

Die Abschreibungskosten für die Infrastrukturelemente der Verkehrswege von Straßenbahnen (u.a. Bahnkörper, Oberleitungen, Signalisierung) werden bei der Ermittlung des Aufteilungsschlüssels nicht berücksichtigt. Diese sind in den analysierten Rechnungsunterlagen der KVG bereits enthalten und werden vollständig dem städtischen ÖPNV als Einzelposition zugeordnet (siehe Tabelle 2.1).

Zur Ermittlung des Aufteilungsschlüssels werden zunächst die Verkehrsflächen der städtischen Verkehrsinfrastruktur detailliert aufgenommen. Anschließend werden für die Bestandsflächen dieser Infrastrukturelemente die Aufbauten und die entsprechenden oberirdischen Entwässerungseinrichtungen nach den aktuell gültigen technischen Regelwerken sowie anhand von Planungshilfen dimensioniert, bemessen und ausgewählt.

Aufteilung der Abschreibungskosten Verkehrswegeoberbau

Die modellbasierten Abschreibungskosten der gemeinsam genutzten Fahrbahnflächen auf die verschiedenen Verkehrsmittel (Pkw, Lkw und Linienbus) werden auf Basis des „*Incremental-Costs-Approach*“ aufgeteilt. Die Grundidee des Konzeptes liegt darin, die durch schwere Fahrzeuge verursachten Zusatzkosten (*incremental-costs*) zu determinieren und anschließend auf die verschiedenen Fahrzeugkategorien des Schwerverkehrs aufzuteilen. Um die gewichtsabhängigen Zusatzkosten des Schwerverkehrs (Fahrzeuge > 3,5 t zGG) zu ermitteln, wurde zunächst analysiert, welche Kosten der Schwerverkehr zusätzlich im Vergleich zu einer hypothetischen Dimensionierung der Fahrbahnen ohne Schwerverkehr verursacht („minimale Straße“). Bei der Ermittlung der Abschreibungskosten ohne Schwerverkehrsanteile wird angenommen, dass die gesamten Fahrbahnflächen des städtischen Verkehrsnetzes mit der geringsten Belastungsklasse (*Bk0,3*) nach den (RStO 2012) hergestellt werden, da diese bei der geringsten Lastresistenz nach den (RStO 2012) erforderlich ist. Die schwerverkehrsbedingten Zusatzkosten ergeben sich aus der Differenz zwischen den Abschreibungskosten von Fahrbahnflächen mit Schwerverkehrsanteilen und den Abschreibungskosten ohne Schwerverkehrsanteile. Ausgehend von dieser methodischen Festlegung werden die Abschreibungskosten für jeden einzelnen Fahrbahnabschnitt (*increment*) in einzelne Differenzbeträge (*incremental costs*) zerlegt, die bedingt durch den Schwerverkehr beim Übergang in eine höhere Belastungsklasse als *Bk0,3* entstehen.

Bild 2.4 zeigt beispielhaft die berechneten *incremental costs* der einzelnen Fahrbahnabschnitte im Straßenverkehrsnetz der Stadt Kassel in Abhängigkeit der mit der DTV_{SV} gewichteten Fahrbahnfläche.

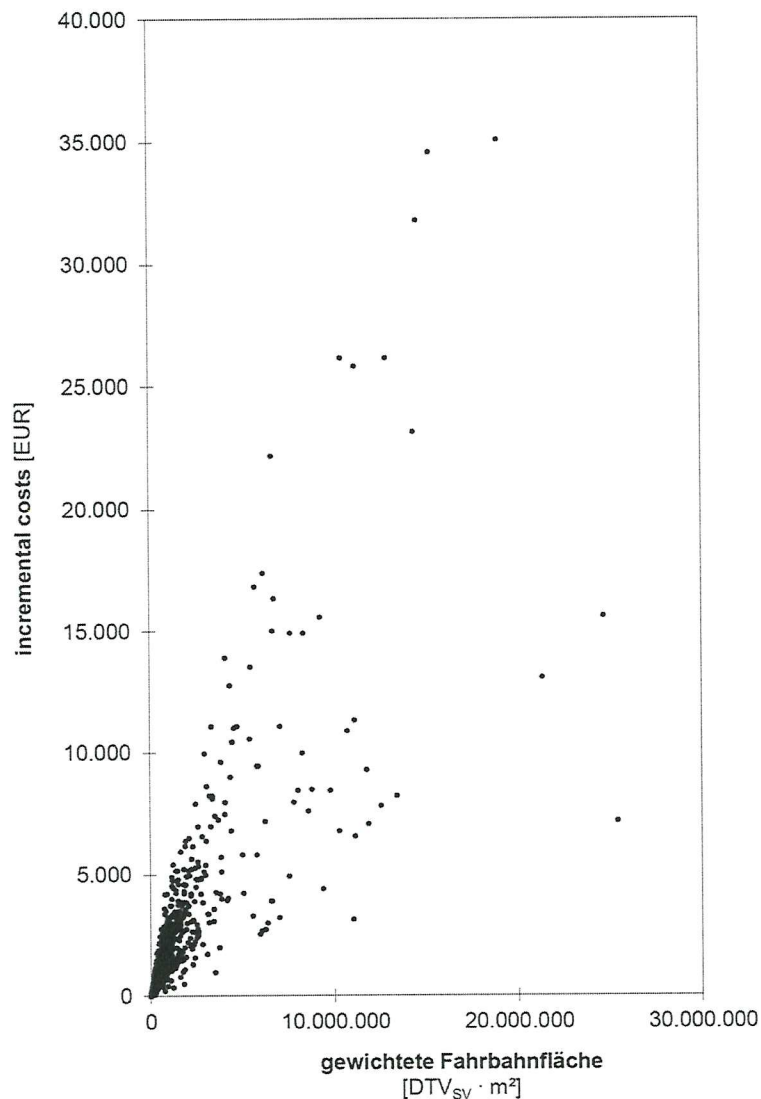


Bild 2.4: Berechnete *incremental costs* der einzelnen Fahrbahnabschnitte im Straßenverkehrsnetz der Stadt Kassel in Abhängigkeit von der mit DTV_{sv} gewichteten Fahrbahnfläche (aus Saighani 2020, S. 95)

Die Aufteilung der gewichtsabhängigen Zusatzkosten des Schwerverkehrs (Lkw und Linienbus) erfolgt nutzungsabhängig auf Basis der jeweiligen Verkehrsbelastung auf den betroffenen Streckenelementen. Die übrigen, nicht-gewichtsabhängigen Abschreibungskosten der Fahrbahnflächen werden nutzungs- und flächenbeanspruchungsabhängig auf Grundlage der gewichteten Fahrbahnflächenanteile auf den betroffenen Streckenelementen allokiert. Auf Grundlage dieser Zuordnung werden anschließend die Abschreibungskosten von Fahrbahnflächen auf die verschiedenen Nutzer allokiert.

Die modellbasierten Abschreibungskosten der anderen Straßenverkehrsanlagen werden auf Grundlage der Faktoren nach Tabelle 2.4 aufgeteilt.



Aufteilung der Abschreibungskosten für Entwässerungsanlagen

Auch die Entwässerungsanlagen für die Verkehrsflächen werden modellbasiert nach aktuellen Standards und Kostensätzen geplant. Die (modellbasierten) Herstellungskosten werden dann durch die spezifische Nutzungsdauer geteilt. Die so berechneten Abschreibungskosten werden auf die einzelnen Verkehrsarten nach Tabelle 2.4 aufgeteilt.

2.3.4 Aufteilungsschlüssel „Straßenreinigung“

Als Eingangsgröße zur Ermittlung des Aufteilungsschlüssels werden die gesamten Verkehrsflächen berücksichtigt, die im Auftrag der Kommune gereinigt werden. Um eine verursachergerechte Aufteilung zu ermöglichen, werden die Flächen der verschiedenen Straßenverkehrsanlagen gewichtet. Die Gewichtung der verschiedenen Flächen erfolgt dabei basierend auf der Reinigungshäufigkeit der entsprechenden Reinigungsklasse (siehe Bild 2.5).

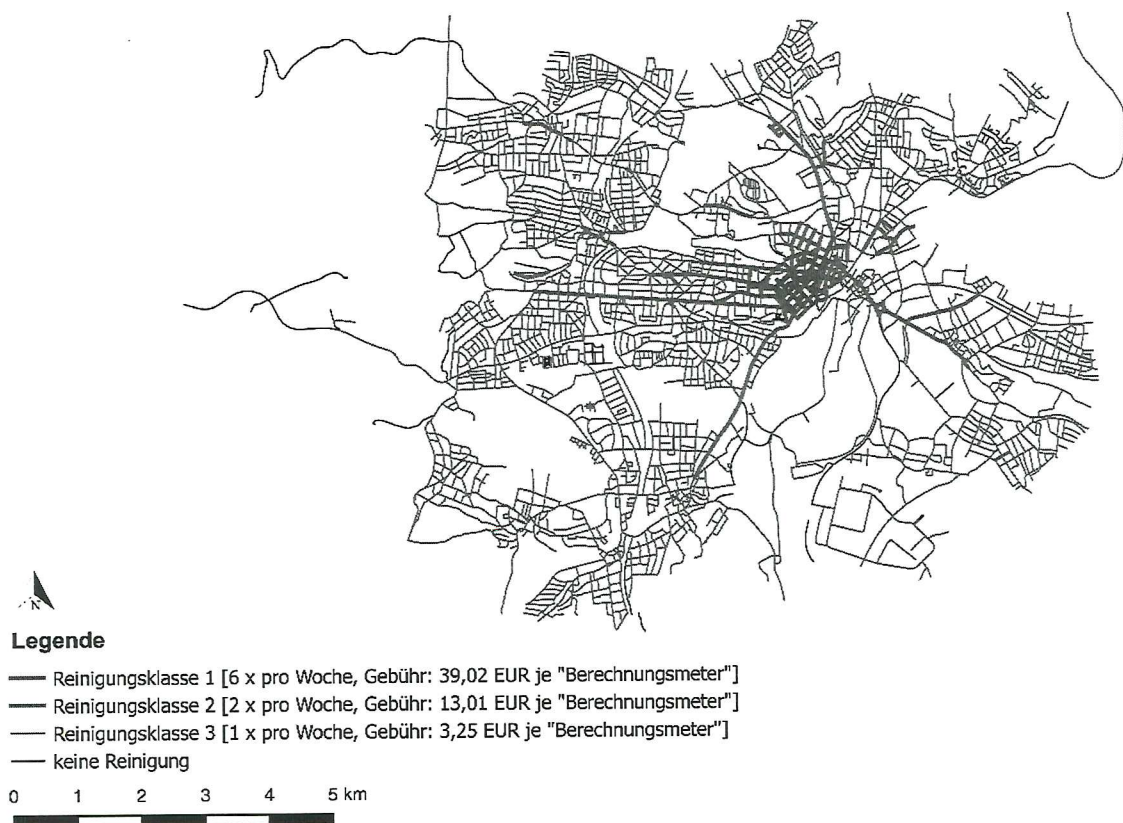


Bild 2.5: Reinigungsklassen im Straßenverkehrsnetz der Stadt Kassel (aus Saighani 2020, S. 105)

Die so gewichteten Reinigungsflächen der verschiedenen Straßenverkehrsanlagen werden anschließend mit den spezifischen Flächenaufteilungsfaktoren nach Tabelle 2.4 auf die betrachteten Verkehrsarten aufgeteilt.



2.3.5 Aufteilungsschlüssel „Winterdienst“

Die Ermittlung des Aufteilungsschlüssels Winterdienst erfolgt prinzipiell analog zu dem der Straßenreinigung. Hierbei wird anstatt der Reinigungsklasse die Winterdienstpriorität der verschiedenen Verkehrsflächen als Gewichtungsfaktoren berücksichtigt. Darauf aufbauend werden die so gewichteten „Winterdienstflächen“ der verschiedenen Straßenverkehrsanlagen mit den spezifischen Flächenaufteilungsfaktoren aufgeteilt.

2.3.6 Aufteilungsschlüssel „Straßenbeleuchtung“

Um die Straßenbeleuchtungskosten auf die verschiedenen Verkehrsmittel aufzuteilen, wird gesondert für verschiedene Verkehrsflächen die planmäßig erforderliche Anzahl an Beleuchtungsanlagen fiktiv ermittelt, unabhängig davon, dass eine Beleuchtungsanlage (in der Praxis) verschiedene Infrastrukturen gleichzeitig beleuchtet. Hierbei ist zu beachten, dass Beleuchtungsanlagen unterschiedlichen Anforderungen genügen müssen. Die lichttechnischen Anforderungen an Straßenbeleuchtungsanlagen sind für verschiedene Beleuchtungssituationen in der Normenreihe (DIN EN 13201) festgelegt. Unter Beachtung dieser Anforderung wurden die Anordnung der Leuchten, die Lichtpunktabstände, die Anlagengeometrie sowie die Lampentypen in (Saighani 2020) ermittelt, die als Grundlage für die Berechnung des Aufteilungsschlüssels dient. Auf diese Weise wird die Anzahl an Straßenbeleuchtungsanlagen für verschiedene Infrastrukturen bestimmt und anhand der Flächenaufteilungsfaktoren aufgeteilt. Die so ermittelte Anzahl unterscheidet sich deutlich von der tatsächlichen Anzahl an Beleuchtungsanlagen, die in der Kommune besteht. Auf Grundlage dieser Herangehensweise können jedoch die unterschiedlichen Anforderungen der Verkehrsmittel an die Beleuchtungsanlagen abgeschätzt werden, um so eine verursachergerechte Aufteilung der Straßenbeleuchtungskosten zu ermöglichen.

2.3.7 Aufteilungsschlüssel „Lichtsignalanlagen“

Zur Ermittlung des Aufteilungsschlüssels „Lichtsignalanlagen“ werden die bestehenden Lichtsignalanlagen im städtischen Straßenverkehrsnetz berücksichtigt, die sich in der Baulast der Kommune befinden. Die Kosten (Aufwendungen) für die Signalanlagen des ÖPNV sind in den Rechnungsunterlagen der Verkehrsunternehmen enthalten und werden bereits als Einzelposition vollständig dem ÖPNV zugeordnet. Datengrundlage für die Ermittlung des Aufteilungsschlüssels ist die Anzahl der bestehenden Lichtsignalanlagen differenziert nach Typ (a: Lichtsignalanlagen an Knotenpunkten/Einmündungen, b: Fußgänger-Querungsanlagen) und Betriebsform (a: Dauerbetrieb, b: Nachtabschaltung, c: Dunkelanlagen). Die bestehenden Lichtsignalanlagen werden anschließend anhand von Faktoren für die Größe gewichtet (Lichtsignalanlagen an Knotenpunkten steuern den Verkehr überwiegend mit mehreren Signalgebern und verursachen daher höhere Betriebskosten als Fußgänger-Querungsanlagen).

Die Aufstellung von Lichtsignalanlagen an Kreuzungen und Einmündungen wird i.d.R. durch hohe Verkehrsstärken im Kraftfahrzeugverkehr veranlasst. Lichtsignalanlagen an Knotenpunkten werden aufgrund der überwiegenden Nutzung durch den Kraftfahrzeugverkehr dem Lkw- und Pkw-Verkehr zugeordnet. Eine Priorisierung des Linienbusverkehrs im Mischverkehr wird aufgrund fehlender Daten, und um Doppelzählungen zu vermeiden, nicht berücksichtigt.

Bei der Aufteilung von Fußgänger-Querungsanlagen wurde eine Abwägung hinsichtlich Nutzung und Veranlassung vorgenommen. Fußgänger-Querungsanlagen werden durch hohe Verkehrsstärken des Kraftfahrzeugverkehrs veranlasst. Auf der anderen Seite werden diese Anlagen durch den Fuß- und ggf. Radverkehr als Querungshilfe von Fahrbahnen genutzt. Fußgänger-Querungsanlagen werden vereinfachend jeweils zur Hälfte dem Kraftfahrzeugverkehr und dem Fußverkehr zugeordnet. Die Aufteilung im Kfz-Verkehr erfolgt ebenfalls proportional zur Fahrleistung.

2.3.8 Aufteilungsschlüssel „Allgemein“

Um Gemeinpositionen, für die kein spezifischer Aufteilungsschlüssel ermittelt werden konnte, verursachergerecht auf die städtischen Verkehrsarten aufzuteilen, wurde der Aufteilungsschlüssel „Allgemein“ entwickelt. Der Aufteilungsschlüssel „Allgemein“ wird für einzelne Teilhaushalte separat bestimmt und ergibt sich aus dem Verhältnis der übrigen aufgeteilten Positionen des Teilhaushalts. Somit werden üblicherweise mehrere dieser Aufteilungsschlüssel berechnet, um die allgemeinen Positionen der jeweiligen Teilhaushalte auf die Verkehrsarten aufzuteilen.

2.3.9 Berechnete Aufteilungsschlüssel

Das Bild 2.6 zeigt zusammenfassend die berechneten Aufteilungsschlüssel für die Stadt Kassel. Diese Aufteilungsschlüssel werden gemäß dem beschriebenen Aufteilungskonzept in Abschnitt 2.3 auf die identifizierten Gemeinpositionen eingesetzt.

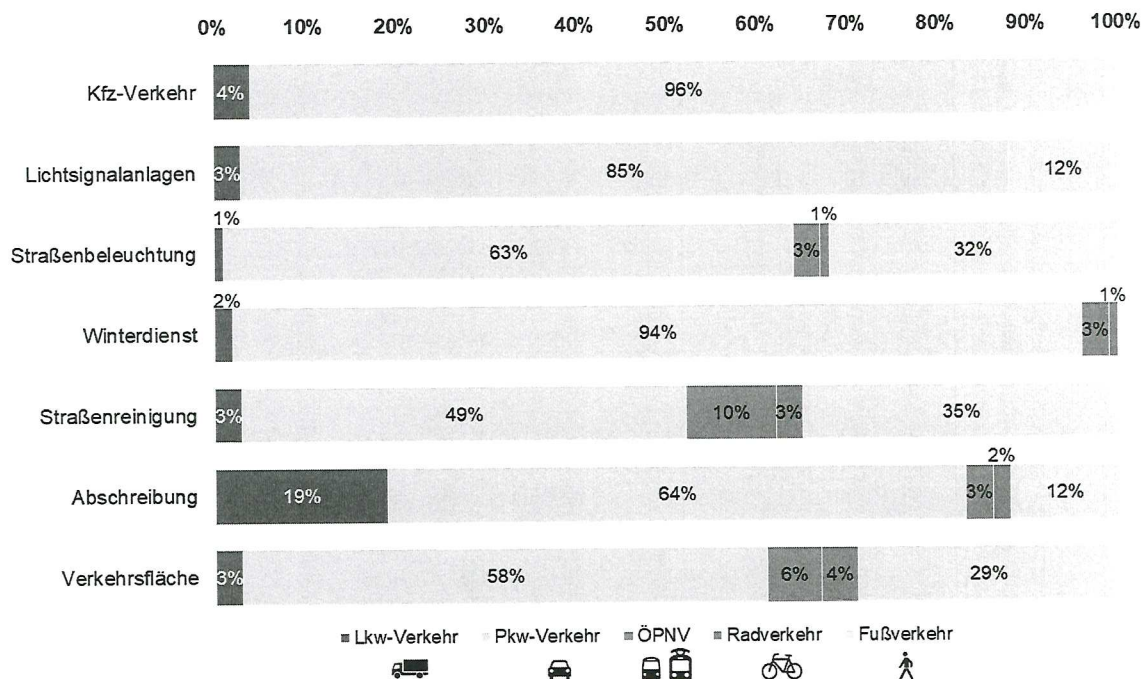


Bild 2.6: Berechnete stadtspezifische Aufteilungsschlüssel

2.4 Ergebnisse des betriebswirtschaftlichen Vergleichs

Die Erträge und Aufwendungen, die einer der betrachteten Verkehrsart vollständig als Einzelpositionen zugeordnet werden und die auf Basis der Aufteilungsschlüssel allokierten Anteile der Gemeinpositionen, ergeben in Summe die absoluten Erträge und Aufwendungen je Verkehrsart und Jahr. Darauf aufbauend werden nach (Saighani 2020) weitere wirtschaftlichen Kennwerte ermittelt, die zur Einordnung der Ergebnisse dienen:

- **Absoluter Zuschuss [Mio. EUR/a]:** Der „absolute Zuschuss“ wird aus der Differenz der jährlichen Aufwendungen und Erträge berechnet. Dieser wird für den gesamten städtischen Verkehr einerseits und differenziert nach Verkehrsart andererseits ausgewiesen. Der Kennwert zeigt die Differenz zwischen den Aufwendungen und den Erträgen und stellt somit aus betriebswirtschaftlicher Sicht des Stadtkonzerns die „ungedeckten Kosten“ für den städtischen Verkehr sowie für die einzelnen Verkehrsarten dar. Der absolute Zuschuss determiniert somit den jährlichen Finanzierungsbedarf des jeweiligen Stadtkonzerns, der von der jeweiligen Stadt und anderen Gebietskörperschaften bzw. anderweitig zu erbringen ist.
- **Absoluter Aufwand pro Einwohner [EUR/EW-a]:** Der Kennwert stellt das Verhältnis des absoluten Aufwands je Verkehrsart und der Einwohnerzahl (EW) dar.
- **Absoluter Ertrag pro Einwohner [EUR/EW-a]:** Der Kennwert stellt das Verhältnis des absoluten Ertrags je Verkehrsart und der Einwohnerzahl (EW) dar.
- **Absoluter Zuschuss pro Einwohner [EUR/EW-a]:** Der Kennwert „absoluter Zuschuss pro Einwohner“ stellt einen einwohnerbezogenen Vergleich der „ungedeckten Kosten“ des städtischen Verkehrs aus betriebswirtschaftlicher Sicht her. Hierzu werden die absoluten Zuschüsse je Verkehrsart ins Verhältnis mit der Einwohnerzahl (EW) der jeweiligen Stadt gesetzt. Der absolute Zuschuss pro Kopf ist eine für jedermann vorstellbare Größe, die einen transparenten Vergleich ermöglicht.
- **Relativer Zuschuss [%]:** Der „relative Zuschuss“ stellt das Verhältnis des absoluten Zuschusses je Verkehrsart zum gesamten Zuschuss des städtischen Verkehrs prozentual dar.
- **Zuschuss-Modal-Split im Personenverkehr [%]:** Der Kennwert „Zuschuss-Modal-Split im Personenverkehr“ wird in Anlehnung an den „Wege-Modal-Split“ berechnet. In diesem Zusammenhang wird der absolute Zuschuss der verschiedenen Verkehrsarten im Personenverkehr (Pkw-, Rad-, Fußverkehr und ÖPNV) zu dem gesamten absoluten Zuschuss dieser Verkehrsarten ins Verhältnis gesetzt.
- **Kostendeckungsgrad-Vollkosten [%]:** Der Kennwert „Kostendeckungsgrad-Vollkosten“ stellt die Eigenwirtschaftlichkeit der verschiedenen Verkehrsarten aus betriebswirtschaftlicher Sicht des Stadtkonzerns dar. Der Kennwert wird aus dem Verhältnis der absoluten Erträge und den jeweiligen Aufwendungen ermittelt. Aufgrund der fehlenden Vergleichbarkeit wird dieser Kennwert nicht für den Fuß- und Radverkehr ausgewiesen, da diese beiden Verkehrsarten keine direkten Erträge erwirtschaften. Die zugewiesenen

Erträge dieser beiden Verkehrsarten resultieren aus der Aufteilung der Gemeinpositionen (z.B. Straßenreinigungsgebühren, Sondernutzungsgebühren zur Nutzung des Straßenraums). Der Kostendeckungsgrad des Lkw- und Pkw-Verkehrs sowie der des städtischen ÖPNV sind prinzipiell aus Sicht des Stadtkonzerns vergleichbar. Für die Einordnung der Ergebnisse sollten jedoch die bestehenden Unterschiede der einbezogenen Aufwendungen im städtischen ÖPNV und Kfz-Verkehr berücksichtigt werden. Da die Betrachtung auf der Ebene des Stadtkonzerns liegt, werden beispielsweise beim städtischen ÖPNV der Unterhalt sowie der Betrieb von Fahrzeugen (z.B. Kapitalkosten für Anschaffung von Bussen und Straßenbahnen sowie Treibstoffkosten) und des eingesetzten Fahrpersonals zur Beförderung berücksichtigt, während diese für den städtischen Kfz-Verkehr in der vorliegenden Allokationsrechnung nicht einbezogen werden.

- **Fahrleistungsabhängiger Zuschuss im Kfz-Verkehr [EUR-Cent/Fzkm]:** Der Kennwert „fahrleistungsabhängiger Zuschuss im Kfz-Verkehr“ wird für den städtischen Pkw- und Lkw-Verkehr ausgewiesen. Dabei wird die jährliche Fahrleistung des Pkw- und Lkw-Verkehrs ins Verhältnis zu dem jeweiligen absoluten Zuschuss pro Jahr gesetzt. Dieser nutzungsabhängige Kennwert gibt die Höhe der „ungedeckten Kosten“ an, die der Pkw- und Lkw-Verkehr pro Fahrzeugkilometer (Fzkm) durch die Nutzung des städtischen Verkehrsnetzes für den Stadtkonzern verursacht, die u.a. aus der Bereitstellung, dem Erhalt, der Unterhaltung sowie dem Betrieb des Verkehrsnetzes resultieren. Aufgrund der hohen Fixkosten der Verkehrsinfrastruktur ist bei der Interpretation dieses Kennwertes zu berücksichtigen, dass eine hohe Nachfrage im Kfz-Verkehr bei gleichbleibendem finanziellem Mitteleinsatz zu einem geringen spezifischen fahrleistungsabhängigen Zuschuss führt. Für die Einordnung der Ergebnisse ist des Weiteren zu beachten, dass der vorliegende Ansatz hinsichtlich der Abschreibungskosten von dem gebrauchten Zustand der bestehenden städtischen Verkehrsinfrastruktur ausgeht.
- **Betriebsleistungsabhängiger Zuschuss im städtischen ÖPNV [EUR/Fzkm bzw. Wkm]:** Der Kennwert „betriebsleistungsabhängiger Zuschuss im städtischen ÖPNV“ stellt das Verhältnis des Zuschusses zur Betriebsleistung im städtischen ÖPNV her.
- **Zuschuss pro Platz-km [EUR/Platzkm]:** Der Kennwert stellt das Verhältnis des Zuschusses zum Platzkm im städtischen Pkw-Verkehr und ÖPNV dar. Für die Einordnung dieser Ergebnisse sind zu berücksichtigen (analog zu den anderen Kennwerten), dass die Betrachtung des ökonomischen Vergleichs auf der Ebene des Stadtkonzerns liegt. Daher werden beispielsweise beim städtischen ÖPNV der Unterhalt sowie der Betrieb von Fahrzeugen (z.B. Kapitalkosten für Anschaffung von Bussen und Straßenbahnen sowie Treibstoffkosten) und des eingesetzten Fahrpersonals zur Beförderung berücksichtigt, während diese Kostenkomponenten für den städtischen Kfz-Verkehr in der vorliegenden Studie nicht einbezogen werden. Würden diese Kostenkomponenten im Kfz-Verkehr in einer „Gesamt-System-Kostenanalyse“ betrachtet, würde der Kennwert für den Pkw-Verkehr deutlich höher ausfallen, als hier ausgewiesen.