



**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr

## Externe Autokosten in der EU-27 Überblick über existierende Studien

---



TU Dresden  
Lehrstuhl für Verkehrsökologie  
Prof. Dr. Ing. Udo J. Becker  
Thilo Becker  
Julia Gerlach

Dresden, den 12. Oktober 2012





<b>1.</b>	<b>Einleitung, Umfang und Ansatz</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Literaturrecherche</b>	<b>9</b>
2.1.	Überblick über die existierenden Studien	9
2.2.	Applications existantes du principe de l'internalisation des coûts externes	10
<b>3.</b>	<b>Bestehende Anwendungen des Prinzips der Internalisierung externer Kosten</b>	<b>13</b>
3.1.	Einleitung	13
3.2.	Im Bericht verwendete Datenquellen	14
3.3.	Spezifische Methodik für Unfälle	15
3.4.	Spezifische Methodik für Luftverschmutzung	18
3.5.	Spezifische Methodik für Lärm	20
3.6.	Spezifische Methodik für Upstream- und Downstream-Effekte und für „sonstige Effekte“	22
3.7.	Unser Ansatz zur Schätzung der externen Kosten für die Nutzung von Autos in der EU-27	23
3.8.	Schätzgenauigkeit	24
<b>4.</b>	<b>Methodik zur Schätzung der Kosten für den Klimawandel</b>	<b>25</b>
4.1.	Methodischer Ansatz: Schadenskosten im Vergleich zu Vermeidungskosten	25
4.2.	Stand der Literatur – Allgemeine Vermeidungskostenfaktoren	27
4.3.	Stand der Literatur – Vermeidungskosten für spezifische Verkehrsmaßnahmen	28
4.4.	Spezifische Methodik für Klimakosten, die diesem Bericht zugrundeliegt	30
<b>5.</b>	<b>Externe Kosten für die Nutzung von Autos: Ergebnisse</b>	<b>33</b>
5.1	Externe Kosten nach Ländern	33
<b>6.</b>	<b>Schlussfolgerungen: Größenordnung der externen Kosten, Ansätze für politisches Handeln</b>	<b>40</b>
<b>7.</b>	<b>Literatur</b>	<b>42</b>
<b>8.</b>	<b>Anhänge</b>	<b>44</b>
	Liste der Tabellen	48
	Liste der Abbildungen	48



Externe Kosten für die  
Nutzung von Autos  
in der EU-27

## 1.

## EINLEITUNG, UMFANG UND ANSATZ

Verkehr unter zwei Gesichtspunkten:  
individueller Nutzer versus Gesellschaft

(1) Verkehr ist ein wichtiger Bestandteil des täglichen Lebens und unserer Gesellschaft. Zweifellos bringt Verkehr großen Nutzen. Wie in allen Bereichen unseres Lebens müssen wir unterscheiden zwischen dem Blickwinkel des Individuums (ein Verkehrsnutzer) und dem Blickwinkel der Gesellschaft (die alle sonstigen Personen, alle künftigen Zeiten (Generationen) und alle sonstigen Regionen (Länder) umfasst).

(2) Ausgehend vom Blickwinkel des Individuums muss anerkannt werden, dass Verkehr ein wesentlicher Bestandteil von jedermanns Leben ist. Mithilfe des Instruments „Verkehr“ (das alle Fahrzeuge, Infrastrukturen, Regeln und Organisationen, die im „Verkehr“ existieren beinhaltet) können Individuen Ziele und Dienstleistungen zur Befriedigung ihrer individuellen Bedürfnisse erreichen. Für das Individuum ist der Nutzen des Verkehrs hoch und für jede Fahrt übersteigt der Nutzen die Kosten; andernfalls wäre die Fahrt nämlich nicht gemacht worden. In allen künftigen und allen öffentlichen Diskussionen muss dies vorausgeschickt werden: Der Nutzen des Verkehrs für den Verkehrsnutzer ist hoch und der Nutzen überwiegt immer gegenüber den Kosten, in Abhängigkeit von der Fahrt und den Rahmenbedingungen, die von der Gesellschaft vorgegeben werden (z. B. Subventionen für eine bestimmte Fahrt).

(3) Geht man zur Perspektive der Gesellschaft über, zeigt sich jedoch ein völlig anderes Bild. Die Tatsache, dass der individuelle Nutzen einer Fahrt die Kosten übersteigt bedeutet nicht automatisch, dass der Nutzen dieser Fahrt für die Gesellschaft die Kosten für die Gesellschaft übersteigt. Als Beleg ein Beispiel: Wenn ein Flughafen mit Geld aus den EU-Kohäsions-Fonds gebaut wird und wenn eine Low-Cost-Fluggesellschaft billige Flüge zu Fernzielen anbietet, kann eine individuelle Person sehr gut die Gelegenheit ausnutzen, um „nur zum Spaß“ zu dieser Bestimmung zu reisen – wenn der Spaß die geringen Kosten aufwiegt. Für die Gesellschaft hingegen ist der Nutzen nicht so offensichtlich: Wo liegt der Nutzen – für andere Personen, andere Länder und künftige Generationen – der individuellen Entscheidung, diesen Flug genommen zu haben, nur um eine Party am Bestimmungsort zu feiern? Gleichzeitig können die Kosten für die Gesellschaft viel höher liegen: Die Kosten müssen beispielsweise Ausgaben umfassen, die vom Steuerzahler für den Bau des Flughafens getragen werden; Kosten für den Steuerzahler, weil Flugreisen normalerweise keine Energiesteuern bezahlen (andere Transportarten wohl, sodass eine gewisse Diskriminierung vorliegt); Lärmkosten für die Anwohner, die in der Nähe des Flughafens wohnen; Luftverschmutzungskosten für Menschen, die durch die Flugzeugabgase krank werden; und Kosten für künftige Generationen aufgrund der Treibhausgasemissionen, die durch Flugzeuge erzeugt werden. Aus dem Blickwinkel der Gesellschaft betrachtet ist eine wesentlich detailliertere Analyse der „sozialen Gesamtkosten“ und des „sozialen Gesamtnutzens“ erforderlich.

(4) Eine solche Analyse auf Gesellschaftsebene ist eine viel komplexere Aufgabe als eine Analyse auf der Ebene des Individuums. Für eine Analyse auf Gesellschaftsebene müssen auch alle „externen Kosten und Nutzen“ berücksichtigt werden. Die Europäische Kommission diskutiert seit vielen Jahren über die externen Effekte des Verkehrs (und anderer Sektoren wie des Energiesektors). Die durch Verkehrsaktivitäten bedingten negativen Einflüsse auf unbeteiligte Personen, Regionen und Generationen werden in der Regel als externe Effekte bezeichnet. Die Europäische Kommission definiert externe Effekte des Verkehrs wie folgt:



„Von externen Effekten des Verkehrs spricht man, wenn ein Verkehrsnutzer entweder nicht die vollständigen Kosten (z.B. Kosten der Umweltbelastung, der Staus oder der Unfälle) der in Anspruch genommenen Verkehrsleistung bezahlt oder nicht in den Genuss des vollständigen Nutzens kommt.“<sup>1</sup>

Für das Gemeinwohl ist es notwendig, alle derzeitig verursachten externen Kosten zu internalisieren, da Verkehrsnutzer nur effizient handeln können, wenn sich in der Höhe von Preisen Knappheit ausdrückt. Für diese Schritte müssen wir alle Kosten für die Gesellschaft (d.h. die Kosten von einer bestimmten Fahrt für alle Personen, Länder und Generationen) dem Nutzen dieser Fahrt für die Gesellschaft (ebenfalls alle Personen, alle Ländern und alle Generationen) gegenüberstellen.

(5) Diese Aufgabe scheint – und ist in der Tat – unmöglich auf rein wissenschaftlichem Weg zu erfüllen. So ist es beispielsweise unmöglich, den detaillierten Nutzen einer Fahrt, die heute unternommen wird, für künftige Generationen zu berechnen und es ist auch unmöglich, die Kosten für künftige Generationen exakt zu berechnen, die sich aus dem Klimawandel und Wetterumschwüngen aufgrund einer bestimmten, heute vorhandenen CO<sub>2</sub>-Emission ergeben. Es ist jedoch nicht erforderlich, detaillierte Kostenbilanzen zu berechnen. Stattdessen ist es notwendig, einen kontinuierlichen Prozess für die Überprüfung und Aktualisierung von Kosten (und Nutzen)-Schätzungen für andere Personen, Länder und Generationen in die Wege zu leiten und dem Nutzer diese Signale vor Augen zu führen. Zusammenfassend sei gesagt:

Unter praxismgerechten Bedingungen ist es völlig ausreichend, einen Prozess der ständigen Überprüfung und Bewertung der externen Effekte einzurichten, um diese jederzeit „so gut wie möglich“ schätzen zu können – und die Preissignale für den Nutzer entsprechend anzupassen. Es liegt auf der Hand, dass wir nie ein perfektes Stadium der Preiswahrheit (bei dem die Preissignale die völlig internalisierten Kosten und Nutzen enthalten) erreichen werden, aber es ist absolut notwendig, dass wir Jahr für Jahr ständig versuchen, **weniger ungenaue Preise** zu erreichen.

(6) Die Aufgabe der Schätzung von externen Kosten und Nutzen ist auch nicht so umfangreich, wie sie zunächst scheint: Die gesamte neuere Wirtschaftsliteratur zeigt, dass es sowohl externe Kosten als auch externen Nutzen des Verkehrs gibt – sich aber der Nutzen des Verkehrs zum größten Teil auf das Individuum bezieht und im Wesen internalisiert ist. Selbst nach vielen Jahren der Suche nach dem externen technologischen Nutzen konnte nur sehr wenig eindeutig festgestellt werden. Derjenige externe technologische Nutzen, der identifiziert worden ist, kann mit rund ein Hundertstel der externen (d.h. der nichtinternalisierten) technologischen Kosten quantifiziert werden. Im ersten Stadium der Internalisierung der externen Effekte genügt es, sich auf die externen Kosten zu konzentrieren.

(7). Der Umfang der externen Kosten des Verkehrs ist jedoch beträchtlich. Von den heutigen Verkehrsnutzern werden große Teile der Kosten durch Lärmemissionen, Luftschadstoffemissionen, Treibhausgasemissionen und sonstige Kostenfaktoren nicht abgedeckt. Unfallkosten werden teilweise (meistens durch Versicherungen) abgedeckt, aber für einen Teil der Unfallkosten zahlt immer noch die Gesellschaft. Im ersten Stadium des Prozesses der Internalisierung der externen Effekte müssen die wichtigsten externen verkehrsbedingten Kosten identifiziert und geschätzt werden. Der heutige Verkehr verursacht beträchtlichen Schaden an der Umwelt. Diese Kosten sind eine Realität, auch wenn sie nicht immer einen Marktpreis haben: Ausgaben für Polizei und die Verwaltung von Infrastrukturen, Krankenhauskosten und Kosten des öffentlichen Gesundheitswesens, Rückgang der Lebensqualität.<sup>2</sup>

(8) In diesem Bericht werden die externen Kosten der Nutzung von Autos in der EU-27 analysiert, indem die existierende Fachliteratur ausgewertet und ausgehend von diesen Zahlen eine Datengrundlage entwickelt wird. Für die Vorbereitung

dieses Berichts wurde keine eigene Feldforschung betrieben; alle Eingangsdaten sind bereits vorher veröffentlicht und diskutiert worden. Die verwendeten Daten werden im Folgenden detaillierter beschrieben.

(9) Die Ergebnisse dieses Berichts können (und sollten) für politische Diskussionen und Entscheidungen auf europäischer Ebene benutzt werden. Die Ergebnisse identifizieren Bereiche, in denen der Marktmechanismus im Verkehr derzeit nicht funktioniert; an dieser Stelle ist politisches Handeln erforderlich. Der Stellenwert dieser Schlussfolgerung kann nicht überschätzt werden; hierbei handelt es sich um einen entscheidenden und wichtigen Schlüssel zu einer fairen und effizienten Wirtschaft und Gesellschaft:

Die Frage, wie eine innovative und effiziente Europäische Union errichtet werden kann, kann nicht vollständig beantwortet werden ohne kontinuierliche Schätzungen der nicht internalisierten externen Kosten und einen entsprechenden politischen Rahmen (meistens über Preise und Regulierungen). Realistischere und akkuratere Preise sind das Schlüsselement für jede Agenda, die auf eine innovative und effiziente Entwicklung abzielt und die unter wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Gesichtspunkten nachhaltiger ist als die heutige Situation.

In der Wissenschaft wird nicht mehr darüber diskutiert, ob es beträchtliche nicht-internalisierte externe Effekte im Verkehrsbereich gibt. Dennoch werden Schritte zur Reduzierung der externen Faktoren häufig abgelehnt „weil der Nutzen des Verkehrs viel größer ist (Punkt A) und weil der Verkehr viel mehr zur Gesellschaft beiträgt über Steuern und Gebühren (Punkt B)“. Die Antwort auf Punkt A wurde bereits vorstehend diskutiert: Ja, der Nutzen ist groß, aber er wird getragen von den Verkehrsnutzern<sup>3</sup> und es sollte keine politische Aktion in die Wege geleitet werden.<sup>4</sup> Punkt B hingegen muss näher in Augenschein genommen werden. Ist es wirklich eine Tatsache, dass entweder der Verkehr im allgemeinen oder Straßen- oder Luftverkehr „die Melkkühe unserer Gesellschaft“ sind?

(11) Auch an dieser Stelle ist es klar, dass in allen Mitgliedstaaten der EU die Verkehrsnutzer einen beträchtlichen Teil der Kosten tragen: Steuern, Gebühren, Maut usw. Infrastrukturbetreiber, Städte, Staaten, Regierungen, Unternehmen usw. beziehen Abgaben, Gebühren, Maut, Steuern und viele andere Arten von Einnahmen von den Verkehrsnutzern. An dieser Stelle muss genau unterschieden werden:

- Gebühren, Abgaben, Maut und andere Arten von Kosten, die mit einer speziellen Dienstleistung, einer speziellen Ware oder der Nutzung von Infrastrukturen in Zusammenhang stehen, sind keine Steuern – und alle diese Zahlungen stehen in direktem Zusammenhang mit der gewährten Dienstleistung. Daher könnten alle diese Kosten nicht „ein zweites Mal benutzt werden“, um andere Arten von externen Kosten zu kompensieren. Eine Staugebühr (Verkehrsüberlastungsabgabe), eine Straßenmaut oder eine Parkgebühr sind spezifisch für diese Art von Dienstleistung gedacht; und diese Gebühren können nicht von der Bilanz der externen Kosten abgezogen werden. Dies gilt auch für Infrastrukturkosten, unabhängig davon, auf welche Art die Nutzer dafür bezahlen (direkt oder indirekt).
- Steuern hingegen sind alle Arten von Zahlungen, für die der Steuerzahler kein Anrecht auf jedwede Dienstleistungen im Gegenzug erwirbt. Steuern werden für viele Dienstleistungen gebraucht, bei denen kein damit verbundenes Einkommen generiert werden könnte. Steuern werden gebraucht, um Dienstleistungen für die Öffentlichkeit zu gewährleisten; demzufolge könnte dieses Geld nie zur Begleichung externer Kosten verwendet werden (Non-Affektationsprinzip). Es besteht ein wissenschaftlicher Konsens darüber, dass „allgemeine Steuern“ wie Kraftstoffsteuern, die MwSt. oder die Lohnsteuer nicht als Beitrag der Verkehrsnutzer angesehen werden können, um beispielsweise Umweltschäden, die aus ihrer Fahrt resultiert, wettzumachen.

3. (US-Verkehrsministerium – US-Bundesautobahnverwaltung, 1982, S. E9) teilte beispielsweise mit: „die vorherrschende Expertenmeinung besagt vermutlich, dass es außer dem Nutzen für den Nutzer keinen weiteren externen Nutzen der Autobahnnutzung gibt.“

4. Vergleiche die Referenzliste in (Victoria Transport Policy Institute, 2009, S. 6)



- Eine weitere spezifische Form von Steuern umfasst „Steuern mit Zweckbestimmung oder Zweckwidmung“. Hierbei handelt es sich um Steuern, die von der Regierung (oder einer Agentur) für einen bestimmten Zweck gebraucht werden. In der Steuergesetzgebung ist in der Regel festgelegt, dass ein Teil oder alle diese Steuern in einen speziellen Fonds gehen, mit dem Ausgaben für einen speziellen Zweck bestritten werden. Auch an dieser Stelle wird eine spezielle Dienstleistung erbracht, sodass Einnahmen und Ausgaben für diesen Zweck gegeneinander aufgewogen werden können.

(12) Zusammenfassend: Geld, das für einen bestimmten Zweck benutzt wird, kann kein zweites Mal verwendet werden, um beispielsweise externe Kosten abzudecken. Zudem können (allgemeine) Steuern nicht benutzt werden, um externe Kosten des Verkehrs zu kompensieren. Die in dieser Studie analysierten externen Kosten des Verkehrs (Treibhausgasemissionen, Lärm, Umweltverschmutzung, Unfälle usw.) könnten nur einem spezifischen „zweckgebundenen Einkommen“ (sei es eine Gebühr, eine Abgabe, Maut oder eine „zweckgebundene Steuer“) gegenübergestellt werden, wenn diese Einnahmen diese Kostenarten kompensieren oder senken. Dies beinhaltet:

Die Zahlen, die in dieser Studie als „externe Verkehrskosten“ bewertet werden, sollten in effizienten Gesellschaften und in Marktwirtschaften so vollständig und schnell wie möglich internalisiert werden. Eine Senkung dieser Zahlen aufgrund der Tatsache, dass der Verkehr andere Arten von Abgaben, Gebühren oder Steuern zahlt, sollte nicht stattfinden, sofern dieser spezielle Typ von Einnahmen nicht dazu verwendet wird, die hier diskutierten Kostenarten zu decken.

(13) Es sei darauf hingewiesen, dass dieser Argumentation sowohl die theoretischen Prinzipien der Besteuerung als auch allgemein bekannte Tatsachen zugrunde liegen; es besteht nicht nur ein weit verbreiteter wissenschaftlicher Konsens darüber, sondern auch „die Normalbürgerin und der Normalbürger“ können, wenn sie ihnen richtig erklärt werden, diese Positionen mit ihren eigenen persönlichen Erfahrungen („Geld kann man nicht zweimal ausgeben“, usw.) in Verbindung bringen. Wenn also eine Vereinigung mit der Position „Verkehrssteuern, Abgaben, Gebühren, Maut usw. sind sowieso zu hoch!“ aufwartet, muss klar gemacht werden, dass entsprechende Argumente vorhanden sind, um dieser Herangehensweise zu begegnen: „Steuern sind Steuern, sie sind dazu gedacht, um die Gesellschaft zu unterstützen – und man kann sie niemals Umweltschäden gegenüberstellen!“, könnte als Beispiel dienen. Im Fall von Gebühren mit „Zweckbestimmung oder Zweckwidmung“ ist zu verdeutlichen, dass dieses Geld einem bestimmten Nutzen gegenübergestellt wird, den man bekommt oder zum Ausgleich für klar definierte Schäden dient; das Geld kann nur für diese Zwecke eingesetzt werden, nie für andere Zwecke.<sup>5</sup>

(14) Dieser Bericht ist wie folgt strukturiert: Zunächst erfolgt eine Beschreibung der wichtigsten Fachliteratur. In den Kapiteln 3 und 4 wird die Methodik zur Schätzung nicht gedeckter externer Kosten beschrieben. Kapitel 3 ist den Kosten, die durch Lärm, Unfälle, Umweltverschmutzung, Upstream- und Downstream-Effekte usw. entstehen, gewidmet. Bei diesen Kosten handelt es sich in der Regel um Schadenskosten. Kapitel 4 handelt von den CO<sub>2</sub>- und Klimawandelkosten. Da diese Kosten hauptsächlich in der (fernen) Zukunft auftreten, ist an dieser Stelle ein spezifischer Ansatz erforderlich. Zudem haben diese Kosten einen hohen politischen Stellenwert. In Kapitel 5 wird schließlich die Größenordnung der externen Kosten dargestellt und Kapitel 6 identifiziert Ansätze für politisches Handeln.

*5. Schwierigkeiten tauchen auf, wenn diese Definitionen in bestimmten Bereichen oder Nationen unterschiedlich benutzt werden oder wenn sie mit einer spezifischen Steuer vermischt werden. Das deutsche Beispiel der Energiesteuer (Ökosteuer und Kraftstoffsteuer) führt diese Verwechslungsgefahr vor Augen: Im Allgemeinen handelt es sich um eine typische Steuer, insofern kann diese nicht den Umweltverschmutzungskosten gegenübergestellt werden. Einige Steuererhöhungen sind jedoch auch zweckgebunden gewesen: Die Ökosteuer-Erhöhungen vor rund 10 Jahren waren spezifisch zweckgebunden, um Lohnkosten zu subventionieren, somit kann dieser Teil der Steuer „den Schäden, die auf den Arbeitsmärkten entstehen, gegenübergestellt werden“.*



# 2.

## LITERATUR

### 2.1. Überblick über die existierenden Studien

(1) Ab den frühen 90er Jahren wurden eine Reihe von Studien und ausgedehnte Forschungsprojekte durchgeführt, die auf eine Verbesserung der Kostenschätzungen und der Methodik zur Schätzung der externen Kosten abzielten. Diese Studien umfassen eine Reihe von Projekten, die von der Europäischen Union gefördert wurden (z. B. UNITE (Nash, 2003), ExternE (Bickel & R., 2005), NEEDS), aber auch nationale oder privat geförderte Forschungsprojekte (z. B. INFRAS/IWW (Schreyer, et al., 2004), Schweizer Bundesamt für Raumentwicklung (ARE, ohne Jahresangabe), CE Delft et al. (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011)). Der Umfang des vorliegenden Projekts setzt natürlich der Anzahl der zu evaluierenden Studien eine Grenze. Daher haben wir eine ausgedehnte Literaturrecherche vorgenommen, um eine umfassende Literaturlistenbank zu erstellen. Aus dieser haben wir die wichtigsten Studien auf der Grundlage der folgenden Kriterien ausgewählt:

- Wir haben die jüngsten Studien einbezogen, die den aktuellen Wissensstand im Hinblick auf die Methodik zur Kostenschätzung darstellen. An dieser Stelle bieten das „Handbook on the estimation of external costs“ und die „Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten“ eine umfassende Darstellung der derzeitigen Bewertungsverfahren.
- Zusätzlich dazu haben wir die jüngsten externen Kostenschätzungen für Europa und einige ausgewählte europäische Länder einbezogen. Während die europäischen Studien von grundlegender Bedeutung zur Bereitstellung einer konsistenten Datenbank sind, werden die Schätzungen für individuelle Länder weitgehend für den Vergleich von Kostenangaben und Bewertungsansätzen herangezogen.

Im Folgenden stellen wir die wichtigsten Quellen vor, die in diesem Bericht verwendet wurden.

#### (2) IMPACT 2006-2008:

IMPACT (Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport) ist ein von der Europäischen Kommission finanziertes Projekt, in dem die existierende Literatur sowie praktisches Know-how zur Schätzung der externen Kosten zusammengestellt werden. Daraus resultierte das „Handbook on estimation of external costs in the transport sector“ (Maibach, et al., 2007). Dieses bietet einen umfassenden Überblick über Ansätze, wobei der Schwerpunkt auf den Grenzkosten des Verkehrs als Grundprinzip von Internalisierungsprogrammen in der EU liegt. Das Handbuch liefert weiterhin Empfehlungen für Berechnungsmethoden, passende Standardwerte und geschätzte Kostenstaffelungen für verschiedene Verkehrssituationen. Es ist nach den Änderungen des Europäischen Parlaments im Zuge der Diskussion um die Eurovignette entstanden. Das Handbuch bietet eine Grundlage für eine umfassende und standardisierte Basis für alle Internalisierungsmaßnahmen.

#### (3) UBA Methodenkonvention 2007-2008:

Die „Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten“ des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt, 2008) zielt auf die Entwicklung einer standardisierten und transparenten Methode zur Schätzung der externen Kosten ab. Der Schwerpunkt liegt auf der wirtschaftlichen Bewertung von Umweltschäden. Weiterhin werden Kriterien für die Bewertung und Auswahl individueller Schätzungsmethoden beschrieben. Im Ergebnis wurde ein Leitfaden für weitere Projekte zur Bewertung von Umweltschäden erarbeitet. Diese Arbeit gibt einen Überblick über bestehende Methoden und die Defizite und Vorteile bestimmter Ansätze.

#### (4) Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz, 2008:

Diese Studie (Sommer, et al., 2008) aktualisiert im Auftrag des Schweizer Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) die externen Kostenschätzungen im schweizerischen Verkehrssektor bis 2005. In dieser Veröffentlichung werden zum ersten Mal Unsicherheiten mithilfe von Monte Carlo-Simulationsverfahren definiert. Es werden neue Datenquellen sowie neue Forschungsergebnisse zur Schätzung der externen Kosten in den Bereichen Unfälle, Lärm, Luftverschmutzung, Klima, Natur, Landschaft, Ernteverluste und Wald- und Bodenschäden sowie der zusätzlichen Kosten in städtischen Gebieten und Upstream-/Downstream-Prozesse herangezogen. Die Darstellung der Verfahren ist schlüssig und verständlich.

#### (5) Coûts externes des transports en Europe 2004:

Diese Studie (Schreyer, et al., 2004) ist eine Aktualisierung einer früheren UIC-Studie über die externen Effekte, in der die gesamten und durchschnittlichen externen Verkehrskosten auf europäischer Ebene sowie die durchschnittlichen europäischen Grenzkosten berechnet werden. Die Studie zielt mithilfe der modernsten Upstream- und Downstream-Schätzungsmethoden auf eine Verbesserung der empirischen Grundlage der externen Verkehrskosten ab. Die Ergebnisse decken die wichtigsten Kostenkategorien ab und werden nach Transportträgern unterteilt. Für die Schätzung der Kosten des Klimawandels werden zwei Szenarien mit unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Preisen erstellt.

#### (6) Coûts externes des transports en Europe 2008: et al. 2008:

Auf der Grundlage von Schreyer et al. (Schreyer, et al., 2004) gab die UIC eine Aktualisierungsstudie in Auftrag (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011), bei der die neuesten Entwicklungen in der europäischen Verkehrspolitik wie das EU-Grünbuch zur Ökologisierung des Verkehrs von 2008, das Weißbuch der EU aus dem Jahr 2011 und die letzte Überarbeitung der Eurovignetten-Richtlinie berücksichtigt werden. Diese Studie enthält den umfassendsten Überblick für die gesamten, durchschnittlichen und externen Grenzkosten im Verkehrssektor der erweiterten EU-27. Die Ergebnisse liefern eine wichtige Grundlage zum Vergleich der verschiedenen Verkehrsträger, der Gestaltung der Verkehrspreise und von Kosten-Nutzen-Analysen. Da diese multinatio-nale Studie für die EU-Mitgliedsstaaten sowohl konsistent als auch aktuell ist, basieren die meisten Zahlen im vorliegenden Bericht darauf. Die Autoren können als die Fachleute mit der meisten Erfahrung in diesem Bereich in der EU angesehen werden.

## 2.2. Bestehende Anwendungen des Prinzips der Internalisierung ex-terner Kosten

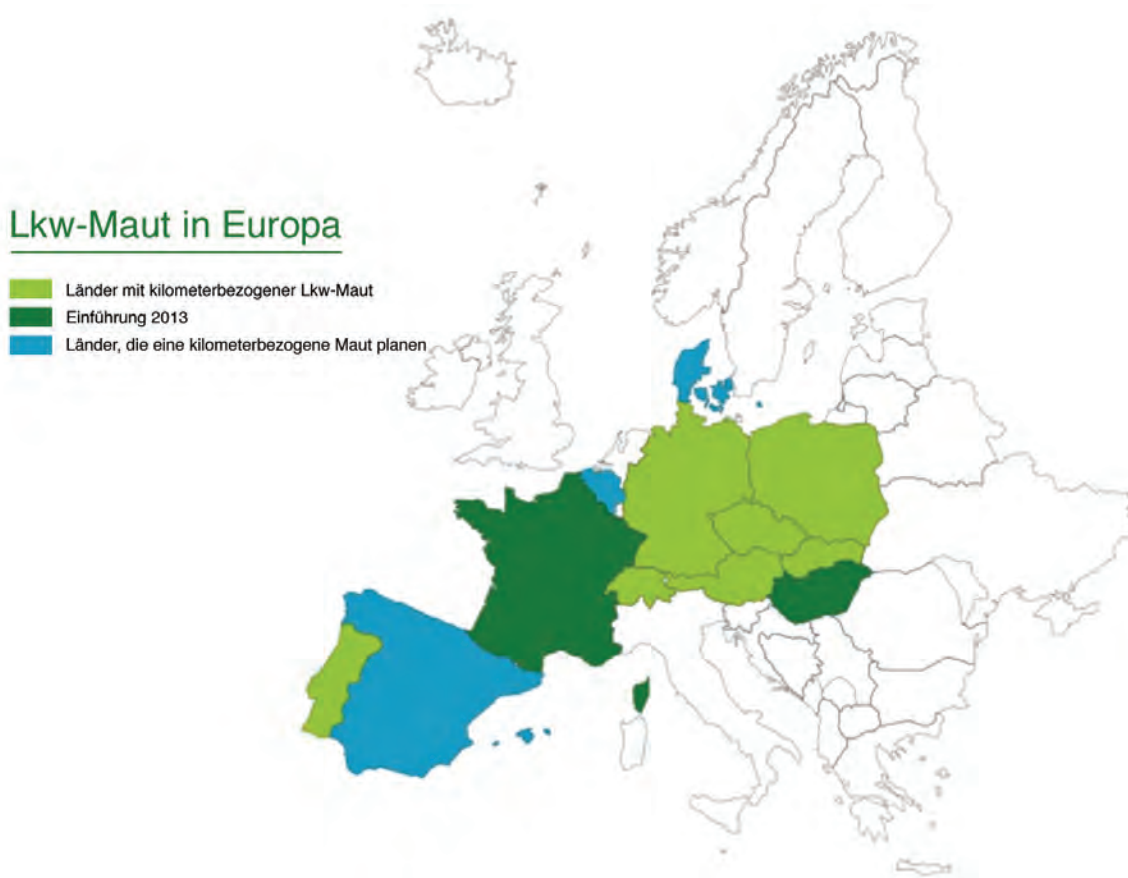
(7) Die Europäische Union hat bereits eine Reihe von Instrumenten geschaffen, mit denen der Versuch unternommen wird, die externen Kosten des Verkehrs oder Teile davon zu internalisieren. Die Internalisierung kann beispielsweise mithilfe strenger Vorschriften für Schadstoffgrenzen bei neuen Autos stattfinden; vom ökonomischen Standpunkt betrachtet liegt der Schlüssel zu Internalisierungsmaßnahmen aber in den Signalen für die Nutzer, wenn die Preise die wahren Kosten widerspiegeln. Deshalb sollten Internalisierungsmaßnahmen den Verkehrsnutzern immer Preissignale geben, die zu einem effizienten Verhalten führen. Im Folgenden werden drei Initiativen der Europäischen Union aus jüngster Zeit dargestellt:

#### (8) Besteuerung von schweren Nutzfahrzeugen, die Eurovignetten-Richtlinie:

Mit der Richtlinie 2011/76/EU des Europäischen Parlaments und des Rates (27. Sep-tember 2011) wird die Richtlinie 1999/62/EG über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge geändert. Diese europäische Rahmenverordnung zielt darauf ab, einen gesetzlichen Rahmen für die Mitgliedstaaten zu schaffen, die beabsichtigen eine Maut zu erheben, bei der auch die externen Kosten berücksichtigt werden. Die Höhe der Maut kann in Abhängigkeit von den Fahrzeugemissionen, den zurückgelegten Distanzen, Routen und der Zeit der Straßenbenutzung variiert werden. Eine Gebühr für externe Kosten für schwere Nutzfahrzeuge zur Ergänzung der

bereits bestehenden Infrastrukturnutzungsgebühr steht den Mitgliedsstaaten frei. Der aktuelle Einführungsstatus in den Mitgliedsstaaten wird in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1: Karte der Lkw-Maut in der EU im Jahr 2012 <sup>6</sup>



Als eines der vielen nationalen Beispiele stellt diese Richtlinie die gesetzliche Grundlage für die Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren in Deutschland dar. Deutschland erhebt seit 2005 sowohl für inländische als auch für ausländische Schwerlastfahrzeuge für die Nutzung von Autobahnen und einigen Bundesstraßen eine Maut. Diese Gebühr ist für Güterkraftfahrzeuge mit einem Gewicht von über 12 Tonnen obligatorisch. Die Kosten sind von der zurückgelegten Kilometerzahl abhängig und unterscheiden sich im Hinblick auf die Achszahl und den Emissionsstandard des Fahrzeugs. Die Gesamteinnahmen lagen 2011 bei rund 4,5 Milliarden €€

#### (9) System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten:

Mit der Richtlinie 2009/29/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (23. April 2009) wird die Richtlinie 2003/87/EG geändert zwecks Verbesserung und Ausweitung des Gemeinschaftssystems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten. Das System für den Emissionshandel im Luftverkehr trat 2012 in Kraft und umfasst alle Flüge, die in der Europäischen Union starten und landen. Der Luftverkehrsbranche erhält handelbare Emissionsrechte gemäß ihrer durchschnittlichen Kohlendioxidemissionen pro Jahr zwischen 2004 und 2006. Bis heute sind 86% dieser Emissionsrechte proportional zwischen den Luft- und Raumfahrtgesellschaften aufgeteilt, die restlichen 15% werden versteigert. Die derzeitige Preise



für CO<sub>2</sub>-Zertifikate sind niedrig, weil das Zuteilungsverfahren „sehr großzügig“ war, um die Zahl der Gegner des Konzepts niedrig zu halten. Demzufolge können die heutigen Preise nicht als wirkungsvoller Anreiz zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen angesehen werden.

#### (10) Regeln zur Meldung von CO<sub>2</sub>-Emissionen für Schiffe:

In Ermangelung einer internationalen Lösung kündigte die Europäische Kommission kürzlich einen Entwurf zur Begrenzung der Emissionen des Schifffahrtssektors an. Im Gegensatz zum Luftfahrtsektor enthält dieser Entwurf noch keine Emissionsgrenze oder –gebühr. Dennoch will die Europäische Kommission ab Anfang 2013 auf der Grundlage des Treibstoffverbrauchs Regeln zur Ermittlung, Meldung und Überprüfung von CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schifffahrt vorlegen. Dieser Entwurf wird ein Teil des Rechtssetzungsvorhabens der Kommission zur Regulierung der Emissionen der internationalen Schifffahrt in europäischen Gewässern sein. Da er noch nicht auf die Senkung von THGs abzielt, kritisieren NROs wie „Sea at Risk“ den Entwurf und rufen zu einer frühen Entscheidung über eine EU-weite Messung mit Hilfe von Marktinstrumenten auf. Für die Europäische Kommission stellt die Überprüfung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schifffahrt jedoch einen notwendigen Ausgangspunkt für die Errichtung eines marktgestützten Systems, z. B. eines Emissionshandelssystems oder eines Ausgleichsfonds, der mit einer Treibstoffgebühr finanziert wird, dar.<sup>7</sup>

(11) Zur Vorbereitung der rechtlichen Grundlagen für die mögliche Anwendung von nationalen Straßenbenutzungsgebühren für Autos: Im Weißbuch der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2011 bezeichnet die Kommission die Erhebung von Gebühren für die Straßenbenutzung als wichtiges Werkzeug, um „hochwertige Mobilitätsdienste bereitzustellen und dabei die Ressourcen effizienter zu nutzen“.<sup>8</sup> Dies schließt ebenfalls die vollständige und obligatorische Internalisierung von externen Kosten und Infrastrukturkosten für den Straßen- und Luftverkehr bis 2020 ein. Vor diesem Hintergrund stellt die Kommission die Notwendigkeit der Bereitstellung konsistenter Informationen und Anreize für die Mitgliedsstaaten fest, die beabsichtigen, diese Systeme zur Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren für Pkw einzuführen. Als erster Schritt werden in einer jüngeren Mitteilung der Europäischen Kommission die gesetzlichen Voraussetzungen für die Einführung von nationalen Vignettensystemen für leichte Privatfahrzeuge geklärt.<sup>9</sup>

(12) Literatur zu den „externen Effekten“ gibt es in Hülle und Fülle: Die wenigen von uns genannten Beispiele können nur als Beispiele dienen. Es sollte verdeutlicht werden, dass die Frage der Internalisierung externer Kosten in die Nutzerpreise ein Schlüsselement für alle Ansätze sein sollte, um die Europäische Union im Hinblick auf soziale, ökologische und wirtschaftliche Belange weniger „unnachhaltig“ zu machen. Unter wirtschaftlichem Gesichtspunkt ist dies nicht „ein Schlüsselement“; sondern es ist „das Schlüsselement“ für Effizienz und Fairness.

7. (ENDSeurope, 2012)

8. (Europäische Kommission, 2011, S. 6)

9. (Europäische Kommission, 2012)

# 3.

## METHODIK ZUR SCHÄTZUNG DER LÄRM-, LUFTVERSCHMUTZUNGS UND UNFALLKOSTEN

### 3.1. Einleitung

(1) In diesem Bericht soll ein Überblick über den Umfang der durch den Autoverkehr in der EU-27 verursachten externen Kosten gegeben werden. Zur Gewährleistung der Übereinstimmung wurden die meisten Daten aus der jüngsten Studie von CE Delft et al. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011) zugrundegelegt, die vom Internationalen Eisenbahnverband (UIC) in Auftrag gegeben wurde. Wo bestimmte Werte nicht zur Verfügung standen und berechnet werden mussten, haben wir uns ebenfalls auf die Annahmen und Ausgangszahlen aus dieser Studie gestützt.

(2) Der CE Delft-Bericht deckt alle Länder der Europäischen Union (EU-25 plus Norwegen und Schweiz) ab. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von Daten und der kleinen Anzahl von Fällen (z. B. Straßenunfälle) wurden die Kosten für Malta und Zypern jedoch nicht berechnet. Aus diesem Grund haben wir uns auf die Zahlen für die gesamten externen Kosten der verbleibenden EU-25 Länder gestützt, um die Werte für Malta und Zypern auf der Grundlage des Verhältnisses der zurückgelegten Personenkilometer (Pkm) zu schätzen. Dieses Verfahren erscheint angemessen, da die Erstellung einer konsistenten Eingabedatenbasis für diese Staaten sehr aufwändig ist, während der Einfluss auf die gesamten externen Kosten für Europa gering ist.

(3) Die in diesem Bericht angegebenen externen Kosten beziehen sich auf Autos im Straßenverkehr in den folgenden sechs Kategorien:

- Unfälle
- Luftverschmutzung
- Lärm
- Vor- und nachgelagerte Effekte (die alle Auswirkungen und Prozesse umfassen, bevor und nachdem die eigentliche Fahrt erfolgt ist)
- Kleinere sonstige Effekte (Flächennutzung, trennende Effekte usw.)
- Klimawandel (beschrieben in Kapitel 4)

(4) Diese Studie konzentriert sich auf die höheren Umweltkosten des Autoverkehrs (plus Unfallkosten, die nicht durch die Versicherung gedeckt sind). Dies bedeutet, dass weder Infrastrukturkosten (Kauf von Land, Bau, Instandhaltung, Rückbau, Verwaltung von Infrastrukturen) noch Staukosten berücksichtigt werden.<sup>10</sup> Kosten für Fläche, Natur und Landschaft (Wasser- und Bodenverschmutzung, Flächenentsiegelung, Teilung und Wiederherstellung von Lebensräumen, landschaftliche Schönheit, Biodiversität usw.) fallen unter „kleinere sonstige Kosten“.

5) In einigen Fällen fällt die Entscheidung über die Zuweisung der externen Kosten zu einem spezifischen Land schwer. Verkehrsaktivitäten finden nicht nur auf dem nationalen Territorium statt, wo das Auto angemeldet ist. Zudem wirken sich externe Effekte teilweise auf ausländische Staaten aus. Im Allgemeinen kann die Berechnung der externen Kosten nach zwei Hauptansätzen erfolgen:

*10. In anderen Studien werden manchmal Staukosten einbezogen, allerdings in einer getrennten Darstellung und ohne den sonstigen Kostenkategorien hinzugerechnet zu werden. Dies ist einer immer noch lebhaften wissenschaftlichen Diskussion hinsichtlich der Natur und adäquaten Quantifizierung von Staukosten zu verdanken. (Cerwenka & Meyer-Rühle, 2010), (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011, S. 54). Zusätzlich, und im Gegensatz zu allen anderen Kostenkategorien, wirkt sich die Verkehrsüberlastung nur auf Nutzer desselben überlasteten Verkehrsträgers aus. Ihre Internationalisierung ist daher mehr eine Frage des Erreichens von Effizienz innerhalb eines bestimmten Verkehrssektors und weniger des Erreichens von Effizienz in der Gesamtwirtschaft. Infrastrukturkosten sind ebenfalls ein starkes Argument in der Diskussion um die Ausweitung des Verursacherprinzips. Ihre Quantifizierung und die Möglichkeit, von den Nutzern Gebühren zu verlangen, könnte der vorzugweise einzuschlagende Weg sein, um die Bereitstellung und Instandhaltung adäquater Infrastrukturen zu sichern. Dessen ungeachtet sind Infrastrukturkosten im Allgemeinen nicht in den Berechnungen der externen Kosten enthalten, da sie nicht als ein unbeabsichtigtes und ungewolltes Nebenprodukt von Verkehrsaktivitäten auftreten. Sie sollten lieber als Dienstleistung für die Öffentlichkeit oder Zuschuss für den Verkehrsnutzer klassifiziert werden.*

- Das am Menschen orientierte „Inländerprinzip“ trägt allen externen Effekten des Verkehrs Rechnung, die durch die Menschen, die in einem spezifischen Land leben, verursacht werden, ohne den Ort, an dem diese Kosten erzeugt werden, zu berücksichtigen.
- Das am Gebiet orientierte „Territorialprinzip“ trägt allen externen Effekten des Verkehrs Rechnung, die innerhalb eines spezifischen Landes, erzeugt werden, ohne die Nationalität des Verursachers zu berücksichtigen. <sup>11</sup>».

Alle Kostenangaben in diesem Bericht beziehen sich in erster Linie auf das Inländerprinzip,<sup>12</sup> obwohl die Berechnungsmethode für einige Kostenkategorien keine akkurate Kostenzuordnung gemäß dieses Prinzips zulässt (z. B. Lärmkosten). Für die meisten Länder unterscheiden sich die nach dem Inländerprinzip berechneten aggregierten Kosten nicht signifikant von den nach dem Territorialprinzip berechneten Kosten; trotzdem müssen die Ergebnisse bei kleineren Transitländern mit Vorsicht interpretiert werden.

### 3.2. Im Bericht verwendete Datenquellen

(1) Wie vorstehend angegeben, stammen die meisten Daten aus der jüngsten Studie von CE Delft et al. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011), die vom Internationalen Eisenbahnverband (UIC) in Auftrag gegeben wurde. Wo bestimmte Werte nicht zur Verfügung standen und berechnet werden mussten, haben wir uns ebenfalls auf die Annahmen und Ausgangszahlen aus dieser Studie gestützt. Aufgrund der Abhängigkeit unserer Ergebnisse von der Studie von CE Delft et al., beschreiben wir in den Abschnitten 3.3 bis 3.6 das von CE Delft et al. angewandte Berechnungsverfahren. Anschließend wird in Abschnitt 3.7 unser Ansatz zur Schätzung der externen Kosten für die Nutzung von Autos auf der Grundlage der Ergebnisse der Studie von CE Delft et al. beschrieben.

(2) In der Studie von CE Delft et al. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011) stammen die Verkehrsnachfragedaten für Autos aus den nationalen Statistiken und der Datenbank von TREMOVE. Die Verkehrsleistung von Autos gemessen in Personenkilometern oder Passagierkilometern [Pkm] stammt von EUROSTAT und wird als Gesamtzahl pro Land angegeben. EUROSTAT stellte für 17 Länder zusätzliche Daten zur Anzahl der Fahrzeugkilometer innerhalb eines Landes [vkm] zur Verfügung. Für die restlichen Länder wurden Daten von TREMOVE benutzt, nachdem sie mit den EUROSTAT-Daten abgeglichen worden waren. TREMOVE ist ein Modell zur Strategiebewertung, das für die Untersuchung der Auswirkungen verschiedener verkehrs- und umweltpolitischer Strategien auf den europäischen Verkehrssektor ausgelegt ist. Mit diesem Modell werden „die Verkehrsnachfrage, die Verkehrsmittelwahl, die Erneuerung des Fahrzeugbestands die Emissionen von Luftschadstoffen und die Wohlfahrt untersucht.“ <sup>13</sup>

(3) TREMOVE stellt ebenfalls Emissionsfaktoren für Autos zur Verfügung. Die Datenbank wird als die „umfassendste aktuelle Datenbank zu Emissionsfaktoren für alle Länder“ <sup>14</sup> angesehen. CE Delft et al. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011) arbeitet mit nach Region (Großstadt, sonstige Stadt, keine Stadt) und Kraftstoffart (Benzin, Diesel) differenzierten Emissionsfaktoren. Damit wird der Heterogenität innerhalb der Europäischen Union Rechnung getragen. Auf dieser Grundlage werden die Gesamtemissionen von Treibhausgasen und Luftschadstoffen berechnet.

(4) Die von CE Delft et al. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011) benutzten Kostenfaktoren stammen zum größten Teil von Maibach (Maibach, et al., 2007). Mit Ausnahme der Kosten des Klimawandels spiegeln sich diese Kostenfaktoren auch in den in diesem Bericht angegebenen Zahlen wider. In den folgenden Abschnitten finden sich spezifische Informationen zu den Kostenfaktoren. Tabelle 1 gibt einen kurzen Überblick über den methodischen Ansatz von CE Delft et al.

11. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011, S. 23)

12. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011, S. 23)

13. (Transport & Mobility Leuven, 2007, S. 1)

14. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011, S. 22)

Tabelle 1: Überblick über den methodischen Ansatz von CE Delft et al. <sup>15</sup>

Kostenkategorie	Kostenelemente und Bewertungsansatz	Datenquellen + Eingabedaten
<b>Unfälle</b>	<p><i>Kostenelemente: Medizinische Kosten, Produktionsverluste, Verlust von Menschenleben.</i></p> <p><i>Bewertung: Zahlungsbereitschaft für den Value of statistical life (VSL) (Wert des statistischen Lebens)/Value of Life Years Lost (VLYL) (Wert der verlorenen Lebensjahre)</i></p> <p><i>Kostenzuweisung an verschiedene Fahrzeugkategorien im Straßenverkehr auf der Grundlage des Schadenspotenzial-Ansatzes</i></p> <p><i>Grad der Externalität von Unfallkosten: Risikowert für die einbezogenen Kostenelemente wird als 100% extern (keine der Kosten sind internalisiert) genommen.</i></p>	<p><i>Nationale Unfalldaten stehen in der IRTAD Datenbank, beim CARE-Projekt und bei EUROSTAT zur Verfügung (stark differenziert nach Transportträgern, Verkehrsnetzart und Fahrzeugkategorie).</i></p>
<b>Luftverschmutzung</b>	<p><i>Gesundheits-/medizinische Kosten (VLYL), Ernteverluste, Gebäudeschäden, Verlust von Biodiversität aufgrund von Luftverschmutzung.</i></p> <p><i>Bewertung: Wirkungspfadansatz Dosis-Wirkungs-Funktionen auf der Grundlage des EcoSense-Modells (ExternE, HEATCO). Werte für die Zahlungsbereitschaft aus NEEDS, HEATCO und CAFE CBA.</i></p>	<p><i>Emissionen von Luftschadstoffen auf der Grundlage der Emissionsfaktoren von TREMOVE und harmonisierte Verkehrsdaten (siehe Abschnitt 2.4). Kostenfaktoren für Schäden pro Tonne Luftschadstoff auf der Grundlage von NEEDS, HEATCO und UBA.</i></p>
<b>Klimawandel</b>	<p><i>Kostenelemente: Vermeidungskosten zur Senkung des Risikos von Klimawandel.</i></p> <p><i>Bewertung: Einheitskosten pro Tonne Treibhausgas (kurzfristig nach den Kyoto-Zielen, langfristig nach den IPCC-Zielen).</i></p>	<p><i>CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Verkehrsträger auf der Grundlage der TREMOVE-Emissionsfaktoren und harmonisierter Verkehrsdaten.</i></p> <p><i>Neue Forschungsergebnisse zu den Vermeidungskosten auf der Grundlage von neuerer Literatur. Zwei verschiedene Szenarien (niedriger und hoher Wert).</i></p>
<b>Lärm</b>	<p><i>Beeinträchtigungskosten, Gesundheitskosten.</i></p> <p><i>Bewertung: Kostenfaktoren für die Beeinträchtigung und Auswirkungen auf die Gesundheit pro Person und dBA.</i></p>	<p><i>Lärmexpositionsdaten: Lärmkarten auf der Grundlage der Richtlinie 2002/49/EG, Extrapolierung von Daten für fehlende Regionen oder Länder. Bewertung auf der Grundlage von HEATCO.</i></p>

### 3.3. Spezifische Methodik für Unfälle

(1) Straßenverkehrsunfälle verursachen soziale Kosten einschließlich Sachschäden, Verwaltungskosten, medizinischen Kosten, Produktionsverlusten und immateriellen Kosten (Verkürzung der Lebenszeit, Leiden, Schmerz, Trauer usw.). Für alle Sachkosten stehen Marktpreise zur Verfügung und Sachschäden sind häufig versichert. Für alle immateriellen Kosten und Proxy-Kostenfaktoren stehen keine Marktpreise zur Verfügung; diese Kosten werden nur unzureichend durch private Versicherungssysteme gedeckt. Deshalb sind andere Ansätze (z. B. Umfragen zur Zahlungsbereitschaft) für die Schätzung zu benutzen. „Die Summe der materiellen und immateriellen Kosten bildet die sozialen Gesamtkosten für Unfälle.“ <sup>16</sup>

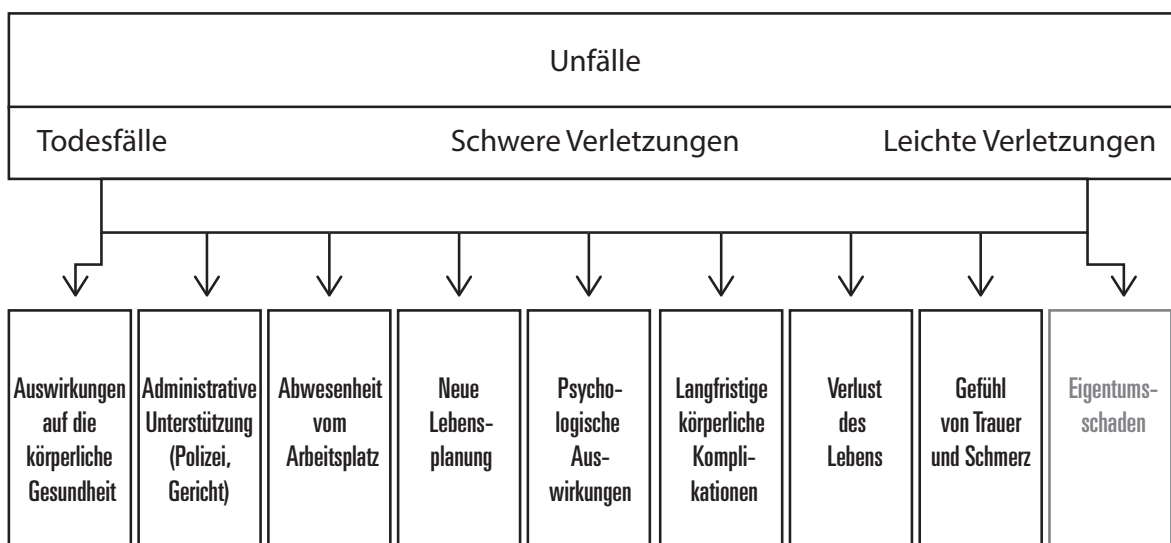


15. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011, S 20-21)

16. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011, S. 29)

(2) Nicht alle sozialen Unfallkosten sind externe Unfallkosten. Alle Kostenkomponenten, die durch Transfers vom Versicherungssystem gedeckt und durch den Autofahrer bezahlt werden, sind infolgedessen bereits internalisiert. Dies gilt nicht für Gesundheitskosten, die durch die öffentliche Krankenversicherung gedeckt sind, die von der gesamten Gesellschaft finanziert wird.

Abbildung 2: Auswirkungen von Autounfällen auf die Gesellschaft



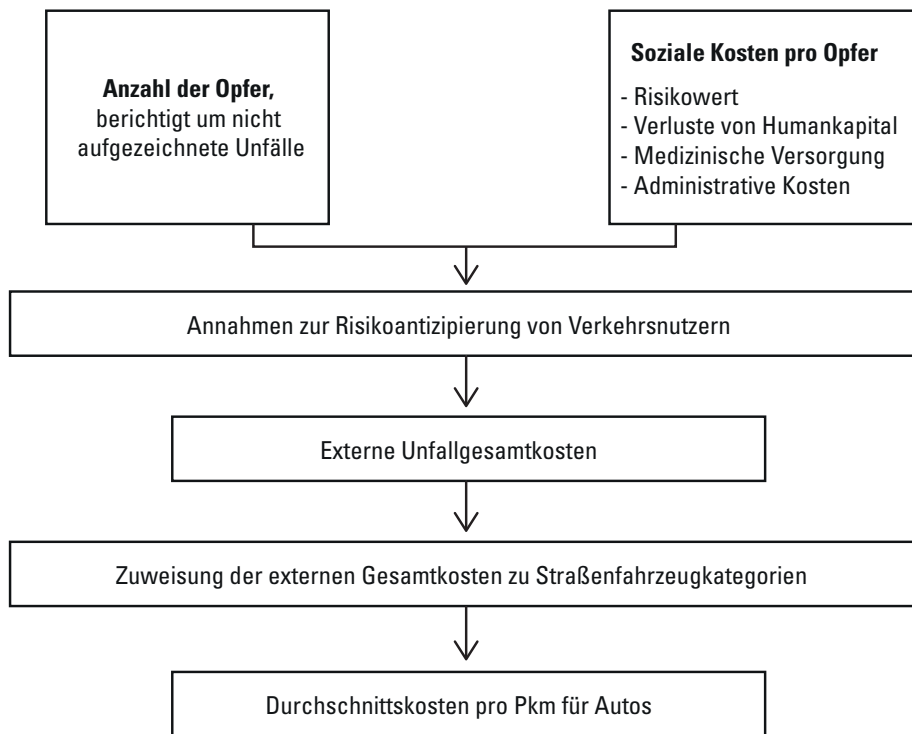
In Abbildung 2 werden die durch Unfälle verursachten Kostenkomponenten dargestellt und angegeben (schwarze/grau Schrift), welcher Teil in den Kostangaben in diesem Bericht berücksichtigt wird. Die Komponenten „Wert des Menschlebens“, „Produktionsverluste“ und die Teile der medizinischen/administrativen Kosten, die nicht durch Versicherungen gedeckt werden, sind in die Berechnungen der externen Kosten einzubeziehen.

(3) Alle Kostenberechnungen in CE Delft et al. (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011) basieren auf den Daten zu Straßenverkehrsunfällen aus der Datenbank für Straßenverkehrsunfälle CARE, die im Hinblick auf die Dunkelziffer bei Opfern berichtigt wurden. Die Datenbank umfasst Unfallopfer für alle EU-27-Länder aus dem Jahr 2008. In Abbildung 3 wird die Methodik dargestellt.

(4) Eine besondere Frage stellt sich für den Umgang mit Fällen, bei denen Autos in einen Unfall mit Zügen, Bussen, Lkw oder Straßenbahnen verwickelt sind. An dieser Stelle sind unterschiedliche Ansätze möglich. In der Studie von CE Delft (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011) wurden alle Kosten für Unfälle an Bahnübergängen in vollem Umfang den Autos zugewiesen. „Mehrparteien-Unfälle“ mit verschiedenen Fahrzeugtypen wurden mithilfe des Schadenspotenzial-Ansatzes bearbeitet, der auf der moralischen Annahme beruht, dass die Verantwortung für einen Unfall und dessen Folgen von allen Parteien geteilt wird, unabhängig davon, wer die Schuld trägt. An dieser Stelle wird von einem für alle Straßenverkehrsnutzer (Schadenspotenzial) innewohnenden Risiko ausgegangen, das beispielsweise von der Geschwindigkeit und Fahrzeuggröße und –masse abhängt. Als Resultat werden alle Opfer in einem bestimmten Fahrzeug, das in einen Mehrparteien-Unfall verwickelt ist, dem anderen beteiligten Fahrzeug zugewiesen und umgekehrt (Beispiel: ein tödlicher Unfall eines Fahrradfahrers bei einem Zusammenstoß von Fahrrad und Auto würde dem Auto zugewiesen).



Abbildung 3: Ansatz zur Berechnung der externen Unfallkosten



(5) Die Kostenangaben an dieser Stelle umfassen menschliche Verluste wie Leiden, Schmerz, Verlust von Lebensfreude (für sowohl Opfer als auch Familie/Freunde), Produktionsverluste und nicht gedeckte medizinische und administrative Kosten. Die für diese Komponenten angewandten Grenzen und Werte können wie folgt definiert werden:

- Die Bewertung von menschlichen Verlusten wird unter ethischem Gesichtspunkt kontrovers diskutiert. Kritiker argumentieren, dass der Wert des Lebens nicht bestimmt werden kann und von einem „unbegrenzten Wert“ auszugehen sei. Vom Gesichtspunkt des Individuums kann dies stimmen, aber da wir vom Gesichtspunkt der Gesellschaft ausgehen und da wir nur mit statistischen Risiken umgehen, richten wir uns nach dem pragmatischen Ansatz und setzen einen Wert für diese statistischen Ereignisse fest. Diese Vorgehensweise steht im Einklang mit allen groß angelegten statistischen Analysen in modernen Gesellschaften. <sup>17</sup>
- Der Value of a Statistical Life (VSL) wird im Allgemeinen in der Wirtschaft zur Bewertung von Todesfallrisiken herangezogen. Die Werte werden aus Stated-Preference-Umfragen abgeleitet, bei denen die Befragten zu ihrer Zahlungsbereitschaft für eine Senkung des Unfallrisikos befragt werden. Die Ergebnisse liefern standardisierte Werte für das statistische Leben (VSL). <sup>18</sup>
- In der internationalen Literatur bestehen große Unterschiede bei dem VSL. Die CE Delft-Studie (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011) arbeitet mit einem VSL von 1,5 Millionen €1998 für die EU-15), der von dem Projekt UNITE empfohlen wurde. Der Wert ist an die Preise für das Jahr 2008 angeglichen worden. Um die Unterschiede in den EU-Mitgliedstaaten wiederzugeben, werden die Werte mithilfe von BIP-pro-Kopf-Zahlen aller Länder standardisiert, um die unterschiedliche Kaufkraft zu berücksichtigen. Der europäische VSL-Durchschnittswert für 2008 ist 1,67 Millionen € länderspezifische Werte fallen leicht unterschiedlich aus und die Berechnung ist für jedes Land getrennt erfolgt. <sup>19</sup>

17. (Umweltbundesamt, 2008, S. 72)

18. (Umweltbundesamt, 2008, S. 72)

19. (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011, S. 23)



### 3.4. Spezifische Methodik für Luftverschmutzung

(1) Die Schätzung der externen Kosten der Luftverschmutzung im Autoverkehr beruht im Allgemeinen auf drei Datenquellen: die Autoverkehrsnachfrage gemessen in Fahrzeugkilometern (vkm pro Jahr) wird mit spezifischen Emissionsfaktoren (g/vkm) multipliziert. Die Ergebnisse sind die Gesamtemissionen für einen spezifischen Luftschadstoff oder eine Kostenkategorie [Tonnen pro Jahr]. Anschließend wird das Produkt der ersten beiden Eingaben mit dem Kostenfaktor oder Schadensfaktor pro Luftschadstoff multipliziert [€/Tonne].

(2) Verkehr und insbesondere Straßenverkehr trägt zur gesamten Luftverschmutzung bei. Die Schadstoffe führen zu verschiedenen Arten von externen Kosten. Die größte Rolle dabei spielen die Gesundheitskosten, die von der Gesellschaft als Ganzes zu tragen sind. Diese Kosten werden hauptsächlich durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Erkrankungen der Atemwege verursacht. Weitere Auswirkungen, die in der Regel in Schätzungen der externen Kosten berücksichtigt werden, sind Schäden an Gebäuden und Materialien, Ernteverluste und Auswirkungen auf die Biodiversität infolge von Versauerung.

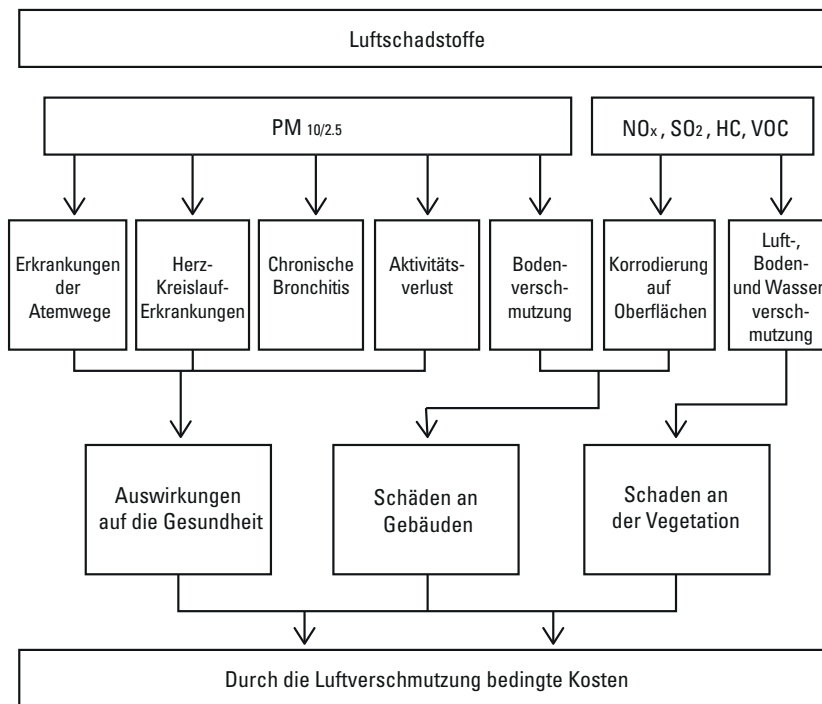
(3) Bei den Kostenangaben im Bericht werden die relevantesten verkehrsgebundenen Luftschadstoffe berücksichtigt wie Feinstaubpartikel ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ), Stickoxid ( $NO_x$ ), Schwefeldioxid ( $SO_2$ ), flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Ozon ( $O_3$ ) als Luftschadstoff bedingt durch eine chemische Reaktion.<sup>20</sup>

(4) Zur Methodik für die Bestimmung der Luftverschmutzungskosten stehen zahlreiche Studien zur Verfügung, deren Anwendung ebenso vielfältig ist. Die theoretische und praktische Grundlage ist gut etabliert und die zur Verfügung stehenden Tools sind fortschrittlich. Bei den meisten Berechnungen der externen Kosten wird mit einem Bottom-up-Ansatz auf der Grundlage des integrierten Ansatzes, der im EU-Projekt ExternE project (ExternE) entwickelt wurde, gearbeitet, siehe Abb. 3. Der Ausgangspunkt ist die Summe aller Verkehrsaktivitäten mit Schadstoffemissionen. Die Emissionen werden durch die Luft vom Emissions- zum Immissionsort transportiert, in letzter Instanz abgelagert und verursachen danach körperliche Auswirkungen. Die Beziehung zwischen Immission und Auswirkung wird mithilfe von Dosis-Wirkungs-Beziehungen ausgedrückt. In einem letzten Schritt werden die Wohlfahrtsverluste für die Gesellschaft aufgrund von körperlichen Auswirkungen monetarisiert.<sup>21</sup>

20. (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011, p. 23)

21. (Maibach, et al., 2007, pp. 47-49)

Abbildung 4: Wirkungspfadansatz für die Auswirkungen der Luftverschmutzung



(5) In der CE Delft-Studie (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011) werden die folgenden Kostenelemente berücksichtigt (siehe auch Abbildung 4):

- Auswirkungen auf die Gesundheit: Das Einatmen von Luftschadstoffemissionen erhöht das Risiko von Erkrankungen der Atemwege und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Die wichtigste Quelle für Erkrankungen sind Partikel (hauptsächlich  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ).<sup>22</sup>
- Schäden an Gebäuden und Sachschäden: Luftschadstoffe können auf zwei Arten Schäden an Gebäuden und Materialien verursachen: a) Verschmutzung von Gebäudeoberflächen durch Partikel und Staub; b) Stoffabtrag von Fassaden und Materialien durch die korrodierende Wirkung von säurehaltigen Stoffen (hauptsächlich  $NO_x$ ,  $SO_2$ ).
- Ernteverluste: Ozon als sekundärer Luftschadstoff (der durch die Emissionen von VOC und  $NO_x$  gebildet wird) und säurehaltige Substanzen ( $NO_x$ ,  $SO_2$ ) verursachen Ernteschäden. Dies bedeutet, dass eine erhöhte Konzentration dieser Substanzen zu einer Abnahme des Erntevolumens führt.
- Auswirkungen auf Ökosysteme und die Biodiversität: Schäden an Ökosystemen werden durch Luftschadstoffe verursacht, die zu einer Versauerung ( $NO_x$ ,  $SO_2$ ) und Eutrophierung ( $NO_x$ ,  $NH_3$ ) des Bodens führen. Versauerung und Eutrophierung wirken sich in den meisten Fällen negativ auf die Biodiversität aus.<sup>23</sup>

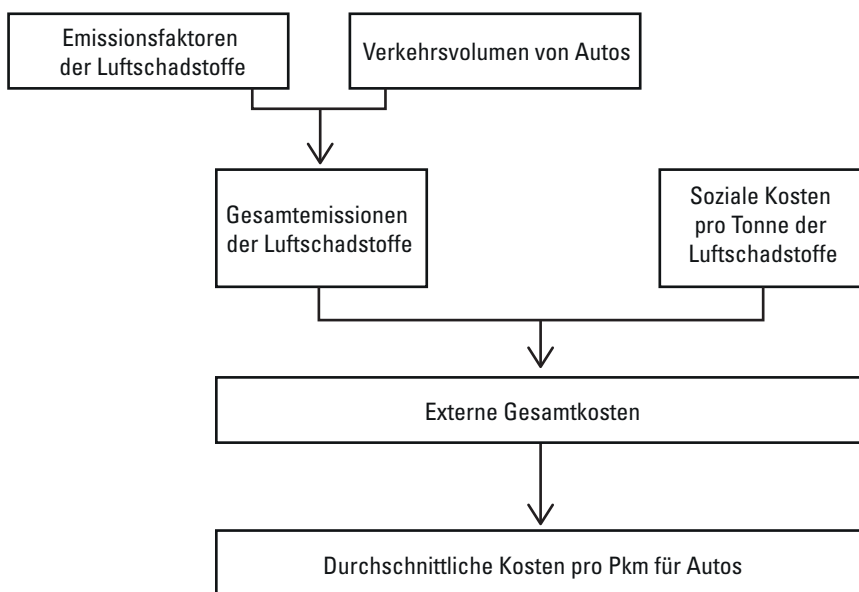
(6) Die externen Kosten wurden von CE Delft et al. (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011) mithilfe von Kostenfaktor berechnet; alle Berechnungen beruhen auf Emissionsfaktoren (TREMOVE-Datenbank) und Daten zum Verkehrsvolumen (EUROSTAT). Bei den Kostenfaktoren pro Schadstofftonne werden die erhöhte Mortalität und Morbidität, Schäden und Verluste (siehe auch Abbildung 5) berücksichtigt.<sup>24</sup> Die Monetisierung der Auswirkungen auf die Gesundheit werden mithilfe von Zahlungsbereitschaftsdaten wie in Abschnitt 3.2 beschrieben. Eine detaillierte Darstellung der verwendeten Kostenfaktoren findet sich in CE Delft et al. (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011, S. 38).



22. (World Health Organization, 2005, pp. 128-149)  
23. (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011, p. 35)

24. (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011, pp. 36-37)

Abbildung 5: Methodik zur Berechnung der Luftverschmutzungskosten



7) Durch die Luftverschmutzung bedingte Biodiversitätsverluste resultieren indirekt aus Stickoxiden (NOX) und Schwefeloxid (SO<sub>2</sub>). Stickoxid führt zu einer Erhöhung der im Boden vorhandenen Nitrate (Eutrophierung), die wiederum eine Gefahr für in der Artenvielfalt darstellt. Stickstoff und Schwefeloxide werden in Salpeter-/Schwefelsäure umgewandelt, die zur Versauerung des Bodens führt.<sup>25</sup> Die NEEDS-Studie arbeitet mit einem Ansatz auf der Grundlage der Rückversetzung von saurem oder eutrophierten Flächen in den Ausgangszustand. Die Kostenfaktoren der Biodiversitätsverluste werden pro Luftschadstofftonne geschätzt (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011).

### 3.5. Spezifische Methodik für Lärm

(1) Lärm kann definiert werden als jedes „unerwünschte oder gesundheitsschädliche Geräusch im Freien“<sup>26</sup>, das sich aufgrund seiner Eigenschaften und Merkmale auch gesundheitsschädlich für den Menschen auswirkt. In der Literatur werden zwei Arten von negative Auswirkungen beschrieben (siehe auch Abbildung 6):

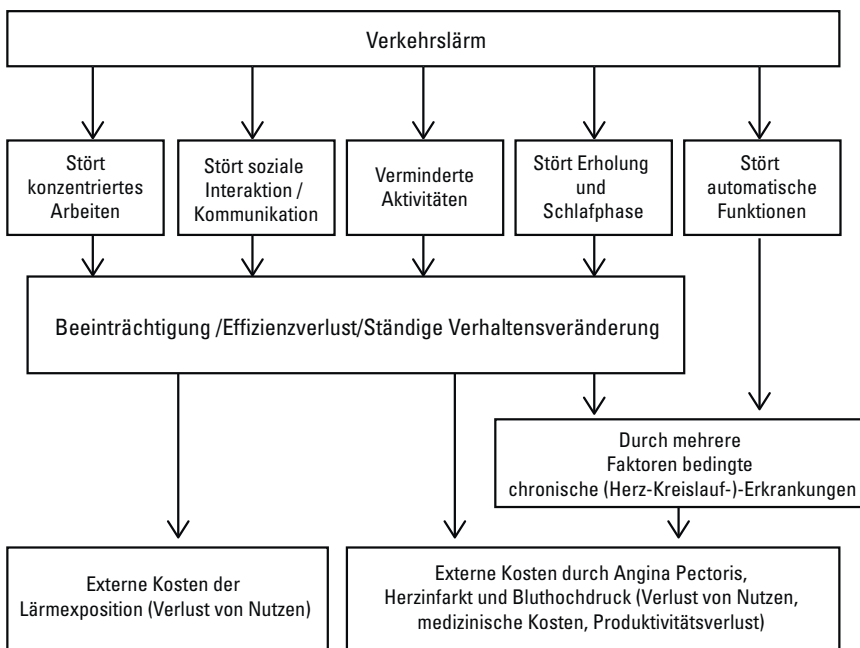
- Belästigungskosten: Verkehrslärm führt zu unerwünschten sozialen Störungen, der Einschränkung von erwünschten Freizeitaktivitäten oder Unwohlsein.

25. (Becker, et al., 2009, pp. 95-99)

26. (Europäische Kommission, 2002, S. 2)

- Gesundheitskosten: Verkehrslärm führt zu körperlichen Gesundheitsschäden. Lärmpegel zwischen 55 und 65 dBA (in Abhängigkeit von Tag/Nacht und Ländereigenschaften) können zu nervösen Stressreaktionen wie Herzrhythmusstörungen, erhöhtem Blutdruck und zu hormonellen Veränderungen führen.<sup>27</sup> Lärmexposition erhöht zudem das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Herz und Blutkreislauf) und verschlechtert die Schlafqualität. "[...] Die negative Auswirkungen von Lärm auf die Gesundheit des Menschen resultieren in verschiedenen Kostenarten wie medizinischen Kosten, Kosten für Produktivitätsverlust und den Kosten für eine erhöhte Mortalität."<sup>28</sup>

Abbildung 6: Lärmauswirkungen und damit verbundene Kosten



(2) In der CE Delft-Studie werden die Lärmkosten mithilfe eines Bottom-up-Ansatzes in den folgenden Schritten geschätzt (siehe auch Abbildung 7):

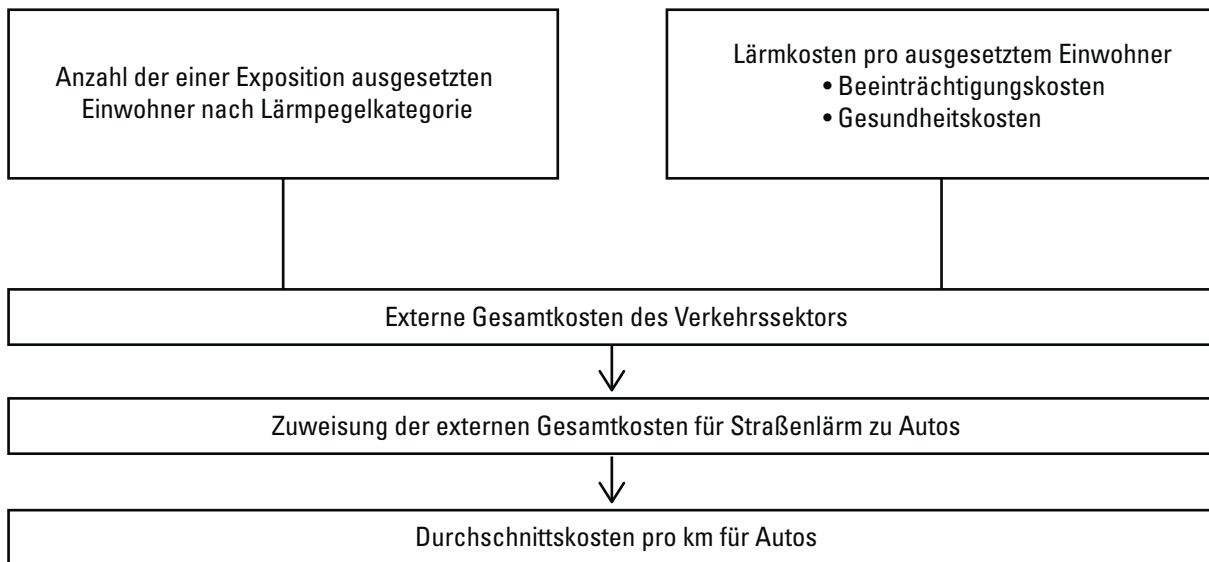
- Die Anzahl der an ihrem Wohnort betroffenen Individuen wird auf der Grundlage von strategischen Lärmkarten berechnet. Alle Mitgliedsstaaten werden (durch die Richtlinie 2002/49/EG) zur Veröffentlichung von standardisierten Lärmkarten für große Stadtgebiete und Gebiete, die entlang der wichtigsten Verkehrskorridore verlaufen, aufgefordert. Die Anzahl der von Straßenlärm betroffenen Individuen wird der Europäischen Kommission in spezifizierten Lärmklassen, die über dem Grenzwertpegel von 55 dBA liegen, mitgeteilt. Zur Berücksichtigung von Gebieten außerhalb von Ballungsräumen wurde das Expositionsniveau extrapoliert auf andere Gebiete und dabei von der Hälfte der Verkehrsdichte ausgegangen.
- Die Lärmkosten werden berechnet, indem die Anzahl der betroffenen Individuen mit den für jeden Lärmexpositionspegel spezifizierten Kostenfaktoren multipliziert werden.



27. (Weltgesundheitsorganisation, 2011, S. 16)

28. (Maibach, et al., 2007, p. 61)

Abbildung 7: Methodik zur Berechnung der Lärmkosten



(1) Die Kostenfaktoren für Lärm beruhen auf Werten aus der Literatur, die im IMPACT-Handbuch (Maibach, et al., 2007) empfohlen werden und die an das pro-Kopf-BIP für alle Länder angeglichen wurden. Sie bestehen aus den beiden Komponenten „Belästigung“ und „Gesundheitskosten“. Belästigungskosten berücksichtigen die Zahlungsbereitschaft für eine ruhigere Umgebung. Die Kostenfaktoren können entweder durch die Analyse der Unterschiede innerhalb des Immobilienmarktes (hedonischer Preisansatz) oder durch Präferenzen, die bei Stated-Preference-Umfragen festgestellt werden, erfasst werden. Beide Ansätze kommen zu recht ähnlichen Ergebnissen, aber an dieser Stelle werden die Ergebnisse für Stated Preference verwendet. Bei den Gesundheitskosten werden die Kosten für medizinische Behandlung, die Kosten für die Abwesenheit vom Arbeitsplatz und die ökonomischen Auswirkungen der Mortalität berücksichtigt. Herzinfarkte, Herzkrankheiten und Bluthochdruck werden gewöhnlich aufgrund ihrer robusten Dosis-Wirkung-Funktionen in Betracht gezogen.

### 3.6. Spezifische Methodik für Up- und Downstream-Effekt und für „sonstige Effekte“

(1) Verkehrsaktivitäten führen zu indirekten Auswirkungen, die nicht vom Ort der Fahrzeugnutzung oder der entsprechenden Zeit abhängig sind. Im Verlauf des Lebenszyklus eines Fahrzeugs werden durch die Fahrzeugherstellung und die Entsorgung, die Bereitstellung von Infrastrukturen und die Versorgung mit Energie beträchtliche Auswirkungen erzeugt. CE Delft et al. (CE Delft; Infrast; Fraunhofer ISI, 2011) nimmt eine Betrachtung der durch die Energieproduktion verursachten Klimaauswirkungen und Luftverschmutzung vor.

(2) Unter die Kategorie „sonstige Kosten“ fallen der Verlust natürlicher Lebensräume, Zeitverluste für Fußgänger aufgrund von Trennungseffekten und die Verschmutzung von Boden und Wasser. Ihre kombinierten Auswirkungen sind mit einem Anteil von rund 3,4% an den Gesamtkosten relativ niedrig.

## 3.7. Unser Ansatz zur Schätzung der externen Kosten der Nutzung von Autos in der EU-27

(1) In der Studie von CE Delft et al. werden die gesamten und durchschnittlichen externen Kosten pro Pkm auf EU-Ebene dargestellt und nach Kostenkategorie und Verkehrsmittel aufgeschlüsselt.<sup>29</sup> Außerdem werden die durchschnittlichen externen Autokosten pro Pkm Autofahrt auf Länderebene dargestellt.<sup>30</sup> Es werden keine nach Kostenkategorien, Transportträgern und Ländern aufgeschlüsselten Kostenangaben, zur Verfügung gestellt. In diesem Bericht findet die Desaggregation der Kosten für Autofahrten nach Kostenkategorien und Ländern statt. Aufgrund der unterschiedlichen Verfügbarkeit der Daten musste für jede Kostenkategorie eine spezifische Methodik angewandt werden.

(2) Für Lärm wurden die externen, durch den Straßenverkehr verursachten Kosten pro Land als Ganzes berechnet auf der Grundlage der einer Lärmimmission ausgesetzten Personen und Kostenfaktoren, die in CE Delft et al. angegeben werden.<sup>31</sup> Ein Anteil der Kosten für Straßenlärm wurde unter Berücksichtigung der gesamten Fahrzeugkilometer pro Verkehrsmittel und eines spezifischen Gewichtungsfaktors dem Autoverkehr zugewiesen.<sup>32</sup> Die Gewichtungsfaktoren für Autos liegen viel niedriger als die Gewichtungsfaktoren für andere Fahrzeugtypen (z. B. Motorräder, Schwerlastfahrzeuge), da - in einer vergleichbaren Verkehrssituation - Autos weniger Lärm emittieren als andere Fahrzeugtypen. Bei unserem Ansatz werden im Durchschnitt für alle Länder 32% der externen Lärmkosten vom Straßenverkehr Autos zugewiesen. Es ist zu berücksichtigen, dass dieser Ansatz einige Unsicherheiten enthält, da wir mit Verkehrsdaten (vkm) gearbeitet haben, die auf Länderebene aggregiert sind. Eine präzisere Schätzung hätte erfordert, dass wir nach Infrastrukturtyp (innerorts, außerorts und Autobahnverkehr) aufgeschlüsselte Daten zugrunde hätten legen müssen. Diese Daten standen jedoch nicht zur Verfügung.

(3) Für die Luftverschmutzung wurden freundlicherweise detaillierte Zahlen für alle Länder von CE Delft zur Verfügung gestellt.

(4) Die Kosten für den Klimawandel wurden auf der Grundlage von CO<sub>2</sub>-Emissionen von Autos berechnet, die aus der Studie von CE Delft et al. stammen.<sup>33</sup> Wie in Abschnitt 4.4 erläutert, unterscheiden sich die in der vorliegenden Studie verwendeten Kostenfaktoren von den Kostenfaktoren, die von CE Delft et al. verwendet werden.

(5) Vor- und nachgelagerte Kosten werden in direkten Zusammenhang mit den CO<sub>2</sub>-Abgasemissionen gebracht. Sie sind als fester Prozentwert der Abgasemissionen behandelt worden und es wurde dieselbe Methodik wie für Emissionsdaten und Kostenfaktoren benutzt. Es ist anzumerken, dass wir für die Auswirkungen des Klimawandels (siehe Abschnitt 4.4) sowie für Up- und Downstream-Effekte aus Gründen der Konsistenz etwas höhere Schätzungen für die CO<sub>2</sub>-Kosten zugrundegelegt haben.

(6) Die kombinierte Auswirkung „sonstiger externer Kosten“ ist relativ gering mit einem Anteil von rund 3,4% an den Gesamtkosten. Um weniger wichtige Abschnitte nicht unnötig zu verkomplizieren, wurde deshalb eine vereinfachte Methode benutzt, bei der durchschnittliche EU-Zahlen für alle Länder verwendet wurden.

(7) Unfallkosten wurden als Differenz zwischen den externen Gesamtkosten und den Kosten innerhalb anderer Kostenkategorien berechnet. Die Werte wurden überprüft, indem zusätzlich die Unfallkosten für die Nutzung von Autos auf Länderebene berechnet und dabei nur die immateriellen Kosten von tödlichen Unfällen und schweren Verletzungen berücksichtigt wurden. Die von CE Delft et al. für Irland angegebenen Unfallzahlen sind unplausibel niedrig gewesen und wurden durch höhere Zahlen für Autounfälle berichtigt. So haben wir beispielsweise auf der Grundlage der Unterlagen der

29. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011, p. 74)

30. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011, p. 83)

31. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011, pp. 149-151)

32. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011, S. 51)  
für spezifische Gewichtungsfaktoren

33. (CE Delft; Infras; Fraunhofer ISI, 2011, p. 142)



Straßenverkehrsbehörde (Road Safety Authority, 2008) die Anzahl der tödlichen Unfälle gemäß dem Schadenspotenzial-Ansatz auf rund 200 geschätzt anstelle von 17, die in CE Delft et al.<sup>34</sup> angegeben sind.

(8) Die Angabe von Zahlen in der CE Delft et al.-Studie erfolgt für die EU-25 ohne Malta und Zypern, aber unter Berücksichtigung von Norwegen und der Schweiz. In diesem Bericht werden Zahlen für die EU-27 dargestellt. Wir haben die Zahlen für die gesamten externen Kosten der verbleibenden EU-25 Länder zur Schätzung der Werte für Malta und Zypern herangezogen und uns dabei auf ein Verhältnis von zurückgelegten Personenkilometern (Pkm) gestützt. Dieses Verfahren erscheint angemessen, da die Erstellung einer konsistenten Datenbank für Eingabewerte für diese Staaten einen hohen Einsatz erfordern würde, während ihr Einfluss auf die gesamten externen Kosten in Europa gering ist.

### 3.8. Schätzgenauigkeit

(1) Schätzungen der externen Kosten können nicht als exakte Berechnungen angesehen werden, wie wir sie in unserem täglichen Leben gewöhnt sind. Sie sind und bleiben Schätzungen. Bei der Berechnung der externen Kosten geht es darum, eine Möglichkeit zu haben, die Größenordnung von Kosten angeben zu können für Wirtschaftsbereiche, wo bisher kein Markt existiert. Jedes Ergebnis solcher Schätzungen hängt von der Wahl der Methodik und der Datengrundlage ab, sodass sie in Wirklichkeit niedriger oder – wahrscheinlicher – höher als angegeben sind. Der Zweck der Studien liegt nicht darin, exakte Bilanzen zur Verfügung zu stellen, sondern einen Eindruck vom Umfang und den relativen Kostenanteilen zu vermitteln, um für politische Entscheidungen Prioritäten zu setzen.

(2) Die verschiedenen Forschungsprojekte aus dem letzten Jahrzehnt gewährleisten eine Methodik, die in der wissenschaftlichen Gemeinschaft diskutiert wurde; die allgemeinen Ansätze sind weitgehend akzeptiert. Die Darstellung dieser Methodik und der Grenzen ist ein wesentlicher Schritt zur Bewertung der Ergebnisse. Bei typischen Unterschieden in der Methodik kann es sich handeln um:

- Auswirkungen im Zusammenhang mit hohen Unsicherheiten oder ohne eine bewiesene Dosis-Wirkung-Funktion werden von verschiedenen Studien unterschiedlich behandelt.
- Es werden unterschiedliche regionale Grenzen verwendet, z. B. der Ausschluss des internationalen Luftverkehrs von/von Ländern außerhalb der EU-27.
- Die Eingabedaten können in Abhängigkeit von der verwendeten Quelle unterschiedlich sein. Nicht alle Statistiken sind so gut standardisiert wie die hier benutzten EU-Statistiken.
- Bewertungsansätze (siehe Kapitel 3) und Methoden für Kostenfaktoren hängen vom Zweck der Studie und den Absichten der Autoren ab.
- In einigen Studien wird die Empfehlung ausgesprochen „bei den Berechnungen auf der sicheren Seite zu bleiben“, indem Ansätze benutzt werden, bei denen Zahlen und Kostenschätzungen so niedrig wie möglich gehalten werden, „um Übertreibungen zu vermeiden“. Dies ist aus Gründen der öffentlichen Akzeptanz („ansonsten glaubt uns keiner“) verständlich; die Autoren der vorliegenden Studie sind aber der Ansicht, dass dieses Herunterspielen des Problems unangebracht ist. In der Privatwirtschaft und im Geschäftsleben wird beim Vorliegen nicht exakt messbarer Risiken eine Rückstellung vorgesehen, sodass das Risiko immer geringer als die Rückstellung ist. Mithilfe dieses Prinzips sollte unsere Gesellschaft „auf der sicheren Seite bleiben“, d.h. es sollten Schätzungen und Kostenfaktoren zugrundegelegt werden, die immer vom schlimmsten Fall ausgehen. In dieser Studie haben wir versucht, einen Ansatz zu entwickeln, bei dem ein Mittelweg eingeschlagen wird.
- Die Evaluierung von Annahmen wie der Diskontierung künftiger Schäden oder Risiken wird in verschiedenen Studien sehr unterschiedlich gehandhabt (siehe Abschnitt 4.6). Eine Diskontierung findet in fast allen Fällen statt, aber in einigen Studien wird empfohlen, überhaupt keine Diskontierung vorzunehmen.<sup>35</sup>

34. (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011, p. 146)

35. (Friedemann, et al., 2010, pp. 9-10)



## 4.

## METHODIK ZUR SCHÄTZUNG DER KOSTEN FÜR DEN KLIMAWANDEL

(1) Der Verkehr ist verantwortlich für rund ein Viertel der gesamten europäischen Treibhausgasemissionen (THG) (2009). Der Hauptanteil dieser Emissionen stammt klar vom Straßenverkehrssektor, der zu rund 70% zu den Gesamtemissionen beiträgt. Die Verkehrsemissionen haben in den jüngsten Jahrzehnten zugenommen und im Vergleich zu 1990 zu um fast 30% höheren Treibhausgasemissionen im Jahr 2009 geführt.<sup>36</sup> Deshalb unternimmt die Europäische Union heute verstärkte Anstrengungen, um die durch den Verkehr verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen substantziell zu senken.

(2) Es ist schwierig, wenn nicht sogar unmöglich, mit *einer* Kostenangabe für Treibhausgase oder mit einer Kostenangabe für CO<sub>2</sub> pro Tonne Emissionen aufzuwarten. Kostenangaben für den Klimawandel unterscheiden sich wesentlich in Abhängigkeit von ihrer Abgrenzung und dem methodischen Ansatz der Studie. Deshalb soll in diesem Kapitel eine Preisschätzung für CO<sub>2</sub> diskutiert werden, in der sich die notwendige Anstrengung ausdrückt, die zur Erreichung der EU-Emissionsreduktionsziele bis 2050 erforderlich ist. Weiterhin werden einige Vermeidungsmaßnahmen im Autoverkehr zusammengefasst und diskutiert, die uns ermöglichen, die Machbarkeit der vorgeschlagenen Reduktionsziele zu kommentieren.

### 4.1. Methodischer Ansatz: Schadenskosten im Vergleich zu Vermeidungskosten

(1) Die globale Erderwärmung hat sowohl unter mittel- als auch unter langfristigem Gesichtspunkt eine Reihe von Auswirkungen. Zu den wichtigsten in der Literatur genannten Auswirkungen zählen beispielsweise höhere Durchschnittstemperaturen, ausgedehnte Trockenzeiten in einigen Regionen, ein Anstieg der Meeresspiegel und eine weitere Versauerung der Ozeane sowie ein Anstieg des Auftretens extremer Wetterereignisse und ein höheres Risiko für so genannte „major events“ wie zum Beispiel das Abschmelzen von Gletchern, Methanausbrüche, die Instabilität oder der Zusammenbruch von Ökosystemen und eine Transformation des indischen Monsuns oder des Golfstroms. Diese Effekte werden schwere Auswirkungen auf die Energienutzung, die Landwirtschaft, die Wasserversorgung und die öffentliche Gesundheit sowie auf die Ökosysteme und die Biodiversität haben.<sup>37</sup>

(2) Natürlich wäre die Bestimmung von Zahlen zu den Schadenskosten bei den Schätzungen der Kosten für den Klimawandel sehr hilfreich. Die Kostenschätzung in Bezug auf diese Auswirkungen ist jedoch recht schwierig aufgrund der komplexen globalen Wirkungspfade, hohen Unsicherheiten bei der Quantifizierung der Effekte und langen Zeiträumen. Daher beruhen Berechnungen der externen Kosten häufig eher auf geschätzten *Vermeidungskosten* als auf Schadenskosten.

(3) Für Vermeidungskosten gilt ein sehr unterschiedlicher methodischer Ansatz. Diese beschreiben Kosten, die im Zusammenhang mit einer Reduktion einer spezifischen CO<sub>2</sub>-Menge im Vergleich zu einer Referenztechnologie oder einem Referenzpunkt zu einem bestimmten Zeitpunkt stehen. Dies schließt sowohl die Verbrauchs- als auch die Investitionskosten und die Betriebskosten ein.<sup>38</sup>

(4) Unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten wäre die Berechnung der Schadenskosten der theoretisch bevorzugte Weg, weil dann die externen Auswirkungen und die verwandten Kosten direkt quantifiziert würden. Wie vorstehend erwähnt, halten uns die komplexen Wirkungspfade und hohe Unsicherheiten in Bezug auf die physikalischen Auswirkungen sowie einige spezifisch methodische Fragen (z. B. die Berücksichtigung der globalen Gerechtigkeit) vom Rückgriff auf diesen Ansatz ab.

36. Es ist wichtig anzumerken, dass in allen in diesem Abschnitt angegebenen Zahlen der internationale Luftverkehr und die internationale Seeschifffahrt einbezogen sind (EEA, 2011, S. 23). Werden internationale Bunkerbestände ausgeschlossen, ändern sich die absoluten Zahlen geringfügig, der Trend bleibt jedoch gleich.

37. (Maibach, et al., 2007, p. 72 f.)

38. (Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2009)



Andererseits steht die Berechnung der externen Kosten auf der Grundlage des Vermeidungskostenansatzes nicht notwendigerweise im Konflikt mit der Wirtschaftstheorie. Wenn Kostenfaktoren auf offiziell bindenden politischen Zielen beruhen, kann davon ausgegangen werden, dass die Ziele die Präferenzen der Menschen korrekt wiedergeben auf dem Weg zu **sozial** optimalen THG-Emissionen. Vermeidungskosten können als die Zahlungsbereitschaft (Willingness to pay – WTP) einer Gesellschaft für eine bestimmte Emissionsreduktion angesehen werden. WTP-Analysen sind ein etablierter methodischer Ansatz zur Feststellung des Geldwerts von Sachleistungen auf dem Gebiet der Berechnung der externen Kosten.

(5) Unter politischen Gesichtspunkten kann die Berechnung der Vermeidungskosten aus weiteren Gründen interessant sein.

- Vermeidungskosten ermöglichen den Vergleich verschiedener Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen. Auf diese Weise können die kosteneffizientesten Maßnahmen herausgefunden werden, um ein politisches Emissionsziel zu erreichen.
- Innerhalb der Europäischen Union sind bereits politische Emissionsziele festgelegt worden. Kostenschätzungen für diese Ziele (und verschiedene Wege zu diesen Zielen) könnten die Bedeutung einer stringenter Klimapolitik untermauern.

(6) Aus diesen Gründen beruhen in diesem Bericht verwendete Kostenfaktoren auf dem Vermeidungskostenansatz. In der Literatur liegt eine große Vielfalt von Schätzungen der Vermeidungskosten vor. Die veröffentlichten Schätzungen basieren jedoch auf unterschiedlichen Annahmen und Modelleingaben. Die im Folgenden aufgeführten Aspekte sind die wichtigsten Aspekte, die zu verschiedenen endgültigen Kostenfaktoren führen:

- Strengere Emissionsziele können schwerer als lockerere Emissionsziele zu erreichen sein. Wenn zum Erreichen höherer Reduktionsziele kostspieligere Maßnahmen erforderlich sind, führt dies zu höheren Vermeidungskosten.
- Der Zeitrahmen, der zum Erreichen von Zielen zur Verfügung steht, spielt eine wichtige Rolle. Wenn ein Investitionszyklus verkürzt werden muss, um ein bestimmtes Reduktionsziel zu erreichen, führt dies zu einem Kostenanstieg.
- Vermeidungskosten können auch innerhalb von verschiedenen Wirtschaftszweigen unterschiedlich sein. Für einige Sektoren kann es einfacher sein, kohlenstoffintensive Energieträger zu ersetzen als für andere. Außerdem sind weitere Verbesserungen in einem sehr effizienten Sektor aufgrund der steigenden Grenzvermeidungskosten schwieriger zu erreichen als Verbesserungen in weniger effizienten Sektoren. Die Berechnung der Kosten für die Gesamtwirtschaft fällt daher anders als die für den Verkehrssektor allein aus.
- Innerhalb von Branchen variieren die Vermeidungskosten ebenfalls in Abhängigkeit von den bei der Modellierung ergriffenen Maßnahmen. Einige Kostenschätzungen beruhen nur auf technischen Maßnahmen und vernachlässigen dabei das Potenzial verhaltensbezogener Maßnahmen.
- Annahmen zur allgemeinen Entwicklung der Energiekosten haben eine wichtige Auswirkung auf die Kosteneffizienz energiesparender Maßnahmen. Bei hohen Energiekosten amortisieren sich Energiesparmaßnahmen schneller.
- Im Hinblick auf einen langen Zeitrahmen sind schließlich die Unsicherheiten in Bezug auf die Vorhersage von Treibhausgasemissionen und die Verfügbarkeit, Akzeptanz sowie die Auswirkungen und Kosten von Reduktionsmaßnahmen natürlich hoch. Im Fall des Weißbuchs erstreckt sich der Zeitrahmen über fast 40 Jahre. Daher werden häufig Bandbreiten anstelle von einzelnen Zahlen angegeben.

(7) Im folgenden Abschnitt werden die Vermeidungskostenfaktoren diskutiert, die auf das Erreichen der Emissionsziele abzielen, die für das globale Ziel von 2° C erforderlich sind. In Tabelle 2 werden die jeweiligen Emissionsziele und Meilensteine für die Europäische Union als Ganzes für den Verkehrssektor dargestellt.

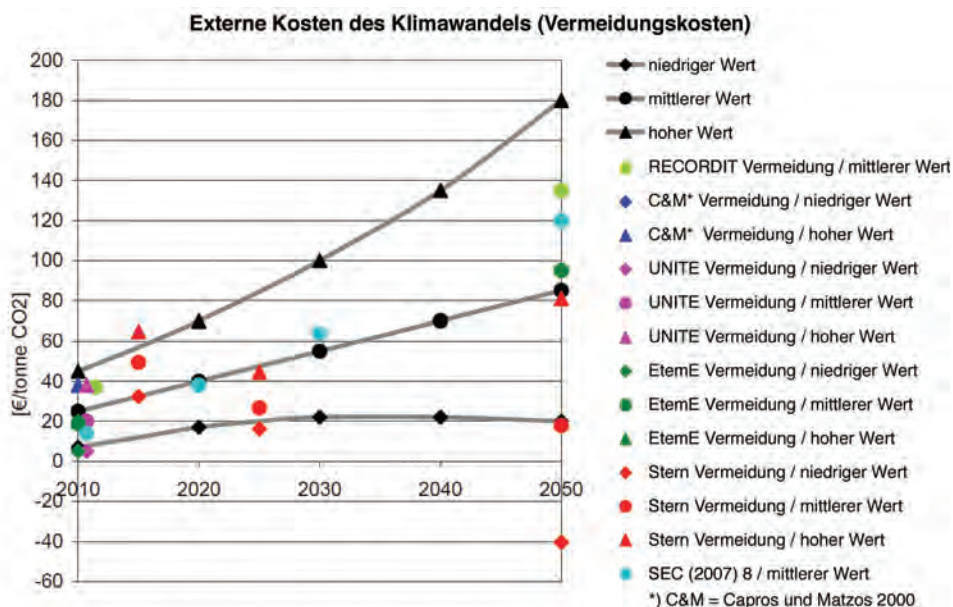
Tabelle 2: EU-Emissionsziele und Meilensteine (Basisjahr 1990) <sup>39</sup>

Umfang	Zieljahr	Ziel	Quelle
Europäische Union, Inlandsreduktion	2050	-80%	(Europäische Kommission, 2011), S. 4
Europäische Union, Gesamtreduktion	2050	-95%	(Europäische Kommission, 2011), S. 4
Europäische Union	2020	-25%	(Europäische Kommission, 2011), S. 4
Europäische Union	2030	-40%	(Europäische Kommission, 2011), S. 4
Europäische Union	2040	-60%	(Europäische Kommission, 2011), S. 4
EU, Verkehrssektor	2030	+8%	(Europäische Kommission, 2011), S. 3
EU, Verkehrssektor	2050	-54 -67%	(Europäische Kommission, 2011), S. 6
EU, Verkehrssektor	2050	-60%	(Europäische Kommission, 2011), S. 3
EU, Autos, Lebenszyklusemissionen	2050	-70%	(Hill & Morris, 2012)
EU, Autos, direkte Emissionen	2050	75%	(Hill & Morris, 2012)

## 4.2. Stand der Literatur – allgemeine Vermeidungskostenfaktoren

(1) Wie in Abbildung 8 dargestellt, gibt es eine Vielzahl von Kostenschätzungen. Kostenfaktoren sowie Unsicherheiten im Hinblick auf Kostenfaktoren nehmen im Verlauf der Zeit zu. Alle die im Folgenden angegebenen Kostenfaktoren werden für die Gesamtwirtschaft geschätzt. Verkehrsspezifische Kostenfaktoren stehen noch nicht in einer anwendungsbereiten Disaggregation zur Verfügung.

Abbildung 8: Vergleich der Vermeidungskostenfaktoren in der Literatur <sup>40</sup>



39. (Europäische Union, 2011), (Europäische Kommission, 2011), (Hill & Morris, 2012)

40. (Maibach, et al., 2007, p. 264)

(2) Die in Abbildung 8 dargestellten Kostenfaktoren werden für verschiedene Zieljahre berechnet. Die zum Erreichen des strengen Ziels von 2° C bis 2050 anfallenden Kosten wurden nur in wenigen Modellen bewertet. In Tabelle 3 werden ausgewählte Modellergebnisse aus diesen Studien zusammengestellt.

(3) Unsere Kostenfaktoren beruhen auf der Meta-Analyse von Kuik et al.<sup>41</sup> Die drei Autoren haben eine Meta-Analyse von existierenden Vermeidungskostenschätzungen durchgeführt. In ihrer Studie wird ein konsistenter Satz von Vermeidungskostenfaktoren dargestellt, der aus den Ergebnissen von 26 verschiedenen Modellen extrahiert wurde. Da wir nur zu zuverlässigen Ergebnissen können, wenn wir uns die Erkenntnisse aus möglichst vielen Quellen zunutze machen, dient uns diese Studie als Primärquelle. Auch dies steht wieder im Einklang mit der vorstehend genannten CE Delft-Studie, welche die gleiche Quelle als Grundlage für die Kostenfaktoren verwendet. Die dort angegebenen Kostenfaktoren unterscheiden sich jedoch von den unseren aufgrund eines unterschiedlichen Ansatzes zur Diskontierung der Werte aus der Meta-Analyse.

(4) Die Ergebnisse der Arbeit von Kuik et al. werden nachstehend zusammen mit den Ergebnissen aus sehr neuen Studien und einem allgemeinen Überblick über an anderer Stelle empfohlene CO<sub>2</sub>-Kostenfaktoren (siehe Tabelle 3) beschrieben. Wie ersichtlich, erstreckt sich die Spanne von 70 € bis 486 €

**Tabelle 3: Überblick über typische CO<sub>2</sub>-Kosten für das Zieljahr 2050.**

Autor	Zeitraumen	Regionaler Umfang	Mittlerer Wert <sup>42</sup>	Spanne
(Umweltbundesamt, 2008), empfohlener Wert	2050		70 €/t CO <sub>2</sub> <sup>42</sup>	20-280 €/t CO <sub>2</sub> <sup>35</sup>
(Maibach, et al., 2007)	2050		85 €/t CO <sub>2</sub> <sup>35</sup>	20-180 €/t CO <sub>2</sub> <sup>35</sup>
(Kuik, Brader, & Tol, 2009)	2025 (450 ppm)	Weltweit	129 €/t CO <sub>2eq</sub> <sup>2005</sup>	69-241 €/t CO <sub>2eq</sub> <sup>2005</sup>
(Kuik, Brader, & Tol, 2009)	2050 (450 ppm)	Weltweit	225 €/t CO <sub>2eq</sub> <sup>2005</sup>	128-396 €/t CO <sub>2eq</sub> <sup>2005</sup>
(Morris, Paltsev, & Reilly, 2012)	2050 (-50%)	Europäische Union	44 €/t CO <sub>2eq</sub> <sup>2005</sup>	
(Akashi & Hanaoka, 2012)	2050 (-50%)	Weltweit	486 €/t CO <sub>2eq</sub> <sup>2005</sup>	

### 4.3. Stand der Literatur – Vermeidungskosten für spezifische Verkehrsmaßnahmen

(1) In dieser Studie gehen wir von dem im EU-Weißbuch Verkehr aus dem Jahr 2011 angegebenen Ziel einer 60%igen Reduzierung aus. Für dieses Ziel existieren keine sektorenspezifischen Schätzungen für die Vermeidungskosten. Dennoch liegen in einigen Studien geschätzte Vermeidungskosten für individuelle Maßnahmen im Verkehrssektor oder auch an mancher Stelle für politische Maßnahmen zum Erreichen spezifischer Reduktionsziele (die sich von dem 60%-Ziel für den Verkehr unterscheiden) vor. Die Ergebnisse dieser Studien helfen dabei, die Größenordnung der künftigen Kosten zu erfassen sowie die Kosteneffizienz von verschiedenen Maßnahmen zu vergleichen. Die im folgenden Abschnitt zusammengefassten Studien umfassen europäische Forschungsprojekte sowie Studien, die von nationalen Institutionen und dem privaten Sektor (Vereinigungen und Lobbygruppen) gefördert wurden. Im Anhang werden die möglichen Reduktionsmaßnahmen und – gegebenenfalls – geschätzte Kosten und Potenziale dargestellt (Tabelle 5).

41. (Kuik, et al., 2009)

42. Die Preise wurden gegebenenfalls in EUR umgerechnet unter Verwendung eines Umrechnungsfaktors von 0,81 EUR/USD (vgl. Maibach, et al., 2007, S. 240).

43. In diesen Quellen wurde keine Angabe zum Basisjahr für die

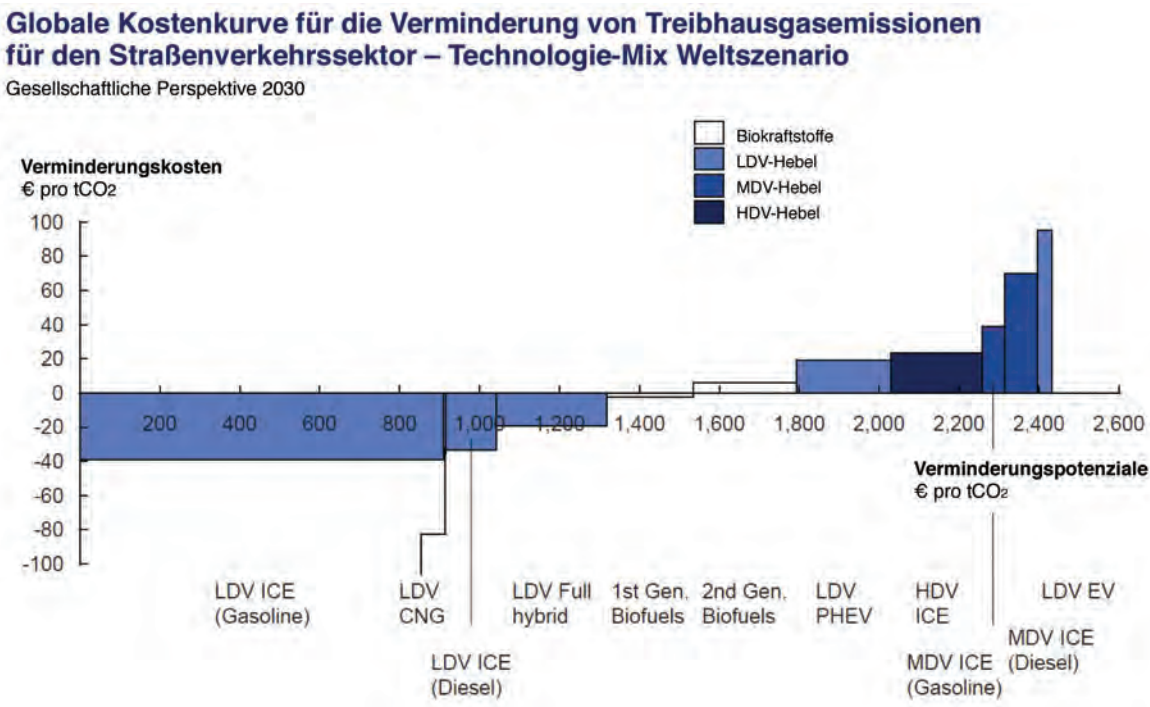
empfohlenen Werte gemacht. Die Werte beruhen wahrscheinlich auf Preisen.

44. Die Kostenfaktoren liegen an dieser Stelle etwas niedrig, vermutlich aufgrund der Tatsache, dass die von der EU angenommenen Anforderungen zur Emissionsreduktion niedriger als die in anderen Studien angegebenen Anforderungen liegen.

(2) **McKinsey & Company, 2009:** Bei der Studie „Pathways to a low-carbon Economy“ handelt es sich um eine umfassende Bewertung von rund 200 zum größten Teil technische Maßnahmen zur Emissionsreduktion. Die globalen Reduktionspotenziale und –kosten dieser Maßnahmen bis 2030 wurden in Zusammenarbeit mit verschiedenen Unternehmen aus der Perspektive von Wirtschaft, Verbrauchern und Gesellschaft evaluiert. Aus den Ergebnissen gehen die Verteilung der Vermeidungsmöglichkeiten zwischen Regionen, Sektoren und technischen Lösungen sowie die Größenordnung der Kosten für Unternehmen und Verbraucher hervor. In einer Folgestudie bewertete McKinsey & Company ebenfalls Kosten und Potenziale der Vermeidung bis 2020/2030 innerhalb Deutschlands.<sup>45</sup>

(3) Die Ergebnisse für globale Kosten und Potenziale im Verkehrssektor werden in Abbildung 9 dargestellt. Den Verbesserungen an herkömmlichen Benzin- und Dieselaautos wird ein hohes Potenzial zugeschrieben, das aufgrund von niedrigeren Kraftstoffkosten auch zu Kostenersparnissen für die Gesellschaft führt. Die Kosten für Biokraftstoffe (der 1. und 2. Generation) werden als vergleichbar niedrig angegeben, während das globale Potenzial für Elektro- und Hybridautos bis 2030 als ziemlich niedrig und kostenintensiv zu erreichen bewertet wird.

Abbildung 9: Globales Vermeidungspotenzial und Kosten für den Verkehrssektor bis 2030<sup>46</sup>



(6) **GHG-TransPoRD:** Das Projekt GHG-TransPoRD (2009-2011) wurde von der Europäischen Kommission gefördert und dient dazu, eine integrierte europäische Strategie zu entwickeln, um substanzielle Reduzierungen von THG-Emissionen im Verkehr zu erreichen. In einem Teil des Projekts wurden in GHG-TransPoRD die Potenziale und Kosten für eine Reihe von verkehrsträgerabhängigen Reduktionsmaßnahmen im Verkehrssektor einschließlich Technologien, städtische Maßnahmen, Verhaltensänderungen, politische Programme usw. geprüft. Mit einem modellabhängigen Ansatz wurden Szenarien entwickelt, die darauf abzielen, realisierbare Emissionspfade für eine Reduzierung von 60-80% der Verkehrsemissionen bis 2050 zu aufzuzeigen. Bis jetzt stehen nur die Ergebnisse der ersten Arbeitspakete öffentlich zur Verfügung.<sup>47</sup>



46. (McKinsey & Company, 2007, S. 100)

47. (Akkermans, et al., 2010)

(7) **EU Transport GHG: Routes to 2050 (I und II):** Das ursprüngliche Projekt (2009-2010) sowie das Folgeprojekt (2011-2012) wurde von der GD Klimapolitik der Europäischen Kommission gefördert, um die Diskussion über effiziente Wege zu einer nachhaltigeren und weniger kohlenstoffintensiven Mobilität bis 2050 zu unterstützen. Im Rahmen des Projekts wurde SULTAN – ein eigenständiges Excel-Berechnungstool – entwickelt, das den Interessenten ermöglicht, die Auswirkung von verschiedenen politischen Strategien in Bezug auf die europäischen Verkehrsnachfrage auf die THG-Emissionen des Verkehrs und damit verbundene interne und externe Kosten zu untersuchen. Das Projektteam hat mithilfe von SULTAN einige politische Szenarien evaluiert und so eine Erstbewertung des Umfangs der Anstrengungen, die zum Erreichen der Emissionsreduktionsziele des Weißbuchs Verkehr erforderlich sind, ermöglicht. Die Berechnung der Kosten beschränkte sich zunächst auf die Autobetriebskosten und erlaubte demzufolge keine Bewertung der auftretenden Gesamtkosten.

(6) **TOSCA:** Dies ist ein Projekt zur Identifizierung und Evaluation der vielversprechendsten Antriebs- und Kraftstoffinnovationen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen. Auch dieses Projekt wurde von der EU (FP7) gefördert (2009-2011). Es wurde eine Bewertung der Kosten und Potenziale für verschiedene Antriebskonzepte (Elektroautos, Hybridautos, Brennstoffzellenautos) und Kraftstoffe vorgenommen. Das Projekt kam zu der Schlussfolgerung, dass die technologischen Maßnahmen alleine kaum ausreichend sein werden, um die im Weißbuch Verkehr niedergelegten Ziele zu erreichen.<sup>48</sup>

(7) **CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland:** Das Umweltbundesamt hat einen Sachstandsbericht (auf Deutsch mit einer Kurzzusammenfassung in Englisch) herausgegeben, in dem das CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungspotenzial im deutschen Verkehrssektor bis 2020 oder 2030 quantifiziert wird.<sup>49</sup> Im Gegensatz zu anderen Studien konzentriert sich dieser Bericht hauptsächlich auf nichttechnische Maßnahmen und dem damit verbundenen hohen Potenzial.

(8) Im Anhang befindet sich in der Tabelle 5 eine umfassende Liste mit Maßnahmen und geschätzten Potenzialen und Kosten. Da sich die Potenziale häufig auf ein maximales Potenzial im Zusammenhang mit ehrgeizigen Annahmen im Hinblick auf die Marktpenetration und Kostenentwicklung beziehen, ist jedoch Vorsicht geboten. Kosten und Potenziale sollten daher nur als grobe Indikatoren für die Größenordnung der Auswirkungen behandelt werden. Auch eine einfache Addition der angegebenen Potenziale ist nicht möglich, da die Minderungsmaßnahmen zusammenspielen und sich in ihrer Auswirkung teilweise überschneiden, was häufig zu niedrigeren realistischen Emissionsminderungen als in der Tabelle führt.

#### 4.4. Spezifische Methodik für Klimakosten, die diesem Bericht zu-grundeliegt

(1) Wie vorstehend dargestellt, liegen bei den Vermeidungskosten beträchtliche Schwankungen in Abhängigkeit vom Umfang und der angewandten Methodik vor. Im folgenden Abschnitt wird der Berechnungsansatz, der für die Kostenangaben in diesem Bericht benutzt wurde, dargestellt.

(2) Allgemein betrachtet beruhen Kostenberechnungen für die Kosten des Klimawandels im Verkehrssektor auf einem recht einfachen Ansatz<sup>50</sup> (siehe Abbildung 10):

- Die Erfassung der Gesamt-Fahrzeugkilometer nach Fahrzeugtyp gemäß in einem Gebiet (Gebietstyp, Region oder Land). Diese Differenzierung erlaubt es, spezifische Faktoren zugrunde zu legen.

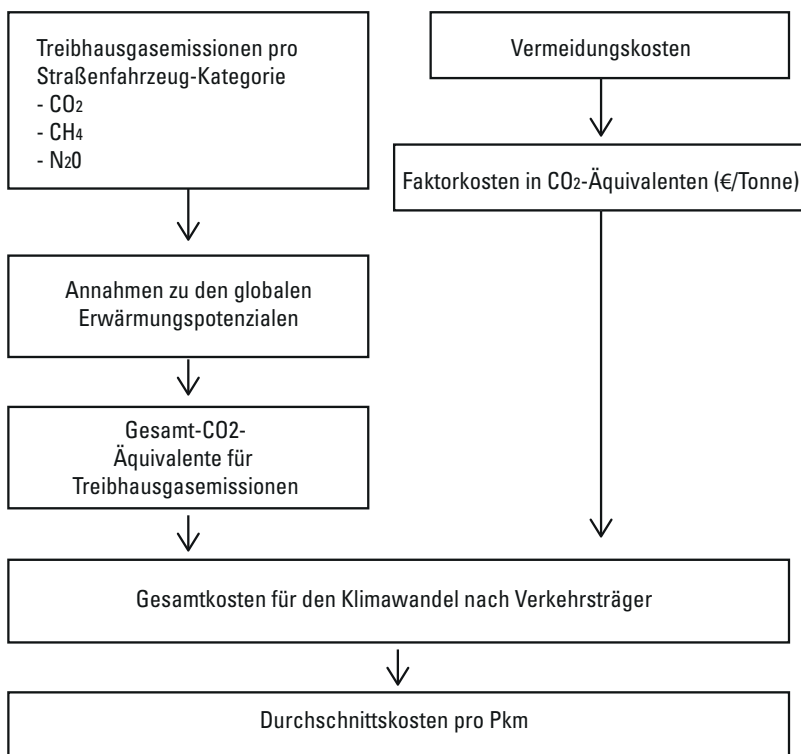
48. (Schäfer, et al., 2011, S. 25)

49. (Umweltbundesamt, 2010)

50. (Maibach, et al., 2007, S. 73)

- Die Multiplikation der Fahrzeugkilometer mit den Emissionsfaktoren (in g/km) für alle Treibhausgase (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> und zu einem kleineren Umfang Fluorkohlenwasserstoffe von mobilen Klimaanlage).
- Die Gewichtung der Emissionen gemäß ihres globalen Erderwärmungspotenzials und die Zusammenfassung individueller Beiträge zu den Gesamtemissionen von Treibhausgasemissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.
- Die Multiplikation der gesamten Treibhausgasemissionen mit den externen Kostenfaktoren.

Abbildung 10: Methodik zur Berechnung der Klimakosten



(3) Unsere Berechnung der externen Kosten des Klimawandels beruht auf den CO<sub>2</sub>-Emissionen von Pkw pro Land, die in der CE Delft-Studie angegeben werden.<sup>51</sup> Da der Schwerpunkt hier speziell auf der Schätzung der Vermeidungskosten beruht, die erforderlich sind, um das Ziel einer 60%igen Emissionsreduktion aus dem Verkehrsweißbuch des Jahres 2011 zu erreichen, haben wir uns dafür entschieden, von den in der CE Delft-Studie angewandten Kostenfaktoren abzuweichen. Im Folgenden unsere Gründe:

- Die Kostenangaben in diesem Bericht sollen die im Weißbuch Verkehr angegebenen Verkehrsemissionsziele so weit wie möglich widerspiegeln. Die Ziele für den Verkehrssektor beruhen auf dem Gesamtreduktionsziel für die EU von minus 80-95% bis 2050. Unsere Kostenangaben (sowohl für den niedrigen als auch für den hohen Wert) beruhen daher auf diesem Langzeitziel.



- Obwohl die Vermeidungskosten für die heute eingeführten Maßnahmen auf diesem langen Weg niedrig sein werden (oder möglicherweise negativ aufgrund von erzielten Energieeinsparungen) gehen wir davon aus, dass es hilfreich ist, unsere Kostenschätzungen auf der Grundlage der höheren Grenzvermeidungskosten vorzunehmen, die in künftigen Jahren notwendig sein werden, um strengere Reduzierungen zu erreichen. Abwägungsgrund ist, dass fundamentale Entscheidungen über die für stärkere Emissionsreduktionen in den Jahren 2025 und 2050 einzuschlagenden Wege und Basisinvestitionen (z. B. in neue Automodelle oder effiziente Kraftwerke) jetzt getroffen werden müssen, da die Investitionszyklen für Autos bei ungefähr 5-10 Jahren und bei bis zu 30-60 Jahre für Kraftwerke usw. liegen. Es ist daher erforderlich, heute einen starken Anreiz für ausreichende Investitionen in Maßnahmen zur Emissionsreduktion zu geben.<sup>52</sup> Die Kostenfaktoren in dieser Studie spiegeln deshalb die Grenzvermeidungskosten („wahre Preise“, Preisgrundlage 2008) für Reduzierungen, die um das Jahr 2025 erforderlich sein werden.
- Die Kostenangaben in diesem Bericht liegen etwas höher als die in anderen Studien wie z. B. bei CE Delft et al. (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011), Maibach (Maibach, et al., 2007) und dem Umweltbundesamt (Umweltbundesamt, 2008). Einerseits spiegeln sich darin die kürzlich veröffentlichten Bedenken wider, dass in Kostenangaben bisher die eigentlichen Kosten aufgrund von Selektionsfehlern unterschätzt werden können.<sup>53</sup> Andererseits spiegelt sich darin auch die Absicht wider, spezifische Vermeidungskostenfaktoren für den Verkehrssektor auszudrücken. Es wird erwartet, dass die Vermeidungskosten im Verkehrssektor im Allgemeinen aufgrund seiner starken Abhängigkeit von kohlenstoffintensiven Kraftstoffen höher liegen. Gleichzeitig argumentiert Maibach (Maibach, et al., 2007), dass die Zahlungsbereitschaft für Emissionsreduktionen im Verkehrssektor tatsächlich höher liegt als in Studien über die Gesamtwirtschaft angenommen wird. Dies wird durch das Beispiel der Biokraftstoff-Richtlinie und der EU-Politik zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für neue Pkw untermauert.<sup>54</sup>

(4) Auch an dieser Stelle beruhen die Kostenfaktoren, die diesem Bericht zugrundeliegen, auf (Kuik, et al., 2009)<sup>55</sup> und werden aus einer umfassenden Meta-Analyse abgeleitet. Sie drücken auch die Anstrengungen aus, die notwendig sind, um das globale Ziel von 2°C zu erreichen. Wir haben uns auch dafür entschieden, die marginalen Vermeidungskostenfaktoren für Vermeidungskosten bis 2025 anzuwenden, da dieses Jahr ungefähr auf der Hälfte zwischen jetzt und 2050 liegt. Diese Kostenfaktoren liegen auf der einen Seite hoch genug, um die heute notwendigen Investitionen zu simulieren, die zum Erreichen signifikanter Emissionsreduktionen in der Zukunft erforderlich sind. Andererseits stehen diese Kostenfaktoren im Zusammenhang mit niedrigeren Unsicherheiten und Bandbreiten als die Kostenfaktoren für 2050. Um einen guten Eindruck des Bereiches der Klimakosten zu vermitteln, arbeiten wir mit niedrigen und hohen marginalen Vermeidungskostenfaktoren, die angegeben sind in (Kuik, et al., 2009).

(5) Eine weitere wichtige Frage ist die der Diskontrate. Bei der Evaluation der Kosten für Maßnahmen zur Emissionsreduktion spielt der Zeitrahmen, in dem die Kosten auftreten, eine große Rolle. Im Allgemeinen müssen Kosten, die in der Zukunft auftreten, mithilfe einer bestimmten Diskontrate auf den Gegenwartswert diskontiert werden. Die Wahl einer „angemessenen“ Diskontrate ist häufig der *Entscheidungsfaktor* für die Schätzung der externen Kosten. Insbesondere beim Klimawandel treten Kosten in weiter Zukunft auf, was zu sehr geringen Gegenwartswerten für die Kostenfaktoren führt, wenn hohe Zinssätze angelegt werden.

(6) In der „Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten“ des Umweltbundesamtes wird der folgende Ansatz empfohlen:<sup>56</sup>

52. Vgl. z. B. (Maibach, et al., 2007, S. 82)

53. (Tavoni & Tol, 2010)

54. (Maibach, et al., 2007, S. 72).

55. siehe Tabelle 3

56. (Umweltbundesamt, 2008, S. 35)



- Für Kosten, die innerhalb der nächsten 20 Jahre auftreten, wird ein Marktzins von 3% angewandt. Wir sind der Ansicht, dass dieser Wert (der 2006 und davor ermittelt wurde) für die aktuelle Situation zu hoch ist. Die heutigen Inflationsraten liegen aufgrund den Konjunkturschwankungen zwischen 2008 und 2012 viel niedriger.
- Für Zeiträume von über 20 Jahren (für generationsübergreifende Wirkungen) wird eine soziale Diskontrate von 1,5% benutzt.
- Empfohlen werden Sensibilitätsanalysen mit einer Diskontrate von 0%.

Wir haben mit der vom (Umweltbundesamt, 2008) empfohlenen Diskontrate von 1.5% gearbeitet für die Konvertierung von €<sub>2005</sub> en €<sub>2008</sub> Werte.

(7) Für die Berechnung der externen Kosten des Klimawandels haben wir daher die folgenden Kostenfaktoren angewandt:

Niedriger Wert: 72 €<sub>2008</sub>/t CO<sub>2</sub>

Hoher Wert: 252 €<sub>2008</sub>/t CO<sub>2</sub>

(8) Diese Kostenangaben werden mit den CO<sub>2</sub>-Emissionen von Autos wie in CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011 angegeben, multipliziert. Mit diesem Ansatz können die gesamten Kosten des Klimawandels für Autos für jedes Jahr und jedes Land auf der Grundlage des Kraftstoffverbrauchs berechnet werden.

(9) Die Auswahl jeglicher Werte für die Kosten des Klimawandels ist natürlich in gewisser Weise willkürlich. Angesichts der vorstehend genannten Unsicherheiten sind wir jedoch der Ansicht, dass diese Zahlen einen Eindruck über die Größenordnung des Anpassungsprozesses, der vor uns liegt, vermitteln. Die Ergebnisse zeigen, dass die Reduzierung von Treibhausgasemissionen auf der einen Seite nicht kostenlos, auf der anderen Seite aber auch nicht unmöglich ist. Die Kosten bewegen sich im gleichen Bereich wie die Kosten für die sonstigen Effekte.

# 5.

## EXTERNE KOSTEN FÜR DIE NUTZUNG VON AUTOS: ERGEBNISSE

(1) Nachdem wir Methode und Daten beschrieben haben, können wir jetzt zu den Ergebnissen übergehen. Das folgende Kapitel enthält einen Überblick über die Ergebnisse im Hinblick auf die durchschnittlichen und die gesamten externen Kosten für die Nutzung von Autos. Im ersten Teil werden die gesamten und die durchschnittlichen Kosten für die Länder der EU-27 miteinander verglichen. Anschließend wird die Verteilung der Kostenkategorien dargestellt. In den Zahlen in diesem Kapitel spiegelt sich im Allgemeinen das hohe Kostenszenario für den Klimawandel und die Vor- und nachgelagerten Effekte wider. In Tabelle 4 werden auch die Werte für niedrigere Grenzen für Klimakosten und Vor- und nachgelagerten Effekte angegeben. Alle Kostenangaben erfolgen in Euro und für das Basisjahr 2008.

### 5.1. Externe Kosten nach Ländern

(1) Tabelle 4 enthält eine detaillierte Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Studie. Für alle EU-27-Mitgliedsstaaten und alle externen Kostenarten erfolgt die Angabe der ungedeckten Kosten. Die Gesamtsumme beträgt 373 Milliarden € pro Jahr und entspricht damit ungefähr 3,0% des BIP der EU. Es ist anzumerken, dass sich die gesamten externen Kosten der Nutzung von Autos pro Land von den Werten in der CE Delft-Studie aufgrund der Verwendung von unterschiedlichen Kostenfaktoren für den Klimawandel unterscheiden. Zudem sind die Unfallzahlen für Irland in dieser Studie unplausibel und wir haben diesen Wert ebenfalls berichtigt (siehe Abschnitt 3.7 für weitere Erläuterungen).

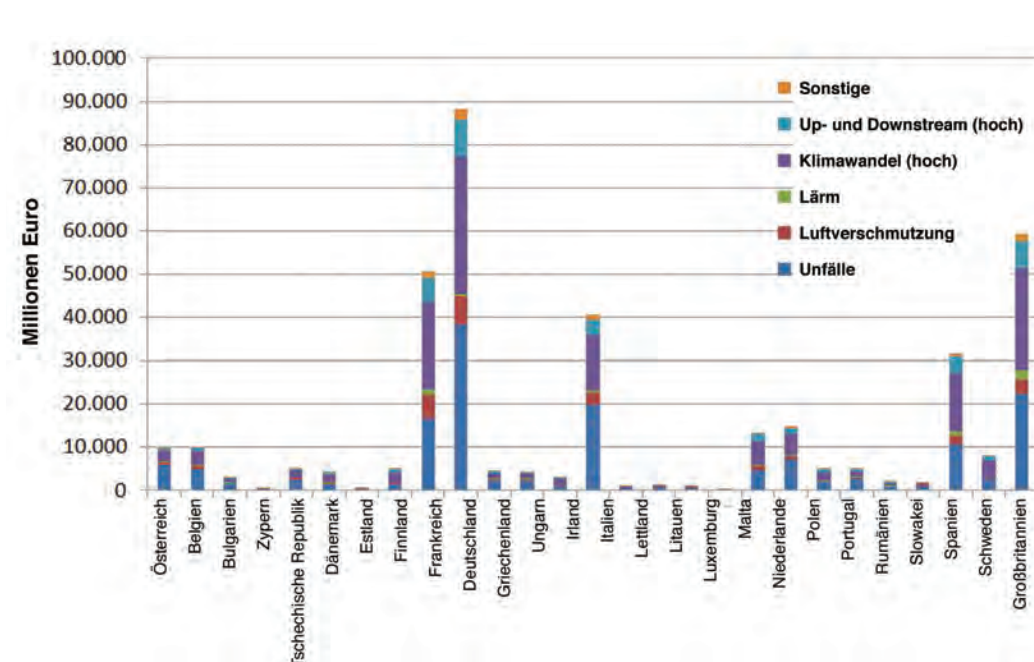
**Tabelle 4: Externe Gesamtkosten für Autos 2008 für die EU-27 nach Kategorie und Land**

	Unfälle	Luftverschmutzung	Lärm	Klimawandel (niedrig)	Klimawandel (hoch)	Up- und Downstream (hoch)	Up- und Downstream (niedrig)	Sonstige	Gesamtsumme
	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a	Mio €/a
Österreich	5,811	0,674	0,177	0,683	2,384	0,646	0,362	0,296	9,988
Belgien	4,790	0,851	0,174	0,928	3,240	0,877	0,492	0,290	10,222
Bulgarien	1,647	0,078	0,085	0,224	0,782	0,212	0,119	0,084	2,888
Zypern	0,185	0,032	0,010	0,017	0,101	0,027	0,009	0,012	0,368
Tschechische Rep.	2,416	0,394	0,174	0,446	1,559	0,422	0,237	0,146	5,112
Dänemark	1,504	0,250	0,073	0,510	1,780	0,482	0,270	0,112	4,200
Estland	0,191	0,019	0,004	0,052	0,183	0,049	0,028	0,012	0,459
Finnland	1,331	0,347	0,037	0,704	2,460	0,666	0,373	0,126	4,968
Frankreich	16,756	5,402	1,093	5,832	20,369	5,516	3,091	1,362	50,498
Deutschland	38,366	6,351	0,621	9,121	31,856	8,628	4,834	2,442	88,263
Griechenland	2,234	0,111	0,239	0,388	1,354	0,367	0,206	0,127	4,432
Ungarn	2,128	0,345	0,122	0,366	1,280	0,347	0,194	0,125	4,346
Irland	1,221	0,142	0,148	0,300	1,050	0,284	0,159	0,045	2,890
Italien	19,977	2,578	0,685	3,634	12,694	3,438	1,926	1,153	40,525
Lettland	0,392	0,038	0,041	0,103	0,360	0,098	0,055	0,026	0,955
Litauen	0,679	0,055	0,022	0,106	0,372	0,101	0,056	0,036	1,265
Luxemburg	0,447	0,098	0,006	0,070	0,245	0,066	0,037	0,026	0,889
Malta	0,069	0,012	0,004	0,006	0,038	0,010	0,003	0,005	0,137
Niederlande	4,620	1,038	0,220	1,613	5,634	1,526	0,855	0,357	13,396
Polen	7,180	0,775	0,259	1,405	4,908	1,329	0,745	0,419	14,870
Portugal	1,828	0,192	0,125	0,597	2,085	0,565	0,316	0,131	4,925
Rumänien	2,766	0,171	0,189	0,389	1,360	0,368	0,206	0,146	5,000
Slowakei	0,857	0,174	0,092	0,180	0,628	0,170	0,095	0,056	1,978
Slovenien	0,943	0,106	0,017	0,146	0,508	0,138	0,077	0,051	1,764
Spanien	10,695	2,035	0,987	3,868	13,509	3,659	2,050	0,844	31,728
Schweden	2,610	0,320	0,080	1,085	3,789	1,026	0,575	0,208	8,032
Großbritannien	22,396	3,174	2,222	6,712	23,443	6,349	3,558	1,603	59,188
Gesamtsumme EU-27	153,003	25,762	7,905	39,486	137,969	37,366	20,930	10,240	373,284

(2) In Abbildung 11 werden die externen Gesamtkosten für Autos für jedes der EU-27-Länder dargestellt. Aus der Tabelle ist zu ersehen, dass die Kosten für den Klimawandel und ungedeckte Unfallkosten eine ähnliche Größenordnung haben. Auf diese Kosten folgen die Luftverschmutzungskosten (aus denen Verbesserungen der Luftqualität im Vergleich zu früheren Studien klar ersichtlich sind). Die Gesamtkosten für alle Länder belaufen sich auf 373 Milliarden € für das Jahr 2008. Bei fast 500 Millionen Menschen, die 2008 in der EU-27 lebten, lässt sich dies in einen Betrag von 750 € für externalisierte Verkehrskosten pro Einwohner der Europäischen Union pro Jahr übersetzen. Mit anderen Worten:

(3) Jeder Bürger der EU-27 bezahlt für sein oder ihr private Auto. Im Durchschnitt externalisiert jedoch jede Person, die in der EU-27 lebt, unabhängig davon, ob sie jung oder alt, männlich oder weiblich ist, 750 € pro Jahr auf andere Personen, andere Länder oder andere Generationen. Über einen Zeitraum von 10 Jahren sammelt eine vierköpfige Familie „Schulden“ in Höhe von 30.000 € an.

Abbildung 11: Externe Gesamtkosten für Autos pro Jahr (2008) nach Ländern



(4) Die Ländergröße und der wirtschaftliche Einfluss wirken sich klar auf die Ergebnisse aus, wobei die großen Länder – Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Italien und Spanien – das Bild beherrschen. In Abbildung 12 werden die externen Kosten pro Einwohner dargestellt, um der Ländergröße Rechnung zu tragen. Die Mehrzahl der neueren Mitgliedsstaaten weisen relativ niedrige pro-Kopf-Kosten von unter 500 € pro Jahr auf. Deutschland, Österreich und Luxemburg haben die höchsten pro-Kopf-Kosten, die sich in einem Bereich zwischen 1.000 € und 2.000 € bewegen.

Über die tatsächlichen Unterschieden bei den Umweltauswirkungen des Verkehrs in den Mitgliedsstaaten hinaus gibt es weitere Gründe für die Schwankungen bei den Kostenangaben:

- Einige Kostenkomponenten (z. B. Unfälle) beruhen auf Kostenangaben, die nach pro-Kopf-BIP gewichtet worden sind. Dies bedeutet zum Beispiel, dass die Kosten im Zusammenhang mit einem bestimmtem Unfallausgang in Luxemburg um einen Faktor von rund 2,3 höher sein werden, als sie beispielsweise in Deutschland wären.<sup>57</sup> Schon dieser Umstand macht Vergleiche zwischen individuellen Ländern schwieriger wenn nicht sogar unmöglich. Andererseits wird so gewährleistet, dass Kostenangaben die Auswirkungen von verkehrsbedingten Schäden innerhalb jedes Landes und für die Einwohner dieses Landes korrekt wiedergeben.

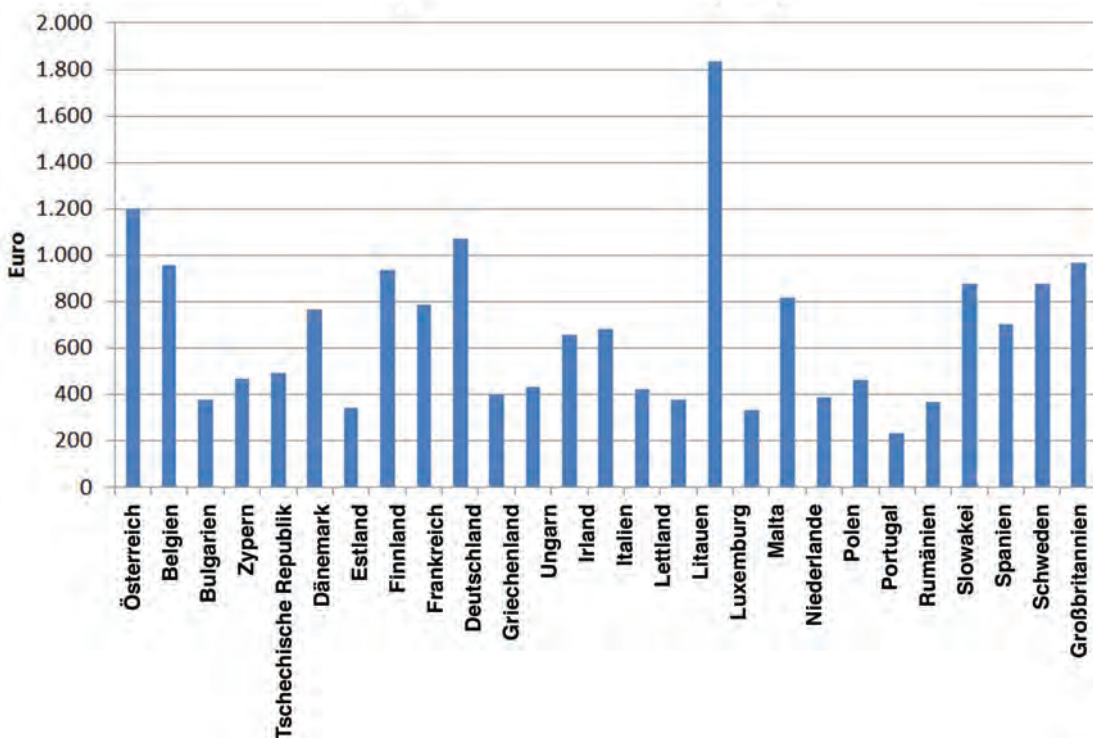


57. Die beiden Länder dienen hier als Beispiel. Wertanpassungen für alle Länder sind zu finden in CE Delft et al. (CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011, S. 127)

- In Transitländern tritt eine weitere Unsicherheit auf: Obwohl die Berechnungen in der CE Delft-Studie auf dem Inländerprinzip beruhen, ermöglicht die Be-rechnungsmethodik für einige Kostenkategorien keine akkurate Kostenzuweisung gemäß dieses Prinzips. Dies gilt beispielsweise für Lärm, da Lärmkosten in Abhängigkeit von der Anzahl der Personen, die dem Lärm ausgesetzt sind, berechnet werden, ohne dabei zu berücksichtigen, ob die Lärmverursacher Staatsbürger des fraglichen Landes sind oder nicht. Für die meisten Länder werden sich die nach dem Inländerprinzip im Vergleich zu den nach dem Ter-ritorialprinzip aggregierten Kostenberechnungen nicht signifikant unterscheiden; die Ergebnisse sind jedoch im Fall von kleineren Transitländern wie Österreich mit Vorsicht zu interpretieren.
- Neben dem Effekt des hohen BIP kann zu dem hohen Wert für Luxemburg der Effekt durch viele Pendler aus den Nachbarländern beigetragen haben. Zudem verleiten niedrige Kraftstoffsteuern Lastkraftwagen zu einem Umweg über Luxemburg, der sich auf die Verkehrsleistungsstatistiken auswirkt. Diese Zahlen sind für EU-weite Analysen unerheblich, sind aber für eine nationale Analyse zu berücksichtigen.
- Im Fall von Österreich (und auch Luxemburg) ist hinzuzufügen, dass die Ver-kehrssicherheit immer noch ein wenig unter der Verkehrssicherheit im europä-ischen Durchschnitt liegt. <sup>58</sup> In Kombination mit vergleichsweise hohen BIP-Werten führt dies zu hohen externen Kosten pro Einwohner.

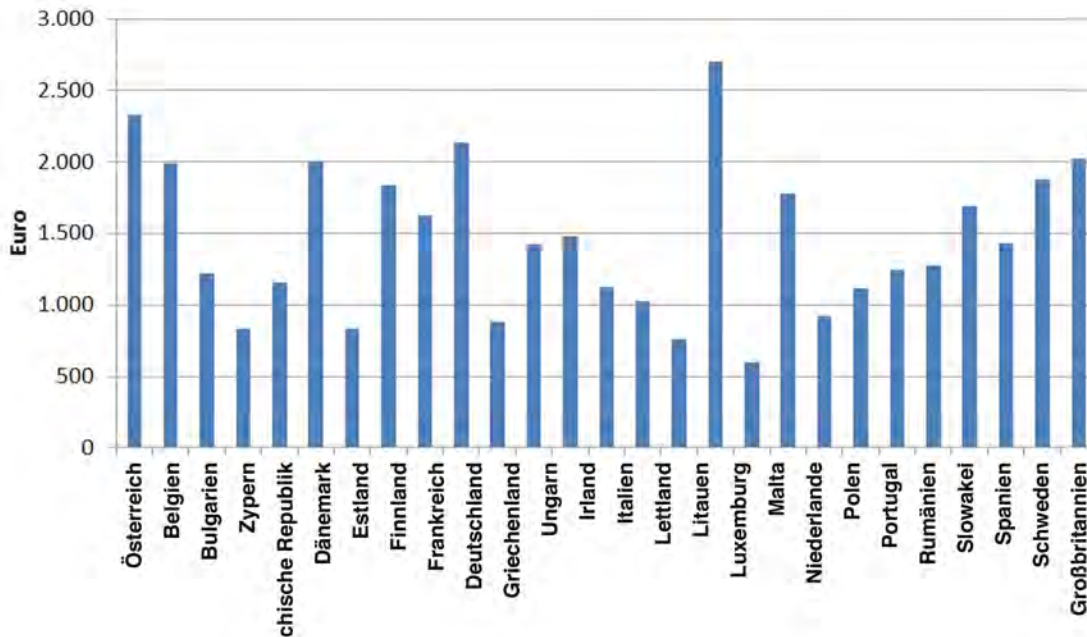
Ein europäischer Durchschnittsbürger verursacht Kosten von rund 750 € pro Jahr.

Abbildung 12: Externe Autokosten pro Einwohner und Jahr (2008) nach Ländern



(5) Die Anzahl der Autos pro Einwohner unterscheidet sich stark innerhalb der EU-Länder. In Abbildung 13 werden die externen Gesamtkosten in jedem Land für jedes angemeldete Fahrzeug und Jahr dargestellt. Malta, Litauen, Estland und Zypern weisen die niedrigste Quote (< 850 €) auf; fünf Länder liegen für jedes ihrer angemeldeten Fahrzeuge bei ungedeckten Kosten von 2.000 €. Für ein durchschnittliches europäisches Fahrzeug werden pro Jahr rund 1.600€ akkumuliert. Angesichts einer Lebensdauer von ungefähr 10 Jahre (in späteren Jahren werden weniger Kilometer gefahren) können sich die Kosten pro verkauftem Neuwagen für die Gesellschaft in einem Bereich von rund 16.000€ pro Jahr bewegen. In einigen Ländern (z. B. Singapur) liegen die Fahrzeugerwerbssteuern in diesem Preisbereich oder sogar darüber.

Abbildung 13: Externe Autokosten pro angemeldetem Fahrzeug und Jahr (2008) nach Ländern



(6) In Abbildung 14 und 15 wird jeweils die Verteilung der externen Kosten auf die getrennten Kostenkategorien für ein Kostenszenario mit hohen Klimakosten und für ein Kostenszenario mit niedrigen Klimakosten dargestellt. Im Kostenszenario mit hohen Klimakosten sind die Unfallkosten und Klimakosten die wichtigsten Kostenelemente und tragen zu 41% bzw. 37% zu den gesamten externen Kosten bei. Im Kostenszenario mit niedrigen Klimakosten spielen die Unfallkosten die größte Rolle.

Abbildung 14: Anteil der Kostenkategorien für Autos in der EU-27 (hohe Klimakosten)

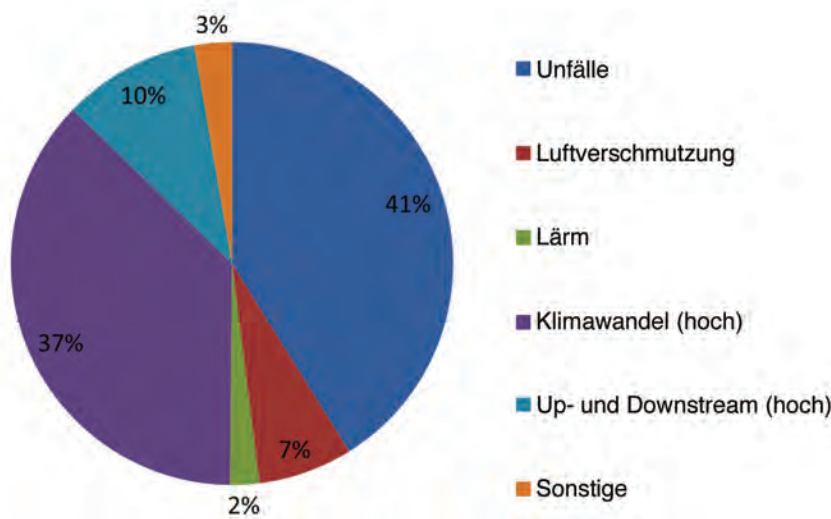
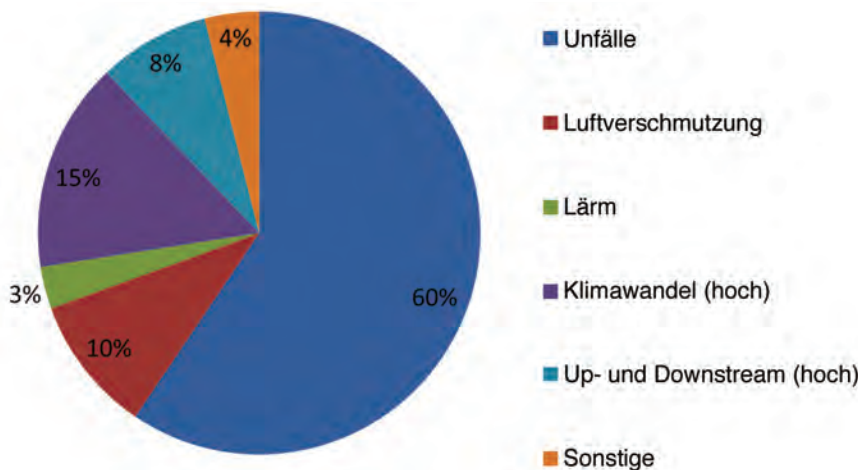
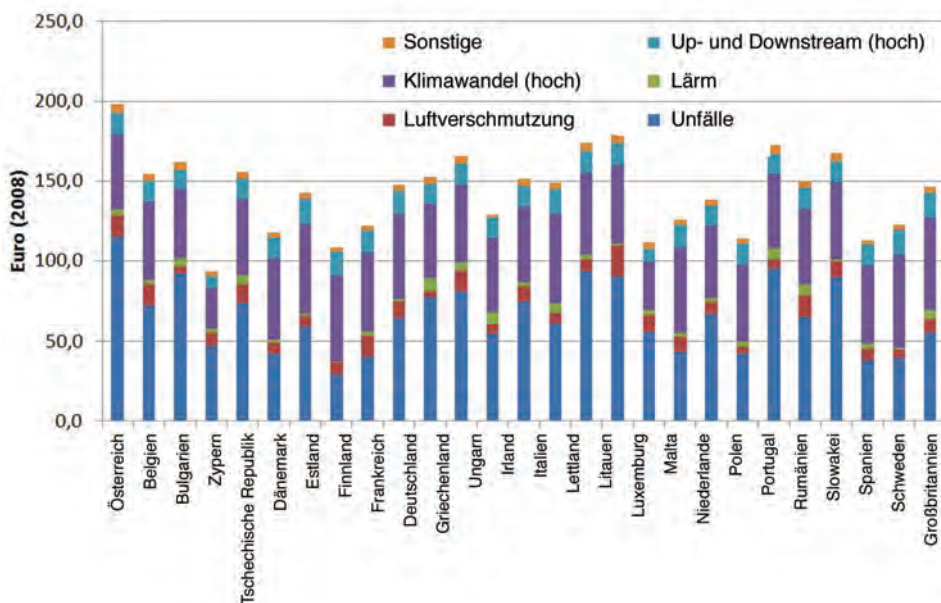


Abbildung 15: Anteil der Kostenkategorien für Autos in der EU-27 (niedrige Klimakosten)



(7) In Abbildung 16 werden die durchschnittlichen externen Kosten pro gefahrenen 1.000 Fahrzeugkilometern dargestellt. Diese Abbildung ist deshalb hilfreich, weil sie der tatsächlichen Fahrzeugnutzung entspricht. Alle Werte beziehen sich auf zurückgelegte Distanzen von 1.000 Fahrzeugkilometern. Der niedrigste Wert – unter 100/1.000 € vkm – tritt in Zypern auf. Rumänien, Litauen, Luxemburg und Österreich haben die höchsten Kosten von zwischen 150€ und 200€. Die durchschnittlichen Kosten für den Klimawandel sind mit ihren konstanten CO<sub>2</sub>-Kostenfaktoren ziemlich stabil für alle Länder und bewegen sich um rund 50€ pro 1.000 vkm. Mit dieser Zahl von 50€ pro 1.000 vkm könnte eine streckenabhängige Gebühr von 5 Eurocent je Kilometer abgeleitet werden. Um dem „Verursacherprinzip“ näher zu kommen, müsste in allen europäischen Ländern eine „Klimaschutzgebühr“ von rund 5 Eurocent pro km eingeführt werden. Auch an dieser Stelle drückt sich die größte Kostenkomponente in den Kosten für ungedeckte Unfälle aus. Unfallkosten werden länderspezifisch gewichtet (BIP-gewichtet); demzufolge liegen hohe Schwankungen vor.

Abbildung 16: Durchschnittliche externe Autokosten pro 1.000 vkm nach Ländern <sup>59</sup>



(8) Der Datenbestand ermöglicht Vergleiche unter vielen verschiedenen Gesichtspunkten. Dennoch ist wie vorstehend anzumerken, dass direkte Vergleiche zwischen verschiedenen Ländern an mancher Stelle aus den folgenden methodischen Gründen manchmal nicht möglich sind:

- Die strukturellen Besonderheiten eines Landes (z. B. Unfallaufkommen) oder große Unterschiede innerhalb eines Landes (z. B. Verhältnis von ländlich/zu städtisch) schränken die Aussagekraft der von uns berechneten Durchschnittswerte ein.
- Die Kostenfaktoren für Unfälle, Lärm und Luftverschmutzung werden nach dem nationalen BIP gewichtet. Diese Faktoren sollten in jeder gegebenen Situation im Einklang mit der spezifischen Situation in diesem Land stehen, damit es mit anderen Wirtschaftsdaten verglichen werden kann.
- Mit der Methodik von CE Delft wird versucht, mithilfe des Inländerprinzips fehlerbehaftete Kostenzuweisungen zwischen Ländern zu vermeiden. Die Ergebnisse für einige Länder können jedoch immer noch beeinflusst werden durch Unsicherheiten in den Berechnungen aufgrund dieses Prinzips. Beispiele hierfür sind Länder mit einem hohen Grad an Transitverkehr (z. B. Österreich) oder einer hohen Pendlerzahl in/aus dem Land (z. B. Luxemburg) sowie sehr kleine Länder, wo kleine Fallzahlen möglicherweise zu ausgefallenen Ergebnissen führen. Deshalb wird empfohlen, dass die individuellen Zahlen für jedes Land einer genauen Analyse unterzogen werden, bevor es zu Diskussionen in einzelnen Ländern kommt.

(9) Obwohl Vergleiche zwischen Länder ohne eine genaue Betrachtung der Einzelheiten nicht empfehlenswert sind, sind die Ergebnisse für ein einzelnes Land dennoch wertvoll und hilfreich. Jeder Länderwert vermittelt den nationalen Entscheidungsträgern und Bürgern einen guten Eindruck über die Größenordnung der externen Kosten für die Benutzung von Autos in ihrem spezifischen Land.



59. Für Malta stehen keine Daten zu den Fahrzeugkilometern zur Verfügung. Anstelle dessen werden durchschnittliche EU-Werte als Faktor für Personenkilometer benutzt.

# 6.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN: GRÖSSENORDNUNG DER EXTERNEN KOSTEN - ANSÄTZE FÜR POLITISCHES HANDELN

(1) Auf der Grundlage der Annahmen in dieser Studie werden durch die Nutzung von Autos in der EU-27 Kosten in Höhe von rund 373 Milliarden € pro Jahr (hohe Schätzung) auf andere Personen, andere Regionen und andere Generationen externalisiert (niedrige Schätzung: 258 Milliarden €). Dies ist eine beträchtliche Summe und sie führt zu einem Niveau der Autonutzung, das unter dem Gesichtspunkt der Gesellschaft betrachtet ineffizient ist. Weil „Andere“ für große Teile der Verkehrskosten bezahlen, bewegen sich Europäer zu viel mit dem Auto fort, um eine effiziente Situation zu ermöglichen. Dies erklärt auch zum Teil, weshalb in Teilen der EU ein hohes Stauniveau vorliegt.

(2) Die Ergebnisse dieser Studie zeigen deutlich, dass die häufig geäußerte Forderung, „dass Autos ihre gesamten internen und externen Kosten decken sollen“<sup>60</sup> nicht aufrechterhalten werden kann. Obwohl keine detaillierten Schätzungen von Gebühren und zweckgebundenen Steuern für Autos, die den externen Kosten zugeschrieben werden können, in dieser Studie erfolgt sind, liegt es auf der Hand, dass es keine zweckgebundenen Mittel gibt, die der Summe von 300 bis 400 Milliarden € externer Kosten gegenüber gestellt werden können. Gleichzeitig ist anzumerken, dass der Autoverkehr in der EU durch andere Personen und Regionen hoch subventioniert wird und dass dieser auch durch künftige Generationen subventioniert werden wird: Anwohner von Hauptverkehrsstraßen, Steuerzahler, ältere Menschen, die kein Auto besitzen, Nachbarländer und Kinder, Enkel und alle künftigen Generationen subventionieren den heutigen Verkehr. Sie müssen einen Teil der Rechnung bezahlen oder werden einen Teil der Rechnung bezahlen müssen.

(3) Diese Ergebnisse legen nahe, dass politisches Handeln dringend erforderlich ist. Je schneller politisch gehandelt wird, desto reibungsloser, effizienter, sozial akzeptabler und umweltfreundlicher kann der Übergangsprozess aussehen. Je länger dieses Handeln hinausgezögert wird, desto strenger, schwerer und teurer wird dieser Prozess sein.

Die Ergebnisse dieser Studie unterstreicht, dass die Europäische Union so schnell wie möglich in einen Prozess einsteigen sollte, bei dem die externen Kosten auf regelmäßiger Basis geschätzt und sanfte Wege zur Einbeziehung dieser Kosten in die Verkehrspreise entwickelt werden. Diese Wege sollten langsam und stetig und rechtzeitig vor der Implementierung erarbeitet und von Maßnahmen zur Unterstützung der Anpassungsprozesse begleitet werden. Es sollte daran erinnert werden, dass nicht beabsichtigt wird, ein Zusatzeinkommen zu schaffen, das von den Verkehrsnutzern zu tragen ist: Die Absicht liegt darin, Preissignale zu geben, sodass sich jeder anpasst und hoffentlich keiner diese Preise bezahlen muss. Dann käme es zu einer Reduzierung aller Kosten und einer Steigerung der Effizienz.



(4) Wirtschaftliche Preisfestsetzungen und Regulierungsmaßnahmen, Rahmenfestsetzungen und Planungsmaßnahmen (Flächennutzung) erfordern zumindest ebenso viel politische Aufmerksamkeit wie die Technologie. Die Erhöhung der Nutzerpreise durch die Internalisierung der externen Kosten in die Verbraucherpreise bei einem gleichzeitigem Angebot von Alternativen zur Autonutzung kann zu einer substantiellen Verhaltensänderung führen – und dies kann die billigste Option sein. Die Verringerung der Gesamtzahl der zurückgelegten Fahrzeugkilometer hat die größten Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen und es besteht kein Risiko von Rückkopplungseffekten.

(5) Technologische Maßnahmen wie Biokraftstoffe oder Elektrofahrzeuge konzentrieren sich in den meisten Fällen auf eine höhere Energieeffizienz und auf die Reduzierung von Treibhausgasen. Ihre Auswirkungen auf alle anderen Kostenkomponenten oder die externen Kosten sind geringer. Lärm und Luftverschmutzung sowie die große Kostenkomponente der Unfälle bleiben hoch und führen zu anhaltenden negativen Auswirkungen auf die Gesellschaft.

(6) Viele Prognosen bei Vermeidungskurven zur CO<sub>2</sub>-Minderung beruhen nur auf dem Einsatz neuer Technologien. Die Diskussion über die Reduzierung von Treibhausgasemissionen im Verkehr wird hauptsächlich den Automobilexperten überlassen. Dieser Ansatz ist irreführend, weil andere Bereiche (wie wirtschaftliche Ansätze oder Ansätze im Hinblick auf die Flächennutzung oder Verhaltensänderungen) vernachlässigt werden; und dies sind Bereiche, in denen Reduzierungen viel billiger zu haben sind. Das Projekt TransPoRD kommt als eines der wichtigsten Forschungsprojekte zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor in Europa zu dem Schluss: „Die heute bekannten Technologien werden nicht ausreichen, um die Reduzierungsziele für Treibhausgasemissionen von 60% - 80% bis 2050 zu erreichen“.<sup>61</sup> Demzufolge ist eine Kombination aller möglichen Ansätze erforderlich: Internalisierung der externen Kosten, Preismaßnahmen, technologische Entwicklung, Veränderungen der Flächennutzung, starke Regulierung (z. B. Verbot von Autos, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden in bestimmten Regionen nach einer bestimmten Zeit). Das Problem muss in Angriff genommen werden durch die Veränderung des Verkehrsmittelwahlverhaltens.



## 7.

## LITERATUR

Akashi, O. & Hanaoka, T., 2012. *Technological feasibility and costs of achieving a 50% reduction of global GHG emissions by 2050: mid- and long-term perspectives*. *Sustainability Science*, 7(2), S. 139-156.

Akkermans, L. et al., 2010. *Ranking of measures to reduce GHG emissions of transport: reduction potentials and feasibility qualification*. Delivery 2.1, Louvain, Belgique : Transport & Mobility Leuven.

ARE, ohne Jahresangabe. *Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft*, Bern: Bundesamt für Raumentwicklung ARE.

Baum, H., Geißler, T., Schneider, J. & Bühne, J.-A., 2008. *External Costs in the Transport Sector – A Critical Review of the EC-Internalisation - Policy*. Köln: Verband europäischer Automobilhersteller (ACEA).

Becker, U., Gerike, R. & Winter, M., 2009. *Grundwissen Verkehrsökologie*. Dresden: Dresdner Institut für Verkehr und Umwelt e.V.

Bickel, P. & R., F., 2005. *ExternE - Methodology 2005 update*, Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union.

bmvit, 2012. *Road Safety in Austria. Annual Report 2011*, Wien: bmvit.

CE Delft; Infrac; Fraunhofer ISI, 2011. *External Costs of Transport in Europe- Update Study for 2008*. Delft : CE Delft.

Cerwenka, P. & Meyer-Rühle, O., 2010. *Stauzeitkosten intern oder extern? - Ein Entwirrungsversuch*. *Internationales Verkehrswesen*, 62(01+02), S. 47.

EEA, 2011. *Laying the foundations for greener transport. TERM 2011: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe*, Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union.

ENDSeurope, 2012. *MRV is the necessary starting point to address maritime emissions. Joint Statement by Vice-President of the European Commission Siim Kallas and EU Commissioner for Climate Action Connie Hedegaard*.

[Online]

Verfügbar unter:

[www.endseurope.com/docs/121001a.doc](http://www.endseurope.com/docs/121001a.doc)

[Letzte Überprüfung: 11 10 2012].

Europäische Kommission, 1995. KOM(95)691: *Faire und effiziente Preise im Verkehr – politische Konzepte zur Internalisierung der externen Kosten des Verkehrs in der Europäischen Union*, Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission, 2002. *Richtlinie 2002/49/EG über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm*. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission, 2008. *Strategie zur Internalisierung externer Kosten*. KOM(2008)0435 endgültig. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission, 2011. *Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft bis 2050*. KOM(2011)0112 endgültig. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission, 2011. *Weißbuch. Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem*. KOM(2011)0144 endgültig, Brüssel: Europäische Kommission.

Europäische Kommission, 2012. *Mitteilung der Kommission über die Erhebung nationaler Straßenbenutzungsgebühren auf leichte Privatfahrzeuge (KOM (2012) 199) vom 14.05.2012*. Brüssel: Europäische Kommission.

Umweltbundesamt, 2008. *Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten*. Dessau-Rosslau: Umweltbundesamt.

Umweltbundesamt, 2010. *CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland. Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale*. Dessau: Umweltbundesamt.

- Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2009. *CO<sub>2</sub>-Verminderung in Deutschland; Teil 1: Methodik und Zusammenfassung*. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V.
- Friedemann, J., Becker, T. & Becker, U., 2010. *Wegekosten und externe Kosten - Analyse, Probleme, Bedeutung*. In: *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung*. Berlin: VDE Verlag.
- Hill, N. & Morris, M., 2012. *EU Transport GHG: Routes to 2050 II. Further development of the SULTAN tool and scenarios for EU transport sector GHG reduction pathways to 2050*, s.l.: s.n.
- Kuik, O., Brader, L. & Tol, R. S. J., 2009. *Marginal abatement costs of greenhouse gas emissions: A meta-analysis*. *Energy Policy*, 37(4), S. 1395-1403.
- Maibach, M. et al., 2007. *Handbook on estimation of external cost in the transport sector*. Delft: CE Delft.
- McKinsey & Company, 2007. *Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Eine Studie von McKinsey & Company, Inc., erstellt im Auftrag von „BDI initiativ - Wirtschaft für Klimaschutz“*, Berlin: McKinsey & Company.
- Nash, C., 2003. *UNITE - final report for publication*. [Online]  
Verfügbar unter:  
<http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite/>  
[Letzte Überprüfung: 21.09.2012].
- NEEDS, 2004-2008. *New Energy Externalities Development for Sustainability*. [Online]  
Verfügbar unter: [www.needs-project.org](http://www.needs-project.org)
- Road Safety Authority, 2008. *Road Collision Facts Ireland 2008*. Dublin: Road Safety Authority.
- Schade, W., 2011. *GHG-TransPoRD conclusions and policy recommendations*. Brüssel, s.n.
- Schäfer, A. et al., 2011. *TOSCA Project Final Report: Description of the Main S&T Results/Foregrounds*, s.l.: s.n.
- Schreyer, C. et al., 2004. *External Costs of Transport, Update Study, Final Report*, Paris: Internationaler Eisenbahnverband UIC.
- Sommer, H. et al., 2008. *Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz. Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten*, s.l.: Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bundesamt für Umwelt BAFU.
- Tavoni, M. & Tol, R. S. J., 2010. *Counting only the hits? The risk of underestimating the costs of stringent climate policy*. *Climatic Change*, 100(3-4), S. 769-778.
- Transport & Mobility Leuven, 2007. *TREMOVE model description*. s.l.:s.n.
- US Department of Transportation - Federal Highway Administration, 1982. *Final Report on the Federal Highway Cost Allocation Study*. Washington D.C.: US Verkehrsministerium.
- Victoria Transport Policy Institute, 2009. *Transportation Cost and Benefit Analysis II – Evaluating Transportation Benefits - Chapter 7: Evaluating Transportation Benefits*. Victoria, Kanada: s.n.
- Weltgesundheitsorganisation, 2005. *Health effects of transport-related air pollution*. Kopenhagen: Weltgesundheitsorganisation WHO Regionalstelle für Europa.
- Weltgesundheitsorganisation, 2011. *Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe*. Kopenhagen: Weltgesundheitsorganisation WHO Regionalstelle für Europa.

# 8. ANHÄNGE

 Tabelle 5: Überblick über die Maßnahmen zur Senkung von CO<sub>2</sub> und damit verbundene Maßnahmen und Potenziale

Name des Pakets	Inbegriffene Maßnahmen	Cost [€/Ton CO <sub>2</sub> wenn nicht anders angegeben]	Potenzielle CO <sub>2</sub> -Reduktion (Mt CO <sub>2</sub> , UE-27, 2050 wenn nicht anders angegeben)	Quelle
Einspritztechnik	HCCI (Homogene Kompressionszündung)	933	211	(Akkermans, et al., 2010), S. 178
Antrieb und Getriebe	Stufenloses Getriebe	14,427	50	(Akkermans, et al., 2010), S. 225
	Direktschaltgetriebe	> 1,000		(McKinsey & Company, 2007)
	Reduzierung der Reibungsleistung	<20		McKinsey&Company
		70 €/Fahrzeug	3% weniger Kraftstoff	Mock, Vector 21
Heiz-/Kühl-Management	Latente Wärmespeicherung, Abgaswärmerückgewinnung Ladeluftkühlung, Zweikreis- Kühlkreisläufe, Abschlusssystem für Kühlflüssigkeit	1,022	122	(Akkermans, et al., 2010), S. 186
	Thermomanagement	<20		McKinsey&Company
	Zweikreis-Kühlkreisläufe, Abgaswärmerückgewinnung	170 €/Fahrzeug	3% weniger Kraftstoff	Mock, Vector 21
Motorkontrollsystem	Variable Kompression (in Abhängigkeit vom Belastungsstand), Zylinderdeaktivierung, Start-Stop-System, variable Ventilsteuerung, Kraftstoffqualitätssensor	3,335	112	(Akkermans, et al., 2010), S. 194
Elektrisches System-Energieversorgung	Solarpaneele auf Fahrzeugdächern, energieeffiziente Wechselstromgeneratoren, intelligente Batteriesensoren	2,956	178	(Akkermans, et al., 2010), S. 182
Elektrisches System - Energienachfrage	LED-Leuchten, elektronische Lenkunterstützung Lenkunterstützung nur bei Lenkaktivitäten), elektrische Vakuumpumpen, intelligente Kraftstoffpumpen		64	(Akkermans, et al., 2010), S. 212
Leichtbauweise	Leichtbaudesign und -materialien, Weglassen überflüssiger Convenience Features, kleinere Kraftstofftanks zur Vermeidung von zusätzlichem Gewicht	7,644	152	(Akkermans, et al., 2010), S. 190
	Nicht spezifiziert	2-10 €/Gewichtsreduzierung	0.3 l/km und 100 kg Gewichtsreduzierung	Mock, Vector 21

Name des Pakets	Inbegriffene Maßnahmen	Cost [€/Ton CO <sub>2</sub> wenn nicht anders angegeben]	Potenzielle CO <sub>2</sub> -Reduktion (Mt CO <sub>2</sub> ), UE-27, 2050 wenn nicht anders angegeben	Quelle
Aerodynamik/ Widerstand	Verbesserte Aerodynamik, reduzierte Motorreibungsverluste, Niedrigwiderstandsreifen, Reifendruck-kontrollsystem, Schmierstoffe mit niedriger Viskosität	1,059	83	(Akkermans, et al., 2010), S. 202
	Niedrigwiderstandsreifen	30 €/Reifensatz	2% weniger Kraftstoff	Mock, Vector 21
	Verbesserte Aerodynamik	75 €/Reifensatz	1.5% weniger Kraftstoff	Mock, Vector 21, S. 30
Hybridfahrzeuge	Ersetzung konventioneller Autos durch Hybridautos (Mid- oder Vollhybrid)	5,928	159	(Akkermans, et al., 2010), S. 198
Wasserstoffzellenautos	Ersetzung von mit fossilen Brennstoffen betriebenen Autos durch Wasserstoffzellenautos gemäß ADAM 2 Degree-Szenario		70	(Akkermans, et al., 2010), S. 218
Batteriebetriebene Elektroautos	Ersetzung von Verbrennungsmotoren durch Elektromotoren (vollständige Ersetzung bis 2050)	5,542	689	(Akkermans, et al., 2010), S. 209
CNG/LPG	Ersetzung von Benzin und Diesel betriebenen Autos durch CNG-Autos	4,525	75	(Akkermans, et al., 2010), S. 206
Biokraftstoffe	Ethanol als Ersatz für Benzin	130-320		McKinsey&Company
	Hydriertes Pflanzenöl als Ersatz für Diesel	190-240		
Flächennutzungspolitik	Maßnahmen zur Veränderung der Form städtischer Gebiete und Förderung einer höheren Aktivitätsdichte mit Blick auf die Reduzierung des zwischen den Aktivitäten		21	(Akkermans, et al., 2010), S. 255
Städtische Verkehrskontrollsysteme	Städtische Verkehrskontrollsysteme (Ampelintervalle)			(Akkermans, et al., 2010), S. 251
Erhebung von nationalen Straßenbenutzungsge-	7 Eurocent / km im Durchschnitt		248	(Akkermans, et al., 2010), S. 247
Gebührenerhebung für städtische Sperrgebieten	4 € Spitzenzeiten, 2 € außerhalb der Spitzenzeiten		13	(Akkermans, et al., 2010), S. 245
Entfernungsgebundene Gebührenerhebung im Stadtgebiet	7 Eurocent / km		64	(Akkermans, et al., 2010), S. 446

Name des Pakets	Inbegriffene Maßnahmen	Cost [€/Ton CO <sub>2</sub> wenn nicht anders angegeben]	Potenzielle CO <sub>2</sub> -Reduktion (Mt CO <sub>2</sub> ), UE-27, 2050 wenn nicht anders angegeben	Quelle
Bonus-/Malus-System	Steuerliche Subvention in Abhängigkeit von den CO <sub>2</sub> -Emissionen		49	(Akkermans, et al., 2010), S. 326
Kraftstoffsteuer, CO <sub>2</sub> -Steuer & ETS	Preisinstrumente, die auf die Betriebskosten der Benutzung von Transportmaterial abzielen (über differenzierte Mineralölsteuern, CO <sub>2</sub> -Steuer oder ETS)		182	(Akkermans, et al., 2010), S. 330
Parken	Halbierung der öffentlichen Parkplätze		16	(Akkermans, et al., 2010), S. 260
	Verdoppelung der Gebühren für öffentliche Parkplätze		11	(Akkermans, et al., 2010), S. 259
	Parking Cash Out-Schemata (der Arbeitgeber bietet dem Arbeitnehmer eine Form des finanziellen Anreizes für den Verzicht auf seinen Parkplatz)			(Akkermans, et al., 2010), S. 266
	Abgabe auf private Parkplätze außerhalb von Wohngebieten (einschließlich Parkplätze am Arbeitsplatz)			(Akkermans, et al., 2010), S. 265
Fahrzeugkennzeichnung	Obligatorische Fahrzeugkennzeichnung	0	-	(Akkermans, et al., 2010), S. 304
Kraftstoffverbrauchsüberwachung / Benchmarking	Politische Maßnahmen für Unternehmen, Flottenbesitzer und private Fahrzeugbesitzer, technische Maßnahmen wie der Einsatz von kraftstoffsparende Einrichtungen in Fahrzeugen.	sehr kosteneffizient	1,321	(Akkermans, et al., 2010), S. 299
Eco driving	Schulungen, Medienkampagnen, Anreize usw. zum Eco Efficient Driving, technische Maßnahmen wie z. B. Ganganzeigen und Pedal-Feedback	niedrig	132	(Akkermans, et al., 2010), S. 299
Eco driving	Schaltpunktanzeige, Kraftstoffverbrauchsanzeige, Reifendruckkontrollsysteme, optimierte Klimaanlage	-30		McKinsey&Company
Optimierte Fahrzeugnutzung	Trip sharing, car sharing, Streckenplanung usw. Maßnahmen können auf verschiedenen Ebenen identifiziert werden: ITS, Firmenpolitik, persönliches Verhalten		67	(Akkermans, et al., 2010), S. 311
Fahrzeugwartung	Fahrzeugwartung: Benutzung geeigneter Schmierstoffe, Reifendruck, Motor-Tuning, Luftfilter usw. Diese Maßnahmen können mit obligatorischen Fahrzeuginspektionen kombiniert werden.		59	(Akkermans, et al., 2010), S. 307
Geschwindigkeitskontrolle der derzeitigen Begrenzungen	Eine Vielfalt von Maßnahmen zur Kontrolle der derzeitigen Geschwindigkeitsbegrenzungen entweder über Standardmaßnahmen wie Beschilderung und Kameras oder Intelligente Geschwindigkeitsanpassung (ISA).		21	(Akkermans, et al., 2010), S. 286

Name des Pakets	Inbegriffene Maßnahmen	Cost [€/Ton CO <sub>2</sub> wenn nicht anders angegeben]	Potenzielle CO <sub>2</sub> -Reduktion (Mt CO <sub>2</sub> ), UE-27, 2050 wenn nicht anders angegeben	Quelle
Senkung der Geschwin-	(70 mph auf 60mph)		42	(Akkermans, et al., 2010), S. 287
Veränderung der Verkehrsmittel	Die Veränderung der Verkehrsmittelwahl kann auf verschiedene Arten erreicht werden: Gesetzgebung, die einige Formen des Straßenverkehrs untersagt, Besteuerung- und Preispolitik usw.	Hängt von den Maßnahmen ab	-	(Akkermans, et al., 2010), S. 316
Senkung der Gebühren für öffentliche Verkehrsmittel	Halbierung der städtischen Bus-/ Zug-/U-Bahngebühren		21	(Akkermans, et al., 2010), S. 270
Busfrequenz	50% Erhöhung der Bus-/Zug-/U-Bahn-Frequenz in städtischen Gebieten			(Akkermans, et al., 2010), S. 270
Laufen und Radfahren – Grundlagen	Maßnahmen zur Förderung von Laufen und Radfahren – Bereitstellung von einigen Infrastrukturen, aber hauptsächlich sanfte Maßnahmen	niedrig	64	(Akkermans, et al., 2010), S. 277
Laufen und Radfahren – Vision (p. 278)	Visionärer Ansatz, der sich an europäischen Beispielen für bewährte Verfahren orientiert (Bereitstellung von Infrastrukturen, kulturelle Veränderungen sowie Maßnahmen zur Förderung)	niedrig	214	(Akkermans, et al., 2010), S. 278
Intelligentere Wahlen (S. 282)	„Sanfte“ Maßnahmen: persönliche Reiseplanung, Autoclubs, Reisepläne, Informationen und Vermarktung für öffentliche Verkehrsmittel; Werbekampagnen für Laufen und Radfahren und Sensibilisierungskampagnen.	niedrig	96	(Akkermans, et al., 2010), S. 282

## LISTE DER TABELLEN

Tabelle 1: Überblick über die Methodik von CE Delft et al.	15
Tabelle 2: EU-Emissionsziele und Meilensteine (Basisjahr 1990)	27
Tabelle 3: Überblick über typische CO <sub>2</sub> -Kosten für das Zieljahr 2050	28
Tabelle 4: Externe Gesamtkosten für Autos 2008 für die EU-27 nach Kategorie und Land	34
Tabelle 5: Überblick über die Maßnahmen zur Senkung von CO <sub>2</sub> und damit verbundene Potenziale und Kosten	44

## LISTE DER ABBILDUNGEN

Abbildung 1: Karte der Lkw-Maut in der EU im Jahr 2012	11
Abbildung 2: Auswirkungen von Autounfällen auf die Gesellschaft	16
Abbildung 3: Ansatz zur Berechnung der externen Unfallkosten	17
Abbildung 4: Wirkungspfadansatz für die Auswirkungen der Luftverschmutzung	19
Abbildung 5: Methodik zur Berechnung der Luftverschmutzungskosten	20
Abbildung 6: Lärmauswirkungen und verwandte Kosten	21
Abbildung 7: Methodik zur Berechnung der Lärmkosten	22
Abbildung 8: Vergleich von Vermeidungskostenfaktoren aus der Literatur	27
Abbildung 9: Globales Vermeidungspotenzial und Kosten für den Verkehrssektor bis 2030	29
Abbildung 10: Methodik zur Berechnung der Klimakosten	31
Abbildung 11: Externe Gesamtkosten für Autos pro Jahr (2008) nach Ländern	35
Abbildung 12: Externe Autokosten pro Einwohner und Jahr (2008) nach Ländern	36
Abbildung 13: Externe Autokosten pro angemeldetem Fahrzeug und Jahr (2008) nach Ländern	37
Abbildung 14: Anteil der Kostenkategorien für Autos in der EU-27 (hohe Klimakosten)	38
Abbildung 15: Anteil der Kostenkategorien für Autos in der EU-27 (niedrige Klimakosten)	38
Abbildung 16: Durchschnittliche externe Autokosten pro 1.000 vkm nach Ländern	39







Externe Kosten für die  
Nutzung von Autos  
in der EU-27



## Externe Autokosten in der EU-27



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

Die Studie wurde erstellt im Auftrag



Die Grünen/EFA im Europäischen Parlament  
60, rue Wiertz - 1047 Brüssel  
Belgien  
[www.gruene-efa.eu](http://www.gruene-efa.eu)