



Ökonomische Bewertung der Verkehrsarten in Kassel

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

Sitzung des Ausschusses für Stadtentwicklung, Mobilität und Verkehr
Kassel, 16.09.2021

VERKEHRSPLANUNG
UND VERKEHRSSYSTEME
Prof. Dr. Carsten Sommer



Stadtverordneten-Versammlung
Kassel
Eing. 27. SEP. 2021
Wulf

- 1. Problemstellung und Zielsetzung**
- 2. Lösungsansatz und methodisches Vorgehen**
- 3. Ergebnis ökonomischer Vergleich**

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 (1)

- Aufteilung der **verkehrsbezogenen** Aufwendungen und Erträge
 - aus **kommunalen Haushalten** und **Rechnungsunterlagen** kommunaler Unternehmen
 - auf die **städtischen Verkehrssystemen** (Lkw-, Pkw-, Fuß-, Rad-, ÖPNV)



Ziel: Betriebswirtschaftliche Bewertung (2)

Untersuchungsgegenstand

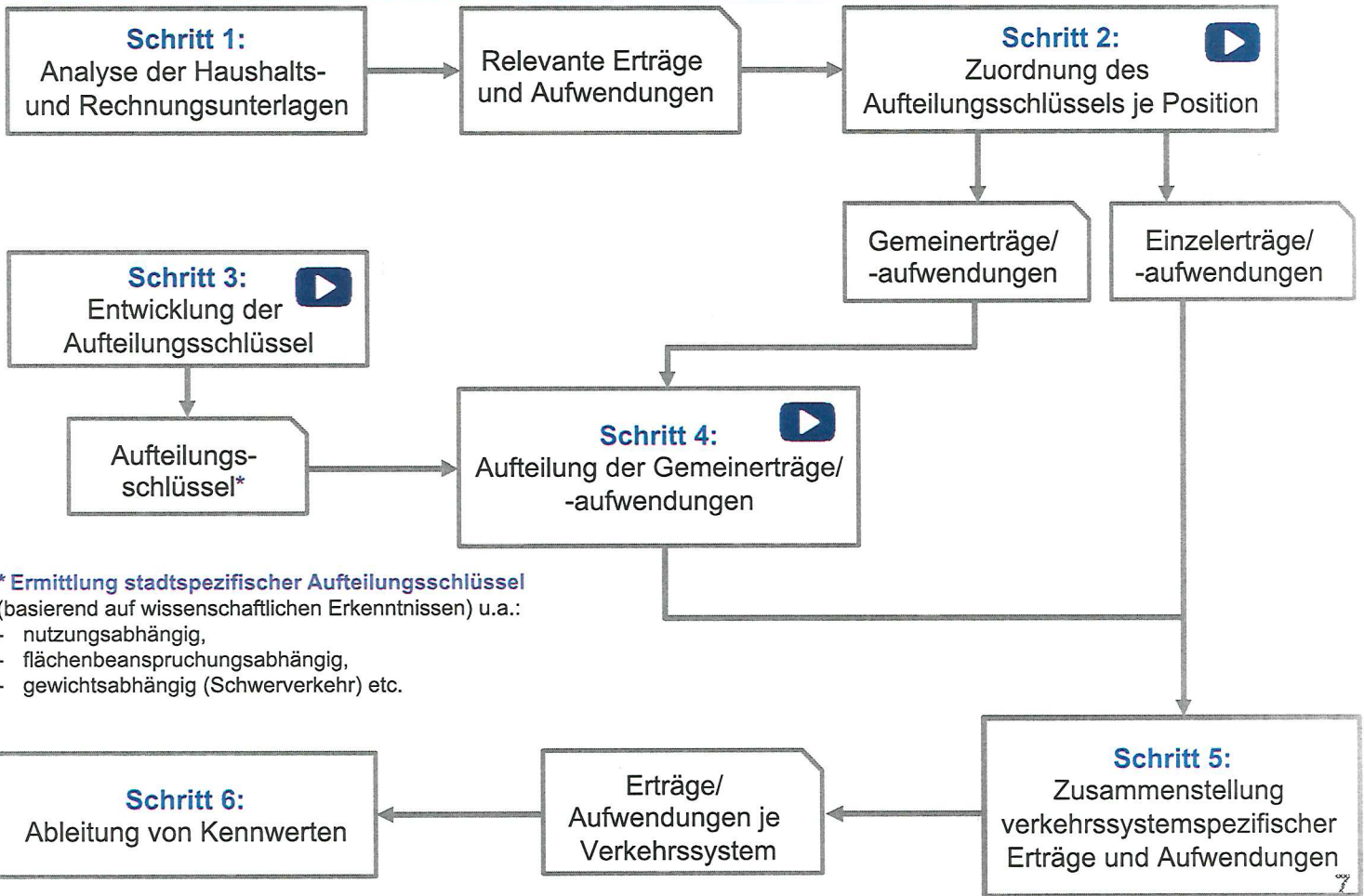


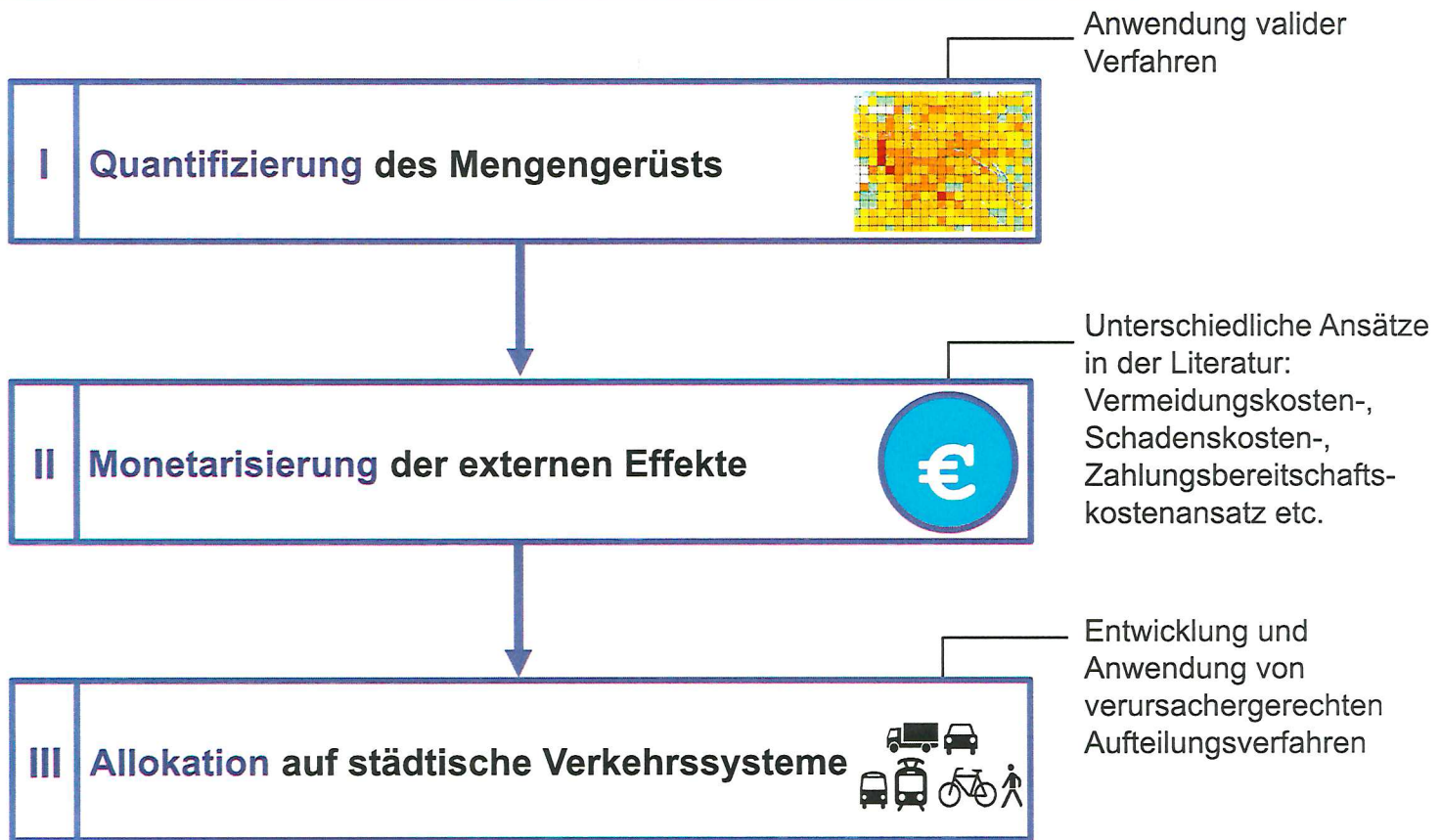
Ziel: Abschätzung wesentlicher externer Effekte

- **Verkehr verursacht externe Effekte.** Die entsprechenden Aufwendungen und Erträge sind nicht in den kommunalen Rechnungsunterlagen enthalten.
- **Berücksichtigung** allokatonsrelevanter externer Effekte (Verkehrsmittelbetrieb):
 - Klimafolgekosten (Kosten durch verkehrsbedingte Treibhausgasemissionen)
 - ☞ Unfallkosten (ungedekte Folgekosten von Personenschäden durch Verkehrsunfälle)
 - Luftschadstoffkosten (Kosten durch verkehrsbedingte Luftschadstoffemissionen)
 - Lärmbelastungskosten (Kosten durch Verkehrslärmexposition)
 - ☞ Gesundheitlicher Nutzen im Fuß- und Radverkehr

Monetarisierung und Allokation der externen Wirkungen

Betriebswirtschaftliche Bewertung





Betriebswirtschaftlicher Vergleich (Auswahl)

Kennwerte (Auswahl) (gemittelt und gerundet 2019)	motorisierte Verkehrssysteme			nicht-motorisierte Verkehrssysteme		Gesamt
	Lkw- Verkehr	Pkw- Verkehr	ÖPNV	Rad- verkehr	Fuß- verkehr	
Absolute Aufwendungen [Mio. EUR]	6,9	42,5	88,1	1,4	10,0	148,9
Absolute Erträge [Mio. EUR]	0,8	16,2	57,7	0,2 *	2,3 *	77,2
Absoluter Zuschuss [Mio. EUR]	6,1	26,3	30,4	1,2	7,7	71,7
Relativer Zuschuss [%]	8%	37%	42%	2%	11%	100%
Zuschuss pro Einwohner [EUR/Einw.]	30	128	148	6	38	350
Kostendeckungsgrad Vollkosten [%]	12%	38%	65%	---	---	---

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

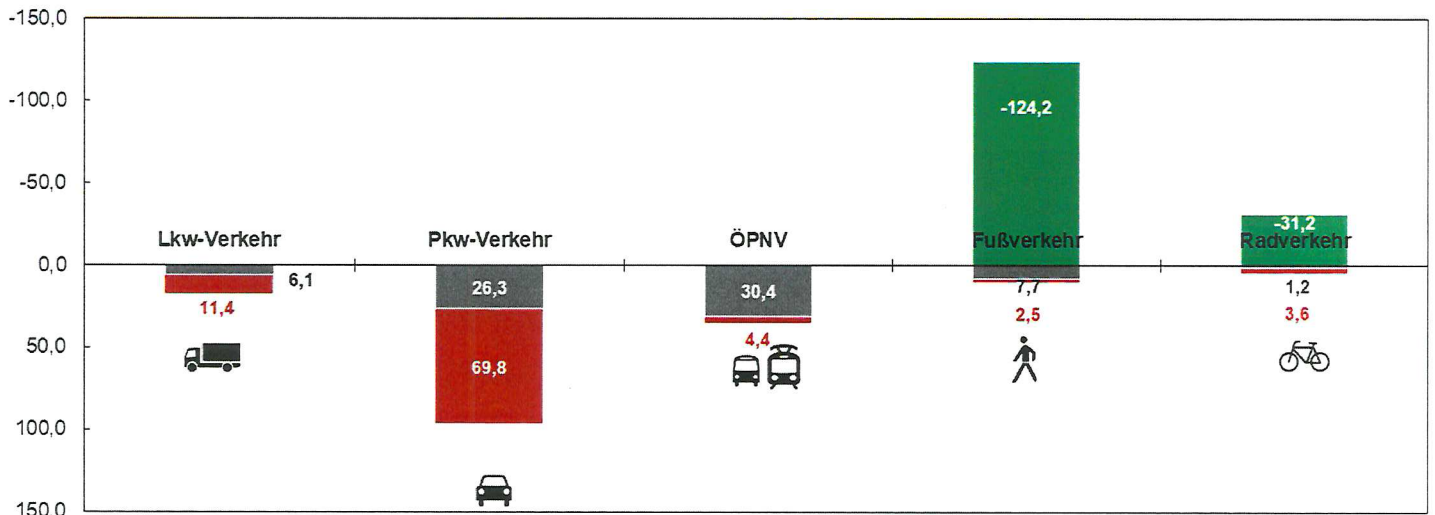
Externe Effekte

Kosten und Nutzen (gemittelt und gerundet 2019) rot = Kosten schwarz = Nutzen	motorisierte Verkehrssysteme			nicht-motorisierte Verkehrssysteme		Gesamt
	Lkw- Verkehr	Pkw- Verkehr	ÖPNV	Rad- verkehr	Fuß- verkehr	
Unfallkosten [Mio. EUR]	2,1	28,0	1,4	3,6	2,5	42,1 *
Luftverschmutzungskosten [Mio. EUR]	4,0	11,9	0,8	---	---	16,7
Klimakosten [Mio. EUR]	3,7	26,1	0,7	---	---	30,5
Lärmbelastungskosten [Mio. EUR]	1,6	3,8	1,5	---	---	6,9
Gesundheitsnutzen [Mio. EUR]	---	---	---	31,2	124,2	155,4
Externe Effekte gesamt [Mio. EUR]	11,4	69,8	4,4	27,6	121,7	/

* inkl. anderer Verkehrsmittel (Motorrad, Mofa, Eisenbahn, nicht-klassifizierbare Fahrzeuge).

Gesamtergebnis ökonomischer Vergleich (Auswahl)

Mio. EUR
pro Jahr



■ Absoluter Zuschuss [Mio. EUR/a] ■ Externe Kosten Gesamt [Mio. EUR/a] ■ Gesundheitsnutzen im NMV (WHO HEAT-Tool) [Mio. EUR/a]

„ungedekte“ Kosten (Nutzen) pro Jahr:

17,5 Mio. EUR
85 EUR/EW

96,1 Mio. EUR
469 EUR/EW

34,8 Mio. EUR
170 EUR/EW

- 114,0 Mio. EUR
- 556 EUR/EW

- 26,4 Mio. EUR
- 129 EUR/EW

Zusammenfassung

- **Fuß- und Radverkehr** haben mit einem Anteil von ca. 9% am gesamten Zuschuss **einen deutlich geringeren Zuschussbedarf als die motorisierten Verkehrsmittel.**
- Im Vergleich der motorisierten Verkehrsmittel **weist der ÖPNV die höchste Kostendeckung auf** (etwa doppelt so hoch wie der Pkw-Verkehr).
- Den **Hauptteil der externen Kosten von ca. 85% verursacht der Kfz-Verkehr** (gg. 11% Umweltverbund).
- **Fuß- und Radverkehr** verursachen nicht **nur sehr geringe Zuschüsse und externe Kosten**, sondern stiften gleichzeitig einen **deutlich hohen externen Nutzen** (Gesundheitsnutzen).
- Die „**ungedeckten**“ **Kosten sind im Kfz-Verkehr am höchsten.** Sie sind im Pkw-Verkehr etwa dreimal höher als im ÖPNV.



Ökonomische Bewertung der Verkehrsarten in Kassel

Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer

Dr.-Ing. Assadollah Saighani




Sitzung des Ausschusses für Stadtentwicklung, Mobilität und Verkehr
Kassel, 16.09.2021

VERKEHRSPLANUNG
UND VERKEHRSSYSTEME
Prof. Dr. Carsten Sommer



BACK-UP

Haushaltspositionen (Auswahl)

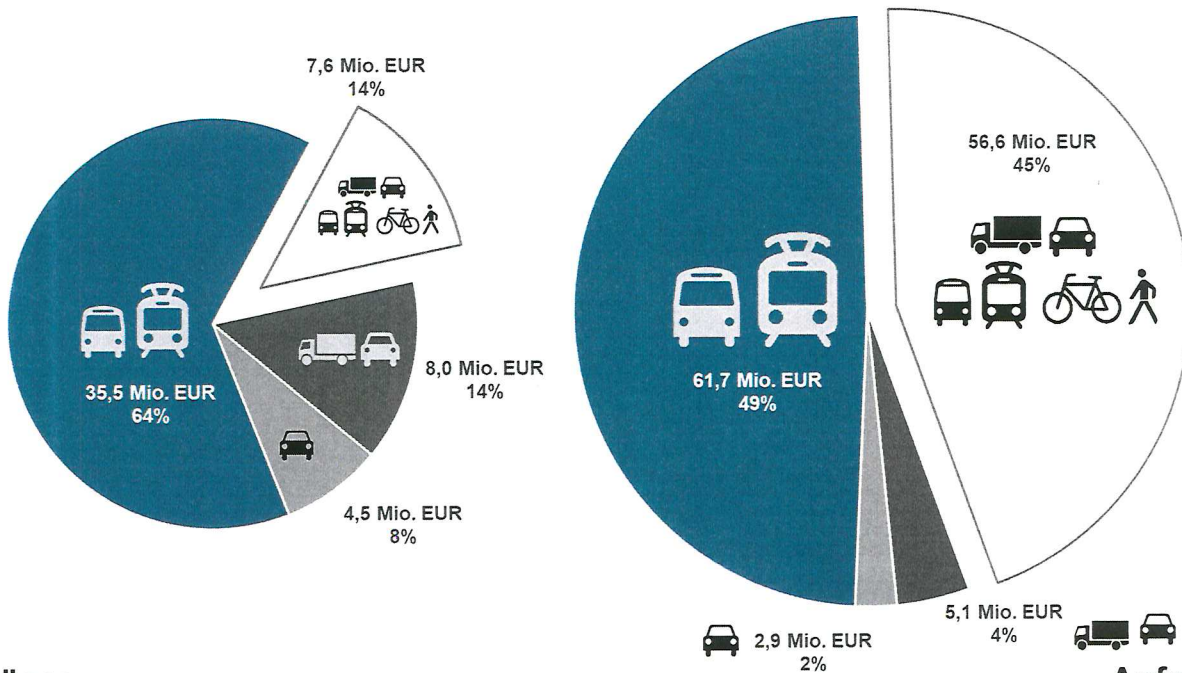
Verkehrssystem	Aufwendungen** (Auswahl)	Erträge** (Auswahl)
Kfz-Verkehr 	Kfz-Zulassung, Pavement-Management-Systeme, Fahrbahnmarkierungen, Verkehrsbeschilderungen, Verkehrsüberwachung, Parkplätze und Parkeinrichtungen (Pkw-Verkehr),	Kfz-Zulassung, Ordnungswidrigkeiten ruhender Verkehr und fließender Verkehr, Verkehrsüberwachung, Parkplätze und Parkeinrichtungen (Pkw-Verkehr)
ÖPNV* 	Personal, Material, Abschreibungen, sonstige betriebliche Aufwendungen, Nahverkehrsplanung, Nahverkehrssteuerung, Haltestellen, Verlustübernahme ÖPNV-Unternehmen	Umsatzerlöse (u.a. Fahrgeldeinnahmen), sonstige betriebliche Erträge
Gemeinpositionen 	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


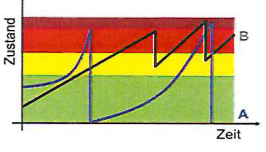

Anteile der Einzel- und Gemeinpositionen
(Stadt Kassel, gemittelt 2009 bis 2011)







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
Verkehrsfläche 	Flächenrelevante Positionen, Berechnung weiterer Aufteilungsschlüssel	Straßenentwässerung, Straßenbegleitgrün, Erschließungs- und Ausbaubeiträge, Sondernutzungsgebühren	9% bis 20%
Abschreibung 	Abschreibungen der Vermögenswerte der Verkehrsinfrastruktur	Verwaltung, Planung, Bau, Unterhalt, Erhalt der städtischen Verkehrsinfrastruktur (u.a. Straßen, Ingenieurbauwerke)	48% bis 63%
Straßenreinigung 	Reinigung der Straßenverkehrsanlagen	Straßenreinigungsgebühren; Gesamtaufwand der Straßenreinigung	3% bis 9%

Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (2)

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




**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	$p(fb_{Lkw,styp})$	$p(fb_{Pkw,styp})$	$p(fb_{Bus,styp})$	---	---
Ausschnitt	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

Schritt 3: Entwicklung Aufteilungsschlüssel (5)

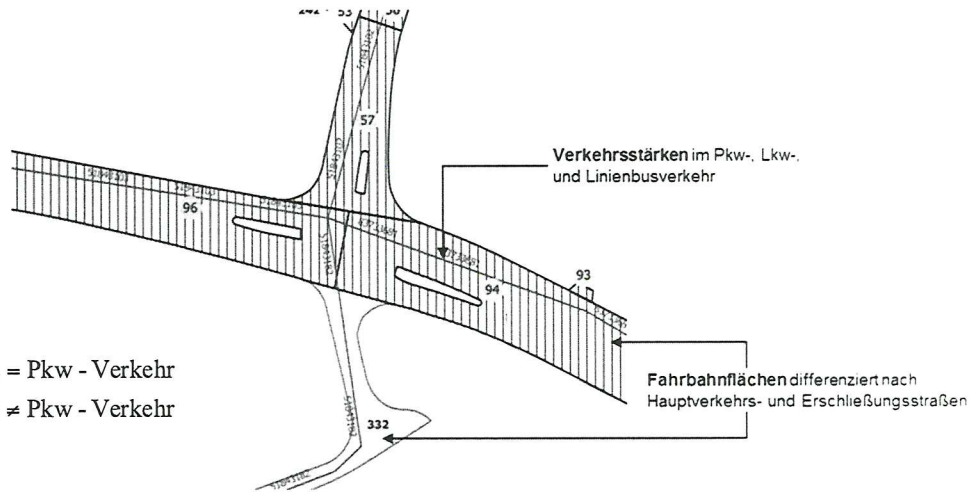
Beispiel: Aufteilungsschlüssel „Verkehrsfläche“

Verkehrssystemspezifische Aufteilung der Fahrbahnflächen

$$p(\text{fb}_{\text{mvs, styp}}) = \frac{\sum_{k \in K_{\text{styp}}} (p(q_{\text{mvs, k}}) \cdot \text{fb}_k)}{\sum_{k \in K_{\text{styp}}} \text{fb}_k}$$

mit

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



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

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

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

fb_k ... Fahrbahnfläche je Streckenabschnitt (k) in [m²]

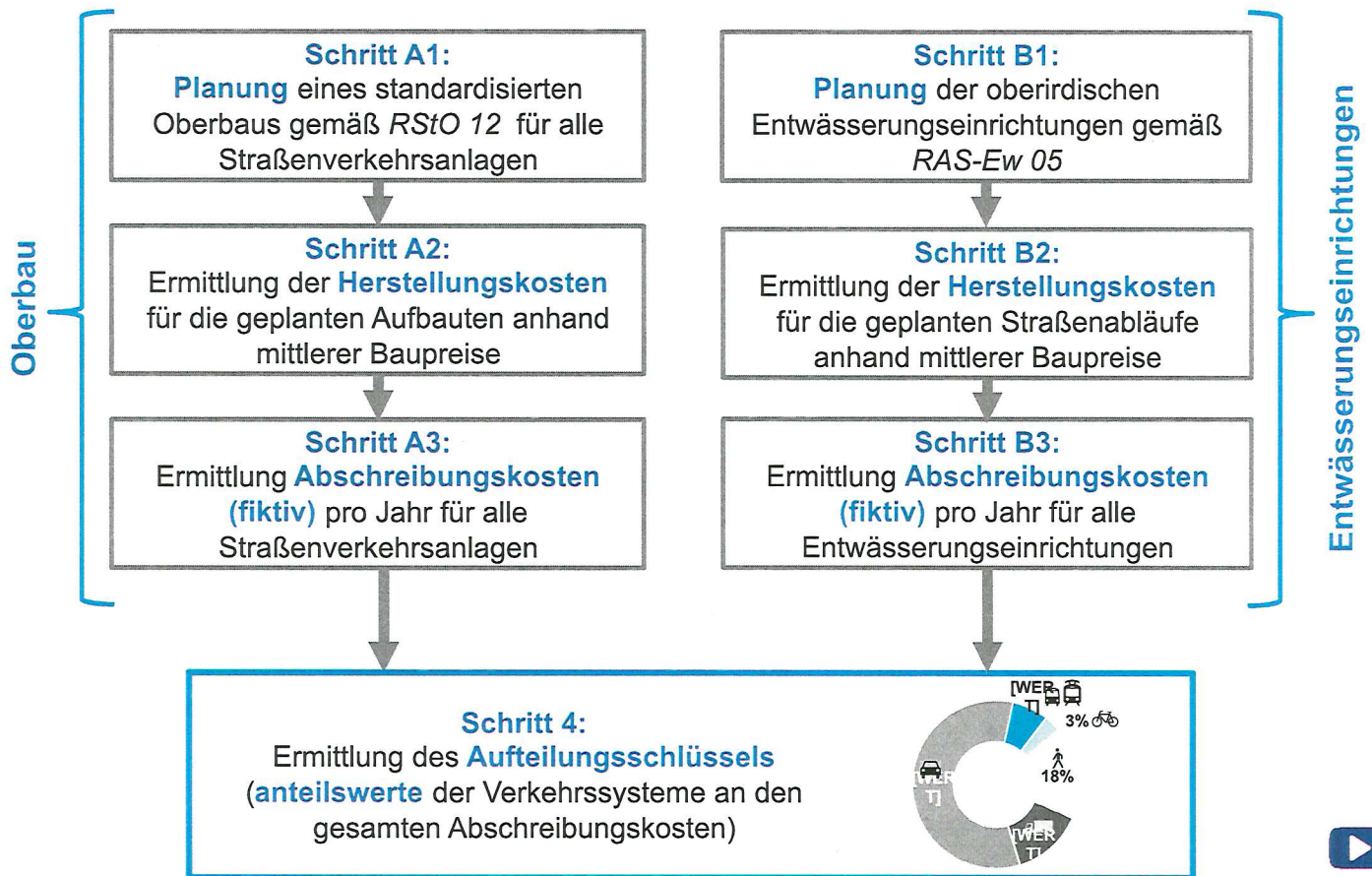
k_{styp} ... Menge aller Streckenabschnitte (k) je Straßentyp (styp)

mvs ... motorisiertes Verkehrssystem mvs ∈ {Lkw-, Pkw-, Linienbusverkehr}

styp ... Straßentyp styp ∈ {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 Fahrbahnflächen 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 Schwerververkehrs (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

