

Fachtagung Forschung SVI

Personenbezogener Flächenverbrauch im Verkehr

Luzern, 19. September 2024



Forschungsfragen

- Welche methodischen Ansätze zur Ermittlung des Flächenverbrauchs liegen bisher vor?
- Welche Faktoren beeinflussen den Flächenverbrauch? Wie relevant sind die verschiedenen Einflussfaktoren?
- Welche Differenzierungsmöglichkeiten bzw. «typischen Situationen» bestehen für die Berechnung des Flächenverbrauchs?
- Mit welcher Methodik soll der Flächenverbrauch ermittelt werden? Welche Inputgrößen können dabei je nach Anwendungsfall wie variieren?
- Welche Lehren können aus konkreten Fallstudien für die Methodik und deren Anwendung gezogen werden? Für welche Anwendung ist die Methodik geeignet und wo sind ihre Grenzen?

Systemgrenze und inhaltliche Abgrenzung

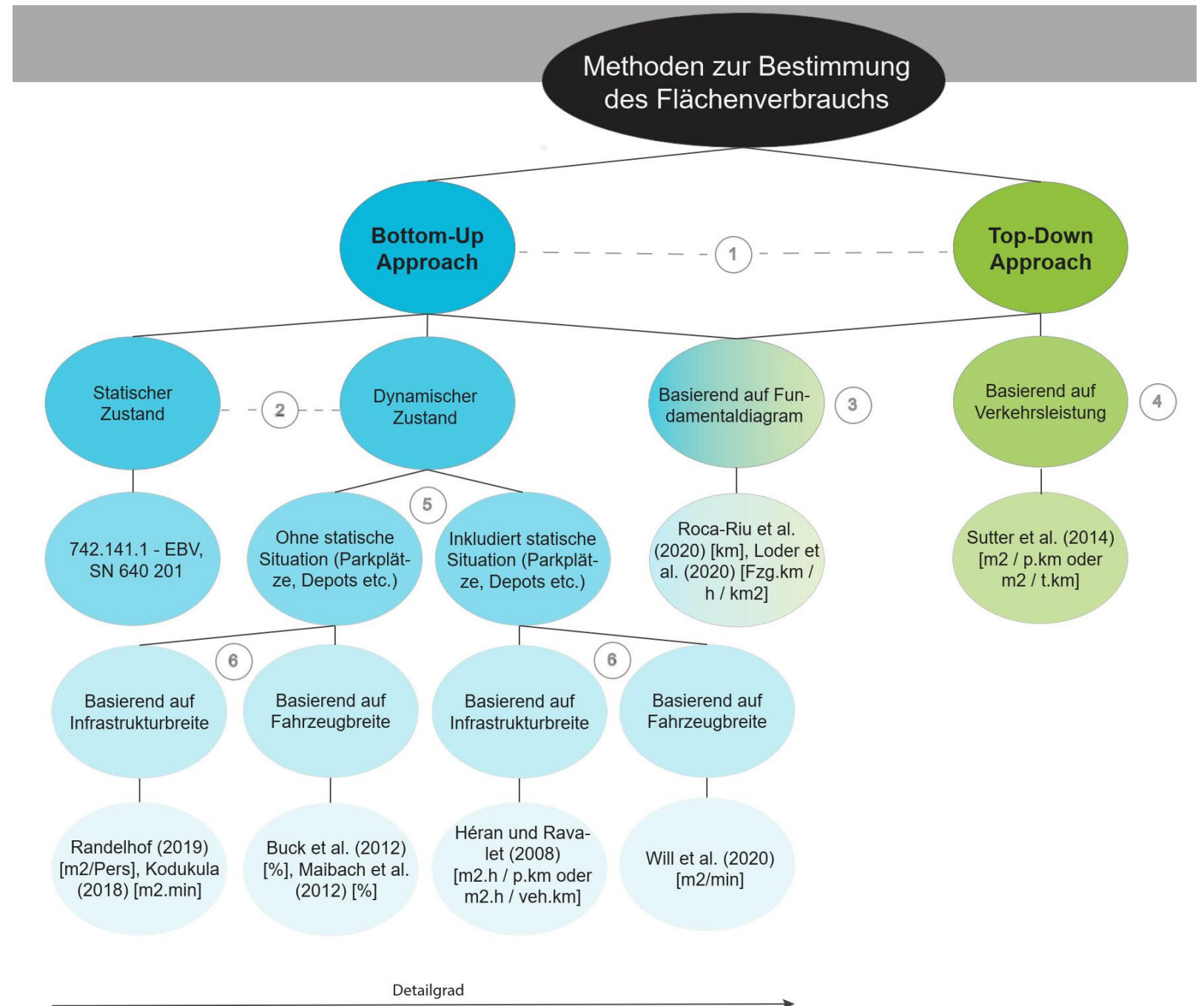
- Inhaltlich steht der Flächenverbrauch des **Personenverkehrs** im Vordergrund; und dabei der **strassengebundene** Personenverkehr (öffentlich und privat).
- Grundsätzlich steht die Fläche als quantitative, **physikalische Grösse** im Vordergrund; und zwar v.a. spezifisch pro Leistungseinheit (Fahrten, Personen oder Pkm).
- Es sind **alle Nutzungen** zu prüfen (fliessender und ruhender Verkehr, Ver-/Entsorgung, etc.)

Nicht im Fokus der vorliegenden Arbeit stehen:

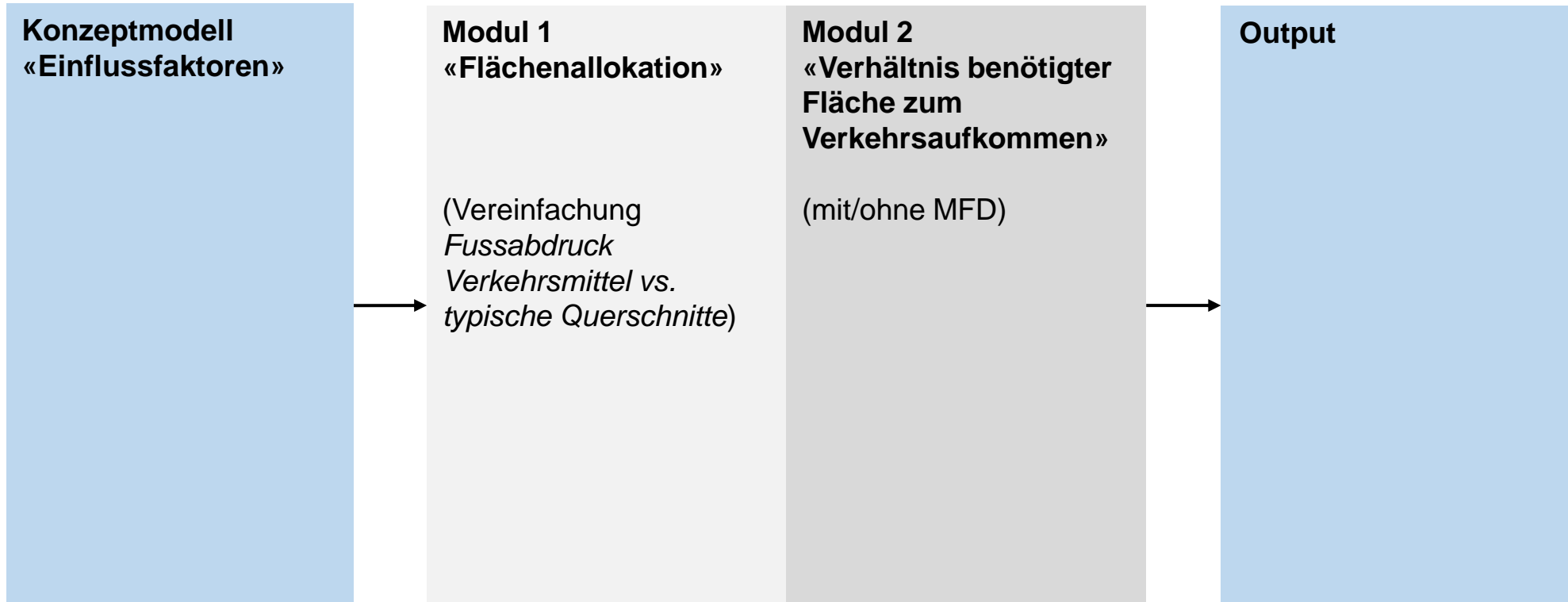
- Die verschiedenen **Qualitäten** von Flächen oder die **ökonomische Ausprägung** des Flächenverbrauchs (Opportunitätskosten, externe Kosten).
- Die **Flächenoptimierung** im Sinne von Kapazitätsmaximierung (höchstens indirekt)
- Der Flächenverbrauch für **Energiebereitstellung** resp. **Fahrzeugherstellung** wird nicht berücksichtigt (keine Lebenszyklus-Optik).
- **Schienen- und Luftverkehr**

Literaturanalyse: Gesamtbild

- Wenig Literatur
- Top-down-Ansätze verbreitet
- Bottom-up-Ansätze
 - Herleitung Annahmen
 - Aufwand vs. Daten
- Fundamentaldiagramm: Bezug zum «wirklichen» Verkehrsgeschehen
- **> Bottom-up + FD**



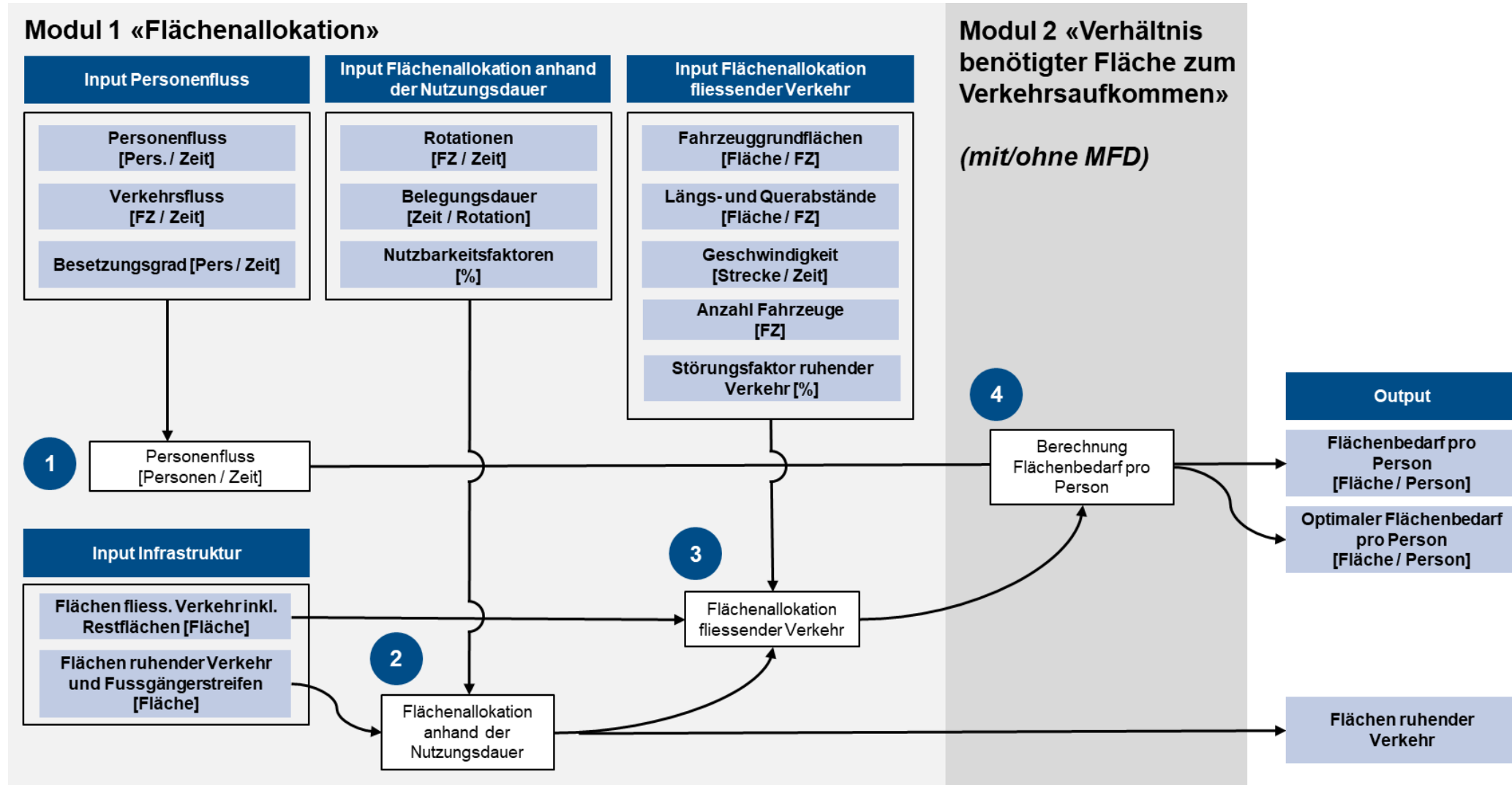
Übersicht Methode



Konzeptmodell: Einflussfaktoren

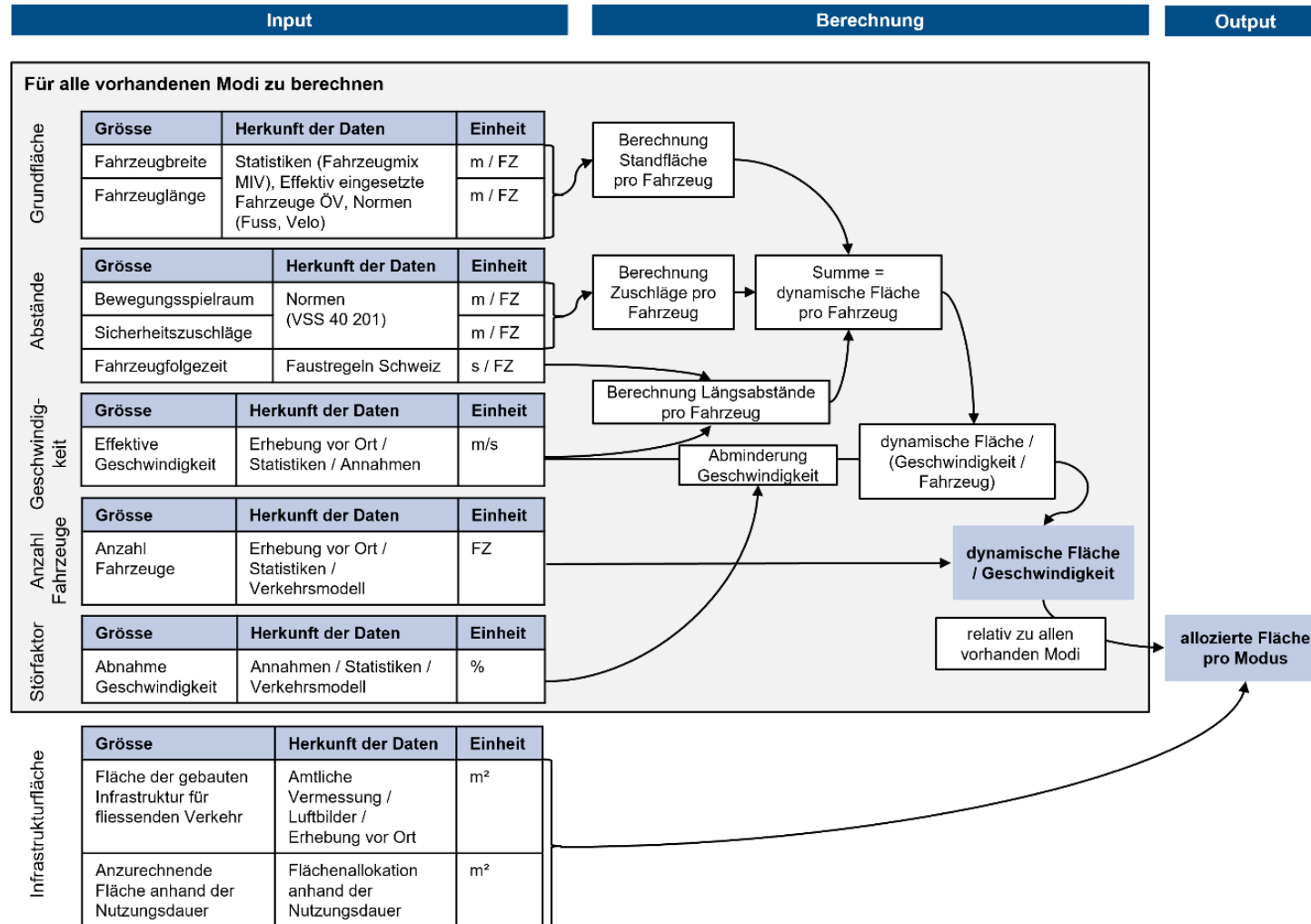
Verkehrsarten	Raum / Umfeld	Verkehrliche Situation / Organisation Fläche	Physik. Einflussgrösse / Nutzungsintensität	Zeitliche Komponente	Zwecke
Verkehrsträger <ul style="list-style-type: none"> • Strasse • Schiene • Luft 	Raumtyp <ul style="list-style-type: none"> • Stadt(zentrum) • Stadtrand • Agglomeration • Land • Berggebiet • durchschn. CH 	Verkehrsflächen <ul style="list-style-type: none"> • Gemischt vs. Getrennt • Restflächen • Nicht kategorisierbar 	Flächen <ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeugfläche • Fläche der Spuren 	Zeitpunkt <ul style="list-style-type: none"> • Werktags • Wochenende • Zustand • Verkehrssystem • HVZ vs. NVZ 	Verkehrszwecke <ul style="list-style-type: none"> • Arbeit • Ausbildung • Einkauf • Freizeit • Geschäftlich
Verkehrsobjekt <ul style="list-style-type: none"> • PV • GV 	Lage im Raum <ul style="list-style-type: none"> • Innerorts: bebaute Gebiete • Ausserorts: unbebaute Gebiete 	fließender / ruhender <ul style="list-style-type: none"> • ruhend • < 20 km/h • <= 30 km/h • <= 50 km/h • > 50 km/h 	Fahrtgeschwindigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Effektive vs. signalisierte vs. betrieblich optimal • Überstrichene Fläche • Bremsweg • Mindestabstand 	Saisonalität <ul style="list-style-type: none"> • Pro Jahr • Saison 	Spez. Einsatzbereiche <ul style="list-style-type: none"> • Mehrfache Nutzung derselben Fläche • Öffentliche Grundversorgung vs. privater Verkehr • Anlieferungszeiten • Bus-Spur • temporäre Fahrverbote
Verkehrsform <ul style="list-style-type: none"> • MIV • öV • Fuss- und Velo • Nah-, Regional-, Fernverkehr 	Strassentyp <ul style="list-style-type: none"> • Übergeordnet (HVS) • Sammel, Quartierstrasse 	Parkierung <ul style="list-style-type: none"> • Parkplätze MIV privat und öffentlich • öV-Haltestellen 	Leistungsfähigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Maximale Kapazität (Fz/h) • Mittlere, effektive Kapazität, Komfort 	Dauer <ul style="list-style-type: none"> • Stunden • Tage 	
Verkehrsmittel <ul style="list-style-type: none"> • PW • Motorräder / Scooter • Velo / E-Bikes • Bus / Tram • Lieferwagen • Lastwagen / Sattelschlepper • Zug • Flugzeuge • Mikromobilität 	Räumliche Abgrenzung <ul style="list-style-type: none"> • Querschnitt • Ebene • Netzwerk, Routen 	Verkehrsmanagement	Besetzungsgrad <ul style="list-style-type: none"> • Max. Besetzungsgrad • Eff. Besetzungsgrad 		
		Nebenflächen (Depot) <ul style="list-style-type: none"> • Abstellanlagen und Depots für öV-Busse • Betriebliche Flächen • Werkstätte, Tankstellen 	Dichte <ul style="list-style-type: none"> • Dichte je nach Verkehrsaufkommen auf identischer Fläche 		

Konzeptmodell (Überblick)



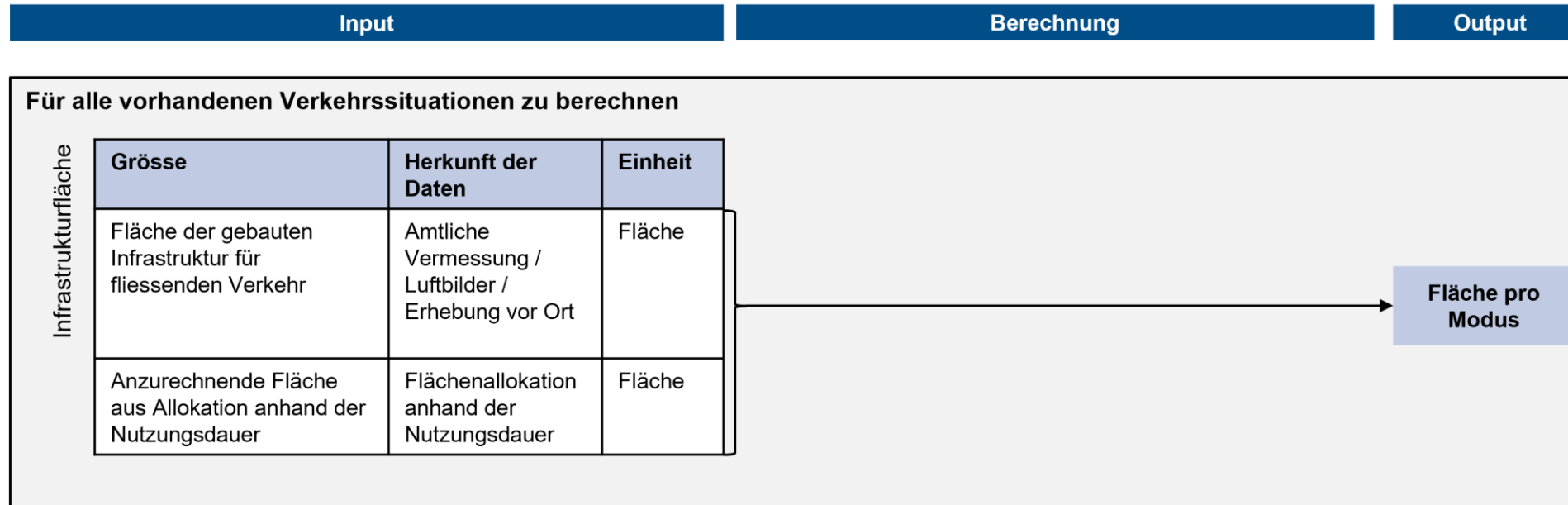
Schritt 3: Spezifische Flächenallokation (Mischverkehr)

3 Flächenallokation fließender Verkehr (Situation: Mischverkehr)



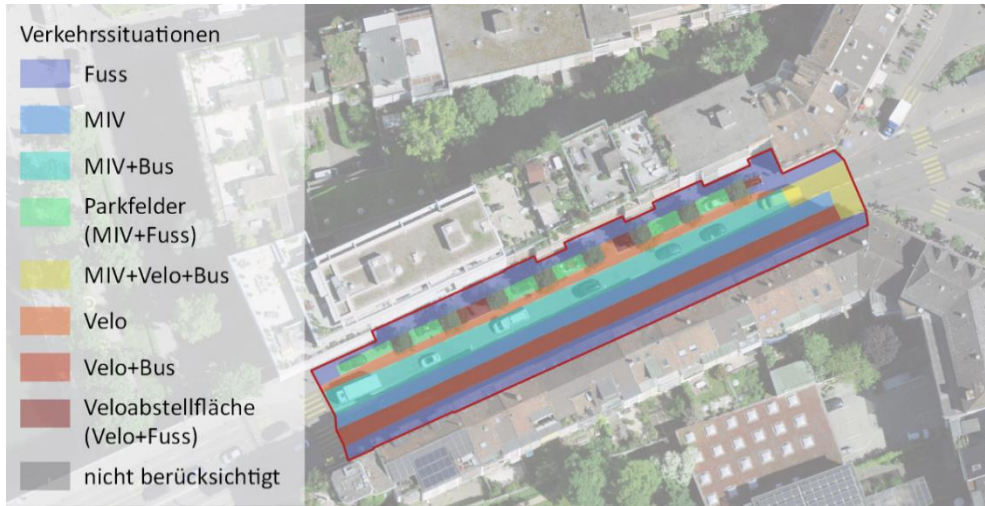
Schritt 3: Spezifische Flächenallokation (getrennte Flächen)

3 Flächenallokation fließender Verkehr (Situation: getrennte Verkehrsflächen)



Fallbeispiele

Basel – Feldbergstrasse (Mischverkehr)



Basel – Wettsteinbrücke (getrennte Flächen)



Frick – Hauptstrasse (Mischverkehr)

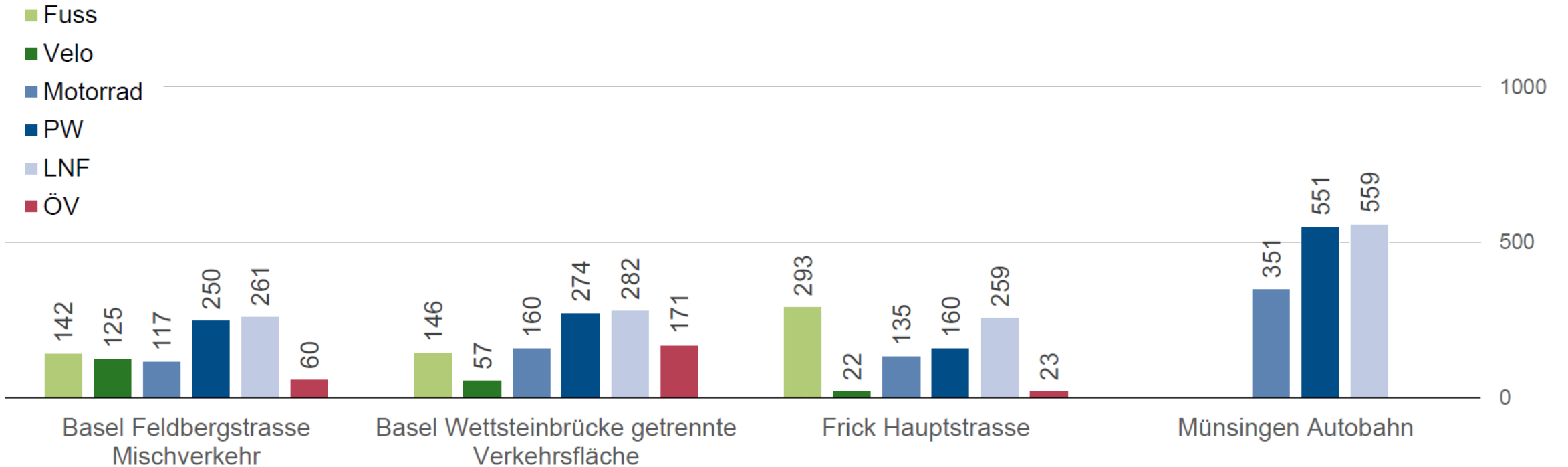


Autobahn – Aaretal / BE (getrennte Flächen)



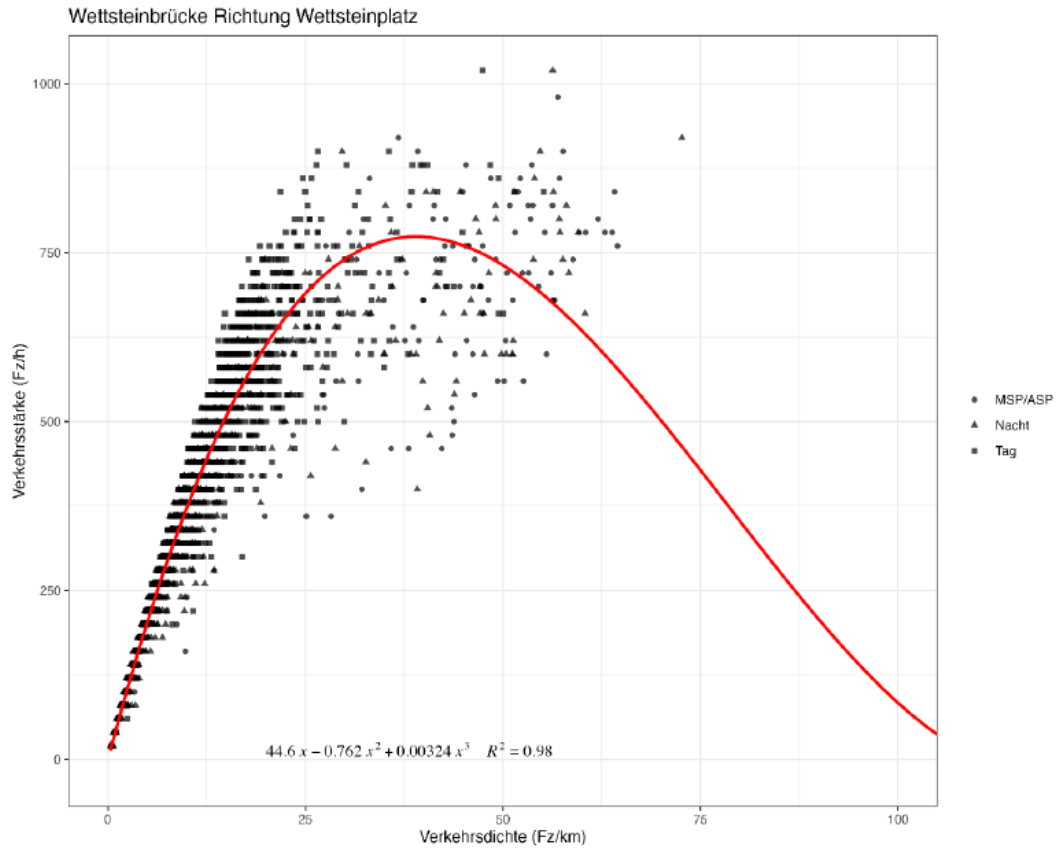
Fallbeispiele: Ergebnisse (Abendspitze)

Vergleich der Fallbeispiele, spezifischer Flächenbedarf pro Person [m²/Pers.], **ASP**

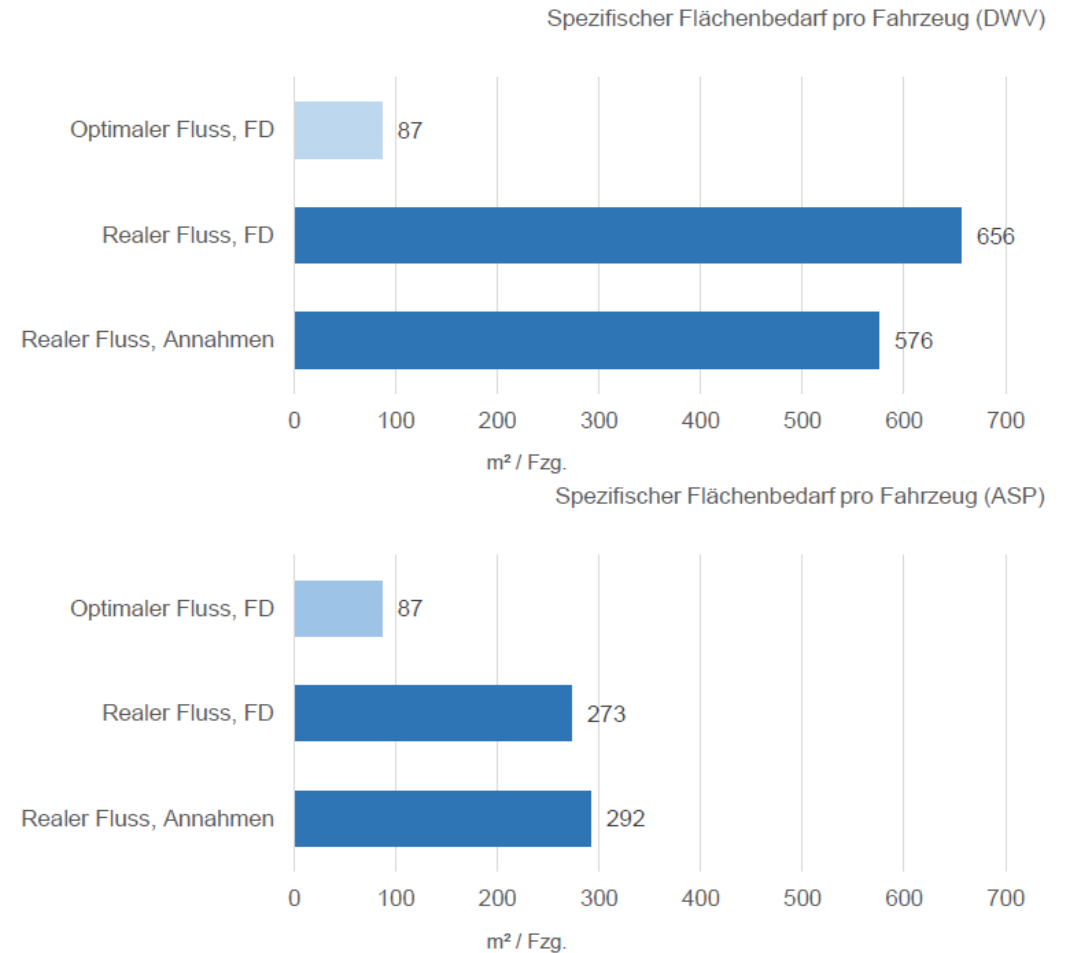


Ergebnisvergleich (Bottom-up vs. MFD)

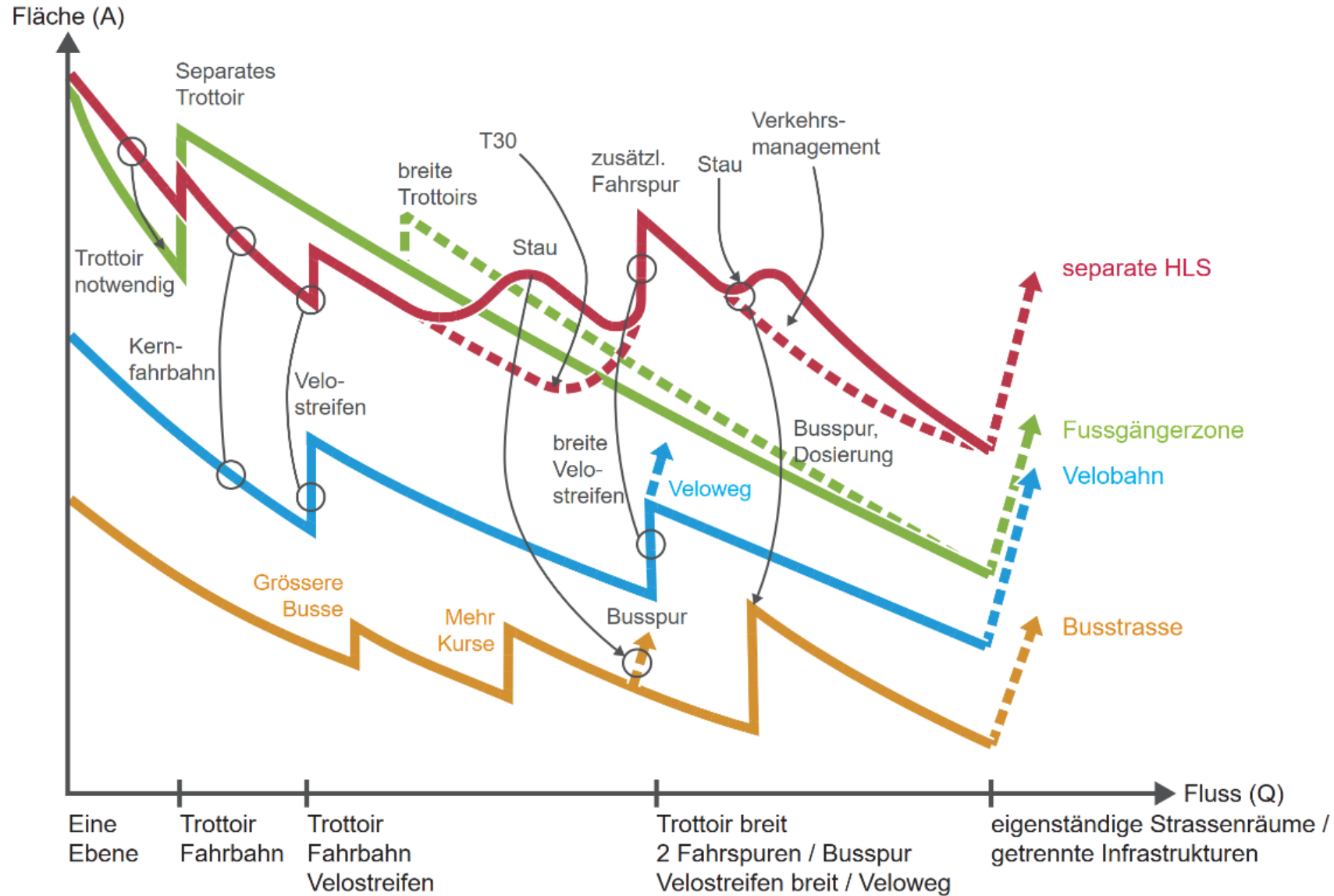
Fallbeispiel «Basel Wettsteinbrücke»



Auswertung: alle auto-ähnlichen Fahrzeuge (PW, Lieferwagen, Motorräder, Sattelschlepper etc.) gemeinsam



Kontext: Gründe für Flächen



Folgerungen und Grenzen der Methodik

- (Haupt-)Ziel einer differenzierten Methodik zur Beschreibung des Flächenbedarfs einer bestimmten Verkehrssituation konnte erreicht werden.
- Modulartiger Modellaufbau mit Modelloptionen und Vereinfachungsmöglichkeiten, je nach Datenverfügbarkeit und Vergleichssituationen (z.B. mit / ohne ruhendem Verkehr)
- Grossflächiger Ansatz mit MFD als wertvolle Ergänzung (Erweiterung der Anwendbarkeit, Optimumdiskussion)
- Hinsichtlich verkehrsplanerischen Optimierungen der Flächeneffizienz und Verkehrsträgervergleich konnten erste empirische Erkenntnisse gewonnen werden.
- Standardisierte Querschnittssituationen bzw. Verbrauchskennziffern benötigen jedoch weitergehende Arbeiten und die Einrichtung eines dynamischen Modells
- Die spezifische Flächenallokation wurde rein deskriptiv angegangen. D.h. die WARUM Frage für (bspw. separate Bus oder Velospuren wird ausgeklammert).

Weiterer Forschungsbedarf

- Bedeutung von **Nebenflächen** (Depots, Unterhalt usw.), zwecks Festlegung von pauschalen Aufschlagsfaktoren für ausgewählte Verkehrssituationen
- Empirische Feldtests und Erhebungen, zwecks Festlegung von **Stör- und Nutzbarkeitsfaktoren** in typischen Situationen (Parkieren, Einfluss Werkseinfahrten, Einfluss Fussgängerstreifen, etc.).
- Bereitstellung von (multimodalen) makroskopischen **Fundamentaldigrammen** für alle Schweizer Städte und deren Aufbereitung für Flächenbedarfsanalysen.
- Verbreiterung der Methodik auf den **Nicht-Strassenverkehr** (Bahn-, Schiffs- und Luftverkehr)
- Konkretisierung der Flächenbedarfsermittlung als weiterentwickeltes Kriterium in etablierten **Bewertungssystemen** von Verkehrsinfrastrukturen.
- Verkehrsplanerischer **Leitfaden oder Arbeitshilfe** zur effizienteren Nutzung von Verkehrsflächen (basierend auf erweiterten Fallbeispielen, zwecks Auslotens des Optimums einer bestimmten Verkehrssituation)

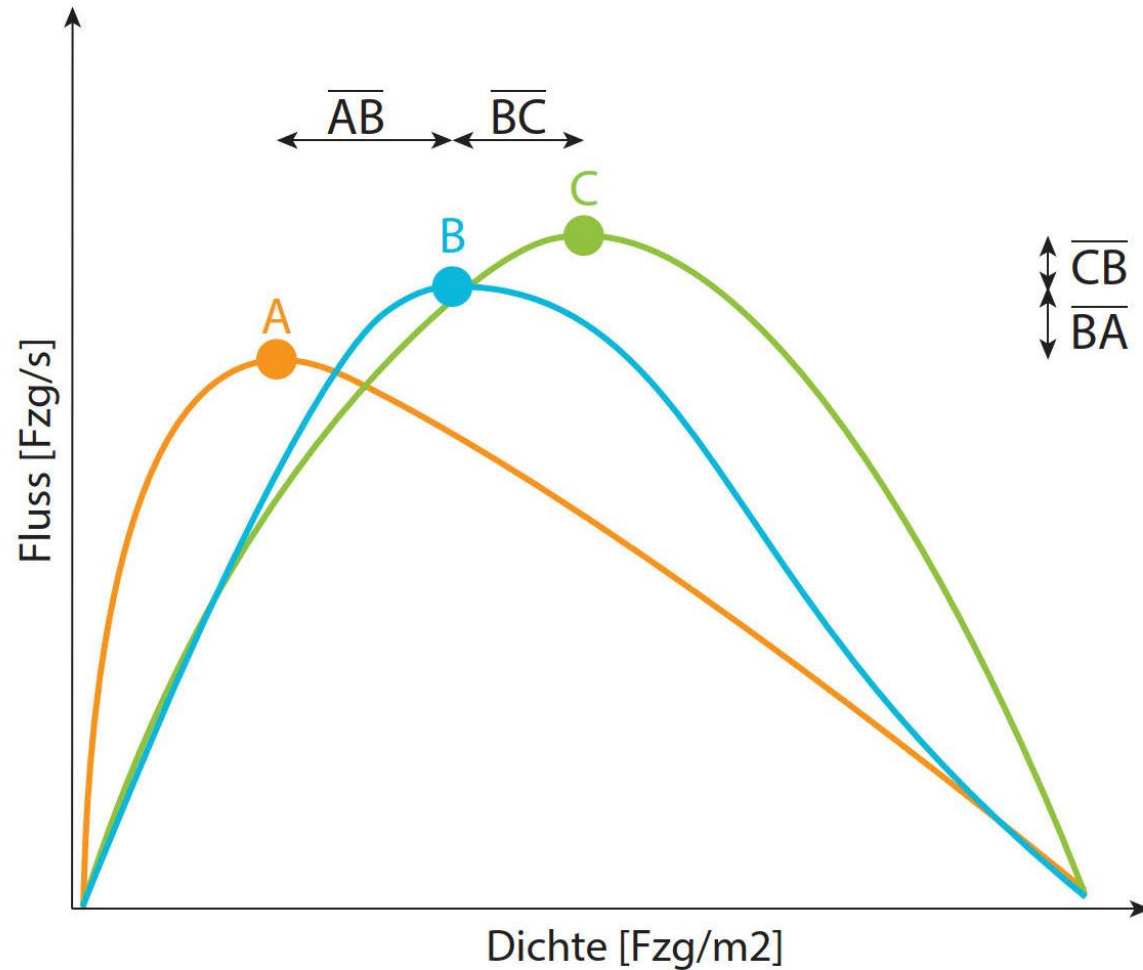
Besten Dank für die Aufmerksamkeit!

INFRAS: Roman Frick, Roberto Bianchetti, Lukas Gafner







Lajo: Raphael Fuhrer, Stefan Riedi, Martin Kalberer

Backup Folien

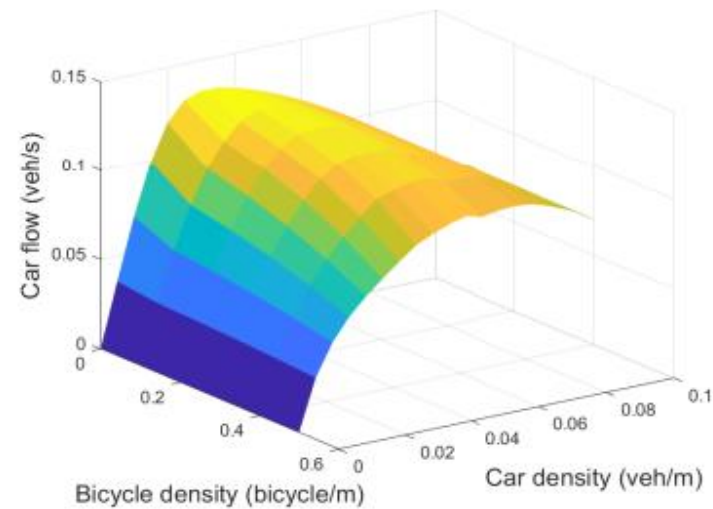
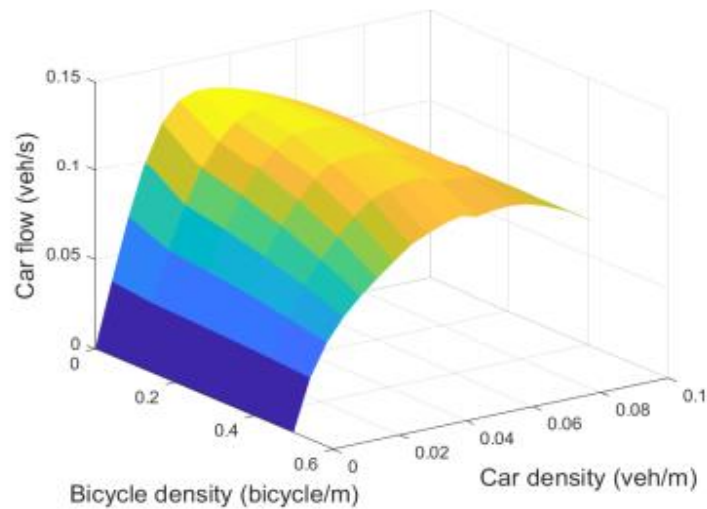
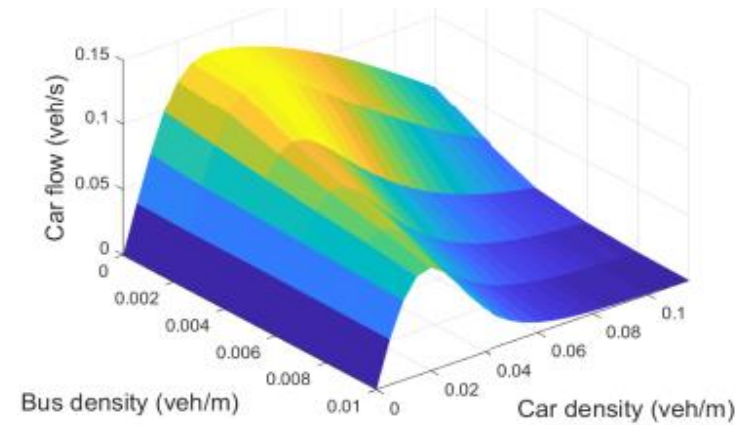
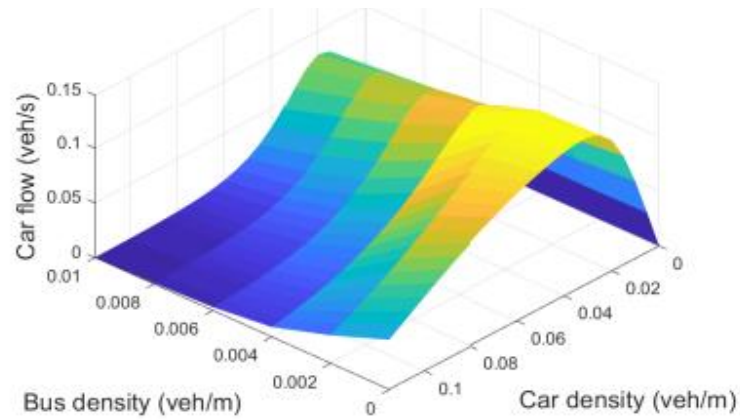
Backup – Multimodales Fundamentaldiagramm



Legende

-  Pkw
-  Fussgänger*innen
-  Velo
-  Kapazität Strasse
-  Kapazität Fussgänger*inneninfrastruktur
-  Kapazität Veloinfrastruktur

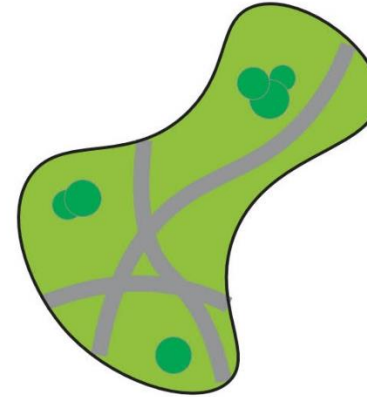
Backup – Multimodales Fundamentaldiagramm



Quelle: Loder et al. (2020)

Beispiel Top-down

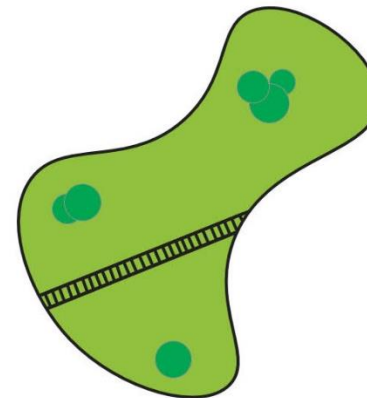
- Bestimmen der gesamten Verkehrsfläche für jedes Verkehrsmittel in einem bestimmten Gebietsperimeter mithilfe von **Arealstatistik** oder **GIS-Daten**
- Dividieren dieser Fläche durch die Verkehrsleistung der jeweiligen Verkehrsmittel für den Betrachtungszeitraum



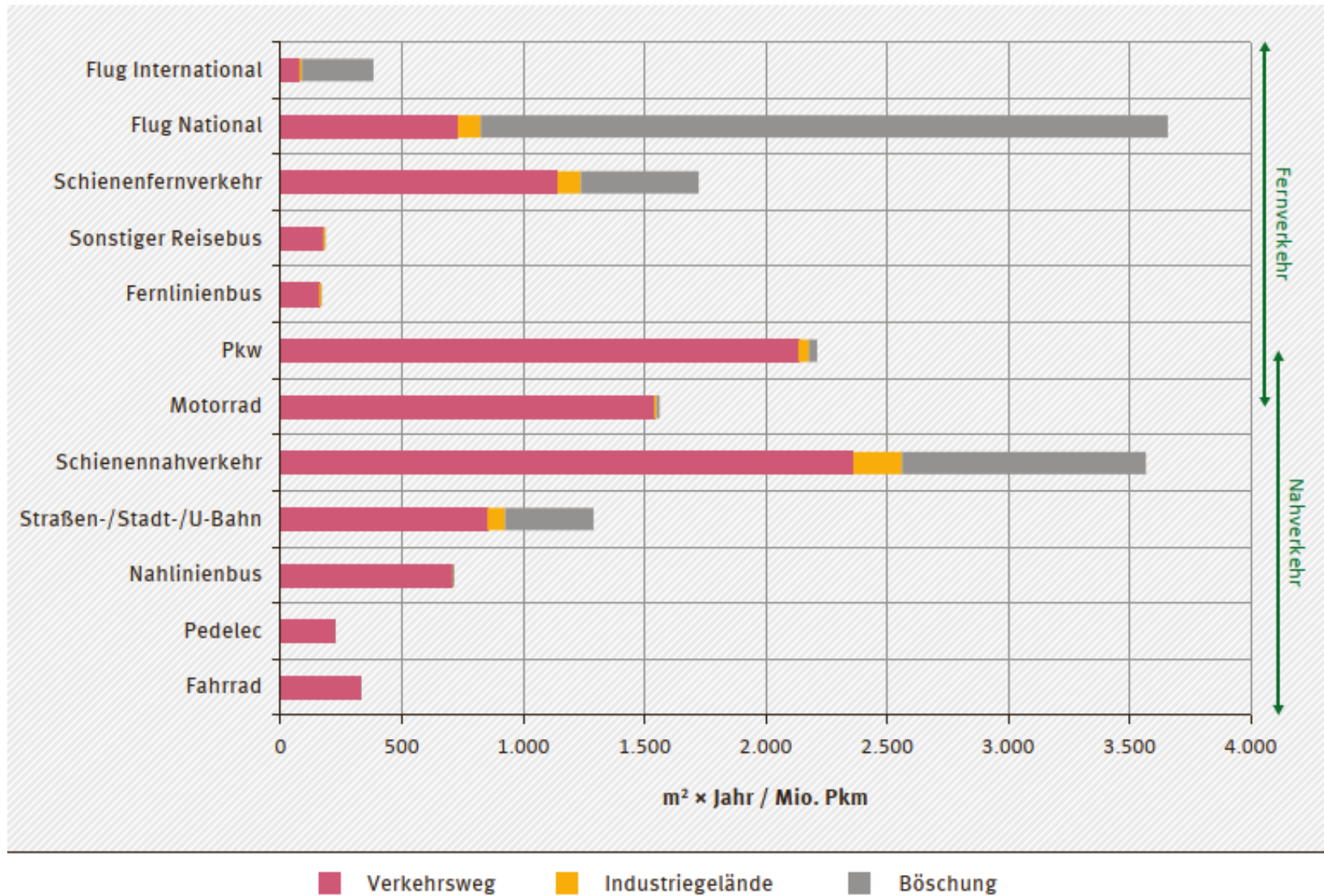
Fläche = A
Verkehrsleistung = B

versus

Fläche = X
Verkehrsleistung = Y

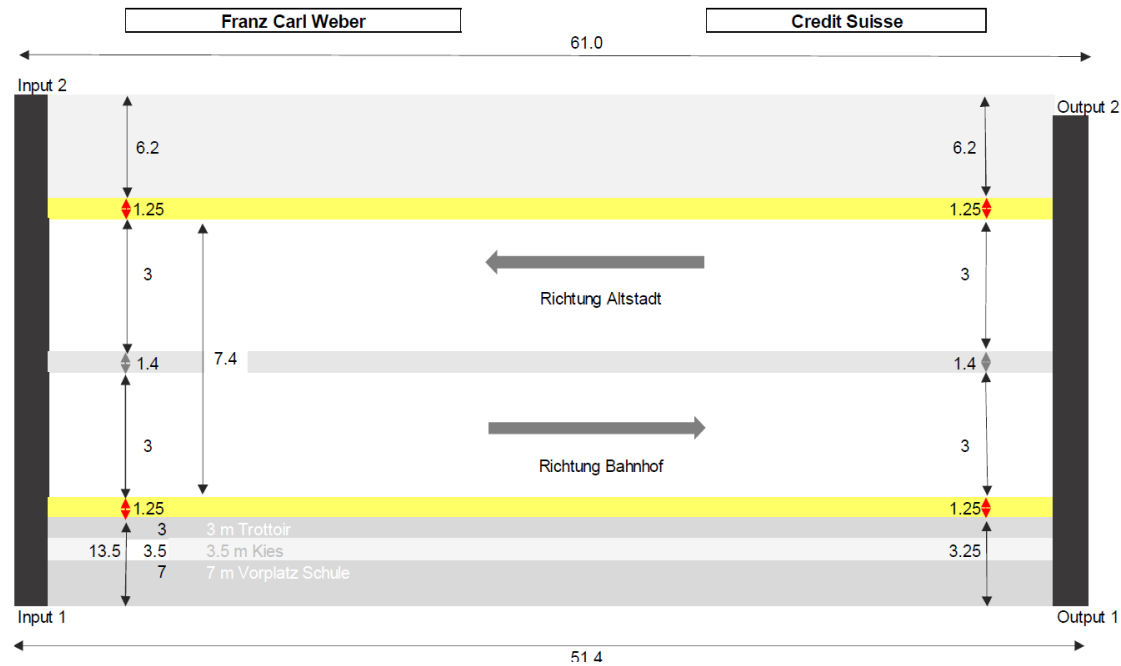


(Ergebnis-)Beispiel Top-down



Quelle: Alekotte et al. (2021)

Beispiel Bottom-up

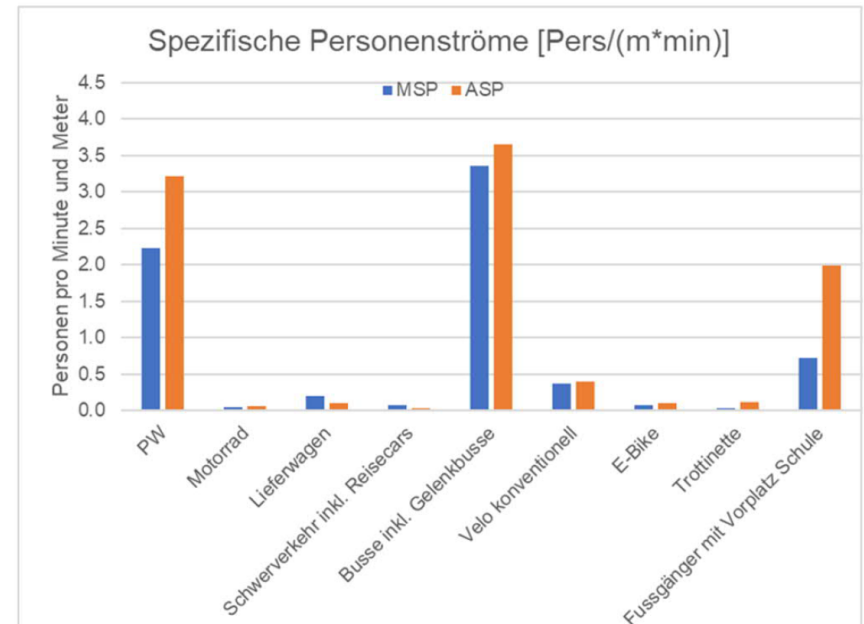


Aarau - Bahnhofstrasse

+

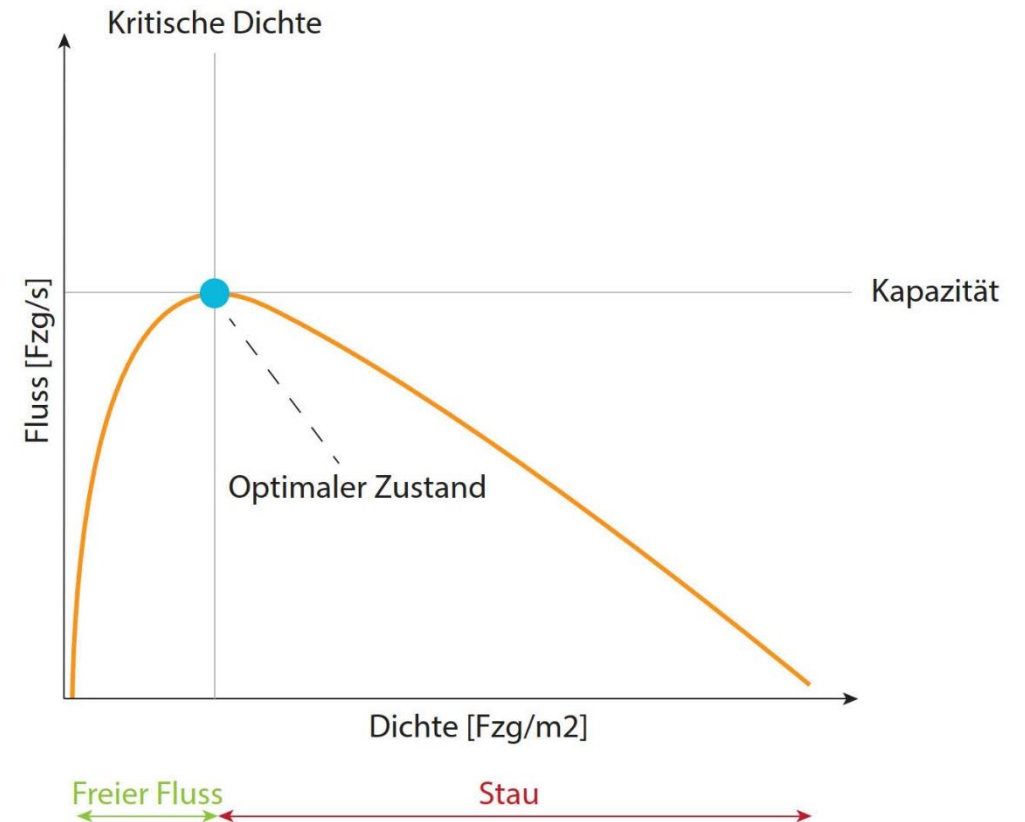
- Fzg-Frequenzen / Zeitintervall
- Besetzungsgrade

=



Beispiel Fundamentaldiagramm (FD)

- Das FD zeigt das Verhältnis von Verkehrsfluss und Verkehrsdichte
- Der optimale Punkt zeigt die optimale Ausnutzung eines Verkehrsnetzes, einer Strasse, eines Gleises etc.
- Der Bezug zum Flächenkonsum wird dadurch gezogen, dass die Flächennutzung pro Verkehrsmittel/Person bei der optimalen Dichte am kleinsten ist.



Beispiel Fundamentaldiagramm

- Berechnung der Grössen mit dem Fundamentaldiagramm-Ansatz; entweder mit dem realen Fluss oder mit dem berechneten maximalen Fluss am Optimum

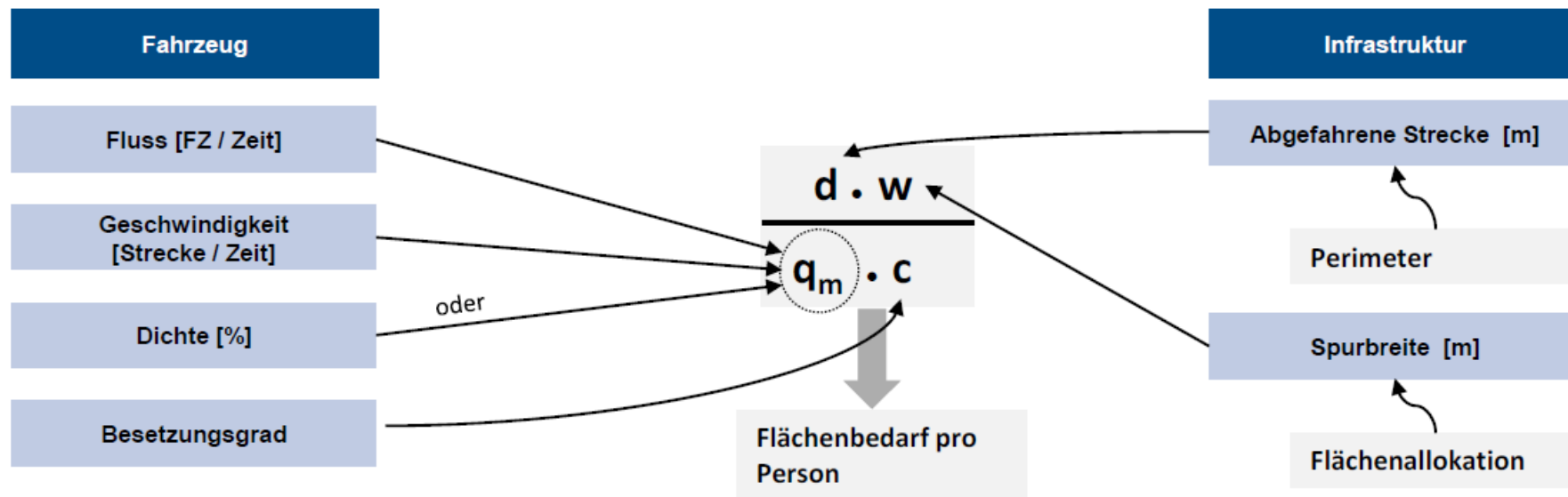
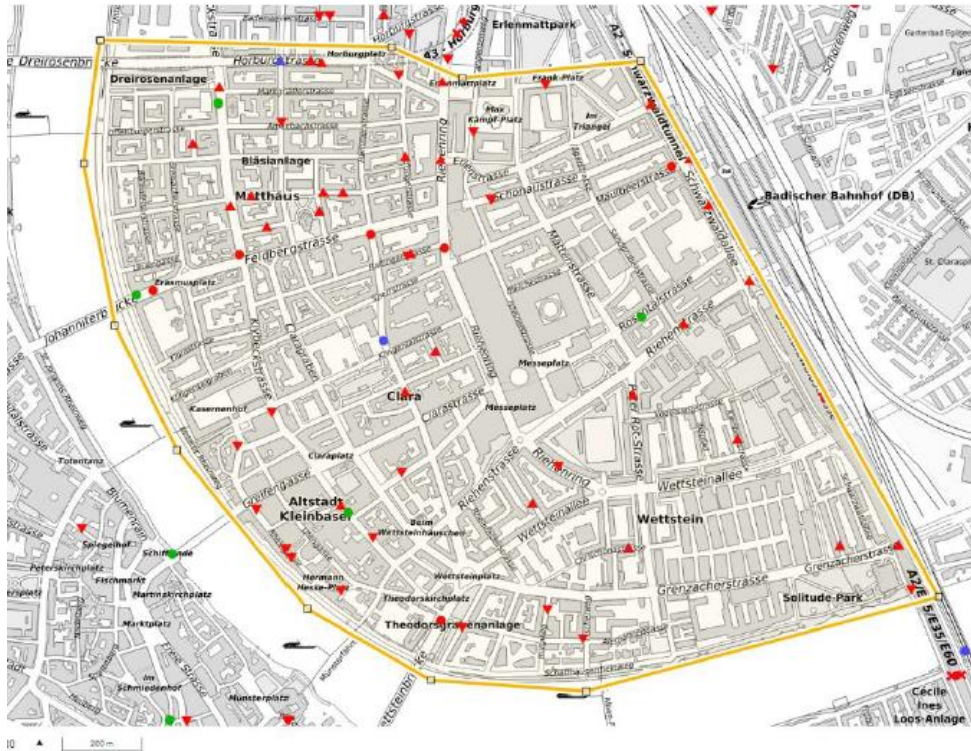


Illustration grösserer Perimeter (MFD-Ansatz)

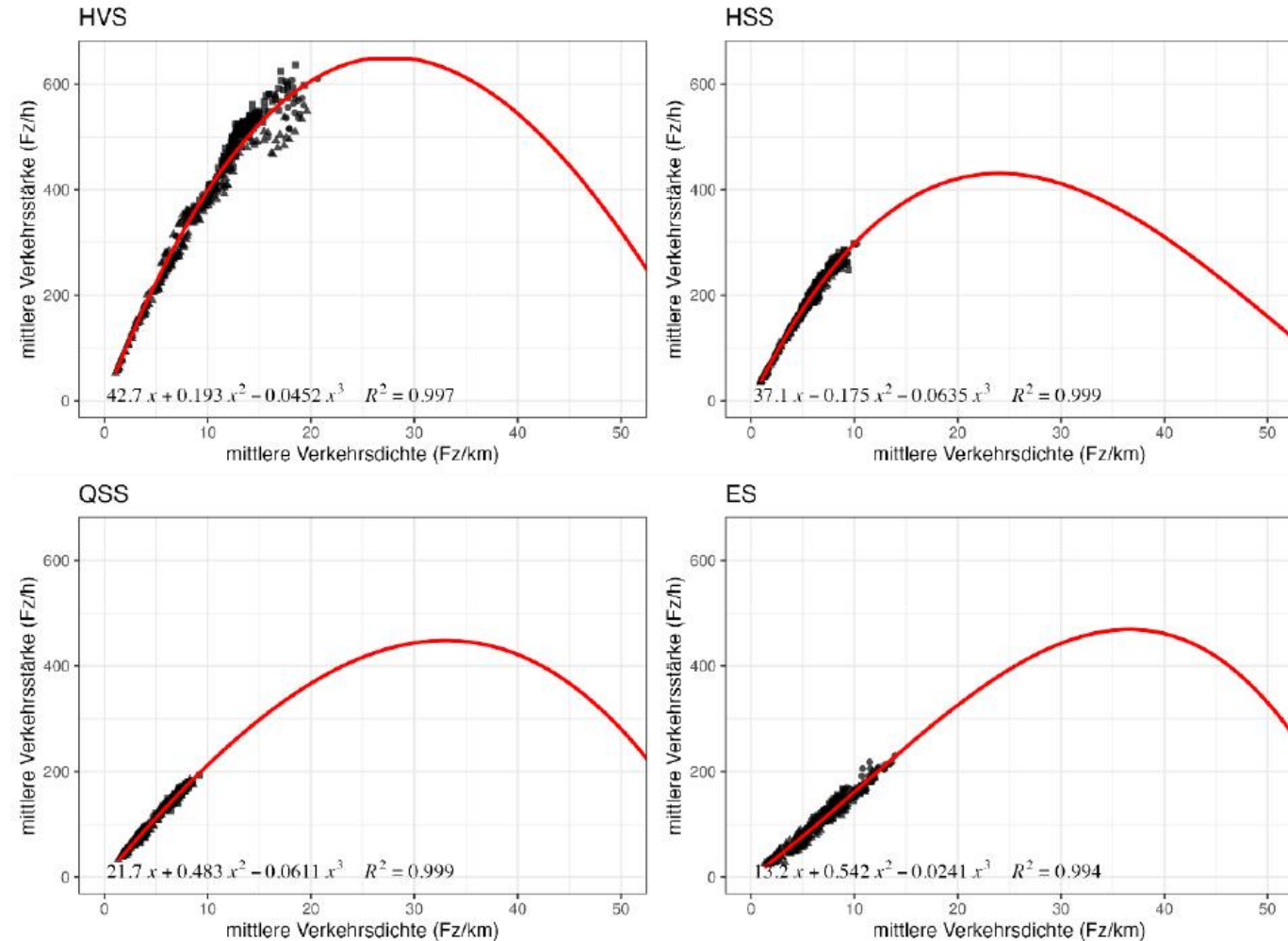
Resultate MFD „Kleinbasel“ (1/2)



Auswertung: alle auto-ähnlichen Fahrzeuge (PW, Lieferwagen, Motorräder, Sattelschlepper etc.) gemeinsam

MFD über alle Messstellen im Perimeter

● MSP/ASP ▲ Nacht ■ Tag



3. Fallbeispiele – Ergebnisse (DWV)

Vergleich der Fallbeispiele, spezifischer Flächenbedarf pro Person [m²/Pers.], **DWV**

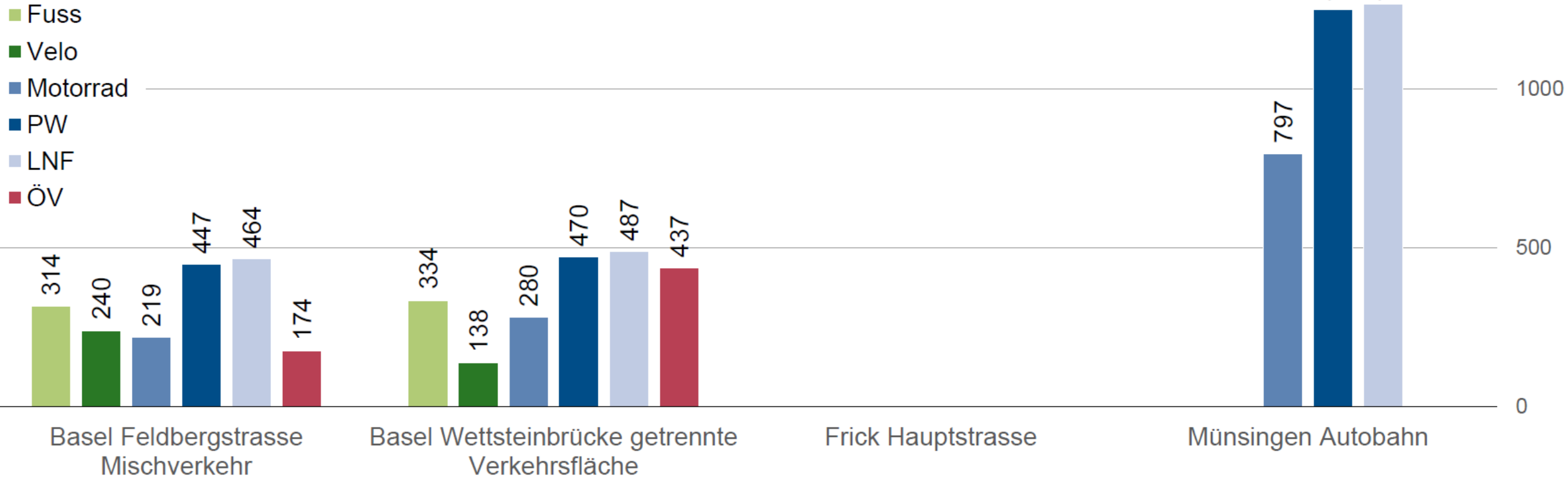
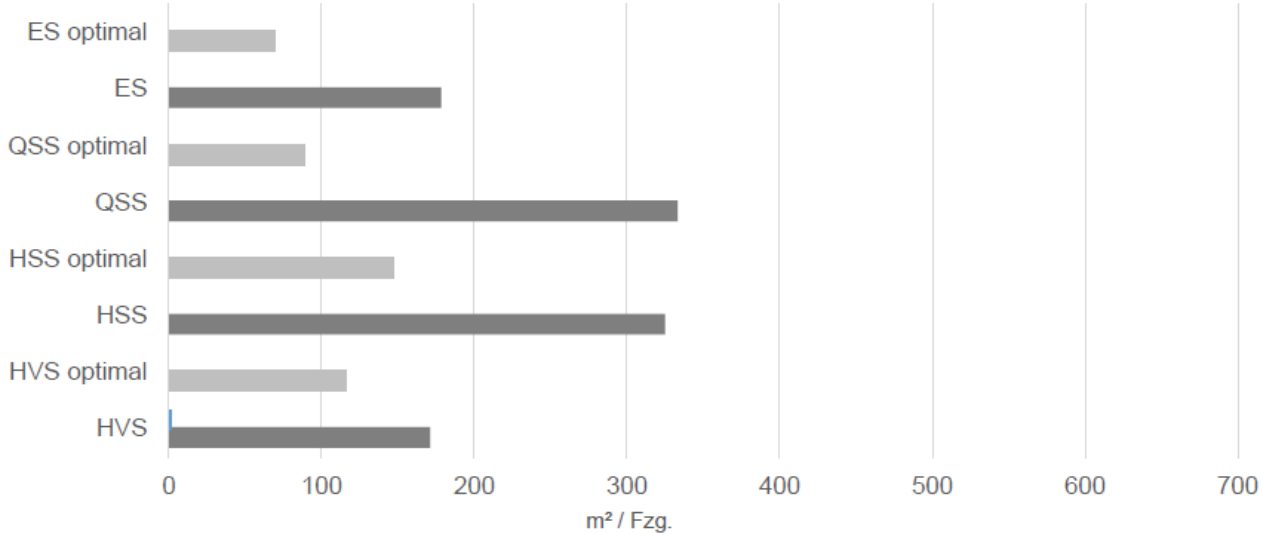


Illustration grösserer Perimeter (MFD-Ansatz)

Spezifischer Flächenbedarf pro Fahrzeug (MFD normiert)



Auswertung: alle auto-ähnlichen Fahrzeuge (PW, Lieferwagen, Motorräder, Sattelschlepper etc.) gemeinsam

Durchschnittsgeschwindigkeit über alle Messstellen

