

Ressourcenverbrauch und Abfälle aus der Verkehrsinfrastruktur in Wien 1990-2015

Andreas Gassner

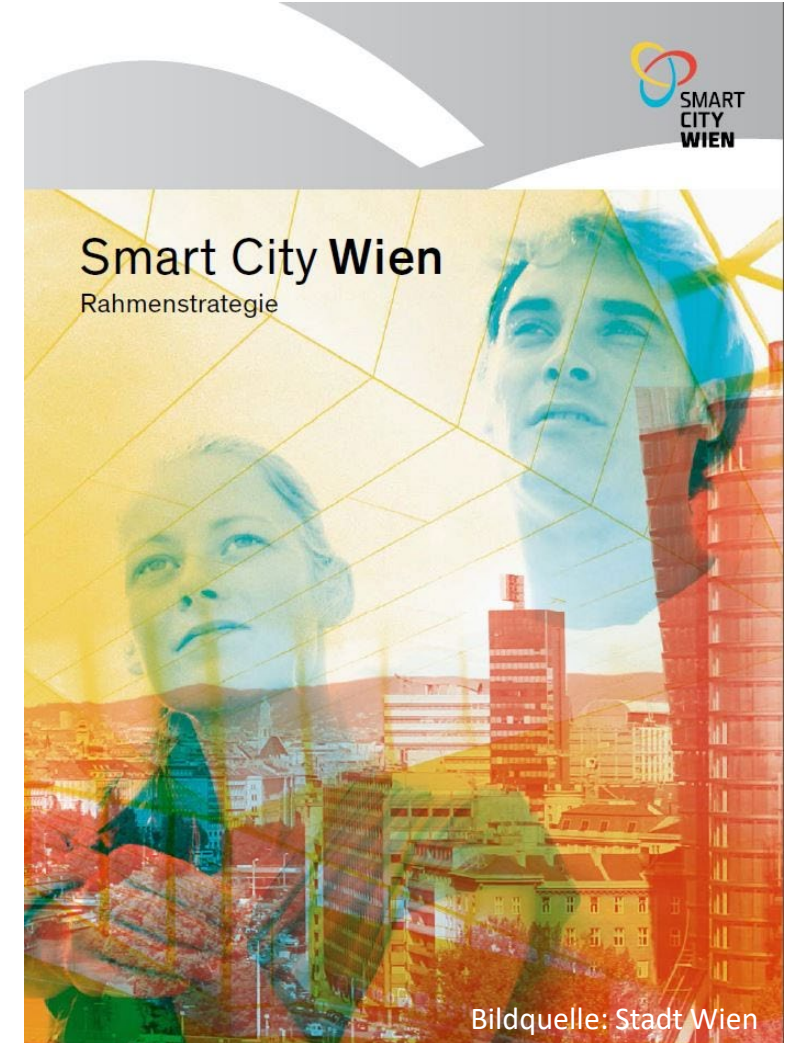
Forschungsbereich Abfallwirtschaft und Ressourcenmanagement
Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement
Christian Doppler Labor "Anthropogene Ressourcen"
WWTF Projekt Trans LoC

Ω

Warum ist die Vergangenheit von Interesse?

Ausgewählte Ziele der Smart City Rahmenstrategie:

- Reduktion der CO₂-Emissionen von derzeit 3,1 Tonnen pro Kopf auf circa eine Tonne: minus 80 Prozent von **1990 bis 2050**
- **Mobilität:** Senkung des motorisierten Individualverkehrs von derzeit **28 auf 15 Prozent bis 2030.**
- Bis **2050** fahren alle Autos innerhalb der Stadtgrenzen mit alternativen Antriebstechnologien.

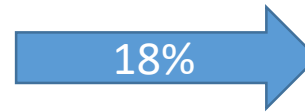
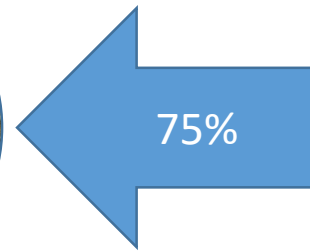


Warum ist die Verkehrsinfrastruktur von Relevanz?

Rund 70% (ca. 44 Mio. Tonnen) des österreichweiten, jährlichen Abfallaufkommens kommen aus dem Bausektor (=5 t/capita)



Bodenaushub



Baurestmassen

1.1 t/capita

Tiefbau und hier im speziellen die Verkehrsinfrastruktur

→ relevante Quelle

→ wichtigstes Anwendungsgebiet für Recycling Baumaterial aus Baurestmassen

Hat sich in diesem Zeitraum überhaupt viel verändert?



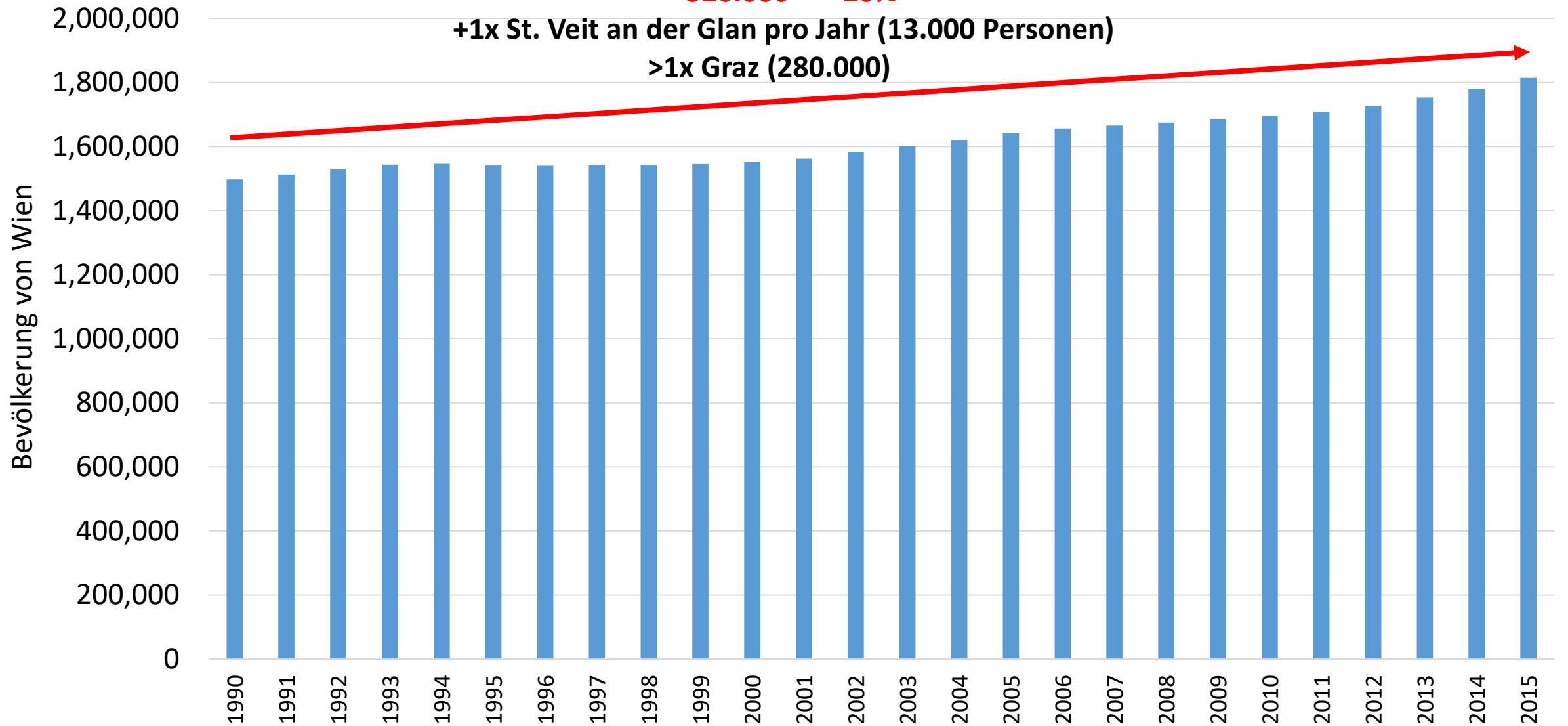
Eröffnung U3 Volkstheater 1993

Der Bürgermeister
1x



Eröffnung U1 2017

1990 vs. 2015

+ 320.000 = +20%**+1x St. Veit an der Glan pro Jahr (13.000 Personen)****>1x Graz (280.000)**

1990 vs. 2015

Fahrzeugflotte
3x



Renault Clio I (1990-1998) – min 855 kg



Renault Clio IV (2012-2019) – min 1.055 kg

1990 vs. 2015

Straßenbahnen gehen - U-Bahnen kommen



Stadion - Ende des Grönemeyer Konzert 2007



Stadion – Länderspiel 2008

1990 vs. 2015

noch mehr U-Bahnen kommen



1990 vs. 2015

Bahnhöfe verändern
ganze Quartiere...



Hauptbahnhof Baustelle (2012)

Südbahnhof + Ostbahnhof 2003 (Google Earth)

Hauptbahnhof 2015 (Google Earth)

Bildquelle: Wiener Linien

1990 vs. 2015

Bahnhöfe verändern



Hauptbahnhof Baustelle (2012)

Südbahnhof + Ostbahnhof 2003 (Google Earth)

Hauptbahnhof 2015 (Google Earth)

Bildquelle: Wiener Linien

1990 vs. 2015

neue Stadtteile entstehen
nicht nur am Flughafen



Flugfeld Aspern 2003 (Google Earth)



Seestadt Aspern 2015 (Google Earth)

1990 vs. 2015

Hochleistungsstraße wachsen im Feld



Bau S1 2006 (Google Earth)

1990 vs. 2015

Einkaufsstraßen ändern sich sogar mehrmals



1989

1990 vs. 2015

Einkaufsstraßen ändern sich sogar mehrmals

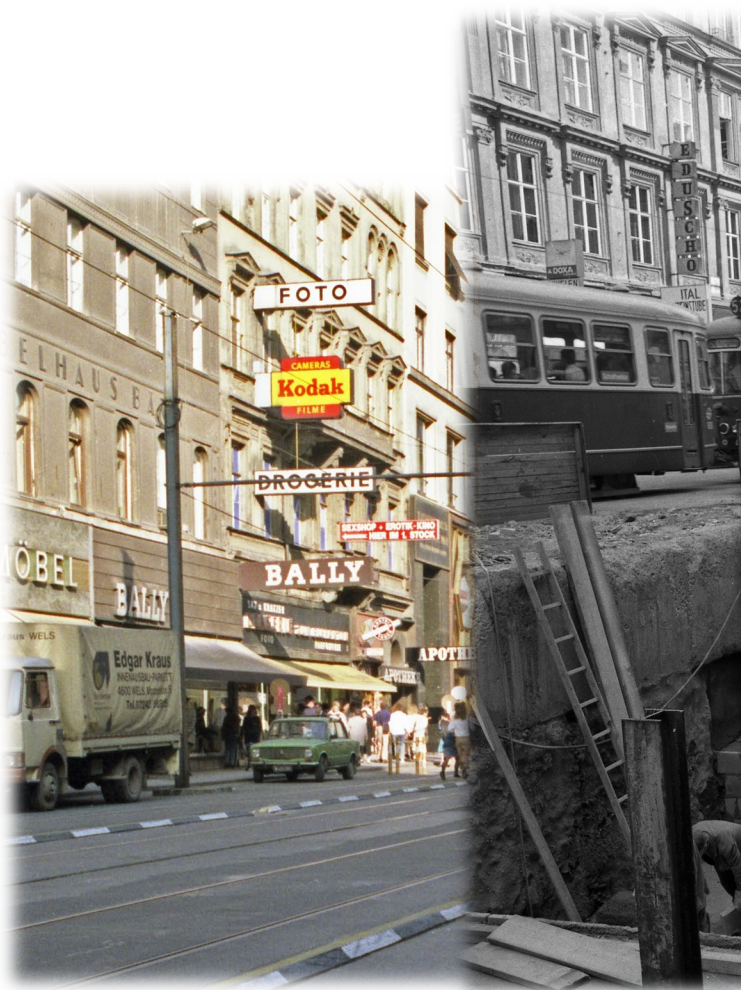


1989

1989

1990 vs. 2015

Einkaufsstrassen ändern sich sogar mehrmals



1989

VIENNA.AT News Bezirk Sport Unterhaltung Service

WIEN

Durch Umgestaltung der Mariahilfer Straße 300 Parkplätze weniger

6 KOMMENTARE 23.10.2012 16:47 (Akt. 23.10.2012 16:47)

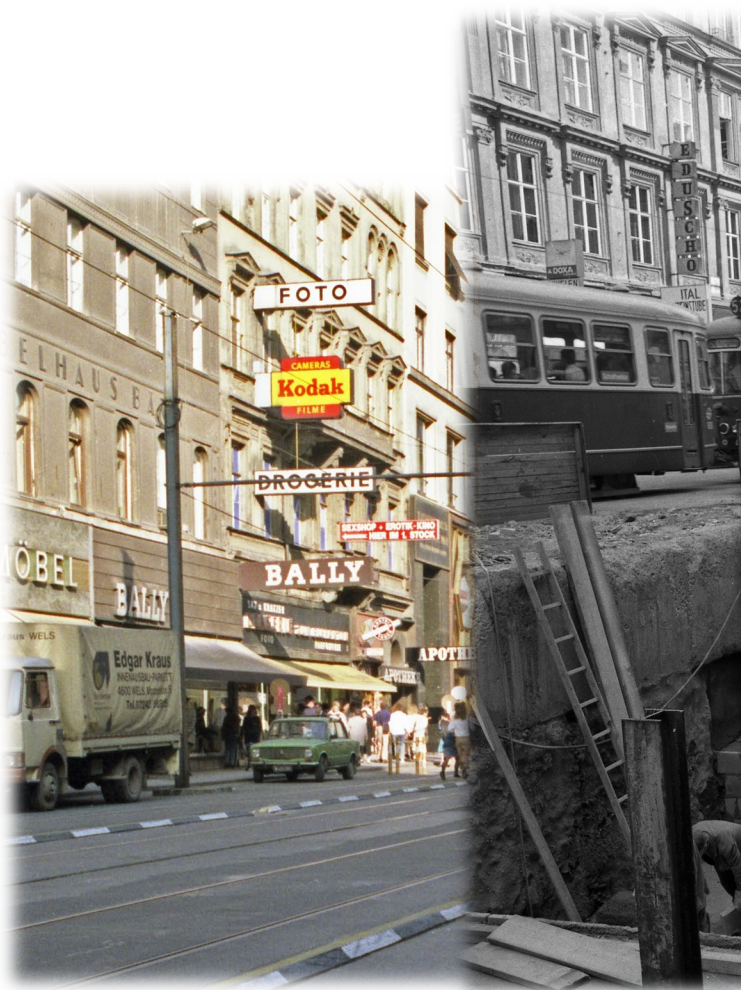
Bei der Umgestaltung der Wiener Mariahilfer Straße gehen auch Parkplätze verloren. ©APA

1989

2012

1990 vs. 2015

Einkaufsstrassen ändern sich sogar mehrmals



1989



1989

2012



2016

Bildquelle: Wiener Linien (1,2,4);
Vienna.at (3)

Parkplätze waren nicht immer da...



Gibt's auch Veränderungen im bestehenden System?

Historischer Bestand



Gibt's auch Veränderungen im bestehenden System?

Historischer Bestand

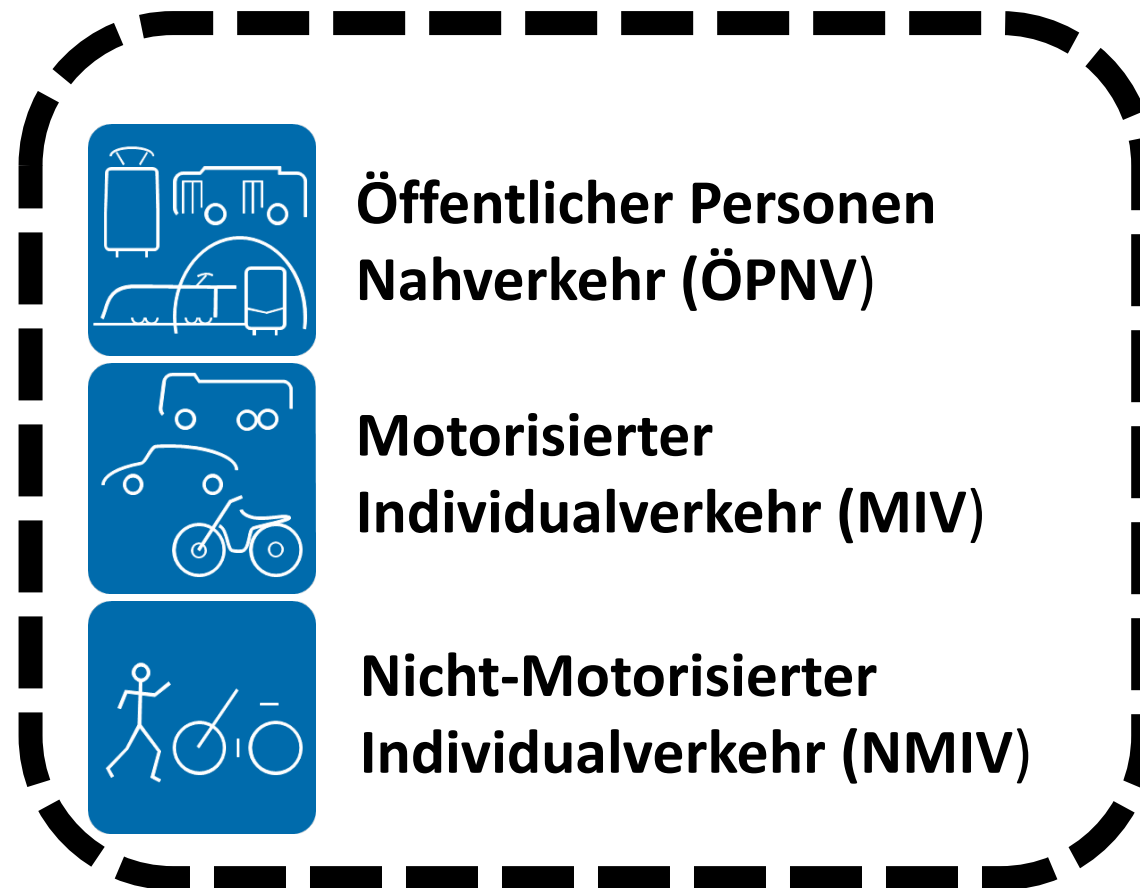


Gibt's auch Veränderungen im bestehenden System?

Historischer Bestand



Wie kann dies nun systematisch untersucht werden?



Welche Mengen an Baumaterialien werden in der Verkehrsinfrastruktur eingebaut und welche Abfälle werden in diesem Sektor generiert?

Welche Methode wurde gewählt?

Materialflussanalyse

Zeitraum:

1990 – 2015

Räumliche Grenze:

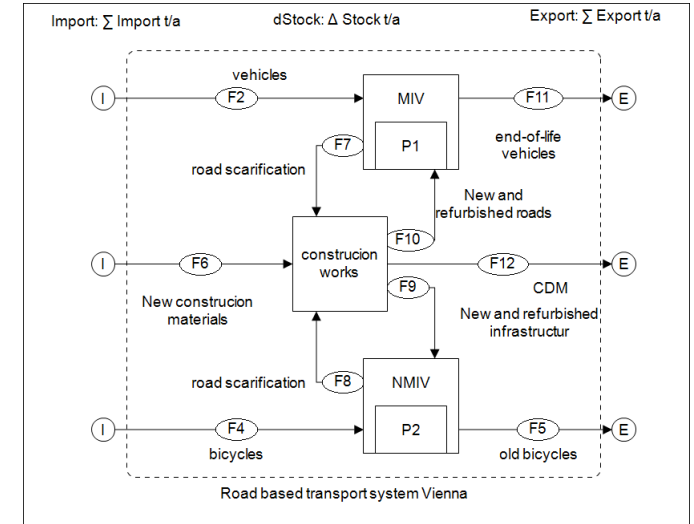
Stadt Wien

Inkludiert werden:

Ausgangsbestand (=Materiallager 1990)
 Ausbau und Erweiterungen der Systeme
 Erneuerung und Wartung der Infrastruktur
 Rückbau von Systemkomponenten
 Neufahrzeuge und End- of Life Vehicle

13 Materialkategorien

u.a.: Asphalt&Bitumen, Beton,
 Schotter/Sand/Naturstein, Eisen&Stahl, Aluminium



Wie wird das Materiallager 1990 bestimmt?

$$S_j = \sum_i^n IS_{i,j} \cdot MI_i$$

S_j Material Lager im Jahr j [Tonnen]
 $IS_{i,j}$ "Größe" der Infrastruktur Kategorie i im Jahr j [m² oder Anzahl]
 MI_i Materialintensität und Zusammensetzung der Infrastruktur Kategorie i

Input Daten von:

- Statistik (Statistische Jahrbücher der Stadt Wien)
- Eigene Berechnungen mithilfe von georeferenzierten Daten (GIS)

m²

Straßenfläche je
Straßenkategorie

m²

Parkfläche auf
öffentlichem Grund

m²

Radwege

m²

Gehwege

Wie wird das Materiallager 1990 bestimmt?

$$S_j = \sum_i^n IS_{i,j} \cdot MI_i$$

S_j

Material Lager im Jahr j [Tonnen]

$IS_{i,j}$

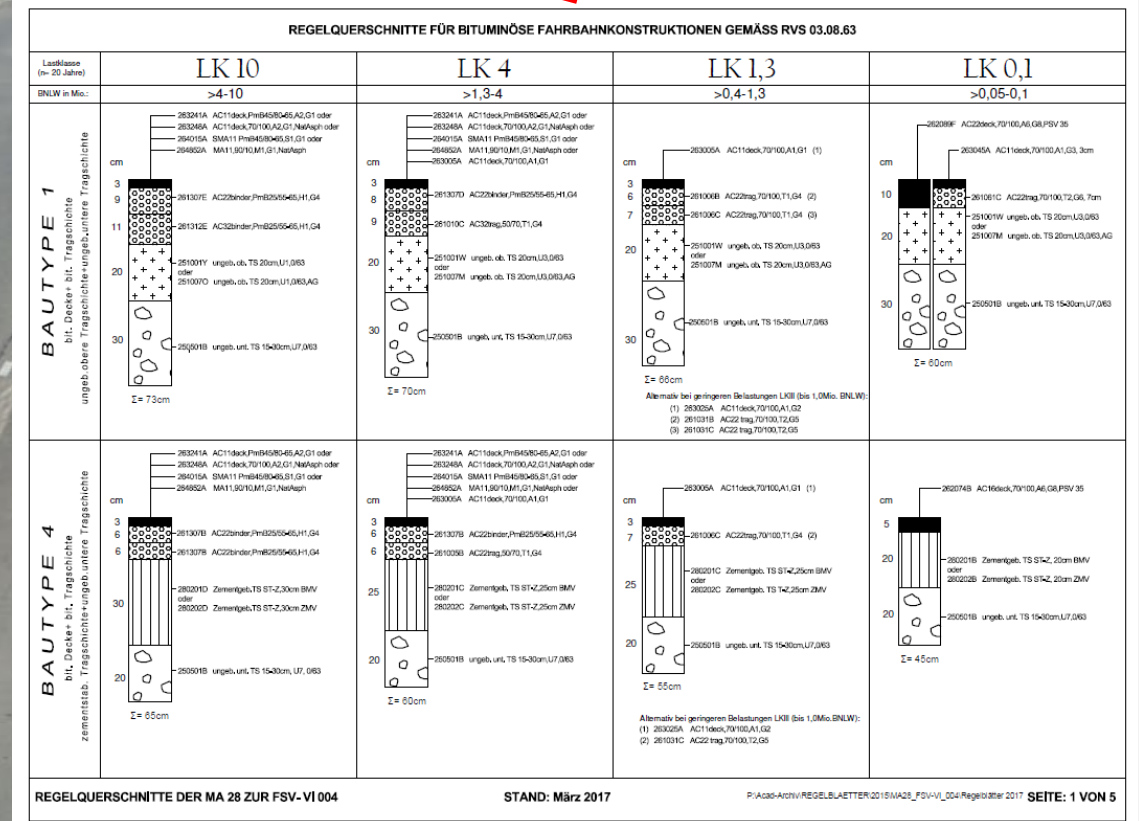
“Größe” der Infrastruktur Kategorie i im Jahr j [m² oder Anzahl]

MI_i

Materialintensität und Zusammensetzung der Infrastruktur Kategorie i

Input Daten von:

- Literatur
- Eigene Berechnung basierend auf:
 - Oberfläche (Beton, Asphalt, Stein) (Durchschnittsverteilung je Verkehrsflächenkategorie
 - Regelaufbauten je Verkehrsflächenkategorie



Wie werden die Materialflüsse bestimmt?

$$F_j = \sum_i^n \Delta IS_{i,j} \cdot MI_i$$

F_j	Material Input/Output im Jahr j [Tonnen]
$\Delta IS_{i,j}$	“Menge” an Änderung der Infrastruktur Kategorie i im Jahr j [m ² /Jahr oder Anzahl/Jahr]
MI_i	Materialintensität und Zusammensetzung der Infrastruktur Kategorie i

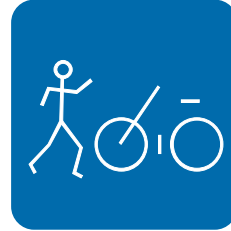
Input Daten von:

- Statistiken (z.B. Straßenneubau; Anzahl der Neufahrzeuge; m² sanierte Straßenfläche pro Jahr)
- Literatur (e.g. Rückbau Ost- und Südbahnhof)

Eigene Berechnungen:

- Lifetime Functions zur Bestimmung von Erneuerungen und Wartungsarbeiten (e.g. Fahrradabstellanlagen)
- Erneuerungsraten (e.g. S-Bahn und Tram Oberbau)

Welche Kategorien wurden je Verkehrsträger berücksichtigt?



Infrastruktur (fließender Verkehr) [m.t.i.]	Straßen Brücken und Tunnel Straßenequipment	Gehwege Radwege Fußgängerzone Fuß- und Radbrücken	U-Bahn Netz S-Bahn Netz Tram Netz S-Bahn Haltestellen und Bahnhöfe S-Bahn Haltestellenequipment
Infrastruktur (ruhender Verkehr) [s.t.i.]	Parkstreifen Parkplätze auf öffentlichem und privatem Grund Parkplätze in privaten Gebäuden Tiefgaragen in und Parkhäuser	Fahrrad Abstellanlagen Citybike – Stationen	Busgaragen Zugdepots
Fahrzeuge [v.]	Motorräder Autos LKWs (N1, N2, N3)	Fahrräder E-Fahrräder Citybikes	U-Bahnzüge Straßenbahnen ÖBB Züge Busse

Was sagen die Zahlen zur Veränderung des Systems seit 1990?



Straßenfläche [Mio m²]
21,2 → 22,8 {+8%}

Öffentliche Parkplätze
[Mio m²]
3,9 → 4,3 {+9%}

Anzahl an Parkplätzen in
Gebäuden [n]
117,000 → 213,000 {+82%}



U-Bahn Netz [km]
39 → 86 {+118%}

S-Bahn Netz [km]
181 → 189 {+5%}

Tram Netz [km]
228 → 213 {-6%}



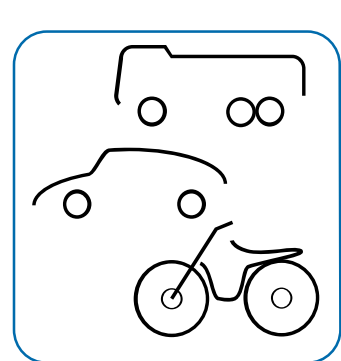
Gehwege [Mio m²]
8,9 → 10,9 {+22%}

Radwege [Mio m²]
0,1 → 0,39 {+263%}

FuZo [Mio m²]
0,1 → 0,35 {+230%}

Citybike [n]
0 → 120

Sind heute mehr Fahrzeuge im Umlauf als 1990?



-90%

-60%

-30%

0%

30%

60%

90%

120%

Autos

Motorräder

LKW (N2, N3)

FZ/1.000 EW

1990

2015

391

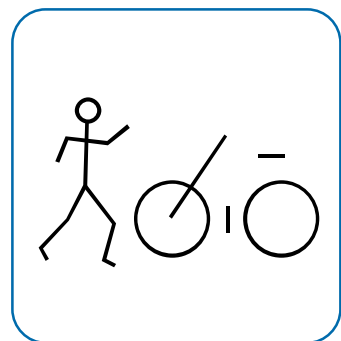
410

28

47

10

02



Fahrräder

E-Bikes

Citybikes

612

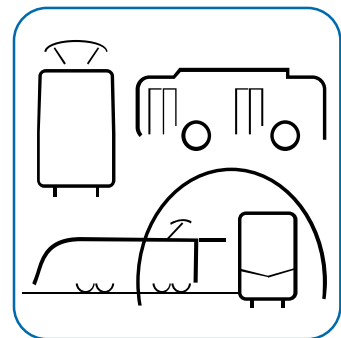
617

0

27

0

01



Autobus

Tram

S-Bahn

U-Bahn

612

617

0

27

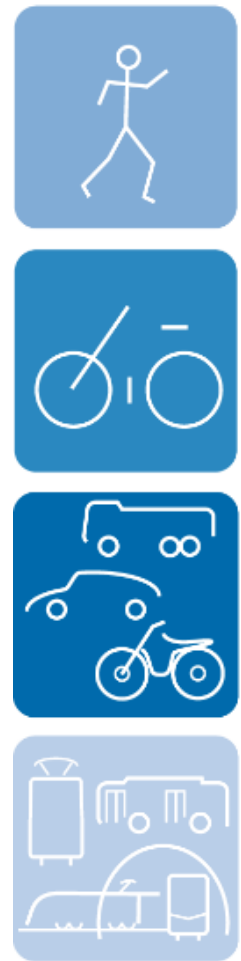
0

27

0

01

Gehen die Menschen heute mehr zu Fuß als vor 25 Jahren?

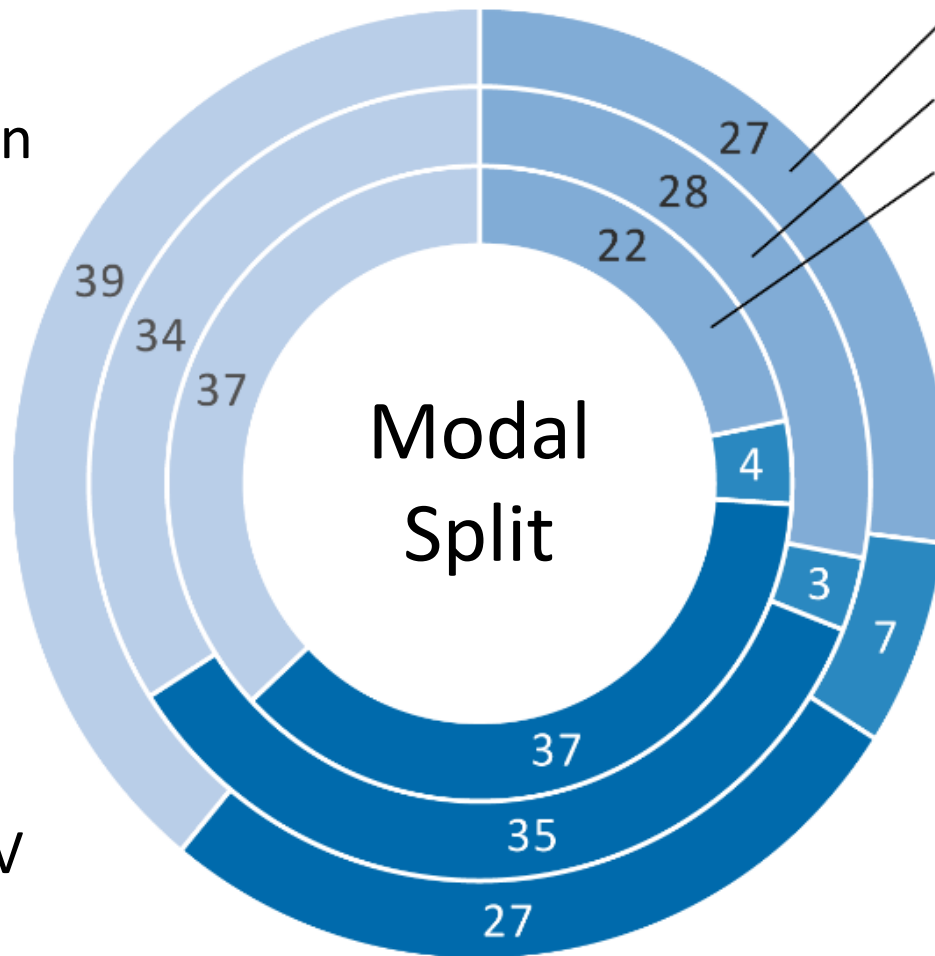


Gehen

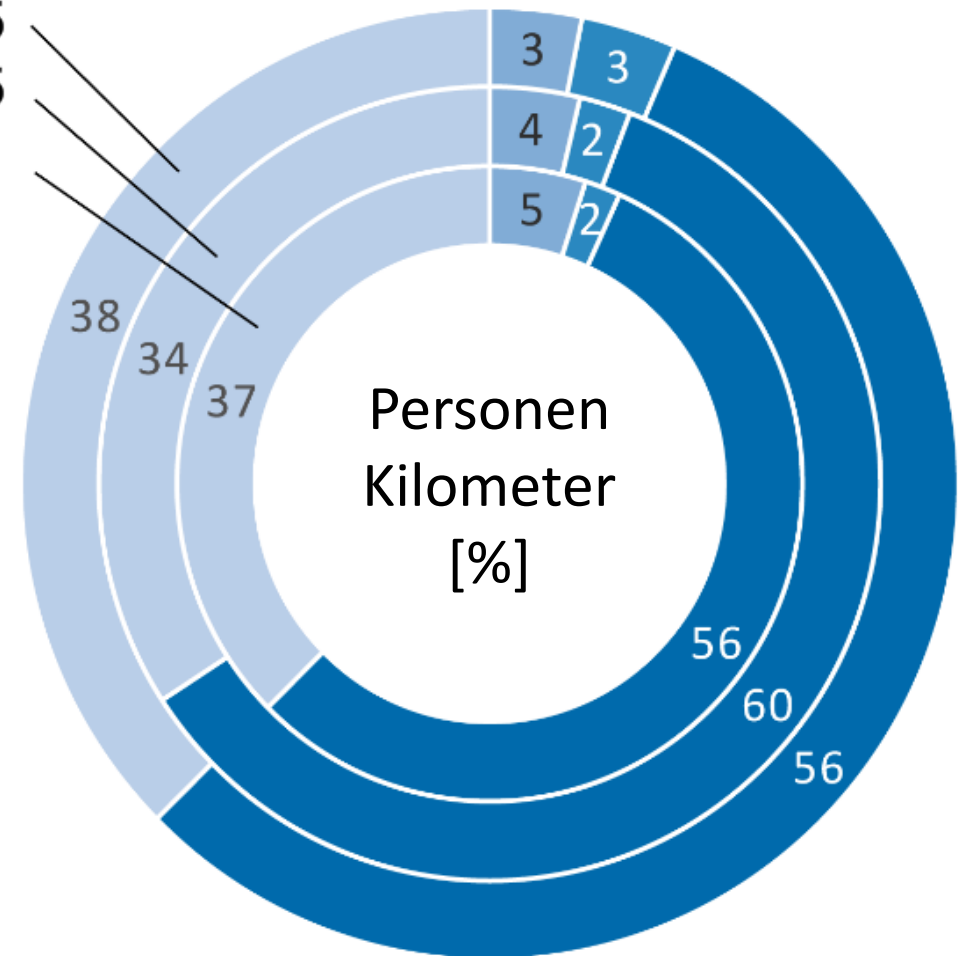
Rad

MIV

ÖPNV



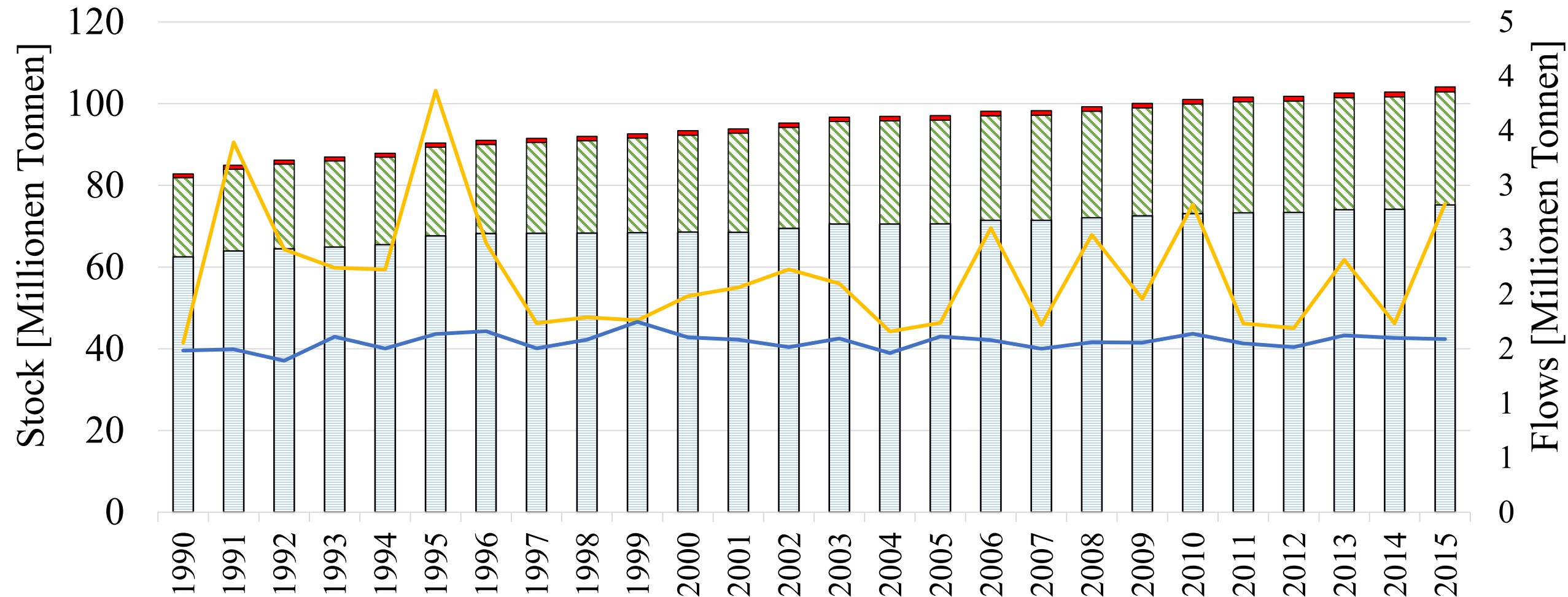
2015
2005
1991



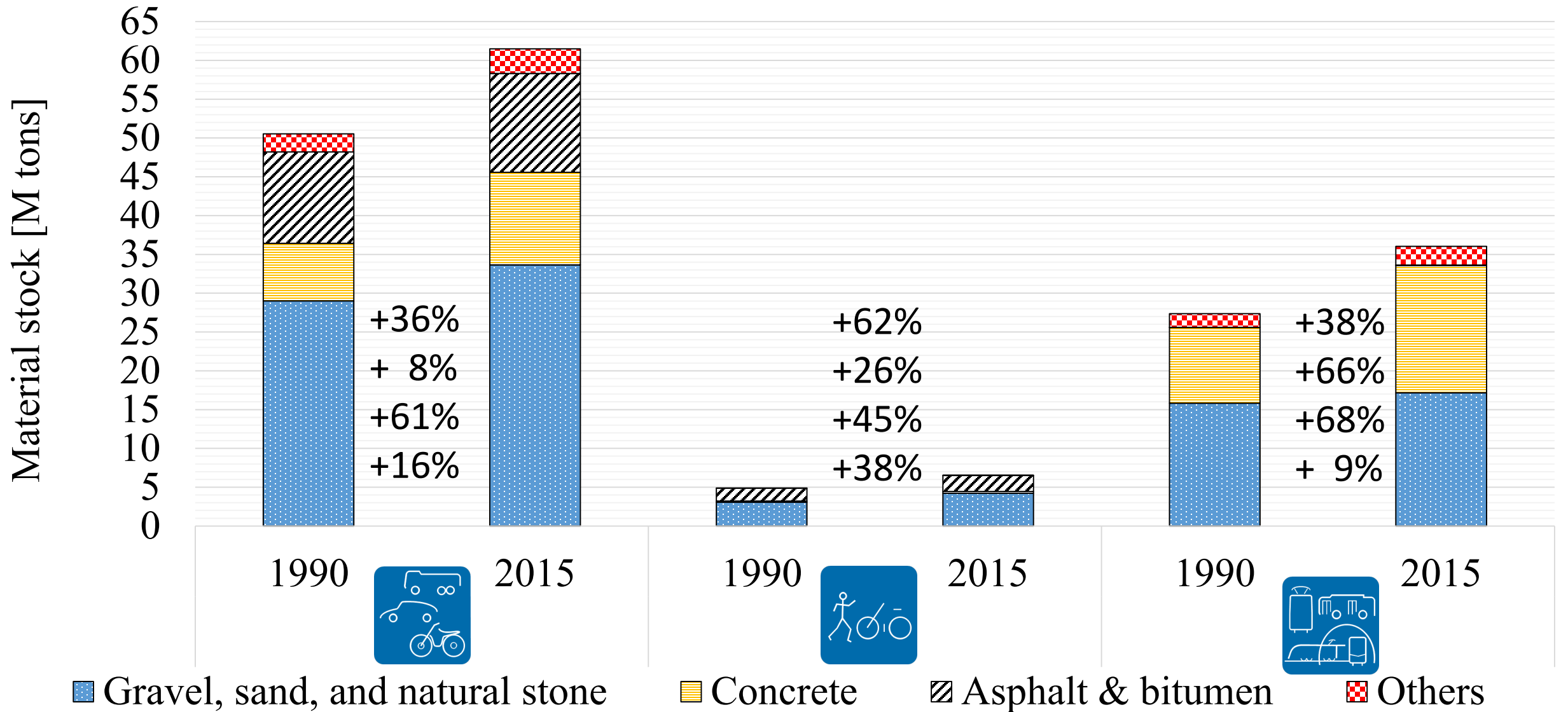
[Quelle: Modal Split 1991: MA 18. 1993. *Verkehrsverhalten der Wiener Bevölkerung 1991 (English: Travel behaviour of the Viennese population in 1991)*.
 Modal Split 1995, 2015: Wiener Linien. 2019. *Company information "Figures, Data, Facts" for the years 1990-2015*. Vienna.
 PKM: ÖIR GmbH. 2019. *Transport performance Vienna from 1970 to 2015*. Vienna.]

Welche Dynamik hat das gesamte Verkehrssystem in Wien von 90-15?

m.t.i. stock s.t.i. stock v. stock Material input Material output

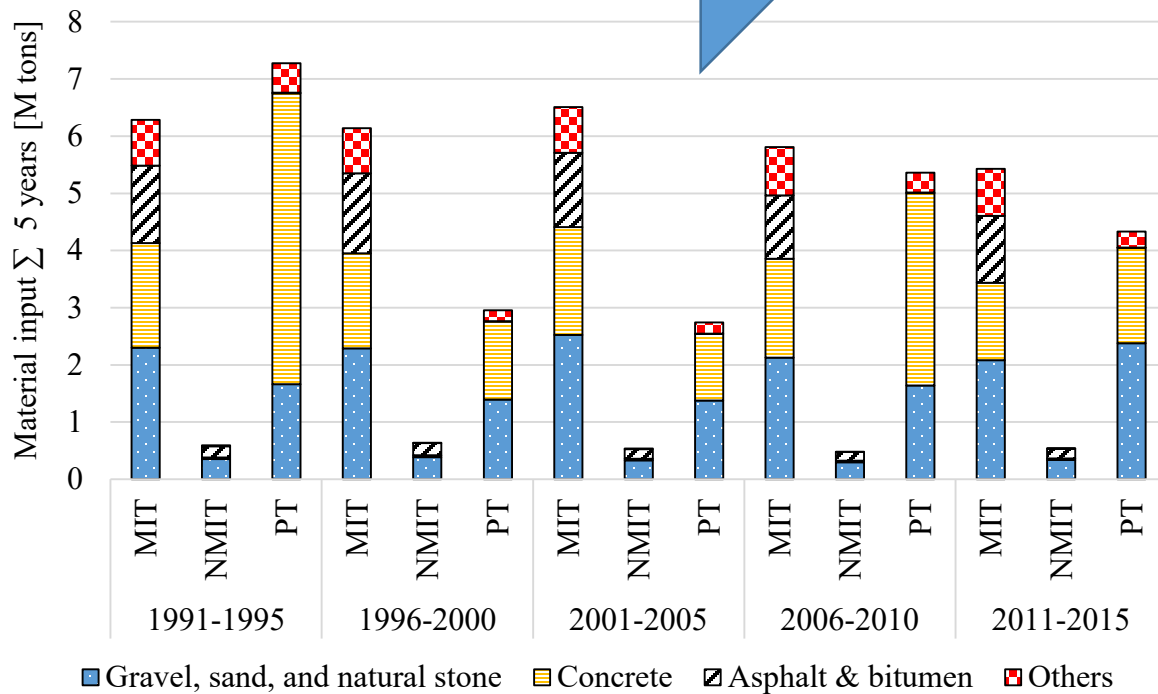


Hat sich die Materialzusammensetzung des Lagers verändert?

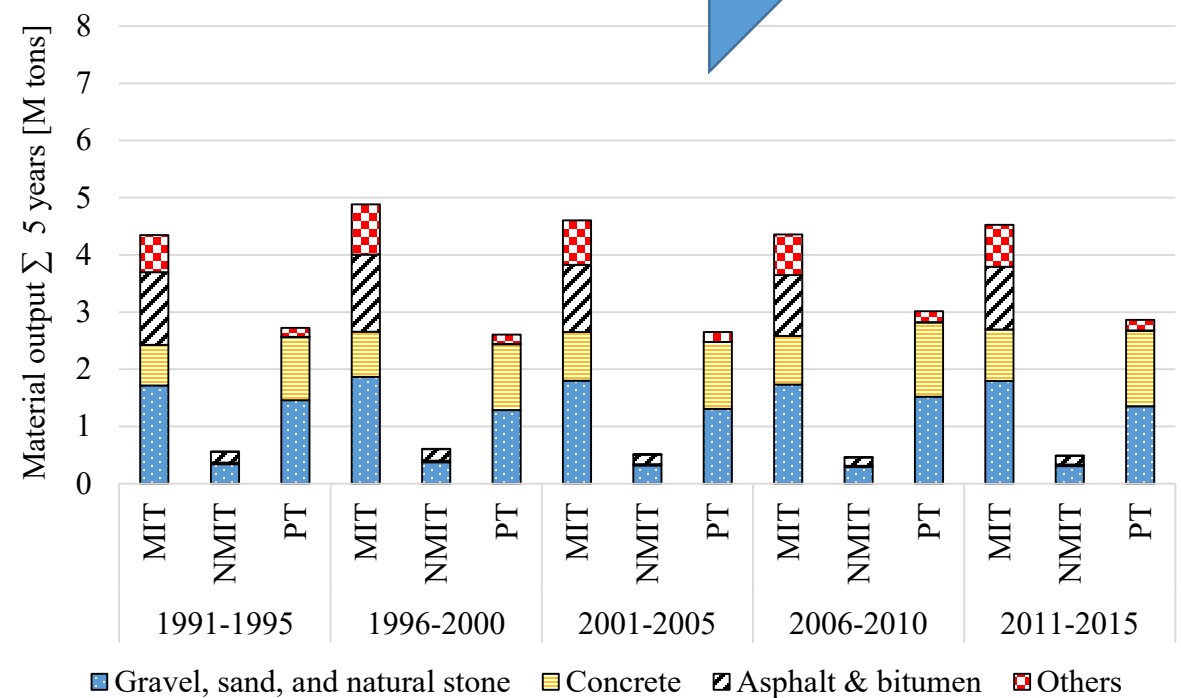


Welche Materialien wurden ein, welche ausgebaut?

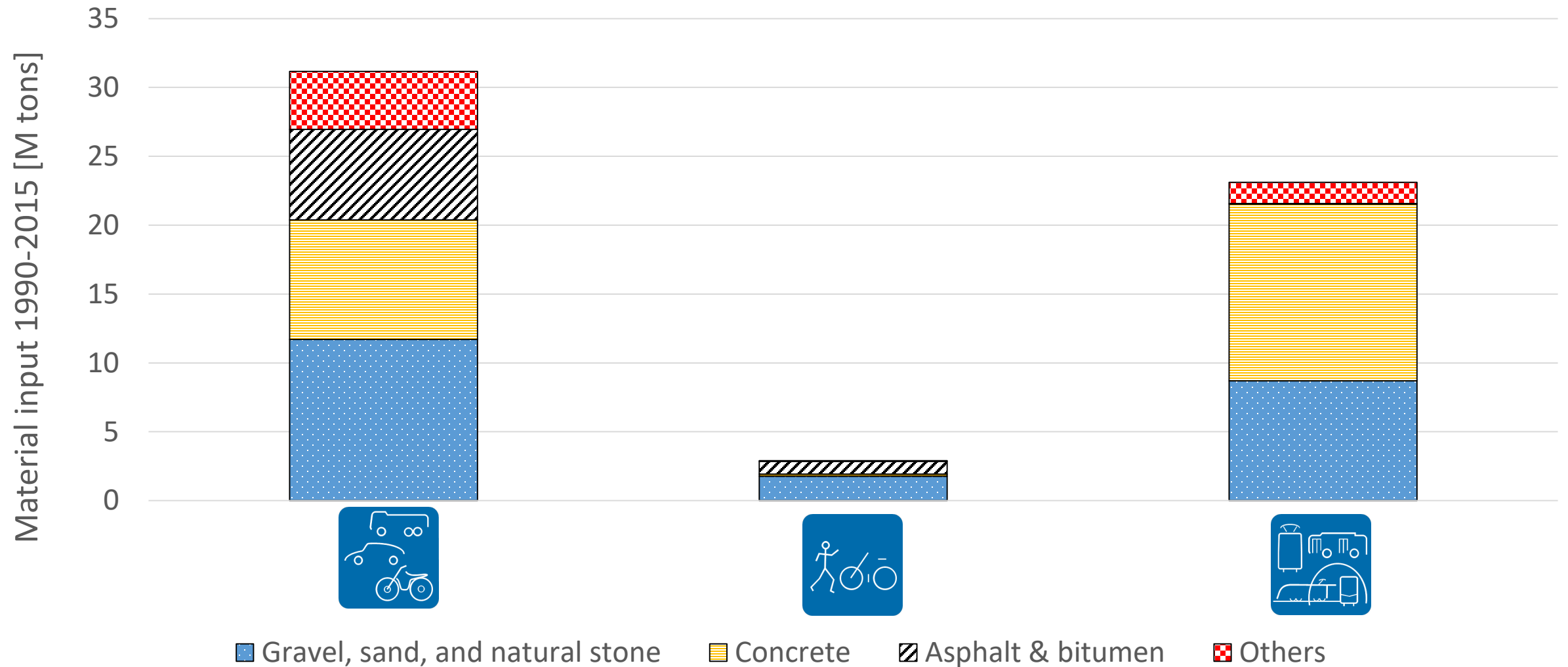
Eingebaut insgesamt
57 Millionen Tonnen



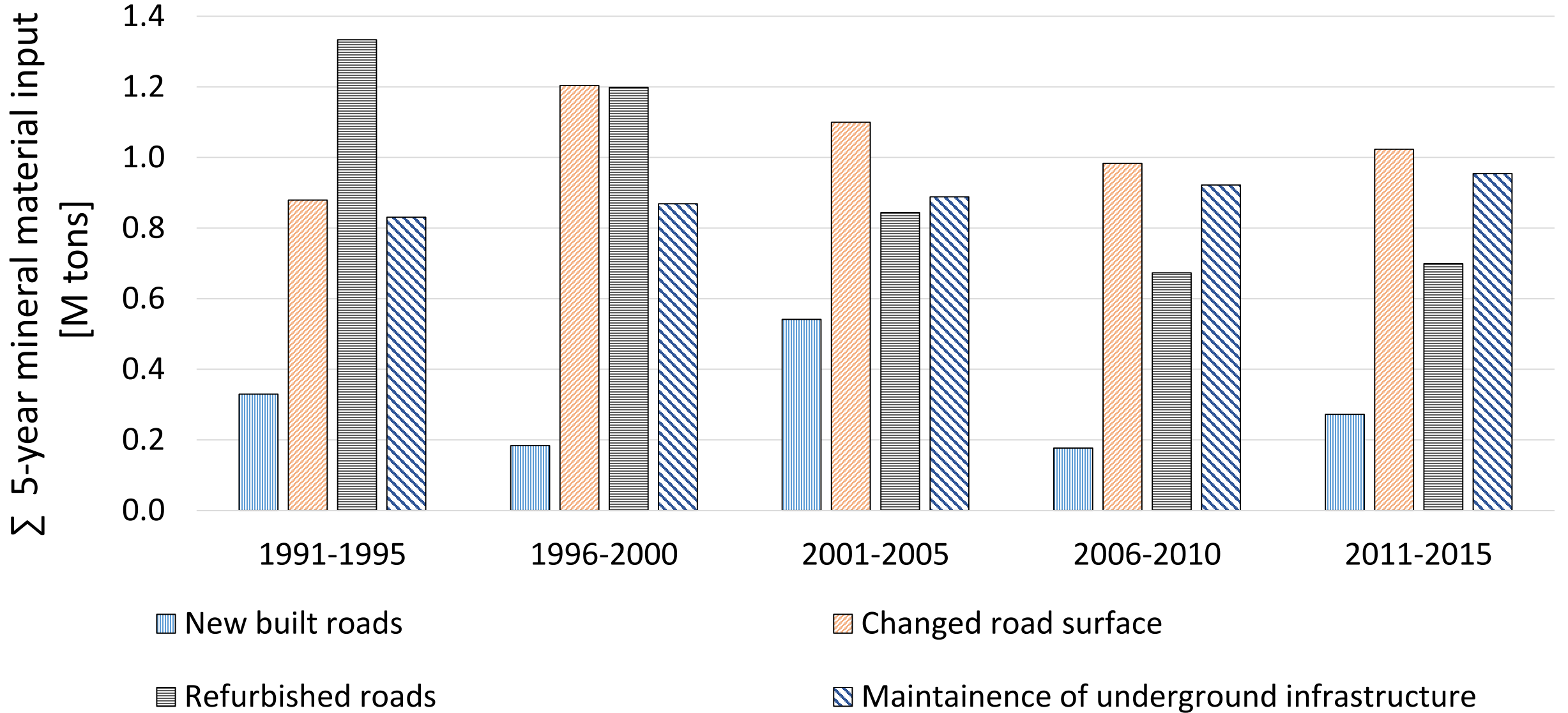
Ausgebaut insgesamt
36 Millionen Tonnen



Wie verhält sich der Gesamtinput der drei Verkehrsträger zueinander?

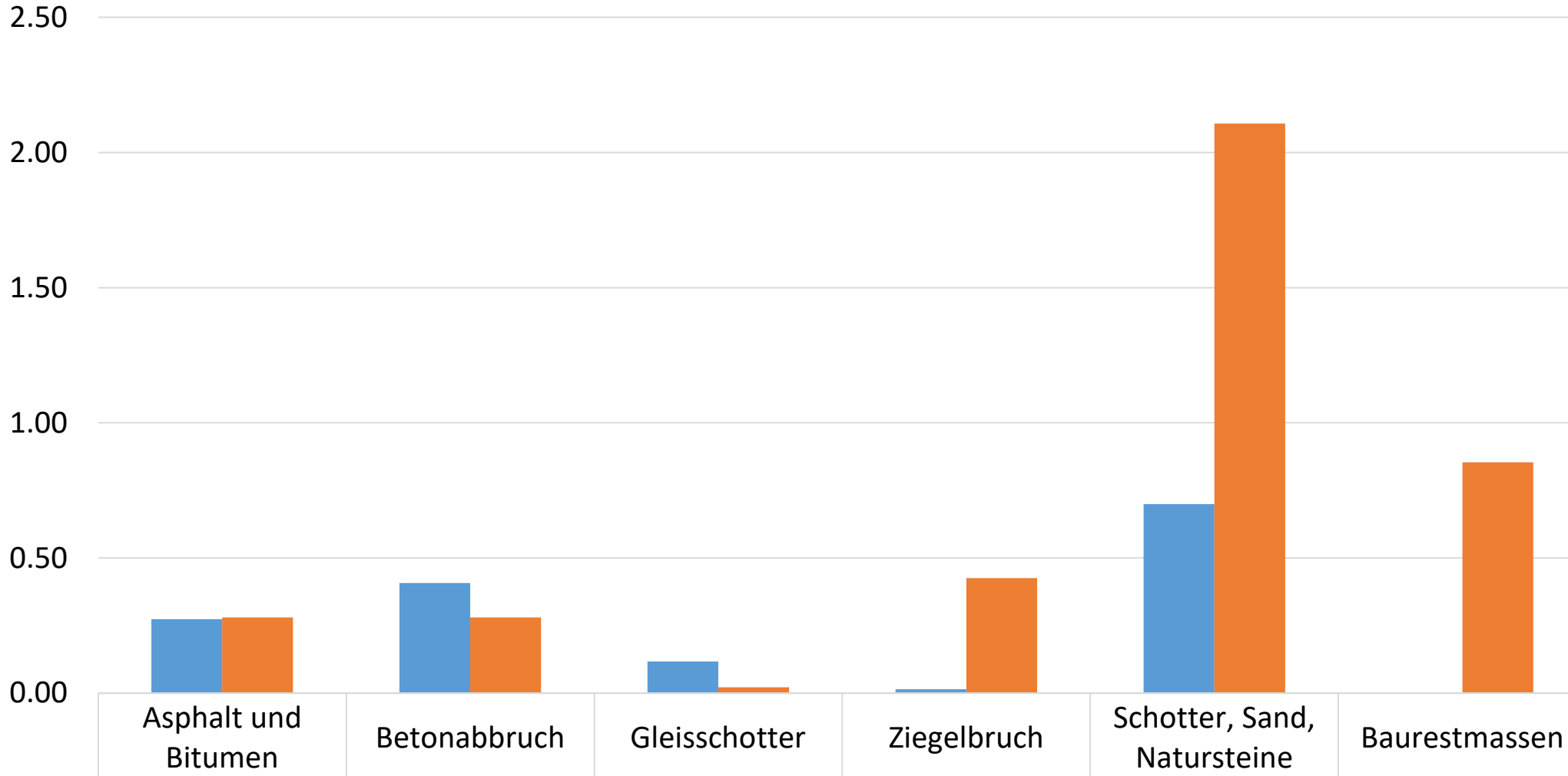


Was ist wichtiger, der Neubau von Straßen oder die Sanierung dieser?



Gibt es keine offiziellen Zahlen zum Anfall von Abfällen aus dem Bauwesen?

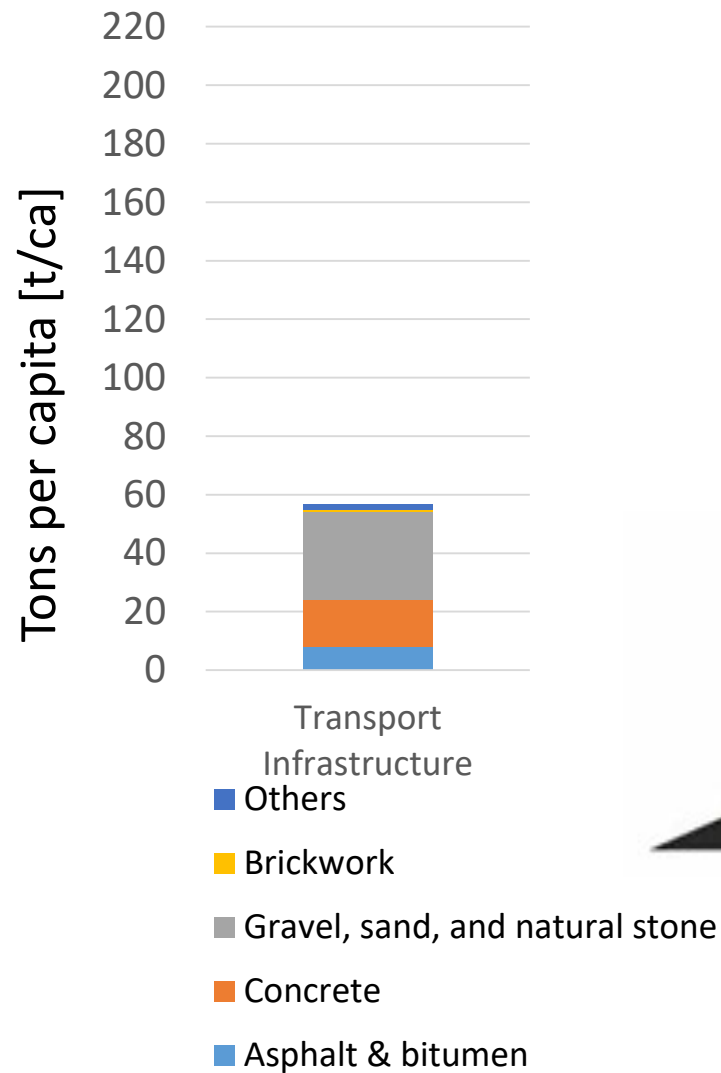
Durschnittliche Abfallmenge und Model Ouptut [Millionen Tonnen pro Jahr]



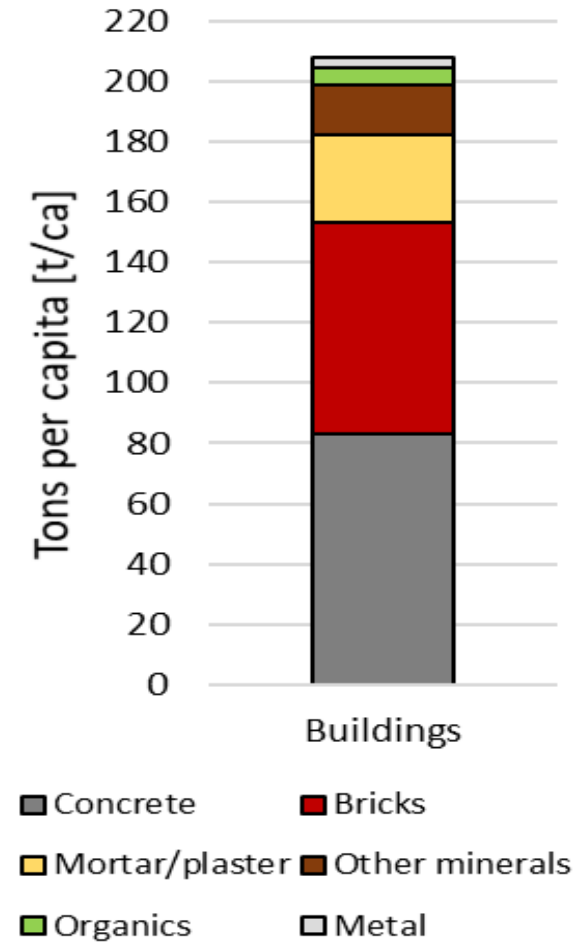
■ Model Output	0.27	0.41	0.12	0.01	0.70
■ Abfallmenge (Hoch- und Tiefbau)	0.28	0.28	0.02	0.43	2.11

Quelle Abfallmenge: Lechner et al., 1995; UBA 1995; City of Vienna MA 48, 2007; City of Vienna MA 48, 2012; MA22 2016

Wo sind pro Person mehr Materialien gespeichert,
in den Bauwerken oder in der Verkehrsinfrastruktur?



1 zu 3,6



Welche Schlüsse können gezogen werden?

- Wartung und Instandhaltung wichtiger als Neubau von Verkehrsinfrastruktur
- Wartung von Einbauten für den Baumaterialeinsatz im Straßenbau von Relevanz → hier besteht Ressourceneinsparungspotential durch Koordinierung der Wartungsarbeiten diverser Systeme
- Materiallager der Verkehrsinfrastruktur pro Kopf von geringerer Bedeutung als Hochbau
- Abfallstatistiken lassen keine eindeutige Zuordnung zu Hoch- und Tiefbau zu (→ Abweichungen zu den Modellergebnissen)
- Systemgrenze Stadt Wien teilw. problematisch:
 - Datenverfügbarkeit
 - Abgrenzung zum Umland (z.B. S-Bahnen)
 - Fahrzeuge: weniger LKW bei mehr Gütertransport



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN



Christian Doppler
Forschungsgesellschaft

*Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!*

Kontakt

ANDREAS GASSNER

Projekt Assistent

Phone: +43 1 58801 22662

andreas.gassner@tuwien.ac.at

ACKNOWLEDGEMENTS FOR FINANCIAL SUPPORT GOES TO

Christian Doppler Laboratory for Anthropogenic Resources
and

Vienna Science and Technology Fund (WWTF) project ESR17-067