



RAPP

# Kennwerte der Verkehrserzeugung in Güterverkehr und Logistik (SVI 2019/003)

**Paolo Todesco**

08.09.2022, Fachtagung Forschung SVI, Basel

# Zu meiner Person

Paolo Todesco

- Ökonom Universität Zürich
- Raumplaner MAS ETH Zürich
- Seit 2012 bei der Rapp AG
- Projektleiter Mobilität und Logistik

# Fragestellung

## Standort 1: Logistik

- Fläche: 30'000 m<sup>2</sup>
- Mitarbeiter: 130 VZÄ

## Standort 2: Handel

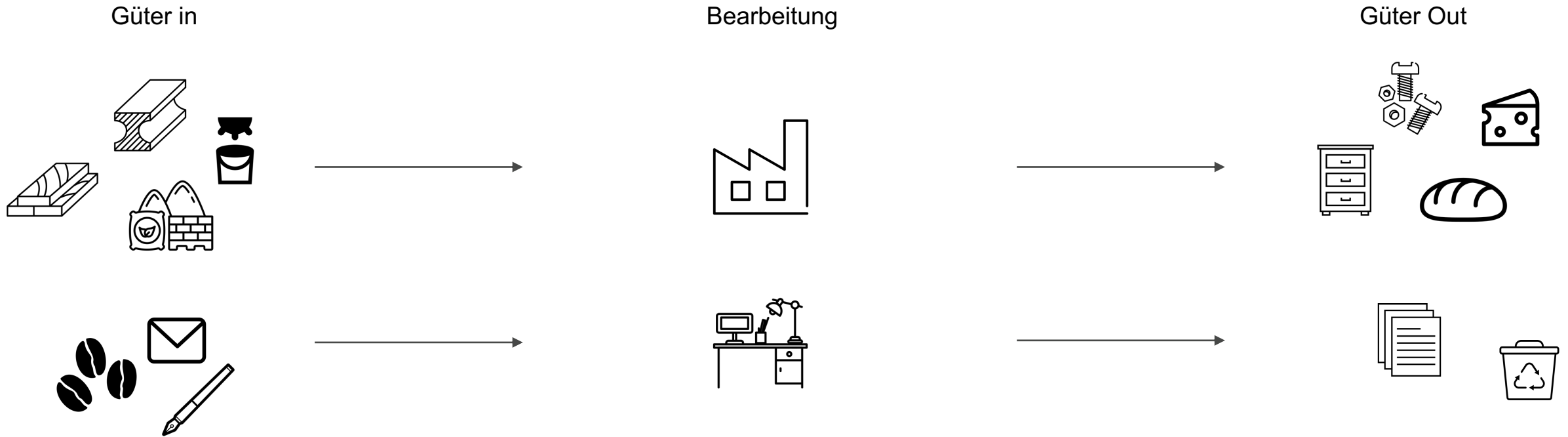
- Fläche: 1'500 m<sup>2</sup>
- Mitarbeiter: 15 VZÄ

Wie viel Güterverkehr generieren diese Standorte pro Tag?



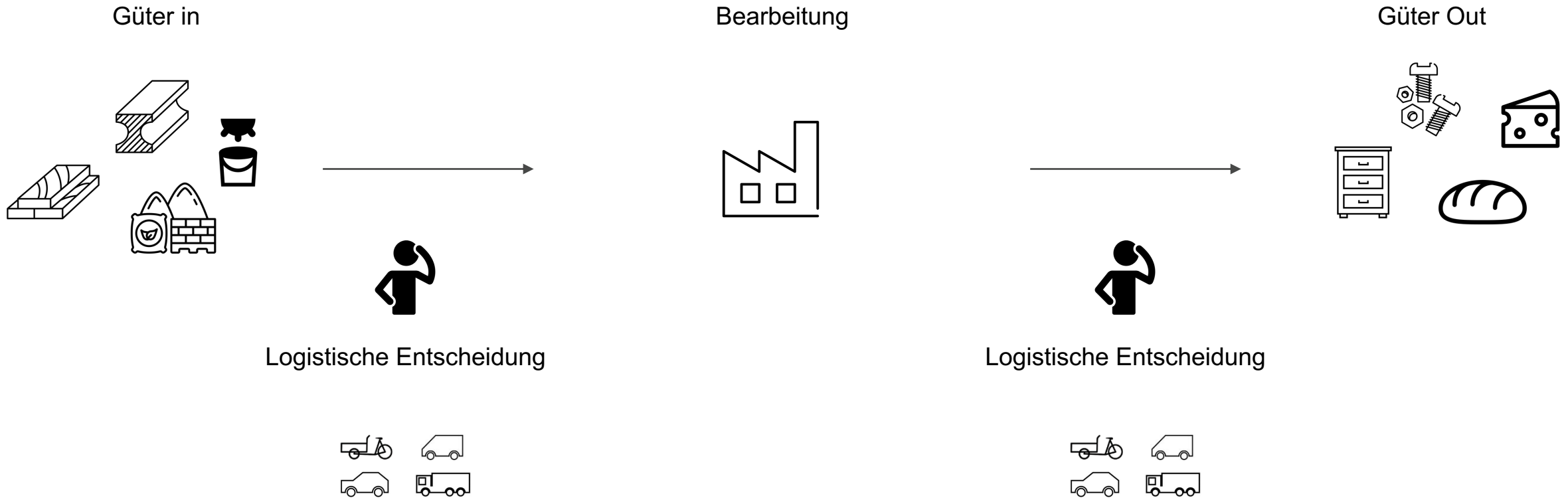
Quellen: Google Maps, BRT, Eurospin

# Wie entsteht der Güterverkehr?

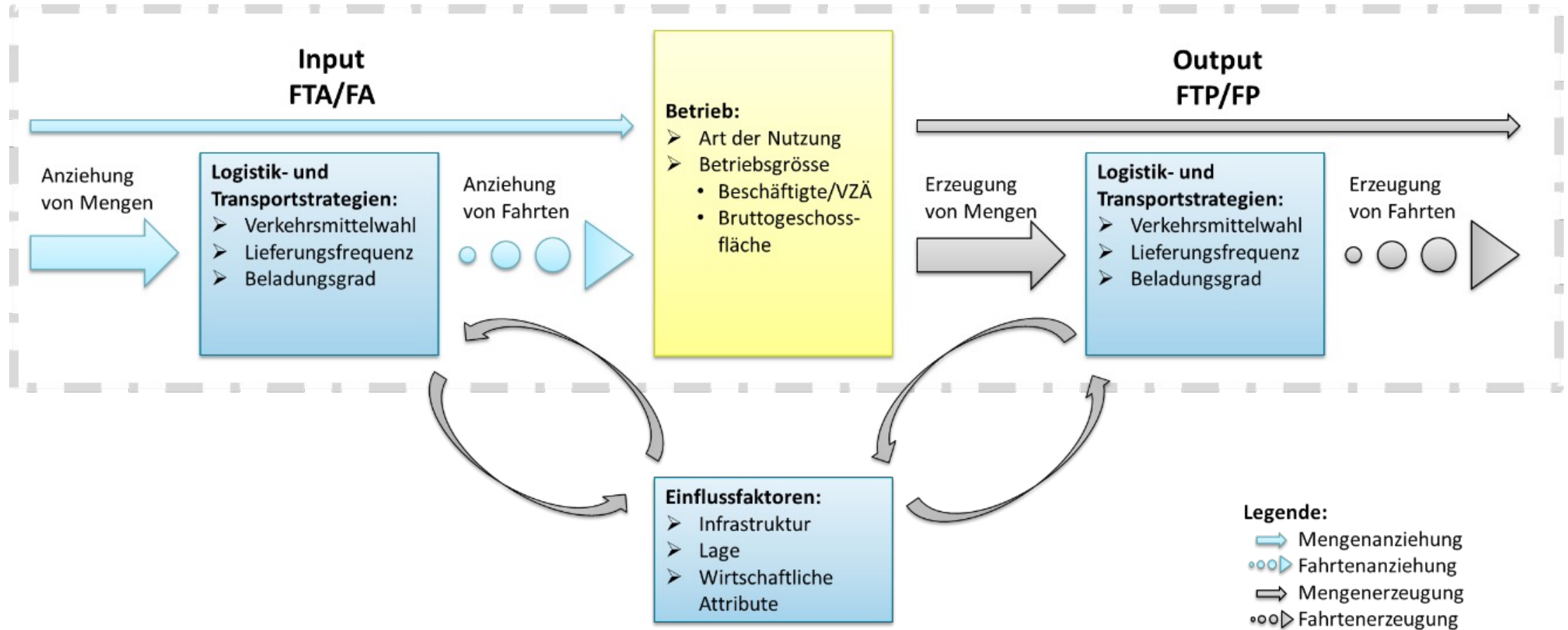


Betrifft jede Tätigkeit in der Gesellschaft!

# Wie entsteht der Güterverkehr?



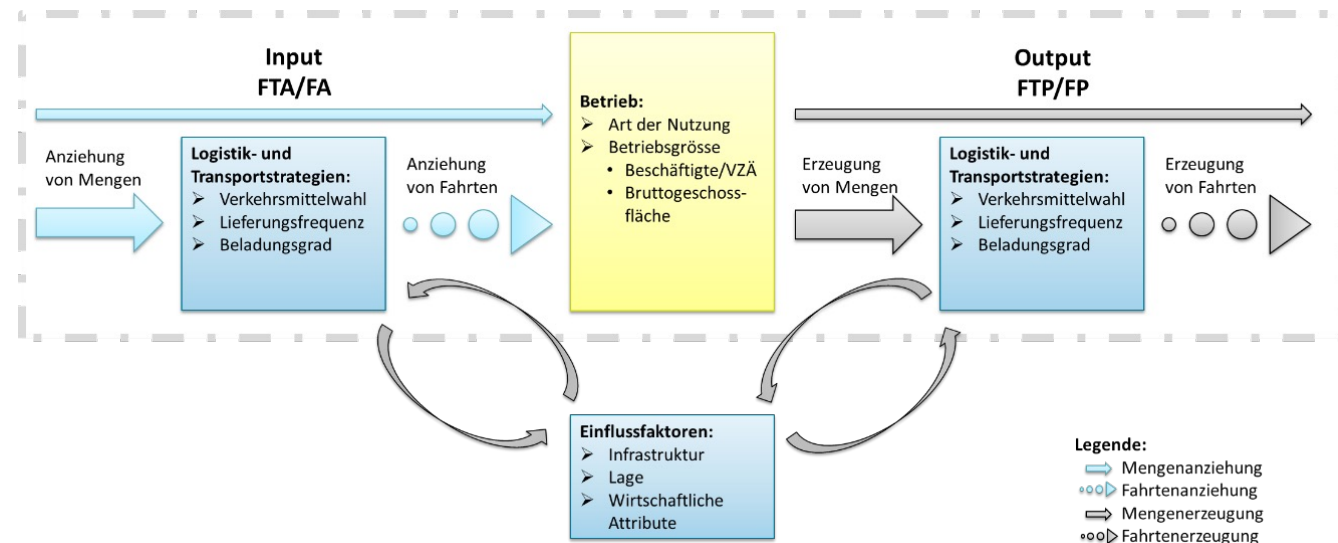
# Wie entsteht der Güterverkehr?



# Was sind die Kennwerte?

Sie setzen das Verkehrsaufkommen in Verhältnis zu einer Bezugsgrösse.

- **Aufkommen**
  - In Mengen oder Fahrten
  - Angezogen (in) oder erzeugt (out)
- **Bezugsgrösse**
  - Anzahl Arbeitsplätze
  - Fläche
- **Typen von Kennwerten**
  - Einfache Transportintensitäten (als *Verkehr / Bezugsgrösse*)
  - Regressionen (Verkehr als Funktion von Bezugsgrösse und evtl. anderen Einflussgrössen)



# Kennwerte der Verkehrserzeugung in Güterverkehr und Logistik

## Ziel der Forschung

### Ziel

- Nutzungsspezifische Kennwerte bzw. Erzeugungsraten für den Güterverkehr ermitteln
- **Fokus: einzelne Einrichtungen**

### Nutzen / Anwendung

- Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens von Arealen und Einrichtungen?
- Grundlage für Dimensionierung der Anlagen
- Ermittlung Auswirkungen auf umliegendes Strassennetz
- Leistungsfähigkeitsanalysen



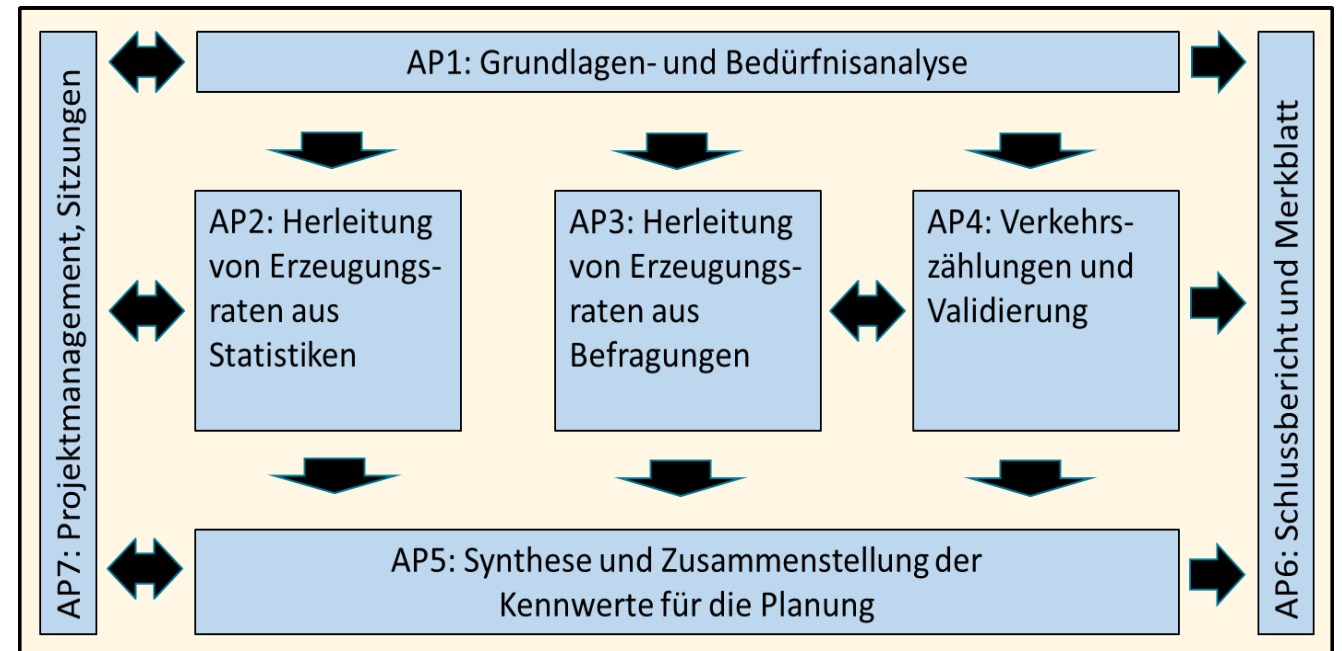
# Vorgehen -> 3 Methoden

3 Ansätze im Projekt angewendet

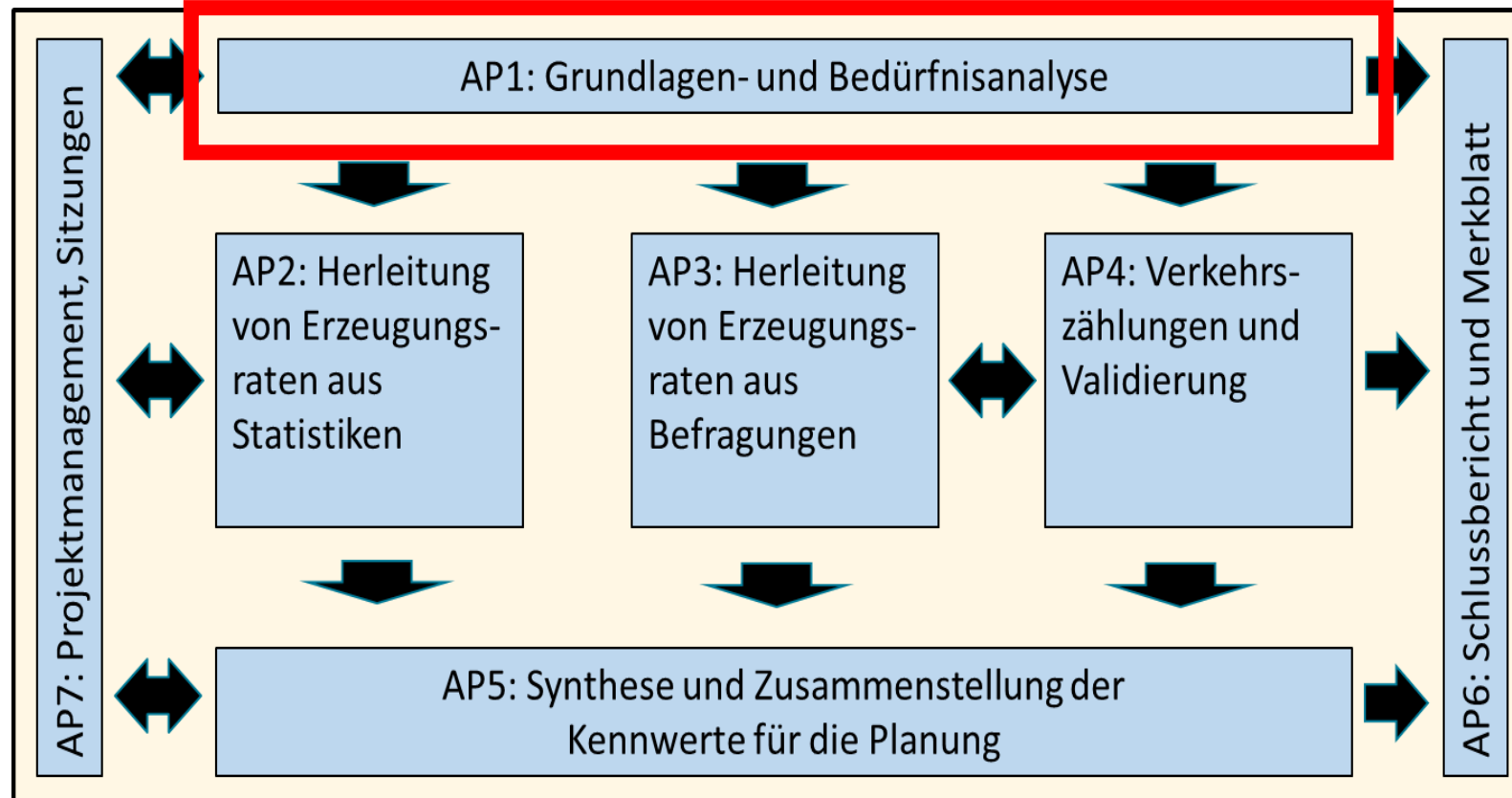
- Kennwerte aus bestehenden Statistiken
- Standortbasierte Unternehmensbefragung
- Fallbeispiele mit Verkehrszählungen

Stand der Arbeiten

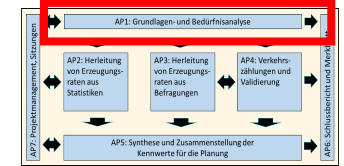
- Abschluss per Ende Jahr
- Auswertung Unternehmensbefragung läuft
- Verkehrszählungen im September



# Bedürfnisanalyse



# Bedürfnisanalyse

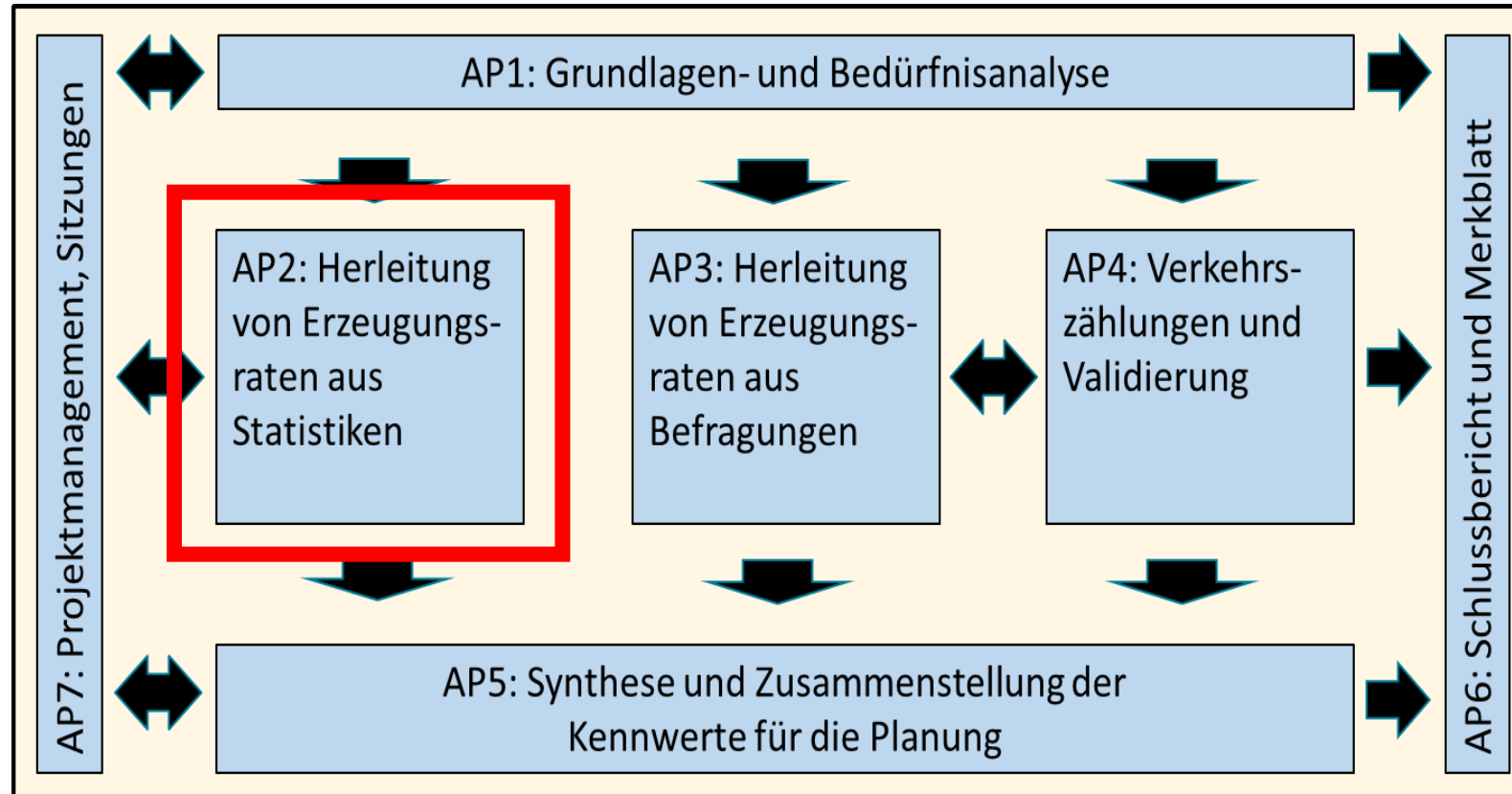


- Wie soll das Endresultat aussehen?
  - Welche Einrichtungen sollen betrachtet werden?
  - Welche Massen für Aufkommen und Bezugsgröße
- Literaturanalyse
- Online-Befragung potentieller Nutzer (etwa 75 Antworten)

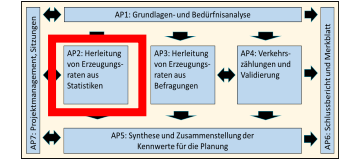
## Ergebnisse Bedürfnisanalyse

- Aufkommen: Kennzahlen Fahrten pro Fläche und Beschäftigte
- Einrichtungen: Logistik Hauptfokus, geringes Interesse für Landwirtschaft
- Fahrzeugtypen: Differenzierung zwischen Fahrzeugtypen (<3.5 t und >3.5 t)
- Kennwerte: Einfache Transportintensitäten eher als Modelle oder Tools

# Kennwerte aus bestehenden Statistiken



# Methode 1 – Bestehenden Statistiken Grundlagen



Ziel: Transportintensitäten als Aufkommen / Bezugsgrösse

Statistische Grundlagen

## Aufkommen

- Mengen pro NOGA-Kategorie: Gütertransportstatistik 2019, BFS
- Fahren pro NOGA-Kategorien: Gütertransportstatistik 2019, BFS

## Bezugsgrösse

- Arbeitsplätze pro NOGA-Kategorien: STATENT 2019, BFS
- Flächen Arbeitszonen: Bauzonenstatistik 2017, BFS

## Kennwerte

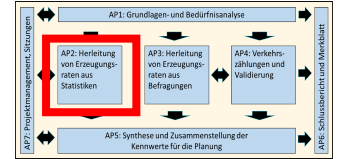
- Mengen pro Arbeitsplatz [t/VZÄ pro Tag]
- Fahrten pro Arbeitsplatz [t/VZÄ pro Tag]
- Mengen pro Fläche [t/m<sup>2</sup> pro Tag]



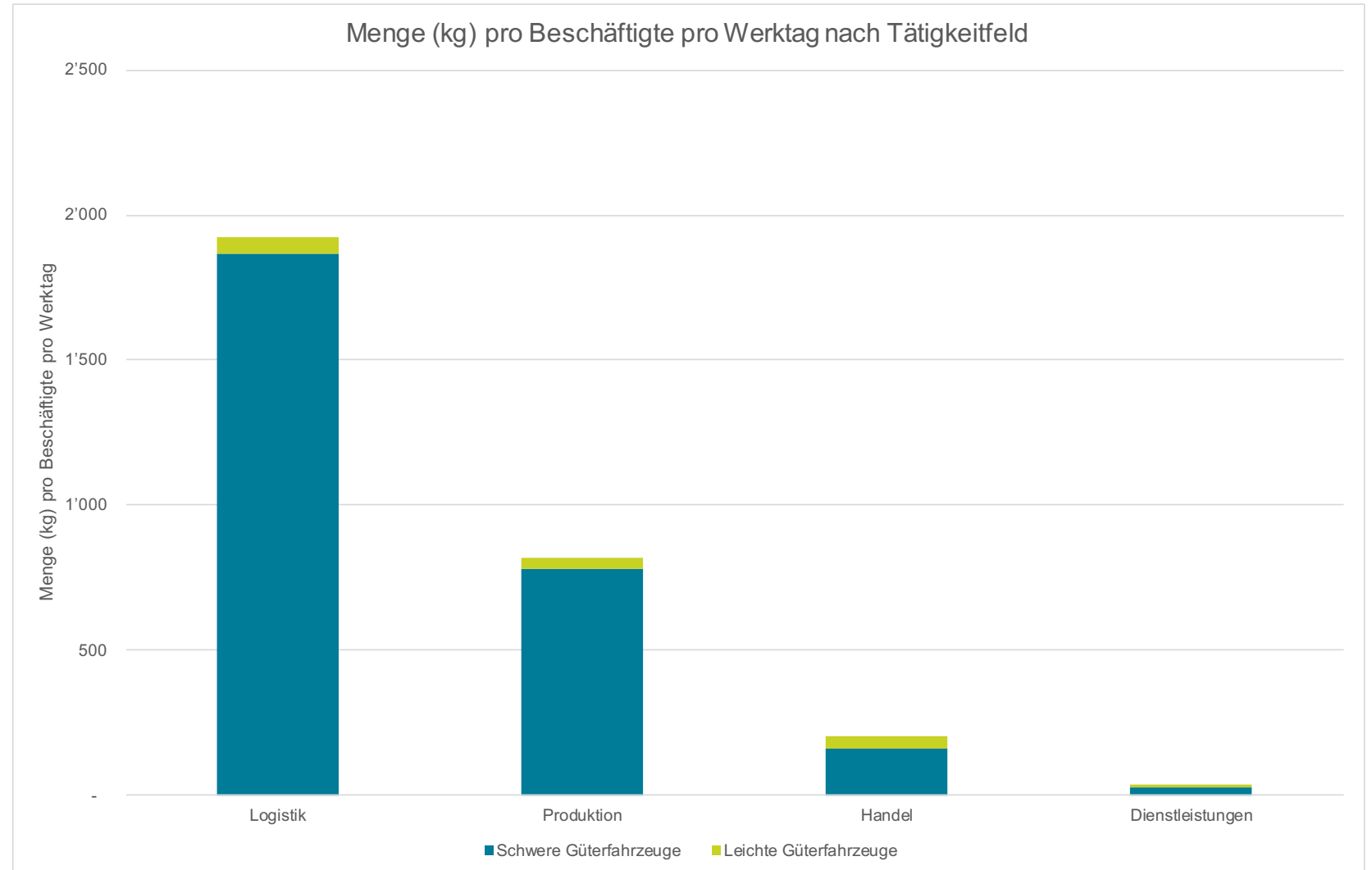
Aggregierte Daten -> nur Auswertungen auf regionaler Ebene!

# Methode 1 – Bestehenden Statistiken

## Mengen pro Arbeitsplatz [kg/Arbeitsplatz pro Tag]

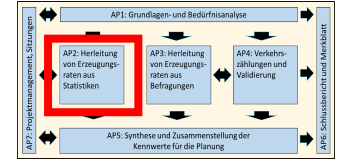


- Kennzahlen für 88 NOGA-Kategorien -> aggregiert in 4 Tätigkeitsfelder
- Mittelwert: 540 kg/AP
- Grosse Unterschiede zwischen Branchen
  - Logistik 1'900 kg/AP
  - Dienstleistung 35 kg/AP
- Durchschnittlicher Anteil schwere Güterfahrzeuge: 94%

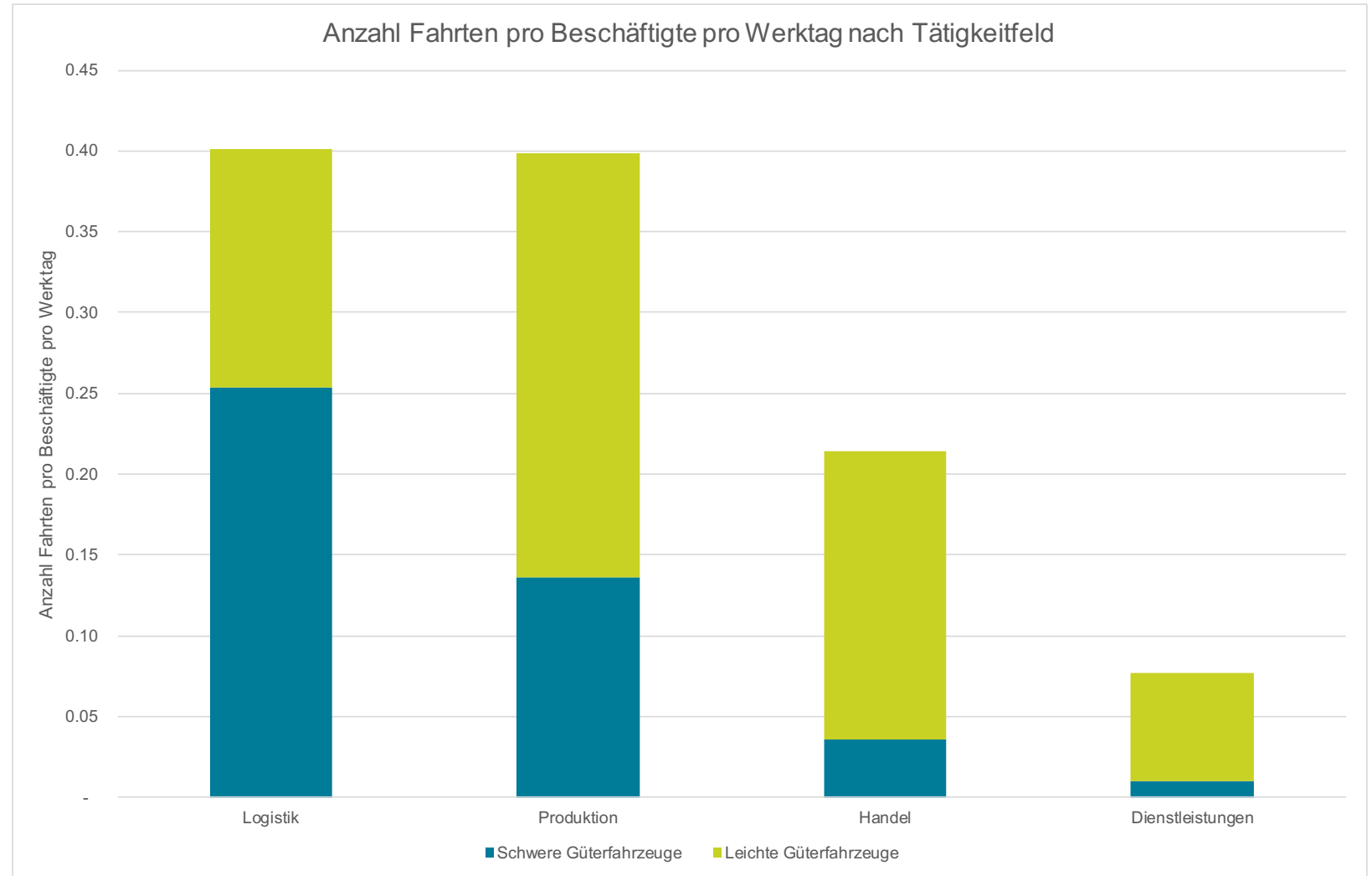


# Methode 1 – Bestehenden Statistiken

## Fahrten pro Arbeitsplatz [Fahrten/VZÄ pro Tag]

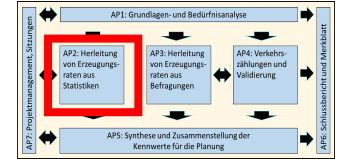


- Kennzahlen für 88 NOGA-Kategorien -> aggregiert in 4 Tätigkeitsfelder
- Mittelwert: 0.22 Fahrten/AP
- Grosse Unterschiede zwischen Branchen
  - Logistik 0.4 Fahrten/AP
  - Dienstleistung 0.08 Fahrten /AP
- Durchschnittlicher Anteil schwere Güterfahrzeuge: 25%



# Methode 1 – Bestehenden Statistiken

## Diskussion der Ergebnisse



Kennwerte aufgrund von **aggregierten Daten** -> nur für Anwendungen auf Makro-Ebene

- Keine Fahrten auf Ebene Betriebsstätte
- Je kleinräumiger/spezifisch die Anwendung desto grösser der Fehler
- Nur auf regionaler Ebene anwendbar

Die Zuordnung zu den NOGA-Kategorien ist in der Statistik nicht exakt

- Zuteilung auf Grundlage der NOGA-Kategorie des Fahrzeughalters -> Fahrten z.T. stark unterschätzt (z.B. Restaurant)
- Etwa 1/3 der Transporte nicht zugeteilt (anteilmässig verteilt)

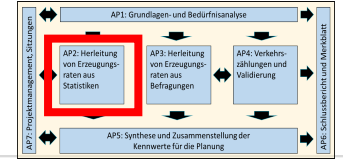
**Mit grosser Vorsicht zu geniessen** -> im Bericht werden die Grenzen aufgezeigt

Regressionsanalyse durchgeführt -> wird hier nicht behandelt



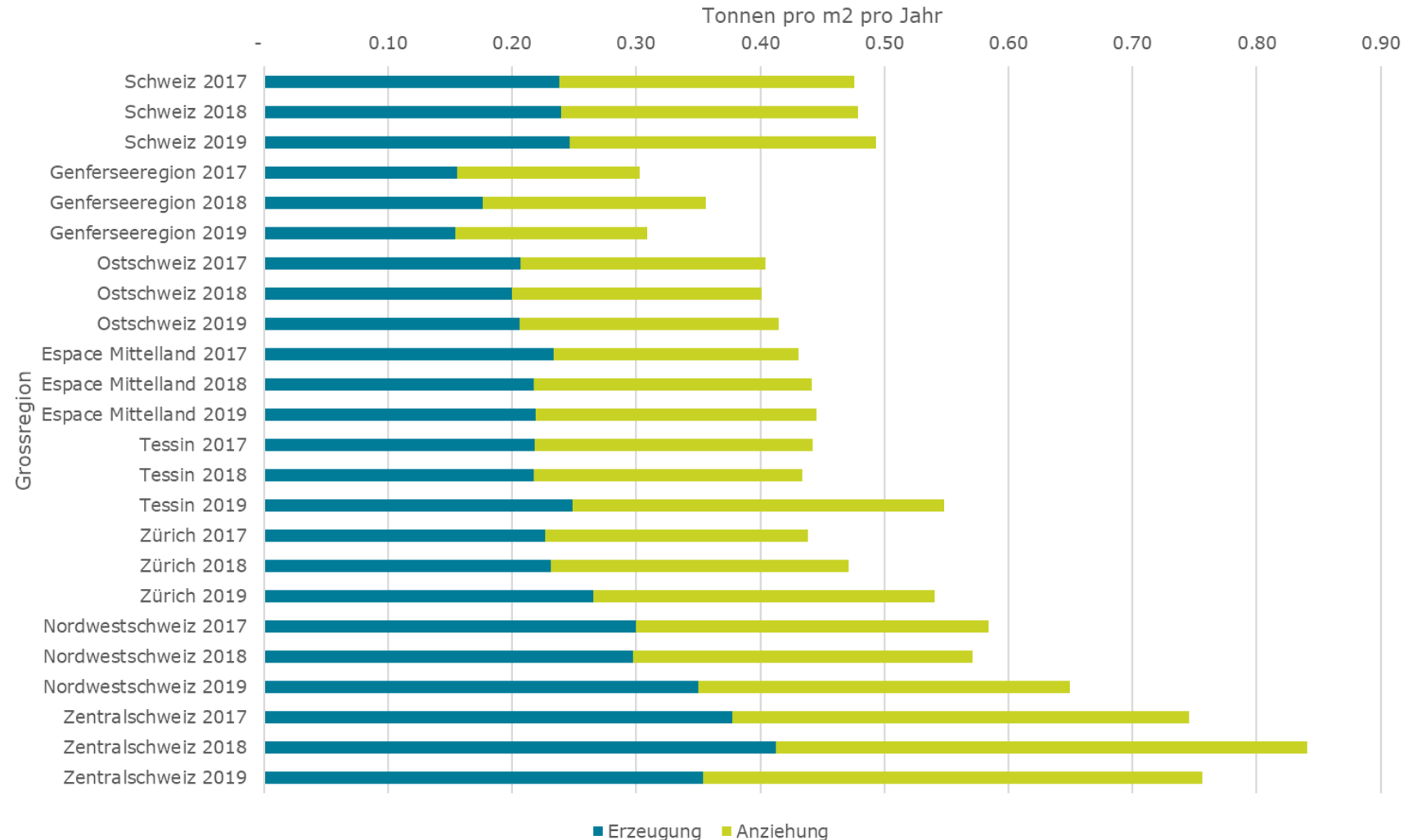
# Methode 1 – Bestehenden Statistiken

Mengen pro Fläche [t/m<sup>2</sup> pro Jahr]



- CH-Durchschnitt bei 0.48 t/m<sup>2</sup>
- Grosse regionale Unterschiede
- Anteil Büros vs. Industrie/Gewerbe v.a. in Misch-/Zentrumzonen
- Bebauungsgrad und Nutzungsintensität BZ (Fläche BZ≠BGF)
- Tätigkeiten ausserhalb der Bauzone

Mengenaufkommen pro Fläche Arbeits-/Misch-/Zentrumzone pro Jahr [t/m<sup>2</sup>]



# Methode 1 – Bestehenden Statistiken

## Fazit

### Fahrten und Menge pro VZÄ

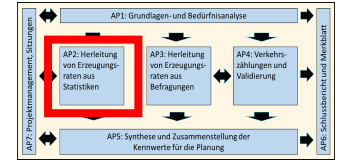
- Auf regionaler Ebene grundsätzlich anwendbar
- Für Schätzungen einzelner Standorte nicht geeignet

### Menge pro Fläche in der Arbeitszone

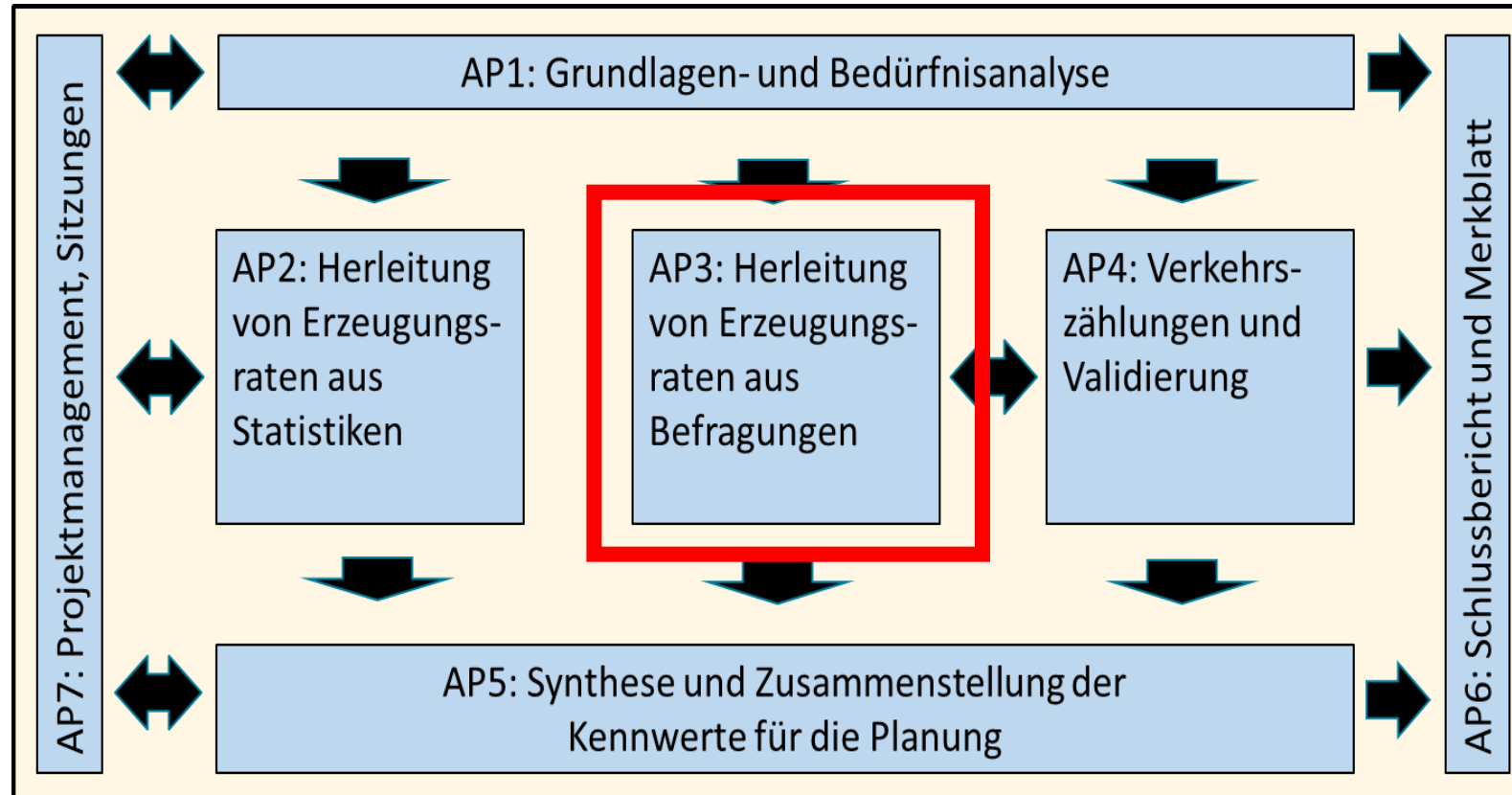
- Kausalität zwischen Fläche und GV-Aufkommen fehlt
- Für Schätzungen einzelner Standorte nicht geeignet

### Alternativer Ansatz geprüft

- Regressionsanalyse nach Warenart auf Ebene MS-Region (106)
  - Abhängige Variable (=Zielgrösse) -> Aufkommen der jeweiligen NST-Warengruppe (20)
  - Unabhängige Variablen -> Vollzeitäquivalente der NOGA-Gruppen, Anzahl Einwohner

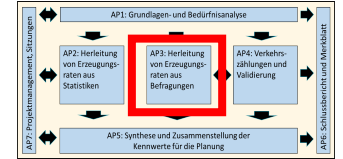


# Kennwerte aus Unternehmensbefragung



# Methode 2 – Befragung

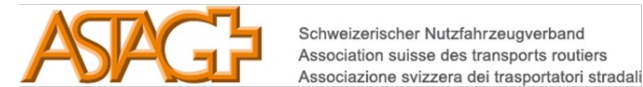
## Vorgehen



Ziel: Daten zur Verkehrserzeugung bei Unternehmen anfragen, um Transportintensitäten und wenn möglich Regressionsanalyse

Fragebogen (online)

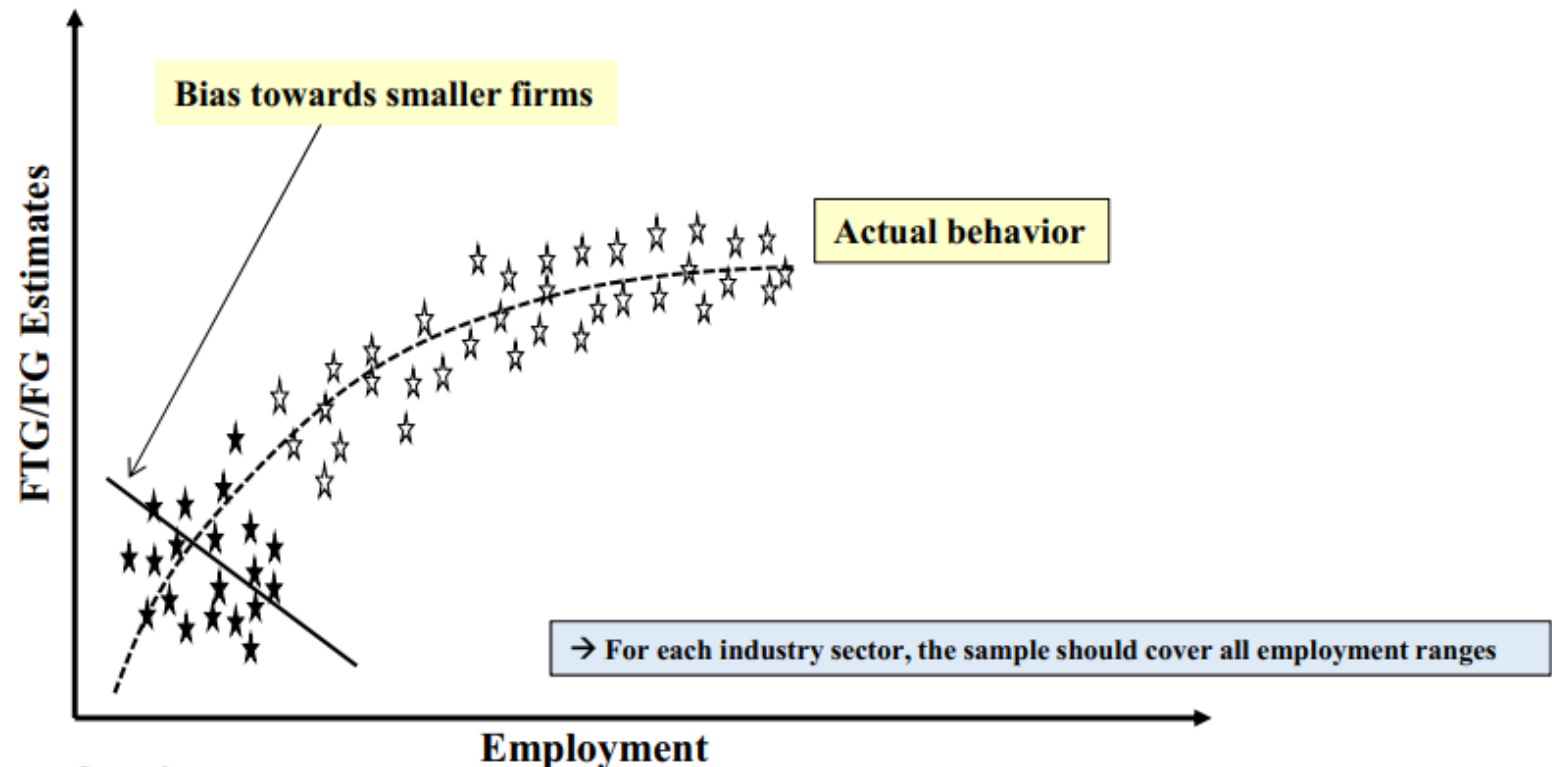
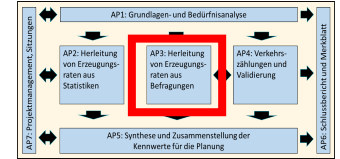
- Prüfung durch zwei Experten und Testbefragung
- Anpassung und Start der Umfrage in Frühling 2022
- Unterstützung zahlreicher Verbände bekommen



# Methode 2 – Befragung Sampling

## Konzept Sampling

- Alle Betriebsgrößen müssen betrachtet werden
- Geschichtete Zufallsstichprobe: Einteilung in homogene Untergruppen (Schichten) nach Schichtungsmerkmale (Betriebsgröße, Branche)
- Für jede Schicht: Ziehung einer Zufallsstichprobe



# Methode 2 – Befragung

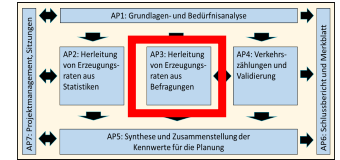
## Versand und Rücklauf

### Versand

- Geschichtete Zufallsstichprobe
  - ➔ Postadressen gezogen vom BFS (etwa 9'000)
- Verbreitung online via Verbände

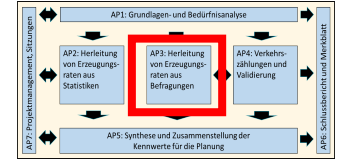
### Rücklauf

- Sehr tiefe Rücklaufquote: knapp 600 zum Teil ausgefüllte Fragebogen
- Weniger als 300 «vernünftig» ausgefüllt
- Etwa 60 vertieft geprüft



# Methode 2 – Befragung

## Erste Ergebnisse



- Datenqualität kritisch -> nur geprüften Antworten (53)
- Geringe Anzahl Antworten
  - Aggregation in 4 Einrichtungstypen -> Homogenität!
  - Hohe Standardabweichung

<b>Fahrten/VZÄ</b>				
	Mittelwert	Min	Max	St.Abw.
Logistik	0.80	0.09	2.48	0.72
Produktion	0.79	0.03	8.40	2.13
Handel	0.60	0.44	0.85	0.14
Dienstleistung	0.18	0.00	0.84	0.24

<b>Tonnen/VZÄ</b>				
	Mittelwert	Min	Max	St.Abw.
Logistik	8.24	0.03	44.00	12.40
Produktion	6.34	0.00	82.00	21.01
Handel	2.31	0.01	5.76	2.08
Dienstleistung	0.74	0.00	10.53	2.62

<b>Fahrten/Bruttogeschossfläche</b>				
	Mittelwert	Min	Max	St.Abw.
Logistik	0.01	0.00	0.04	0.01
Produktion	0.00	0.00	0.02	0.01
Handel	0.01	0.00	0.02	0.01
Dienstleistung	0.01	0.00	0.04	0.01

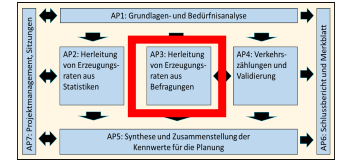
<b>Tonnen/BGF</b>				
	Mittelwert	Min	Max	St.Abw.
Logistik	0.06	0.00	0.22	0.07
Produktion	0.01	-	0.10	0.03
Handel	0.02	-	0.06	0.02
Dienstleistung	0.01	-	0.08	0.02

# Methode 2 – Befragung

## Erste Ergebnisse

Vergleich mit Daten aus einer einzelnen Transportunternehmen

- Vollständige Daten für mehr als 20 Standorte
- Relativ grosse Unterschiede zwischen Standorten



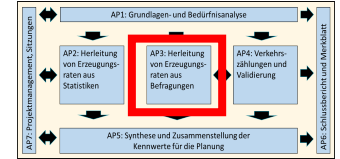
Vergleich Standorte				
	Durchschnitt	Min	Max	St.Abw.
Fahrten/VZÄ	0.28	0.10	0.45	0.10
Menge/VZÄ	10.42	1.05	27.96	6.38
Fahrten/Fläche	0.00	0.00	0.02	0.00
Menge/Fläche	0.12	0.01	0.97	0.22

**Es ist mit sehr grossen Standardabweichungen zu rechnen!**



# Methode 2 – Befragung

## Test



### Standort 1: Logistik

- Fläche: 30'000 m<sup>2</sup>
- Mitarbeiter: 130 VZÄ



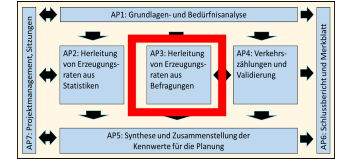
- Vergleich Standort 1 (mit Angaben aus der Befragung) mit Schätzung aufgrund von Kennwerten

	Angaben	Schätzung Aufgrund VZÄ	Schätzung Aufgrund BGF
VZÄ	130		
BGF in m <sup>2</sup>	30'000		
Fahrten [pro Tag]	52	105	276
Menge [t/Tag]	2'460	1'072	1'659
Delta Fahrten		103%	435%
Delta Mengen		-56%	-33%

- Fahrten überschätzt
  - Menge unterschätzt
- ➔ **Mit grossen Unterschieden muss gerechnet werden**

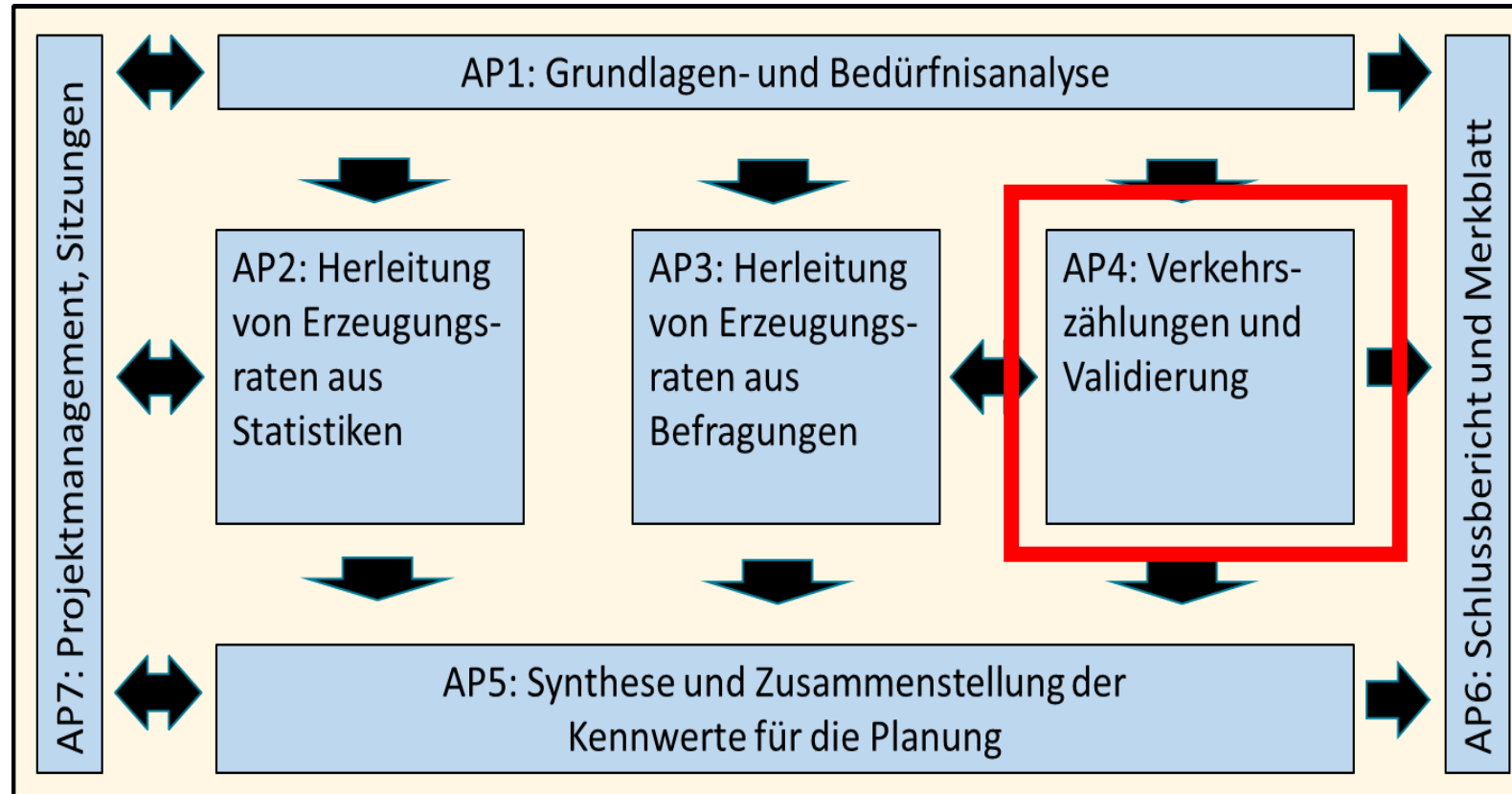
# Methode 2 – Befragung

## Diskussion der Ergebnisse

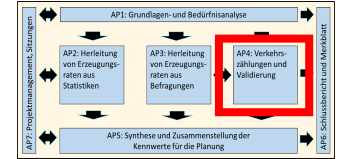


- Geringe Anzahl Antworten und tiefe Datenqualität
- Trade-off zwischen Vollständigkeit der Informationen und Rücklaufquote
- Fragebogen soll elementar sein -> weniger Informationen abfragen!
- Alternative Methoden zur Datensammlung prüfen (Interviews wie in Frankreich)
- Grosse Standardabweichungen sind unvermeidbar, auch bei homogenen Nutzungen
- Beziehung Aufkommen - Betriebsgrösse nicht linear
  - Kann mit einfachen Kennwerten nicht abgebildet werden
  - Material für weitere Forschung

# Verkehrszählungen



# Methode 3 – Verkehrszählungen



Ziel: Zwei Beispiele aus der Realität pro Einrichtungstyp dokumentieren

- Logistik           Warenverteilzentrum  
                          Umschlaganlage
- Handel             Einkaufszentrum  
                          Filiale Detailhandel
- Produktion        Lebensmittelproduzent  
                          Herstellung von Baustoffen
- Dienstleistungen Hotel  
                          Büros (noch abzuklären)

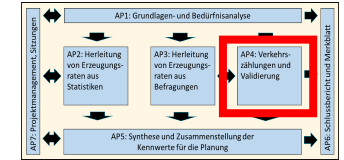
Bei jedem Standort wird:

- 1 Woche Verkehrszählung durchgeführt
- Eckdaten zum Standort gesammelt
  - Vollzeitäquivalente
  - Bruttogeschossfläche
  - Aufkommen in Menge (wo möglich)

➔ Liefert Erfahrungswerte für verschiedenen Einrichtungstypen



# Synthese bisherige Resultate



## Kennwerte aus den bestehenden Statistiken

- Begrenzte Aussagekraft, sehr aggregierte Daten
- Nur auf regionaler Ebene anwendbar

## Kennwerte aus der Unternehmensbefragung

- Qualität/Konsistenz der Antworten weiter zu prüfen
- Vielversprechende erste Ergebnisse
- Grosse Abweichungen der Schätzungen unvermeidbar
- Bessere Datenqualität erzielen -> Alternative Erhebungsmethoden

## Thema Verkehrserzeugung im Güterverkehr

➔ Mehr Forschung nötig!



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Paolo Todesco**  
Basel, 08.09.2022  
Paolo.todesco@rapp.ch

[www.rapp.ch](http://www.rapp.ch)