



Potenziale umsetzen für den nachhaltigen Straßenbau

Ulf Zander
Bundesanstalt für Straßenwesen



mehr Nachhaltigkeit – wir?



mehr Nachhaltigkeit – wir?

- wir im Straßenbau sind doch schon **vorbildhaft im Umweltschutz**
- wir müssten uns nur besser in der Öffentlichkeit platzieren
- wir schaffen **Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen** für unsere Baumaßnahmen
- wir berücksichtigen alle möglichen **Amphibien, Feldhamster, Fledermäuse, ...**
- wir haben die **Lärmemissionen** der Straßen schon **erheblich gesenkt** und bauen viele Lärmschutzeinrichtungen
- wir sind doch **Recycling-Weltmeister!**
- was sollen wir denn noch tun?

Was müsste getan werden?

- es kann doch **noch mehr recycelt** werden
- die **Transportweiten** könnten wir reduzieren
- die **Verarbeitungstemperaturen** müssen wir eh absenken, das ist doch auch ein Beitrag zum Klimaschutz
- **Arbeitsschutz** ist doch auch nachhaltiges Handeln
- wir haben zu viele Staus, wir sollten die **Bauzeitverkürzung** attraktiv machen
- Hauptproblem ist doch der **Braunkohlestaub** – weg damit!



Nachhaltigkeit ist vielfältig

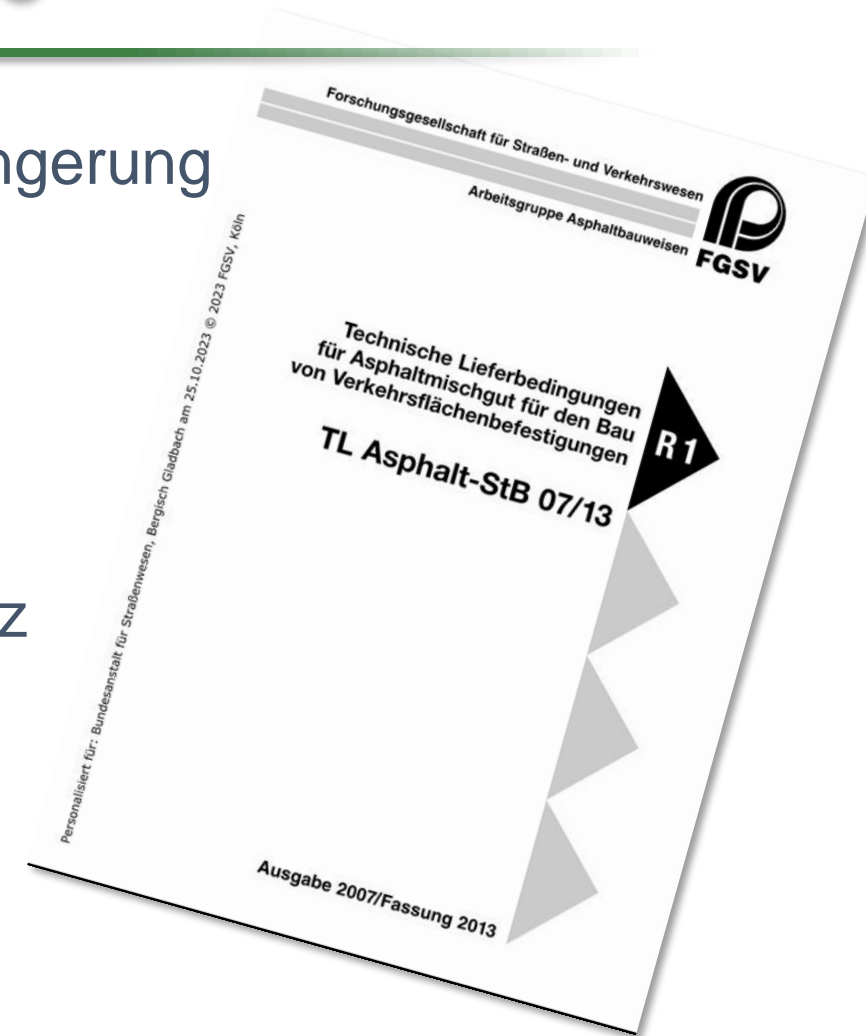
- Wirtschaftlichkeit steigern
- Baustoffressourcen schonen
- Flora und Fauna schützen
- Straßenzustand verbessern
- Verfügbarkeit der Straßen sichern
- Treibhausgasemissionen reduzieren
- Energieverbräuche reduzieren
- Lärmemissionen reduzieren
- Flächeninanspruchnahme minimieren
- Verkehrssicherheit stärken
- Bauarbeiter schützen
- klimaresiliente Straßeninfrastruktur
- Wasserqualität erhalten
- ...

Strategie und Konzentration

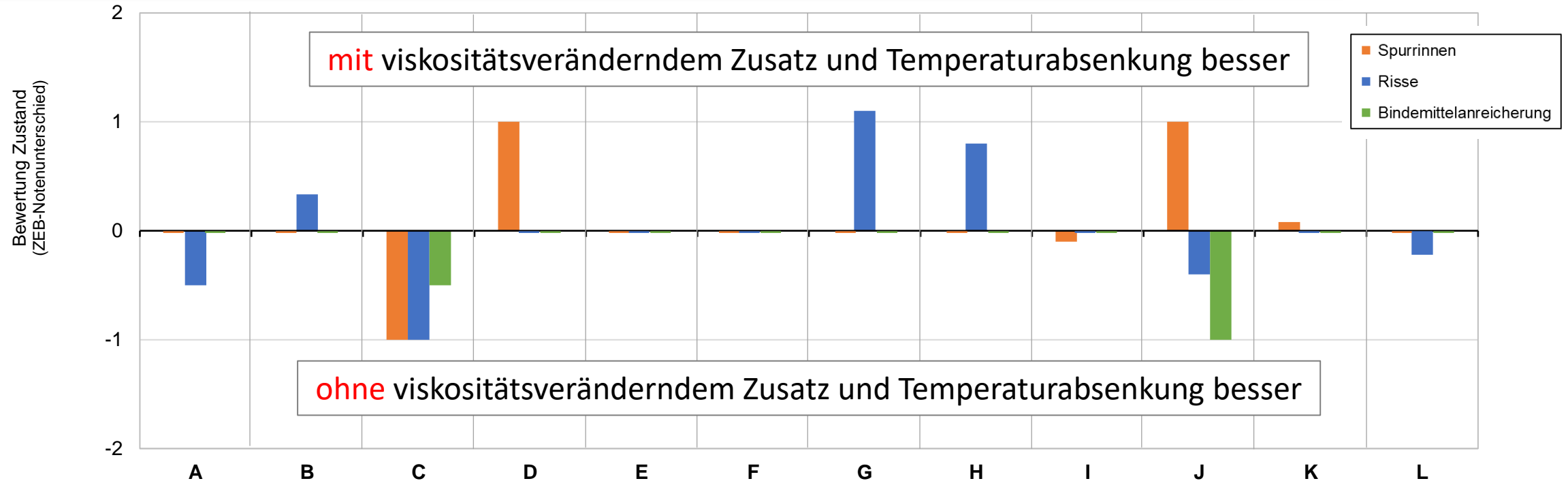
- **Wirtschaftlichkeit steigern**
- Baustoffressourcen schonen
- Flora und Fauna schützen
- **Straßenzustand verbessern**
- Verfügbarkeit der Straßen sichern
- Treibhausgasemissionen reduzieren
- Energieverbräuche reduzieren
- Lärmemissionen reduzieren
- Flächeninanspruchnahme minimieren
- Verkehrssicherheit stärken
- Bauarbeiter schützen
- klimaresiliente Straßeninfrastruktur
- Wasserqualität erhalten
- ...

Wo die Potenziale liegen – Energie

- jede Reduzierung fossiler Energien bringt eine Verringerung der THG-Emissionen
- Reduzierung der Herstellungs- und Verarbeitungstemperaturen von Asphalt
- keine Hinweise auf nachteiliges Verhalten bei Einsatz von temperaturabgesenkten Asphalten



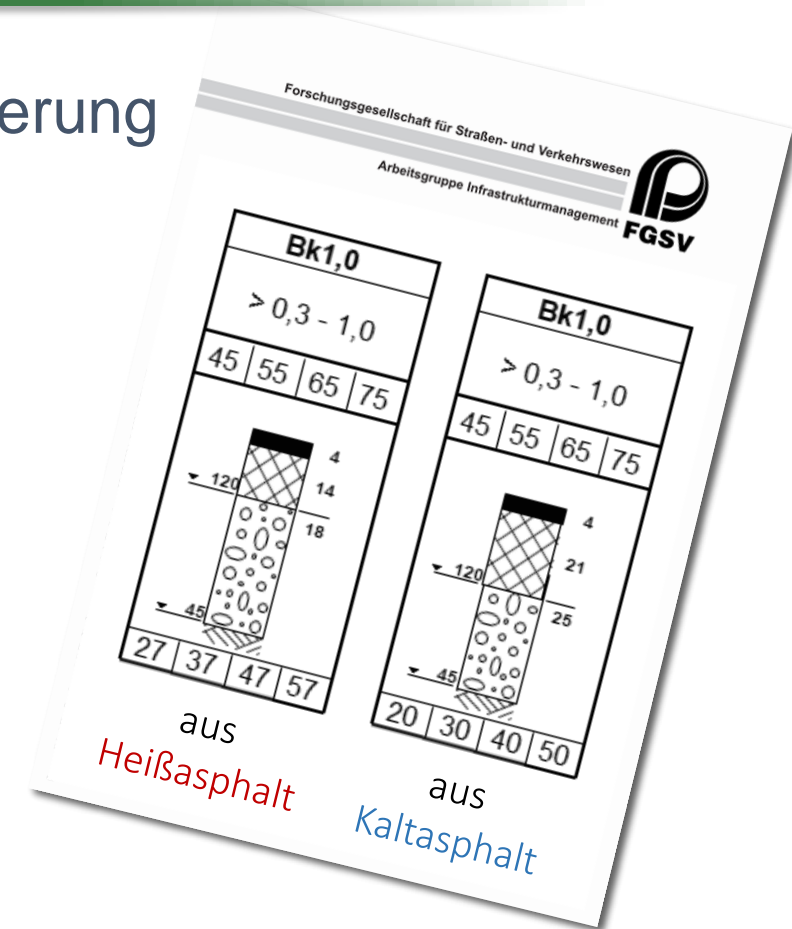
Wo die Potenziale liegen – Energie



aus: „Erhebung über den Zustand von Strecken mit temperaturabgesenktem und viskositätsverändertem Asphalt nach langer Nutzungsdauer“ (FE 89.0347/2020) – Bewertung von 50 Strecken unter Einbeziehung von 12 Referenzstrecken

Wo die Potenziale liegen – Energie

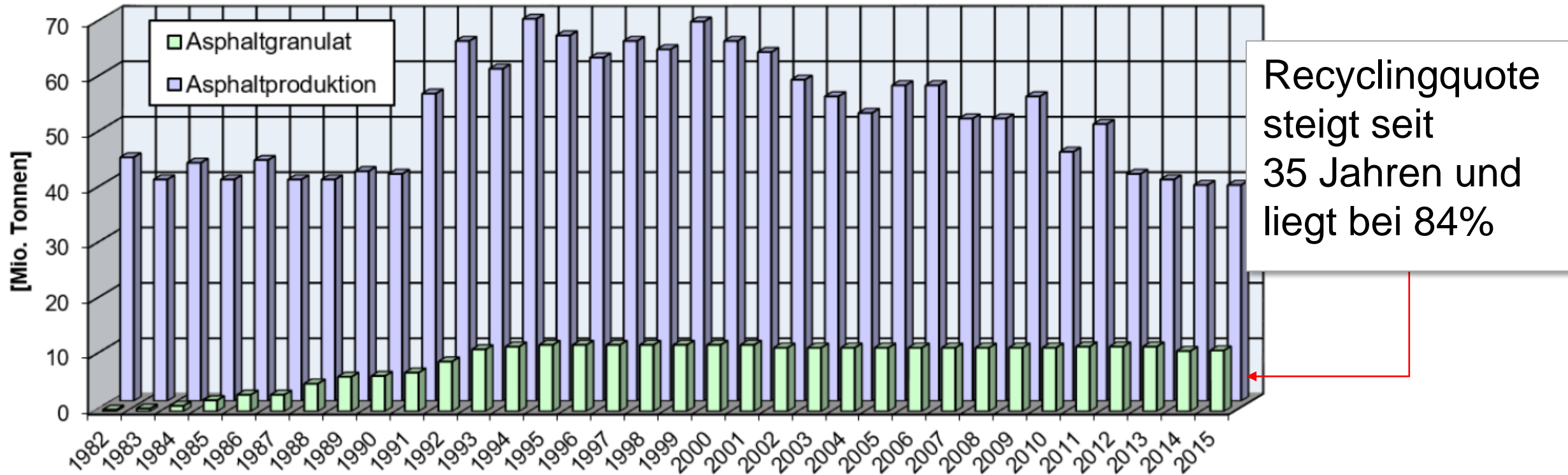
- jede Reduzierung fossiler Energien bringt eine Verringerung der THG-Emissionen
- Reduzierung der Herstellungs- und Verarbeitungstemperaturen von Asphalt
- keine Hinweise auf nachteiliges Verhalten bei Einsatz von temperaturabgesenkten Asphalten
- verstärkter Einsatz von Warm- und Kaltasphalt (ohne Beeinträchtigung der Nutzungsdauer)



Wo die Potenziale liegen – THG-Emissionen

- Temperaturabsenkung im Asphaltmischwerk ...
- Umstellung der Asphaltmischanlagen und der Zementwerke auf umweltschonendere Energieträger
- Einsatz regenerativer Energien beispielsweise für den Baustofftransport und den Einbauprozess
- Einsatz von klimaschonenden Zementen (mit geringeren Klinkeranteilen)
- Vermeidung von großen Transportweiten

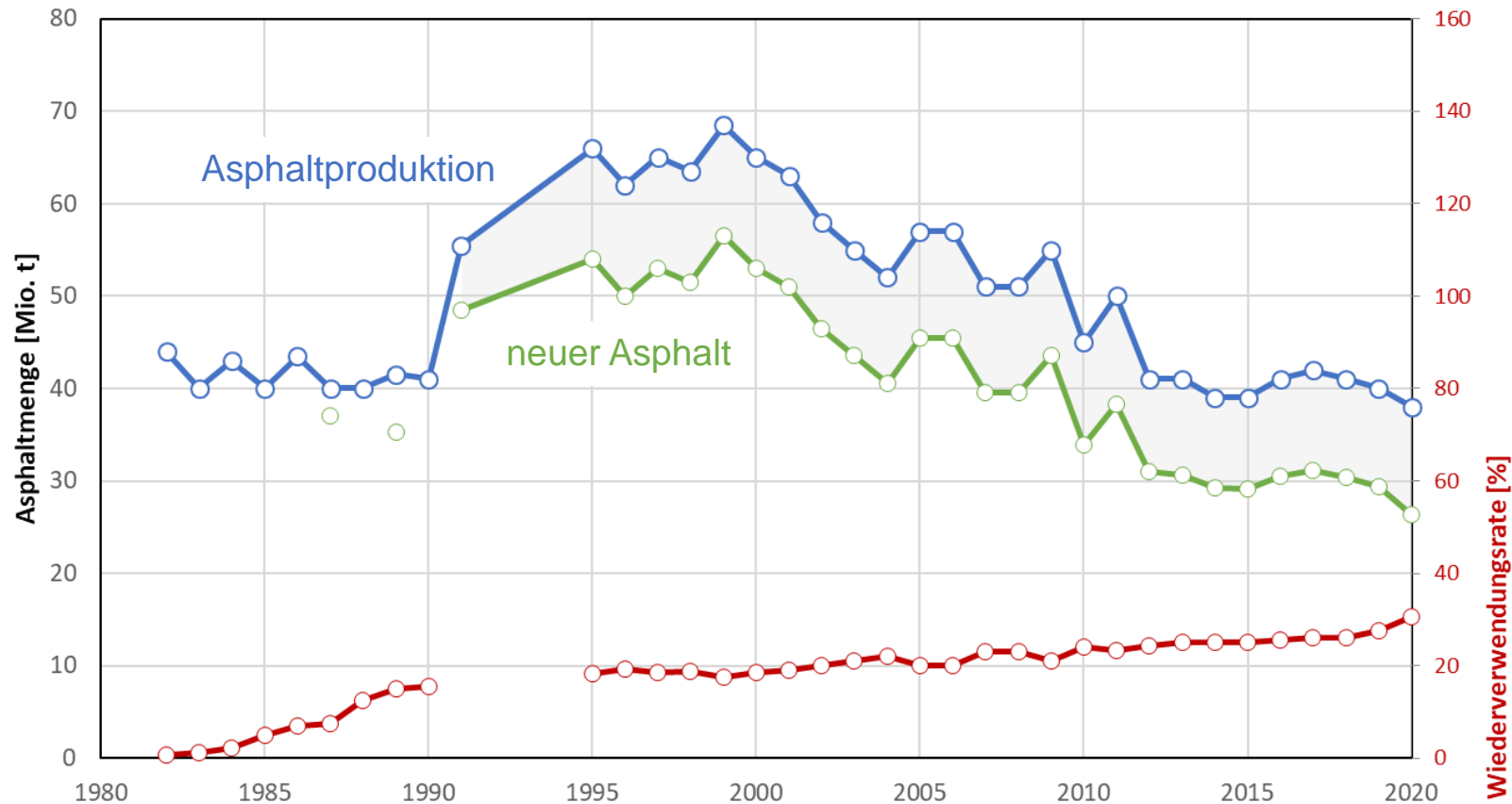
Wo die Potenziale liegen – Baustoffressourcen



[DAV]

Wo die Potenziale liegen – Baustoffressourcen

Asphaltproduktion und Rohstoffverbrauch



Reduzierung durch
Erhaltung statt Neubau

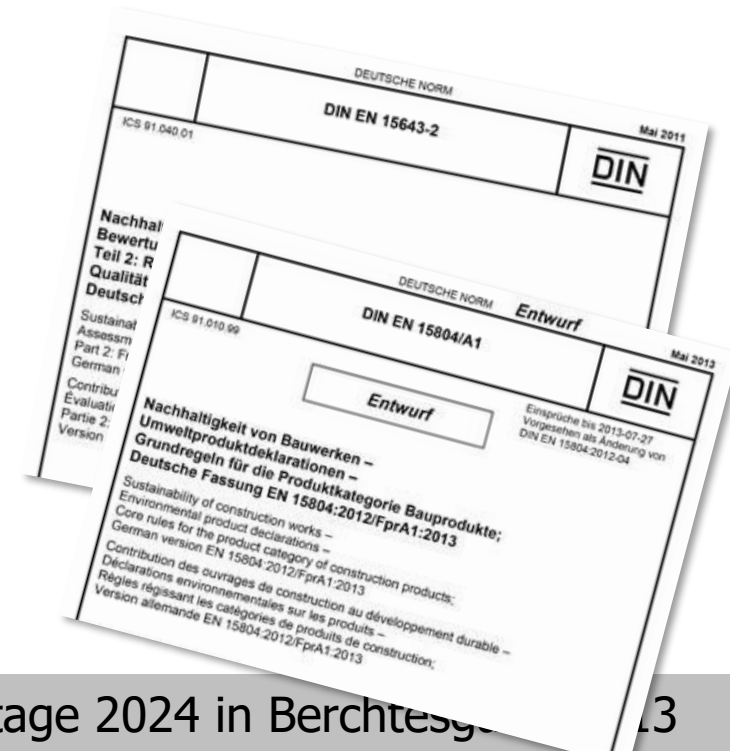
Steigerung der RC-Rate
durch gleichbleibende
RC-Menge

Reduzierung des Roh-
stoffverbrauchs von 1995
bis 2020: **-49 %**

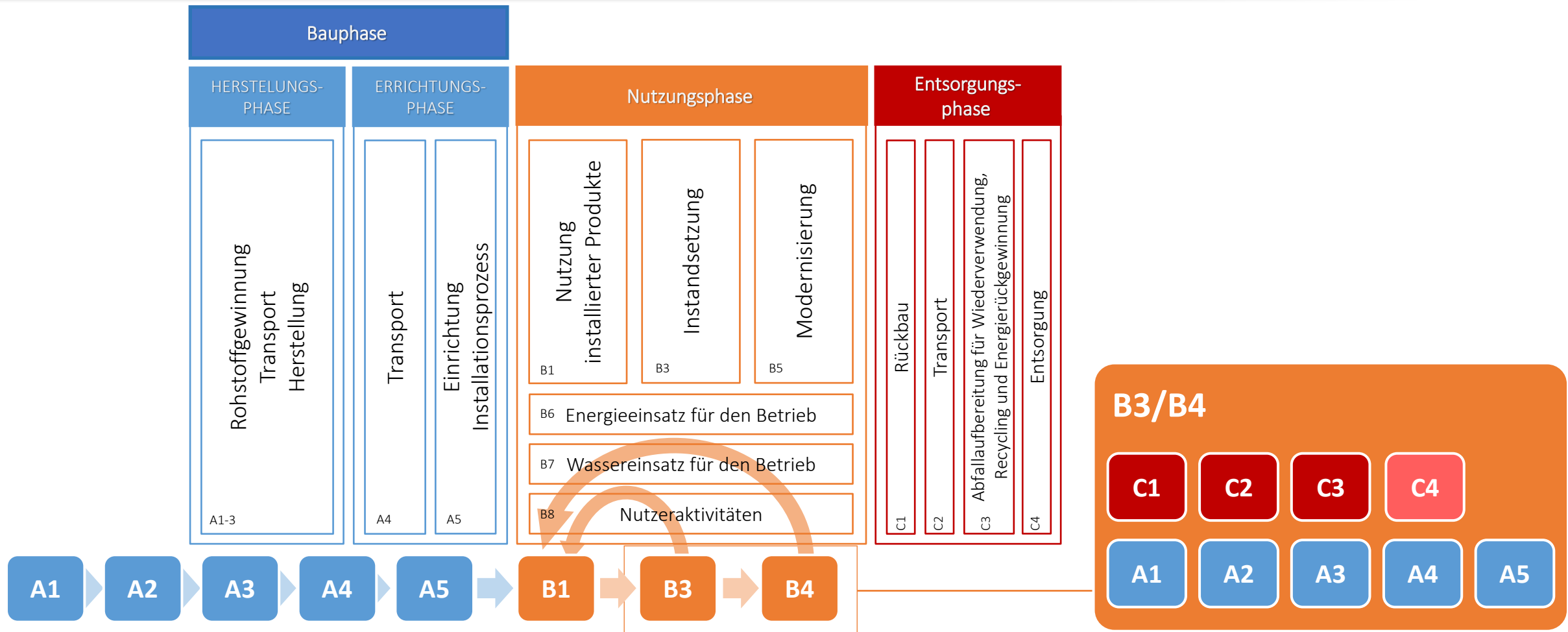
Vision Kreislaufwirtschaft:
-26 Mio. t Neuasphalt/a

Was bringt wieviel?

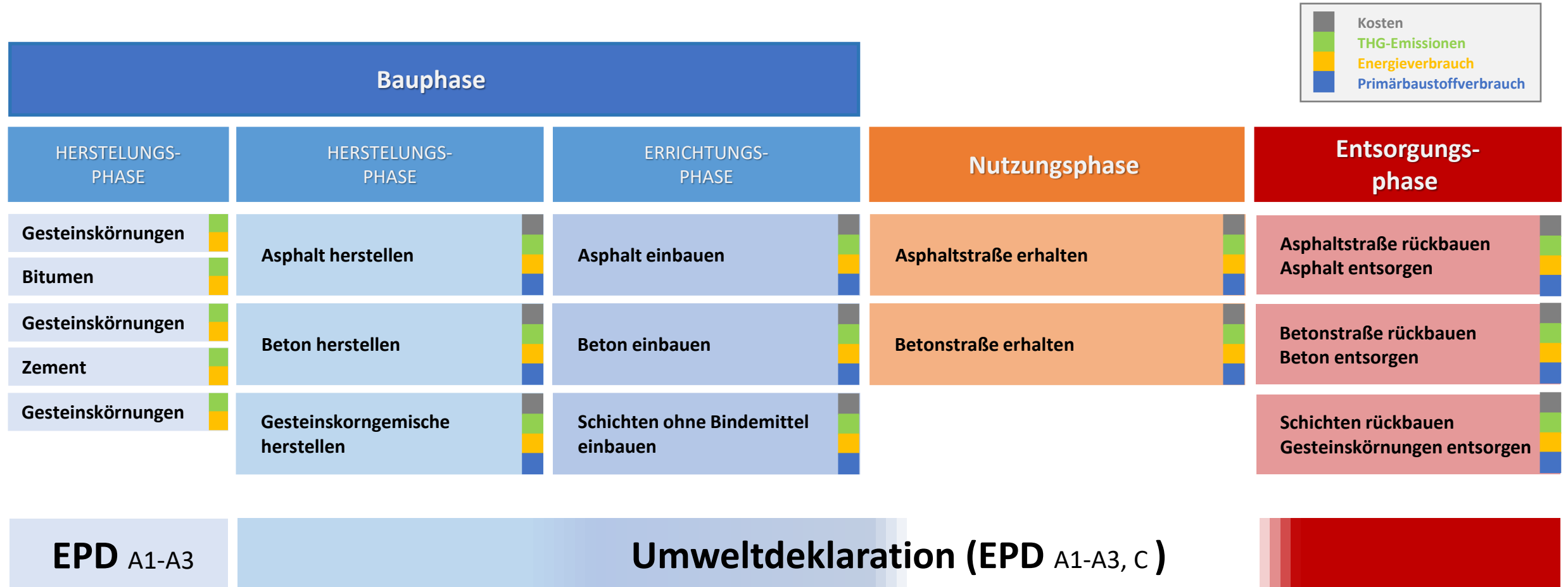
- es ist eine Strategie erforderlich, die möglichst große Erfolge insbesondere bei der Reduzierung der Treibhausgasemissionen kurzfristig erwarten lässt
- dazu ist es notwendig, die Potenziale der einzelnen Ansätze zu ermitteln
- die Taxonomie-Verordnung legt fest, dass Nachhaltigkeitsanalysen **stets über den Lebenszyklus** zu erfolgen haben
 - DIN EN 15 643: Nachhaltigkeit von Bauwerken – **Allgemeine Rahmenbedingungen** zur Bewertung von Gebäuden und Ingenieurbauwerken (2021)
 - DIN EN 15 804: Nachhaltigkeit von Bauwerken – **Umweltproduktdeklarationen** – Grundregeln für die Produktkategorie **Bauprodukte**



Lebenszyklusanalysen



Datenmanagement



Eingabedaten: Grunddaten

Materialflussanalyse Asphaltstraßenbauweise		Anteil Asphaltgranulat und weitere RC-Baustoffe	Bitumensorte	Mächtigkeit	Dichte	Breite	Materialmenge zur Errichtung	Erhaltungsfaktor [Faktor Materialmenge Instandsetzung & Erneuerung]	Nutzungs- dauer	Materialmengen total [kg/(m²*a)]
Oberbau	Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	0,00%	Polymermodifiziertes Bitumen	0,04 m	2.430 kg/m³	24,00 m	97,20 kg/m²	2,8462	13 Jahre	7,48 kg/(m²*a)
	Asphaltbinderschicht (AB 16 B S)	35,00%	Polymermodifiziertes Bitumen	0,08 m	2.430 kg/m³	24,00 m	194,40 kg/m²	0,9231	26 Jahre	7,48 kg/(m²*a)
	Asphalttragschicht (AC 32 T S)	40,00%	Bitumen (Nicht Modifiziert)	0,22 m	2.430 kg/m³	24,00 m	534,60 kg/m²	0,9231	26 Jahre	20,56 kg/(m²*a)
	Frostschuttschicht	10,00%	SNV	0,51 m	2.000 kg/m³	24,00 m	1020,00 kg/m²	0,0000	50 Jahre	20,40 kg/(m²*a)
Unterbau/Untergrund Erdbau				3,00 m	1.900 kg/m³	32,50 m	5700,00 kg/m²	-0,5833	120 Jahre	47,50 kg/(m²*a)

Betrachtungszeitraum:	50 Jahre
Länge des betrachteten Abschnitts	5.000,00 m
Flächenausmass Oberbau:	120.000,00 m²
Flächenausmass Unterbau:	162.500,00 m²
Befestigte Breite Oberbau	24,00 m

Eingabedaten: Materialdaten

Klassen	Materialbezeichnung	Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	Asphaltbinderschicht (AB 16 B S)	Asphalttragschicht (AC 32 T S)	Frostschuttschicht
Klassen	Materialbezeichnung	Eingabenschicht2	Eingabenschicht3	Eingabenschicht4	Eingabenschicht5
esteinskörnung/ Füller	Füller	10,00%	5,00%	4,90%	1,00%
esteinskörnung/ Füller	fk0 0/2 (Natursand)	15,00%	20,50%	26,30%	47,00%
esteinskörnung/ Füller	fk0 (Platzhalter)				
esteinskörnung	gGK 2/5	18,00%	20,00%	15,10%	10,00%
esteinskörnung	gGK 5/8	17,00%	10,50%	10,50%	10,00%
esteinskörnung	gGK 2/8				
esteinskörnung	gGK 8/11	33,30%	20,00%	9,80%	5,00%
esteinskörnung	gGK 8/16				
esteinskörnung	gGK 11/16		20,00%	13,20%	5,00%
esteinskörnung	gGK 16/22				
esteinskörnung	gGK 16/32			16,20%	20,00%
rendes Bindemittel	Bitumen (Nicht Modifiziert)			4,00%	
rendes Bindemittel	Gummimodifiziertes Bitumen				
rendes Bindemittel	Polymermodifiziertes Bitumen	6,30%	4,50%		
rendes Bindemittel	Wachsmodifiziertes Bitumen				
rendes Bindemittel	Trinidad Bitumen				
rendes Bindemittel	Rejuvenatoren				
isches Bindemittel	CEM I 42,5				
isches Bindemittel	CEM I I A 42,5				
isches Bindemittel	CEM II B-M 42,5				
isches Bindemittel	CEM III A 42,5				
isches Bindemittel	CEM II F 42,5				
	Frischwasser				
	Zellulosefasern	0,40%			
	Zusatz(Platzhalter1)				
	Zusatz(Platzhalter2)				
gBaustoffe	Asphaltgranulat		35,00%	40,00%	
gBaustoffe	RC Schotter natürliches Gestein				10%
gBaustoffe	RC Beton				
gBaustoffe	RC (Platzhalter)				
		ckschicht (SMA 11 S) -> Asphaltbinderschicht (erschicht (AB 16 B S) -> Asphalttragschicht (Asphalttragschicht (AC 32 T S) -> (Platzhalter)			
Schichtverbund und Fugenausbildung	Haftmittel für den Schichtverbund	Schichtverbund PmB Bitumenemulsion	0,25 kg/m²	0,25 kg/m²	
	Abstreumaterial /Griffligkeit	Split 2/5			
	Fugematerial	Bituminöse Fugenmasse	2,00 kg/m²		
	Fugematerial	PE-Fugenprofile			
	Plattenverbund	SfB 500 S / Rundstahl 37-2			
Geotextil	Geotextil	Geotextil PP-Matte			
	Stahlbewehrung	Mattenstahl SfB 500 S			

Ein-/Ausgabedaten: Transport, Mengen

Asphaltbauweise Mengenmatrix	A1	Herstellungsphase A1-3			A3			Errichtungsphase A4-A5		A5		
	Rohtoffgewinnung	A2			Materialherstellung			A4		Errichtung - Einbauprozess		
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	13	14	15
Material	[kg]	Distanz Gewinnung > Materialherstellung [km]	[km]		[kg]			Distanz Asphaltmischanlage > Einbauort [km]	[km]	[kg]		
Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	11.934.000 kg		505,147 km		11.664.000 kg Bitumengebundene Schicht			50 km	536.700 km	11.664.000 kg		
Füller	1.198.400 kg	38 km	44.323 km									
fk0 0/2 (Natursand)	1.745.600 kg	38 km	66.495 km									
fk0 (Platzhalter)		38 km										
gGK 2/5	2.098.520 kg	38 km	73.782 km									
gGK 5/8	1.982.880 kg	38 km	75.343 km									
gGK 2/8		38 km										
gGK 8/11	3.684.112 kg	38 km	147.556 km									
gGK 8/16		38 km										
gGK 11/16		38 km										
gGK 16/22		38 km										
gGK 16/32		38 km										
Bitumen (Nicht Modifiziert)		102 km										
Gummimodifiziertes Bitumen		102 km										
Polymermodifiziertes Bitumen		102 km										
Wachsmodifiziertes Bitumen		102 km										
Trinidad Bitumen		102 km										
Rejuvenatoren		102 km										
CEM I 42,5		96 km										
CEM I I A 42,5		96 km										
CEM II B-M 42,5		96 km										
CEM III A 42,5		96 km										
CEM II F 42,5		96 km										
Frischwasser	46.656 kg	96 km	4.473 km									
Zellulosefasern		96 km										
Zusatz(Platzhalter1)		96 km										
Zusatz(Platzhalter2)		96 km										
Asphaltgranulat		96 km										
RC Schotter natürliches Gestein												
RC Beton												
RC (Platzhalter)												
Schichtverbund und Fugenausbildung												
Schichtverbund PmB Bitumenemulsion	30.000 kg	102 km	3.060 km		30.000 kg					30.000 kg		
Split 2/5	240.000 kg	38 km	3.120 km		240.000 kg					240.000 kg		
Bituminöse Fugenmasse												
PE-Fugenprofile												
SfB 500 S / Rundstahl 37-2												
Geotextil PP-Matte												
Mattenstahl SfB 500 S												

Ausgabedaten: Emissionen, Verbräuche

Asphaltbauweise Mengenmatrix	A1	Herstellungsphase A1-3		Errichtungsphase A4-A5	
	Rohtoffgewinnung	A2	A3	A4	A5
1	2	Transport	Materialherstellung	Transport	Errichtung - Einbauprozess
Material	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	Mischgut [kg CO2-eq]
Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	771.839 kg CO2-eq	59.607 kg CO2-eq	659.898 kg CO2-eq	70.411 kg CO2-eq	249 kg CO2-eq
Füller	23.211 kg CO2-eq	5.230 kg CO2-eq			
fk0 0/2 (Natursand)	4.636 kg CO2-eq	7.843 kg CO2-eq			
fk0 (Platzhalter)					
gGK 2/5	9.721 kg CO2-eq	9.414 kg CO2-eq			
gGK 5/8	9.181 kg CO2-eq	8.891 kg CO2-eq			
gGK 2/8					
gGK 8/11	17.983 kg CO2-eq	17.416 kg CO2-eq			
gGK 8/16					
gGK 11/16					
gGK 16/22					
gGK 16/32					
Bitumen (Nicht Modifiziert)					
Gummimodifiziertes Bitumen					
Polymermodifiziertes Bitumen	697.356 kg CO2-eq	8.844 kg CO2-eq			
Wachsmodifiziertes Bitumen					
Trinidad Bitumen					
Rejuvenatoren					
CEM I 42,5					
CEM II A 42,5					
CEM II B-M 42,5					
CEM III A 42,5					
CEM II F 42,5					
Frischwasser					
Zellulosefasern					
Zusatz(Platzhalter1)					
Zusatz(Platzhalter2)					
Asphaltgranulat	9.751 kg CO2-eq	529 kg CO2-eq			
RC Schotter natürliches Gestein					
RC Beton					
RC (Platzhalter)					
Schichtverbund und Fugenausbildung					
Schichtverbund PmB Bitumenemulsion					
Split 2/5		361 kg CO2-eq	27.240 kg CO2-eq		
Bituminöse Fugenmasse		1.676 kg CO2-eq	523.200 kg CO2-eq		
PE-Fugenprofile					
SfB 500 S / Rundstahl 37-2					
Geotextil PP-Matte					
Mattenstahl SfB 500 S					

Eingabedaten: Grunddaten

	Materialflussanalyse Asphaltstraßenbauweise	Anteil Asphaltgranulat und weitere RC-Baustoffe	Bitumensorte	Mächtigkeit	Dichte	Breite	Materialmenge zur Errichtung	Erhaltungsfaktor [Faktor Materialmenge Instandsetzung & Erneuerung]	Nutzungs- dauer	Materialmengen total [kg/(m ² *a)]
Oberbau	Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	0,00%	Polymermodifiziertes Bitumen	0,04 m	2.430 kg/m ³	24,00 m	97,20 kg/m ²	2,8462	13 Jahre	7,48 kg/(m ² *a)
	Asphaltbinderschicht (AB 16 B S)	35,00%	Polymermodifiziertes Bitumen	0,08 m	2.430 kg/m ³	24,00 m	194,40 kg/m ²	0,9231	26 Jahre	7,48 kg/(m ² *a)
	Asphalttragschicht (AC 32 T S)	40,00%	Bitumen (Nicht Modifiziert)	0,22 m	2.430 kg/m ³	24,00 m	534,60 kg/m ²	0,9231	26 Jahre	20,56 kg/(m ² *a)
	Frostschuttschicht	10,00%	#NV	0,51 m	2.000 kg/m ³	24,00 m	1020,00 kg/m ²	0,0000	50 Jahre	20,40 kg/(m ² *a)
Unterbau/Untergrund	Erdbau			3,00 m	1.900 kg/m ³	32,50 m	5700,00 kg/m ²	-0,5833	120 Jahre	47,50 kg/(m ² *a)

Betrachtungszeitraum:	50 Jahre
Länge des betrachteten Abschnitts	5.000,00 m
Flächenausmass Oberbau:	120.000,00 m ²
Flächenausmass Unterbau:	162.500,00 m ²
Befestigte Breite Oberbau	24,00 m

Eingabedaten: Grunddaten

	Materialflussanalyse Asphaltstraßenbauweise	Anteil Asphaltgranulat und weitere RC-Baustoffe	Bitumensorte	Mächtigkeit	Dichte	Breite	Materialmenge zur Errichtung	Erhaltungsfaktor [Faktor Materialmenge Instandsetzung & Erneuerung]	Nutzungs- dauer	Materialmengen total [kg/(m²*a)]
Oberbau	Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	0,00%	Polymermodifiziertes Bitumen	0,04 m	2.430 kg/m³	24,00 m	97,20 kg/m²	2,6462	13 Jahre	7,48 kg/(m²*a)
	Asphaltbinderschicht (AB 16 B S)	35,00%	Polymermodifiziertes Bitumen	0,08 m	2.430 kg/m³	24,00 m	194,40 kg/m²	0,9231	26 Jahre	7,48 kg/(m²*a)
	Asphalttragschicht (AC 32 T S)	40,00%	Bitumen (Nicht Modifiziert)	0,22 m	2.430 kg/m³	24,00 m	534,60 kg/m²	0,9231	26 Jahre	20,56 kg/(m²*a)
	Frostschuttschicht	10,00%	ENV	0,51 m	2.000 kg/m³	24,00 m	1020,00 kg/m²	0,0000	50 Jahre	20,40 kg/(m²*a)
Unterbau/Untergrund	Erdbau			3,00 m	1.900 kg/m³	32,50 m	3700,00 kg/m²	-0,5833	120 Jahre	47,50 kg/(m²*a)

Betrachtungszeitraum:	50 Jahre
Länge des betrachteten Abschnitts	5.000,00 m
Flächenausmass Oberbau:	120.000,00 m²
Flächenausmass Unterbau:	162.500,00 m²
Befestigte Breite Oberbau	24,00 m

Eingabedaten: Materialdaten

Materialklassen		Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	Asphaltbinderschicht (AB 16 B S)	Asphalttragschicht (AC 32 T S)	Frostschuttschicht
Materialklassen	Materialbezeichnung	Eingabenschicht2	Eingabenschicht3	Eingabenschicht4	Eingabenschicht6
Feine Gesteinskörnung/ Füller	Füller	10,00%	5,00%	4,90%	3,00%
Feine Gesteinskörnung/ Füller	GK 0/2 (Natursand)	15,00%	20,50%	26,30%	47,50%
Grobe Gesteinskörnung	gGK 2/5	18,00%	20,00%	15,10%	10,00%
Grobe Gesteinskörnung	gGK 5/8	17,00%	10,00%	10,50%	10,00%
Grobe Gesteinskörnung	gGK 8/11	33,30%	20,00%	9,80%	5,00%
Grobe Gesteinskörnung	gGK 8/16				
Grobe Gesteinskörnung	gGK 11/16		20,00%	13,20%	5,00%
Grobe Gesteinskörnung	gGK 16/22			16,20%	20,00%
Grobe Gesteinskörnung	gGK 16/32				
Resultierendes Bindemittel	Bitumen (Nicht Modifiziert)			4,00%	
Resultierendes Bindemittel	Gummimodifiziertes Bitumen				
Resultierendes Bindemittel	Polymermodifiziertes Bitumen	6,30%	4,50%		
Resultierendes Bindemittel	Wachsmodifiziertes Bitumen				
Resultierendes Bindemittel	Trinidad Bitumen				
Resultierendes Bindemittel	Rejuvenatoren				
Hydraulisches Bindemittel	CEM I 42,5				
Hydraulisches Bindemittel	CEM II A-S 42,5				
Hydraulisches Bindemittel	CEM II B-M 42,5				
Hydraulisches Bindemittel	CEM III A 42,5				
Hydraulisches Bindemittel	CEM II F 42,5				
Wasser	Frischwasser				
Zusätze	Zellulosefasern	0,40%			
Zusätze	Zusatz[Platzhalter1]				
Zusätze	Zusatz[Platzhalter2]				
Recyclingbaustoffe	Asphaltgranulat		35,00%	40,00%	
Recyclingbaustoffe	RC Schotter natürliches Gestein				10%
Recyclingbaustoffe	RC Beton				
Recyclingbaustoffe	RC [Platzhalter]				
Schichtverbund und Fugenausbildung		Schichtverbund SMA 11 S -> Asphaltbinderschicht (erschlüsselt AB 16 B S) -> Asphalttragschicht (AC 32 T S) -> [Platzhalter]			
Schichtverbund und Fugenausbildung		Schichtverbund PmB Bitumenemulsion			
Schichtverbund und Fugenausbildung		Spalt 2/5			
Schichtverbund und Fugenausbildung		Bituminöse Fugenmasse			
Schichtverbund und Fugenausbildung		PE-Fugenprofile			
Schichtverbund und Fugenausbildung		StB 500 S / Rundstahl 37-2			
Schichtverbund und Fugenausbildung		Geotextil PP-Matte			
Schichtverbund und Fugenausbildung		Geotextil PP-Matte			
Schichtverbund und Fugenausbildung		Mattenstahl StB 500 S			

Ein-/Ausgabedaten: Transport, Mengen

Asphaltbauweise Mengenmatrix	A1	Herstellungsphase A1-3			A3	Errichtungsphase A4-A5				
	Rohtstoffgewinnung	A2			Materialherstellung	A4				
		3	4	5		10	11	13	14	15
Material	[kg]	Distanz Gewinnung > Materialherstellung [km]	[km]		[kg]	Distanz Asphalteinrichtung > Einbauort [km]		[kg]		
Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	11.934.000 kg		505,147 km		11.664.000 kg	50 km		11.664.000 kg		
Füller	1.198.400 kg	30 km	44.323 km							
GK 0/2 (Natursand)	1.745.600 kg	30 km	66.495 km							
GK 0/2 (Platzhalter)		30 km								
gGK 2/5	2.098.520 kg	30 km	73.782 km							
gGK 5/8	1.982.880 kg	30 km	75.343 km							
gGK 8/11		30 km								
gGK 8/16	3.884.112 kg	30 km	147.556 km							
gGK 11/16		30 km								
gGK 16/22		30 km								
gGK 16/32		30 km								
Bitumen (Nicht Modifiziert)		102 km								
Gummimodifiziertes Bitumen		102 km								
Polymermodifiziertes Bitumen	734.832 kg	102 km	74.953 km							
Wachsmodifiziertes Bitumen		102 km								
Trinidad Bitumen		102 km								
Rejuvenatoren		102 km								
CEM I 42,5		96 km								
CEM II A-S 42,5		96 km								
CEM II B-M 42,5		96 km								
CEM III A 42,5		96 km								
CEM II F 42,5		96 km								
Frischwasser	46.656 kg		4.473 km							
Zellulosefasern		96 km								
Zusatz[Platzhalter1]		96 km								
Zusatz[Platzhalter2]		96 km								
Asphaltgranulat		96 km								
RC Schotter natürliches Gestein										
RC Beton										
RC [Platzhalter]										
Schichtverbund und Fugenausbildung										
Schichtverbund PmB Bitumenemulsion	30.000 kg	102 km	3.060 km		30.000 kg					
Spalt 2/5	240.000 kg	38 km	3.120 km		240.000 kg					
Bituminöse Fugenmasse										
PE-Fugenprofile										
StB 500 S / Rundstahl 37-2										
Geotextil PP-Matte										
Mattenstahl StB 500 S										

Ausgabedaten: Emissionen, Verbräuche

Asphaltbauweise Mengenmatrix	A1	Herstellungsphase A1-3		A3	Errichtungsphase A4-A5	
	Rohtstoffgewinnung	A2	Materialherstellung	A4	A5	
		Transport		Transport	Einbauprozess	
1	2	4	6	11	13	
Material	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	Mischgut [kg CO2-eq]	
Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	771.899 kg CO2-eq	59.607 kg CO2-eq	659.898 kg CO2-eq	70.411 kg CO2-eq	249 kg CO2-eq	
Füller	23.211 kg CO2-eq					
GK 0/2 (Natursand)	4.636 kg CO2-eq					
GK 0/2 (Platzhalter)						
gGK 2/5	9.721 kg CO2-eq					
gGK 5/8	9.181 kg CO2-eq					
gGK 8/11						
gGK 8/16						
gGK 11/16						
gGK 16/22						
gGK 16/32						
Bitumen (Nicht Modifiziert)						
Gummimodifiziertes Bitumen						
Polymermodifiziertes Bitumen	697.356 kg CO2-eq	8.844 kg CO2-eq				
Wachsmodifiziertes Bitumen						
Trinidad Bitumen						
Rejuvenatoren						
CEM I 42,5						
CEM II A-S 42,5						
CEM II B-M 42,5						
CEM III A 42,5						
CEM II F 42,5						
Frischwasser						
Zellulosefasern	9.751 kg CO2-eq	529 kg CO2-eq				
Zusatz[Platzhalter1]						
Zusatz[Platzhalter2]						
Asphaltgranulat						
RC Schotter natürliches Gestein						
RC Beton						
RC [Platzhalter]						
Schichtverbund und Fugenausbildung						
Schichtverbund PmB Bitumenemulsion						
Spalt 2/5	361 kg CO2-eq	27.240 kg CO2-eq				
Bituminöse Fugenmasse	1.076 kg CO2-eq	523.200 kg CO2-eq				
PE-Fugenprofile						
StB 500 S / Rundstahl 37-2						
Geotextil PP-Matte						
Mattenstahl StB 500 S						

Eingabedaten: Materialdaten

Materialklassen	Materialbezeichnung	Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	Asphaltbinderschicht (AB 16 B S)	Asphalttragschicht (AC 32 T S)	Frostschuttschicht
Materialklassen	Materialbezeichnung	EingabenSchicht2	EingabenSchicht3	EingabenSchicht4	EingabenSchicht6
Feine Gesteinskörnung/ Füller	Füller	10,00%	5,00%	4,90%	3,00%
Feine Gesteinskörnung/ Füller	fGk 0/2 (Natursand)	15,00%	20,50%	26,30%	47,00%
Feine Gesteinskörnung/ Füller	fGk[Platzhalter]				
Grobe Gesteinskörnung	gGk 2/5	18,00%	20,00%	15,10%	10,00%
Grobe Gesteinskörnung	gGk 5/8	17,00%	10,00%	10,50%	10,00%
Grobe Gesteinskörnung	gGk 2/8				
Grobe Gesteinskörnung	gGk 8/11	33,30%	20,00%	9,80%	5,00%
Grobe Gesteinskörnung	gGk 8/16				
Grobe Gesteinskörnung	gGk 11/16		20,00%	13,20%	5,00%
Grobe Gesteinskörnung	gGk 16/22				
Grobe Gesteinskörnung	gGk 16/32			16,20%	20,00%
Resultierendes Bindemittel	Bitumen (Nicht Modifiziert)			4,00%	
Resultierendes Bindemittel	Gummimodifiziertes Bitumen	6,30%	4,50%		
Resultierendes Bindemittel	Polymermodifiziertes Bitumen				
Resultierendes Bindemittel	Wachsmodifiziertes Bitumen				
Resultierendes Bindemittel	Trinidad Bitumen				
Resultierendes Bindemittel	Rejuvenatoren				
Hydraulisches Bindemittel	CEM I 42,5				
Hydraulisches Bindemittel	CEM II A-S 42,5				
Hydraulisches Bindemittel	CEM II B-M 42,5				
Hydraulisches Bindemittel	CEM III A 42,5				
Hydraulisches Bindemittel	CEM II F 42,5				
Wasser	Frischwasser				
Zusätze	Zellulosefasern	0,40%			
Zusätze	Zusatz[Platzhalter1]				
Zusätze	Zusatz[Platzhalter2]				
Recyclingbaustoffe	Asphaltgranulat		35,00%	40,00%	
Recyclingbaustoffe	RC Schotter natürliches Gestein				10%
Recyclingbaustoffe	RC Beton				
Recyclingbaustoffe	RC-[Platzhalter]				

Asphaltdeckschicht (SMA 11 S) -> Asphaltbinderschicht (AB 16 B S) -> Asphalttragschicht (AC 32 T S) -> [Platzhalter]

Schichtverbund und Fugenausbildung	Haftmittel für den Schichtverbund	Schichtverbund PmB Bitumenemulsion	0,25 kg/m²	0,25 kg/m²	
	Abstreumaterial /Griffigkeit	Splitt 2/5	2,00 kg/m²		
	Fugenmaterial	Bituminöse Fugenmasse			
	Fugenmaterial	PE-Fugenprofile			
	Plattenverbund	StB 500 S / Rundstahl 37-2			
	Geotextil	Geotextil PP-Matte			
	Stahlbewehrung	Mattenstahl StB 500 S			

Eingabedaten: Grunddaten

Materialflussanalyse Asphaltstraßenbauweise		Anteil Asphaltgranulat und weitere RC-Baustoffe	Bitumensorte	Mächtigkeit	Dichte	Breite	Materialmenge zur Errichtung	Erhaltungsfaktor [Faktor Materialmenge Instandsetzung & Erneuerung]	Nutzungs- dauer	Materialmengen total [kg/(m²*a)]
Oberbau	Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	0,00%	Polymermodifiziertes Bitumen	0,04 m	2.430 kg/m³	24,00 m	97,20 kg/m²	2,8462	13 Jahre	7,48 kg/(m²*a)
	Asphaltbinderschicht (AB 16 B S)	35,00%	Polymermodifiziertes Bitumen	0,08 m	2.430 kg/m³	24,00 m	194,40 kg/m²	0,9231	26 Jahre	7,48 kg/(m²*a)
	Asphalttragschicht (AC 32 T S)	40,00%	Bitumen (Nicht Modifiziert)	0,22 m	2.430 kg/m³	24,00 m	534,60 kg/m²	0,9231	26 Jahre	20,56 kg/(m²*a)
	Frostschuttschicht	10,00%	SNV	0,51 m	2.000 kg/m³	24,00 m	1020,00 kg/m²	0,0000	50 Jahre	20,40 kg/(m²*a)
Unterbau/Untergrund Erdbau				3,00 m	1.900 kg/m³	32,50 m	5700,00 kg/m²	-0,5833	120 Jahre	47,50 kg/(m²*a)

Betrachtungszeitraum:	
	50 Jahre
Länge des betrachteten Abschnitts	
	5.000,00 m
Flächenausmass Oberbau:	
	120.000,00 m²
Flächenausmass Unterbau:	
	162.500,00 m²
Befestigte Breite Oberbau	
	24,00 m

Eingabedaten: Materialdaten

Klassen		Materialbezeichnung	Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	Asphaltbinderschicht (AB 16 B S)	Asphalttragschicht (AC 32 T S)	Frostschuttschicht
Klassen		Materialbezeichnung	Eingabenschicht2	Eingabenschicht3	Eingabenschicht4	Eingabenschicht6
Schichtverbund und Fugenausbildung	steinskörnung/ Füller	Füller	10,00%	5,00%	4,90%	3,00%
	steinskörnung/ Füller	FGK 0/2 (Natursand)	15,00%	20,50%	26,30%	47,00%
	steinskörnung/ Füller	FGK (Platzhalter)				
	steinskörnung	gSk 2/5	18,00%	20,00%	15,10%	10,00%
	steinskörnung	gSk 5/8	17,00%	10,00%	10,50%	10,00%
	steinskörnung	gSk 2/8		20,00%		
	steinskörnung	gSk 8/11	33,30%	20,00%	9,80%	5,00%
	steinskörnung	gSk 8/16		20,00%		
	steinskörnung	gSk 11/16		20,00%	13,20%	5,00%
	steinskörnung	gSk 16/22				
	steinskörnung	gSk 16/32			16,20%	20,00%
	rendes Bindemittel	Bitumen (Nicht Modifiziert)			4,00%	
	rendes Bindemittel	Gummimodifiziertes Bitumen				
	rendes Bindemittel	Polymermodifiziertes Bitumen	6,30%	4,50%		
	rendes Bindemittel	Weichmodifiziertes Bitumen				
	rendes Bindemittel	Trinidad Bitumen				
	rendes Bindemittel	Rejuvenatoren				
	sches Bindemittel	CEM I 42,5				
	sches Bindemittel	CEM II A-S 42,5				
	sches Bindemittel	CEM II B-M 42,5				
	sches Bindemittel	CEM III A 42,5				
	sches Bindemittel	CEM II F 42,5				
		Frischwasser				
		Zellulosefasern	0,40%			
		Zusatz(Platzhalter1)				
		Zusatz(Platzhalter2)				
	gBaustoffe	Asphaltgranulat		35,00%	40,00%	
	gBaustoffe	RC Schotter natürliches Gestein				10%
	gBaustoffe	RC Beton				
	gBaustoffe	RC (Platzhalter)				
ckschicht (SMA 11 S) -> Asphaltbinderschicht (nderschicht (AB 16 B S) -> Asphalttragschicht (I Asphalttragschicht (AC 32 T S) -> (Platzhalter)						
Schichtverbund und Fugenausbildung	Haftmittel für den Schichtverbund	Schichtverbund PmB Bitumenemulsion	0,25 kg/m²	0,25 kg/m²		
	Aestrematerial /Griffigkeit	Splitte 2/5				
	Fugenmaterial	Bitumenöse Fugenmasse	2,00 kg/m²			
	Fugenmaterial	PE-Fugenprofile				
	Plattenverbund	SfB 500 S / Rundstahl 37-2				
	Geotextil	Geotextil PP-Matte				
	Stahlbewehrung	Mattenstahl SfB 500 S				

Ein-/Ausgabedaten: Transport, Mengen

Asphaltbauweise Mengenmatrix	Herstellungsphase A1-3												Errichtungsphase A4-A5			
	A1	A2				A3				A4		A5				
	Rohstoffgewinnung	Transport				Materialherstellung			Transport		Errichtung - Einbauprozess					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Material	[kg]	Distanz Gewinnung-> Materialherstellung [km]	[km]		[kg]				Distanz Asphaltanfertigung-> Einbauort [km]	[km]		[kg]				
Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	11.934.000 kg		505,147 km		11.664.000 kg	Bitumengebundene Schicht			50 km	536.700 km		11.664.000 kg				
Füller	1.936.400 kg	38 km		44.323 km												
FGK 0/2 (Natursand)	1.749.600 kg	38 km		66.486 km												
FGK (Platzhalter)		38 km														
gSk 2/5	2.093.520 kg	38 km		73.782 km												
gSk 5/8	1.962.880 kg	38 km		75.349 km												
gSk 2/8		38 km														
gSk 8/11	3.884.112 kg	38 km		147.536 km												
gSk 8/16		38 km														
gSk 11/16		38 km														
gSk 16/22		38 km														
gSk 16/32		38 km														
Bitumen (Nicht Modifiziert)		102 km														
Gummimodifiziertes Bitumen		102 km														
Polymermodifiziertes Bitumen	734.832 kg	102 km		74.953 km												
Weichmodifiziertes Bitumen		102 km														
Trinidad Bitumen		102 km														
Rejuvenatoren		102 km														
CEM I 42,5		96 km														
CEM II A-S 42,5		96 km														
CEM II B-M 42,5		96 km														
CEM III A 42,5		96 km														
CEM II F 42,5		96 km														
Frischwasser		96 km														
Zellulosefasern	46.656 kg	96 km		4.479 km												
Zusatz(Platzhalter1)		96 km														
Zusatz(Platzhalter2)		96 km														
Asphaltgranulat		96 km														
RC Schotter natürlicher Gestein		96 km														
RC Beton																
RC (Platzhalter)																
Schichtverbund und Fugenausbildung																
Schichtverbund PmB Bitumenemulsion	30.000 kg	102 km		3.060 km		30.000 kg						30.000 kg				
Split 2/5	240.000 kg	38 km		3.120 km		240.000 kg						240.000 kg				
Bitumenöse Fugenmasse																
PE-Fugenprofile																
SfB 500 S / Rundstahl 37-2																
Geotextil PP-Matte																
Mattenstahl SfB 500 S																

Ausgabedaten: Emissionen, Verbräuche

Asphaltbauweise Mengenmatrix	Herstellungsphase A1-3			Errichtungsphase A4-A5		
	A1 Rohstoffgewinnung	A2 Transport	A3 Materialherstellung	A4 Transport	A5 Errichtung - Einbauprozess	
1	2	4	6	11	13	
Material	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	Mischgut [kg CO2-eq]	
Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	771.839 kg CO2-eq	59.607 kg CO2-eq	659.898 kg CO2-eq	70.411 kg CO2-eq	249 kg CO2-eq	
Füller	23.211 kg CO2-eq	5.230 kg CO2-eq				
FGK 0/2 (Natursand)	4.636 kg CO2-eq	7.845 kg CO2-eq				
FGK (Platzhalter)						
gSk 2/5	9.721 kg CO2-eq	9.414 kg CO2-eq				
gSk 5/8	9.181 kg CO2-eq	8.891 kg CO2-eq				
gSk 2/8						
gSk 8/11	17.983 kg CO2-eq	17.416 kg CO2-eq				
gSk 8/16						
gSk 11/16						
gSk 16/22						
gSk 16/32						
Bitumen (Nicht Modifiziert)						
Gummimodifiziertes Bitumen						
Polymermodifiziertes Bitumen	697.356 kg CO2-eq	8.844 kg CO2-eq				
Weichmodifiziertes Bitumen						
Trinidad Bitumen						
Rejuvenatoren						
CEM I 42,5						
CEM II A-S 42,5						
CEM II B-M 42,5						
CEM III A 42,5						
CEM II F 42,5						
Frischwasser						
Zellulosefasern						
Zusatz(Platzhalter1)						
Zusatz(Platzhalter2)						
Asphaltgranulat	9.751 kg CO2-eq	529 kg CO2-eq				
RC Schotter natürliches Gestein						
RC Beton						
RC (Platzhalter)						
Schichtverbund und Fugenausbildung						
Schichtverbund PmB Bitumenemulsion						
Splitte 2/5		361 kg CO2-eq	27.240 kg CO2-eq			
Bitumenöse Fugenmasse		1.076 kg CO2-eq	523.200 kg CO2-eq			
PE-Fugenprofile						
SfB 500 S / Rundstahl 37-2						
Geotextil PP-Matte						
Mattenstahl SfB 500 S						

Ein-/Ausgabedaten: Transport, Mengen

Asphaltbauweise Mengenmatrix	Nutzungsphase B3 «Instandsetzung» B4 «Erneuerung»													
	C1.2	C2 Transport		C3 Wiederverwendung		C4 Sortierung und Entsorgung	B_A1 Rohstoffgewinnung	B_A2 Transport	B_A3 Materialherstellung	B_A4 Transport		B_A5 Errichtung - Einbauprozess		
	1	20	24	25	27	28	31	33	35	37	38	40	42	43
Material	[kg]	Distanz Ausbauort > Aufbereitung [km]	[tkm]	Wiederverwendungs- quote einfügen	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[tkm]	[kg]	Transportdistanz Material Mischanlage > Einbauort identisch zu A4 initial [km]			
Füller	12.876.009 kg		643.800 tkm		10.587.944 kg	2.288.066 kg	5.760.580 kg	218.902 tkm	114.744.461 kg		5.737.223 tkm	114.744.462 kg		
fGk 0/2 (Natursand)	83.949.895 kg		4.197.495 tkm		68.125.157 kg	15.824.738 kg	17.193.454 kg	653.351 tkm						
fGk(Platzhalter)														
gGk 2/5	36.100.329 kg		1.805.016 tkm		29.632.793 kg	6.467.536 kg	14.139.998 kg	537.320 tkm						
gGk 5/8	29.330.723 kg		1.466.536 tkm		24.014.020 kg	5.316.703 kg	10.773.947 kg	409.410 tkm						
gGk 2/8														
gGk 8/11	33.533.003 kg		1.676.650 tkm		27.667.153 kg	5.865.851 kg	17.336.113 kg	658.772 tkm						
gGK 8/16														
gGk 11/16	21.110.843 kg		1.055.542 tkm		17.356.760 kg	3.754.083 kg	7.489.365 kg	284.596 tkm						
gGK 16/22														
gGk 16/32	34.023.489 kg		1.701.174 tkm		27.578.536 kg	6.444.953 kg	5.755.915 kg	218.725 tkm						
Bitumen (Nicht Modifiziert)	2.960.862 kg		148.043 tkm		2.457.515 kg	503.346 kg	1.421.214 kg	144.964 tkm						
Gummimodifiziertes Bitumen														
Polymermodifiziertes Bitumen	4.138.477 kg		206.924 tkm		3.434.936 kg	703.541 kg	2.721.301 kg	277.573 tkm						
Wachsmodifiziertes Bitumen														
Trinidad Bitumen														
Rejuvenatoren														
CEM I 42,5														
CEM II A-S 42,5														
CEM II B-M 42,5														
CEM III A 42,5														
CEM II F 42,5														
Frischwasser														
Zellulosefasern	179.446 kg	8.972 tkm		148.940 kg	30.506 kg	132.790 kg	12.748 tkm							
Zusatz[Platzhalter1]														
Zusatz[Platzhalter2]														
Asphaltgranulat	65.049.231 kg	3.252.462 tkm		53.990.862 kg	11.058.369 kg	31.223.631 kg								
RC Schotter natürliches Gestein	12.240.000 kg	612.000 tkm		9.792.000 kg	2.448.000 kg									
RC Beton														
RC-[Platzhalter]														
Schichtverbund PmB Bitumenemulsion	173.077 kg	8.654 tkm		143.654 kg	29.423 kg	113.077 kg	11.534 tkm							
Split 2/5	923.077 kg	46.154 tkm			923.077 kg	683.077 kg	25.957 tkm							
Bituminöse Fugenmasse														
PE-Fugenprofile														
StB 500 S / Rundstahl 37-2														
Geotextil PP-Matte														
Mattenstahl StB 500 S														

Eingabedaten: Grunddaten

Materialflussanalyse Asphaltstraßenbauweise		Anteil Asphaltgranulat und weitere RC-Baustoffe	Bitumensorte	Mächtigkeit	Dichte	Breite	Materialmenge zur Errichtung	Erhaltungsfaktor [Faktor Materialmenge Instandsetzung & Erneuerung]	Nutzungs- dauer	Materialmengen total [kg/(m²*a)]
Oberbau	Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	0,00%	Polymermodifiziertes Bitumen	0,04 m	2.430 kg/m³	24,00 m	97,20 kg/m²	2,8462	13 Jahre	7,48 kg/(m²*a)
	Asphaltbinderschicht (AB 16 B S)	35,00%	Polymermodifiziertes Bitumen	0,08 m	2.430 kg/m³	24,00 m	194,40 kg/m²	0,9231	26 Jahre	7,48 kg/(m²*a)
	Asphalttragschicht (AC 32 T S)	40,00%	Bitumen (Nicht Modifiziert)	0,22 m	2.430 kg/m³	24,00 m	534,60 kg/m²	0,9231	26 Jahre	20,56 kg/(m²*a)
	Frostschuttschicht	10,00%	SNV	0,51 m	2.000 kg/m³	24,00 m	1020,00 kg/m²	0,0000	50 Jahre	20,40 kg/(m²*a)
Unterbau/Untergrund Erdbau				3,00 m	1.900 kg/m³	32,50 m	5700,00 kg/m²	-0,5833	120 Jahre	47,50 kg/(m²*a)

Betrachtungszeitraum:	
	50 Jahre
Länge des betrachteten Abschnitts	
	5.000,00 m
Flächenausmass Oberbau:	
	120.000,00 m²
Flächenausmass Unterbau:	
	162.500,00 m²
Befestigte Breite Oberbau	
	24,00 m

Eingabedaten: Materialdaten

	Materialklassen	Materialbezeichnung	Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	Asphaltbinderschicht (AB 16 B S)	Asphalttragschicht (AC 32 T S)	Frostschuttschicht	
	Materialklassen	Materialbezeichnung	Eingabenschicht2	Eingabenschicht3	Eingabenschicht4	Eingabenschicht6	
Schichtverbund und Fugenausbildung	Feine Gesteinskörnung/ Füller	Füller	10,00%	5,00%	4,90%	3,00%	
	Feine Gesteinskörnung/ Füller	FG 0/2 (Natursand)	15,00%	20,50%	26,30%	47,00%	
	Feine Gesteinskörnung/ Füller	FG(Platzhalter)					
	Grobe Gesteinskörnung	gGK 2/5	18,00%	20,00%	15,10%	10,00%	
	Grobe Gesteinskörnung	gGK 5/8	17,00%	10,00%	10,50%	10,00%	
	Grobe Gesteinskörnung	gGK 2/8					
	Grobe Gesteinskörnung	gGK 8/11	33,30%	20,00%	9,80%	5,00%	
	Grobe Gesteinskörnung	gGK 8/16					
	Grobe Gesteinskörnung	gGK 11/16		20,00%	13,20%	5,00%	
	Grobe Gesteinskörnung	gGK 16/22					
	Grobe Gesteinskörnung	gGK 16/32			16,20%	20,00%	
	Resultierendes Bindemittel	Bitumen (Nicht Modifiziert)			4,00%		
	Resultierendes Bindemittel	Gummimodifiziertes Bitumen					
	Resultierendes Bindemittel	Polymermodifiziertes Bitumen	6,30%	4,50%			
	Resultierendes Bindemittel	Wachmodifiziertes Bitumen					
	Resultierendes Bindemittel	Trinidad Bitumen					
	Resultierendes Bindemittel	Rejuvenatoren					
	Hydraulisches Bindemittel	CEM I 42,5					
	Hydraulisches Bindemittel	CEM I A 42,5					
	Hydraulisches Bindemittel	CEM II B-M 42,5					
	Hydraulisches Bindemittel	CEM III A 42,5					
	Hydraulisches Bindemittel	CEM III F 42,5					
	Wasser	Frischwasser					
	Zusätze	Zellulosefasern	0,40%				
	Zusätze	Zusatz(Platzhalter1)					
	Zusätze	Zusatz(Platzhalter2)					
	Recyclingbaustoffe	Asphaltgranulat			35,00%	40,00%	
	Recyclingbaustoffe	RC Schotter natürliches Gestein					10%
	Recyclingbaustoffe	RC Beton					
	Recyclingbaustoffe	RC(Platzhalter)					
	Asphaltdeckschicht (SMA 11 S) -> Asphaltbinderschicht (AB 16 B S) -> Asphalttragschicht (AC 32 T S) -> (Platzhalter)						
	Schichtverbund und Fugenausbildung	Haftmittel für den Schichtverbund	Schichtverbund PmB Bitumenemulsion	0,25 kg/m²	0,25 kg/m²		
		Abstreumaterial /Griffigkeit	Spalt 2/5				
		Fugenmaterial	Bituminöse Fugenmasse				
		Fugenmaterial	PE-Fugenprofile				
		Plattenverbund	SfB 500 S / Rundstahl 37-2				
		Geotextil	Geotextil PP-Matte				
	Stahlbewehrung	Mattenstahl SfB 500 S					

Ein-/Ausgabedaten: Transport, Mengen

Asphaltbauweise Mengenmatrix	A1	Herstellungsphase A1-3			A3			Errichtungsphase A4-A5		
	Rohtoffgewinnung	A2	Transport		Materialherstellung			Transport		A5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13
Material	[kg]	Distanz Gewinnung > Materialherstellung [km]	[km]		[kg]		Distanz Asphaltanlieferung > Einbauort [km]	[km]		[kg]
Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	11.934.000 kg		505,147 km		11.684.000 kg	Bitumengebundene Schicht	50 km	536.700 km		11.684.000 kg
Füller	1.186.400 kg	38 km	44.323 km							
FGK 0/2 (Natursand)	1.743.600 kg	38 km	66.495 km							
gGK 2/5	2.089.520 kg	38 km	79.782 km							
gGK 5/8	1.982.880 kg	38 km	75.343 km							
gGK 2/8		38 km								
gGK 8/11	3.884.112 kg	38 km	147.595 km							
gGK 8/16		38 km								
gGK 11/16		38 km								
gGK 16/22		38 km								
gGK 16/32		38 km								
Bitumen (Nicht Modifiziert)		102 km								
Gummimodifiziertes Bitumen		102 km								
Polymermodifiziertes Bitumen	734.832 kg	102 km	74.953 km							
Wachmodifiziertes Bitumen		102 km								
Trinidad Bitumen		102 km								
Rejuvenatoren		102 km								
CEM I 42,5		36 km								
CEM II A 42,5		36 km								
CEM II B-M 42,5		36 km								
CEM III A 42,5		36 km								
CEM III F 42,5		36 km								
Frischwasser	46.656 kg	36 km	4.479 km							
Zellulosefasern		36 km								
Zusatz(Platzhalter1)		36 km								
Zusatz(Platzhalter2)		36 km								
Asphaltgranulat										
RC Schotter natürliches Gestein										
RC Beton										
RC (Platzhalter)										
Schichtverbund und Fugenausbildung										
Schichtverbund PmB Bitumenemulsion	30.000 kg	102 km	3.060 km		30.000 kg					30.000 kg
Spalt 2/5	240.000 kg	38 km	9.120 km		240.000 kg					240.000 kg
Bituminöse Fugenmasse										
PE-Fugenprofile										
SfB 500 S / Rundstahl 37-2										
Geotextil PP-Matte										
Mattenstahl SfB 500 S										

Ausgabedaten: Emissionen, Verbräuche

Asphaltbauweise Mengenmatrix	Herstellungsphase A1-3			Errichtungsphase A4-A5	
	A1	A2	A3	A4	A5
1	2	3	4	5	6
Material	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	Mischgut [kg CO2-eq]
Asphaltdeckschicht (SMA 11 S)	771.839 kg CO2-eq	59.607 kg CO2-eq	659.898 kg CO2-eq	70.411 kg CO2-eq	249 kg CO2-eq
Füller	23.211 kg CO2-eq	5.230 kg CO2-eq			
FGK 0/2 (Natursand)	4.636 kg CO2-eq	7.845 kg CO2-eq			
FGK (Platzhalter)					
gGK 2/5	9.721 kg CO2-eq	9.414 kg CO2-eq			
gGK 5/8	9.181 kg CO2-eq	8.891 kg CO2-eq			
gGK 2/8					
gGK 8/11	17.983 kg CO2-eq	17.416 kg CO2-eq			
gGK 8/16					
gGK 11/16					
gGK 16/22					
gGK 16/32					
Bitumen (Nicht Modifiziert)					
Gummimodifiziertes Bitumen					
Polymermodifiziertes Bitumen	697.356 kg CO2-eq	8.844 kg CO2-eq			
Wachmodifiziertes Bitumen					
Trinidad Bitumen					
Rejuvenatoren					
CEM I 42,5					
CEM II A 42,5					
CEM II B-M 42,5					
CEM III A 42,5					
CEM III F 42,5					
Frischwasser	9.751 kg CO2-eq	529 kg CO2-eq			
Zellulosefasern					
Zusatz(Platzhalter1)					
Zusatz(Platzhalter2)					
Asphaltgranulat					
RC Schotter natürliches Gestein					
RC Beton					
RC (Platzhalter)					
Schichtverbund und Fugenausbildung					
Schichtverbund PmB Bitumenemulsion		361 kg CO2-eq	27.240 kg CO2-eq		
Spalt 2/5		1.076 kg CO2-eq	523.200 kg CO2-eq		
Bituminöse Fugenmasse					
PE-Fugenprofile					
SfB 500 S / Rundstahl 37-2					
Geotextil PP-Matte					
Mattenstahl SfB 500 S					

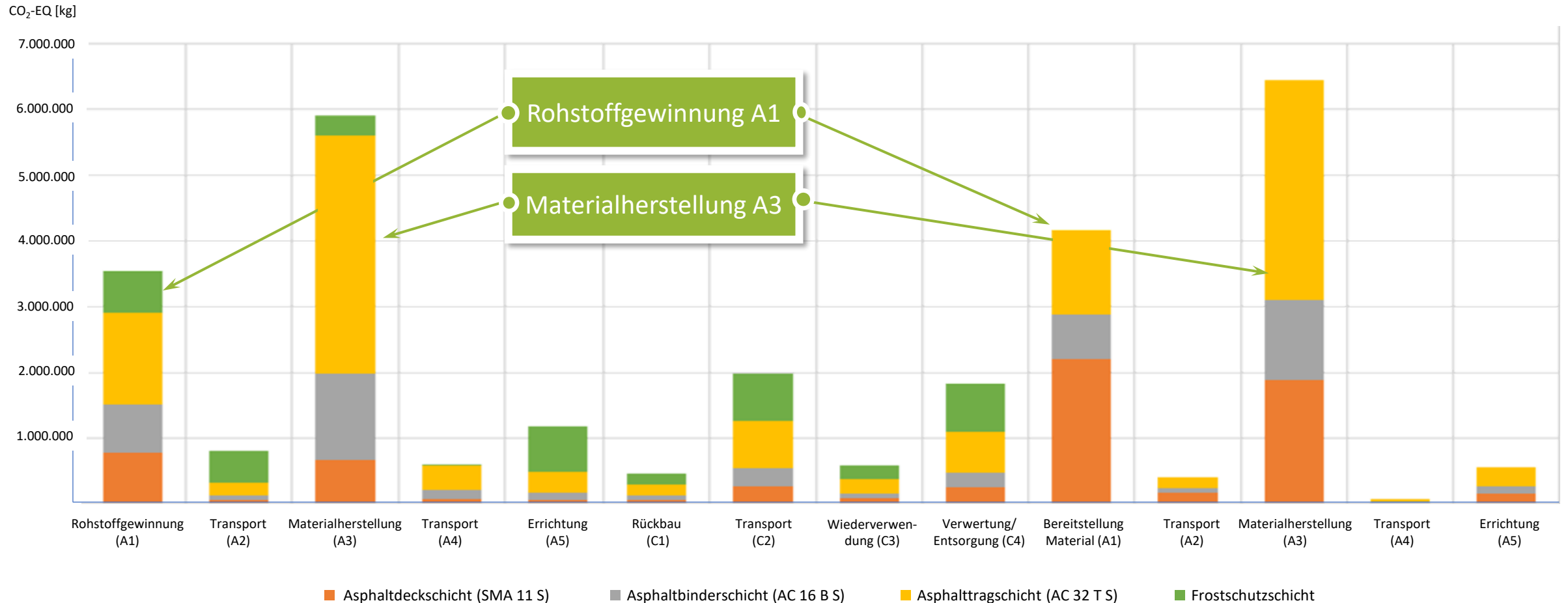
Ausgabedaten: Emissionen, Verbräuche

Nutzungsphase B3 «Instandsetzung» B4 «Erneuerung»							
C2 Transport	C3 Wiederverwendung	C4 Verwertung und Entsorgung	B_A1 Rohstoffgewinnung - Bereitstellung neues Material	B_A2 Transport	B_A3 Materialherstellung	B_A4 Transport	B_A5 Errichtung – Einbauprozess
25	28	31	33	35	37	40	42
[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg CO2-eq]	[kg]
270.810 kg CO2-eq	79.888,0 kg CO2-eq 7.968,3 kg CO2-eq 11.952,5 kg CO2-eq 14.343,0 kg CO2-eq 13.546,1 kg CO2-eq 26.534,5 kg CO2-eq 5.020,0 kg CO2-eq	253.543,7 kg CO2-eq 22.565,1 kg CO2-eq 33.847,7 kg CO2-eq 40.617,2 kg CO2-eq 38.360,7 kg CO2-eq 75.141,9 kg CO2-eq 14.216,0 kg CO2-eq	2.196.773,7 kg CO2-eq 66.063,1 kg CO2-eq 13.196,0 kg CO2-eq 27.666,8 kg CO2-eq 26.129,8 kg CO2-eq 51.183,6 kg CO2-eq 1.984.781,2 kg CO2-eq	169.651,8 kg CO2-eq 14.885,8 kg CO2-eq 22.328,7 kg CO2-eq 26.794,4 kg CO2-eq 25.305,8 kg CO2-eq 49.569,6 kg CO2-eq 25.172,6 kg CO2-eq	1.878.172,0 kg CO2-eq	20.039,9 kg CO2-eq	1.369,2 kg CO2-eq
	318,7 kg CO2-eq	902,6 kg CO2-eq	27.753,1 kg CO2-eq	1.504,2 kg CO2-eq			

Bilanzierungstool der BASt

- das Tool existiert als komplexe **Excel-Applikation**
- es summiert die Anteile für die Nachhaltigkeitsindikatoren **THG-Emissionen, Energieverbrauch und Ressourcenverbrauch** über den Lebenszyklus für die **Asphalt- und Betonbauweisen** auf
- sie eignet sich **nicht zur konkreten Bewertung** von Planungsvarianten, Bauprojekten oder zur Wertung von Ausschreibungen
- alle Eingangsdaten wurden auf breiter Basis abgestimmt; sie stellen den aktuellen Wissensstand dar, der aber derzeit **nicht für absolute Betrachtungen anwendbar ist**, da er nicht durchweg die Realität widerspiegeln kann (Leistungsdaten, THG, Rechte EcolInvent...)
- wichtige Eingangsdaten sind beispielsweise **die durchschnittlichen Nutzungsdauern** von Schichten des Straßenaufbaus und **aktuelle Wiederverwendungsraten**
- die Datenbasis ist von hoher Bedeutung und wird deshalb ständig verbessert

Bilanzierungstool der BASt

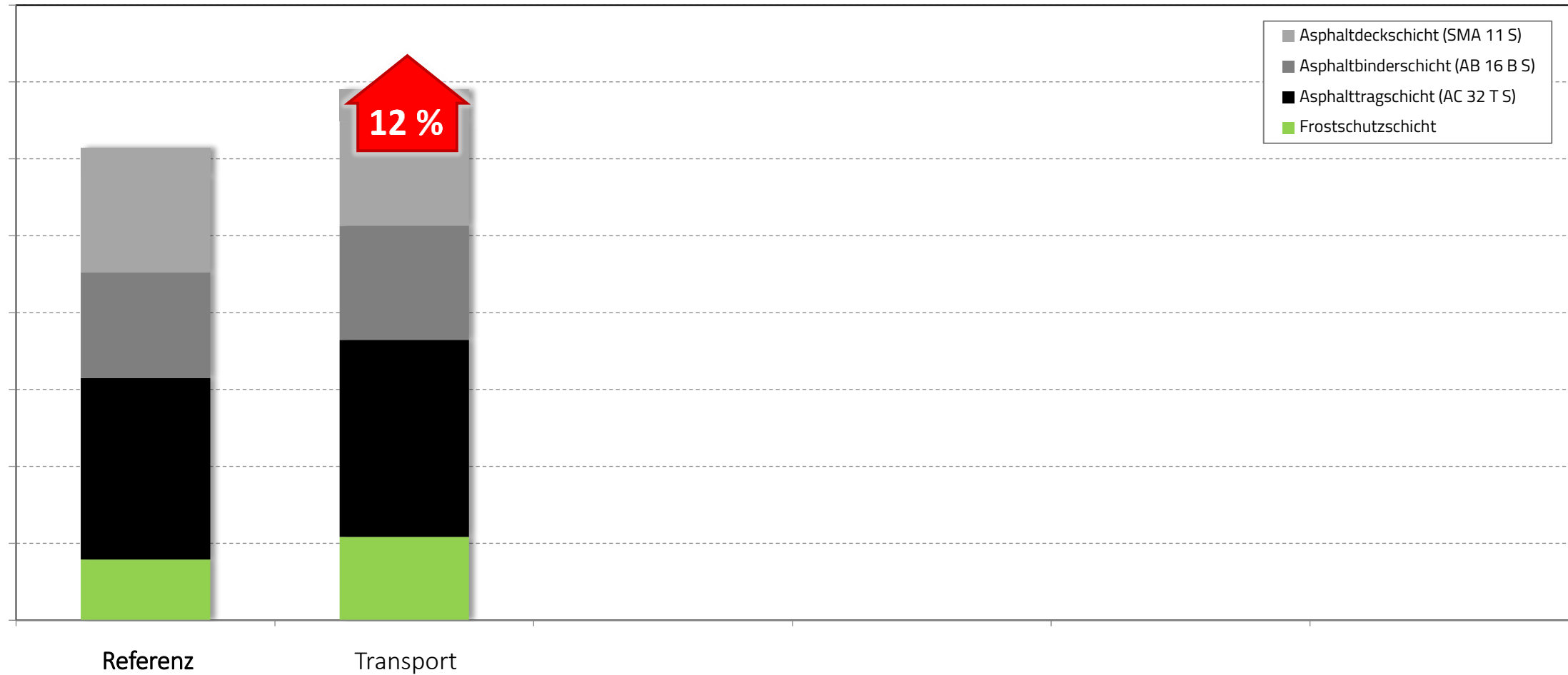


relative Bilanzierungen von Szenarien

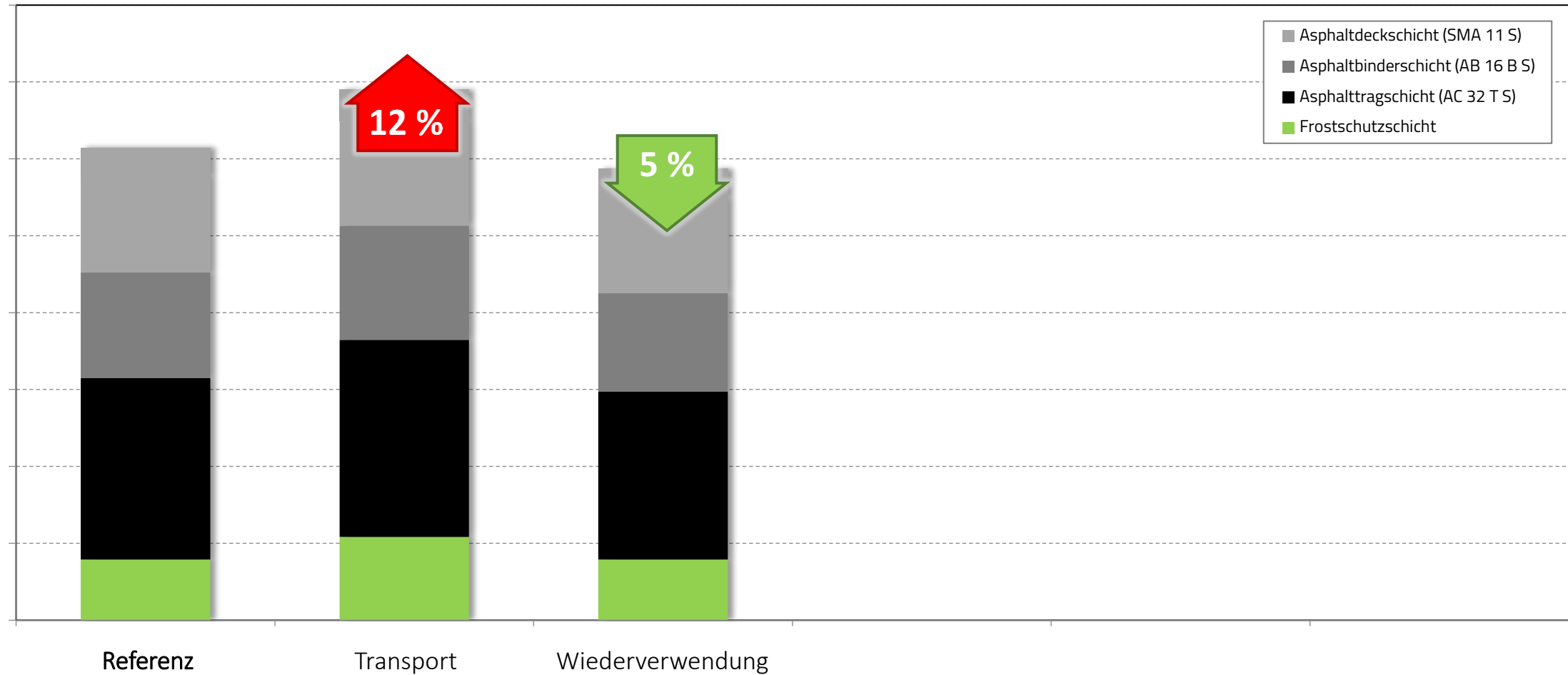
		Referenz	Szenario 1: Transport	Szenario 2: Wiederverwend.	Szenario 3: Energieträger	Szenario 4: NTA
Randparameter		Bauweise nach Zeile 1, Tafel 1 (RStO), Bk100, RQ 31, 5 km Länge				
Lebenszyklus		mehrere gewichtete Lebenszyklen für alle Aufbauschichten				
Transportweite A2		50 km	150 km	50 km	50 km	50 km
Granulat	SMA	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Abi	35 %	35 %	50 %	35 %	35 %
	ATS	40 %	40 %	60 %	40 %	40 %
Energie MW		Braunkohle	Braunkohle	Braunkohle	Gas	Braunkohle
Temperatur MW		normal	normal	normal	normal	normal -20 °C
Transportweite A4		30 km	50 km	30 km	30 km	30 km

Kenngröße: Treibhausgasemissionen

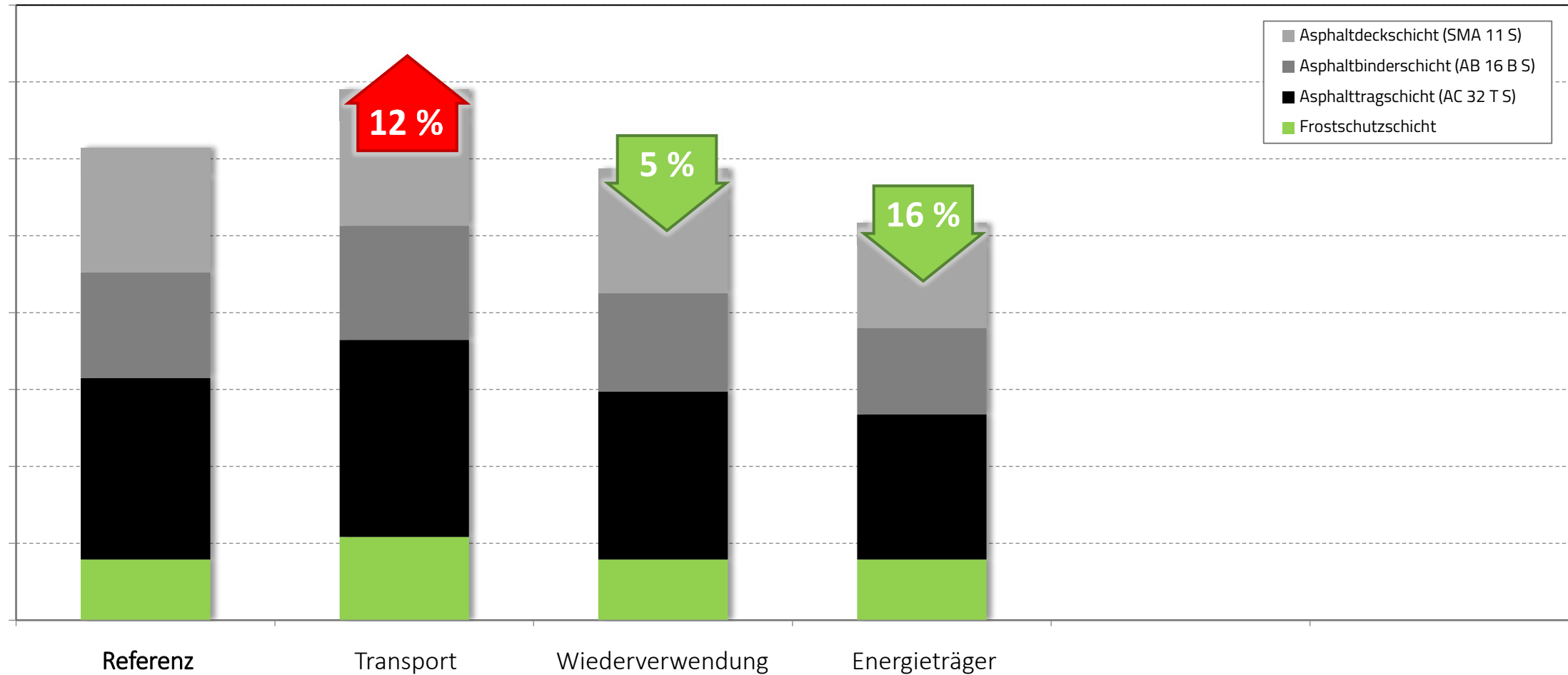
Vergleich der Szenarien nach Schichten [THG kg CO₂-eq]



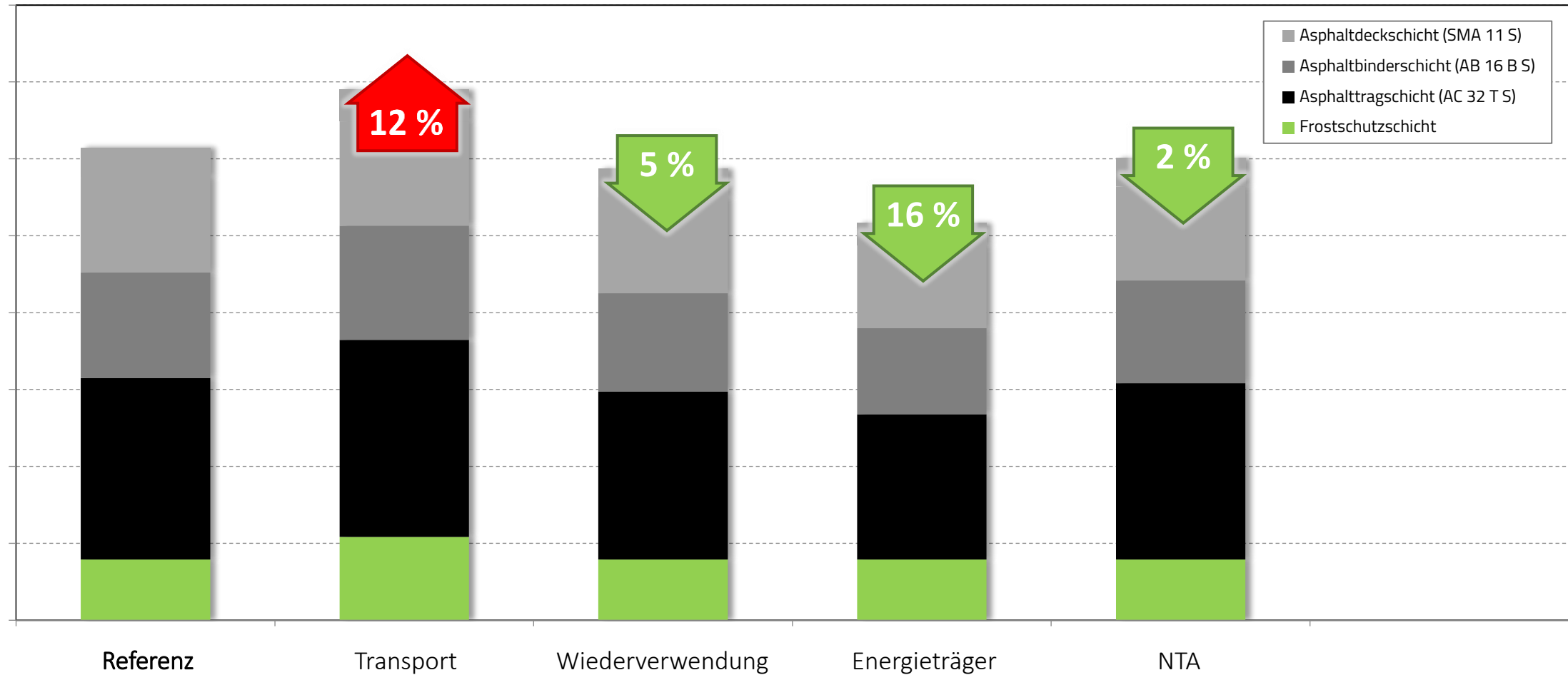
Vergleich der Szenarien nach Schichten [THG kg CO₂-eq]



Vergleich der Szenarien nach Schichten [THG kg CO₂-eq]



Vergleich der Szenarien nach Schichten [THG kg CO₂-eq]



Bilanzierungstool der BASt

die Szenarienanalysen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen liefern die Erkenntnisse, dass ...

- ... die größten Potenzialen bei der **Herstellung der Materialherstellung** (Phase A3) und der Rohstoffgewinnung (Phase A1) liegen; hier ...
- ... erbringt die **Umstellung des Energieträgers** von Braunkohlestaub auf Gas den größten Erfolg
- ... ist die Vermeidung von **langen Transportwegen** (> 100 km) der Rohstoffe anzustreben
- ... sind eine Erhöhung der **Wiederverwendung** (innerhalb der derzeit zulässigen Grenzen des Regelwerks) sowie die Einführung des **Niedrigtemperaturasphalts** Schritte in die richtige Richtung

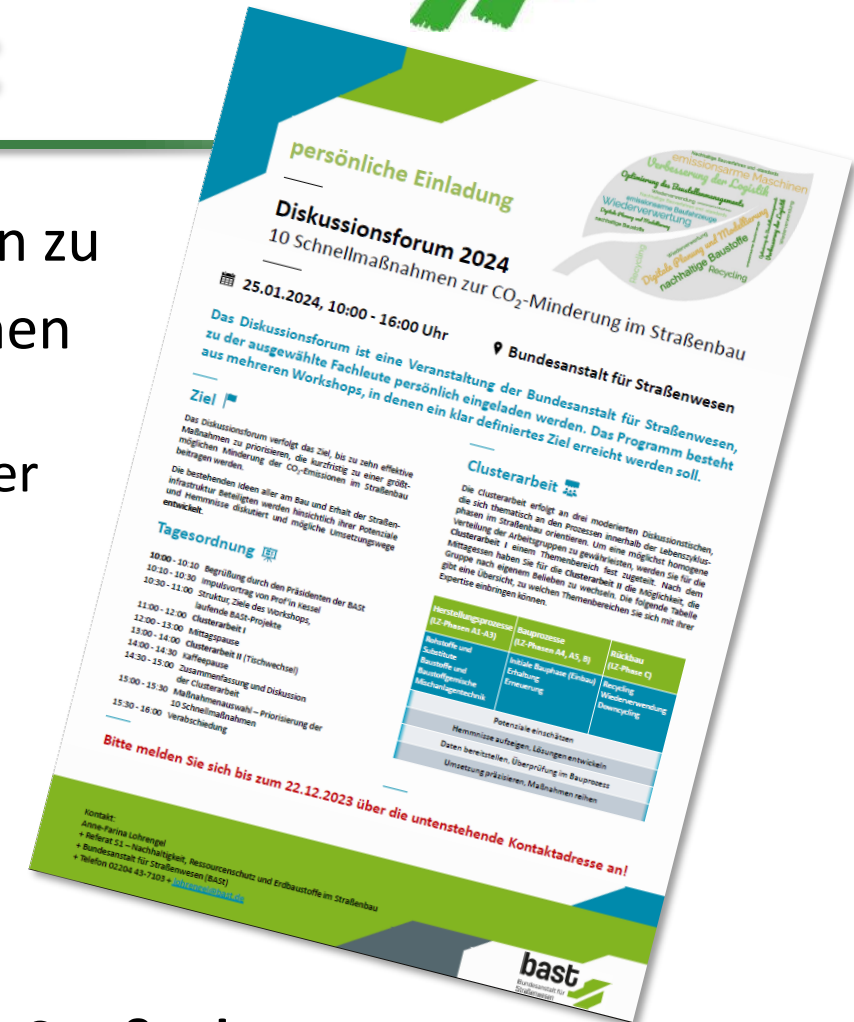
➔ es handelt sich um rechnerische Ergebnisse auf der Grundlage aktuell verfügbarer Daten

Diskussionsforum Nachhaltigkeit

Ziel: Einholung der Einschätzungen aller am Bau Beteiligten zu den Potenzialen für eine Reduktion der THG-Emissionen

- ... Vertreter der Auftraggeber und Auftragnehmer
- ... Baustoffhersteller, Baumaschinenhersteller, Bauindustrie, Autobahn, Straßenbauverwaltung, Forschung
- ... Workshopcharakter

10 Schnellmaßnahmen zur CO₂-Minderung in Straßenbau



Diskussionsforum Nachhaltigkeit

Berechnungen	Diskussionsforum Nachhaltigkeit		
Phasen A1 bis C	Phasen A1 – A3	Phasen A4, A5 & B	Phasen C
Nutzungsdauer	verwendungsgerechte Anforderungen	Nutzungsdauer	Vorerkundung
Energieträger	projektbezogenes Fräskonzept	Optimierung Bauzeit	Vergabebonus für Wiederverwendung
Transportwege	klinkerreduzierte Zemente	Materialverwendung vor Ort	Wiederverwendung vor Ort
Wiederverwendung	Verzicht auf Konti-C-Messung	Prozessoptimierung	Fräsgutbörse/ Haldenmanagement
Niedrigtemperaturasphalt	Photovoltaik	Transportwege	Performanceanforderungen

Diskussionsforum Nachhaltigkeit

Berechnungen	Diskussionsforum Nachhaltigkeit		
Phasen A1 bis C	Phasen A1 – A3	Phasen A4, A5 & B	Phasen C
Nutzungsdauer	verwendungsgerechte Anforderungen	Nutzungsdauer	Vorerkundung
Energieträger	projektbezogenes Fräskonzept	Optimierung Bauzeit	Vergabebonus für Wiederverwendung
Transportwege	klinkerreduzierte Zemente	Materialverwendung vor Ort	Wiederverwendung vor Ort
Wiederverwendung	Verzicht auf Konti-C-Messung	Prozessoptimierung	Fräsgutbörse/ Haldenmanagement
Niedrigtemperaturasphalt	Photovoltaik	Transportwege	Performanceanforderungen

Diskussionsforum Nachhaltigkeit

Berechnungen	Diskussionsforum Nachhaltigkeit		
Phasen A1 bis C	Phasen A1 – A3	Phasen A4, A5 & B	Phasen C
Nutzungsdauer	verwendungsgerechte Anforderungen	Nutzungsdauer	Vorerkundung
Energieträger	projektbezogenes Fräskonzept	Optimierung Bauzeit	Vergabebonus für Wiederverwendung
Transportwege	klinkerreduzierte Zemente	Materialverwendung vor Ort	Wiederverwendung vor Ort
Wiederverwendung	Verzicht auf Konti-C-Messung	Prozessoptimierung	Fräsgutbörse/ Haldenmanagement
Niedrigtemperaturasphalt	Photovoltaik	Transportwege	Performanceanforderungen

spricht Wiederverwendung an

Diskussionsforum Nachhaltigkeit

Berechnungen	Diskussionsforum Nachhaltigkeit		
Phasen A1 bis C	Phasen A1 – A3	Phasen A4, A5 & B	Phasen C
Nutzungsdauer	verwendungsgerechte Anforderungen	Nutzungsdauer	Vorerkundung
Energieträger	projektbezogenes Fräskonzept	Optimierung Bauzeit	Vergabebonus für Wiederverwendung
Transportwege	klinkerreduzierte Zemente	Materialverwendung vor Ort	Wiederverwendung vor Ort
Wiederverwendung	Verzicht auf Konti-C-Messung	Prozessoptimierung	Fräsgutbörse/ Haldenmanagement
Niedrigtemperaturasphalt	Photovoltaik	Transportwege	Performanceanforderungen

spricht Wiederverwendung an

spricht Nutzungsdauer an

Diskussionsforum Nachhaltigkeit

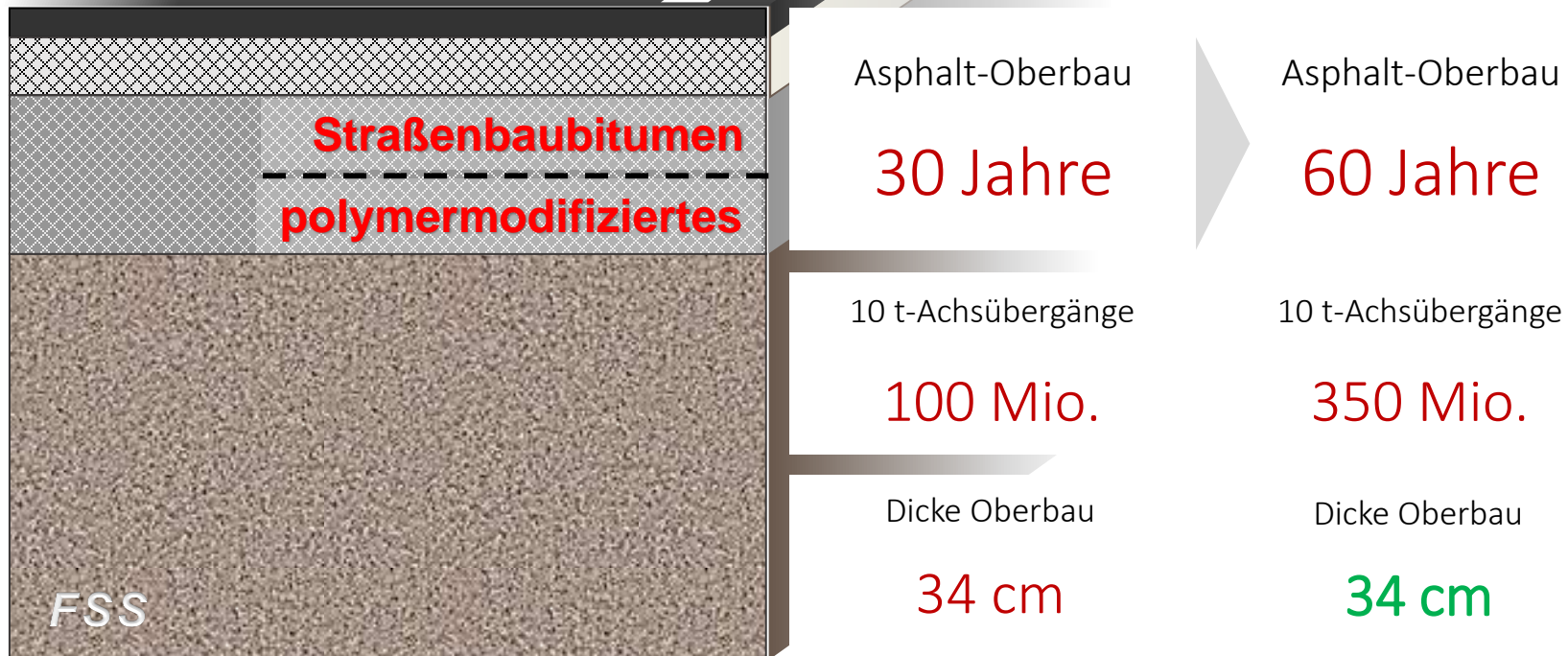
Klassifizierung	Maßnahmevorschläge	
große Wirkung, längerfristig umsetzbar	verwendungsgerechte Anforderungen	Nutzungsdauer
mittlere Wirkung, schnell umsetzbar	Vorerkundung	Wiederverwendung vor Ort
geringere Wirkung, schnell umsetzbar	Verzicht auf Konti-C-Messung	Transportwege

relative Bilanzierungen von Szenarien

		Referenz	Szenario 1: Transport	Szenario 2: Wiederverwend.	Szenario 3: Energieträger	Szenario 4: NTA	Szenario 5: Ewigkeitsstraße
Randparameter		Bauweise nach Zeile 1, Tafel 1 (RStO), Bk100, RQ 31, 5 km Länge					
Lebenszyklus		mehrere gewichtete Lebenszyklen für alle Aufbauschichten					ADS, Abi: 30 a ATS (PmB): 60 a
Transportweite A2		50 km	150 km	50 km	50 km	50 km	50 km
Granulat	SMA	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Abi	35 %	35 %	50 %	35 %	35 %	35 %
	ATS	40 %	40 %	60 %	40 %	40 %	40 %
Energie MW		Braunkohle	Braunkohle	Braunkohle	Gas	Braunkohle	Braunkohle
Temperatur MW		normal	normal	normal	normal	normal -20 °C	normal
Transportweite A4		30 km	50 km	30 km	30 km	30 km	30 km

Kenngroße: Treibhausgasemissionen

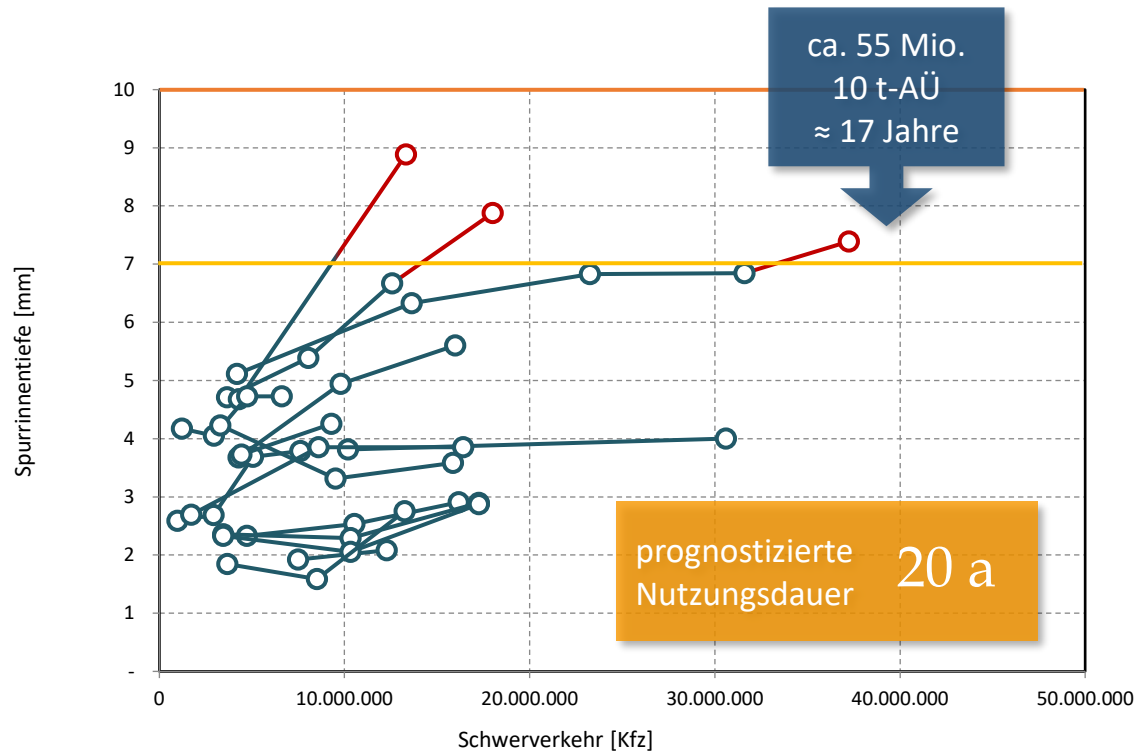
Steigerung der Nutzungsdauer



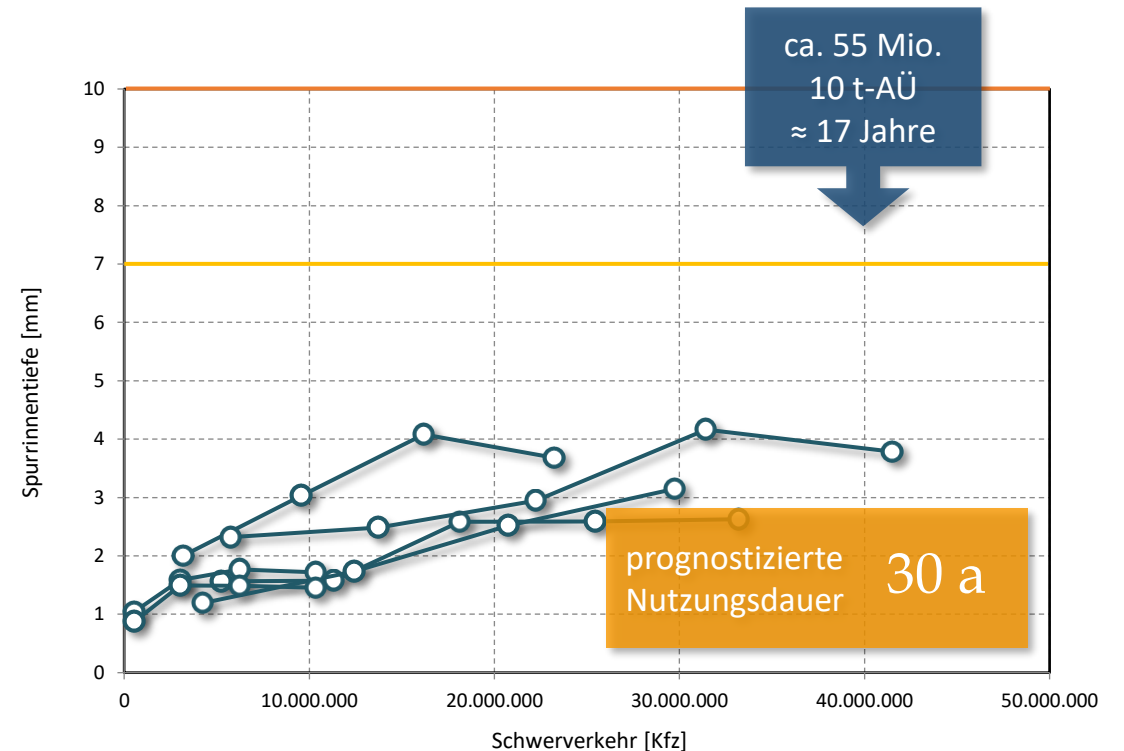
Steigerung der Nutzungsdauer



Steigerung der Nutzungsdauer

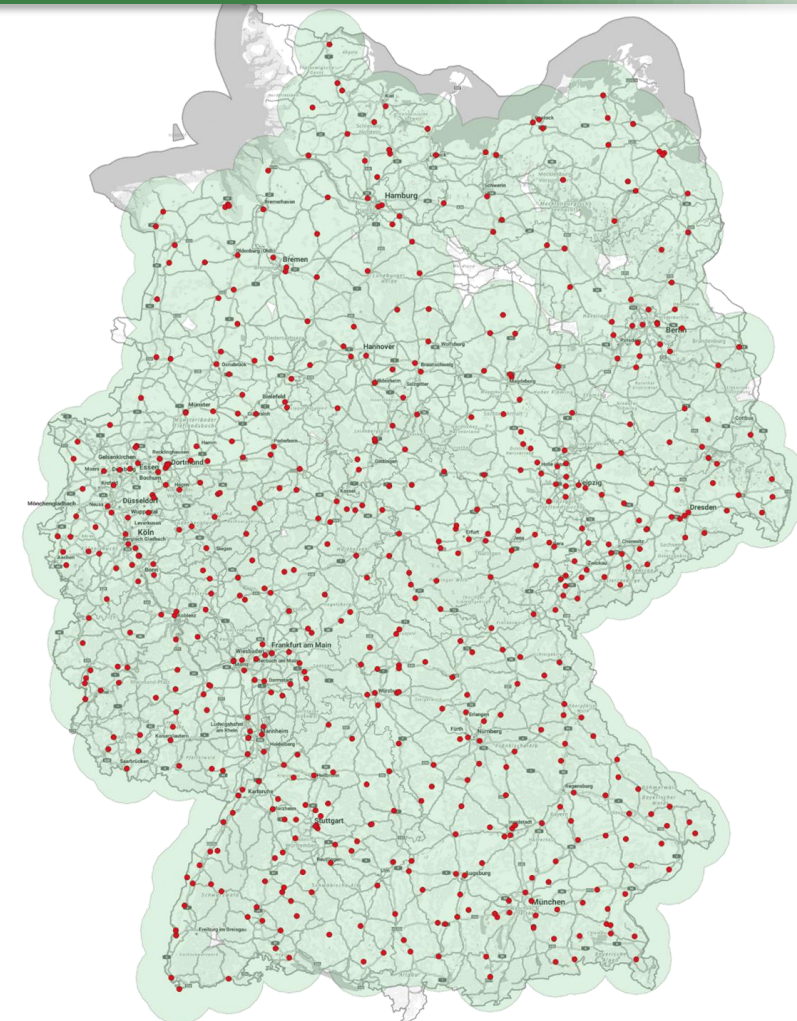
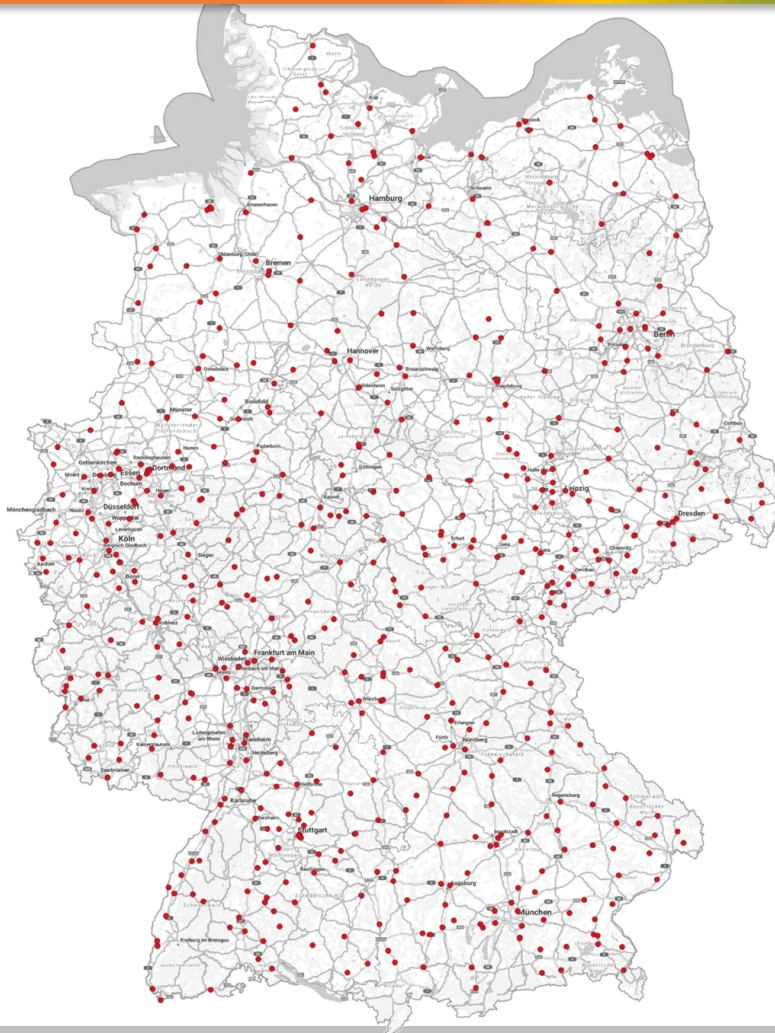


Gussasphalt

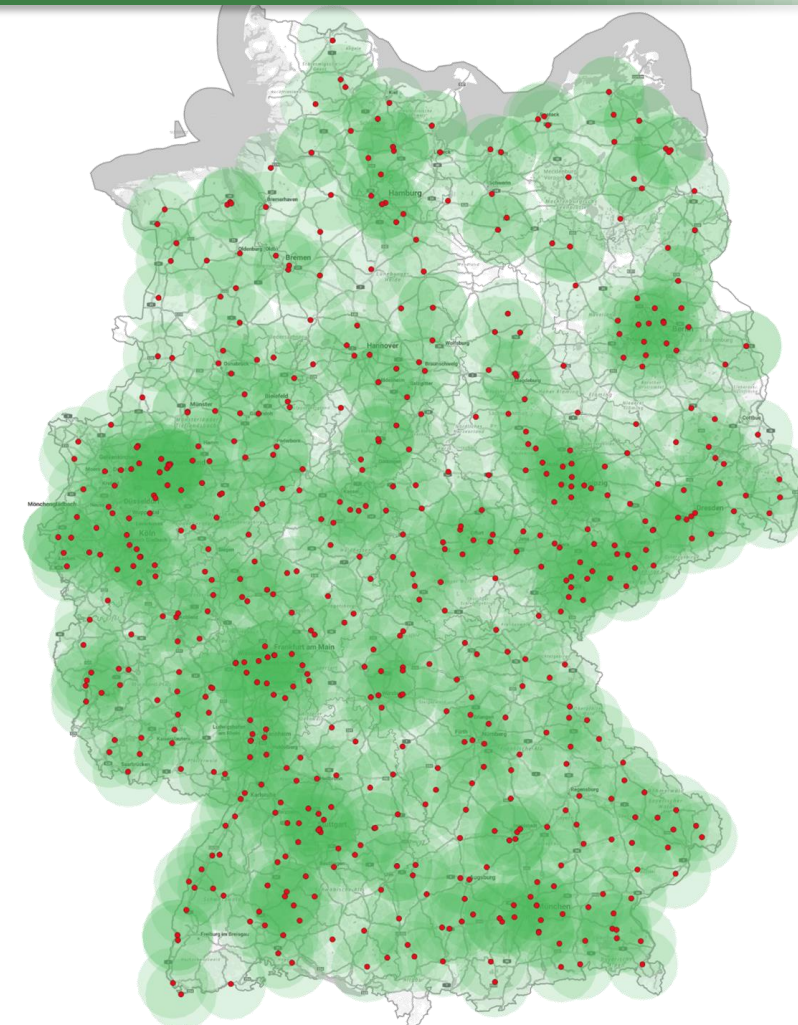
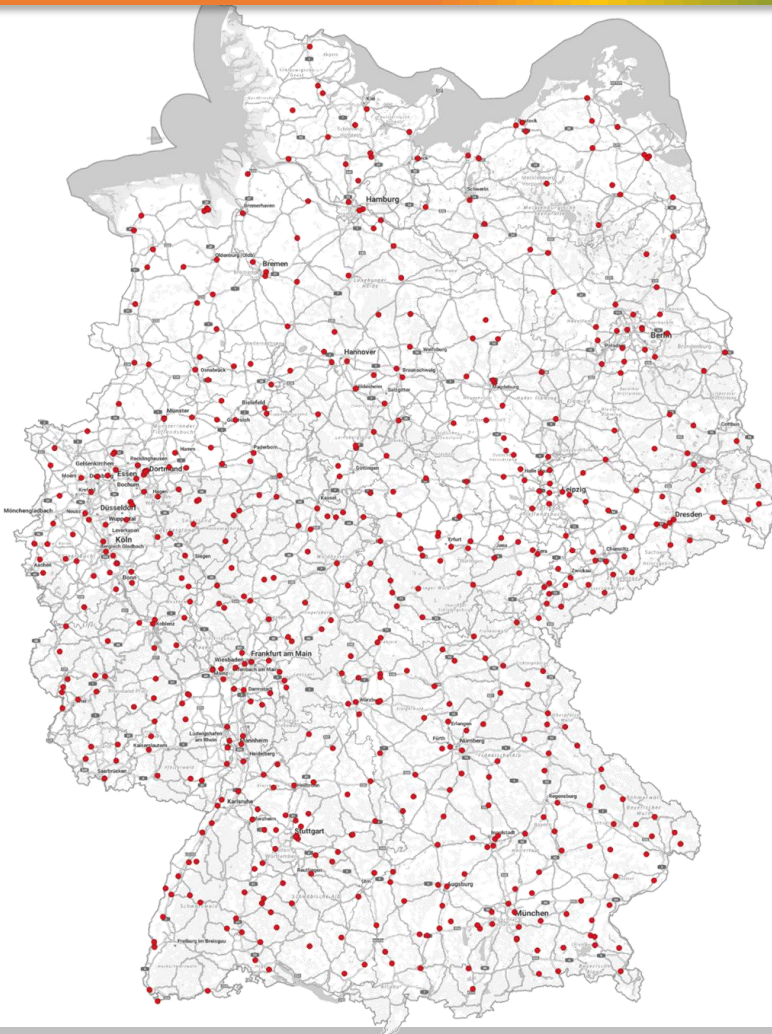


Kompaktasphalt

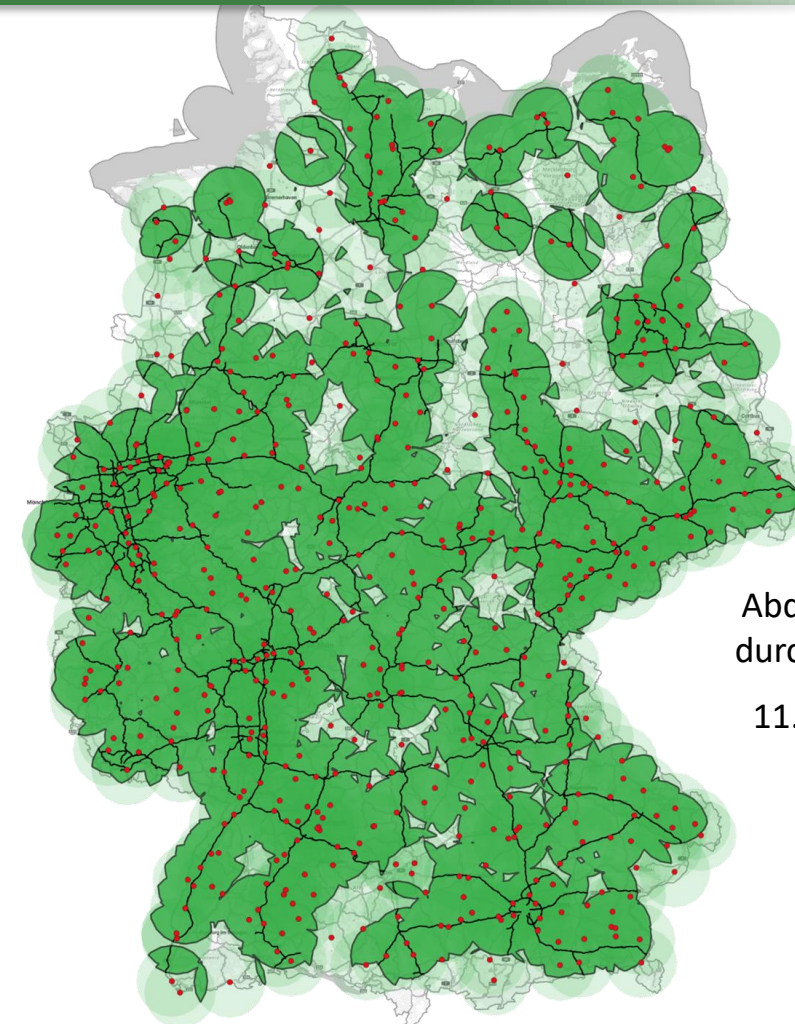
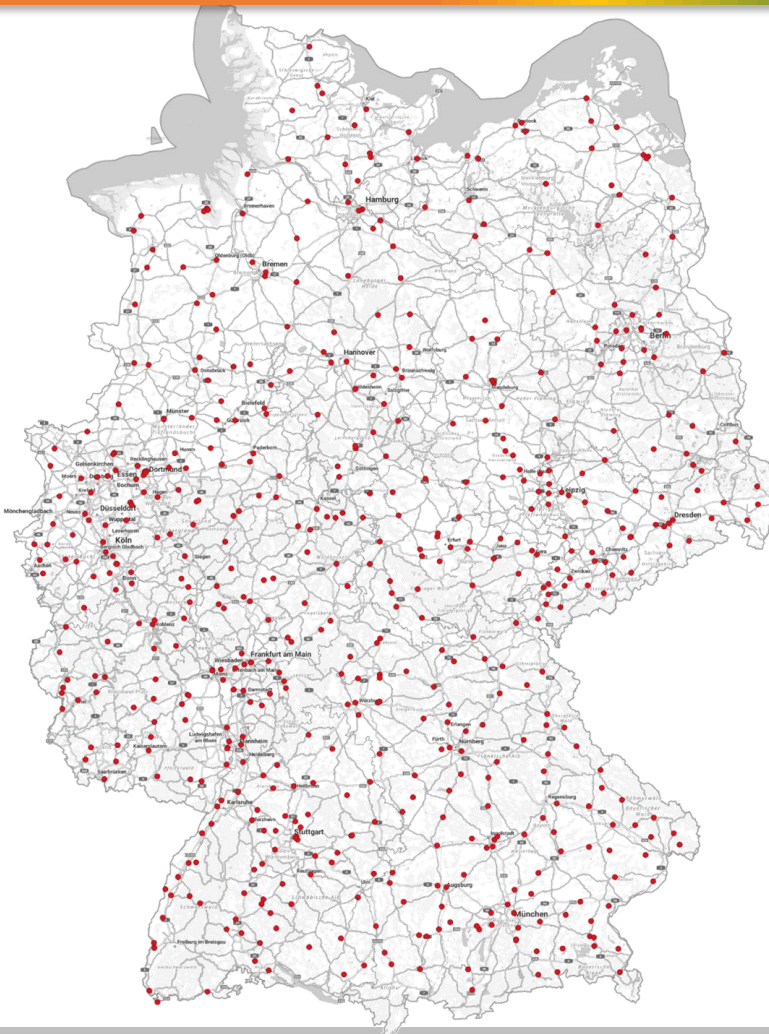
Kompaktasphalt



Kompaktasphalt



Kompaktasphalt

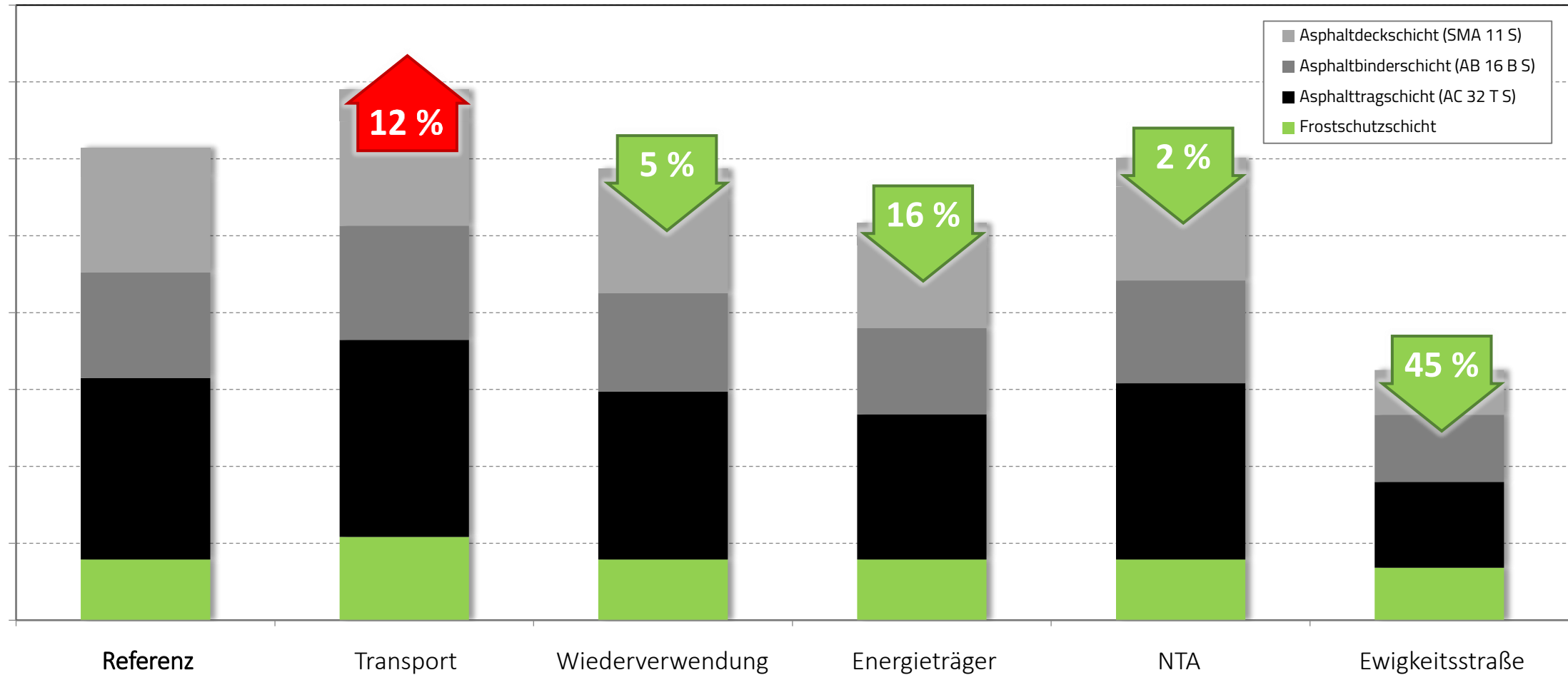


Abdeckung des BAB-Netzes
durch 3 Asphaltmischwerke:

11.444 km von 13.260 km

86 %

Vergleich der Szenarien nach Schichten [THG kg CO₂-eq]



Zusammenfassung

- in den zurückliegenden zwei Jahren wurden erhebliche Aufwände betrieben, um die Nachhaltigkeit beim Bauen und Betreiben von Straßen zu verbessern
- neben den **Treibhausgasemissionen** steht dabei der **Verbrauch an Energie und Baustoffen** im Vordergrund
- mittlerweile steht ein **Verfahrensentwurf zur Bilanzierung** dieser Nachhaltigkeitsindikatoren zur Verfügung, dessen Eingangsdaten aber noch verbessert werden müssen
- diese Daten werden vor allem durch die Einführung von **Umweltproduktdeklarationen (EPD)** erwartet
- kurzfristig und mittelfristig zu erzielende **Potenziale** wurden ermittelt

Zusammenfassung

- die **Nutzungsdauer von Straßenbefestigung und ihrer Schichten** wird als größter Hebel für die Nachhaltigkeit gesehen
- eine **Umstellung des Energieträgers** am Mischwerk erbringt einen großen ökologischen Beitrag, der aber mit wirtschaftlichen Anreizen verbunden sein muss
- der **Einsatz von Photovoltaik** wird als „Selbstgänger“ angesehen
- die **Vermeidung von großen Transportweiten** kann einfach und kurzfristig erfolgen
- eine **Steigerung der Wiederverwendung** besitzt kein hohes Potenzial
- eine **Reduzierung der Asphalttemperaturen** verringert die Treibhausgasemissionen nur dann, wenn Kaltasphalt mit guter Nutzungsdauer zur Anwendung kommen kann

vielen Dank !
für Ihre Aufmerksamkeit !

