

aufeinander folgenden Monaten (2015 bis 2017)) aufsummiert und gemittelt und als externe Unfallkosten je Verkehrsmittel und Jahr ausgewiesen.

Ergebnisse

Der städtische Verkehr in Kassel verursacht externe Unfallkosten in Höhe von 42,1 Mio. EUR pro Jahr. Für die höchsten externen Unfallkosten ist der Pkw-Verkehr mit ca. 28 Mio. EUR (ca. 67%) verantwortlich (siehe Bild 3.1). Dem städtischen Lkw-Verkehr werden 2,1 Mio. EUR (ca. 5%) zugeordnet, während dem städtischen ÖPNV insgesamt 1,4 Mio. EUR (ca. 3%) angelastet werden. Der städtische Radverkehr verantwortet 3,6 Mio. EUR (ca. 9%) und der Fußgängerverkehr etwa 2,5 Mio. EUR (6%). Aus Bild 3.1 wird auch deutlich, dass motorisierte Zweiräder mit 8% an den gesamten Unfallkosten verantwortlich sind.

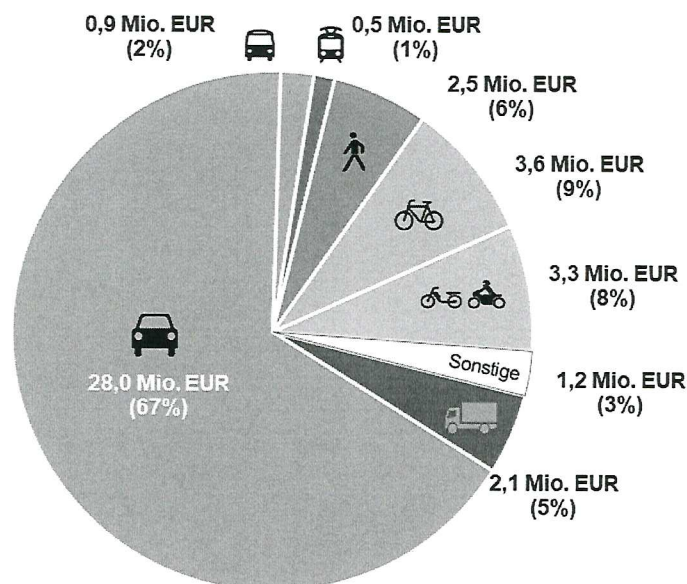


Bild 3.1: Überblick über die Ergebnisse der externen Unfallkosten im städtischen Verkehr in Kassel, differenziert nach Verkehrsmitteln (gemittelt und gerundet aus den Ergebnissen der Jahre 2017 bis 2019)

Verkehrsmittel	Externe Unfallkosten [Mio. EUR/a]	Anteil der Unfallkosten [%]
Lkw (Fzg. > 3,5 t zGG)	2,1	5%
Pkw (Fzg. ≤ 3,5 t zGG)	28,0	67%
Linienbus	0,9	2%
Straßenbahn	0,5	1%
Fußgänger	2,5	6%
Fahrräder	3,6	9%
Mot. Zweiräder	3,3	8%
Sonstige	1,2	3%
Summe	42,1	100%

* Motorisiertes Zweirad (Kraftrad, Motorroller, Mofa etc.)

** Sonstige (Eisenbahn, Zugmaschine, nicht klassifizierbare Kfz etc.)

3.3 Luftschadstoffkosten

Einführung und methodisches Vorgehen

Durch die Verbrennung von fossilen Kraftstoffen werden Luftschadstoffemissionen im Straßenverkehr freigesetzt, die schädlich für die menschliche Gesundheit und die gesamte Umwelt sind. Die luftschadstoffbedingten Schäden ziehen externe Kosten nach sich, da die Verursacher die entstehenden Kosten nicht tragen. Zur Abschätzung der verkehrsbedingten Luftschadstoffkosten werden aus spezifischen Eingangsgrößen die jährlichen Gesamtemissionen von verschiedenen Luftschadstoffarten des Straßenverkehrs auf Grundlage eines vereinfachten Emissionsmodells berechnet. Der Einsatz eines Emissionsmodells ist zur Ermittlung der straßenverkehrsbedingten Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen erforderlich, um eine Differenzierung nach Verursacher (Pkw-, Lkw- und Linienbusverkehr) zu ermöglichen. Die modellhaft abgeschätzten Emissionsmengen werden je Luftschadstoffart und Verkehrsmittel anschließend mit spezifischen Kostensätzen aus der Literatur monetarisiert.

Die Allokation der berechneten Luftschadstoffkosten auf die Verursacher bezieht sich im vorliegenden Ansatz analog zu der EU-Richtlinie 2011/76/EU auf die Emissionsseite. Im Ergebnis werden die jährlichen externen Luftschadstoffkosten des städtischen Straßenverkehrs, differenziert nach Lkw-, Pkw- und Linienbusverkehr, ausgewiesen.

Die quantitative Bestimmung der Emissionen im Straßenverkehr konzentriert sich in der vorliegenden Studie auf die *motorbedingten Abgasemissionen* im warmen Betriebszustand und auf die *nicht-motorbedingten Partikelemissionen* durch Abrieb, die von Kraftfahrzeugen im Verkehrsmittelbetrieb und im Verkehrswegenetz der Stadt Kassel ausgestoßen werden (Territorialprinzip).

Abschätzung des Mengengerüsts

Die quantitative Abschätzung der straßenverkehrsbedingten Luftschadstoffemissionen basiert im vorliegenden Ansatz auf den drei folgenden Eingangsgrößen, die miteinander verknüpft werden:

- den spezifischen jährlichen Fahrleistungen der betrachteten Verkehrsmittel,
- den spezifischen motorbedingten Emissionsfaktoren (*exhaust*) und
- den nicht-motorbedingten Partikelemissionsfaktoren (*non-exhaust*).

Zur Ermittlung der *motorbedingten Emissionsfaktoren* wird das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs in der Version 3.3 (HBEFA 3.3 2017) eingesetzt. Auf Grundlage der HBEFA-Datenbank können spezifische Emissionsfaktoren für alle reglementierten (z.B. NO_x, Feinstaub) sowie eine Reihe von nicht-reglementierten Schadstoffen (z.B. N₂O, NH₃, CH₄, SO₂), einschließlich Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Kraftstoffverbrauch ermittelt werden. Im vorliegenden Ansatz werden aus der HBEFA-Datenbank aggregiert-fahrleistungsgewichte Emissionsfaktoren für innerörtliche Straßen eingesetzt. Die einzelnen abgeleiteten Emissionsfaktoren (für die Abschätzung der Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen) basieren somit auf dem mittleren Emissionsverhalten der verschiedenen Fahrzeugkategorien auf innerörtlichen Straßen. Neben den motorbedingten Partikelemissionen stammt ein großer Anteil der straßenverkehrsbedingten Partikelemissionen durch Reifen- und Bremsenabrieb sowie durch Straßenabrieb und Aufwirbelungen von auf der Straßenoberfläche liegender Partikeln (*nicht-*

motorbedingte Partikelemissionen). In der vorliegenden Studie werden die *nicht-motorbedingten Partikelemissionen* für Reifen-, Brems- und Straßenabrieb anhand der empfohlenen Emissionsfaktoren für verschiedene Partikelgrößenfraktionen von der Europäischen Umweltagentur eingesetzt (vgl. (Ntziachristos and Boulter 2016)).

Kostensätze für die Emission von Luftschadstoffen aus dem Straßenverkehr

Zur monetären Bewertung der straßenverkehrsbedingten Luftschadstoffe werden die empfohlenen Kostensätze der UBA-Methodenkonvention in der Version 3.0 (UBA 2018) eingesetzt. Die empfohlenen Kostensätze der UBA-Methodenkonvention basieren auf den aktuellsten Ergebnissen gemäß dem Stand der Wissenschaft, die vom UBA laufend aktualisiert werden. Die empfohlenen Kostensätze der UBA-Methodenkonvention 3.0 werden, differenziert nach Schadstoffart und Emissionsort, in der Einheit EUR pro Tonne ausgewiesen. In Tabelle 3.3 sind die eingesetzten (durchschnittlichen) Kostensätze für Luftschadstoffemissionen aus dem Straßenverkehr dargestellt.

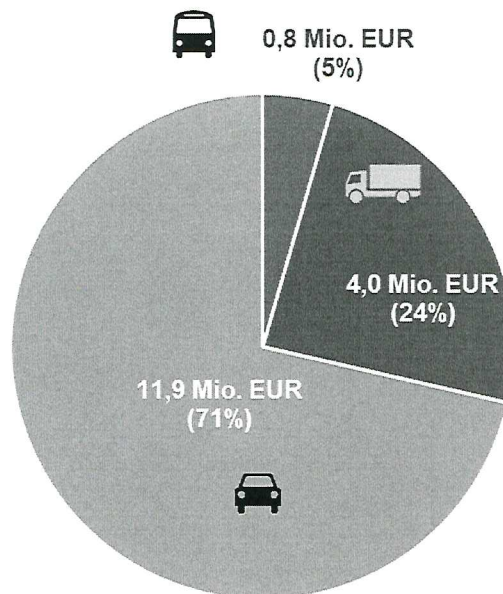
Tabelle 3.3: Kostensätze für die Emission von Luftschadstoffen aus dem Straßenverkehr (in EUR/t Emission, Bezugsjahr 2016), (nach UBA-Methodenkonvention 3.0 (UBA 2018), S. 16)

Umgebung	Gesundheitsschäden				Nichtgesundheitliche Schäden
	Unbekannt	Urban	Suburban	Ländlich	
PM _{2.5}	59.700	242.500	70.000	41.100	0
PM _{coarse}	1.000	4.700	1.200	600	0
PM ₁₀	6.800	28.500	8.000	4.600	0
NO _x	15.000	15.000	15.000	15.000	3.500
SO ₂	14.200	14.200	14.200	14.200	1.400
NMVOG	1.200	1.200	1.200	1.200	1.000
NH ₃	23.000	23.000	23.000	23.000	10.300

Die Kategorien Urban, Suburban und Ländlich unterscheiden sich nach der Bevölkerungsdichte (Urban > 1.500, 300 < Suburban < 1.500, Ländlich < 300), Annahme: PM₁₀ besteht zu 10% aus PM_{2.5} und zu 90% aus PM_{coarse}.
Für NO_x und SO₂ bilden die Kosten die Schäden durch sekundäre Feinstaubbildung ab.
Quelle: van der Kamp et al. (2017) und eigene Berechnungen.

Ergebnisse

Die Monetarisierung der straßenverkehrsbedingten Luftschadstoffemissionen erfolgt durch die Verknüpfung der modellhaft abgeschätzten Emissionsmengen je Luftschadstoffart der betrachteten Verkehrsmittel mit den spezifischen Kostensätzen pro emittierter Menge eines Luftschadstoffs. Aus der Monetarisierung der Luftschadstoffemissionen wird deutlich, dass der städtische Straßenverkehr externe Kosten durch Luftschadstoffemissionen in Höhe von 16,7 Mio. EUR verursacht (siehe Bild 3.2). Die monetarisierten Luftschadstoffemissionen verteilen sich proportional zu den jeweiligen ausgestoßenen Luftschadstoffen auf die verschiedenen Verkehrsmittel.



Gesamt: 16,7 Mio. EUR/a

Bild 3.2: Luftverschmutzungskosten im Straßenverkehr in der Stadt Kassel, differenziert nach Verkehrsmitteln (Bezugsjahr 2019)

Aus Bild 3.2 wird deutlich, dass der Linienbusverkehr mit 0,8 Mio. EUR (ca. 5%) für die geringsten Luftverschmutzungskosten im städtischen Straßenverkehr verantwortlich ist. Den größten Anteil an den Luftverschmutzungskosten im Straßenverkehr verantwortet der städtische Pkw-Verkehr mit ca. 11,9 Mio. EUR (71%). Der Lkw-Verkehr verursacht 24% der gesamten Luftverschmutzungskosten im städtischen Straßenverkehr.

3.4 Klimakosten

Einführung und methodisches Vorgehen

Der Ausstoß von anthropogenen Treibhausgasemissionen verursacht negative Auswirkungen auf das globale Klima. Das Bewertungsverfahren zur Abschätzung der Klimakosten entspricht i.W. dem methodischen Vorgehen von (ECOPLAN und INFRAS 2014). Im ersten Schritt werden die Emissionsmengen der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) analog zu den Luftschadstoffkosten auf Basis eines Emissionsmodells abgeschätzt. Anschließend werden die Treibhausgasemissionen (CO₂, CH₄, N₂O) auf Grundlage ihrer Treibhausgaspotenziale in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Die resultierende Gesamtmenge an Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten wird anschließend mit einem spezifischen Kostensatz pro Tonne CO₂-Äquivalente monetarisiert. Im Ergebnis werden die jährlichen Klimakosten des städtischen Straßenverkehrs, differenziert nach Lkw-, Pkw- und Linienbusverkehr, ausgewiesen.

Abschätzung des Mengengerüsts

Das Mengengerüst der Monetarisierung bildet die modellhaft abgeschätzte jährliche Gesamtmenge an Treibhausgasemissionen im städtischen Straßenverkehr. Die quantitative Abschätzung der Treibhausgasemissionen (Mengengerüst) erfolgt analog zu dem methodischen Vorgehen zur Ermittlung der anderen Luftschadstoffemissionen. Die Treibhausgasemissionen werden auf Grundlage der spezifischen Emissionsfaktoren der sogenannten „Kyoto-Gase“ (Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (Distickstoffoxid (N₂O))) aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 3.3 2017) und der jeweiligen jährlichen Fahrleistung berechnet. Um Treibhausgasemissionen in sogenannte „CO₂-Äquivalente“ (CO₂-eq) umzurechnen, werden treibhauswirksame Emissionen entsprechend ihrem „Global Warming Potential“ (GWP) gewichtet. Das Erwärmungspotenzial von CO₂ wird demnach als Referenzwert herangezogen, daher wird im Zusammenhang mit dem GWP von CO₂-Äquivalenten gesprochen. Die Faktoren für das Treibhausgaspotential von Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) werden von (UBA 2018, S. 9) für die Berechnungen herangezogen.

CO₂-Kostensatz

Die zentrale Größe zur Abschätzung der verkehrsbedingten Klimakosten stellt der CO₂-Kostensatz, d.h. die Kosten je emittierter Tonne CO₂-Äquivalente, dar. Die aktuelle Methodenkonvention 3.0 des Umweltbundesamtes empfiehlt basierend auf neuen wissenschaftlichen Ergebnissen für die Bewertung von Klimafolgeschäden den Kostensatz von **180 EUR pro Tonne CO₂-Äquivalente** einzusetzen (Preisstand 2016) (vgl. (UBA 2018, S. 9)). Der in der Methodenkonvention 3.0 empfohlene Kostensatz basiert auf dem Schadenskostensatz⁵ und stellt eine eher vorsichtige Schadenskostenschätzung dar (vgl. (UBA 2018, S. 10)).

Ergebnisse

Die externen Klimakosten werden über die Multiplikation der gesamten Treibhausgasemissionen im städtischen Pkw-, Lkw- und Linienbusverkehr (Tonnen CO₂-eq pro Jahr) mit dem empfohlenen Schadenskostensatz von 180 EUR pro Tonne CO₂-eq abgeschätzt. Mit der Anwendung des CO₂-Kostensatzes in Höhe von 180 EUR pro Tonne CO₂-eq ergeben sich im städtischen Straßenverkehr in Kassel externe Klimakosten in Höhe von ca. 30,5 Mio. EUR/a. Bild 3.3 zeigt zusammenfassend das Ergebnis der monetarisierten Treibhausgasemissionen im Straßenverkehr in der Stadt Kassel.

⁵ „Im Klimabereich wird mit dem Schadenskostenansatz die Höhe der Schäden geschätzt, die der Gesellschaft durch Treibhausgasemissionen und dem daraus resultierenden Klimawandel entstehen.“ (UBA 2018, S. 10).

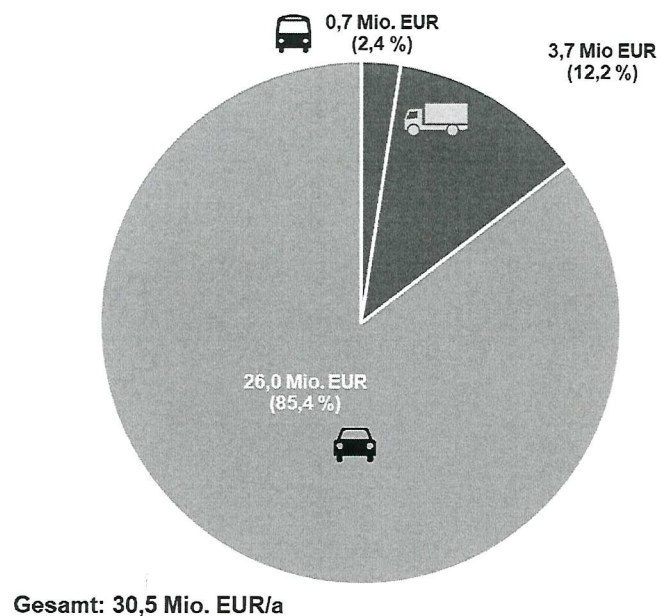


Bild 3.3: Überblick über die Ergebnisse zu den externen Klimakosten im Straßenverkehr in Kassel, differenziert nach Verkehrsmitteln (Bezugsjahr 2019)

Die abgeschätzten Klimakosten verteilen sich proportional zu den jeweiligen Treibhausgasemissionen auf die einzelnen Verkehrsmittel. Mit einem Anteil von über 85% entfällt der größte Teil der Klimakosten im städtischen Straßenverkehr auf den Pkw-Verkehr (siehe Bild 3.3). Der Linienbusverkehr verantwortet ca. 2% (0,7 Mio. EUR) und der Lkw-Verkehr ca. 12,2% (3,7 Mio. EUR) der Klimakosten im Straßenverkehr (siehe Bild 3.3). Die elektrische Energie für den Straßenbahnverkehr wird durch entsprechende Verträge bereits seit dem Jahr 2008 klimaneutral bereitgestellt.

3.5 Lärmkosten

Einführung und methodisches Vorgehen

Aufgrund der geringen Abstände zwischen Lärmquelle und Immissionsort und den hohen Einwohnerdichten entstehen im städtischen Raum die größten Lärmbetroffenheiten (vgl. (Heinrichs 2016, S. 243)). Hauptlärmquellen des städtischen Verkehrs sind der Straßenverkehr, der Flugverkehr (sofern ein Flughafen im städtischen Gebiet besteht) und der Schienenverkehr. Lärm wirkt sich gravierend auf das Wohlbefinden und die Gesundheit von Menschen aus, da er sowohl die psychische als auch die physische Gesundheit schädigt (vgl. (Babisch 2006, S. 10 ff.)). Die beiden Schadenskategorien der Lärmwirkungen (Belästigung und Gesundheit) ziehen externe Kosten nach sich.

Das Bewertungsverfahren zur Abschätzung und Allokation der externen Lärmkosten orientiert sich in den Grundzügen an den Empfehlungen von (van Essen et al. 2011). Aus dem Ergebnis der Umgebungslärmkartierung auf kommunaler Ebene wird die Anzahl der lärmexponierten Personen getrennt für den Straßen- und Schienenverkehr (hier Straßenbahnen, Tram, U- und



Stadtbahnen) ermittelt. Die Anzahl an lärmbeeinträchtigten Einwohnern wird anschließend mit spezifischen Kostensätzen je Schalldruckpegelklasse für den Straßenverkehr und schienengebundenen ÖSPV multipliziert. Im Ergebnis werden die Lärmkosten für den Straßenverkehr und den städtischen schienengebundenen ÖPNV (Straßenbahnen, Tram, U- und Stadtbahnen) ausgewiesen.

Um die Lärmkosten des Straßenverkehrs auf den Linienbus-, Lkw- und Pkw-Verkehr verursachergerecht zu allokieren, wird der Aufteilungsschlüssel „Straßenverkehrslärm“ nach (Saighani 2020), basierend auf den stadtspezifischen Fahrleistungen und literaturgestützten *Lärmgewichtungsfaktoren* (LGF), ermittelt. Aus der Aufteilung resultiert das Endergebnis, in dem die gesamten externen Lärmkosten, differenziert nach ÖPNV, Lkw- und Pkw-Verkehr, ausgewiesen werden.

Abschätzung des Mengengerüsts

Für das vorliegende Verfahren werden die lärmbeeinträchtigten Einwohner, differenziert nach den Lärmquellen Straßenverkehr und städtischer Schienenverkehr, aus den Ergebnissen der Lärmkartierungen entnommen, die auf der gesetzlichen Grundlage der EU-Umgebungslärmrichtlinie (EU-Richtlinie 2002/49/EG) erstellt werden. Die Tabelle 3.4 zeigt das Ergebnis Mengengerüsts zur Monetarisierung der Lärmwirkungen, differenziert nach Straßen- und Schienenverkehrslärm (schienengebundener ÖSPV), in den Schalldruckpegelklassen des Lärmindexes L_{DEN} in der Stadt Kassel (Stand 2017) (Regierungspräsidium Kassel 2020)⁶.

Für die vorliegende Studie sind jedoch nur die Personen bei der Monetarisierung zu berücksichtigen, die durch den Lärm von Straßen beeinträchtigt werden, die sich in der Baulast der betrachteten Stadt befinden. Ausgehend von der Zuordnung der Straßenbaulastträgerschaften sind daher die lärm erzeugenden Anteile von Bundesautobahnen an der Gesamtlärmbelastung des Straßenverkehrs abzuschätzen.

In diesem Zusammenhang werden die in (Saighani 2020) berechneten lärm erzeugenden Anteile von Bundesautobahnen an der Gesamtlärmbelastung des Straßenverkehrs in der Stadt Kassel eingesetzt. Saighani (2020) setzte ein vereinfachtes Modell an, um die lärmbeeinträchtigten Einwohner durch Bundesautobahnen abzuschätzen.

Hierzu wurden zunächst die Isophonen-Bänder des Straßenverkehrs mit georeferenzierten Bevölkerungsdaten aus dem Zensus (2011) auf Basis eines Ein-Hektar-Rasters in einem Geoinformationssystem (GIS) zusammengeführt. Anschließend wurden die lärmbeeinträchtigten Einwohner, die sich innerhalb der Flächen der Isophonen-Bänder befinden, der Straße zugeordnet, die die geringste Luftlinienentfernung zu den Einwohner-Rastern und dementsprechend zu den Wohngebäuden der Einwohner aufweist. Der Grundgedanke dieser vereinfachten Annahme liegt darin, dass der räumliche Abstand zwischen Lärmemissionsort und Lärmimmissionsort die Höhe der Verkehrslärmexposition maßgeblich beeinflusst. Die so ermittelte Anzahl an lärmbeeinträchtigten Einwohnern je Schalldruckpegelklasse, die durch Bundesautobahnen betroffen sind, werden anschließend vom Mengengerüst abgezogen (Extrapolation).

⁶ Datenquelle: Lärmaktionsplan 3. Runde, Regierungspräsidium Kassel, Teilplan Ballungsraum Kassel, Mai 2020

Die Tabelle 3.4 zeigt das Ergebnis des Mengengerüsts zur Monetarisierung der Lärmwirkungen, differenziert nach Straßen- und Schienenverkehrslärm (schienegebundener ÖSPV), in den Schalldruckpegelklassen des Lärmindex L_{DEN} in der Stadt Kassel.

Die Ergebnisse zeigen, dass zum einen eine deutlich höhere Verkehrslärmexposition vom Straßenverkehr als vom schienegebundenen ÖSPV ausgeht, und zum anderen, dass sich der Anteil des Straßenverkehrslärms durch BAB überwiegend in den unteren Schalldruckpegelklassen auswirkt.

Tabelle 3.4: Anzahl der verkehrslärmexponierten Personen im Straßen- und Schienennetz (schienegebundener ÖSPV) in den Pegelbereichen des Lärmindex L_{DEN} in der Stadt Kassel. Datengrundlage: (Regierungspräsidium Kassel 2020, S. 66)

Schalldruckpegelklasse L_{DEN} [dB(A)]	Straßenverkehrslärm		Schienen- gebundener ÖSPV
	Anzahl verkehrslärmexponierter Personen mit BAB	Anzahl verkehrslärmexponierter ohne BAB durch Extrapolierung	
50 – 55 dB(A)	---	---	---
55 – 60 dB(A)	10.571	9.302	4.114
60 – 65 dB(A)	7.962	7.325	3.379
65 – 70 dB(A)	4.868	4.771	2.743
70 – 75 dB(A)	3.736	3.661	881
über 75 dB(A)	278	278	219
Summe	27.415	25.337	11.336

Kostensätze

Zur Monetarisierung der Lärmwirkungen wird die Anzahl lärm betroffener Einwohner mit den spezifischen Kostensätzen von (UBA 2018) multipliziert. Die eingesetzten Kostensätze sind in Tabelle 3.5 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 3.5: Kostenfunktionen für Lärmwirkungen bezogen auf L_{DEN} -Werte nach (UBA 2018) S. 23 ff.

Schalldruckpegelklasse L_{DEN} [dB(A)]	Gesamtkosten in EUR/Person und Jahr Gesamtergebnis über alle Endpunkte*	
	Straße	Bahn
45 – 49 dB(A)	28,0	8,9
50 – 54 dB(A)	59,5	22,0
55 – 59 dB(A)	110,5	51,7
60 – 64 dB(A)	186,5	102,4
65 – 69 dB(A)	290,9	176,0
70 – 74 dB(A)	432,0	278,5
über 75 dB(A)	618,0	415,4

*Belästigungen, physische Gesundheitsfolgen, kognitive und psychische Beeinträchtigungen. Berücksichtigung der Kostenkomponenten: immaterielle Kosten, Kosten Gesundheitssystem und Kosten durch Produktionsausfälle

Berechnung der externen Lärmkosten und Allokationsrechnung

Während die Lärmbelastungskosten der Straßenbahn vollständig dem städtischen ÖPNV zugeordnet werden können, sind die externen Lärmkosten des Straßenverkehrs auf den Linienbus-, Lkw- und Pkw-Verkehr verursachergerecht aufzuteilen. Um die Lärmkosten des Straßenverkehrs auf den Linienbus-, Lkw- und Pkw-Verkehr verursachergerecht zu allokieren, wird der Aufteilungsschlüssel „Straßenverkehrslärm“, basierend auf den stadtspezifischen Fahrleistungen und literaturgestützten *Lärmgewichtungsfaktoren* (LGF), ermittelt. Dabei wird angenommen, dass die verschiedenen Fahrzeuge in unterschiedlicher Höhe für die entstehenden Lärmimmissionen im Straßenverkehr und die dadurch verursachten externen Lärmkosten des Straßenverkehrs verantwortlich sind. Der stadtspezifische und fahrleistungsgewichtete Aufteilungsschlüssel wird aus den jährlichen Fahrleistungen im städtischen Lkw-, Pkw-, und Linienbusverkehr und den aggregierten Lärmgewichtungsfaktoren ermittelt. Die externen Lärmkosten im städtischen ÖPNV berechnen sich aus den Lärmkosten des Straßenbahn- und den des Linienbusverkehrs.

Die Monetarisierung der Lärmwirkungen des städtischen Verkehrs zeigt, dass in der Stadt Kassel externe Lärmkosten in Höhe von ca. 6,9 Mio. EUR verursacht werden (siehe Bild 3.4). Für die höchsten externen Lärmkosten ist der Pkw-Verkehr mit ca. 3,8 Mio. EUR (56%) verantwortlich. Der städtische ÖPNV und der Lkw-Verkehr verantworten jeweils ca. 22% der gesamten Lärmkosten.

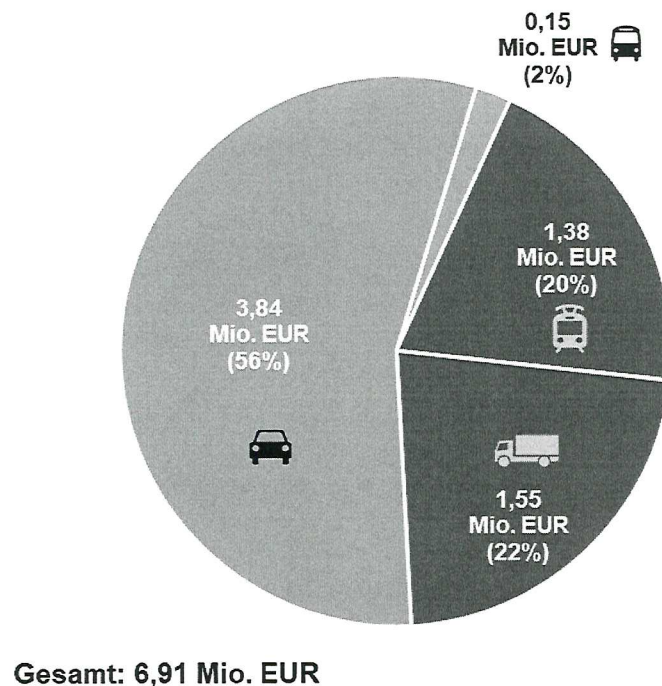


Bild 3.4: Externe Lärmkosten im städtischen Verkehr in Kassel, differenziert nach Verkehrsmitteln

3.6 Externe Nutzen im nicht-motorisierten Verkehr

Die positiven Gesundheitswirkungen durch regelmäßige Bewegung sind in der Wissenschaft umfassend belegt und unumstritten. Körperliche Aktivität wirkt sich positiv auf viele Teilbereiche der Morbidität (Krankheitshäufigkeit) aus wie u. a. Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Schlaganfall, Diabetes, einigen Krebsarten und Verbesserung der allgemeinen Lebensqualität. Durch die regelmäßige aktive Fortbewegung der Teilnehmer im Fuß- und Radverkehr und der damit verbesserte Gesundheitszustand entstehen nicht nur bei den Teilnehmern ein Nutzen, sondern auch bei Dritten in Form von eingesparten Kosten.

Im Rahmen eines internationalen Projektes hat die WHO ein Berechnungsverfahren entwickelt, um den Gesundheitsnutzen im Fuß- und Radverkehr zu monetarisieren (WHO 2014). Das „Health Economic Assessment Tool for walking and cycling“ (HEAT) ermittelt aus Angaben zum Mobilitätsverhalten im Fuß- und Radverkehr der Bevölkerung ein reduziertes Mortalitätsrisiko (Sterberisiko). Darauf aufbauend werden statistisch „verhinderte Todesfälle“ abgeschätzt. Die so berechneten verhinderten Todesfälle infolge aktiver Mobilität werden anschließend mit Hilfe des VSL in monetäre Werte ausgedrückt. In der vorliegenden Studie wird das „Health Economic Assessment Tool for walking and cycling“ (HEAT) eingesetzt, um die aus der körperlichen Aktivität resultierenden positiven Gesundheitswirkungen durch das zu Fuß Gehen und Radfahren der städtischen Bevölkerung zu monetarisieren. Das in der vorliegenden Studie eingesetzte HEAT-Verfahren stellt einen vereinfachten, jedoch robusten Ansatz dar, der für eine breite Anwendung, d.h. für größere Personengruppen (städtische Bevölkerung), ausgelegt ist.

Als Eingangsgrößen werden mittlere Daten zum Mobilitätsverhalten der Bevölkerung aus der Haushaltsbefragung „Mobilität in Städten SrV“ auf der Ebene von Wegen eingesetzt⁷. Aus den Angaben zum Mobilitätsverhalten im Fuß- bzw. Radverkehr der städtischen Bevölkerung wird die mittlere körperliche Aktivität in Form von wöchentlicher Unterwegszeit (in Minuten) zu Fuß bzw. mit dem Fahrrad hochgerechnet. Der Zusammenhang zwischen wöchentlicher Unterwegszeit zu Fuß bzw. mit dem Fahrrad und reduziertem Sterberisiko (Mortalitätsrisiko) wird über das sogenannte „Relative-Risiko“ (RR) aus epidemiologischen Studien quantifiziert. In „HEAT“ sind diese relativen Risiken (RR) für den Fußverkehr aus einer Metaanalyse von neun Langzeitstudien und für den Radverkehr aus einer Langzeitstudie hinterlegt. Die wichtigsten hinterlegten Parameter in HEAT sind in Tabelle 3.6 dargestellt.

⁷ Datengrundlage: SrV 2018 („Mobilität in Städten – SrV 2018“ in Kassel).