

Vorzüge von HGT-in-situ-Verfahren im kommunalen Straßen- und Radwegebau

Ergänzungen aus ingenieurtechnischer Sicht

Warum ist die Bauweise wichtig?

Land will weniger Erdaushub verschwenden

Erlass des Verkehrsministeriums sieht vor, Bodenmaterial beim Straßenbau im Land vor Ort wiederzuverwenden

VON ANNIKA GRAH

STUTTGART. Das Land Baden-Württemberg will bei eigenen Straßenbauarbeiten sämtliches dazu geeignetes Bodenmaterial vor Ort verwenden. Das hat das Verkehrsministerium in einem Erlass Anfang Februar verfügt, wie ein Sprecher unserer Zeitung bestätigt. Der Erlass gilt für Land- und Bundesstraßen, vorerst zudem für Autobahnen. Auch gering belastetes Recyclingmaterial soll, wenn möglich, etwa außerhalb von

Trinkwasserschutzgebieten eingebaut werden, zum Beispiel abgedichtet unterhalb der Asphaltdecke.

Tatsächlich ist es so, dass jährlich immer noch Tonnen von un- oder kaum belastetem Boden, der bei Bauarbeiten ausgebaggert wird, auf Deponien landen. Das hat weitreichende Folgen. Die Deponiegebühren steigen, und Baufirmen müssen immer weiter fahren, um den Erdaushub überhaupt unterzubringen. Denn der Platz auf den Deponien wird knapp; die Genehmigung neuer Halden

dauert lange, wenn überhaupt ein Ort dafür gefunden wird. In der Bauwirtschaft wird das seit Langem beklagt. Auch der Einsatz von gering belasteten Böden werde durch niedrige Grenzwerte erschwert. Schon im vergangenen Jahr hatte der Landesverband gefordert, die Wiederverwertung von Bodenaushub vor Ort müsse oberste Priorität haben und dürfe nicht dem Zufall überlassen werden.

Daran arbeitet das Land gerade: In einer Gesetzesnovelle will das Umweltministe-

rium regeln, dass bei Bauvorhaben Bodenmaterial eingesetzt wird, um etwa Straßen oder Gebäude anzuheben, das umliegende Gelände zu gestalten oder Lärmschutzwände zu bauen. Werden mehr als 500 Kubikmeter Boden ausgebaggert, muss ein Verwertungskonzept vorgelegt werden. Bei den eigenen Bauvorhaben bemüht sich das Land, bereits den Erdaushub vor Ort oder auf anderen Baustellen zu verwenden. Das sei aber jeweils eine Einzelfallentscheidung, heißt es aus dem zuständigen Finanzministerium.

(Stuttgarter Zeitung 06.03.2020)

Endlich!

„Verschwendung“ aus Sicht der Straßenbauverwaltung heißt im Zuge der Straßenerneuerung:

Geld: zu teuer (nur begrenzt Finanzmittel verfügbar)

Zeit: zu langsam (Sanierungsstau wird stetig größer)

Materielle Ressourcen: zu großer Bedarf an Rohstoffen, Gerät und Personal für die Umsetzung der Maßnahmen (begrenzte Ressourcen bei Gestein/Deponie)

Fläche: zu große Beeinträchtigung des Verkehrs durch Straßensperrungen bzw. Gewinnung/Deponierung von Materialien

Energie: zu hoher Bedarf an Energie für Transport, Gewinnung und Verwertung von Straßenausbaustoffen etc.

CO₂-Emissionen: sehr hohe Emissionen bei Ausbau, Transport, Entsorgung/Verwertung und Herstellung der Straßenbaustoffe

Das beinhaltet zwei wichtige Aspekte:

Wirtschaftlichkeit

im Sinne von **Lebenszykluskosten** mit dem Ziel sehr langer Nutzungsdauern (>> 30 Jahre) der Verkehrsflächen in Kombination mit der sparsamen Verwendung von Haushaltsmitteln (Abfallvermeidung, CO₂-Preis)

Klima

in Verbindung mit dem **Klimaschutzgesetz** bzgl. des **CO₂-Budgets** (Reduktionslast aufgrund der Klimaschutzverpflichtung nicht auf die nachfolgenden Generationen verschieben und damit ggf. Freiheitsrechte einschränken; Urteil Bundesverfassungsgericht März 2021)

Wo ist das Problem?



BAB und Bundesstraßen



Landes- und Kreisstraßen



Gemeindestraßen

ca. 5.200.000.000 qm

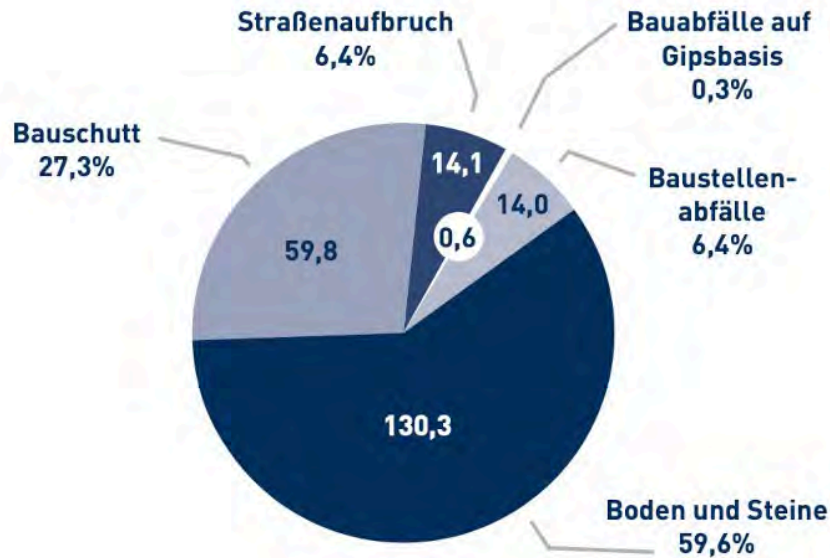
ca. 4.200.000.000 qm

Zunahme Transportleistung Güterverkehr Straße 2010 → 2030	+ 38 %	(Elsner 2021)
Baupreise Straßenbau 2011 → 2020 → 2024	+ 29 % + 30 %	(stat. Bundesamt)
Investitionen Bundesfernstraßen (Erhaltung) 2011 → 2023	+ 60 %	(BMVI IRP 2019 – 2023)
Substanzwert Bundesfernstraßen (2016)	~ 18 %	(BMDV/BAST)
Landes- und Kreisstraßen (div. Jahre)	~ 30 - 43 %	(Landesberichte div. Jahre)

Abnutzungsgrad steigt exponentiell → Erhaltungstau!
Finanzmittel werden weiter stark gekürzt (BDI)!

Statistisch erfasste Mengen mineralischer Bauabfälle 2018 (in Mio. t)

Anfall insgesamt: 218,8 Mio. t



Maßnahmen anfallenden Straßen-
tungsgrundlagen für die Verwertung

ulisch gebundene Straßenausbaustoffe,
steine, Werksteine und Elemente aus Beton, Bauschutt:
Bauschutt der LAGA-Mitteilung 20

Oberbodenmaterial/Bodenaushub
sowie **Bodenaushub** ohne oder mit
bis zu 10 Vol.-% mineralischen
Fremdbestandteilen:
- bei Einsatz in der durchwurzelbaren
Bodenschicht: Einhaltung der
Vorsorgewerte gemäß BBodSchV
und Sicherung oder Verbesserung
der Bodenfunktionen



Oberbau
Unterbau
Untergrund

Ungebundene Straßenausbaustoffe

- natürliche Mineralstoffe: TR Boden der LAGA-Mitteilung 20
- mineralische Abfälle bei sortenreinem Ausbau:
stoffspezifische Regeln der LAGA-Mitteilung 20 (Schlacken,
Aschen, Gießereiabfälle, Schlacken und Hüttensand,
Kupferhüttenschlacke)
- mineralische Gemische: TR Boden der LAGA-Mitteilung 20

- Bodenaushub** ohne oder mit bis zu 10 Vol.-% mineralischen
Fremdbestandteilen
- Bodenaushub** mit > 10 Vol.-% mineralischen
Fremdbestandteilen
- Bodenaushub** mit hydraulischen Bindemitteln
- TR Boden der LAGA-Mitteilung 20

Quelle: NLSTBV Qualifizierte Entsorgung von mineralischen Abfällen im Straßenbau 2014

Lösungsmöglichkeiten

Konv. Aus- und Einbau



Verfestigung



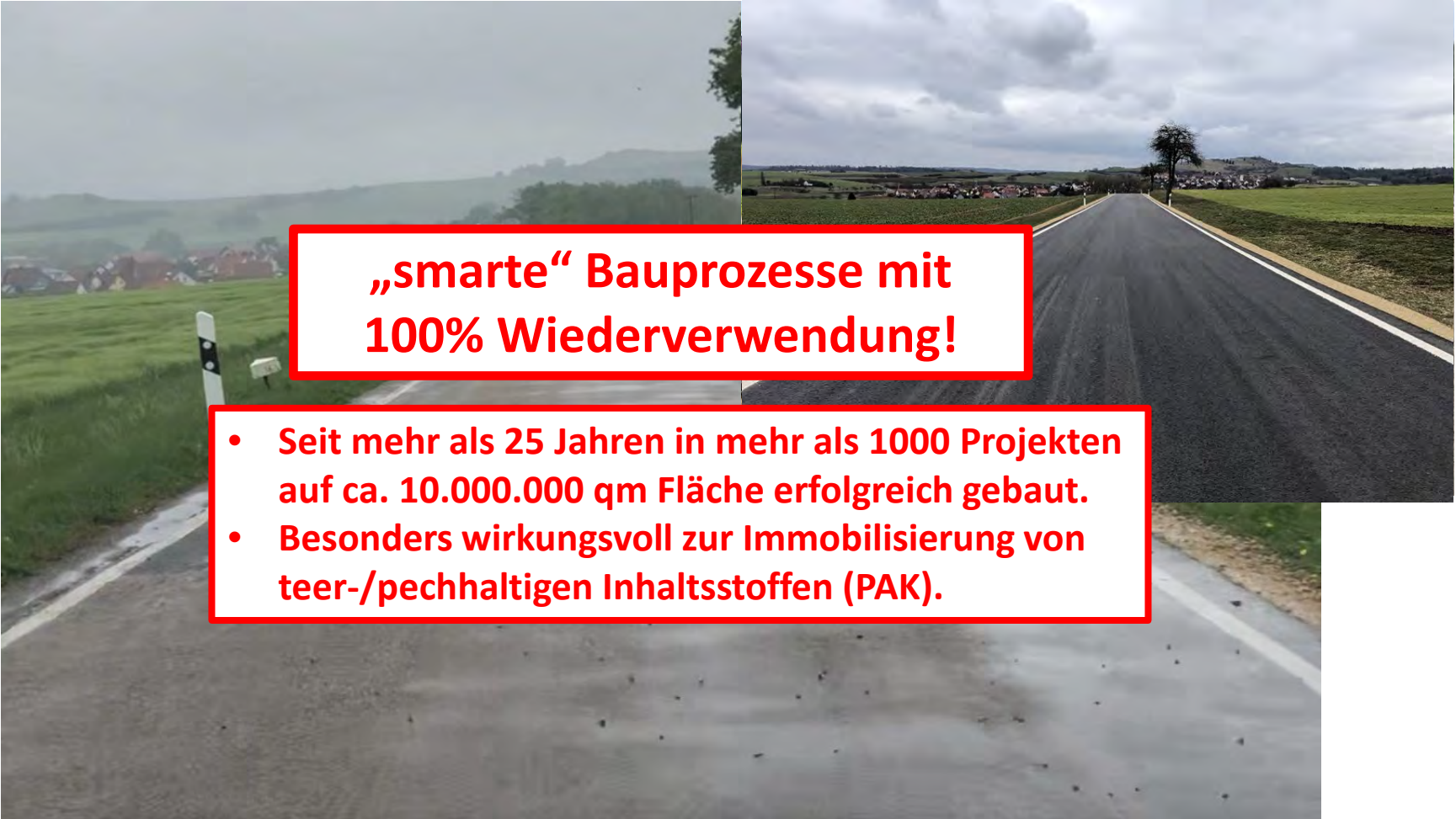
HGT-in-situ



**Bankettverfestigung
(seit 2010)
In Anlehnung ZTV E-
StB/ZTV Beton-StB**



**ZTV E-StB,
Bodenverfestigung und
-verbesserung, qual.
Bodenverbesserung**



„smarte“ Bauprozesse mit 100% Wiederverwendung!

- Seit mehr als 25 Jahren in mehr als 1000 Projekten auf ca. 10.000.000 qm Fläche erfolgreich gebaut.
- Besonders wirkungsvoll zur Immobilisierung von teer-/pechhaltigen Inhaltsstoffen (PAK).

Leitfaden I, Ia und IV

Anforderungen an eine Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ (HGT-in-situ)/Verfestigung im Oberbau einer Verkehrsflächenbefestigung mit dem

hydraulisch

(in Anle

Regelkonform!
(auch für PAK)

® ST 98

3 07)

Dimensionierung (HGT-in-situ mit NovoCrete®, 2022)



RG SOLUTIONS
INDIVIDUAL INNOVATIVE ENGINEERING

	Belastungskategorie	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3	Bk0,1 ^(*)
Zeile	B [Mio.]	> 32	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	> 0,1 - 0,3	≤ 0,1
Dicke der Frostschicht, Oberbau		55 65 75 85	55 65 75 85	55 65 75 85	45 55 65 75	45 55 65 75	45 55 65 75	35 45 55 65	35 45 55 65
Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht									
1	Asphaltdecke	12	12	12	10	4	4	4	10 ^(*)
	Asphalttragschicht	22	18	14	12	16	14	10	10
	Frostschutzschicht	45	45	45	45	45	45	45	45
	Dicke der Frostschutzschicht	31 41 51	25 35 45 55	29 39 49 59	33 43 53	25 35 45 55	27 37 47 57	21 31 41 51	25 35 45 55

Tafel 4: Bauweise... mit vollgebundenem Oberbau für Fahrbahnen
(Dickenangaben in cm, Angaben des Verformungsmoduls E_v in MN/m²)

RStO
Tafel

Zeile	Bauklasse	SV	I	II	III	IV	V	VI
	Verkehrsbelastungszahl (VB)	> 3200	1800 - 3200	900 - 1800	300 - 900	60 - 300	10 - 60	< 10
1 Asphaltoberbau								
Bituminöse Tragschicht auf Planum								
1.1	Deckschicht Bituminöse Tragschicht	4	4	4	4	4	4	4
	bei Tragschicht	34	42	38	38	26	26	22
Bituminöse Tragschicht und hydraulisch gebundene Tragschicht auf Planum								
1.2	Deckschicht Bituminöse Tragschicht	4	4	4	4	4	4	4
	hydraulisch geb. Tragschicht	75	75	75	75	75	75	75

RStO
Tafel

Bauweise mit
HGT-in-situ
und NovoCrete® ST 98
als Bindemittel auf
"rechnerischem"
Planum

Asphaltoberbau: Asphalttragschicht und Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT-in-situ) auf "rechnerischem" Planum								
V.1	Asphaltdecke	12	12	10	10	4	4	4
	Asphalttragschicht	10	8	8	8	12	9	8
V.2	Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98	26	26	26	24	26	26	22
	Asphaltdecke	4	4	4	4	4	4	4
V.3	Asphalttragschicht	6	6	6	6	10	7	6
	Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ mit NovoCrete® ST 98	30	30	30	28	30	30	22

Regelkonform!

aus RStO 86/89
Vollgebundener
Oberbau mit HGT



^(*) aus RStO 01 "abgeleitet" bzw. übernommen

(Dickenangaben in cm; E_v -Mindestwerte in MPa)

Resilienz

Ortsverbindungsstraße Unterreichenbach/Aurachtal

Starkregenereignis 11.08.2020



Wirtschaftliche und klimaschonende Straßenerneuerung möglich?

Ergebnisse von FWD-Messungen auf Verkehrsflächen mit HGT-in-situ

Bundesland	Auftraggeber	Streckenabschnitt	Fläche m ²	Aufbau	Fertigstellung	Ziel Bk (RStO 12)	Bewertung der FWD-Messung ¹⁾ nach Bk			
							Datum	Orientierungswert ²⁾	Datum	Orientierungswert ²⁾
NRW	Straßen NRW RN Mgl	B 9 Geldern Fahrbahn	42.000	4 cm AC 11	ca. Nov 21	Bk32	Jul 21	Bk1,0	Apr 22	Bk100
				8 cm AC 16						
				10 cm AC 32						
				28 cm HGT-in-situ						
				50 cm Vollgeb. Oberb.						
NRW	Straßen NRW RN Mgl	B 9 Geldern Radweg	11.000	2 cm AC 5	ca. Nov 21	Bk0,3	Jul 21	Bk0,3	Apr 22	Bk1,8 - Bk3,2
				8 cm AC 16						
				20 cm HGT-in-situ						
				30 cm Vollgeb. Oberb.						
B-W	RP Stuttgart	L 1078		3 cm AC 8					Sep 21	Bk32 - Bk100
Saar	LfS Neunkirchen	L 133 W						Bk0,3	Apr 22	Bk10 - Bk100
Bay	StBa Rosenheim	St 2357 Weigmann	18.000	30 cm HGT-in-situ	Nov 21					
				42 cm Vollgeb. Oberb.						
B-W	Landkreis Rottweil	K 5508 Hopfau	15.000	4 cm AC 11	Sep 17					
				6 cm AC 16						
				10 cm AC 32						
				35 cm HGT-in-situ						
				55 cm Vollgeb. Oberb.						
B-W	Stadt Aichtal	OVS	7.000	9 cm AC 16 TD	Sep 01					
				30 cm HGT-in-situ						
				39 cm Vollgeb. Oberb.						
RLP	LBM Speyer	KVP L 507 Freimersheim	2.300	4 cm AC 11	Jul 20					
				6 cm AC 16						
				12 cm AC 32						
				40 cm HGT-in-situ						
				62 cm Vollgeb. Oberb.						

**Sehr lange Nutzungsdauern!
~ 80 bis 100 Jahre
Extrem belastbar (Industrie)!**



¹⁾ : Bewertung durch Fa. Zetcon

²⁾ : auf Basis der Tragfähigkeitskennzahl Tz

Kosten

Übersicht zu den Kosten der Hydraulisch gebundene Tragschicht-in-situ/Verfestigung mit NovoCrete® ST 98

Projektgröße: > 5.000 m ²			Preis (netto) je m ² und Schichtdicke HGT-in-situ/Verfestigung mit NovoCrete ST 98 (160 kg/m ³ NovoCrete®ST 98)				
			17 - 20 cm	21 - 23 cm	24 - 25 cm	26 - 28 cm	30 cm
Baustelleneinrichtung		Stck.	~ 6.000 €				
Probenahme/Eignungsprüfung + Eigenüberwachung		Stck. + qm	~ 2 €				
Vorarbeiten	Fräsen/Umlagern/Nachbrechen Homogenisieren/Vorprofil	qm	~ 3 - 5 €				
HGT-in-situ/Verfestigung	Mischen/Bindemittel Einbau/Verdichten Nachbehandeln (wässern)	qm	~ 20 €	~ 23 €	~ 25 €	~ 27 €	~ 28 €

Projekt	~ 35 €/qm HGT-in-situ + Asphaltüberbauung sehr kostengünstig mit Kostensicherheit (keine Nachträge aus Unterbau)					g/m ³ NovoCrete®ST 98)
						30 cm
Probenahme/Ei						
Vorarbeiten						
HGT-in-situ/Verfestigung						~ 30 €

Schichtdicken (s. Leitfaden I, Ia und IV)			Schichtdicke HGT-in-situ / Verfestigung	Schichtdicke Asphalt (cm)	Vollgeb. Oberbau gesamt (cm)
RSTO 12/24			Bk100	26	52
			Bk32	26	48
			Bk10	26 - 30	46 - 48
			Bk3,2	26 - 30	44 - 46
			Bk1,8	24 - 30	42 - 44
			Bk1,0	26 - 30	39 - 41
			Bk0,3	22 - 25	34 - 35
			Bk0,1	22	30
In Anlehnung an RLW 1999 (2005) und Entwurf Teil 2	besonders hoch	Bk > 0,08 - 0,1	20 - 26	6 - 10	30 - 32
	sehr hoch	Bk > 0,06 - 0,08	21 - 24	6 - 8	29 - 30
	hoch	Bk > 0,04 - 0,06	16 - 20	6	22 - 26
	mittel	Bk > 0,02 - 0,04	15 - 19	6	21 - 25
	gering	Bk ≤ 0,02	15 - 17	6	21 - 23

Ersatzbaustoffverordnung (EBV)

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz (übergeordnet zur EBV) liefert folgende Definition:

Abfälle sind Stoffe oder Gegenstände, derer man sich entledigen will.

Man unterscheidet

- Abfälle zur Verwertung und
- Abfälle zur Beseitigung.

Eine Entledigung im Sinne der Abfallgesetze ist die Verbringung im Sinne der Abfallgesetze (Baustelle) zu verbleiben.
Dazu v
verbringen zur Änderung: Findet nicht statt, da die Stoffe vor verbleiben.
→ keine praktische Entledigung!

**Es erfolgt keine „Entledigung“ von vorh. Straßenbaustoffen
(weder praktisch noch theoretisch → Kein Abfall!
→ **Die EBV ist nicht anzuwenden.****

Der theoretische Entledigungswille ist anzunehmen, wenn die ursprüngliche Zweckbestimmung entfällt, ohne dass ein neuer Verwendungszweck unmittelbar an diese Stelle tritt.

Ziel ist es, den Straßenoberbau wird zu hydraulisch gebundenen Oberbauschichten wiederzuverwenden!

→ kein theoretischer Entledigungswille!

Anmerkungen des Bundes zu teer-/pechhaltige Straßen(aus)baustoffe

5 Bund sollte keine krebserregenden Stoffe mehr in seine Straßen einbauen
Straßen enthalten teilweise krebserregende teer- oder pechhaltige Bindemittel. Diese werden bei Straßenerneuerungen wiederverwendet. Das ist weder ökologisch noch wirtschaftlich sinnvoll. Stattdessen wäre es möglich, die krebserregenden Substanzen nahezu rückstandsfrei zu verbrennen (thermisches Verfahren). Absatz 1

Die Studie
Anlage) z
Straßena
Gesamtk
folgendes

**Ergebnis der Ökoeffizienz-Analyse:
In-situ-Verfahren haben ökologisch und
wirtschaftlich klare Vorteile gegenüber
Deponierung und thermische Verwertung
und sind am ökoeffizientesten (2007)!**

(siehe

g im
ergab

arunter
tem der

anfallende ISA in einer entfernten Anlage aufbereitet wird, und zum anderen ein modernes In-Situ-Verfahren. Als weiteres Beseitigungsverfahren wird die konventionelle Verbringung auf eine Deponie betrachtet. Die vierte Entsorgungsmöglichkeit besteht aus einer thermischen Behandlung (kurz „Thermik“) mit anschließender Weiterverwendung des abgereinigten Materials. Im modellierten Ausgangsfall der Ökoeffizienz-Analyse ergibt sich sowohl ökologisch als auch ökonomisch ein klarer Vorteil für das In-Situ-Verfahren, dieses ist unter allen betrachteten Sanierungsoptionen¹ am „ökoeffizientesten“. Ist diese Option jedoch nicht möglich, so ist zwischen dem off-site HGT-Verfahren und der Deponierung abzuwägen, wobei die Deponie tendenziell ökoeffizienter ist.“

Anmerkungen des Bundes zu teer-/pechhaltige Straßen(aus)baustoffe

Schon jetzt liegt die Gesamtmenge bei etwa 1 000 Millionen Tonnen. Bei jeder Wiederverwertung vermehrt sich die kontaminierte Menge, wenn sich der alte Straßenaufbau mit bisher unbelasteten Schichten vermischt um über 30 %.

Straßenbaulastträger fordern häufig während einer Baumaßnahme das „Ausschleusen“ von PAK-haltigen Straßenbaustoffen aus Verkehrsflächenbefestigungen. Damit wird mit Bezug auf das Technische Regelwerk der Dimensionierung (RStO 12) immer ein Vollausbau mit einem kompletten Ausbau der Straßenoberbaukonstruktion je nach Belastungsklasse und Frosteindringzone erforderlich. Straßenoberbaukonstruktionen müssen dann erst geschaffen werden.

Dasselbe Material kann viele Male an derselben Stelle mit der HGT-in-situ wiederverwendet werden.

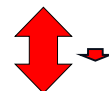
Aus- und Einbau
(konventionell)



HGT-in-situ



Pechhaltiger Bereich der Straßenkonstruktion



Materialbedarf für Aus - und Einbau und nur Einbau

Anmerkungen des Bundes zu teer-/pechhaltige Straßen(aus)baustoffe

Schon jetzt liegt die Gesamtmenge bei etwa 1 000 Millionen Tonnen.

	lt. Bundesrechnungshof
Gesamtmenge (Masse in t)	1.000.000.000
äquivalente Verkehrsfläche	2.000.000.000
Ausbauvolumen Bk1,8 Vollausbau (m ³)	1.400.000.000
Asphaltschicht unbelastet (m ³)	140.000.000
pechh. Straßenbaustoffe (m ³)	280.000.000
ungebundene Straßenkonstruktion (m ³)	490.000.000
Verwertung Asphaltschichten	3.500.000.000
Verwertung/Entsorgung pechh. Straßenbaustoffe	
Verwertung/Entsorgung ungebundene Straßenbaustoffe	
Kosten	
Einbauvolumen Bk1,8 Vollausbau (m ³)	
Asphaltschichten (m ³)	280.000.000
ungebundene Straßenbaustoffe (m ³)	700.000.000
Bodenbehandlung/-austausch (m ³)	420.000.000
Einbau Asphaltschichten (m ³)	56.000.000.000
Einbau ungebundene Straßenbaustoffe (m ³)	70.000.000.000
Herstellung Bodenbehandlung/-austausch	16.800.000.000
Kosten Einbau	142.800.000.000
Gesamtsumme	265.300.000.000
€/qm	132,65
Gesamtmassen Ein- und Ausbau (t)	
Frachtaufwand Lkw-Ladungen (Anzahl)	
Frachtaufwand Lkw-Fahrten (Anzahl)	
Frachtaufwand Lkw-km (km)	49.280.000.000
Dieserverbrauch (l)	12.320.000.000
t CO2 Emission äquiv.	32.648.000
Wert in €	6.562.248.000
Gesamtkosten inkl. CO ₂ Schattenpreis (€)	271.862.248.000
€/qm	135,9

Kosten und CO₂-Emissionen werden extrem reduziert.

+ 285 % CO₂-Emissionen (Fracht)

	lt. Bundesrechnungshof
Gesamtmenge (Masse in t)	1.000.000.000
äquivalente Verkehrsfläche	2.000.000.000
Ausbauvolumen Bk1,8 HGT-in-situ (m ³)	
Asphaltschicht unbelastet (m ³)	200.000.000
pechh. Straßenbaustoffe (m ³)	0
ungebundene Straßenkonstruktion (m ³)	0
Verwertung Asphaltschichten (€)	5.000.000.000
Verwertung/Entsorgung pechh.	0
Verwertung/Entsorgung ungebundene	0
Einbau (€)	5.000.000.000
Einbau (m ³)	320.000.000
Herstellung HGT-in-situ (m ³)	600.000.000
Einbau Asphaltschichten (€)	51.200.000.000
Herstellung HGT-in-situ (€)	54.000.000.000
Kosten Einbau (€)	105.200.000.000
Gesamtsumme (€)	110.200.000.000
€/qm	55,1
Gesamtmassen Ein- und Ausbau (t)	1.300.000.000
Lieferung Bindemittel (t)	300.000.000
Frachtaufwand Lkw-Ladungen (Anzahl)	64.000.000
Frachtaufwand Lkw-Fahrten (Anzahl)	128.000.000
Frachtaufwand Lkw-km (km)	12.800.000.000
Dieserverbrauch (l)	3.200.000.000
t CO2 Emission äquiv.	8.480.000
Wert in €	1.704.480.000
Gesamtkosten inkl. CO ₂ Schattenpreis (€)	111.904.480.000
€/qm	56,0

+ 141 % Kosten

Kosten und CO₂-Emissionen

Schadensquote

Budgetschätzungen (!) aus Haushaltsplänen

Prognose der Kosten-Einsparung für das Wege- und Straßennetz in Deutschland (ohne Stadtstaaten)

Straßenkategorie	Länge	Breite	Fläche	zu sanieren im Vollausbau			Kosten [€/qm]				
				%	davon %/a	qm/a	Vollausbau ³ €/qm	gesamt €	Variante ⁴ €/qm	Einsparung €/qm	Einsparung €/a
Bundesautobahnen	13.183	20	263.660.000	20%	3,0%	1.581.960	250	395.490.000	130	120	189.835.200
Bundesstraßen	37.842	7	264.894.000	25%	3,0%	1.986.705	220	437.075.100	115	105	208.604.025
Landesstraßen	86.923	6	521.538.000	40%	2,5%	5.215.380	200	1.043.076.000	100	100	521.538.000
Kreisstraßen	91.828	5	459.140.000	25%	2,5%	2.869.625	180	516.532.500	80	90	258.266.250
Gemeindeverbindungsstraßen ¹	182.868	5	914.340.000	45%	2,0%	8.229.060				70	576.034.200
Wirtschaftswege ²	883.500	3	2.650.500.000	35%	1,5%	13.915.125				30	417.453.750
Radwege (ohne Neubauprogramm)	55.611	2	111.222.000	35%	5,0%	1.946.385	100	194.638.500	60	40	77.855.400
Summe			5.185.294.000								9.586.825

~ 1,33 Mrd. €/a

Prognose der CO₂-Einsparung für das Wege- und Straßennetz in Deutschland (ohne Stadtstaaten)

Straßenkategorie	Länge	Breite	Fläche	zu sanieren im Vollausbau			Kosten [€/qm]				
				%	davon %/a	qm/a	Vollausbau ³ €/qm	gesamt €	Variante ⁴ €/qm	Einsparung €/qm	Einsparung t/a
Bundesautobahnen	13.183	20	263.660.000	20%	3,0%	1.581.960	250	395.490.000	130	120	12.319
Bundesstraßen	37.842	7	264.894.000	25%	3,0%	1.986.705	220	437.075.100	115	105	41.056
Landesstraßen	86.923	6	521.538.000	40%	2,5%	5.215.380	200	1.043.076.000	100	100	22.446
Kreisstraßen	91.828	5	459.140.000	25%	2,5%	2.869.625	180	516.532.500	80	90	160.699
Gemeindeverbindungsstraßen ¹	182.868	5	914.340.000	45%	2,0%	8.229.060				70	403.224
Wirtschaftswege ²	883.500	3	2.650.500.000	35%	1,5%	13.915.125				30	820.992
Radwege (ohne Neubauprogramm)	55.611	2	111.222.000	35%	5,0%	1.946.385	100	194.638.500	60	40	105.105
Summe			5.185.294.000								2.165.841

therm. Verwertung:
~ zzgl. Kosten (~ 1 Mrd. €/a)
und CO₂ (~ 24 Mio. t/a ~ 5 Mrd. €/a)
gegen Ewigkeitskosten (?)

~ 1,50 Mio. t CO₂/a

Wert Schattenpreis VM BW 201/t CO₂⁵ [€]: 435.334.061

50 % PAK 300 kg/qm ~ 10 Mio. t PAK á 3 t CO₂/t
Zzgl. 30 Mio. t CO₂ aus thermischer Verwertung

¹: Schätzung ca. 40% des gesamten Gemeindestraßennetzes (457.171 km)

²: Angaben verschiedene homepages und Schätzungen

³: Vollausbau gemäß RStO 12

⁴: Asphaltdeckschicht auf Asphalttragschicht auf NovoCrete®-Schicht

⁵: CO₂-Schattenpreises (CO₂-Schattenpreis-Verordnung – CO₂-SP-VO) des Landes

Effekte und Potentiale

Konv. Aus- und Einbau



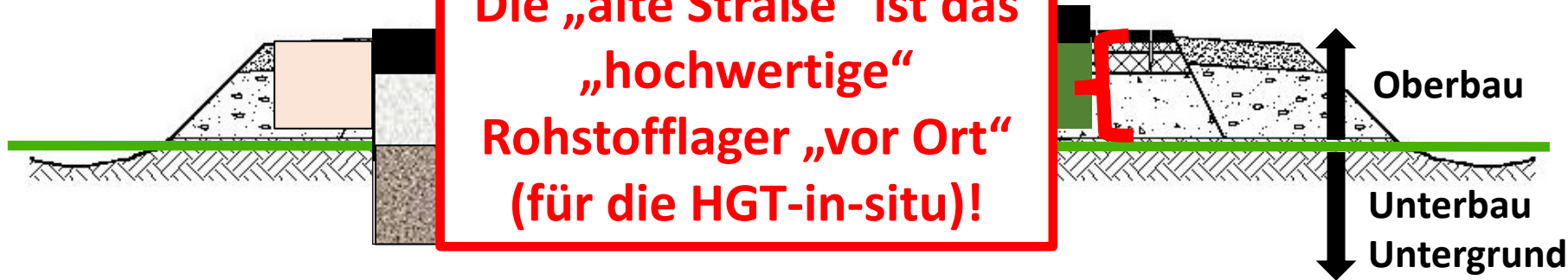
Verfestigung



HGT-in-situ



Die „alte Straße“ ist das „hochwertige“ Rohstofflager „vor Ort“ (für die HGT-in-situ)!



Verkehrsbeeinträchtigung (baustellennah, überregional)

(u. a. Dauer von Umleitungen, Fahrzeiten öffentl. Verkehr und Individualverkehr)

Lärm und Abgase

(u. a. Bauzeit → Gerätestunden und Transportstrecken, Lkw-Stunden)

Beanspruchung umliegender Straßen etc.

(u. a. Transportvolumen reduziert Nutzungsdauer)

„Verschwendung“ aus Sicht der Straßenbauverwaltung heißt im Zuge der Straßenerneuerung:

HGT-in-situ

Geld: zu teuer (nur begrenzt Finanzmittel verfügbar)



Zeit: zu langsam (Sanierungsstau wird stetig größer)



Materielle Ressourcen: zu großer Bedarf an Rohstoffen, Gerät und Personal für die Umsetzung der Maßnahmen (begrenzte Ressourcen bei Gestein/Deponie)



Fläche: zu große Beeinträchtigung des Verkehrs durch Straßensperrungen bzw. Gewinnung/Deponierung von Materialien



Energie: zu hoher Bedarf an Energie für Transport, Gewinnung und Verwertung von Straßenausbaustoffen etc.



CO2-Emission: sehr hohe Emissionen bei Ausbau, Transport, Entsorgung/Verwertung und Herstellung der Straßenbaustoffe



Förderfähigkeit I

Beispiel Gemeinde Weidenberg/Bayreuth (2021):

12.000 qm Ortsverbindungsstraße (förderfähig ist die Regelbauweise RStO 12)

Kosten Regelbauweise: 2,5 Mio. € Zuschuss: max. 70 % Land ~ 1,75 Mio. €

Anteil der Gemeinde ~ mind. 30 % Rest Gemeinde ~ 0,75 Mio. € (Restrisiko Bewilligung)

Baukosten HGT-in-situ mit NovoCrete komplett: ~ 0,70 Mio. €

→ Einsparung

→ Einsparung

→ Einsparung

**Förderfähigkeit sofort umsetzbar mit
sehr großem Nutzen für Kommunen!**

Verkehrsflächenbefestigungen (Straßen und Wege) mit geringen Anteilen an teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel (bis zu 25 mg PAK/kg Feststoff)

- Förderfähigkeit der Bauweisen HGT-in-situ bzw. Verfestigung mit NovoCrete ST 98 anerkennen für Förderprogramme des Landes für Kommunen bzw. Landkreise durch entsprechende Verweise in den Förderrichtlinien mit Hinweisen z.B. auf die Leitfäden I und IV und Eingruppierung gemäß RStO bzw. RLW.
- Als Voraussetzung für die Förderfähigkeit wäre vom Antragsteller mit dem Antrag der Nachweis der Eignung der Bauweisen (Leitfaden I oder Leitfaden IV) durch Bewertung der Ergebnisse von Vorerkundungen und Voruntersuchungen des Straßenoberbaus bzw. -unterbaus sowie des Untergrundes des jeweiligen Projektes zu fordern.

Förderfähigkeit II (PAK mit Ausschleusen)

Verkehrsflächenbefestigungen (Straßen und Wege) mit erhöhten Anteilen an teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel (> 25 mg PAK/kg Feststoff)

- Förderfähigkeit der Bauweisen HGT-in-situ bzw. Verfestigung mit NovoCrete ST 98 anerkennen für Förderprogramme des Landes für Kommunen bzw. Landkreise durch entsprechende Verweise in den Förderrichtlinien mit Hinweisen z.B. auf die Leitfäden I und IV u
- Als Voraus Nachweis Bewertung Straßenob
- Hinweis: P /pechhalt nach Gradientenbedingungen dem Zuführen geeigneter Recyclingbaustoffe/-gemische bzw. Gesteinskörnungen/Gesteinskörnungsgemische zwecks Massenausgleich der „entnommenen“ teer-/pechhaltigen Ausbaustoffe, um die Soll-Gradienten zu erreichen/zu gewährleisten).

Förderfähigkeit sofort umsetzbar
mit großem Nutzen für Kommunen!

Dies böte schon jetzt die Möglichkeit, umfassend CO₂-Emissionen und Kosten einzusparen und die oben genannten Wirkungen zu erzielen (ohne auf das Ergebnis der Diskussionen zur Wiederverwendung von teer-/pechhaltigen Straßen(aus)baustoffen an Ort und Stelle im Baufeld - in situ - warten zu müssen).

dem Antrag der
durch
gen des
ligen Pr
leusen der teer-
ktion (und je

Förderfähigkeit III (PAK in situ wiederverwenden)

Verkehrsflächenbefestigungen (Straßen und Wege) mit erhöhten Anteilen an teer-/pechtypischen Bestandteilen im Bindemittel (> 25 mg PAK/kg Feststoff)

- Förderfähigkeit nur der Bauweise HGT-in-situ bzw. Verfestigung mit NovoCrete ST 98 anerkennen für Förderprogramme des Landes für Kommunen bzw. Landkreise durch entsprechende Verweise in den Förderrichtlinien mit Hinweis auf den

Leit

- Als
der
Erg
bzw

**Förderfähigkeit mittelfristig umsetzbar mit
außerordentlich großem Nutzen für Kommunen!**

Ergebnis der Diskussionen zur Wiederverwendung von teer-/pechhaltigen Straßen(aus)baustoffen an Ort und Stelle im Baufeld - in situ – abwarten bzw. bisherige Regelungen ändern.

Antrag
er
aus
n.

Kompromissvorschlag:

In-situ-Bauweisen
< 6000 mg PAK/kg Feststoff

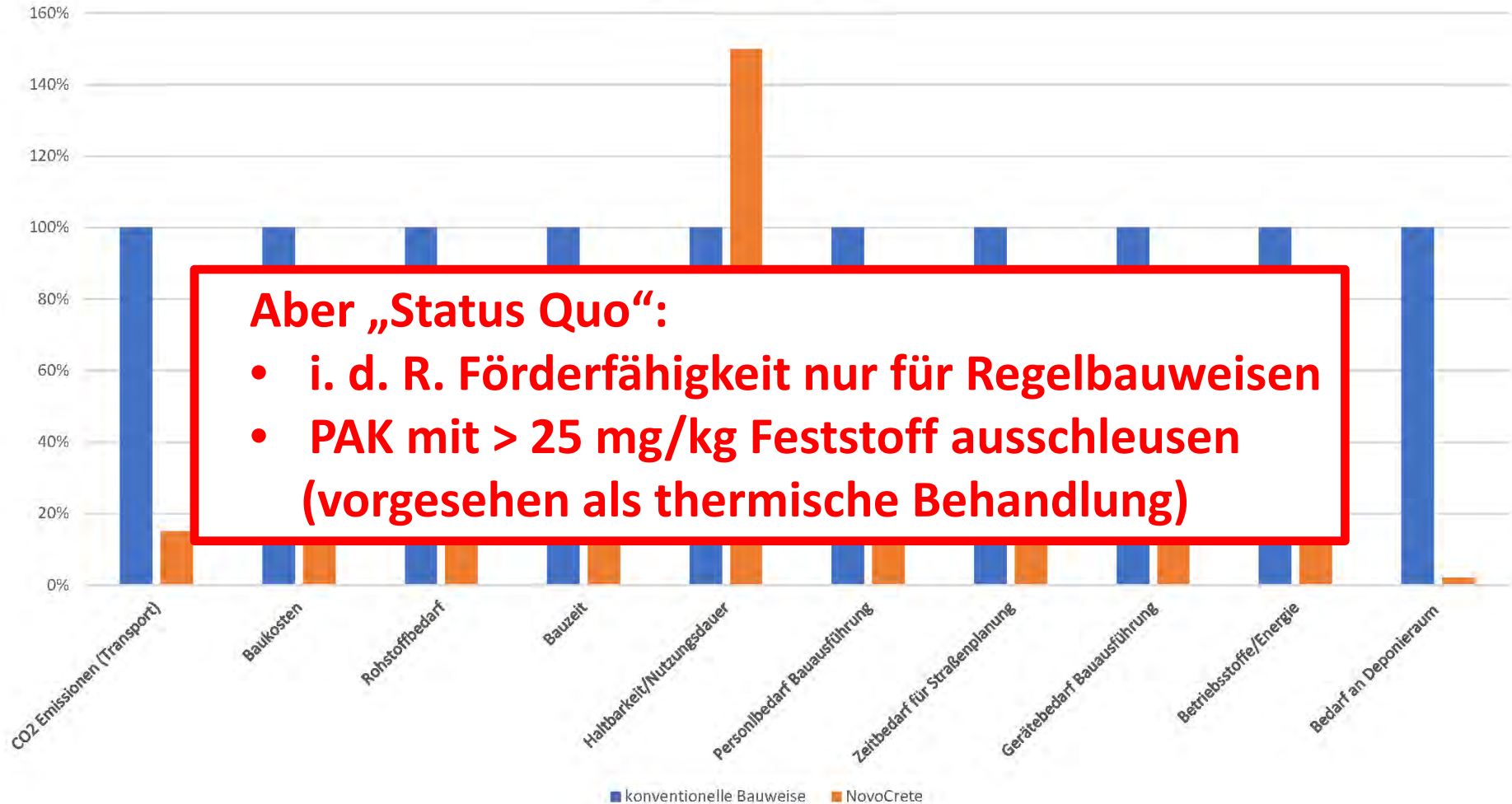
Thermische Verwertung
≥ 6000 mg PAK/kg Feststoff

Wirkung der Bauweise „HGT-in-situ“

Bauweisenvergleich

Aber „Status Quo“:

- i. d. R. Förderfähigkeit nur für Regelbauweisen
- PAK mit > 25 mg/kg Feststoff ausschleusen (vorgesehen als thermische Behandlung)



CO₂-Emission der thermischen Behandlung

Detailed Results - Carbon footprint assessment*

		Scenario B	Scenario A1	Scenario A2
Quantity IN (tons)		HGT-in-situ NovoCrete	Konventioneller Ausbau Deponie therm. Beh.	
Product stage (A1-A3) (t CO ₂ eq)				
Transportation (A4) (t CO ₂ eq)		14	68 (+386%)	
Total A1-A4 (t CO ₂ eq)		1,110	1,480 (+33%)	
Average sourced asphalt transport distance (km)		14.58 km		
Average sourced aggregates transport distance (km)		-	25.95 km	
Average sourced burnt lime transport distance (km)		-	536.79 km	
Average sourced cement transport distance (km)		19.52 km	-	-
Quantity OUT (tons)		5,85	535 (+8%)	
Transportation (A5) (t CO ₂ eq)		5.59	33.12 (+493%)	180 (+3120%)
Average removed asphalt transport distance (km)		14.03 km		
Average removed tar transport distance (km)		-	14.03 km	75.50 km
Average removed soil & slag transport distance (km)		-	-	93 km
Tar thermal treatment (A5) (t CO ₂ eq)		-	-	21,500
Total (A5) (t CO ₂ eq)		5.59	33.12 (+493%)	21,680 (+387,735%)
Total (A1-A5) (t CO ₂ eq)		1,116	1,513 (+36%)	23,160 (+1,977%)

Faktor ~ 20

Faktor ~ 1,4

Ansatzpunkt zum „Status Quo“ ist ein Widerspruch

EBV/The

Forderung

von Straße

nur noch a

(Verbrennu

→ Vollausbau (sehr hohe Kosten,

vom 24.03.2021).

extreme

Verwert

etc.)

e laut

beitsrechte

he

sgerichts

Frage 1: Was hat Priorität: Wasser- und Bodenschutz (mit Abfallrecht) oder Klima-Schutz?

Frage 2: Was können wir noch bauen (wenn Baukosten ↑ Finanzmittel ↓)?

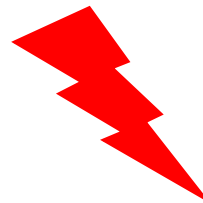
Frage 3: Was dürfen wir noch bauen (wenn Handlungsspielräume ↓)?



sehr hohe
CO₂-Emissionen



keine
CO₂-Emissionen



Kompromissvorschläge Förderfähigkeit I, II und III zielen in die richtige Richtung!

~~„Verschwendung“~~ aus Sicht der Straßenbauver- **HGT-in-situ** heißt im Zuge der Straßenerneuerung:

Geld: zu teuer (nur begrenzt Finanzmittel verfügbar) ✓

Zeit: zu langsam (Sanierungszeitpunkt wird stetig größer) ✓

Materielle

Personal für
bei Gestein

Wer so baut, betreibt

- **höchst effizienten Umgang mit Ressourcen**
- **höchst aner kennenswerten und aktiven Klimaschutz!**

Gerät und
Ressourcen ✓

Fläche: zu g
sperrungen bzw. Gewinnung/Deponierung von Materialien ✓

Energie: zu hoher Bedarf an Energie für Transport, Gewinnung und Verwertung von Straßenausbaustoffen etc. ✓

CO₂-Emissionen: sehr hohe Emissionen bei Ausbau, Transport, Entsorgung/Verwertung und Herstellung der Straßenbaustoffe ✓

Was ist NovoCrete?

NovoCrete® wird dem Zement mit einem Anteil von nur 2 % zugegeben und zusammen mit dem anstehenden Boden vermischt.

Wasser wird die Ausbildung
in während des Zement-
es geste

Anstehender Boden

5 - 10 % Zement +



Der Deutsche
Innovationspreis

Eine Initiative von Accenture, EnBW,
O₂, Telefónica und WirtschaftsWoche

Gewinner 2023

Mittelstand
IBS GmbH

Bei führenden Zementherstellern im Angebot als NovoCrete® ST 98



Vielen Dank für Ihr Interesse!

Dipl.-Ing. Ottmar Rienhoff-Gembus

rienhoff-gembus@rg-solutions.de

+49 1590 1824 656

