

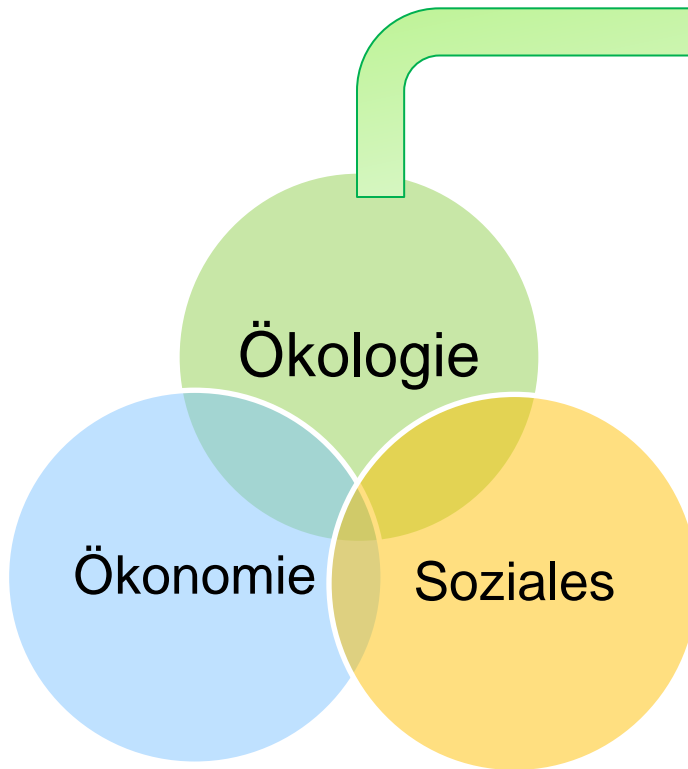
# Schweizer Fachtagung Betonstraßen

## Minderverbrauch von Treibstoffen auf Betonfahrbahnen

- Ökobilanz für die Herstellung und Nutzung eines Autobahnabschnittes

C. Thiel  
T. Stengel  
C. Gehlen

## Warum ökologische Aspekte von Oberbauweisen???

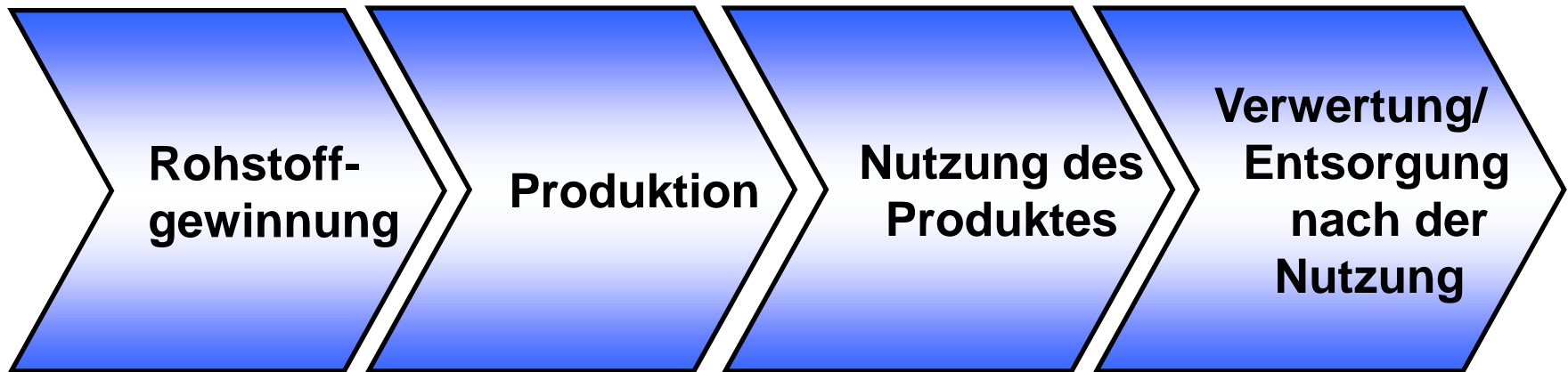


Luftschadstoff	Anteil des Straßenverkehrs an Gesamtemissionen in der Schweiz [%]
CO <sub>2</sub>	30
NO <sub>x</sub>	50
Feinstaub	20

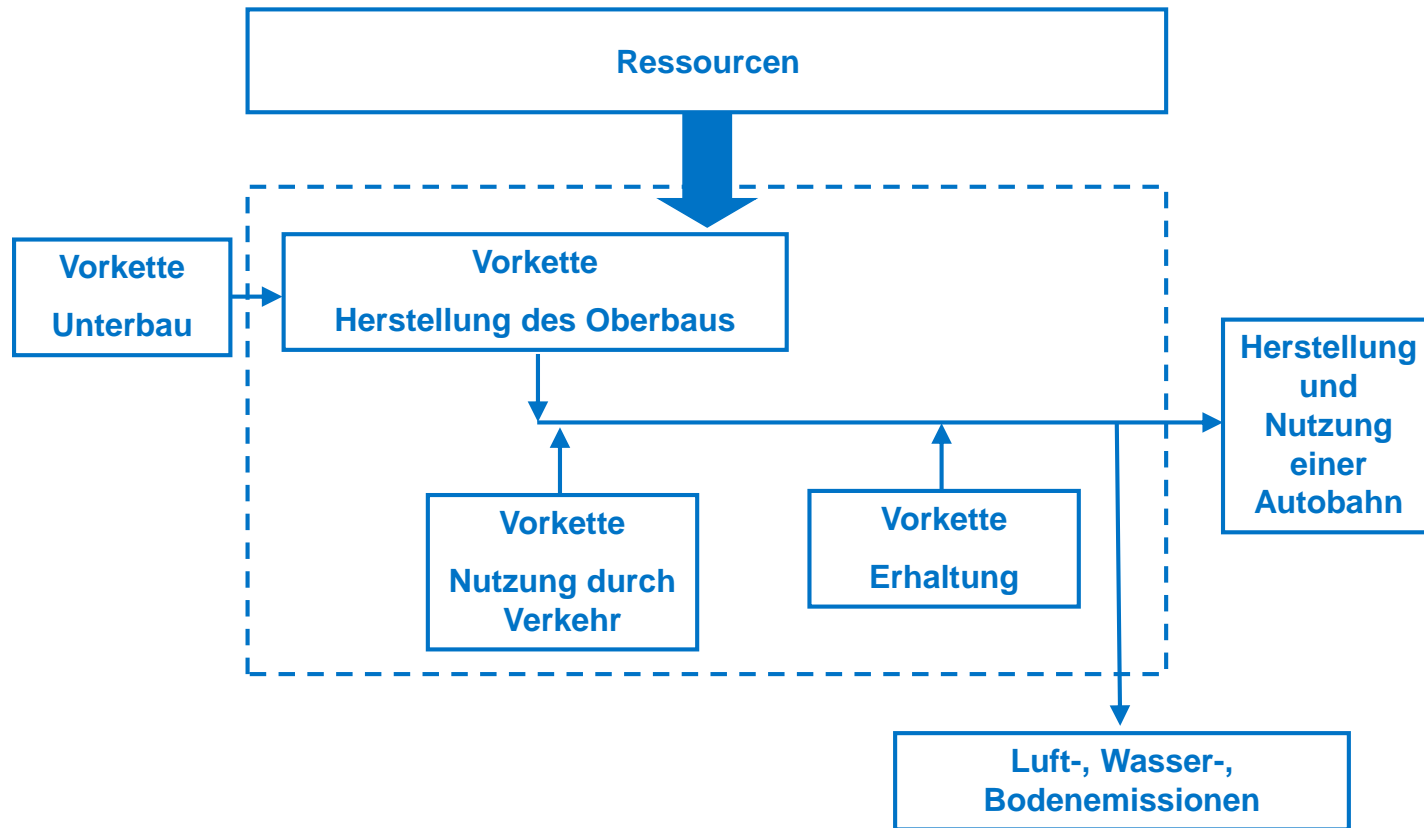
Quelle: BAFU, Bezugsjahr: 2010

# Ökobilanz zur Erfassung potentieller Umweltwirkungen

Zusammenstellung und Beurteilung potenzieller Umweltwirkungen eines Produkts über dessen gesamten Lebensweg



# Ökobilanz: Herstellung und Nutzung eines Autobahnabschnittes





## Ziel:

- Quantifizierung des Optimierungspotentials hinsichtlich der Umwelteinwirkungen im Straßenbau durch geeignete Bauausführung
- ➔ Identifizierung der effektivsten Verbesserungsmaßnahmen

## Untersuchungsrahmen:

- Oberbaukonstruktion eines 1 km langen Autobahnabschnittes
- Aktuelle Situation in Deutschland bzw. Westeuropa
- Nutzungsdauer von 30 Jahren
- ecoinvent-Datenbank
- SimaPro

## Wirkungskategorien:

GWP (Treibhauspotential)

ODP (Ozonabbaupotential)

POCP (photochemisches Ozonbildungspotential)

AP (Versauerungspotential)

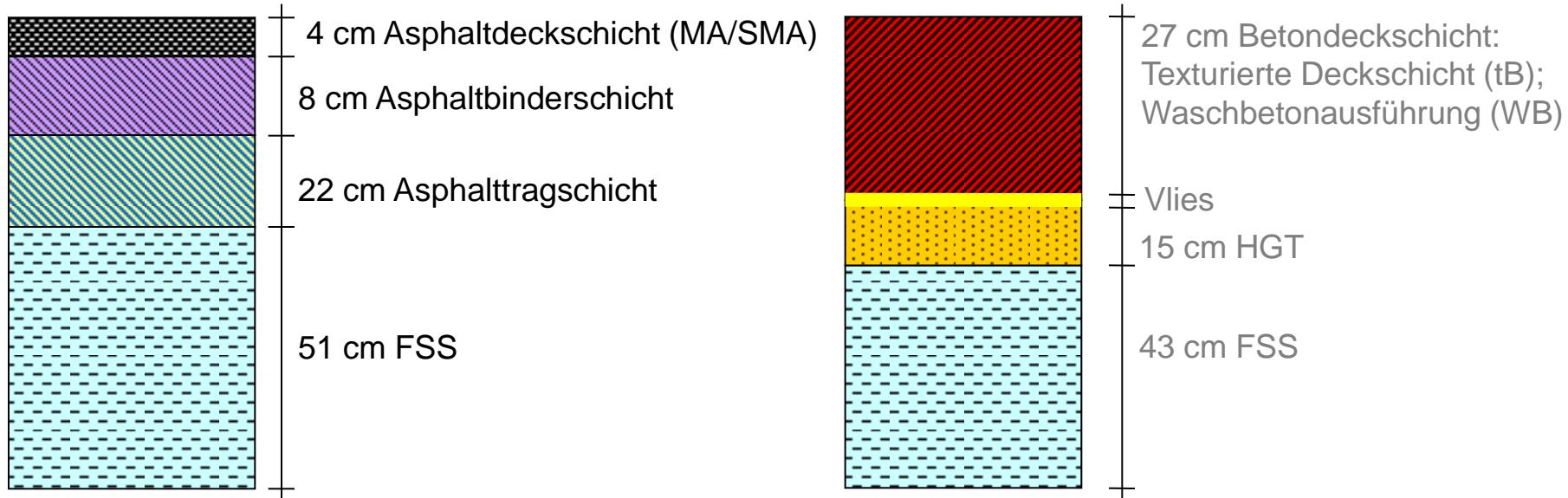
EP (Eutrophierungspotential)

aus CML-Methode

# Herstellung eines Autobahnabschnittes

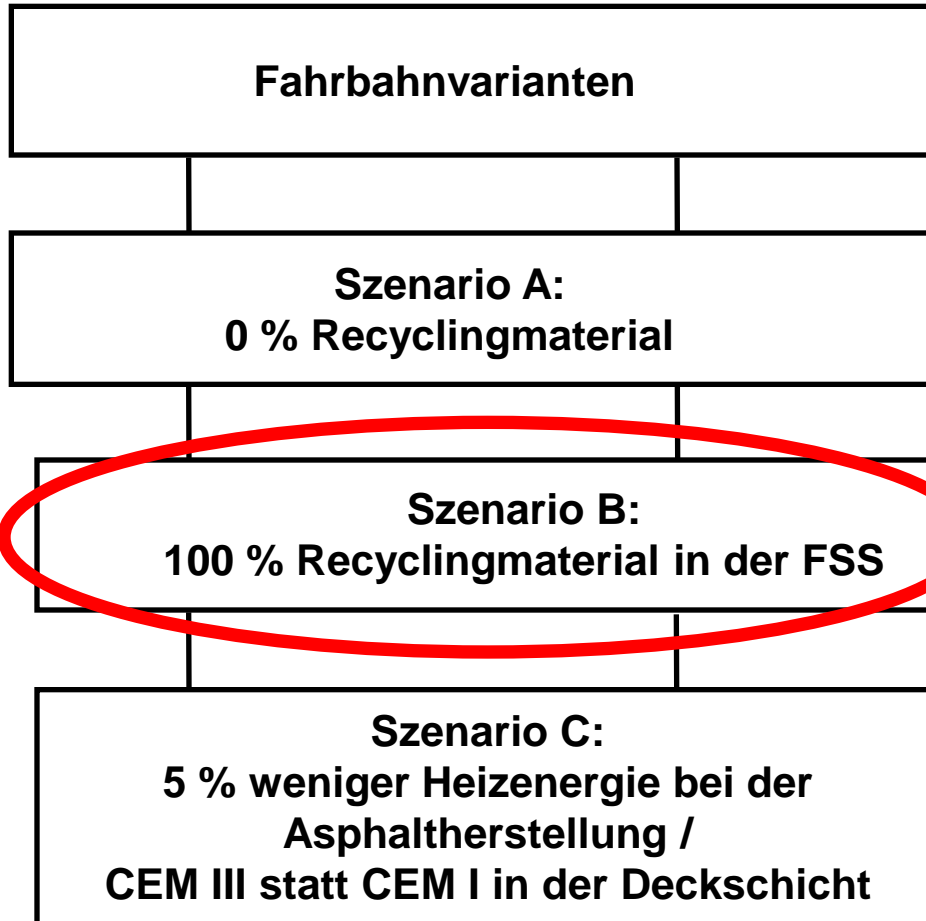


## - 1 km langer Autobahnabschnitt mit verschiedenen Oberbauweisen



Entwässerungseinrichtungen sowie Nacharbeiten an der Oberbaukonstruktion (Fahrbahnmarkierungen, Beschilderung, etc.) wurden nicht berücksichtigt

# Herstellungsphase



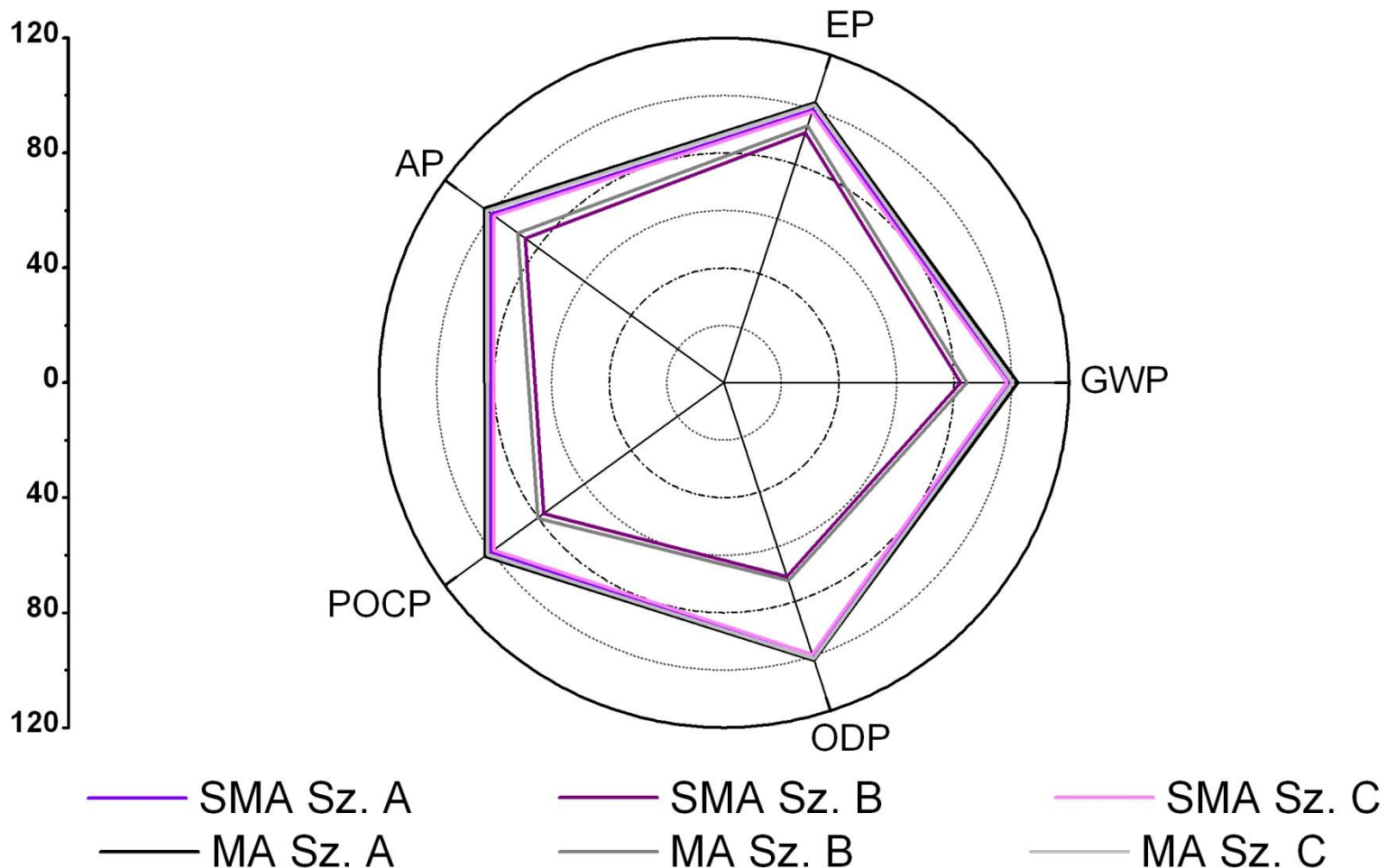
## Transportentfernungen:

- GK (FSS) – Baustelle: 50 km
- Asphalt – Baustelle: 50 km
- Maschinen – Baustelle: 100 km
- Beton – Baustelle: 20 km
- Vlies – Baustelle: 50 km
- Stahl – Baustelle: 50 km

**nicht praxiskonform !**

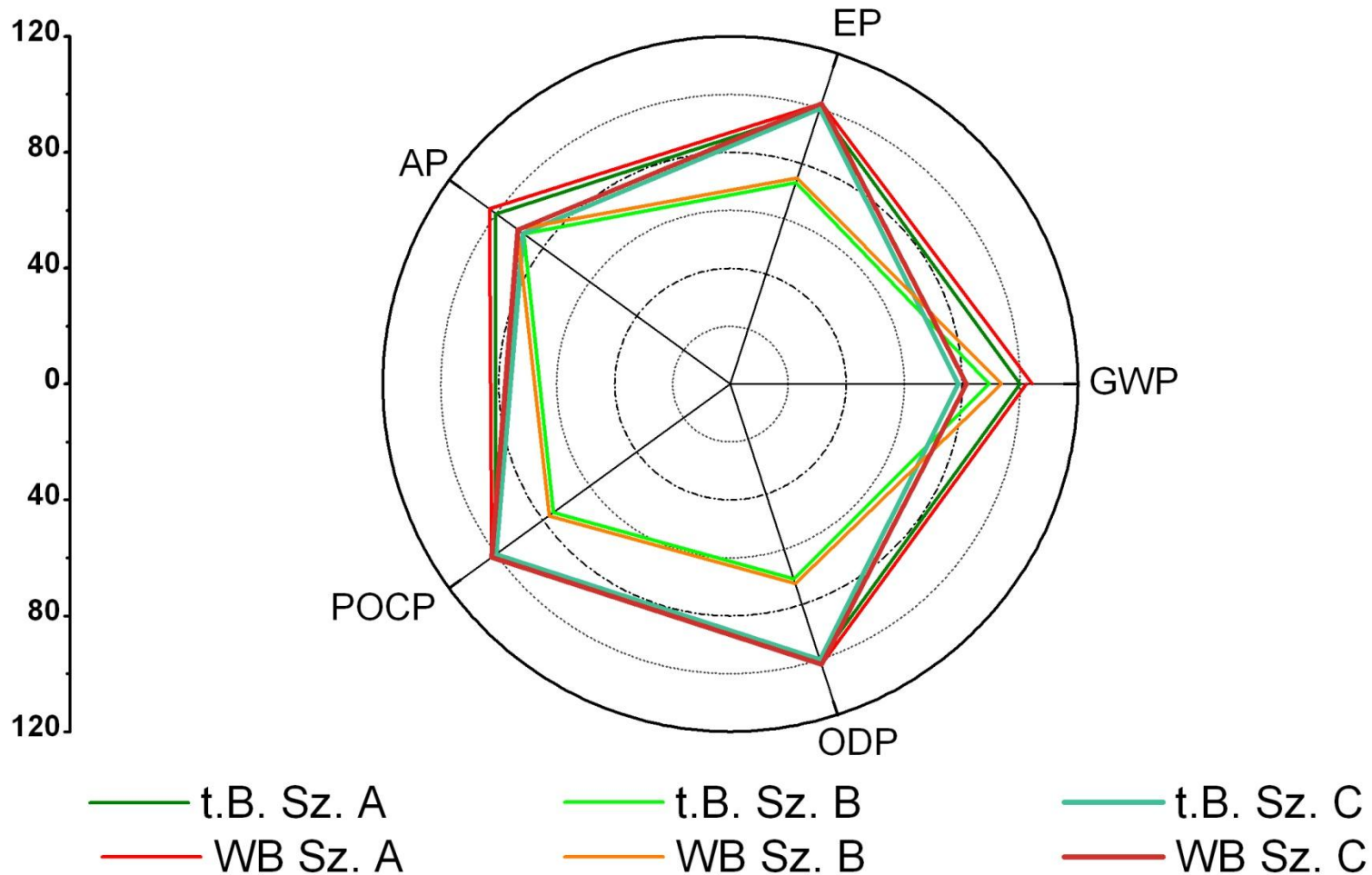
# Ergebnisse

- Herstellung



# Ergebnisse

- Herstellung

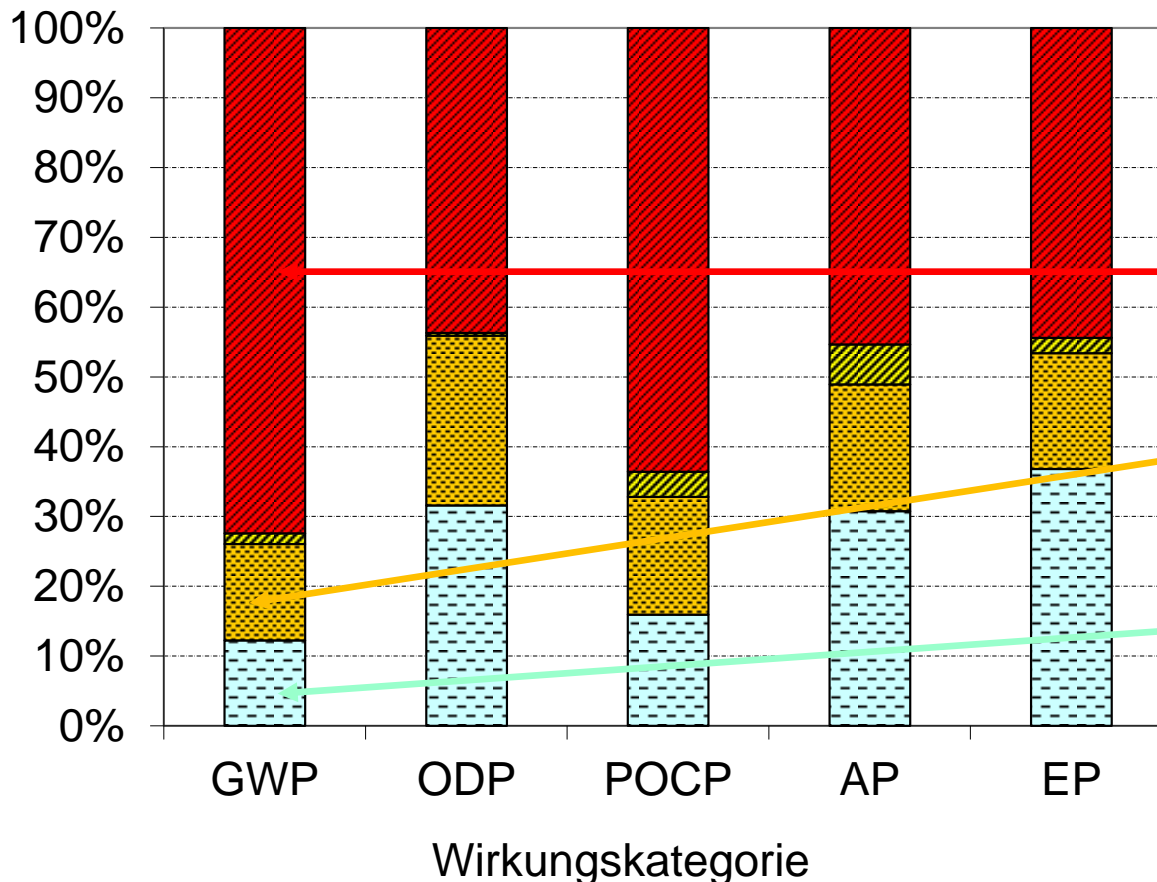


# Dominanzanalyse

- Herstellung (Sz. A)

## Gesamtanalyse GWP:

**CEM I: 64%**  
**Transporte: 12%**  
**CEM II: 9%**



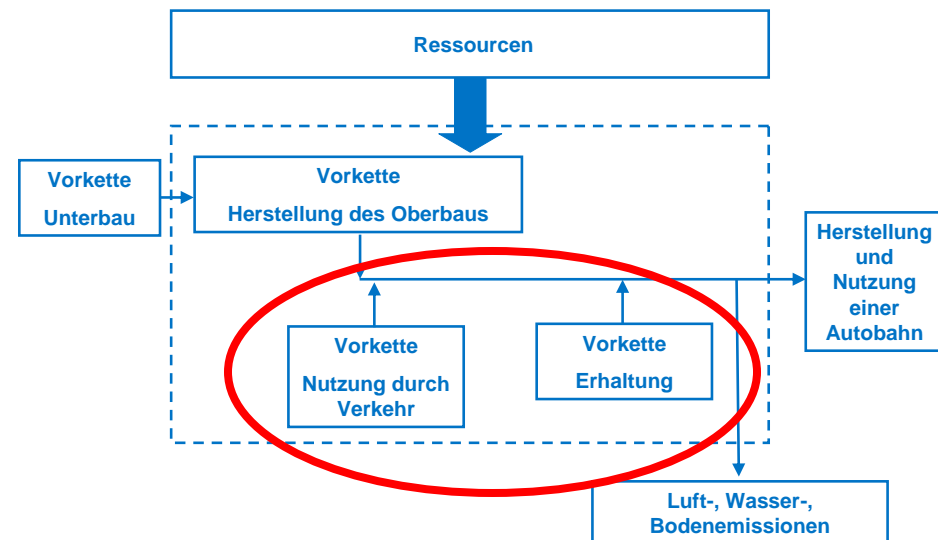
**Einbau Deckschicht:  
ca. 95% CEM I**

**Einbau HGT:  
ca. 60% CEM II**

**Einbau FSS:  
ca. 80% Transporte**

**Rest: Maschinen, Fugenfüllmaterial, Stahl, GK,**

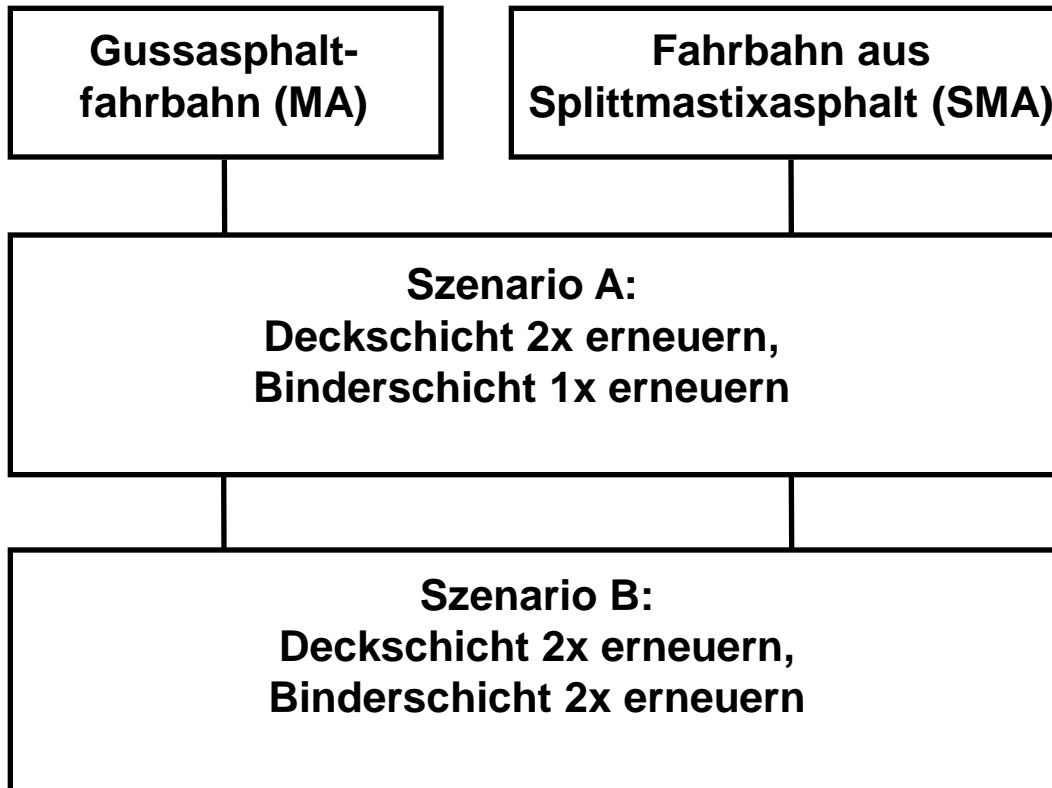
# Nutzung von Oberbaukonstruktionen aus Beton und Asphalt



# Eingangsdaten: Verkehrsaufkommen

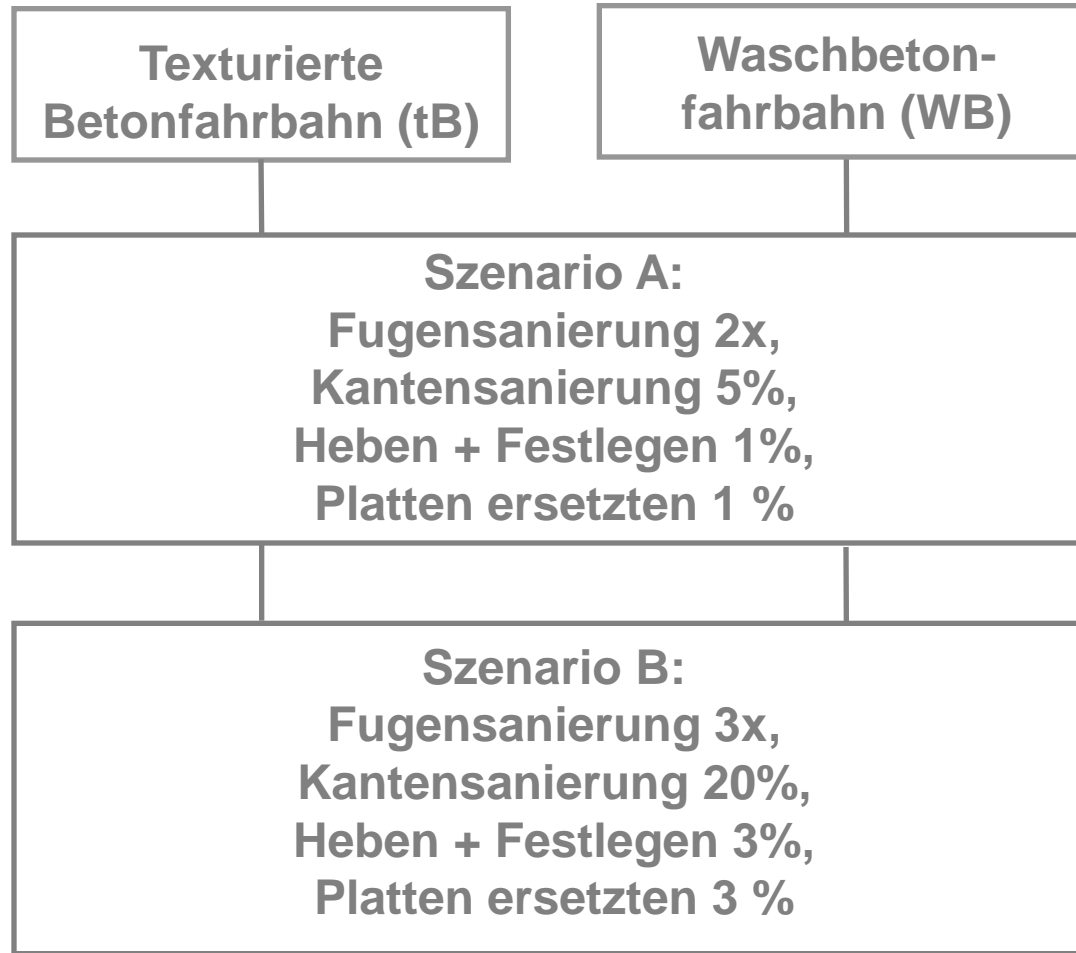
- ▶ Verkehrsaufkommen: 52.000 Kfz/24h (42.000 Pkw, 10.000 Lkw)
- ▶ Betrieb: 30 Jahre
- ▶ Treibstoffverbrauch „Szenario A“ (Regelverbrauch):
  - Lkw: 0,286 kg Diesel/km
  - Pkw: 0,0125 kg Diesel/km + 0,0536 kg Benzin/km (0,0661 kg Treibstoff/km)
- ▶ Weitere Szenarien: „0,5% Treibstoffeinsparung“,
  - „2,0% Treibstoffeinsparung“
  - „10,0% Treibstoffeinsparung beim Schwerverkehr (Lkw)“

# Nutzungsphase (30 Jahre): Asphaltbauweisen



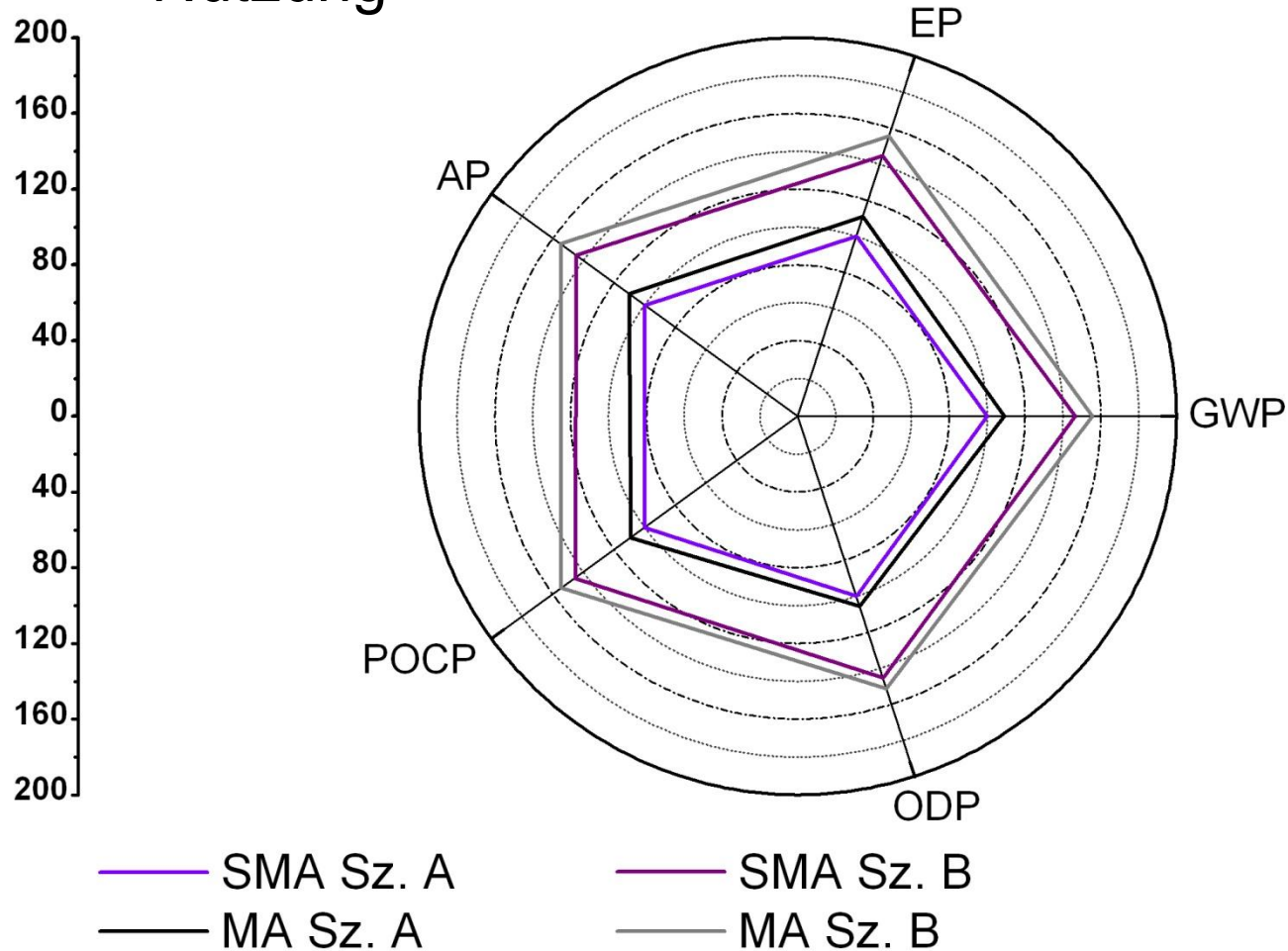


# Nutzungsphase (30 Jahre): Betonbauweisen



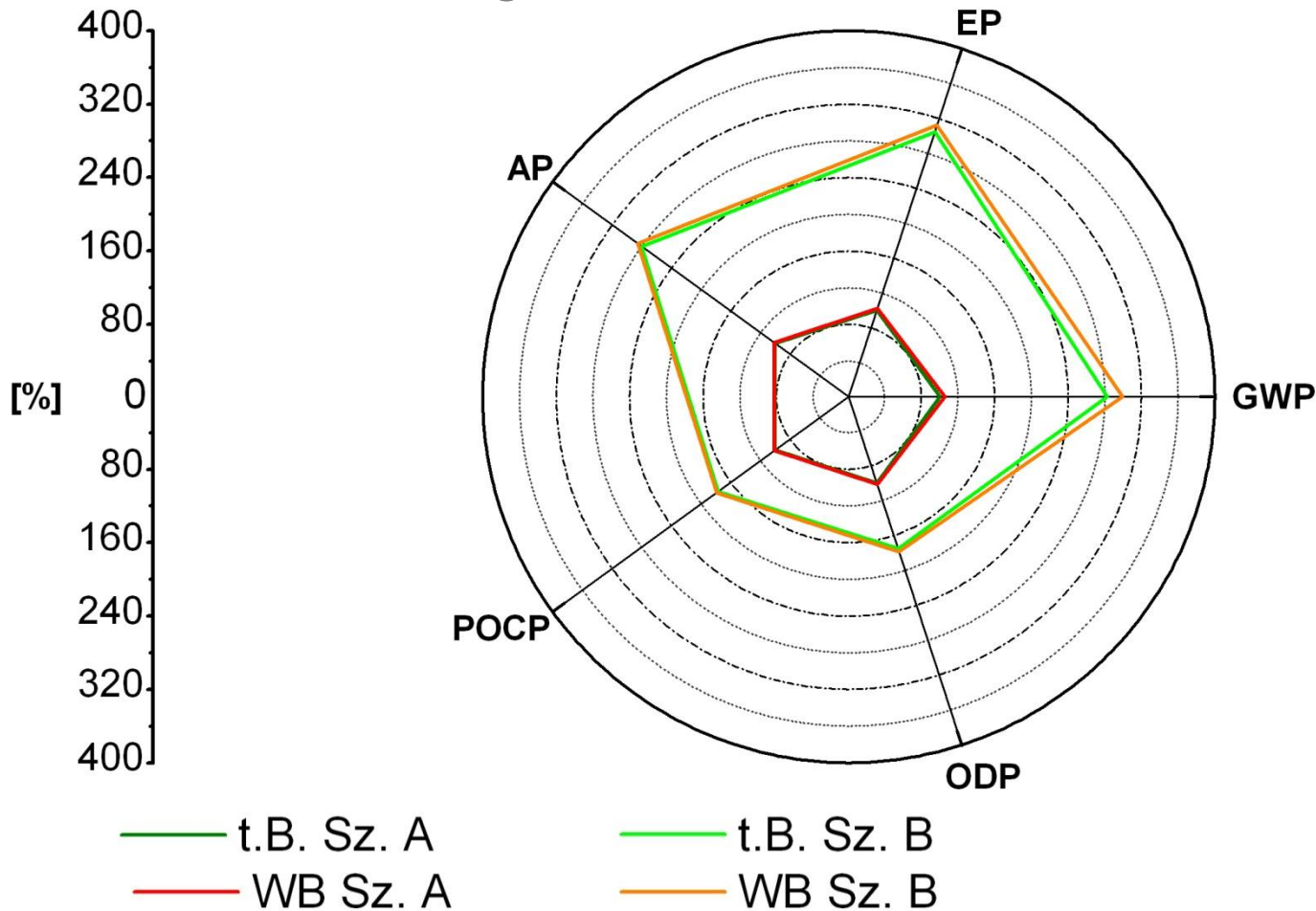
# Ergebnisse

- Nutzung



# Ergebnisse

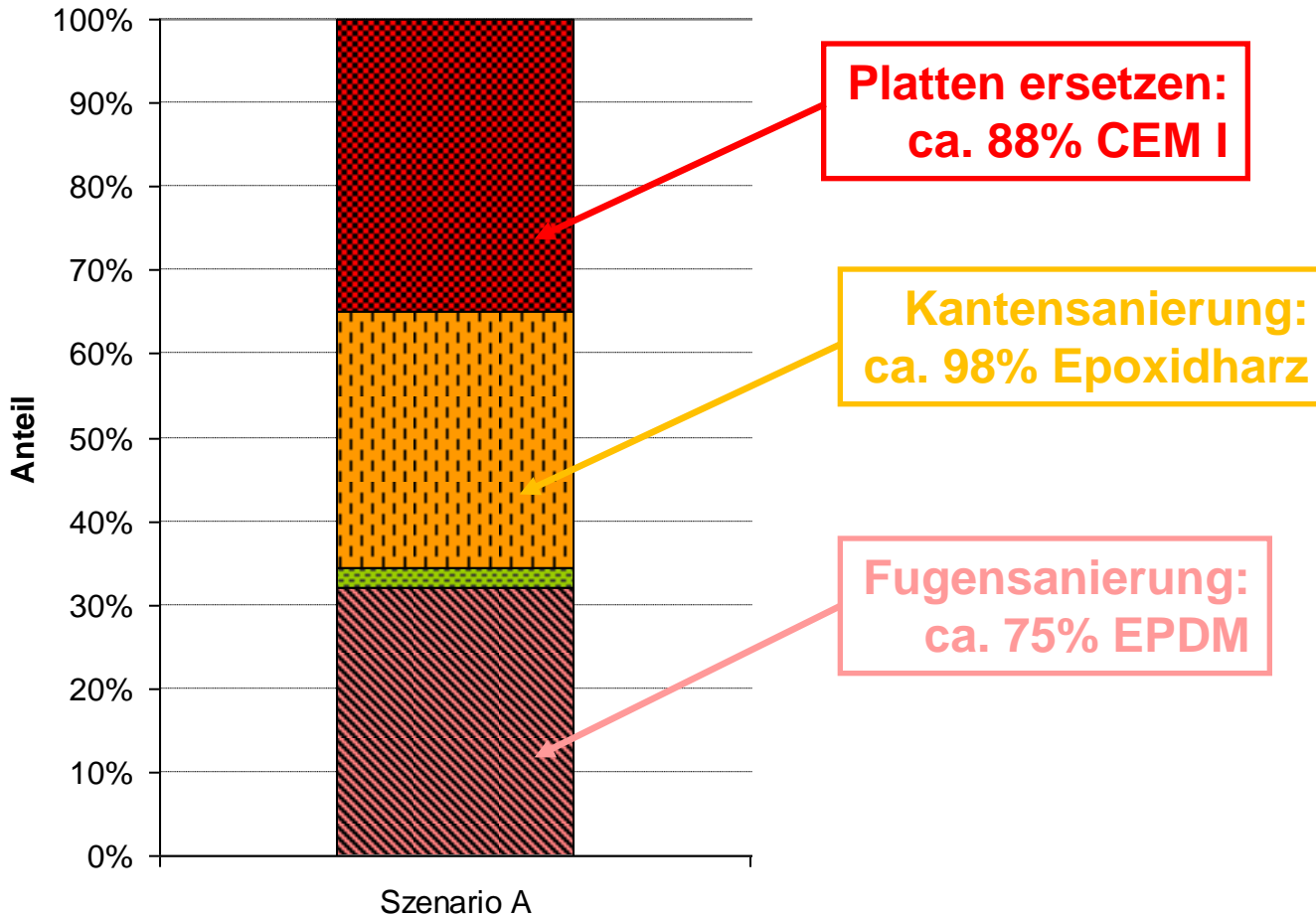
- Nutzung



# Dominanzanalyse: GWP

## Gesamtanalyse GWP:

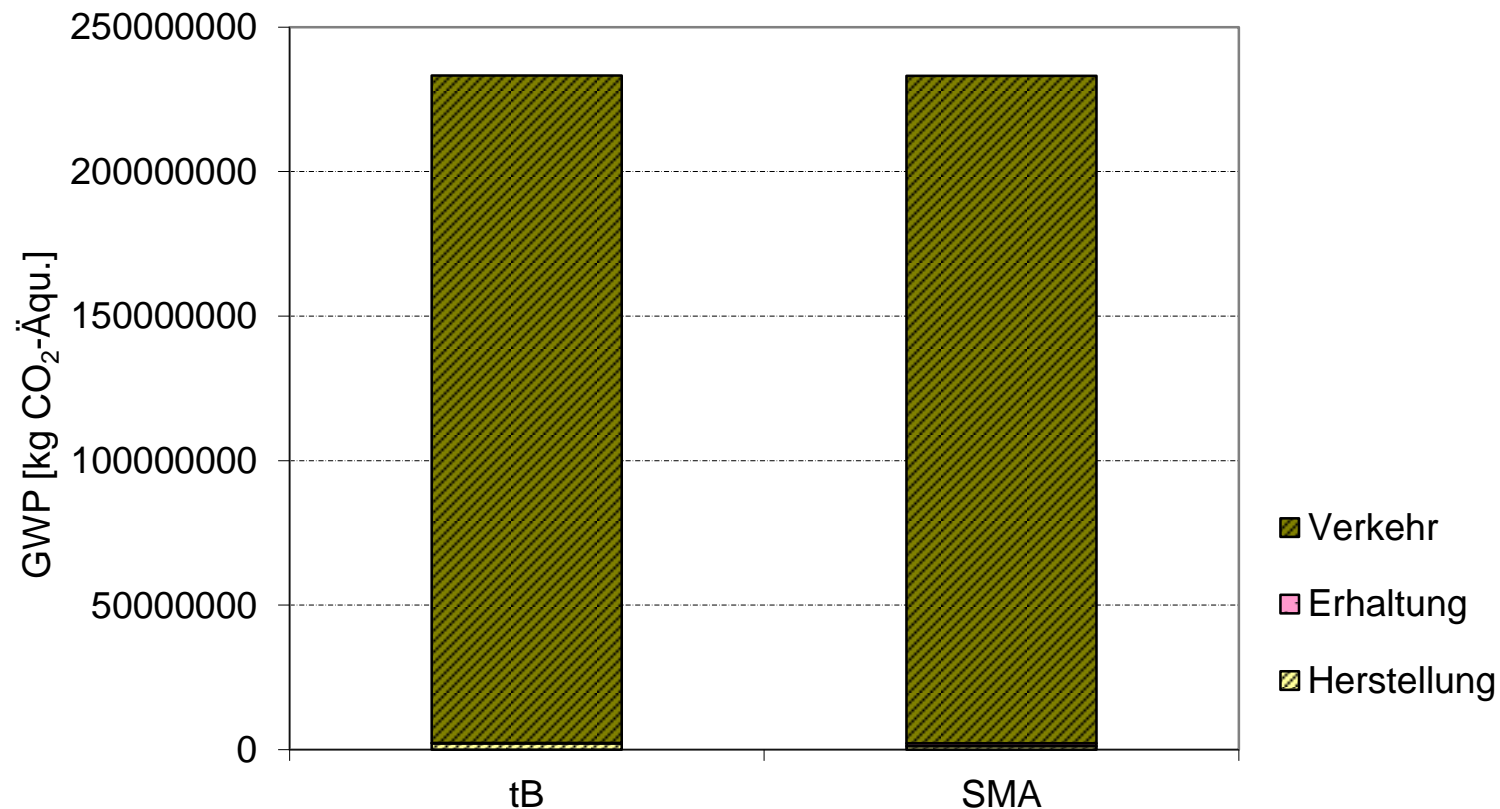
**CEM I: 30 %**  
**Epoxidharz: 29%**  
**EPDM: 24%**



**Rest: Heißvergussmasse, Transporte, Maschinen, NBM**

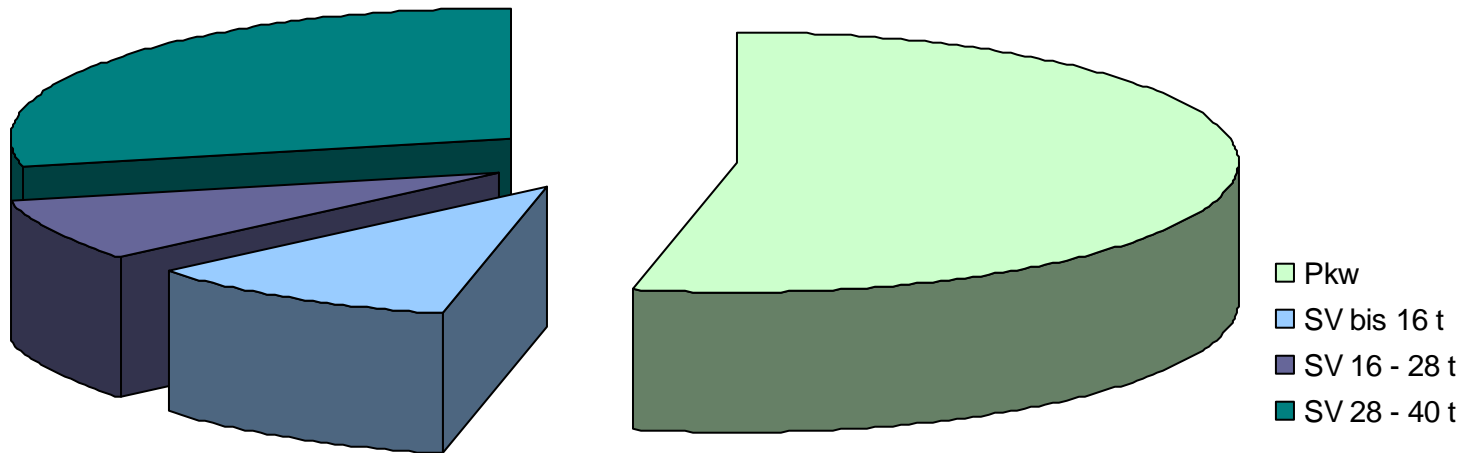
## Beitrag der Nutzung (10 000 LKW und 40 000 PKW pro Tag) im Vergleich zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Herstellung und Instandhaltung:

### Treibhauspotential



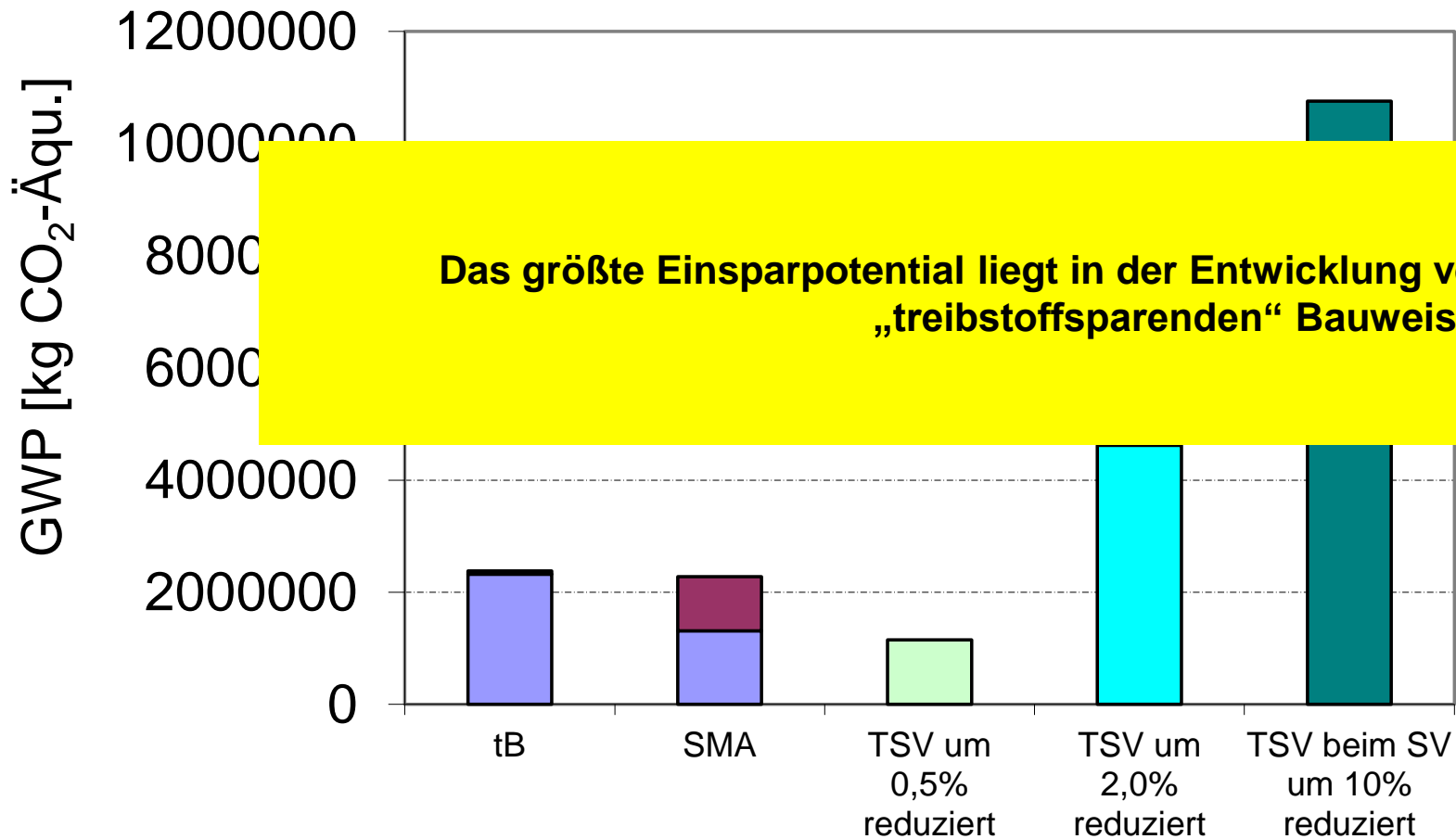
## Dominanzanalyse - Verkehrsbelastung der Autobahn

53% der Umweltbelastungen stammen von den Pkws



Anteil der Schwerverkehrs liegt bei 47%  
(nur ein Viertel der Fahrzeuge)

## Treibhauspotential



# Literaturlauswertung

**Oberflächengestalt (Textur):**  
+ 5...10 % im Mittel (Schweden)

**Steigende Unebenheit (obere Makro- + Megatextur):**  
+ 6 % bei SV (Südafrika)  
+ 9 % im Mittel (Belgien)  
+ 5 % bei Pkw (Frankreich)

**Geringere Steifigkeit der Fahrbahn:**  
+ 20 % bei Lkw (USA)  
+ 11 % im Mittel (Kanada)  
+ 2,35 % im Mittel (Kanada)

**Szenario B: 0,5 %**  
**Szenario C: 2,0 %**  
**Szenario D: 10% beim SV**



# Zusammenfassung

- Straßenverkehr hat einen Anteil von rd. 30 % am CO<sub>2</sub> – Gesamtausstoß der Schweiz
- Effektivstes Optimierungspotential in der Herstellungsphase:
  - Vermehrter Einsatz rezyklierter Materialien
  - Reduzierung von Transportprozessen
  - Asphaltstraßen: Anlagentechnische Maßnahmen bei der Asphaltherstellung
  - Betonstraßen: Reduzierung des Klinkergehalts im Zement

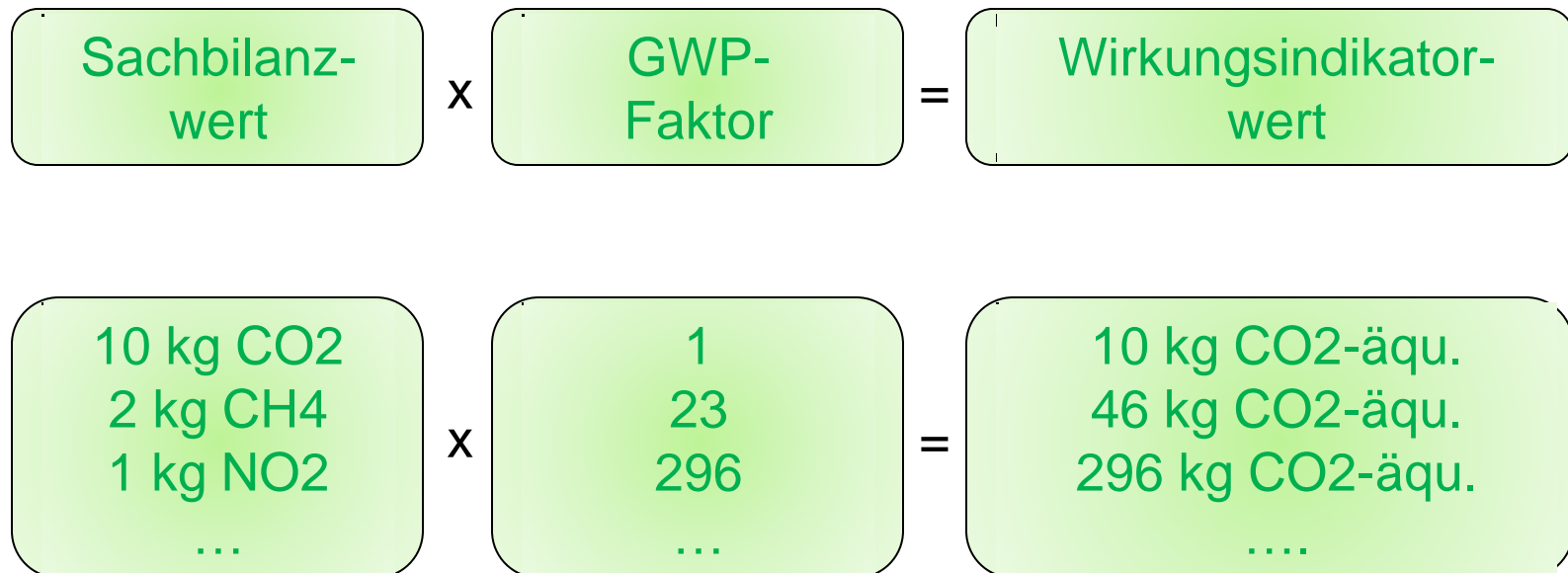
**Maßgebend ist jedoch die Nutzungsphase (Faktor 100)**

- **Durch Optimierung der Fahrbahneigenschaften besteht erhebliches Einsparpotential beim Treibstoffverbrauch**

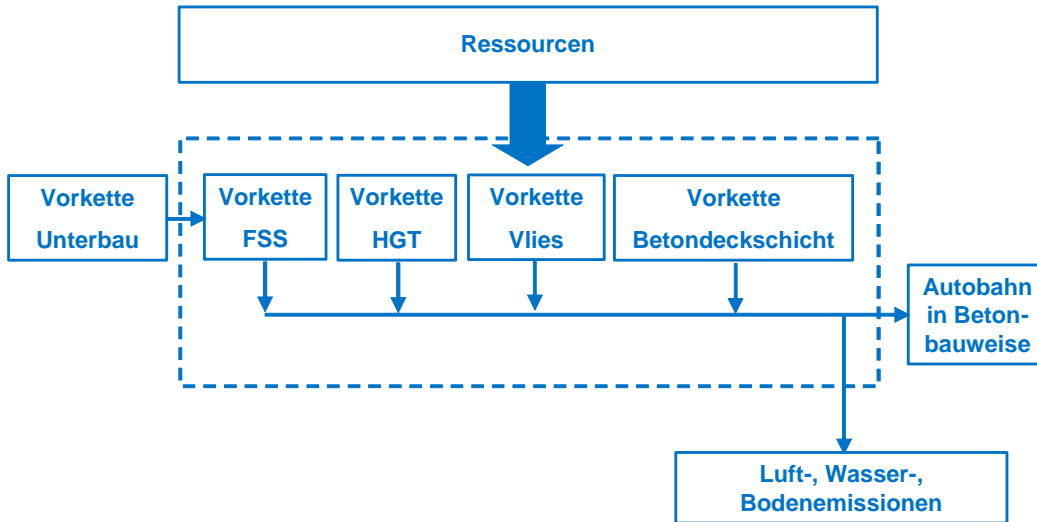


# Wirkungsabschätzung

→ Berechnung Gesamtwirkungspotenzials innerhalb definierter Wirkungskategorien mit Hilfe von Wirkungsfaktoren



# Materialien (Herstellung)



FSS: 2150 kg/m<sup>3</sup> GK

HGT: 90 kg/m<sup>3</sup> CEM II/B-S  
w/z = 1,22  
1975 kg/m<sup>3</sup> GK

Vlies: 0,5 kg/m<sup>2</sup> Polypropylen

Unterbeton: 350 kg/m<sup>3</sup> CEM I 42,5 N  
w/z = 0,45  
1796 kg/m<sup>3</sup> GK  
5 Vol.-% LP

**Oberbeton (WB):** 430 kg/m<sup>3</sup> CEM I 42,5 N  
w/z = 0,42  
1725 kg/m<sup>3</sup> GK  
5 Vol.-% LP

**Oberbeton (tB):** 360 kg/m<sup>3</sup> CEM I 42,5 N  
w/z = 0,45  
1832 kg/m<sup>3</sup> GK  
5 Vol.-% LP

Fugenfüllungen:

Längsfugen:

Heißverguss

Querfugen:

Fugenprofile (EPDM)

Stahl für Anker und Dübel

# Materialien (Herstellung)

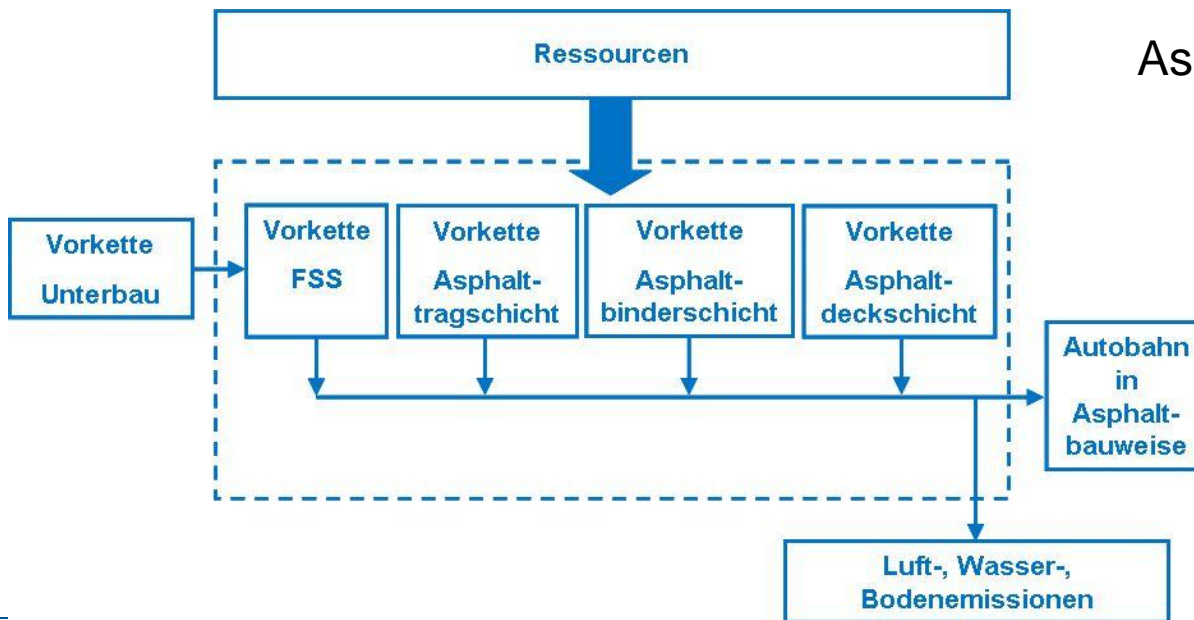
FSS: 2150 kg/m<sup>3</sup> GK

Asphalt f. Tragschicht: 36,7 kg/m<sup>3</sup> Bitumen und 2433 kg/m<sup>3</sup> GK

Asphalt f. Binderschicht: 45,9 kg/m<sup>3</sup> Bitumen und 2486 kg/m<sup>3</sup> GK

Asphalt f. Deckschicht (MA): 72,5 kg/m<sup>3</sup> B20/30 und 2466 kg/m<sup>3</sup> GK  
+ 8 kg/m<sup>2</sup> GK zum Abstreuen

Asphalt f. Deckschicht (SMA):  
66,3 kg/m<sup>3</sup> PmB 45 A  
2356 kg/m<sup>3</sup> GK



# Dominanzanalyse

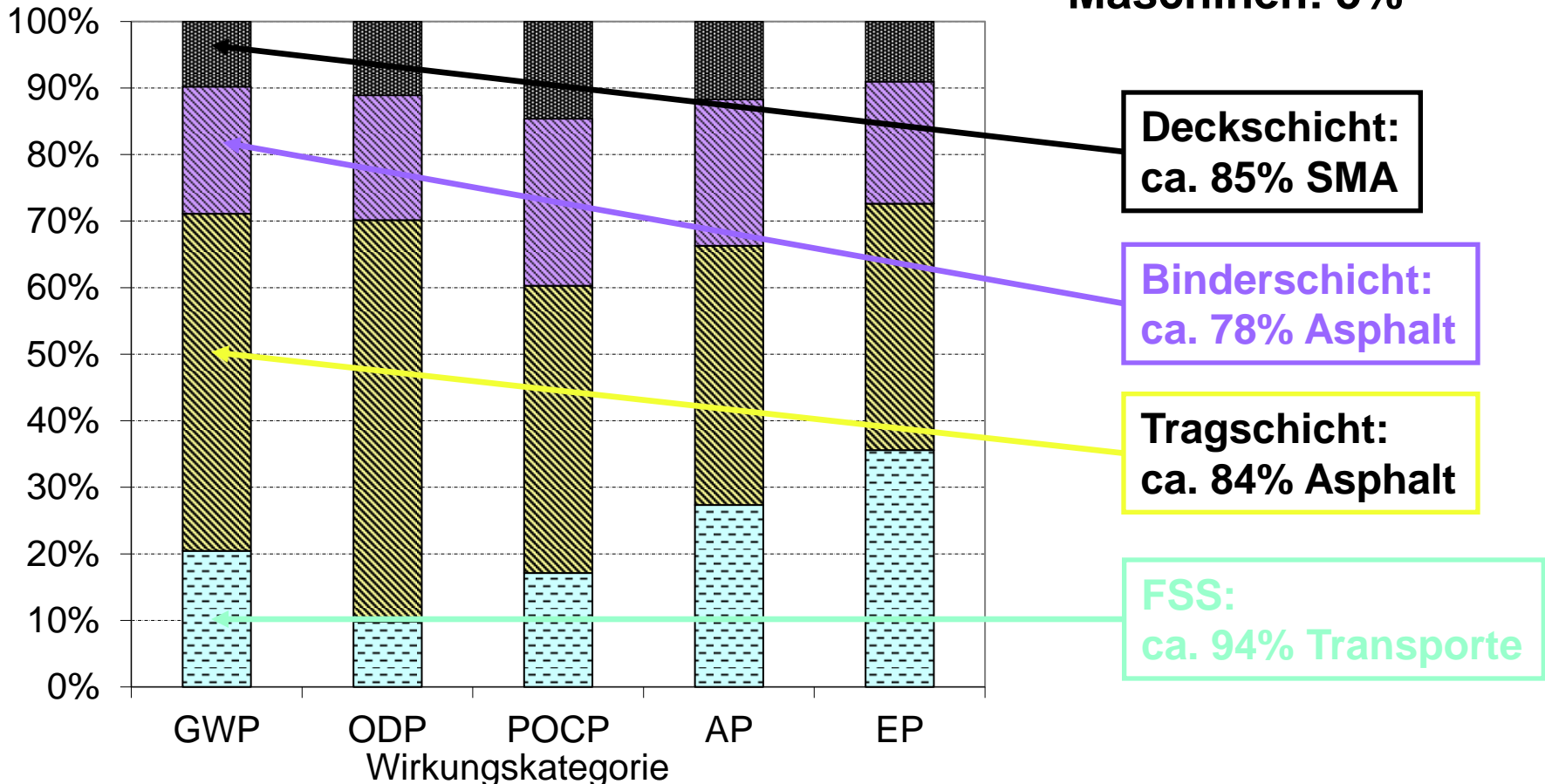
- Herstellung

## Gesamtanalyse GWP:

Asphalt: 66 %

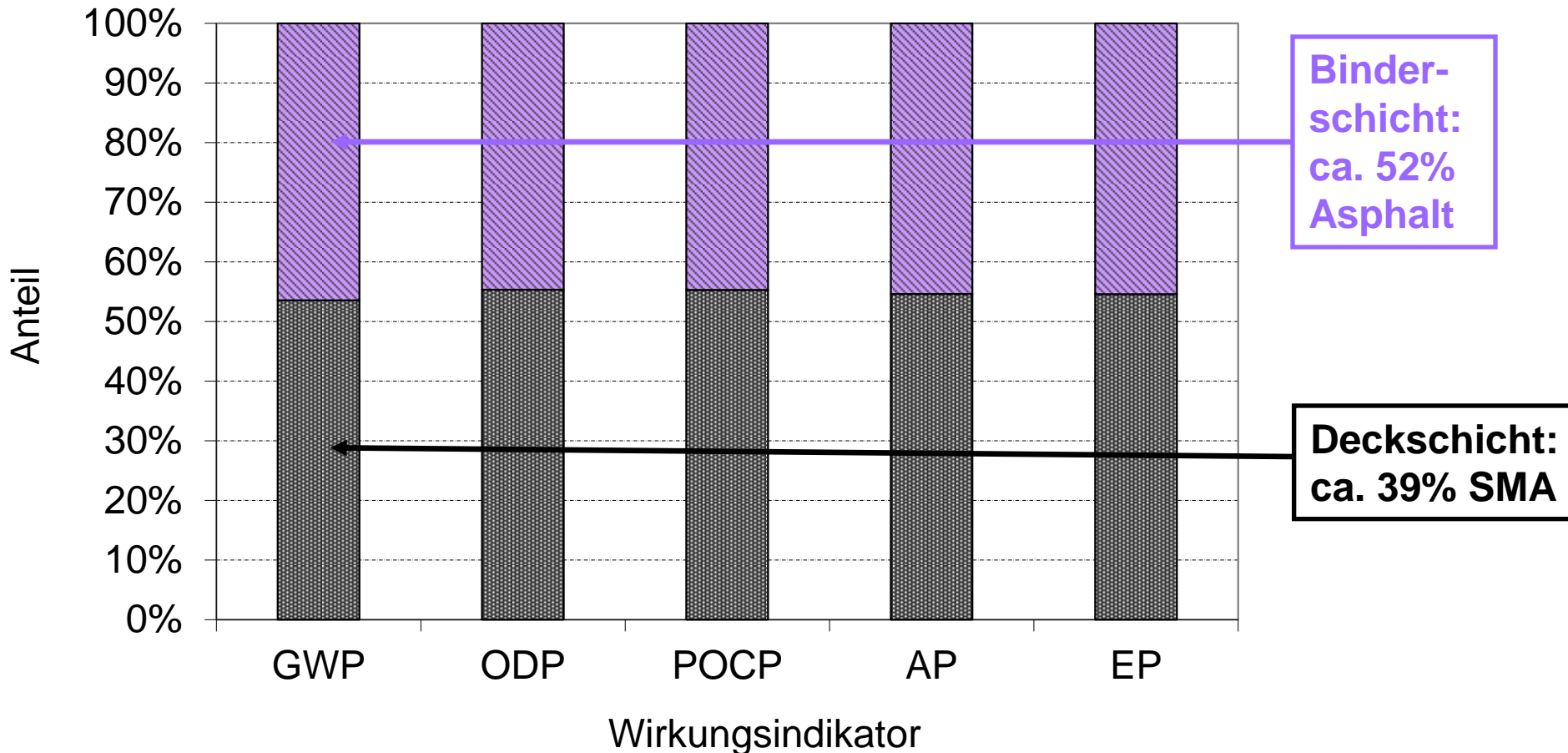
Transporte: 24%

Maschinen: 5%



# Dominanzanalyse (GWP)

- Nutzung SMA Sz. A



**Rest: Asphaltaufbereitung, Transportprozesse, Maschinen zum Einbau**

# Optimierungspotentiale bei der Herstellung des Oberbaus:

Beitrag am GWP: rund 66% vom Asphalt

## Maßnahmen zur Reduzierung:

- Tiefere Mischguttemperaturen
- Reduzierung der Mischgutfeuchte z.B. durch Abwärmenutzung
- Erhöhung der Mischguteingangstemperatur
- Trockentrommeloptimierung
- Optimierte Bitumenlager
- Optimierter Brennstoff
  
- Erhöhung der Recyclingquoten**
  
- Reduzierung von Transportprozessen**





# Optimierungspotentiale

## bei der Instandhaltung des Oberbaus

Beitrag am GWP: knapp 70% vom Asphalt

- Erhöhung der Recyclingquoten
- Steigerung der Energieeffizienz bei der Asphaltherstellung und -aufbereitung
- Verwendung höherwertigem Bitumen in der Binderschicht und damit bedingt verringerte Austauschzyklen der Deckschicht (STUVA 2003)
- Reduzierung von Transportprozessen

## Schlusswort

Georges Spicher

Präsident IG Betonstrassen und Direktor cemsuisse,  
Verband der Schweizerischen Cementindustrie



## Apéro riche