



# Ökonomischer Vergleich städtischer Verkehrssysteme

Welche Kosten verursachen verschiedene Verkehrsmittel wirklich?

Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer  
M.Sc. Assadollah Saighani

**Sitzung des Ausschusses für Stadtentwicklung, Mobilität und Verkehr**  
Kassel, 21.11.2018

Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)  
aus Mitteln zur Umsetzung des Nationalen Radverkehrsplans 2020

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

VERKEHRSPLANUNG  
UND VERKEHRSSYSTEME

Prof. Dr. Carsten Sommer



- 1. Problemstellung und Zielsetzung**
- 2. Lösungsansatz und methodisches Vorgehen**
- 3. Ergebnis ökonomischer Vergleich für die Stadt Kassel**
- 4. Nutzen des Verfahrens**

**Die Aufwendungen, Erträge und externe Effekte städtischer Verkehrssysteme und ihr Verhältnis zueinander sind nicht bekannt.**

• **Gründe:**

– verschiedene Organisationseinheiten



**Aufwendungen und Erträge sind auf unterschiedliche Rechnungsstellen verteilt**

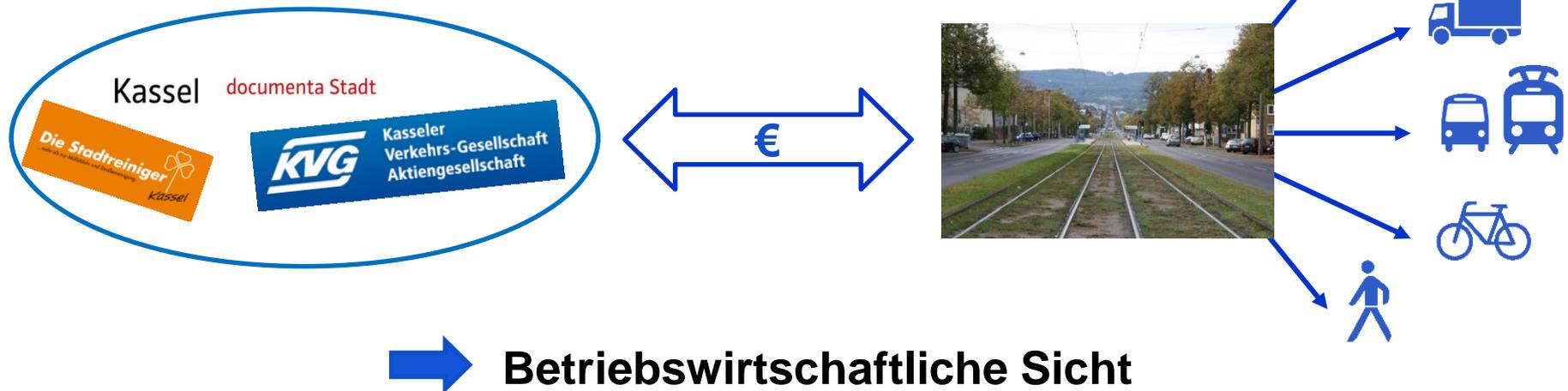
– gemeinsam genutzter Verkehrsraum



**undifferenzierte Darstellung der Aufwendungen und Erträge für Straßeninfrastruktur, Straßenreinigung, Winterdienst etc.**

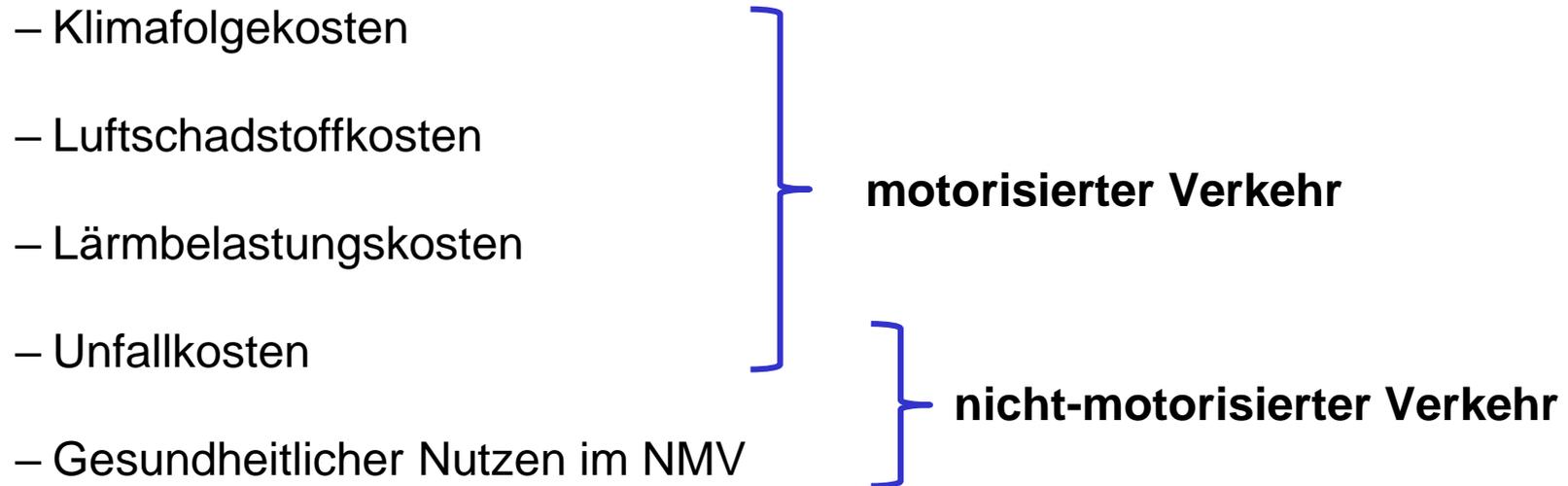
# Ziel: Betriebswirtschaftliche Bewertung

- **Entwicklung und exemplarische Anwendung einer Methode,**
  - mit der aus **kommunalen Haushalten und Rechnungsunterlagen**
  - die **verkehrsbezogenen** Aufwendungen und Erträge
  - **differenziert nach städtischen Verkehrssystemen** (Lkw-, Pkw-, Fuß-, Rad-, ÖPNV) ermittelt werden können.



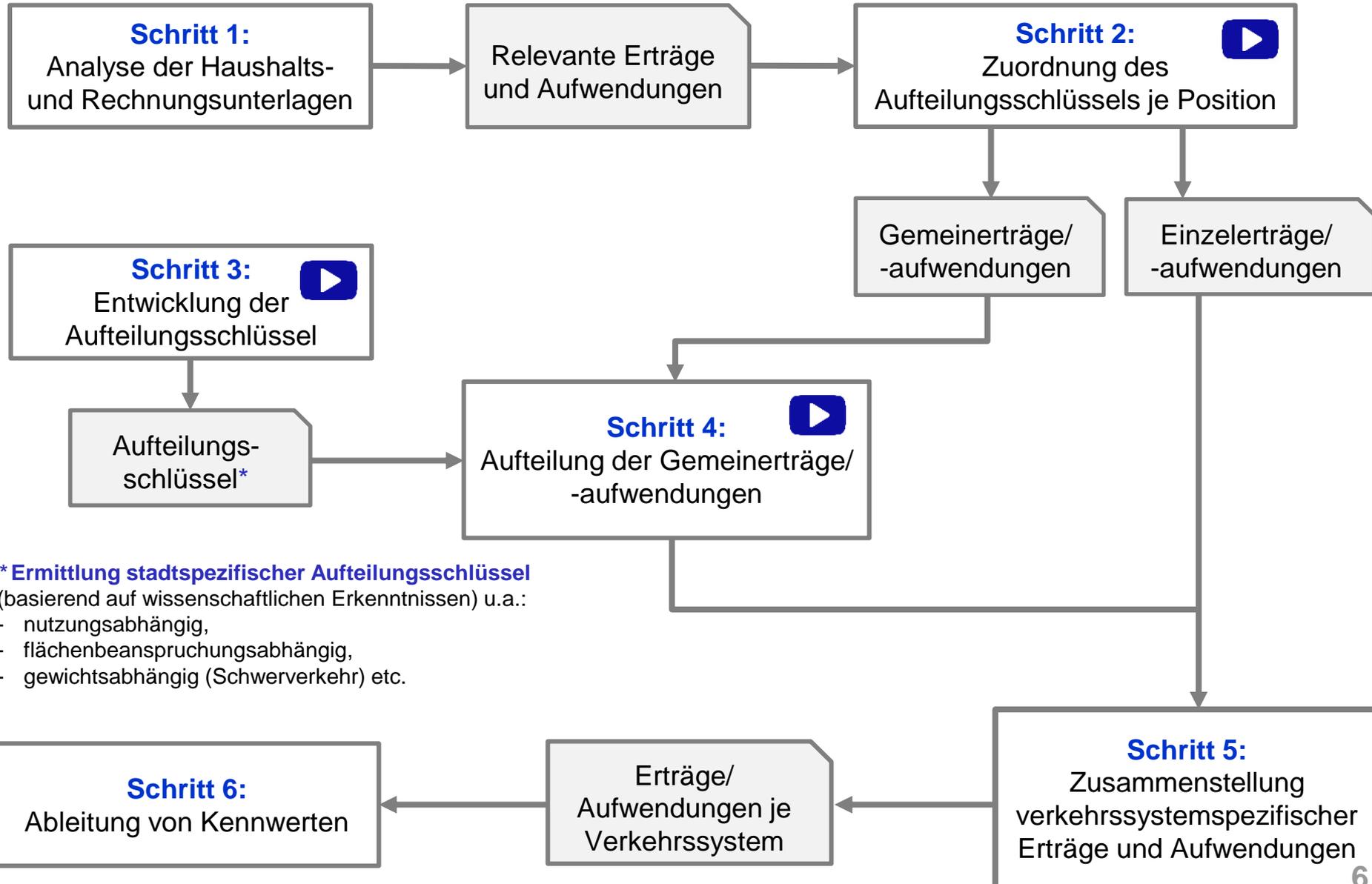
## Ziel: Abschätzung wesentlicher externer Effekte

- **Verkehr verursacht externe Effekte.** Die entsprechenden Aufwendungen und Erträge sind nicht in den kommunalen Rechnungsunterlagen enthalten.
- **Berücksichtigung** externer Effekte (Verkehrsmittelbetrieb):

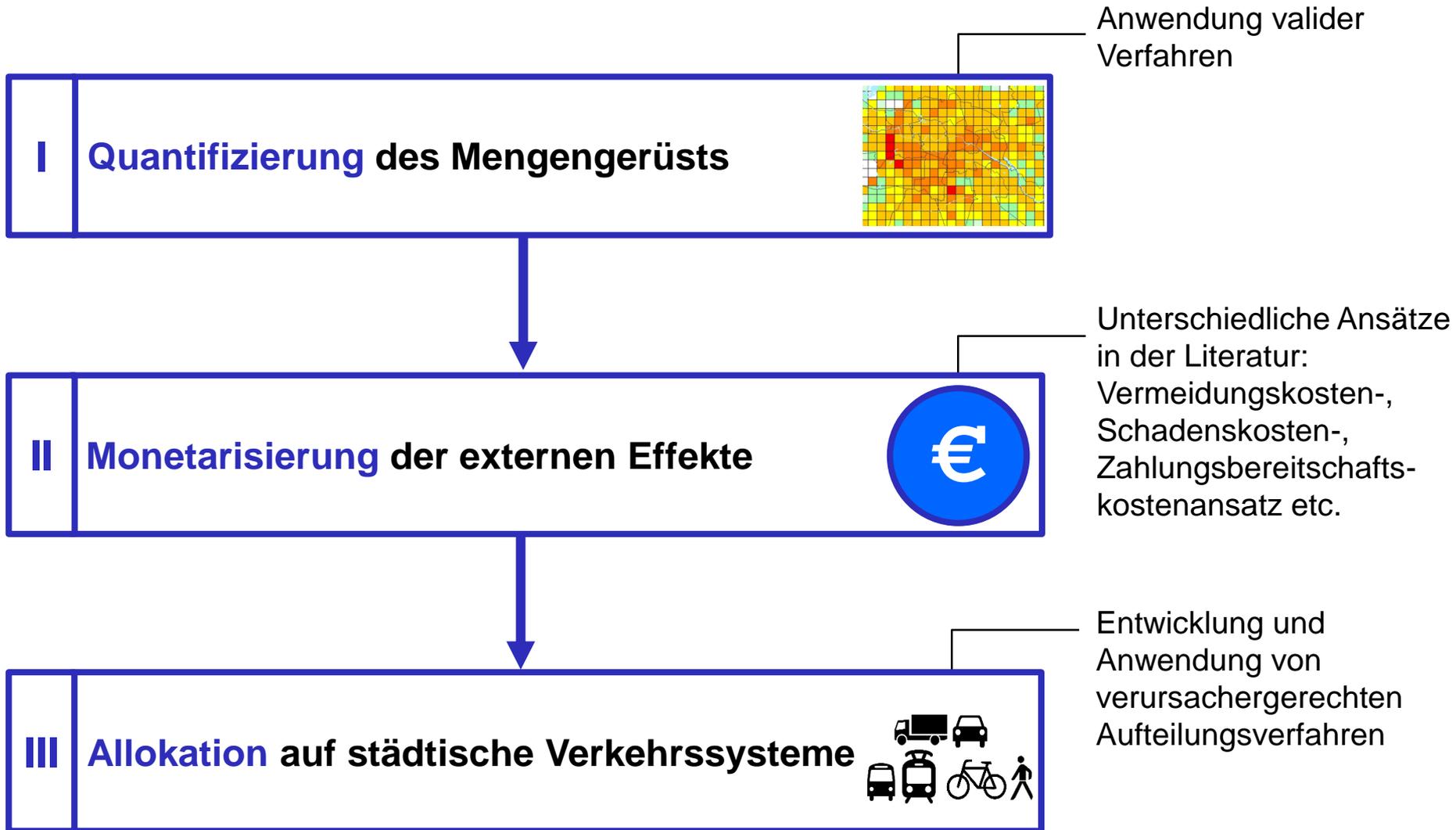


 **Monetarisierung der externen Effekte**

# Betriebswirtschaftliche Bewertung



# Abschätzung externer Effekte



**Betriebswirtschaftlicher Vergleich (Auswahl)**

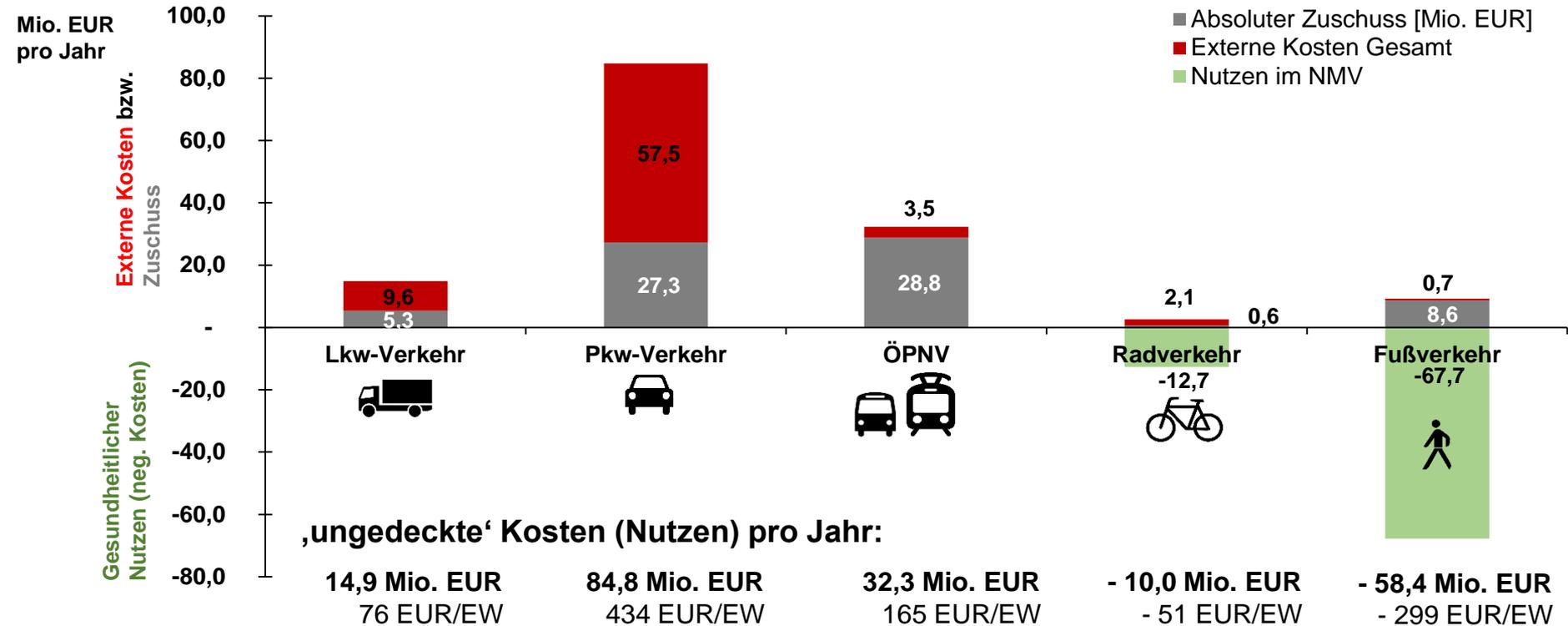
Kennwerte (Auswahl) (gemittelt und gerundet 2009 bis 2011)	motorisierte Verkehrssysteme			nicht-motorisierte Verkehrssysteme		Gesamt
	Lkw-Verkehr	Pkw-Verkehr	ÖPNV	Radverkehr	Fußverkehr	
<b>Absolute Aufwendungen</b> [Mio. EUR]	6,1	43,6	65,0	0,8	10,8	<b>126,3</b>
<b>Absolute Erträge</b> [Mio. EUR]	0,8	16,3	36,2	0,2 *	2,2 *	<b>55,6</b>
<b>Absoluter Zuschuss</b> [Mio. EUR]	5,3	27,3	28,8	0,6	8,6	<b>70,7</b>
<b>Relativer Zuschuss</b> [%]	8%	39%	41%	1%	12%	<b>100%</b>
<b>Zuschuss pro Einwohner</b> [EUR/Einw.]	27	140	147	3	44	<b>361</b>
<b>Kostendeckungsgrad Vollkosten</b> [%]	13%	37%	56%	---	---	<b>---</b>

\* Die Erträge des Rad- und Fußverkehrs ergeben sich durch die Aufteilung der allgemeinen Positionen, Straßenreinigungsgebühren, Straßenausbau- und Erschließungsbeiträge, Sondernutzungsgebühren etc.



### 3. Ergebnis ökonomischer Vergleich für die Stadt Kassel

## Gesamtergebnis ökonomischer Vergleich (Auswahl)



- „Ungedeckte“ Kosten im Kfz-Verkehr (Pkw- und Lkw-Verkehr) am höchsten
- Die nicht-motorisierten Verkehrssysteme verursachen nicht nur sehr geringe Zuschüsse und externe Kosten, sondern stiften gleichzeitig einen deutlich hohen **externen Nutzen** (Gesundheitsnutzen).

## Einsatzbereiche in der Stadt- und Verkehrsplanung

- Erstmalig **vollständiger** Überblick über die Aufwendungen, Erträge und wesentlichen monetarisierbaren externen Wirkungen des städtischen Verkehrssektors
- Ermittlung von **ökonomischen Kennwerten**: Einsatz als **Entscheidungsgrundlage** bei der Zuweisung von Mitteln für die verschiedenen Verkehrssysteme
- Einsatz der Kennwerte als **Zielindikatoren** in der Stadtentwicklungs- und Verkehrsplanung (z.B. kann der Indikator jährlicher Zuschuss im Radverkehr pro Einwohner einem definierten Ziel gegenübergestellt werden).
- Bestimmung der Höhe von verursachergerechten und kostendeckenden Gebühren für den Einsatz von **fiskalischen Instrumenten** (City-Maut, Lkw-Maut etc.)
- Erreichung von **Kostentransparenz** der städtischen Verkehrssysteme
- Transparentes Verfahren schafft **Akzeptanz** der Ergebnisse

# Beispiel: Wegfall Straßenausbaubeitrag

## Vollständiger Wegfall der Straßenausbaubeiträge

(ca. 1,1 Mio. EUR p.a., gemittelt 2009 – 2011)



<https://m.thueringer-allgemeine.de/web/mobil/muehlhausen/detail/-/specific/Zeit-spielt-vielleicht-fuer-Wuenschendorf-866057664>

Kennwerte (Auswahl) (gemittelt und gerundet 2009 bis 2011)	motorisierte Verkehrssysteme			nicht-motorisierte Verkehrssysteme		Gesamt
	Lkw-Verkehr	Pkw-Verkehr	ÖPNV	Radverkehr	Fußverkehr	
<b>Absoluter Zuschuss</b> [Mio. EUR]	5,5 (5,3)	28,1 (27,3)	28,9 (28,8)	0,6 (0,6)	8,8 (8,6)	71,8 (70,7)
<b>Relativer Zuschuss</b> [%]	8% (8%)	39% (39%)	40% (41%)	1% (1%)	12% (12%)	100%
<b>Kostendeckungsgrad Vollkosten</b> [%]	10% (13%)	36% (37%)	56% (56%)	---	---	---
<b>Zuschuss pro Einwohner</b> [EUR/Einw.]	28 (27)	143 (140)	148 (147)	3 (3)	45 (44)	367 (361)

(Werte Status-Quo) zum Vergleich



# Ökonomischer Vergleich städtischer Verkehrssysteme

Welche Kosten verursachen verschiedene Verkehrsmittel wirklich?

Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer  
M.Sc. Assadollah Saighani

**Sitzung des Ausschusses für Stadtentwicklung, Mobilität und Verkehr**  
Kassel, 21.11.2018

Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)  
aus Mitteln zur Umsetzung des Nationalen Radverkehrsplans 2020

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

VERKEHRSPLANUNG  
UND VERKEHRSSYSTEME

Prof. Dr. Carsten Sommer



**BACK-UP**

# Haushaltspositionen (Auswahl)

Verkehrssystem	Aufwendungen** (Auswahl)	Erträge** (Auswahl)
<b>Kfz-Verkehr</b> 	Kfz-Zulassung, Pavement-Management-Systeme, Fahrbahnmarkierungen, Verkehrsbeschilderungen, Verkehrsüberwachung, Parkplätze und Parkeinrichtungen (Pkw-Verkehr),	Kfz-Zulassung, Ordnungswidrigkeiten ruhender Verkehr und fließender Verkehr, Verkehrsüberwachung, Parkplätze und Parkeinrichtungen (Pkw-Verkehr)
<b>ÖPNV*</b> 	Personal, Material, Abschreibungen, sonstige betriebliche Aufwendungen, Nahverkehrsplanung, Nahverkehrssteuerung, Haltestellen, Verlustübernahme ÖPNV-Unternehmen	Umsatzerlöse (u.a. Fahrgeldeinnahmen), sonstige betriebliche Erträge
<b>Gemeinpositionen</b> 	Abschreibungen Infrastrukturvermögen, Straßenbeleuchtung, Material für Straßen/Wege/Plätze, Material für Ingenieurbauwerke, Unterhaltung Straße, Unterhaltung Ingenieurbauwerke, Straßenreinigung, Winterdienst, Straßenentwässerung, Verkehrsrechner, Lichtsignalanlagen, Unterhaltung Straßenbegleitgrün, Planungskosten, Verkehrsmanagementzentrale, Personal	Straßenausbau- und Erschließungsbeiträge, Straßenreinigungsgebühren, sonstige Erträge der unterschiedlichen Teilhaushalte, Erteilung von Sondernutzungserlaubnissen und Gestattungen für den Gebrauch des Straßenraums

\*herausgerechnete interne Geldflüsse, Zuschüsse und Zuweisungen etc.

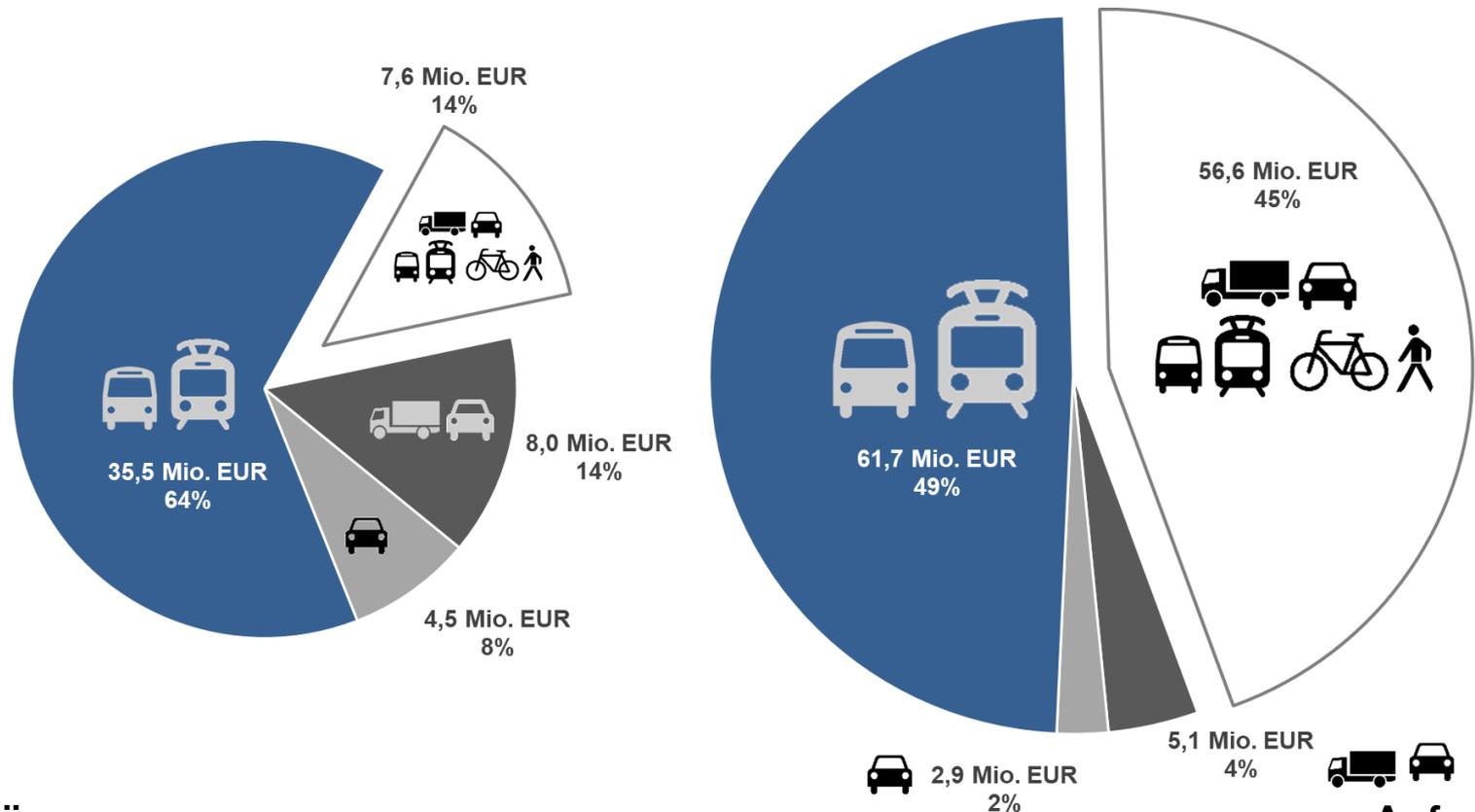
\*\***Berücksichtigt** werden in jeder relevanten Kategorie die Positionen Personal, Abschreibungen, sonstige ordentliche Erträge und Aufwendungen.

**Nicht Berücksichtigt** werden in jeder Produktgruppe interne Leistungen und Umbuchungen (z.B. für Verwaltungskostenanteile), Zuschüsse und Zuweisungen (z.B. für lfd. Zwecke verbundene Unternehmen, Sondervermögen, Beteiligungen) und weitergeleitete Landeszuwendungen

(beispielsweise für Infrastrukturhilfe).

# Schritt 2: Zuordnung Aufteilungsschlüssel je Position

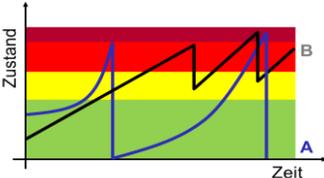
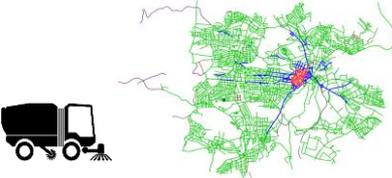
### Anteile der Einzel- und Gemeinpositionen (Stadt Kassel, gemittelt 2009 bis 2011)



**Erträge:**  
55,6 Mio. EUR

**Aufwendungen:**  
126,3 Mio. EUR

# Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (1)

Aufteilungsschlüssel	Anwendungsbereich	Beispielpositionen aus dem Haushalt	Monetäre Bedeutung bezüglich aller Gemeinpositionen
<p><b>Verkehrsfläche</b></p> 	<p>Flächenrelevante Positionen, Berechnung weiterer Aufteilungsschlüssel</p>	<p>Straßenentwässerung, Straßenbegleitgrün, Erschließungs- und Ausbaubeiträge, Sondernutzungsgebühren</p>	<p>9% bis 20%</p>
<p><b>Abschreibung</b></p> 	<p>Abschreibungen der Vermögenswerte der Verkehrsinfrastruktur</p>	<p>Verwaltung, Planung, Bau, Unterhalt, Erhalt der städtischen Verkehrsinfrastruktur (u.a. Straßen, Ingenieurbauwerke)</p>	<p>48% bis 63%</p>
<p><b>Straßenreinigung</b></p> 	<p>Reinigung der Straßenverkehrsanlagen</p>	<p>Straßenreinigungsgebühren; Gesamtaufwand der Straßenreinigung</p>	<p>3% bis 9%</p>

# Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (2)

Aufteilungsschlüssel	Anwendungsbereich	Beispielpositionen aus dem Haushalt	Monetäre Bedeutung bezüglich aller Gemeinpositionen
<p>Lichtsignalanlagen</p> 	Steuerung und Betrieb der LSA	Aufbau, Betrieb und Wartung (u.a. Strom der Lichtsignalanlagen; Personal in der Verkehrslenkung; Verkehrsrechner)	2% bis 3%
<p>Winterdienst</p> 	Beseitigung von Schnee und Eis	Winterdienst (Aufwendungen und ggf. Gebührenerträge)	2% bis 4%
<p>Straßenbeleuchtung</p> 	Aufbau, Betrieb und Wartung der Straßenbeleuchtung	Aufbau, Betrieb und Wartung (u.a. Strom für Straßenbeleuchtung; Umrüstung auf LED; Beleuchtungscontracting)	4% bis 8%
<p>Allgemein</p> 	Allgemeine Positionen ohne ersichtliche Kategorie	Sonstige Sach- und Dienstleistungen sowie allgemeine Abschreibungen	11% bis 17%

## Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (3)

### Beispiel: Aufteilungsschlüssel „Verkehrsfläche“



#### Ablauf

- Kategorisierung des Straßenverkehrsnetzes in **Straßentypen** nach RIN (2009)
- Differenzierung des Straßenverkehrsraums in einzelne **Straßenverkehrsanlagen**
- **Zuordnungsvorschriften** je Straßenverkehrsanlage und Straßentyp
- Ermittlung des Aufteilungsschlüssels „Verkehrsfläche“ (**Anteilswerte** der zugeordneten Flächen der Verkehrssysteme an der gesamten Verkehrsfläche)

# Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (4)

## Beispiel: Aufteilungsschlüssel „Verkehrsfläche“

Straßenverkehrsanlagen (Auswahl)	Zuordnungsfaktoren von Straßenverkehrsanlagen auf städtische Verkehrssysteme (Auswahl)				
	motorisierte Verkehrssysteme			nicht-motorisierte Verkehrssysteme	
	Lkw- Verkehr	Pkw- Verkehr	ÖPNV	Rad- verkehr	Fuß- verkehr
Fahrbahnen	$p(fb_{Lkw,styp})$	$p(fb_{Pkw,styp})$	$p(fb_{Bus,styp})$	---	---
Anlagen des ruhenden Verkehrs	---	1,0	---	---	---
Bussonderfahrstreifen	---	---	1,0	---	---
Bushalteflächen/ -buchten	---	---	1,0	---	---
ÖPNV-Haltestellen	---	---	1,0	---	---
Fahrradstraßen ohne Kfz-Verkehr	---	---	---	1,0	---
Kombinierte Geh- und Radwege	---	---	---	0,5	0,5
Gehwege	---	---	---	---	1,0
Fußgängerzonen	---	---	---	---	1,0
Grün- bzw. Umweltstreifen	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2



Ausschnitt

# Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (5)

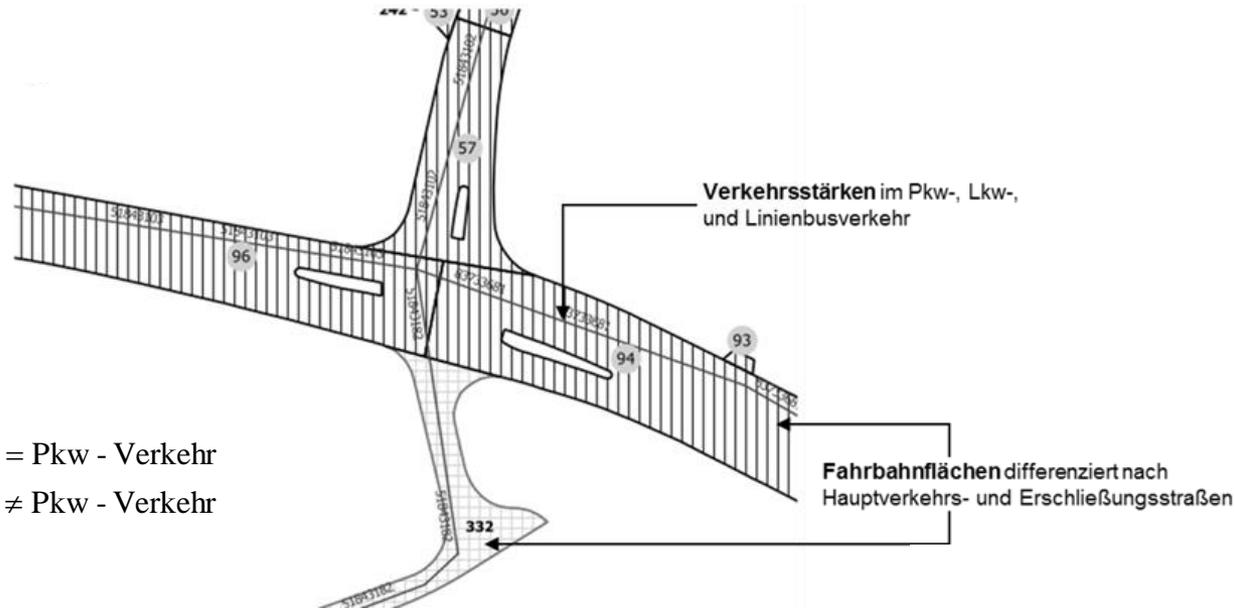
## Beispiel: Aufteilungsschlüssel „Verkehrsfläche“

### Verkehrssystemspezifische Aufteilung der Fahrbahnflächen

$$p(fb_{mvs,styp}) = \frac{\sum_{k \in K_{styp}} (p(q_{mvs,k}) \cdot fb_k)}{\sum_{k \in K_{styp}} fb_k}$$

mit

$$p(q_{mvs,k}) = \begin{cases} \frac{q_{mvs,k}}{q_k}, & \text{falls } q_k > 0 \\ 1, & \text{falls } q_k = 0 \text{ und } mvs = \text{Pkw - Verkehr} \\ 0, & \text{falls } q_k = 0 \text{ und } mvs \neq \text{Pkw - Verkehr} \end{cases}$$



$p(fb_{mvs,styp})$  ... (gewichteter) Anteil der Fahrbahnflächen je motor. Verkehrssystem (mvs) und Straßentyp (styp) in [%]

$p(q_{mvs,k})$  ... Anteil der Verkehrsstärke je motor. Verkehrssystem (mvs) und Streckenabschnitt (k) in [%]

$q_{mvs,k}$  ... Verkehrsstärke je motor. Verkehrssystem (mvs) und Streckenabschnitt (k) in [Fz/24h]

$fb_k$  ... Fahrbahnfläche je Streckenabschnitt (k) in [m<sup>2</sup>]

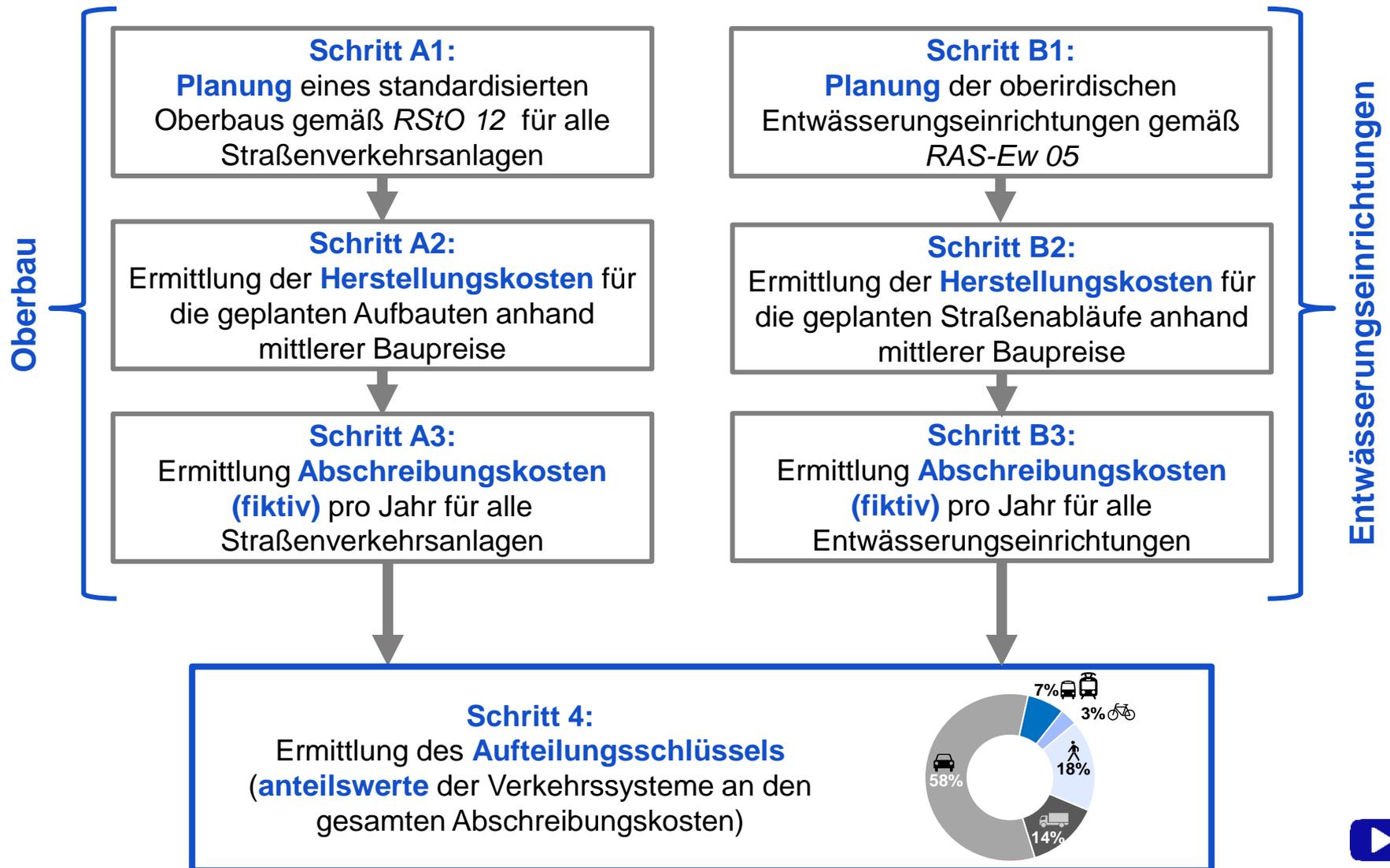
$k_{styp}$  ... Menge aller Streckenabschnitte (k) je Straßentyp (styp)

$mvs$  ... motorisiertes Verkehrssystem  $mvs \in \{\text{Lkw-, Pkw-, Linienbusverkehr}\}$

$styp$  ... Straßentyp  $styp \in \{\text{Hauptverkehrsstraße, Erschließungsstraße}\}$

## Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (6)

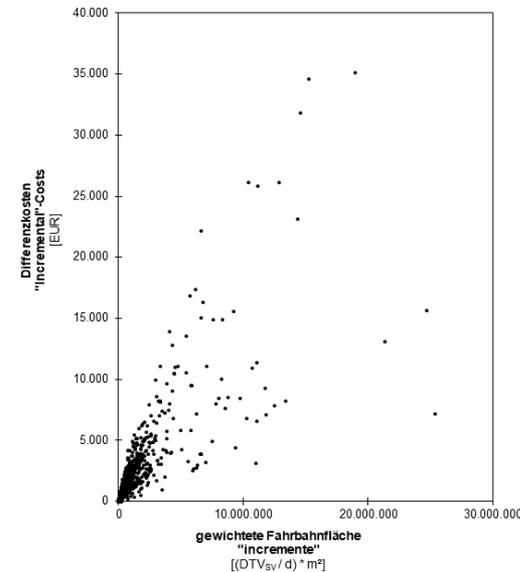
### Beispiel: Aufteilungsschlüssel „Abschreibungen“



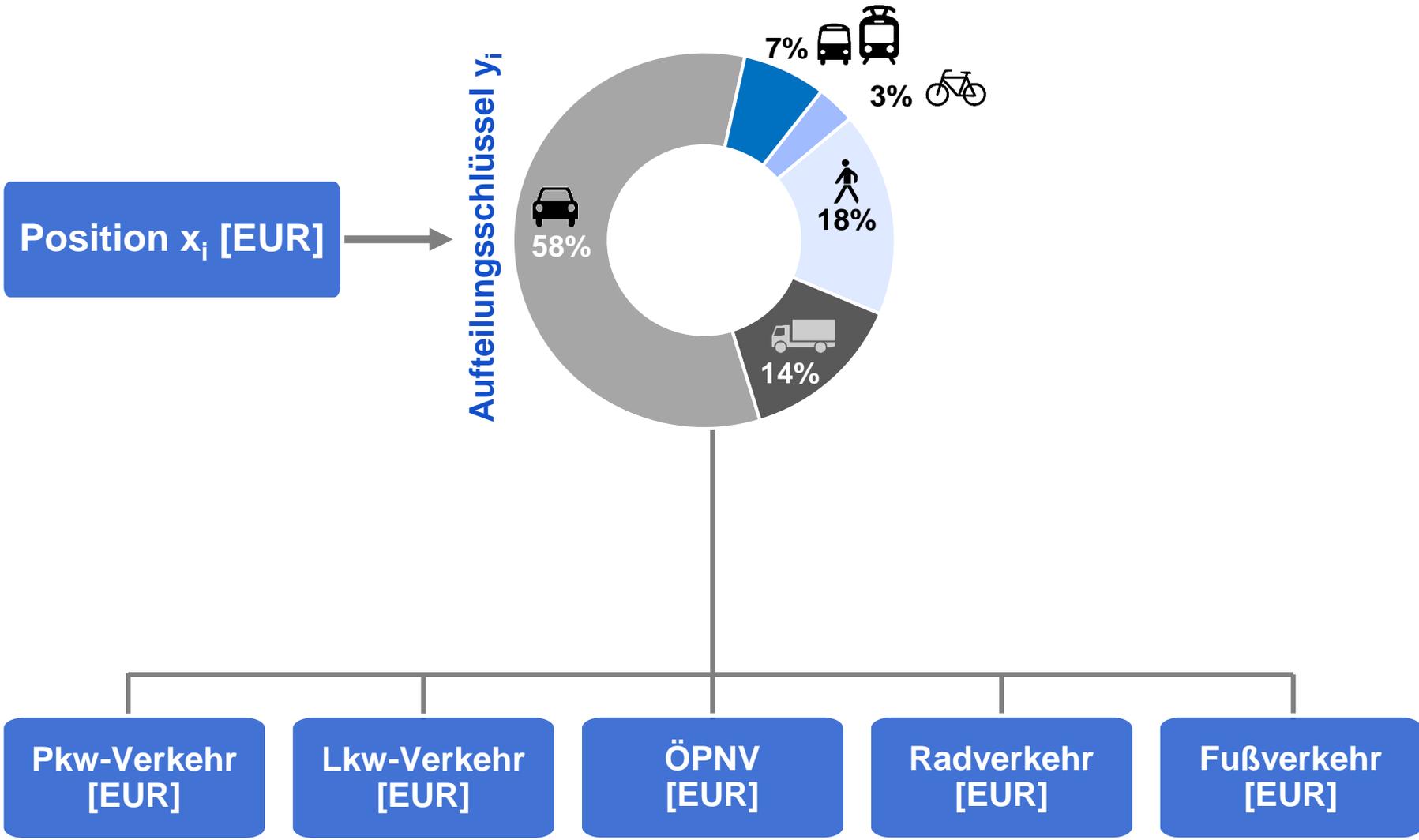
## Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (7)

### „Incremental-Costs“ Ansatz (Konzept der minimalen Straße)

- (1) Für jeden Streckenabschnitt des Straßenverkehrsnetzes wird, unter Berücksichtigung der Verkehrsbelastung aus einem Verkehrsnachfragemodell, eine **Bauklasse** nach *RStO 2012* dimensioniert
- (2) Anschließend wird angenommen, dass alle Fahrbahnlflächen mit einer standardisierten Bauweise **der geringsten Bauklasse** (Bk 0.3) nach *RStO 2012* hergestellt werden
- (3) Die **Differenzkosten** (sog. „increments“ aus (1) und (2)), die aufgrund des Schwerverkehrs (Fzg. > 3,5 t) zum Übergang in eine nächst höhere Bauklasse entstehen, werden dem Schwerverkehr angelastet, der Rest dem Pkw-Verkehr (Fzg. ≤ 3,5 t)
- (4) Aufteilung im **Schwerverkehr** (Lkw-Verkehr und Linienbusverkehr) entsprechend der jeweiligen Verkehrsbelastung auf den betroffenen Netzelementen



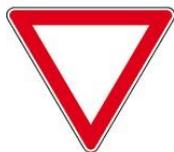
# Schritt 4: Aufteilung von Gemeinpositionen



Kennwerte (gemittelt und gerundet 2009 bis 2011)	Städtisches Verkehrssystem					Gesamt
	motorisierte Verkehrssysteme			nicht-motorisierte Verkehrssysteme		
	Lkw-Verkehr	Pkw-Verkehr	ÖPNV	Radverkehr	Fußverkehr	
<b>Wegebezogener* Zuschuss</b> [Cent/Weg]	---	25,2	56,7	3,9	15,7	<b>30,0</b>
<b>Unterwegszeitbezogener* Zuschuss</b> [Cent/Stunde]	---	82,9	96,9	14,6	64,5	<b>86,9</b>
<b>Verkehrsleistungsbezogener* Zuschuss</b> [Cent/Pkm]	---	3,3	8,4	1,3	14,6	<b>5,7</b>

\* Hochgerechnete Jahreswerte auf Grundlage der SrV-Erhebung 2008 (Wegebezogen, Hauptverkehrsmittel)

### Berücksichtigung bei der Interpretation der Kennwerte:



- **Höhere Nachfrage im Pkw-Verkehr bei gleichem Zuschuss verringert den wegebezogenen Zuschuss** (höhere Effizienz trotz negativer Entwicklung).
- **Der verkehrsleistungsbezogene Zuschuss stellt den Pkw-Verkehr günstiger dar.**

**Einsatz von fiskalischen Instrumenten**

- **Bestimmung der Höhe von verursachergerechten und kostendeckenden Gebühren für den Einsatz von fiskalischen Instrumenten**



<b>EUR-Cent/Fzkm</b>	<b>Pkw-Verkehr (Fzg. ≤ 3,5 t)</b>	<b>Lkw-Verkehr (Fzg. &gt; 3,5 t)</b>
Fahrleistungsbezogener Zuschuss	4,0	20,5
Fahrleistungsbezogene externe Kosten	8,4	36,7
<b>Fahrleistungsbezogene Kosten bei vollständiger Kostendeckung und Internalisierung externer Effekte</b>	<b>12,4</b>	<b>57,2</b>