



# Wie viel Geld für welchen Verkehr?

## Ökonomischer Vergleich kommunaler Verkehrssysteme

Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer

M.Sc. Assadollah Saighani

Heinrich-Böll-Stiftung, Bremen, 05.09.2019

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. Aufgabe und Zielsetzung**

## **2. Betriebswirtschaftlicher Vergleich**

- Lösungsansatz und methodisches Vorgehen
- Ergebnisse

## **3. Berücksichtigung externer Effekte**

- Überblick zum Lösungsansatz
- Ergebnisse

## **4. Zusammenfassung**

Einsatzbereiche in der Stadt- und Verkehrsplanung

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

- **Gründe für intransparente Verkehrsaufwendungen:**

- verschiedene Organisationseinheiten

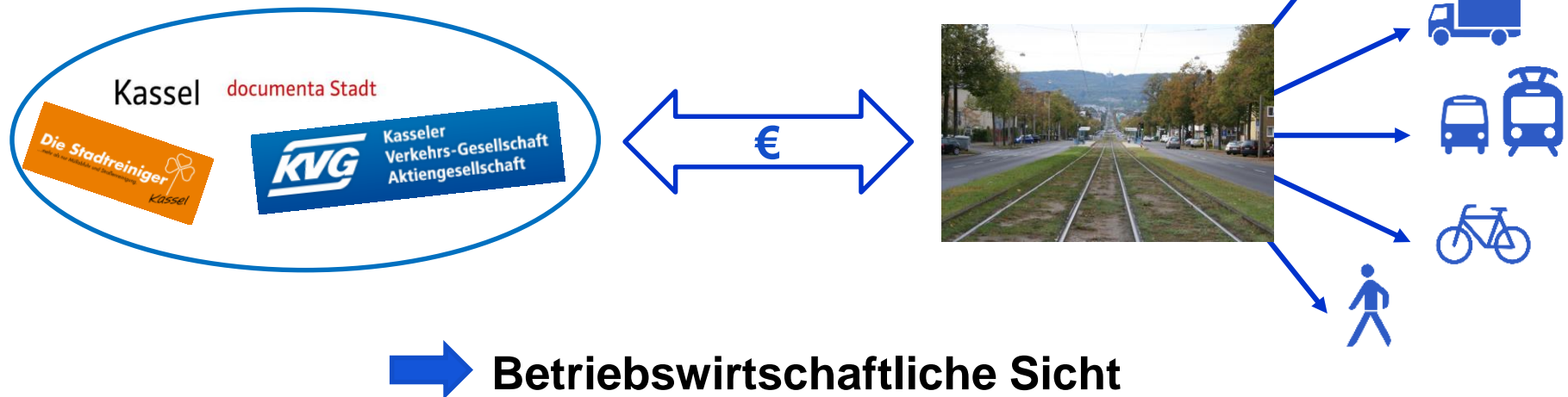
-  **Aufwendungen und Erträge sind auf unterschiedliche Rechnungsstellen verteilt**

- gemeinsam genutzter Verkehrsraum

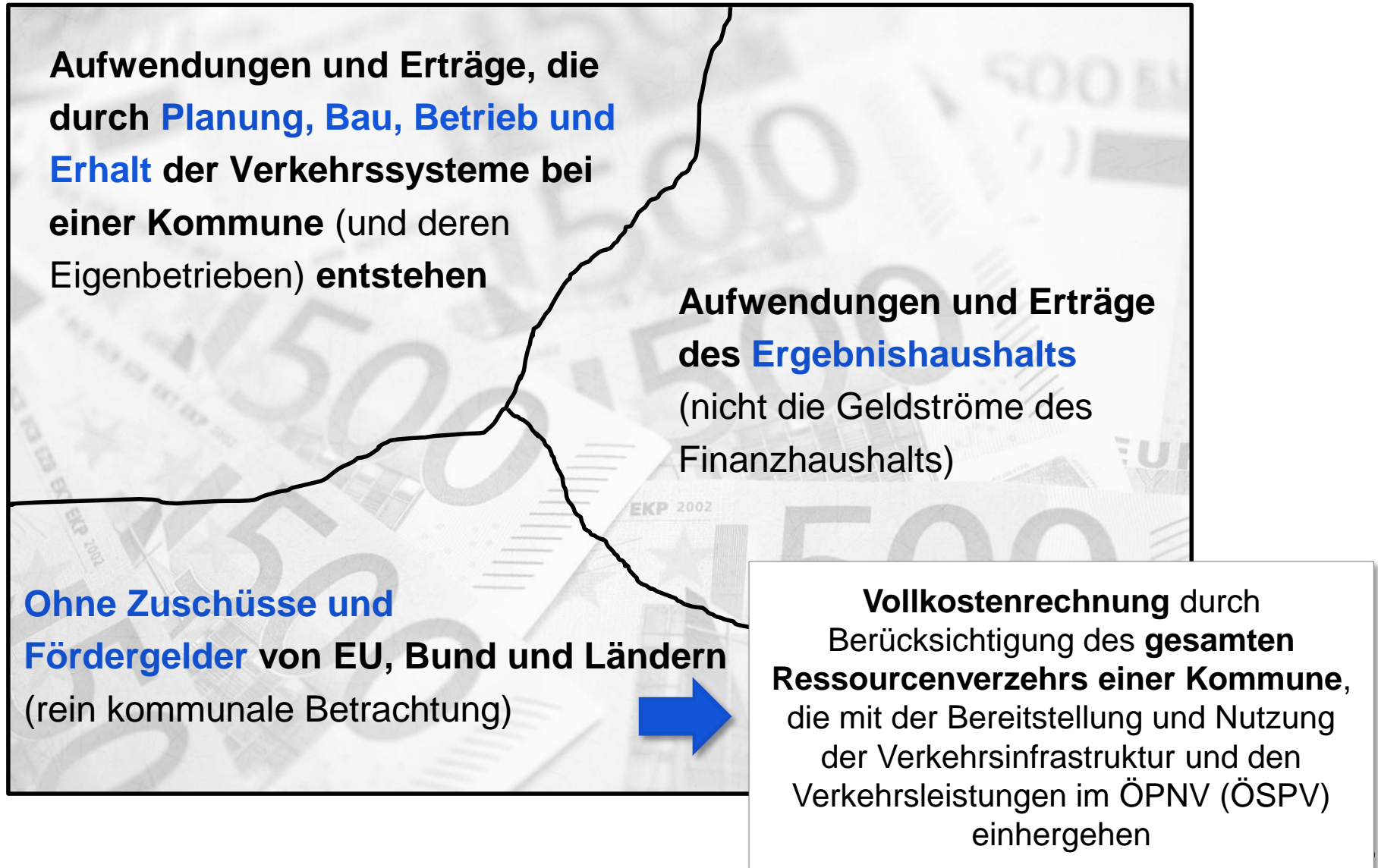
-  **undifferenzierte Darstellung der Aufwendungen und Erträge für Straßeninfrastruktur, Straßenreinigung, Winterdienst etc.**

# 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.

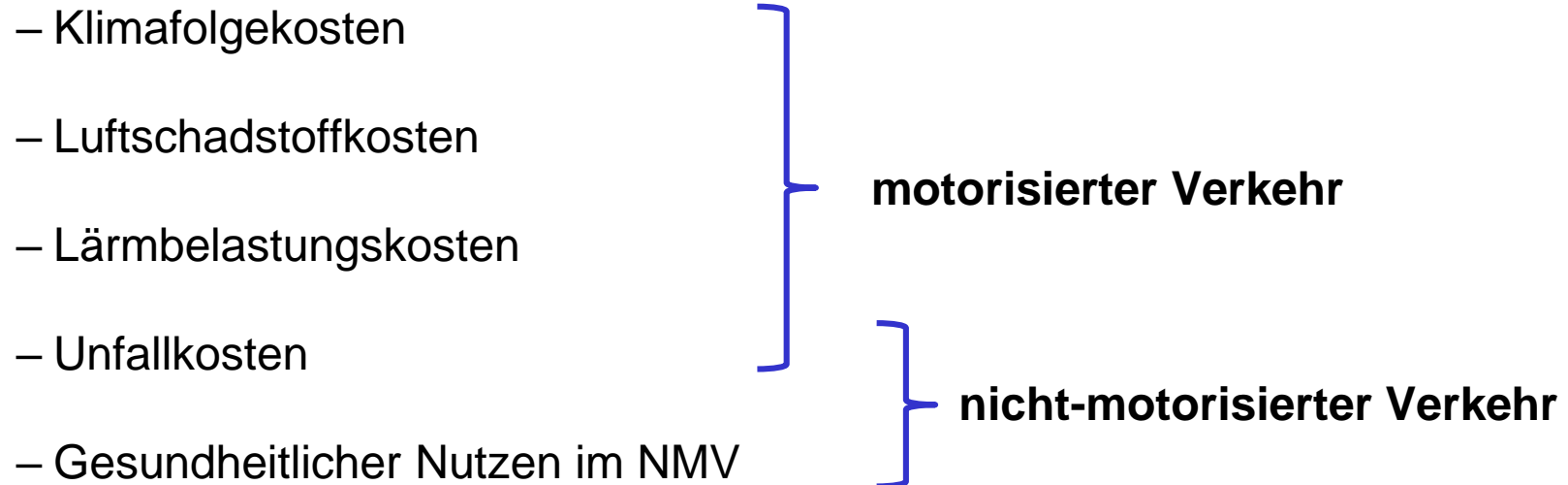


## Untersuchungsgegenstand



## 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):



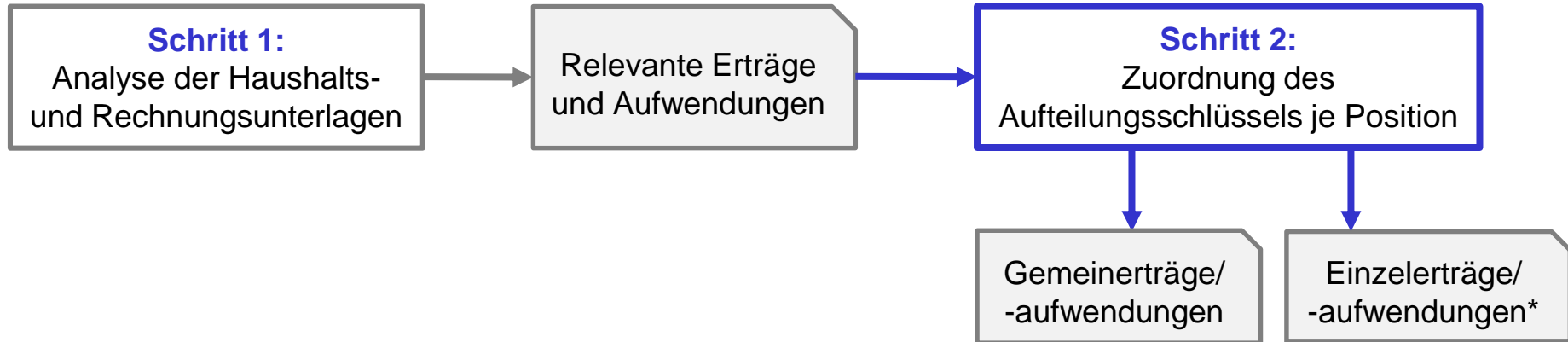
 **Monetarisierung der externen Effekte**

## Datengrundlage

**Allokationsverfahren erfolgt datengestützt auf Grundlage von stadtspezifischen Eingangsgrößen:**

- **Ergebnishaushalt** der Kommune, **Geschäftsberichte** kommunaler Gesellschaften (z.B. Verkehrsunternehmen, Straßenreiniger)
- detaillierte Daten über die städtische **Verkehrsinfrastruktur** (inkl. LSA) in einem Geoinformationssystem (GIS)
- Informationen zur **Straßenreinigung** und zum **Winterdienst** (Priorisierung, Reinigungsklassen u.ä.)
- streckenspezifische Daten **Verkehrsbelastung**, differenziert nach Pkw- und **Schwerverkehr** (georeferenziert)
- streckenspezifische **Fahrplandaten** (georeferenziert)

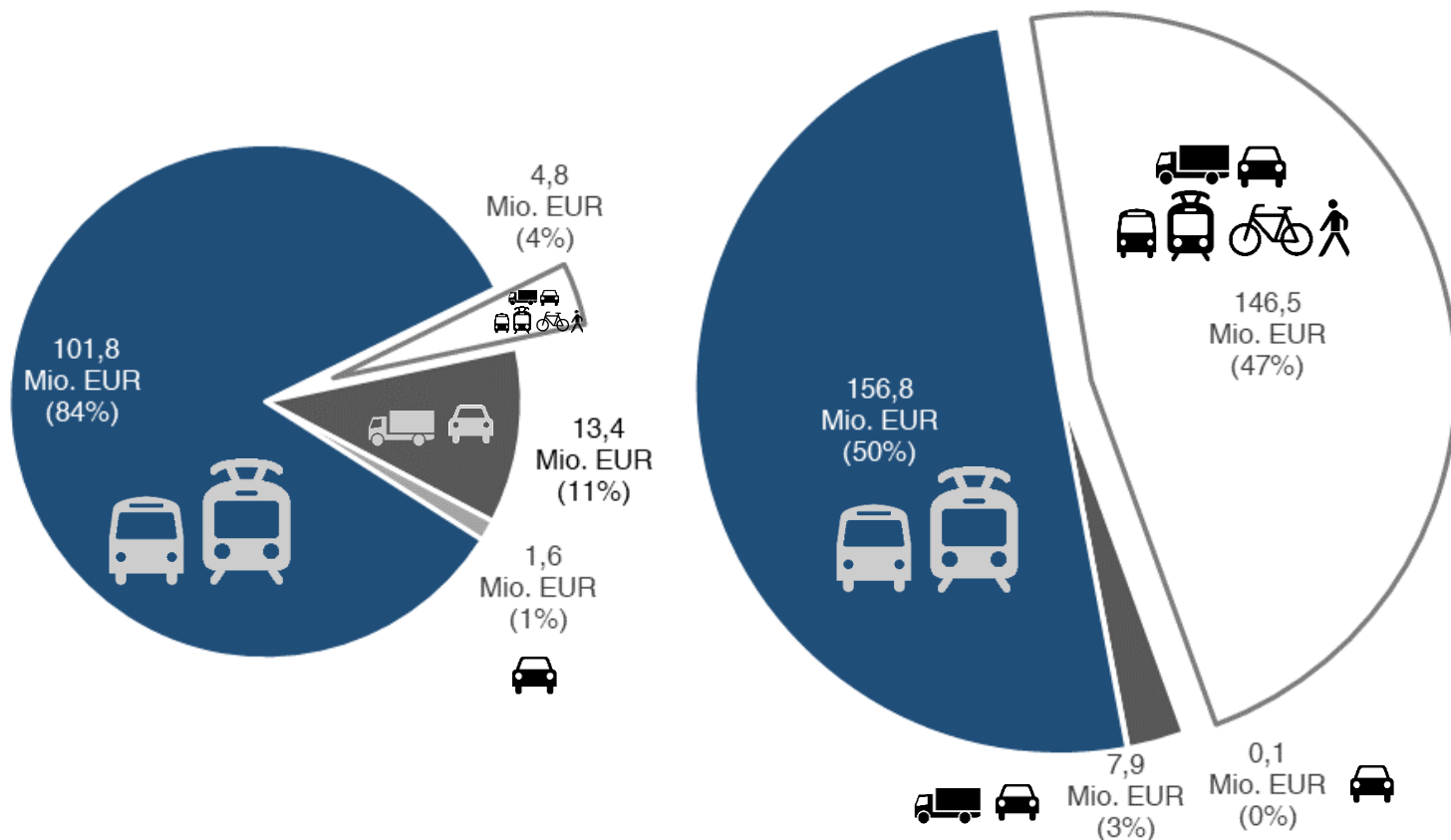
## Ablauf des Aufteilungsverfahrens





# Schritt 2: Zuordnung Aufteilungsschlüssel je Position

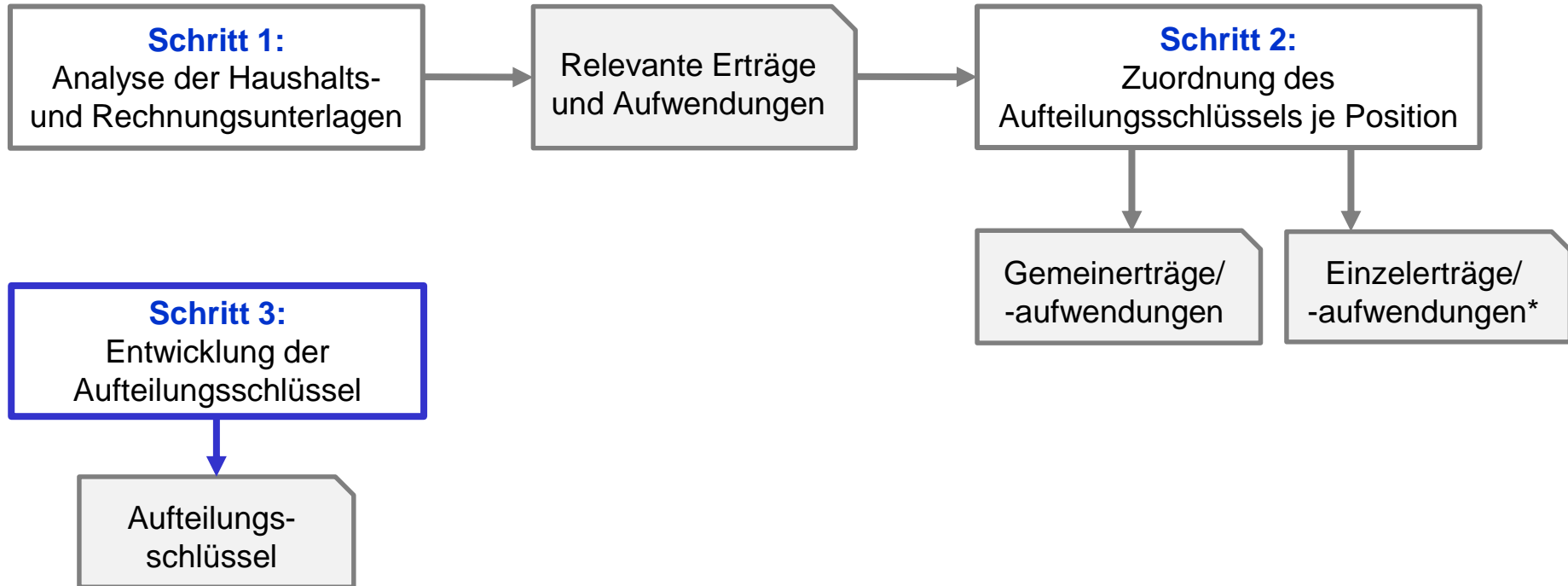
## Anteile der Einzel- und Gemeinpositionen (Freie Hansestadt Bremen, gemittelt aus 2009 bis 2011)



**Erträge:**  
**121,6 Mio. EUR**

**Aufwendungen:**  
**311,3 Mio. EUR**

# Ablauf des Aufteilungsverfahrens



## Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (1)

### Aufteilungsprinzipien

- **Nutzungs- bzw. fahrleistungsabhängige Allokation**

Fahrleistung und DTV-Wert auf den verschiedenen Straßenverkehrsanlagen

- **Flächenbeanspruchungsabhängige Allokation**



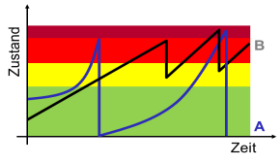

Berücksichtigung der Größe der verschiedenen Verkehrsmittel auf Grundlage von Pkw-Einheiten (Flächenbeanspruchungsbedarf der Nutzer bei der Durchführung ihrer Verkehrsaktivität)

- **Gewichtsabhängige Allokation:**

Höhere Achslasten ziehen höhere Verschleißkosten des Verkehrswegeoberbaus und Ingenieurbauwerke nach sich. Um diese zusätzlichen Kosten den Verursachern (Lkw und Linienbus) anzulasten, wird bei der gewichtsabhängigen Allokation die unterschiedlichen Gewichte der Nutzer (Verkehrsmittel) berücksichtigt.

## 2. Betriebswirtschaftlicher Vergleich: Lösungsansatz und Methode

### Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (2)

Aufteilungsschlüssel	Mengengerüst	Aufteilungsprinzip	Beispielpositionen / Anwendungsbereich*
<b>Kfz-Verkehr</b> 	Fahrleistung im Verkehrswegenetz (ohne BAB)	Proportional zur Fahrleistung	Ordnungswidrigkeiten im ruhenden und fließenden Verkehr, Kfz-Zulassungsstelle, Verkehrsüberwachung
<b>Verkehrsfläche</b> 	Bestandsflächen von verschiedenen Straßenverkehrsanlagen (z.B. Fahrbahnen, Gehwege, Radwege)	Nutzungs- und flächen- beanspruchungsabhängige Aufteilungsfaktoren je Straßenverkehrsanlage	Straßenentwässerung, Straßenbegleitgrün, Erschließungs- und Ausbaubeiträge, Sondernutzungsgebühren
<b>Abschreibung</b> 	(fiktiv ermittelte) Abschreibungskosten von verschiedenen Straßenverkehrsanlagen	Allokationsfaktoren ba- sierend auf „Incremental- Cost-Approach“	Abschreibungen der Vermögenswerte der Verkehrsinfrastruktur, Verwaltung, Planung, Bau, Unterhalt, Erhalt der Verkehrsinfrastruktur, Erträge aus Erschließungs- und Ausbaubeiträgen
<b>Straßenreinigung</b> 	Flächen von Straßenverkehrsanlagen, die im Rahmen der Straßenreinigung gereinigt werden (gewichtet nach Reinigungshäufigkeit oder Gebührenhöhe)	Nutzungs- und flächen- beanspruchungsabhängige Aufteilungsfaktoren je Straßenverkehrsanlage	Erträge aus Straßenreinigungsgebühren, Gesamtaufwand der Straßenreinigung

\* Berücksichtigt werden in jeder relevanten Position, die Aufwendungen (Kosten) für Personal, Planung, Verwaltung, Material etc.

2. Betriebswirtschaftlicher Vergleich: Lösungsansatz und Methode

Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (3)

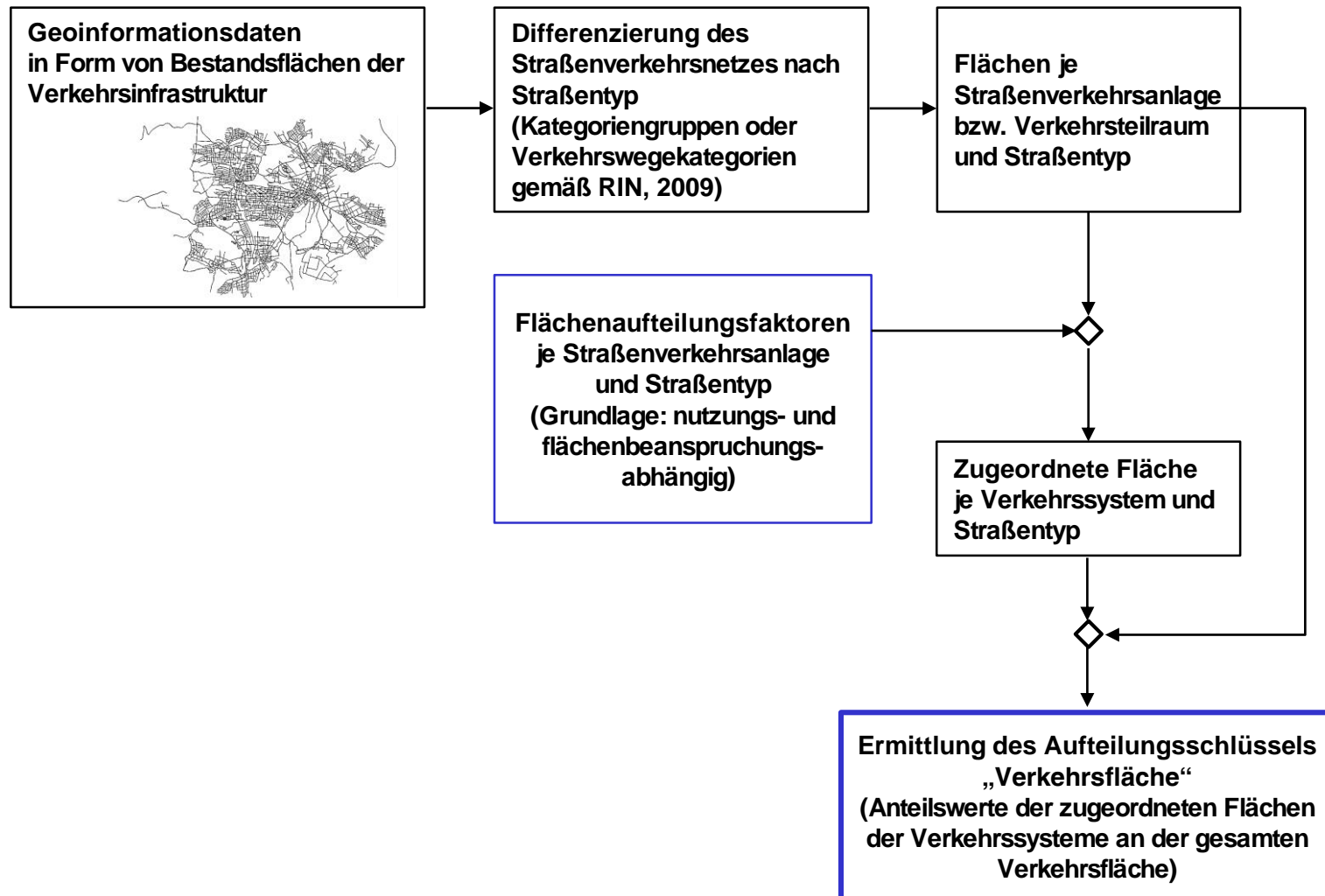
Aufteilungsschlüssel	Mengengerüst	Aufteilungsprinzip	Beispielpositionen / Anwendungsbereich*
<p><b>Winterdienst</b></p> 	<p>Flächen von verschiedenen Straßenverkehrsanlagen, die im Rahmen des Winterdienstes geräumt werden (gewichtet nach Priorisierung im Winterdienst)</p>	<p>Nutzungs- und flächenbeanspruchungsabhängige Aufteilungsfaktoren je Straßenverkehrsanlage</p>	<p>Aufwendungen für die Beseitigung von Schnee und Eis sowie für das Streuen an Straßen, Wegen und Plätzen</p>
<p><b>Straßenbeleuchtung</b></p> 	<p>(fiktiv ermittelte) Anzahl an Beleuchtungsanlagen von verschiedenen Straßenverkehrsanlagen</p>	<p>Nutzungs- und flächenbeanspruchungsabhängige Aufteilungsfaktoren je Straßenverkehrsanlage</p>	<p>Aufwendungen für die Beleuchtung von Straßen, Wegen und Plätzen (z.B. Energie-, Reparatur-, Wartungs- und Instandhaltungskosten)</p>
<p><b>Lichtsignalanlagen</b></p> 	<p>Anzahl bestehender Lichtsignalanlagen je Typ und Betriebsform (gewichtet nach Größe und Energieverbrauch)</p>	<p>Aufteilungsfaktoren je LSA-Typ, Proportional zur Fahrleistung</p>	<p>Aufwendungen, die mit der Aufstellung von Lichtsignalanlagen zur Steuerung des Verkehrs an Knotenpunkten einhergehen (z.B. Unterhaltungskosten- und Betriebskosten)</p>
<p><b>Allgemein</b></p> 	<p>Wird für einzelne Teilhaushalte bestimmt und ergibt sich aus den anderen Aufteilungsschlüsseln</p>		<p>Allgemeine Positionen ohne ersichtliche Kategorie (z.B. Sonstige Sach- und Dienstleistungen sowie allgemeine Abschreibungen)</p>

\* Berücksichtigt werden in jeder relevanten Position, die Aufwendungen (Kosten) für Personal, Planung, Verwaltung, Material etc.

## 2. Betriebswirtschaftlicher Vergleich: Lösungsansatz und Methode

# Aufteilungsschlüssel „Verkehrsfläche“ (1)

### Methodischer Ansatz



# Aufteilungsschlüssel „Verkehrsfläche“ (2)

Straßenverkehrsanlage (Auswahl)	Flächenaufteilungsfaktor				
	motorisierte Verkehrssysteme			nicht-motorisierte Verkehrssysteme	
	Lkw-Verkehr	Pkw-Verkehr	ÖPNV	Radverkehr	Fußverkehr
Fahrbahnen	$p(fb_{Lkw,styp})$	$p(fb_{Pkw,styp})$	$p(fb_{Bus,styp})$	---	---
Anlagen des ruhenden Verkehrs (öff. R.)	---	1,0	---	---	---
Busfahrstreifen	---	---	1,0	---	---
Bushalteflächen/ -buchten	---	---	1,0	---	---
Fahrgastwarteflächen (ÖPNV-Haltestellen)	---	---	1,0	---	---
Radwege	---	---	---	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

## 2. Betriebswirtschaftlicher Vergleich: Lösungsansatz und Methode

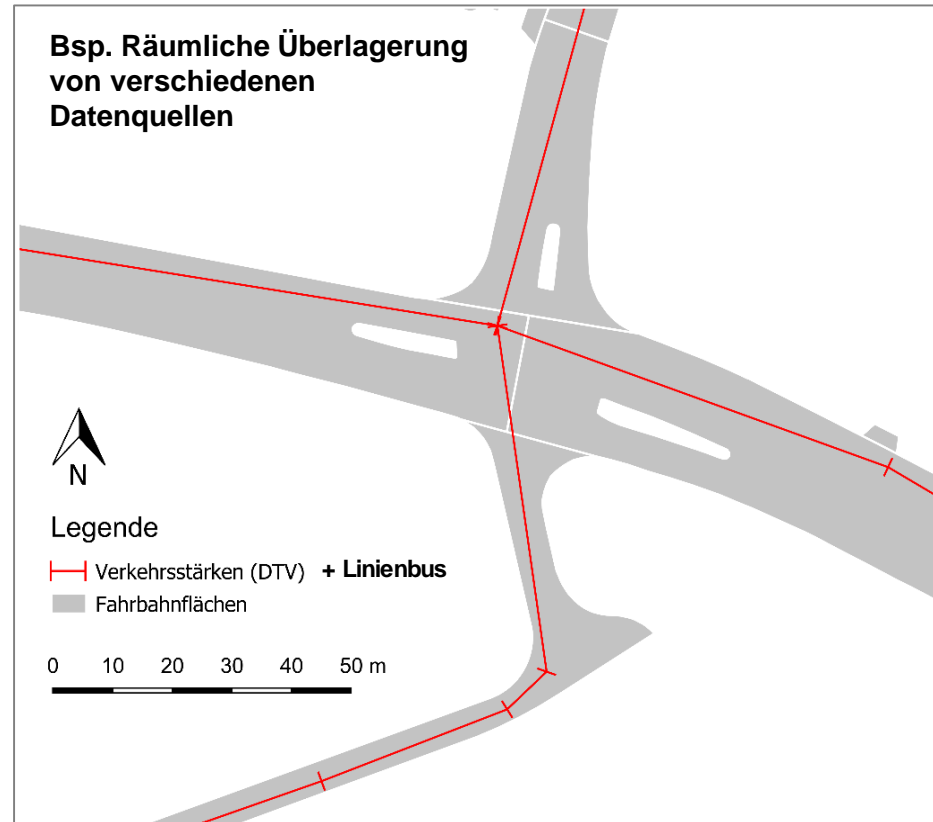
### Aufteilungsschlüssel „Verkehrsfläche“ (3)

#### Beispiel: Aufteilung der Fahrbahflächen auf Nutzergruppen (1)

**Anteil der Fahrbahnfläche je Verkehrsmittel und Straßentyp:**

$$p(\text{fb}_{\text{mvs,styp}}) = \frac{\sum_k p(\text{qPE}_{\text{mvs},k}) \cdot \text{fb}_k}{\sum_k \text{fb}_k}$$

$$p(\text{qPE}_{\text{mvs},k}) = \begin{cases} \frac{\text{fPE}_{\text{mvs}} \cdot \text{q}_{\text{mvs},k}}{\sum_i (\text{fPE}_i \cdot \text{q}_{i,k})}, & \text{falls } \text{q}_k > 0 \\ 1, & \text{falls } \text{q}_k = 0 \text{ und } \text{mvs} = \text{Pkw - Verkehr} \\ 0, & \text{falls } \text{q}_k = 0 \text{ und } \text{mvs} \neq \text{Pkw - Verkehr} \end{cases}$$



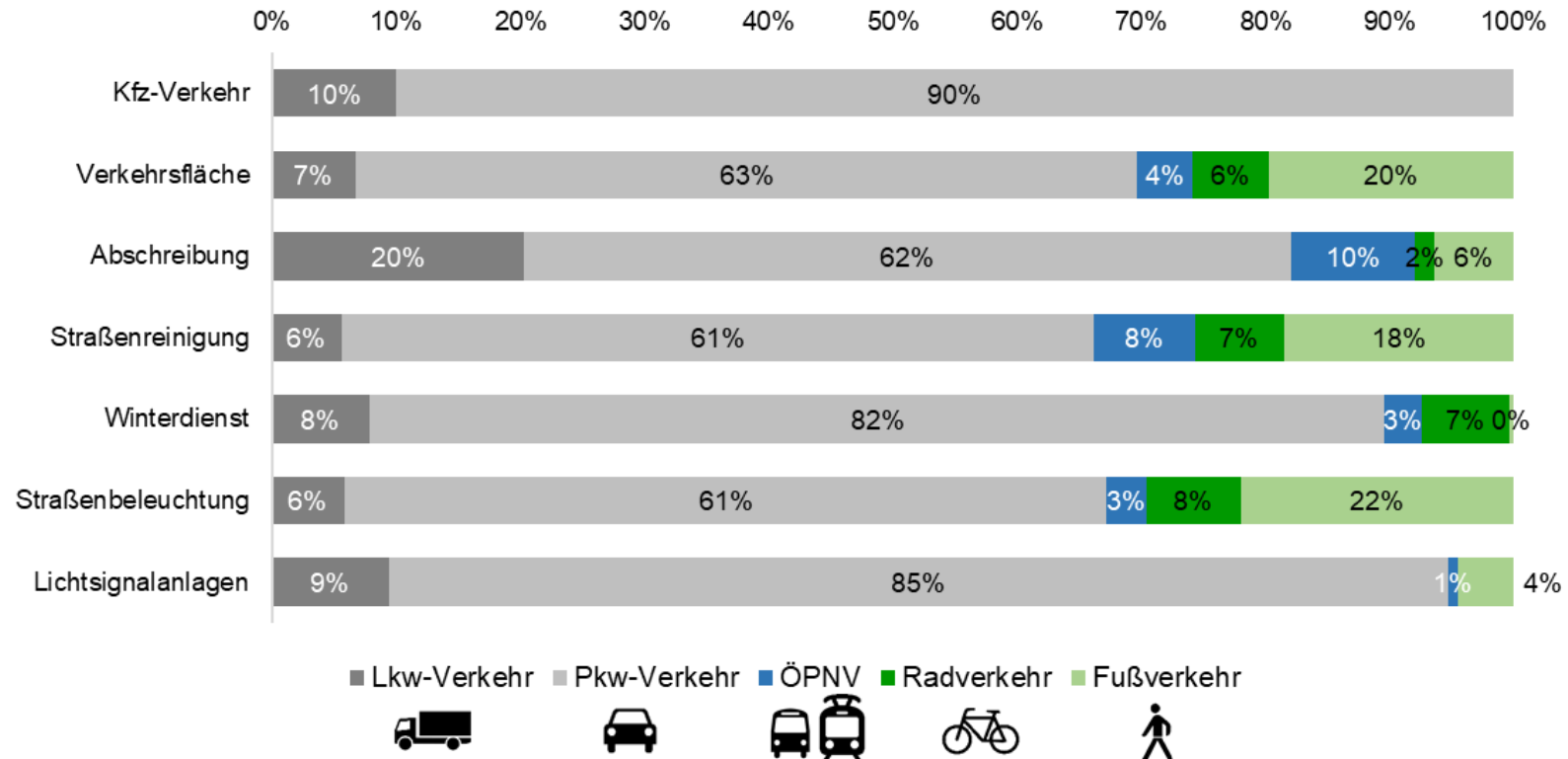
- $p(\text{fb}_{\text{mvs,styp}})$  ... Anteil der Fahrbahnfläche je motor. Verkehrssystem und Straßentyp [-]
- $\text{fPE}_{\text{mvs}}$  ... Umrechnungsfaktor in Pkw-Einheiten je Verkehrssystem [Pkw-E/Fz]
- $p(\text{qPE}_{\text{mvs},k})$  ... Anteil der umgerechneten Verkehrsstärke in Pkw-E je Verkehrssystem und Streckenabschnitt [-]
- $\text{q}_{\text{mvs},k}$  ... Verkehrsstärke je motor. Verkehrssystem und Streckenabschnitt [Fz/24h]
- $\text{q}_k$  ... Verkehrsstärke je Streckenabschnitt [Fz/24h] (falls keine Verkehrsstärke vorliegen dann  $\text{q}_k=0$ )
- $\text{fb}_k$  ... Fahrbahnfläche je Streckenabschnitt (k) [m<sup>2</sup>]
- $\text{mvs}, i$  ... motorisiertes Verkehrssystem mvs bzw. i {Lkw-, Pkw-, Linienbusverkehr}
- $\text{styp}$  ... Straßentyp {HS, ES}
- $k$  ... Streckenabschnitt [-]



## 2. Betriebswirtschaftlicher Vergleich: Lösungsansatz und Methode

### Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (4)

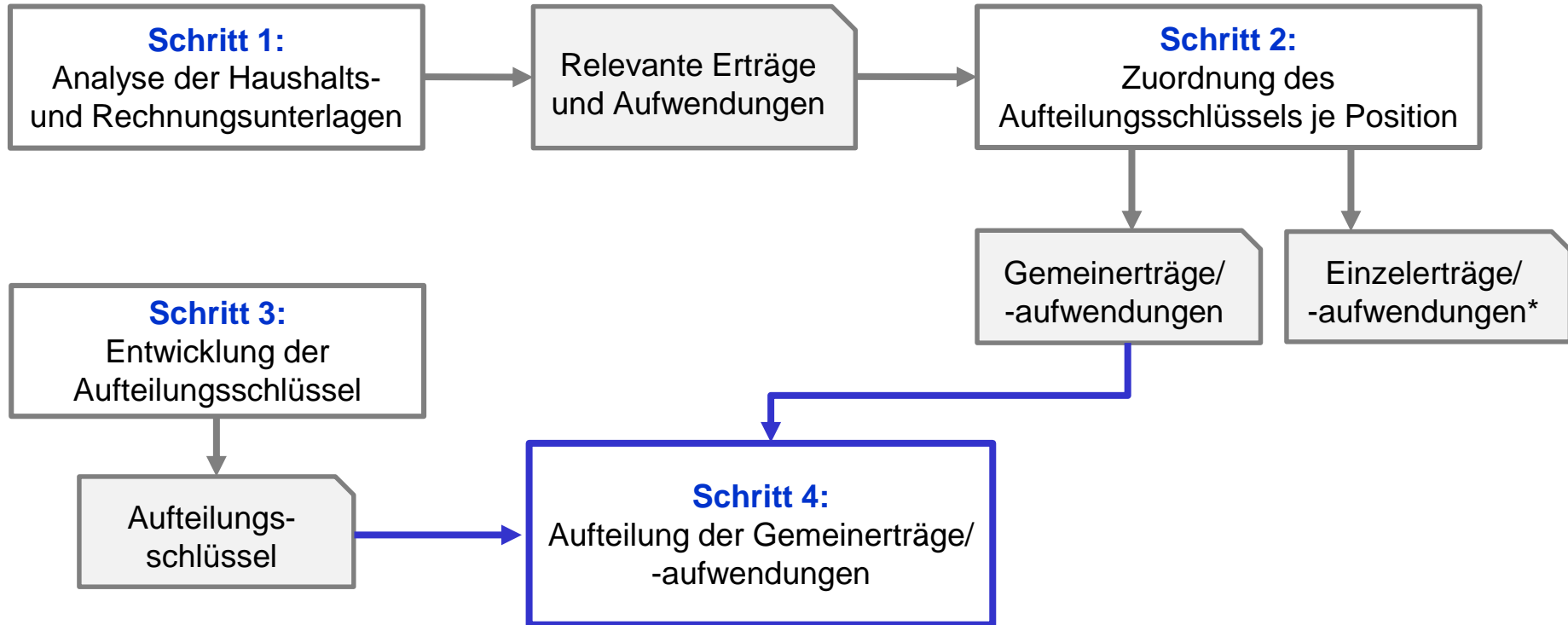
#### Berechnete Aufteilungsschlüssel für Bremen



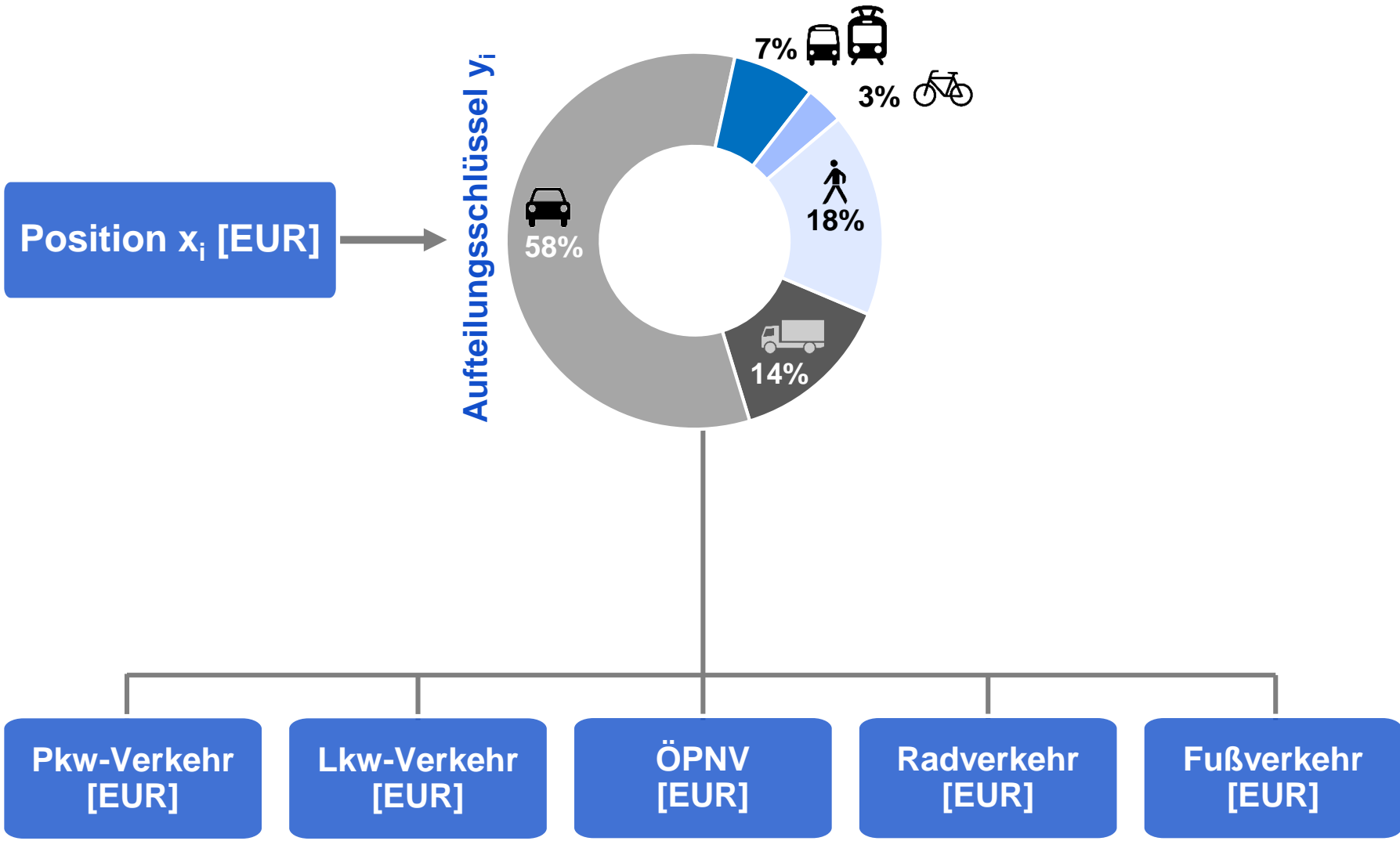
#### Flächen für Fußverkehr

- **nicht-verkehrliche Funktion** (Aufenthalt) nicht herausgerechnet
- bei verkehrlicher Funktion zu beachten: jeder Zu- und Abgangsweg zu anderen Verkehrsmitteln werden auf Fußgängerverkehrsanlagen erbracht.

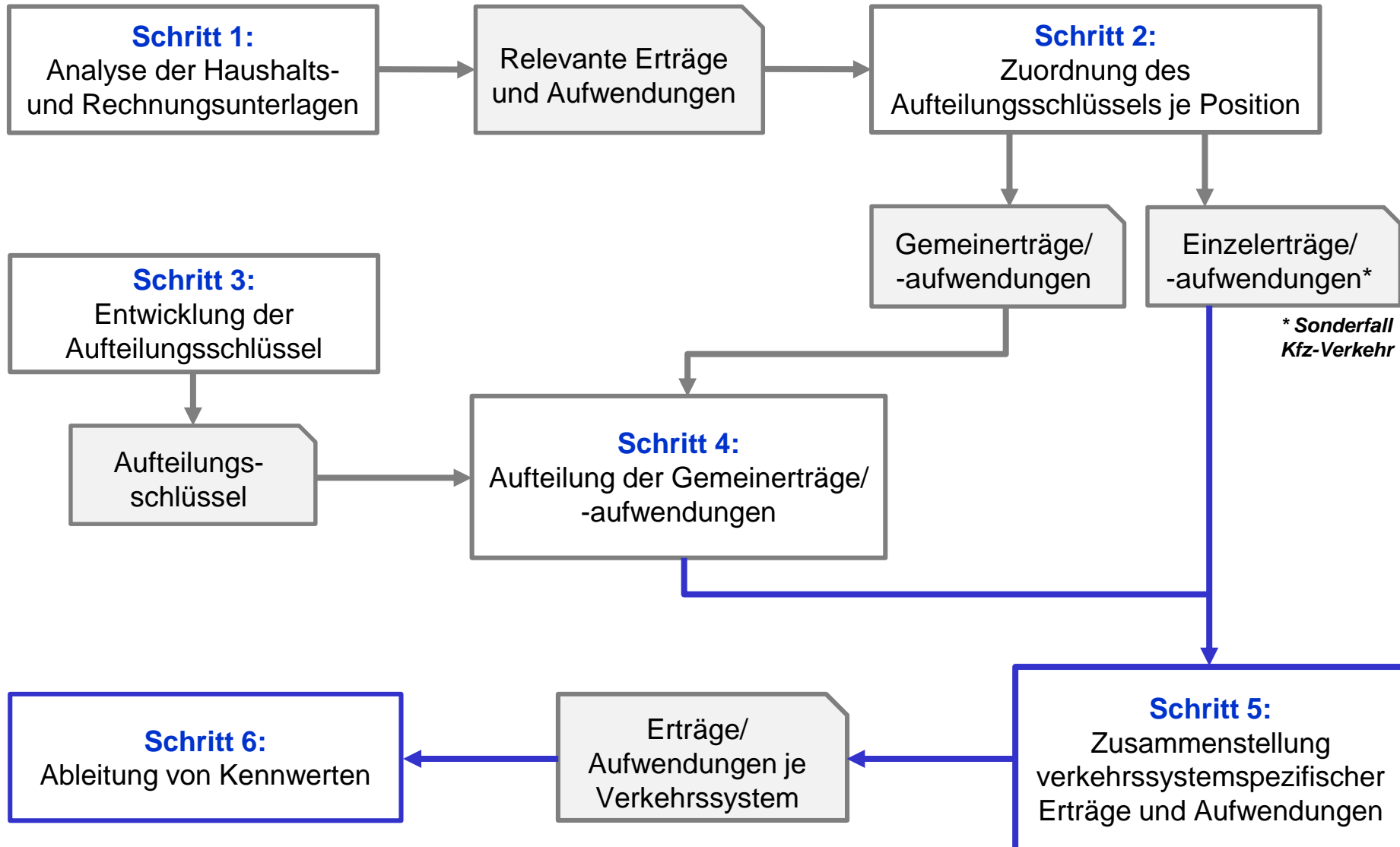
# Ablauf des Aufteilungsverfahrens



# Schritt 4: Aufteilung von Gemeinpositionen



# Ablauf des Aufteilungsverfahrens



**Ergebnisse Freie Hansestadt Bremen (Auswahl)**

<b>Kennwerte (Auswahl)</b> (gemittelt und gerundet 2009 bis 2011)	<b>motorisierte Verkehrssysteme</b>			<b>nicht-motorisierte Verkehrssysteme</b>		<b>Gesamt</b>
	<b>Lkw-Verkehr</b>	<b>Pkw-Verkehr</b>	<b>ÖPNV</b>	<b>Radverkehr</b>	<b>Fußverkehr</b>	
<b>Absolute Aufwendungen</b> [Mio. EUR]	24,0	99,2	169,2	4,5	14,4	<b>311,3</b>
<b>Absolute Erträge</b> [Mio. EUR]	1,6	16,7	102,1	0,3*	0,8*	<b>121,6</b>
<b>Absoluter Zuschuss</b> [Mio. EUR]	22,4	82,5	67,1	4,2	13,6	<b>189,8</b>
<b>Relativer Zuschuss</b> [%]	12%	44%	35%	2%	7%	<b>100%</b>
<b>Zuschuss pro Einwohner</b> [EUR/Einw.]	41	151	123	8	25	<b>346</b>
<b>Kostendeckungsgrad Vollkosten</b> [%]	7%	17%	60%	---	---	<b>---</b>

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

## Vergleich der Ergebnisse in den Beispielstädten

	Relativer Zuschuss [%]					Gesamt
	Lkw- Verkehr	Pkw- Verkehr	ÖPNV	Rad- verkehr	Fuß- verkehr	
Bremen	12%	44%	35%	2%	7%	100%
Kassel	8%	37%	41%	1%	12%	100%
Kiel	11%	41%	27%	4%	17%	100%

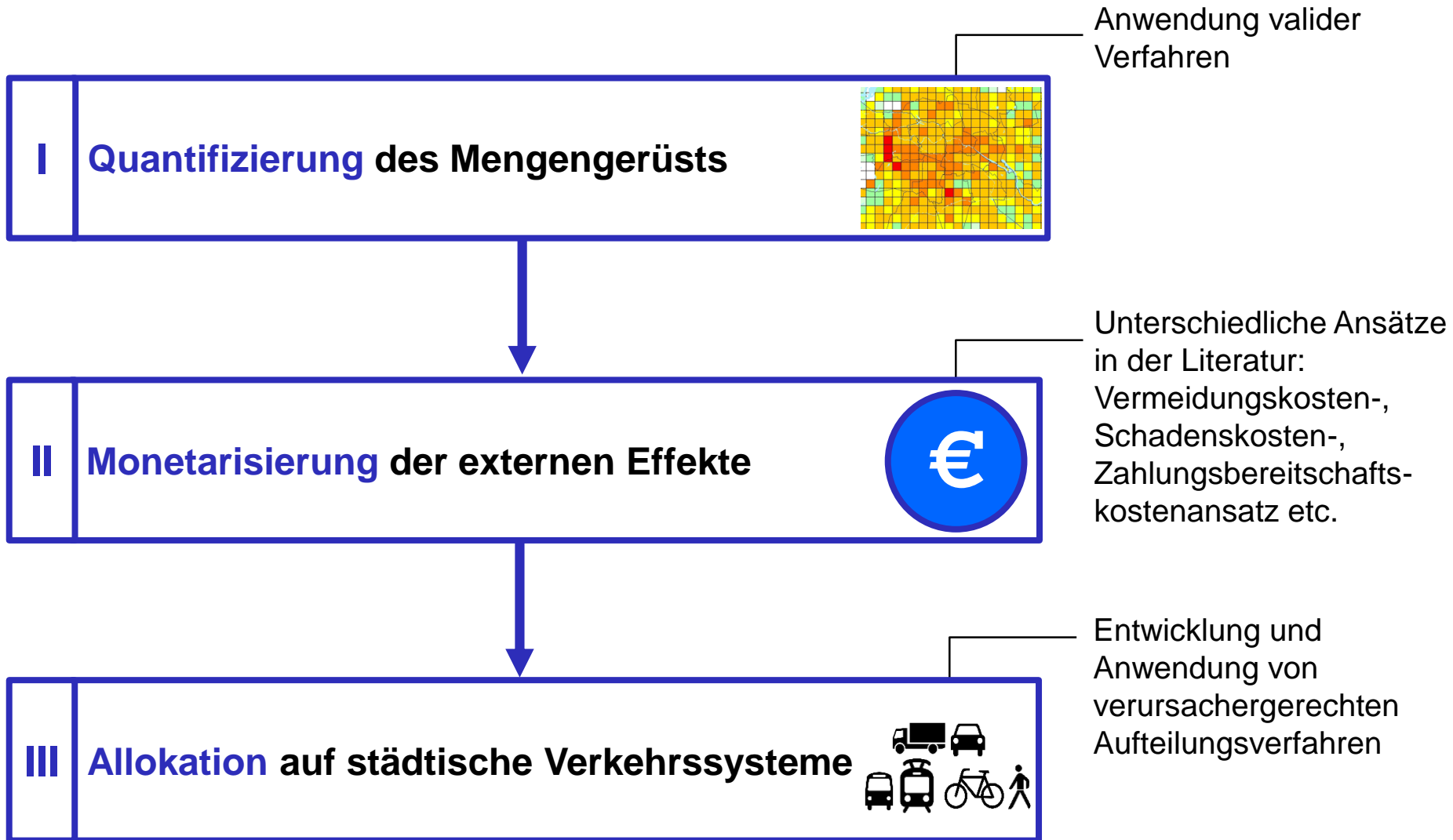
	Kostendeckungsgrad Vollkosten [%]		
	Lkw- Verkehr	Pkw- Verkehr	ÖPNV
Bremen	7%	17%	60%
Kassel	12%	38%	55%
Kiel	28%	56%	81%

- **Interkommunaler Vergleich (Benchmarking)** aufgrund großer Unterschiede in den Beispielstädten nicht zweckmäßig (gilt auch für externe Kosten)

## Fazit

- Das neu entwickelte Verfahren ermöglicht eine **ökonomische Bewertung** städtischer Verkehrssysteme, die u.a. im Rahmen der **strategischen Verkehrsplanung** genutzt werden kann.
- Zuschüsse für den Radverkehr fallen im Vergleich zu den anderen Verkehrssystemen **gering** aus.
- Der **Kostendeckungsgrad (Vollkosten) des Pkw-Verkehrs** liegt in allen untersuchten Städten unterhalb des **Kostendeckungsgrads des ÖPNV**.
- Der **Kostendeckungsgrad (Vollkosten) des Lkw-Verkehrs** ist in allen untersuchten Städten am niedrigsten.

# Überblick Bewertungsverfahren





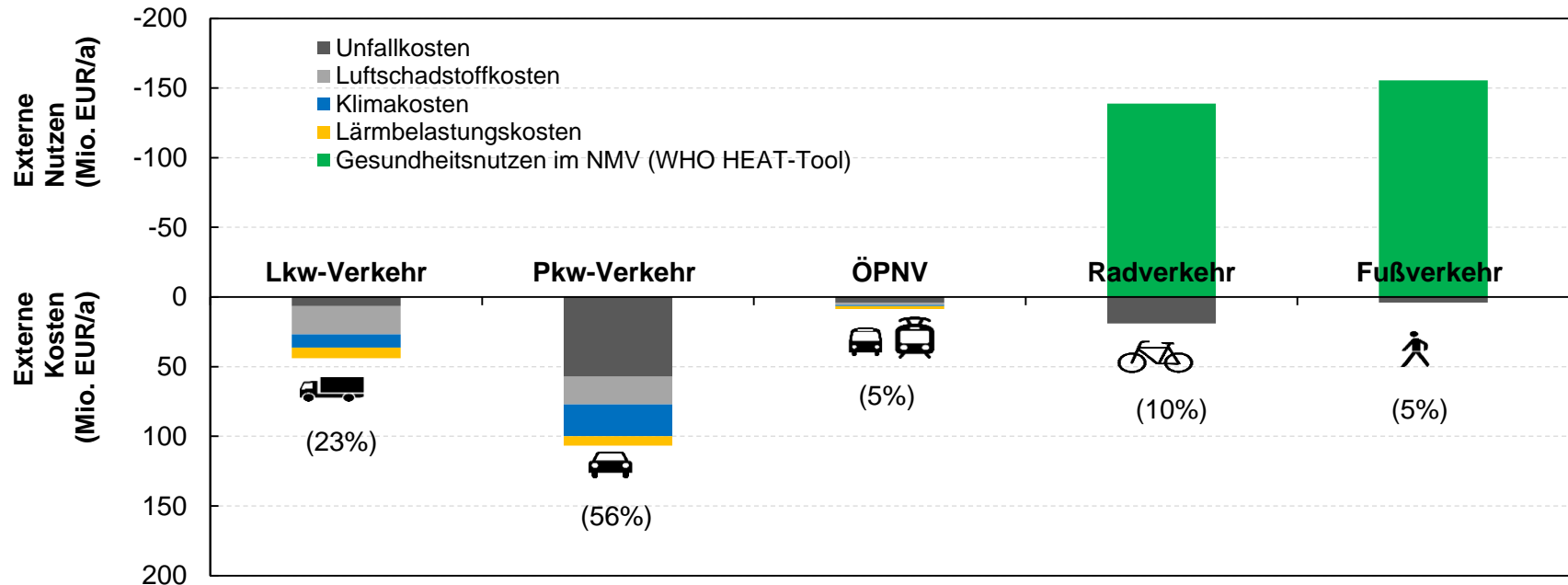
### 3. Berücksichtigung externer Effekte: Ergebnisse

## Ergebnisse Bremen

Ergebnisse der Monetarisierung der externen Wirkungen (Preisstand 2010, ohne Bundesautobahnen)	Lkw-Verkehr (Fzg. > 3.5 t)	Pkw-Verkehr (Fzg. ≤ 3.5 t)	ÖPNV	Rad- verkehr	Fuß- verkehr	Total
Unfallkosten [Mio. EUR/a]	6,5	57,3	4,1	19,0	4,1	97,4
Luftschadstoffkosten [Mio. EUR/a]	20,4	19,9	1,6	---	---	41,9
Klimakosten [Mio. EUR/a]	9,4	22,8	0,8	---	---	33,0
Lärmbelastungskosten [Mio. EUR/a]	7,7	6,6	2,1	---	---	16,4
<b>Externe Kosten Total [Mio. EUR/a]</b>	<b>44,0</b>	<b>106,6</b>	<b>8,6</b>	<b>19,0</b>	<b>4,1</b>	<b>188,7</b>
<b>Externe Kosten pro Einwohner [EUR/EW*a]</b>	<b>80</b>	<b>195</b>	<b>16</b>	<b>35</b>	<b>7</b>	<b>345</b>
Gesundheitsnutzen im NMV (WHO HEAT-Tool) [Mio. EUR/a]	---	---	---	- 138,9	- 155,5	---

\* Straßenbahn und Linienbus

<sup>(1)</sup> inkl. andere Verkehrsmittel (Motorrad, Mofa, Eisenbahnen, nicht-klassifizierbare Fahrzeuge)



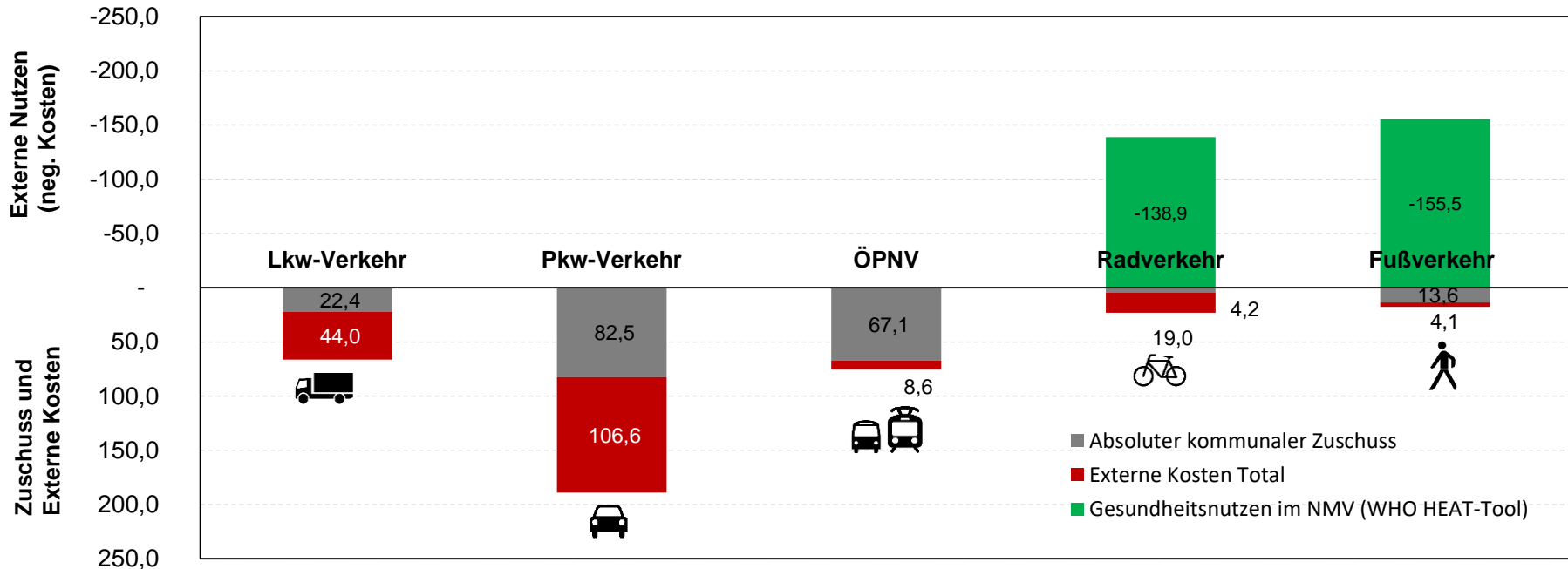
## Fazit

- Den **größten** Anteil der gesamten externen Kosten entfällt auf **Unfallkosten** (44% bis 57%) und die geringsten auf **Lärmbelastungskosten** (4% bis 9%).
- Den Hauptteil der externen Kosten von ca. 85% bis 92% verursacht der Kfz-Verkehr (**Pkw- und Lkw-Verkehr**) und lediglich 8% bis 15% die Verkehrssysteme des **Umweltverbundes**.
- Im Vergleich der Personenverkehrssysteme ist der **Pkw-Verkehr für die höchsten externen Kosten** verantwortlich (60% bis 79%) und der **Fußverkehr für die geringsten** (ca. 1%)
- Die nicht-motorisierten Verkehrssysteme verursachen nicht nur sehr geringe externe Kosten, sondern stiften gleichzeitig einen deutlich hohen **externen Nutzen** (Gesundheitsnutzen).

4. Zusammenfassung

Zuschuss und externe Kosten (1)

Mio. EUR  
pro Jahr



„ungedeckte“ Kosten (Nutzen) pro Jahr im städtischen Verkehr in Bremen:

Lkw-Verkehr	Pkw-Verkehr	ÖPNV	Radverkehr	Fußverkehr
66,4 Mio. EUR	189,1 Mio. EUR	75,7 Mio. EUR	-115,7 Mio. EUR	-137,8 Mio. EUR
121 EUR/EW	345 EUR/EW	138 EUR/EW	-211 EUR/EW	-252 EUR/EW

## Zuschuss und externe Kosten (2)

- **Fahrleistungsbezogener** Zuschuss und fahrleistungsbezogene externe Kosten im Lkw- und Pkw-Verkehr in EUR-Cent/Fzkm bei vollständiger Kostendeckung und Internalisierung externer Kosten



Beispiel- stadt	Lkw-Verkehr			Pkw-Verkehr		
	Fahrleistungs- bezogener Zuschuss*	Fahrleistungs- bezogene externe Kosten*	Fahrleistungs- bezogene Kosten (gesamt)*	Fahrleistungs- bezogener Zuschuss*	Fahrleistungs- bezogene externe Kosten*	Fahrleistungs- bezogene Kosten (gesamt)*
Bremen	10,4	26,6	<b>37,0</b>	5,8	7,2	<b>13,0</b>
Kassel	20,5	36,7	<b>57,2</b>	4,0	8,4	<b>12,4</b>
Kiel	5,4	23,6	<b>29,0</b>	1,1	5,6	<b>6,7</b>

\* EUR-Cent / Fzkm

## 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



# Wie viel Geld für welchen Verkehr?

## Ökonomischer Vergleich kommunaler Verkehrssysteme

Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer

M. Sc. Assadollah Saighani

Heinrich-Böll-Stiftung, Bremen, 05.09.2019

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

