmung untersucht, um in Geldeinheiten ausdrücken zu können, wie hoch die Kosten pro emittierter Tonne CO₂ sind. Dabei gibt es verschiedene Berechnungsansätze, und somit ist auch die Spannweite bei den Kostensätzen sehr groß, wie die folgende Tabelle 11 verdeutlicht.

Tabelle 11 Kostensätze für CO₂-Emissionen nach Berechnungsvarianten und Jahren

EUR/Tonne CO ₂	2010	2020	2030
Tiefwert	7	17	22
Mittelwert	25	40	55
Hochwert	45	70	100

Quelle: CE Delft et al. (2008), S. 80

Die Abweichungen in den Werten ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Bewertung der in Zukunft anfallenden Schäden. In der österreichischen Richtlinie wird ein Kostenansatz von 50 EUR pro Tonne CO₂ angegeben (FSV (2010), S. 27). Da sich dieser Kostensatz auf eine Mittelfristbetrachtung be-

zieht, passen die in dieser Arbeit verwendeten Kostensätze der Mittelwerte gut dazu.

Ergebnis

Die Multiplikation der emittierten CO₂-Mengen mit dem jeweiligen Kostensatz ergeben die gesamten Klimakosten des Straßenverkehrs für Österreich. Die Ergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12 Externe Kosten der CO₂-Emissionen nach Fahrzeugarten und Berechnungsvarianten im Jahr 2010

Mio. EUR 2010		Tiefwert	Mittelwert	Hochwert
PV	Motorräder	0.8	3.0	5.4
	Pkw Benzin	16.5	58.9	106.1
	Pkw Diesel	46.8	167.0	300.6
	Busse	2.1	7.6	13.7
	Summe PV	66.2	236.6	425.8
GV	LGV	9.0	32.3	58.2
	SGV	14.2	50.5	91.0
	Summe GV	23.2	82.9	149.1
Total (PV+GV)		89.4	319.4	575.0

Bei der Wahl des mittleren Kostensatzes ergeben sich für den Straßenverkehr in Österreich im Jahr 2010 Klimakosten in Höhe von rund 320 Mio. EUR. Die Kosten variieren jedoch enorm mit der Annahme des Kostensatzes. Im Hochwert-Szenario steigen die Kosten auf 575 Mio. EUR an. Analog zum Kraftstoffverbrauch ist der Personenverkehr für rund 75% der CO₂-Emissionen und ihrer externen Kosten verantwortlich.

5.4 Exkurs zu Lärmkosten

Nach der ÖNORM S 5004 „Messung von Schallimmissionen“ (2008) ist Lärm als unerwünschter, störender Schall definiert. Ein überhöhter Schalldruckpegel (Lärm) kann negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, aber auch auf Mietzinseinnahmen bei Wohnungen haben. Weitere Wirkungsbereiche sind Umsatzausfälle im Tourismus, Beeinträchtigung der Arbeitsleistung oder Auswirkungen auf Schutz- und Erholungsgebiete (Hochreiter (2008)).

Lärm wird in Dezibel (dB) gemessen. Wie die Messgröße Dezibel folgt auch die Abhängigkeit zwischen Verkehrsstärke und Schallpegel einer logarithmischen Skala. Dies bedeutet, dass die Schallwirkung sehr davon abhängig ist, wie viele Fahrzeuge sich bereits auf dem Streckenabschnitt befinden. So kann ein zusätzlicher Lastwagen auf bereits sehr dicht befahrenen Straßen zu relativ geringer Erhöhung der Lärmbelastung führen, während bei leerer Straße ein Fahrzeug eine spürbare Veränderung des Schallpegels erzeugen kann.

Eine wichtige Grundlage bei der Berechnung der Lärmkosten ist die Anzahl der vom Verkehrslärm betroffenen Personen. Mit Hilfe von Lärmkarten wird der Schallpegel örtlich zugeordnet, und somit können die betroffenen Personen zahlenmäßig bestimmt werden. Nachdem bekannt ist, wie viele Personen zu welcher Zeit (zwischen Tag- und Nachtlärm muss differenziert werden) von welchem Schallpegel betroffen sind, muss ein Grenzwert definiert werden, ab dem der Schall störend wirkt und als Lärm gilt. Dieser Grenzwert kann individuell und mit der Zeit sehr verschieden sein.

In der vorliegenden Studie wird auf eine quantitative Ermittlung der externen Kosten des Straßenverkehrslärms verzichtet, weil die zur Berechnung erforderlichen Informationen zu den betroffenen Personen fehlen. Die Berechnungen der zuvor behandelten externen Kosten basieren hingegen direkt auf dem Verkehrsmengengerüst. Da eine Kostenangabe pro Fz-km bei Lärm aus den oben genannten Gründen nicht sinnvoll ist, müsste ein Bezug der Fahrleistungen zu den Betroffenen hergestellt werden, z.B. mittels Lärmkarten. Eine solche Analyse ist im Rahmen der vorliegenden Kurzstudie nicht leistbar, doch wird nachfolgend eine überschlägige Grobabschätzung zu den Lärmkosten in Österreich vorgenommen. Naturgemäß kann eine solche Grobabschätzung nicht auf den in Österreich auftretenden Sonderfall der Schallausbreitung in Alpentälern eingehen.

Abschätzung der Kosten des Verkehrslärms für Österreich

In einigen Studien werden die Lärmkosten pro Fz-km berechnet und ausgewiesen, so auch in der aktuellen Eurovignetten-Richtlinie (EU-Kommission (2011), S. 15). Gemäß Richtlinie beträgt der verrechenbare Höchstbetrag der verkehrsbedingten spezifischen Lärmbelastung für schwere Nutzfahrzeuge 1,1 Cent pro Fz-km auf Vorstadtstraßen bzw. 0,2 Cent pro Fz-km auf Fernstraßen. In der Nacht und in Bergregionen dürfen diese Kostensätze bis zum Doppelten erhöht werden, so dass sich für die spezifischen Lärmkostensätze insgesamt eine Spannweite von 0,2 Cent bis 4 Cent pro Fz-km ergibt. Vergleicht man diese Werte mit den in der Richtlinie angegebenen Höchstwerten

für die verkehrsbedingte spezifische Luftverschmutzung, so sind die spezifischen Kostensätze der Lärmbelastung vergleichsweise gering.

Es werden zwar keine Quellen genannt, aber die Kostensätze in der Eurovignetten-Richtlinie entsprechen größenordnungsmäßig den Kostensätzen der CE Delft Studie. CE Delft nennt im „Handbook on estimation of external costs in the transport sector“ Kostensätze nach Fahrzeugkategorie, Tageszeit (Tag/Nacht) und Regionsart (CE Delft et al. (2008), S. 69). Damit diese Kostensätze mit dem Verkehrsmengengerüst der vorliegenden Studie multipliziert werden können, muss die Fahrleistung der einzelnen Fahrzeugarten in Tages- und Nachtanteile aufgeteilt werden. Dazu werden typische Tagesganglinien herangezogen, die jedoch nicht nach den Fahrzeugarten differenziert vorliegen. Gemäß den Tagesganglinien wird mit folgenden Nachtanteilen an der Gesamtfahrleistung gerechnet:

- Für alle Fahrzeugarten, außer SGV, mit einem **Nachtanteil** von **12%** (Mensebach et al. (1994), S. 57).
- Für den **SGV** mit einem Nachtanteil von **6%**: Beim schweren Güterverkehr halbiert sich der Anteil der Fz-km während der Nacht aufgrund des generellen Nachtfahrverbots für Lastkraftwagen ab 7,5 Tonnen zGG. Das Nachtfahrverbot gilt von 22:00-05:00 Uhr, die Kostensätze hingegen beziehen sich meist auf eine Nachtzeitspanne von 22:00-06:00 Uhr (vgl. Hochreiter (2008), S. 111).

In der nachfolgenden Tabelle 13 werden die Kostensätze aus der CE Delft Studie wiedergegeben (CE Delft et al. (2008), S. 69).

Tabelle 13 Kostensätze für Lärmkosten nach Fahrzeugarten, Tag und Nacht sowie Regionsart

Kostensätze in EURct/Fz-km		urban	suburban	rural
Tag	Motorrad	1.53	0.24	0.03
	Pkw (Benzin + Diesel)	0.76	0.12	0.01
	Bus	3.81	0.59	0.07
	LGV	3.81	0.59	0.07
	SGV	7.01	1.10	0.13
Nacht	Motorrad	2.78	0.44	0.05
	Pkw (Benzin + Diesel)	1.39	0.22	0.03
	Bus	6.95	1.10	0.13
	LGV	6.95	1.10	0.13
	SGV	12.78	2.00	0.23

Quelle: CE Delft et al. (2008), S. 69

Diese Werte werden mit dem Verkehrsmengengerüst multipliziert, womit sich in der nachfolgenden Tabelle 14 eine Größenordnung der straßenverkehrsbedingten Lärmkosten angeben lässt. Dabei wird die Aufteilung der Fahrleistungen auf die Regionsarten aus TREMOVE (Transport und Mobility Leuven (2010)) übernommen.

Tabelle 14 Lärmkosten nach Fahrzeugarten sowie Tag und Nacht im Jahr 2010

Lärmkosten in Mio. EUR 2010		Tag	Nacht	Summe
PV	Motorräder	1.9	0.5	2.3
	Pkw (Benzin+Diesel)	21.0	5.8	26.7
	Busse	1.8	0.5	2.3
	Summe PV	24.6	6.7	31.3
GV	LGV	6.2	1.6	7.7
	SGV	11.6	1.3	13.0
	Summe GV	17.8	2.9	20.7
Total (PV+GV)		42.5	9.6	52.1

Gemäß dieser Berechnung ergeben sich für Österreich Lärmkosten für den Straßenverkehr von gut 52 Mio. EUR. Im Vergleich zu den externen Kosten aus Straßenverkehrsunfällen, den Klimakosten oder auch den Kosten aus

verkehrsbedingter Luftverschmutzung haben die Lärmkosten eine relativ geringe Größenordnung.

Der Güterverkehr hat im Verhältnis zur Fahrleistung bei den Lärmkosten mit knapp 40% einen relativ hohen Kostenanteil. Trotz höherer Kostensätze in der Nacht sind aufgrund der höheren Fahrleistungen die Lärmkosten am Tag klar dominierend.

5.5 Andere externe Effekte des Straßenverkehrs

Kosten vor- und nachgelagerter Effekte

Bei den vor- und nachgelagerten Effekten aus dem Straßenverkehr geht es um die indirekten negativen Auswirkungen von Vorleistungen und der Entsorgung im Zusammenhang mit dem Straßenverkehr. Die wichtigsten indirekten Effekte ergeben sich aus der Energieproduktion, der Produktion und der Verwertung (Verschrottung) der Fahrzeuge sowie der Bereitstellung und dem Erhalt der Verkehrsinfrastruktur (CE Delft et al. (2011)). In einer ganzheitlichen Betrachtung der externen Kosten sind auch die negativen Auswirkungen der indirekten Prozesse des Straßenverkehrs zu berücksichtigen.

Um alle Folgekosten des Straßenverkehrs zu quantifizieren und auf die Fahrzeugarten aufzuteilen, müssten theoretisch sämtliche Prozessketten detailliert dokumentiert und die dabei anfallende Umweltbelastung müsste nach Regionen und betroffenen Personen ausgewertet werden. Diese Informationen sind ohne einen erheblichen Rechercheaufwand nicht zu generieren. Außerdem dürften die externen Kosten aus den vor- und nachgelagerten Effekten relativ gering sein (vgl. CE Delft et al. (2011), S. 10).

Kosten für Natur und Landschaft

Die Verkehrsinfrastruktur hat negative Effekte auf die Natur und Landschaft: Räume werden durch Straßen getrennt, und die Bodennutzung wird durch die Versiegelung beeinträchtigt. Straßen und Schienen zerschneiden so Lebensräume von Menschen und Tieren und unterbinden auch den Austausch verschiedener pflanzlicher Populationen.

In dieser Kategorie werden jedoch nur Verluste der Biodiversität aufgrund von Zerschneidung berücksichtigt, während die negativen Effekte auf Natur und Landschaft aufgrund der Luftverschmutzung über die Emissionen behandelt werden (vgl. Kapitel 5.2).

Die Quantifizierung der Kosten der Zerschneidung erfordert spezifische Informationen über die Auswirkungen auf Menschen, Tiere und Pflanzen. Die Betroffenheit ist von verschiedenen Faktoren wie Anzahl der an Verkehrswegen wohnenden Menschen, Sperrwirkungen der Straße oder der Empfindlichkeit und Häufigkeit von Tier- und Pflanzenarten abhängig. Bei der Ermittlung der externen Effekte sind bauliche Maßnahmen wie Brücken oder Wildübergänge (Grünbrücken) als Teil-Internalisierung der externen Kosten zu werten.

In der vorliegenden Studie wird aufgrund fehlender Detailinformationen sowie des geringen Ausmaßes dieser externen Kosten in anderen Studien (vgl. CE Delft et al. (2011) und ARE (2008)) auf eine Quantifizierung der externen Kosten des Straßenverkehrs im Bereich Natur und Landschaft verzichtet.

Zusatzkosten für urbane Räume

In einigen Studien werden zusätzliche externe Kosten in städtischen Räumen aufgrund des motorisierten Verkehrs behandelt. Fußgänger und Radfahrer erfahren Zeitverluste bei der Querung von Straßen, und somit entstehen bei Ihnen externe Kosten (CE Delft et al. (2011)).

Diese Zeitverluste beim Langsamverkehr (Rad- und Fußgängerverkehr) werden nicht quantifiziert, da nach Ansicht der Autoren gerechterweise dann auch die Zeitverluste der motorisierten Fahrzeugarten berücksichtigt werden müssten, die ihnen durch den Langsamverkehr verursacht werden. Ampeln erzeugen sowohl für Fußgänger als auch für Automobilisten Zeitverluste, und ob Lichtsignalsteuerungen (Ampeln) wegen der Fußgänger oder der Automobilisten gebraucht werden, lässt sich nicht abschließend beantworten. Solche Kosten sind in der Gesamtheit der Straßenverkehrsteilnehmer – wie die Stauzeitverlustkosten auch – als internalisiert zu betrachten.

Kosten der Boden- und Wasserverschmutzung

Die Umweltwirkungen des Straßenverkehrs auf den Boden umfassen die Bodenverschmutzungen entlang der Verkehrswege durch Schwermetalle, Bodenversauerung, Streusalz, Überdüngung des Bodens mit Stickstoff und Bodenbelastungen beim Bau von Verkehrsinfrastrukturen sowie durch Motorenölaustritte, die etwa bei Unfällen entstehen (ARE (2008)).

Auch bei dieser Kategorie externer Effekte des Straßenverkehrs ist die Quantifizierung der erforderlichen Mengengerüste und insbesondere der Wertansätze wenig erforscht, so dass für eine Quantifizierung belastbare Berechnungsansätze fehlen. Aus diesen Gründen werden hier ebenfalls keine Abschätzungen vorgenommen.

6 Abschätzung der zukünftigen externen Kosten für die Jahre 2020 und 2030

Die zukünftigen externen Kosten auf Österreichs Straßen werden für die externen Unfallkosten, die Kosten der Luftverschmutzung sowie die Klimakosten für die Jahre 2020 und 2030 berechnet. Dazu wird die Entwicklung in den jeweiligen Bereichen abgeschätzt und mit der prognostizierten Fahrleistung verknüpft. Die Kostensätze beziehen sich jeweils auf den Preisstand von 2010, sind also „in Preisen von 2010“ angegeben.

Für die Zukunft werden keine Lärmkosten prognostiziert. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Lärmkosten – aufgrund der logarithmischen Skala von Dezibel – trotz höherer Fahrleistungen in Zukunft ziemlich unverändert bleiben.

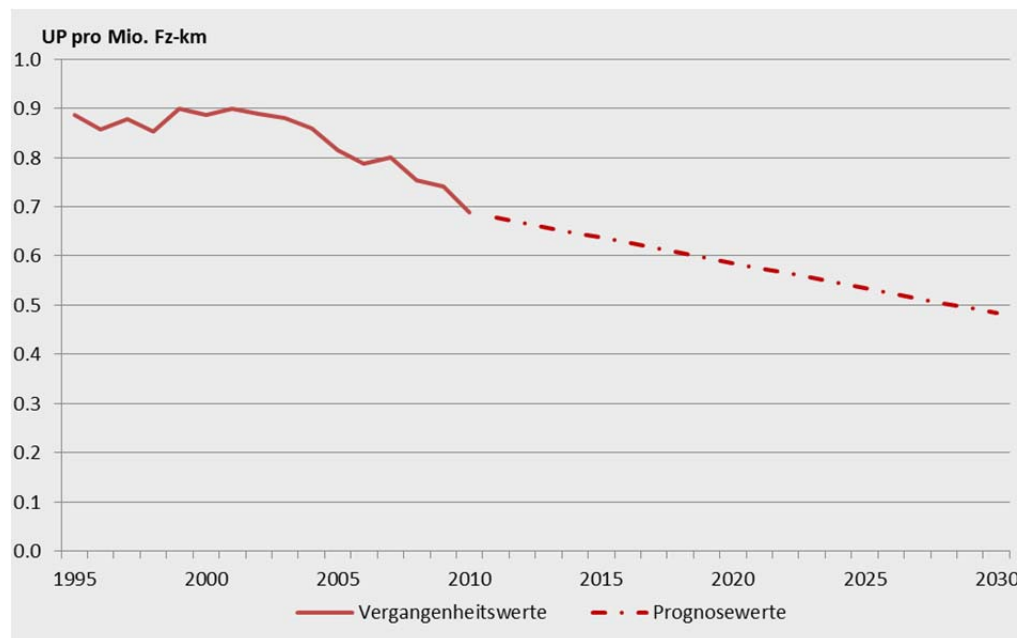
6.1 Zukünftige externe Unfallkosten

Ende 2010 ist das erste Österreichische Verkehrssicherheitsprogramm ausgelaufen. Dieses Programm gilt als Erfolgsgeschichte, da die Anstrengungen der letzten Jahre zu einem klar abnehmenden Trend bei den Verkehrsunfällen führten. Seit der Einführung des Programms ist die Anzahl der Verkehrstoten Jahr für Jahr zurückgegangen. Der Verkehrssicherheitsplan hat sich demnach bewährt und soll daher auch die Basis künftiger Verkehrssicherheitsstrategien bleiben. Denn vergleicht man die Situation in Österreich mit dem Ausland, so gibt es noch viel Verbesserungspotential. Die „Besten“ in Europa beklagen bereits heute je Einwohner nur halb so viele Straßenverkehrstote wie Österreich. Der strategische Leitsatz der Verkehrssicherheitsarbeit für die Jahre 2011-2020 lautet deshalb: „Österreich unter die fünf sichersten Länder Europas!“ (bmvit (2011), S. 22).

Abnehmende Unfallraten

Um die Unfallkosten der Zukunft zu schätzen, ist die Entwicklung der Unfallrate relevant. Die Unfallrate ist definiert als die Anzahl Unfälle mit Personenschaden pro Mio. Fz-km. Entsprechend dem Verkehrssicherheitsprogramm gehen wir von weiter sinkenden Unfallraten aus. Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt die von 1995 bis 2010 berechnete sowie die prognostizierte Unfallrate in Österreich bis zum Jahr 2030.

Abbildung 3 Entwicklung der Unfallrate (UP pro Mio. Fz-km) in Österreich von 1955-2010; Prognose bis 2030



Quelle: Eigene Berechnung nach Statistik Austria (2012)

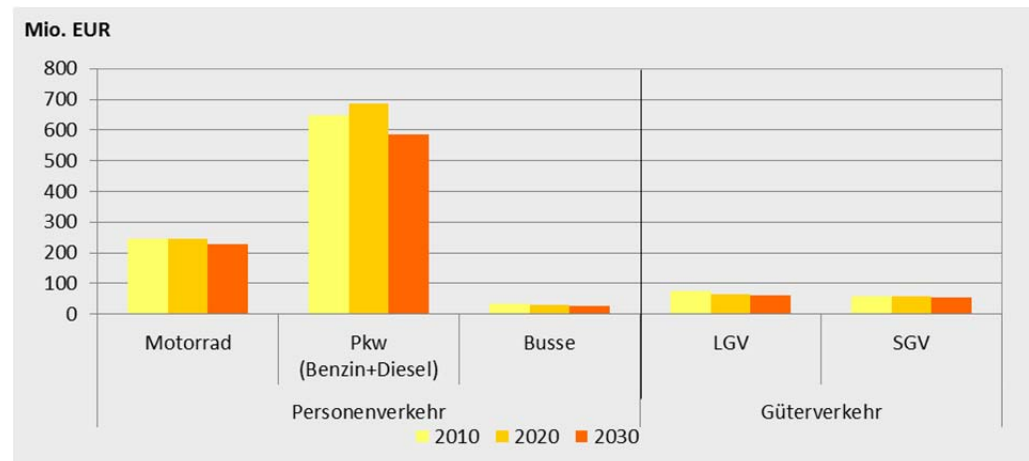
Die absolute Anzahl an Unfällen mit Personenschaden hat bis 2003 kontinuierlich zugenommen. Auch die Unfallraten (UP pro Mio. Fz-km aller in dieser Studie betrachteten Fahrzeugarten) haben sich bis 2001 nicht reduziert. Ab 2001 ist jedoch ein klar abnehmender Trend bei der Unfallrate erkennbar. Außer einer leichten Zunahme im Jahr 2007 ist die Unfallrate Jahr für Jahr um durchschnittlich 3% gesunken. Für das Jahr 2020 wird ein trendmäßiger Rückgang der spezifischen Unfallrate von 15% und für das Jahr 2030 von 30% gegenüber 2010 angenommen. Diese Entwicklung wird für alle Fahrzeugarten identisch angenommen.

Gemäß den Langfrist-Prognosen von ProgTrans wird sich die Fahrleistung im Pkw-Verkehr vor allem bis zum Jahr 2020 relativ stark entwickeln. Im Straßengüterverkehr ist dagegen eher von einem langfristig stärkeren Wachstum auszugehen (vgl. Abbildung 2). Aufgrund der Entwicklung der prognostizierten Unfallrate sowie der zukünftigen Fahrleistungen ergeben sich die externen Unfallkosten für die Jahre 2020 und 2030. Diese werden in der folgenden Abbildung 4 dargestellt.

Bei der Berechnung der externen Unfallkosten für die Jahre 2020 und 2030 werden die gleichen realen Kostensätze wie im Jahr 2010 verwendet. Die

zukünftigen externen Unfallkosten berücksichtigen demnach keine Inflation und auch keine strukturellen Verschiebungen bei den Behandlungskosten.

Abbildung 4 Externe Unfallkosten nach Verkehrs- und Fahrzeugarten für die Jahre 2010-2030 auf Österreichs Straßen



Obwohl die Unfallrate als kontinuierlich abnehmend bis ins Jahr 2030 angenommen wurde, ist im Pkw-Verkehr bis 2020 mit steigenden externen Unfallkosten zu rechnen. Dies ist auf die höhere Fahrleistung im Personenverkehr zurückzuführen. Ab dem Jahr 2020 überwiegt dann der Effekt der sinkenden Unfallraten, so dass die externen Unfallkosten bis ins Jahr 2030 zurückgehen.

Im Straßengüterverkehr überwiegt der Effekt der sinkenden Unfallrate den prognostizierten Anstieg der Fahrleistung, weshalb die Unfallkosten in Zukunft sinken werden.

6.2 Zukünftige Kosten der Luftverschmutzung

Das öffentliche Bewusstsein für Luftschadstoffe entwickelt sich seit geraumer Zeit. Trotz technischer Fortschritte und EU-weiter Verschärfungen der Grenzwerte für Luftschadstoffe ist die Umweltbelastung bei manchen Schadstoffen weiterhin zu hoch. Dies betrifft insbesondere Feinstaub (PM_{2,5} und PM₁₀) und und Stickoxide (NO_x).

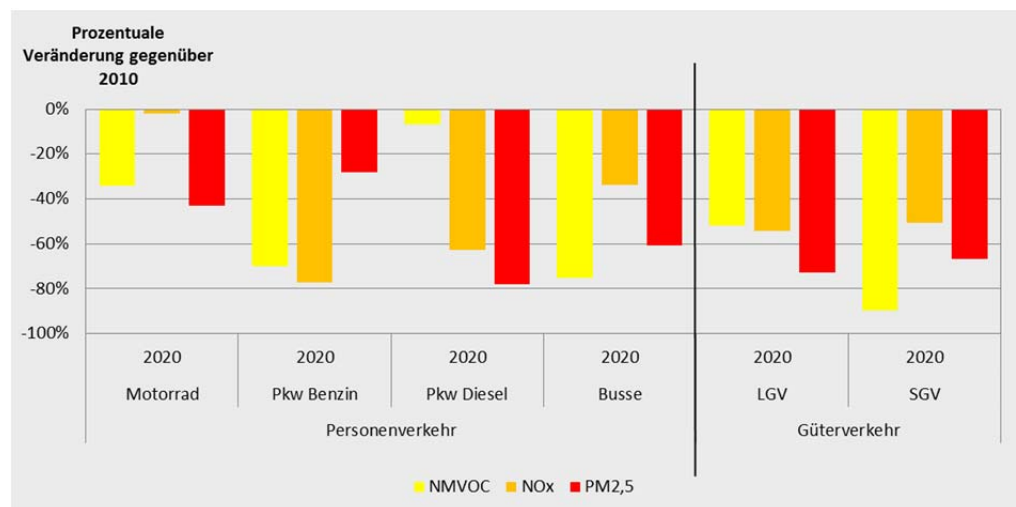
Im Hinblick auf die vom Umweltbundesamt festgeschriebenen NO_x- und NMVOC-Emissionshöchstmengen, welche im Jahr 2010 nicht eingehalten werden konnten (Umweltbundesamt (2012), S. 24), wird es im Verkehrssektor notwendig sein, weitere Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen zu ergrei-

fen. Auch für PM_{2,5} soll es ab dem Jahr 2020 gesetzliche Emissionshöchstmengen geben.

Um die Entwicklung der Emissionsmengen unabhängig von der Fahrleistungsentwicklung zu betrachten, werden die Luftschadstoffe pro Fz-km berechnet. Dabei werden die in Tabelle 7 ausgewiesenen Emissionsmengen durch die in der Quelle genannte Fahrleistung geteilt und somit die spezifischen Emissionsfaktoren je Fahrzeugart ermittelt. Aus dem Emissionsmodell TREMOVE wird anschließend die zukünftige Entwicklung je Schadstoffart übernommen, um die Emissionsfaktoren je Fahrzeugart in den Jahren 2020 und 2030 zu bestimmen.

Die Entwicklung von PM₁₀ wird analog zu PM_{2,5} angenommen, da die Werte wie auch die Entwicklung von PM₁₀ in TREMOVE nicht sinnvoll erscheinen (vgl. hierzu Kap. 5.2). Die nachfolgende Abbildung 5 zeigt die von TREMOVE prognostizierte Entwicklung der Emissionsfaktoren für das Jahr 2020.

Abbildung 5 *Prozentuale Veränderung der Schadstoffemissionen 2020 pro Fz-km bezogen auf das Jahr 2010 nach Fahrzeugarten*



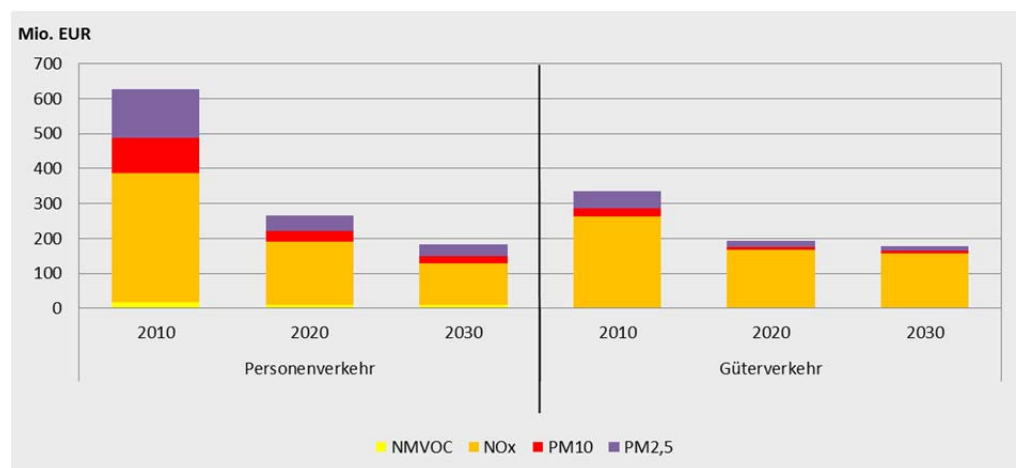
Quelle: Transport und Mobility Leuven (2010)

Bei der Entwicklung der Luftschadstoffe ist mit einer deutlichen Reduktion vor allem bis 2020 zu rechnen. Besonders beim Feinstaub wird ein deutliches Reduktionspotenzial unterstellt. Gemäß dem Emissionsmodell können beim Diesel-Pkw bis ins Jahr 2020 nahezu 80% der PM-Emissionen je Fz-km reduziert werden. Auch beim Güterverkehr ist die Reduktion der Feinstaub-Emissionen pro Fz-km mit rund 70% beachtlich.

Gemäß dieser Emissionsprognose wird der Straßenverkehr in Österreich bis ins Jahr 2020 bedeutende Fortschritte bei der Reduktion von Schadstoffemissionen machen. Bis ins Jahr 2030 ist mit weiteren Einsparungen zu rechnen (mittlere Veränderung von knapp 26% gegenüber 2020); die großen Reduktionspotenziale werden gemäß Prognose jedoch schon früher ausgeschöpft (Transport und Mobility Leuven (2010)).

Nachdem die zukünftige Entwicklung der Emissionsfaktoren festgelegt ist, werden die Faktoren mit dem Verkehrsmengengerüst verknüpft, woraus sich die Schadstoffmengen in der Zukunft ergeben. Die Multiplikation der Emissionsmengen mit den entsprechenden Kostensätzen (wiederum in Preisen 2010) ergibt schließlich die zukünftigen externen Kosten der Luftverschmutzung. Die nachfolgende Abbildung 6 zeigt die Kosten der Luftverschmutzung aus dem Straßenverkehr für die Jahre 2010, 2020 und 2030.

Abbildung 6 Entwicklung der externen Kosten der Luftverschmutzung im Personen- und Güterverkehr nach Schadstoffarten 2010-2030



Wie schon in Kapitel 5.2 angemerkt, haben die NOx-Emissionen den größten Kostenanteil bei der Luftverschmutzung. Die Reduktionspotenziale sind jedoch recht groß, so dass die Kosten der Luftverschmutzung gemäß unseren Berechnungen, trotz steigender Fahrleistung, in Zukunft deutlich sinken werden. Der Pkw erfährt laut Emissionsprognose (Transport und Mobility Leuven (2010)) die größten Einsparungen bezüglich NOx, weshalb die Absenkung der Kosten für Luftverschmutzung in Österreich im Personenverkehr stärker ausfällt als beim Güterverkehr. Die gesamten Kosten der Luftverschmutzung aus dem Straßenverkehr können gemäß unseren Berechnungen bis ins Jahr 2030 um über 62% auf ungefähr 360 Mio. EUR reduziert werden.

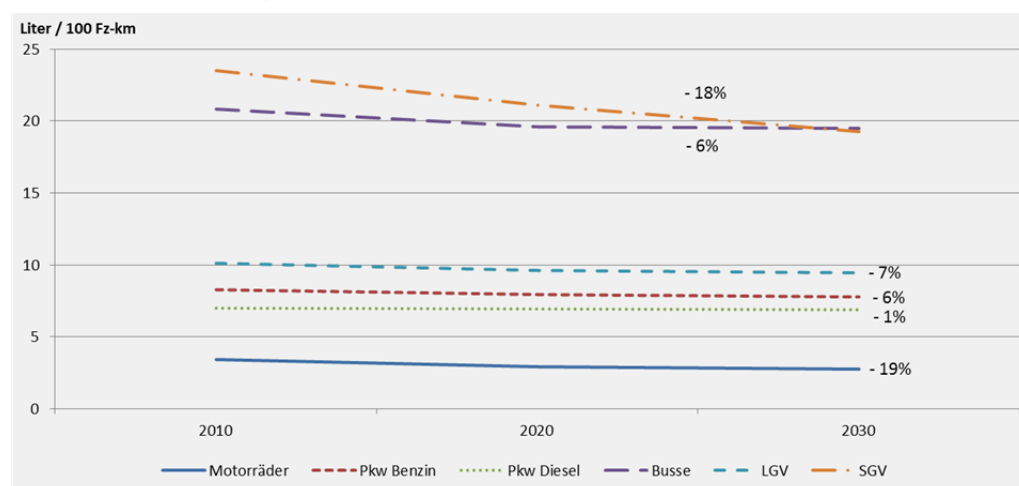
Da die Schadstoffemissionen im Straßenpersonenverkehr in Zukunft deutlich zurückgehen, werden sich die Kostenanteile von Personen- und Güterverkehr in Zukunft angleichen. Im Jahr 2030 verursachen sowohl der Personen- als auch der Güterverkehr rund je 180 Mio. EUR Kosten der Luftverschmutzung.

6.3 Zukünftige Klimakosten

Im Gegensatz zu den Luftschadstoffen können die CO₂-Emissionen nicht durch Filter oder sonstige technische Geräte reduziert oder vermieden werden. Die bestimmende Größe bei den CO₂-Emissionen ist einzig und alleine die Menge an verbrauchtem (kohlenstoffhaltigem) Kraftstoff. Können die Kraftstoffverbräuche in Zukunft reduziert werden, so werden auch die CO₂-Emissionen sinken.

Um die zukünftigen Klimakosten zu bestimmen, müssen demnach zunächst die Kraftstoffverbräuche prognostiziert werden. Dabei wird wiederum auf das Emissionsmodell TREMOVE zurückgegriffen. Die Entwicklung der spezifischen Kraftstoffverbräuche nach Fahrzeugarten ist in der folgenden Abbildung 7 dargestellt.

Abbildung 7 Entwicklung der spezifischen Kraftstoffverbräuche nach Fahrzeugarten 2010-2030 (und deren Abnahme in 2030 gegenüber 2010)



Quelle: Transport und Mobility Leuven (2010)

Pro Fz-km werden die Kraftstoffverbräuche bei allen Fahrzeugkategorien weiter abnehmen. Beim schweren Güterverkehr beträgt die Einsparung pro 100

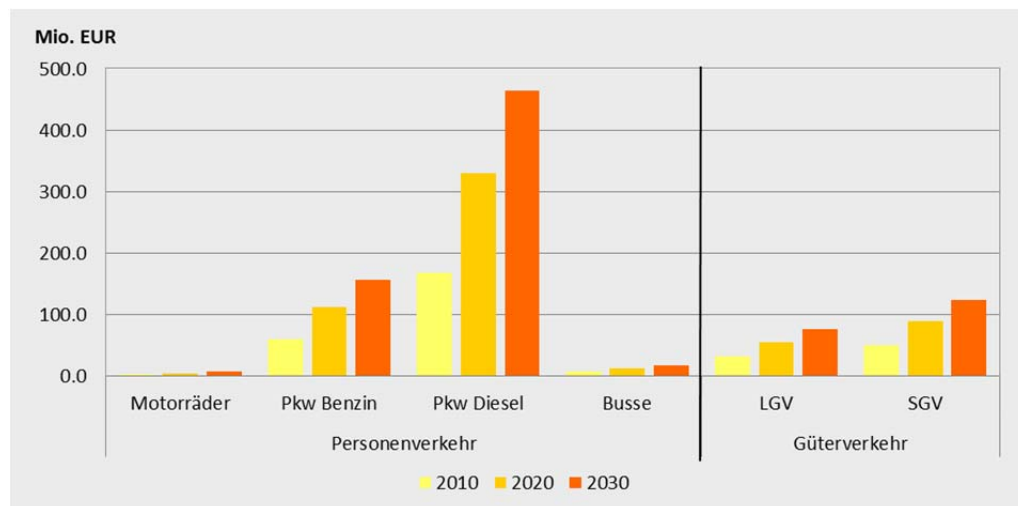
Fz-km rund 4,3 Liter, was die höchste absolute Reduktion darstellt. Gemäß REMOVE-Prognosen wird der Diesel-Pkw im Jahr 2030 durchschnittliche 6,9 und der Benziner 7,8 Liter Kraftstoff auf 100 Fz-km verbrauchen. Die Kraftstoffeinsparung pro Kilometer fällt beim Diesel-Pkw am geringsten aus, sowohl bei den relativen als auch bei den absoluten Veränderungen. Auch beim leichten Güterverkehr sind die Kraftstoffeinsparungen laut Prognose mit einer Reduktion von 0,7 Liter auf 100 Fz-km eher gering, weil die spezifischen Verbräuche schon heute vergleichsweise niedrig sind.

Trotz weiterer spezifischer Kraftstoffeinsparungen werden die CO₂-Emissionen in Zukunft absolut weiter zunehmen. Der Grund dafür liegt bei der in Zukunft erwarteten zunehmenden Fahrleistung, sowohl beim Straßengüterverkehr als auch beim -personenverkehr (vgl. Abbildung 2), die gegenüber den spezifischen Kraftstoffeinsparungen überproportional steigt. Gemäß unserer Berechnung werden die CO₂-Emissionen aus dem Straßenverkehr folglich bis ins Jahr 2030 um 21% steigen, wobei die emittierten CO₂-Mengen beim Personenverkehr um 24% und beim Güterverkehr um 9% zulegen. Dies führt zu einer absoluten Menge von über 15 Mio. Tonnen CO₂, die der Straßenverkehr im Jahr 2030 in Österreich emittieren wird.

Im Unterkapitel 5.3 ist die Entwicklung der CO₂-Kostensätze für die Jahre 2010, 2020 und 2030 in der Tabelle 11 dargestellt. Die langfristigen Kostensätze der CO₂-Emissionen steigen gemäß CE Delft (real) deutlich an.

Die folgende Abbildung 8 zeigt die Kostenentwicklung der CO₂-Emissionen je Fahrzeugart, berechnet mit der mittleren Berechnungsvariante für die CO₂-Kostensätze.

Abbildung 8 Entwicklung der Klimakosten nach Fahrzeugarten 2010-2030; Berechnungsvariante: Mittelwerte für die CO₂-Kostensätze



Aufgrund der höheren Fahrleistung sind die gesamten Kraftstoffverbräuche im Personenverkehr deutlich höher als im Güterverkehr. Vor allem der Diesel-Pkw hat in Österreich einen enorm hohen Anteil an der Gesamtfahrleistung, was hohe CO₂-Emissionen zur Folge hat. Der Pkw macht dabei einmal mehr den mit Abstand bedeutendsten Anteil aus. Im Jahr 2030 verursacht der Straßenpersonenverkehr insgesamt knapp 650 Mio. EUR an Klimakosten.

Der Güterverkehr hat – sowohl heute als auch in Zukunft – einen Anteil von knapp 25% an den CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs in Österreich. Die Kosten beim Straßengüterverkehr steigen von rund 83 Mio. EUR im Jahr 2010 auf knapp 200 Mio. EUR im Jahr 2030. Für die zukünftige Steigerung sind vor allem die höheren Kostensätze im Bereich Klima verantwortlich (Tabelle 11).

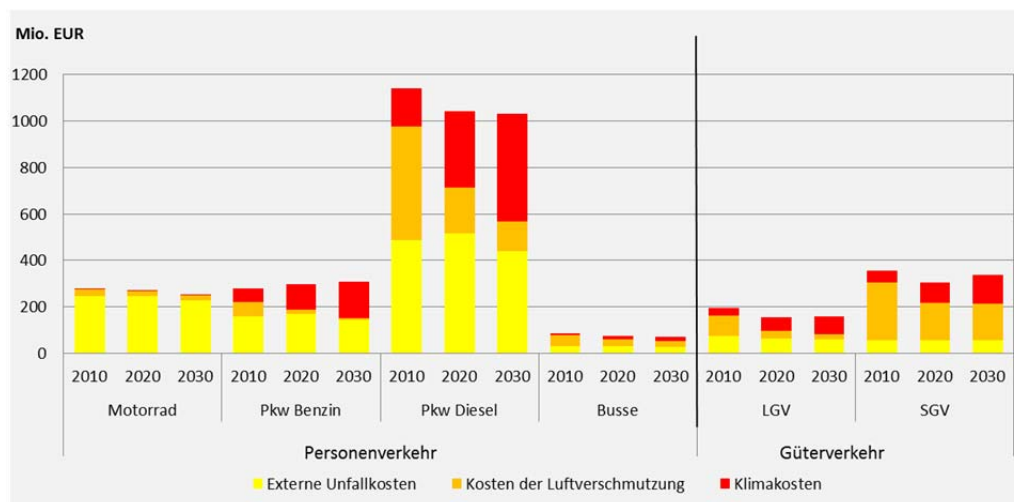
7 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die drei vollständig quantifizierten Teilbereiche der externen Kosten werden in diesem Kapitel zusammengeführt und pro Fahrzeugart dargestellt. Zunächst folgt eine Darstellung der gesamten externen Kosten des Straßenverkehrs in Österreich, bevor die spezifischen externen Kosten, nach fahrleistungs- und verkehrsleistungsspezifischen Kosten differenziert, ausgewiesen werden.

Gesamte externe Kosten

Die in diesem Gutachten berechneten absoluten externen Kosten des Straßenverkehrs in Österreich ergeben sich aus der Summe der drei betrachteten Kostenkategorien (externe Unfallkosten, Kosten der Luftverschmutzung und Klimakosten). In der nachfolgenden Abbildung 9 werden die gesamten externen Kosten je Fahrzeugkategorie und Jahr dargestellt.

Abbildung 9 Entwicklung der gesamten externen Kosten des Straßenverkehrs in Österreich nach Fahrzeugarten und Kostenkategorie 2010-2030



Die gesamten externen Kosten der hier betrachteten Kostenkategorien aus dem Straßenverkehr belaufen sich im Jahr 2030 auf gut 2,16 Mrd. EUR. Gegenüber 2,34 Mrd. EUR im Jahr 2010 wird eine Reduktion um rund 180 Mio. EUR (8%) prognostiziert. Während im Straßenverkehr die Klimakosten in Zukunft zunehmen, erwarten wir Einsparungen bei den externen Unfallkosten und vor allem bei den Kosten der Luftverschmutzung.

In der nachfolgenden Tabelle 15 werden die Anteile von Personenverkehr (PV) und Güterverkehr (GV) je Kostenkategorie und Jahr dargestellt.

Tabelle 15 Anteile von PV und GV an den gesamten externen Kosten nach Kostenkategorie und Jahr

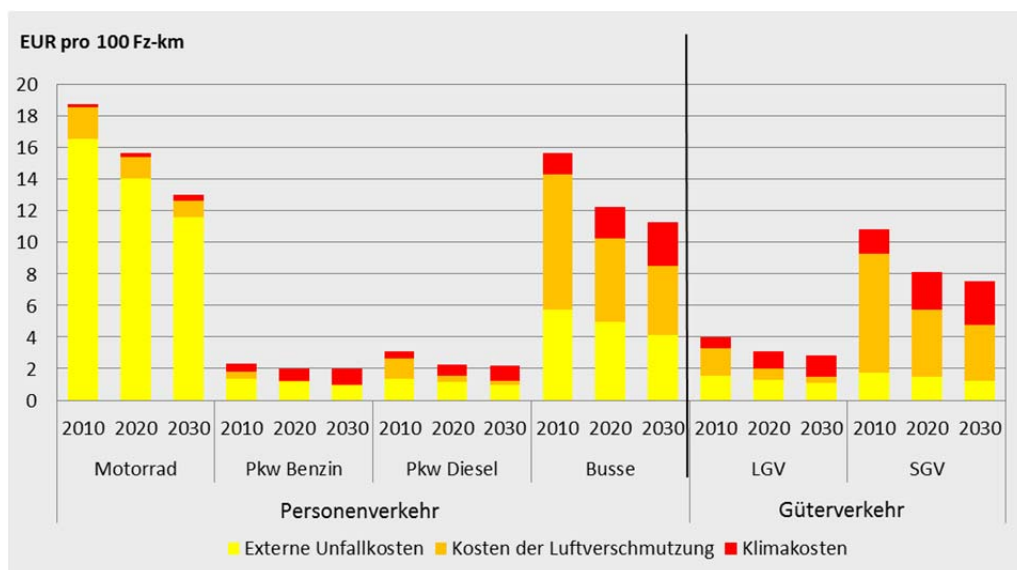
Anteile an den ext. Kosten	2010		2020		2030	
	PV	GV	PV	GV	PV	GV
Externe Unfallkosten	87%	13%	89%	11%	88%	12%
Kosten der Luftverschmutzung	65%	35%	58%	42%	50%	50%
Klimakosten	74%	26%	76%	24%	76%	24%
Gesamt, im Mittel	76%	24%	79%	21%	77%	23%

Der Personenverkehr verursacht gut drei Viertel der gesamten externen Kosten des Straßenverkehrs, und zwar sowohl heute als auch in den nächsten 20 Jahren. Bei den Kosten der Luftverschmutzung ist der Kostenanteil beim Güterverkehr zwar überdurchschnittlich hoch, dafür ist bei den externen Unfallkosten der Personenverkehr mit knapp 90% der Kosten mit einem deutlich höheren Anteil beteiligt.

Spezifische externe Kosten

Um einen Vergleich der Fahrzeugarten untereinander zu ermöglichen, werden – je Fahrzeugart – die (gesamten) externen Kosten auf die jeweilige Fahrleistung (Fz-km) bezogen. Die folgende Abbildung 10 zeigt die Entwicklung der externen Kosten pro 100 Fz-km in Österreich.

Abbildung 10 Entwicklung der externen Kosten pro 100 Fz-km des Straßenverkehrs in Österreich nach Fahrzeugarten und Kostenkategorie 2010-2030



Die externen Kosten je 100 Fz-km sind beim Motorrad am höchsten. Dies beruht auf den hohen externen Unfallkosten. Unter den betrachteten Fahrzeugarten sind die externen Kosten pro 100 Fz-km beim Pkw Benzin sowohl im Jahr 2010 als auch im Jahr 2030 am tiefsten. Die dieselbetriebenen Personalfahrzeuge verursachen im Vergleich zu den benzinbetriebenen höhere Kosten bei der Luftverschmutzung.

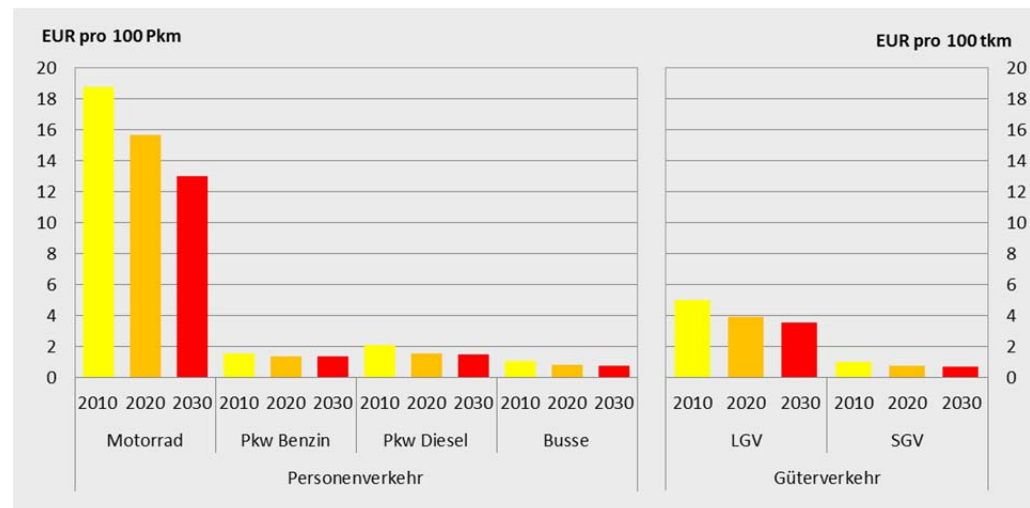
An dieser Stelle ist ausdrücklich festzuhalten, dass die unterschiedliche Höhe der fahrleistungsspezifischen externen Kosten noch keinerlei Aussage zu „Kostendeckungsgraden“ (siehe Kasten) ermöglicht, etwa in der Weise, dass aufgrund höherer externer Kosten zwangsläufig auf niedrigere Kostendeckungsgrade geschlossen werden kann. Um eine Aussage zu den unterschiedlichen Kostendeckungsgraden der einzelnen Fahrzeugarten leisten zu können, müssten noch zwei Zusatzberechnungen angestellt werden, nämlich erstens die Ermittlung der nach Fahrzeugarten differenzierten Wegekosten und zweitens die Ermittlung der nach Fahrzeugarten differenzierten Ertragsseite der öffentlichen Hand durch Steuern und Abgaben. Beide Zusatzberechnungen sind zwar im Prinzip für die Diskussion des Ausmaßes der notwendigen Internalisierung externer Effekte unerlässlich, waren aber im Rahmen dieses Kurzgutachtens nicht leistbar und deshalb auch nicht Gegenstand dieser Arbeit.

*Der **Kostendeckungsgrad** gibt an, welchen Beitrag die erwirtschafteten Erträge einer Periode leisten, um die entstandenen Aufwendungen zu finanzieren. Beim Straßenverkehr ergibt sich der Kostendeckungsgrad aus dem Verhältnis zwischen der Ertragsseite (Kfz-Steuer, Mineralölsteuer, Mautgebühren sowie sonstige verkehrsspezifische Abgaben) und der Kostenseite (Abschreibungen, Zinsen und Unterhalt der Straßeninfrastruktur sowie der indirekten Kosten (externe Effekte)).*

Ein weiterer wichtiger Vergleich ergibt sich, wenn die externen Kosten nicht auf die Fahrleistung (Fz-km), sondern – daraus abgeleitet – auf die Verkehrsleistung (im Personenverkehr Personenkilometer [Pkm], im Güterverkehr Nutzlasttonnenkilometer [tkm]) bezogen werden. Dabei ist jedoch darauf hinzuweisen, dass hiermit nur Personalfahrzeugarten untereinander und Güterfahrzeugarten untereinander verglichen werden können, nicht aber Personalfahrzeugarten mit Güterfahrzeugarten, da die beiden Vergleichsgrößen unterschiedliche Dimensionsangaben ([EUR pro 100 Pkm] bzw. [EUR pro 100 tkm]) aufweisen. Nachfolgend (Abbildung 11) werden die verkehrsleistungsspezifischen Kosten pro Fahrzeugart dargestellt. Dazu werden die Kosten je 100 Fz-

km durch die Besetzungsgrade (beim Personenverkehr) bzw. durch die durchschnittlichen Beladungen (beim Güterverkehr) dividiert.

Abbildung 11 Entwicklung der externen Kosten pro 100 Personenkilometer (Pkm) bzw. pro 100 Tonnenkilometer (tkm) des Straßenverkehrs in Österreich nach Fahrzeugarten 2010-2030



Bei einer Analyse der verkehrsleistungsbezogenen externen Kosten (pro Personenkilometer) verursacht das Verkehrsmittel Bus, aufgrund der hohen Fahrzeugbesetzung, weniger externe Kosten als der Pkw. Dabei wird mit einem Besetzungsgrad von 17 Personen pro Bus bzw. 1,5 Personen pro Pkw gerechnet (Transport und Mobility Leuven (2010)). Somit ergeben sich im Jahr 2010 externe Kosten pro 100 Personenkilometer beim Bus von 1 EUR bzw. von 2,1 EUR beim Diesel-Pkw und 1,5 EUR beim Benzin-Pkw.

Beim Straßengüterverkehr hat der schwere Güterverkehr naturgemäß höhere externe Kosten pro 100 Fz-km als der leichte Güterverkehr. Betrachtet man jedoch die externen Kosten bezüglich der Verkehrsleistung (Nutzlasttonnenkilometer), so ist der Schwerverkehr dem Leichtverkehr bei den externen Kosten überlegen. Bei einer durchschnittlichen Beladung von 0,8 Tonnen beim Leichtverkehr bzw. 11 Tonnen beim Schwerverkehr in Österreich (Transport und Mobility Leuven (2010)) liegen die externen Kosten pro 100 Nutzlasttonnenkilometer im Jahr 2010 beim SGV bei einem EUR und somit 5mal niedriger als beim LGV.

8 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die hier vorgelegten Berechnungen verstehen sich als eine einfache Modellrechnung. Das Resultat basiert auf den getroffenen Annahmen, welche nach bestem Wissen und Gewissen sowie nach Auswertung nationaler und internationaler Literatur getroffen wurden. Trotz des überschlägigen Charakters der Quantifizierung kommen jedoch die Dimensionen der externen Effekte, insbesondere die Unterschiede zwischen den verschiedenen Verkehrs- und Fahrzeugarten, klar und deutlich zum Ausdruck.

Im Straßenverkehr Österreichs hat der Personenverkehr deutlich höhere Anteile an den externen Kosten als der Güterverkehr. Diese hohen Kostenanteile resultieren hauptsächlich aus der viel höheren Fahrleistung im Personenverkehr. In Städten ist der Fahrleistungsanteil des Personenverkehrs besonders hoch. Die Fahrleistung in dichtbesiedelten Räumen ist bezüglich externer Kosten „schädlicher“, da dort vor allem Lärm und Luftverschmutzung viele Menschen betreffen.

Die Internalisierung der externen Kosten des Straßenverkehrs ist politisch sehr umstritten. Die Wissenschaft ist sich aber einig, dass eine Internalisierung externer Kosten zu einem effizienteren Verkehrsgeschehen führen wird. Die Kostensätze müssen über Umwege abgeschätzt werden, da für externe Effekte per Definition keine Marktpreise existieren. Bei dieser Abschätzung der Kostenhöhe ergeben sich Spielräume, die auch politisch interpretiert werden. Diese Voraussetzungen erschweren die Ausarbeitung einer gesetzlichen Grundlage zur Internalisierung der externen Kosten des Straßenverkehrs enorm.

Mit der neuen Richtlinie über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge (Eurovignetten-Richtlinie 2011) hat der Europäische Rat nach jahrelangen Diskussionen einen gesetzlichen Rahmen geschaffen, um einen Teil der externen Kosten in die Maut einzurechnen. (In Österreich betrifft die Maut derzeit den schweren Straßengüter- und Busverkehr inklusive schwerer Wohnmobile auf Autobahnen und Schnellstraßen.) Bei den Kostenkategorien berücksichtigt die aktuelle Eurovignetten-Richtlinie lediglich die Kosten der Luftverschmutzung und des Lärms. Aufgrund der einseitigen Bemautung einer Fahrzeugkategorie (schwere Fahrzeuge über 3,5 t zGG) kann es zu Wettbewerbsverzerrungen kommen, die wohl dazu führen, dass vermehrt kleinere Fahrzeuge, welche nicht bemautet werden, eingesetzt werden. Auch ist die einseitige Bemautung des Schwerverkehrs aus sachlicher Betrachtung nicht zu rechtfertigen.

Quellenverzeichnis

- ARE – Bundesamt für Raumentwicklung (2008): Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz. Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten, Bern.
- ARE – Bundesamt für Raumentwicklung (2006): Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr der Schweiz. Aktualisierung für die Jahre 1999 bis 2004, Bern.
- ARE – Bundesamt für Raumentwicklung (2002): Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr der Schweiz 1998, Bern.
- BFS – Bundesamt für Statistik (2012): Mobilität in der Schweiz. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010. Neuchâtel.
- bmvit – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2012): Gesamtverkehrsplan für Österreich. Wien.
- bmvit – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2011): Österreichisches Verkehrssicherheitsprogramm 2011-2020. Wien.
- CE Delft et al. (2011): External Costs of Transport in Europe, Update Study for 2008. Delft.
- CE Delft et al. (2008): Handbook on estimation of external costs in the transport sector; Version 1.1. Delft.
- Cerwenka, Peter et al. (2012): Externe Effekte – Begriffliche Grundlagen und verkehrspolitische Implikationen für den Umgang mit Stau. In: Internationales Verkehrswesen, 64. Jg., Heft 3, S.16-19.
- Ecoplan (2006): Unfallkosten im Strassenverkehr. Aktualisierung für die Jahre 1999 bis 2004. Altdorf und Bern.
- Ecoplan/Infras (2010): Benutzerhandbuch zum Aktualisierungstool externe Kosten, Version 2. Bern, Zürich.
- EU-Kommission (2011): Richtlinie 2011/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge. Brüssel.

EU-Kommission (2006): Richtlinie 2006/38/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 1999/62/EG über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge. Brüssel.

EU-Kommission (1999): Richtlinie 1999/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge. Brüssel.

FSV – Forschungsgesellschaft Strasse Schiene Verkehr (2010): Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Verkehrswesen; RVS 02.01.22. Wien.

FVT – Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik GmbH (2012): Straßenverkehrsemissionen und Emissionen sonstiger mobiler Quellen Österreichs für die Jahre 1990 bis 2011. Graz.

Herry Consult GmbH (2012): Verkehr in Zahlen 2011. Wien.

Hochreiter, Werner (2008): Die Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie in Österreich. Informationen zur Umweltpolitik Nr. 178. Wien.

infas et al. (2010): Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht. Bonn und Berlin.

Mensebach, Wolfgang et al. (1994): Straßenverkehrstechnik, 3. Auflage. Werner-Verlag, Düsseldorf.

ÖNORM S 5004 (2008): Messung von Schallimmissionen. Wien.

Prognos (2012): Weltreport 2012; Gesamtedition 1995-2035. Basel.

ProgTrans (2012): World Transport Reports Edition 2012 / 2013; Volume: Goods Transport. Basel.

ProgTrans (2010): World Transport Reports Edition 2010 / 2011; Volume I: 27 EU Member States + Switzerland. Basel.

Puls, Thomas (2009): Externe Kosten am Beispiel des deutschen Straßenverkehrs. Forschungsberichte aus dem Institut der deutschen Wirtschaft. Köln.

Statistik Austria (2012): Statistik der Straßenverkehrsunfälle. Erstellt am 12.04.2012. Wien.

Transport and Mobility Leuven (2010): TREMOVE Model Software. Model code v3.3.2. Link: <http://www.tremove.org/model/index.htm> (downloaded: 14.01.2013). Leuven.

Umweltbundesamt (2012): Emissionstrends 1990 – 2010. Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen (Datenbestand 2012). Wien.

Umweltbundesamt (2011): Austria's National Air Emissions Projections 2010-2030. Wien.

Prognosen und Strategieberatung
für Transport und Verkehr

Henric Petri-Strasse 9
CH-4010 Basel
Telefon +41 61 3273 477
Fax +41 61 3273 471
E-mail info@progtrans.com
www.progtrans.com

Schlussbericht

Externe Effekte des Personen- und Güterverkehrs auf Österreichs Straßen
Grundlagen und Größenordnungen

Alex Auf der Maur
Stefan Rommerskirchen
Johannes Eggert

Unter wissenschaftlicher Begleitung von
Peter Cerwenka

Basel, 11. April 2013

erstellt für
Arbeitsgemeinschaft Internationaler
Straßenverkehrsunternehmer Österreichs (AISÖ)

A – 1040 Wien