

Richtlinie

Empfänger Dienststelle für Mobilität
Autor DFM / Technische Gruppe (TG)
Datum 1. Oktober 2023

Richtlinie zum Einsatz von ungebundenen Gemischen als Foundationsschichten im Strassenbau

1. Einleitung

Zur Verbesserung der Qualität der Strassen ist der Bauherr bestrebt, frostsichere ungebundene Gemische als Foundationsschichten im Strassenoberbau einzusetzen. Dieses Ziel muss von den Unternehmen durch Qualitätskontrollen unterstützt werden, so dass die Risiken von Frostschäden minimiert werden.

Dieses Dokument legt die Qualitätskontrollen und Anforderungen fest, die ab 2024 aus folgenden Gründen durchgeführt werden sollen:

- Das Auftreten von vermutlich frostbedingten Schäden (Frosthebungen, Tragfähigkeitsverluste) auf einigen Baustellen
- Die DFM plant, den Anteil der Baustellen mit Oberbauerneuerungen (inkl. Foundationsschichten) zu erhöhen, was einer Änderung gegenüber der Praxis der letzten Jahre mit dem Ersatz der Belagsschichten an der Oberfläche darstellt.

Es ist nicht akzeptabel, problematische ungebundene Gemische zu verwenden, nachdem eine beträchtliche Investition in einen kompletten Neuaufbau der Strasse getätigt wurde.

Parallel dazu hat sich die DFM zum Ziel gesetzt, alle Kiesgemische, die ab 2024 eingebaut werden, zu untersuchen und in einer Datenbank zu dokumentieren. In Abhängigkeit der Ergebnisse und der Rückmeldungen wird sich die DFM erlauben mindestens alle zwei Jahre diese Strategie weiterzuentwickeln.

2. Objekt und Kontext

In der Schweiz sind die klimatischen Bedingungen regional stark unterschiedlich. Während im Mittelland der Frost eine untergeordnete Rolle spielt, sind die Bergkantone, insbesondere der Kanton Wallis, mit einer grossen Frostproblematik konfrontiert. Die Qualität und der Feinanteil des Kiesgemisches sind ausschlaggebend für die Frostempfindlichkeit.

Die technischen Lieferanforderungen in der Norm VSS 70119 sowie im nationalen Anhang der Norm SN EN 13285 sind wie folgt definiert:

- Feinanteile - natürliche Gesteinskörnungen:
 - < 5% bei Siebdurchgang 0.063, kein CBR_F notwendig
 - 5 ... 12% bei Siebdurchgang 0.063, CBR_F notwendig
- Feinanteile - rezyklierte Gesteinskörnungen:
 - < 3% bei Siebdurchgang 0.063, kein CBR_F notwendig
 - 3 ... 12% bei Siebdurchgang 0.063, CBR_F notwendig

3. Aktueller Stand im Wallis und Begründung für neue Massnahmen

Die DFM begrenzte den Feinanteil im Oktober 2021 auf 6%, teilte dies jedoch nicht den Lieferanten mit, da es sich dabei um ein internes Ziel handelte.

4. Situation ab 2024

Ab dem 1. Januar 2024 werden nur noch normgerechte Baumaterialien in Betracht gezogen, dies, um die Qualität und die Kreislaufwirtschaft zu fördern. Für die kantonalen Strassenbaustellen sind folgende ungebundene Gemische nach der Norm VSS-70119 zugelassen:

- UG 0/22 (natürlich)
- UG 0/45 (natürlich)
- UG RC-B 0/22 (industriell oder rezykliert)
- UG RC-B 0/45 (industriell oder rezykliert)
- UG RC-P 0/22 (industriell oder rezykliert)
- UG RC-P 0/45 (industriell oder rezykliert)

Im Rahmen der Wiederverwertung von Materialien in situ (autonome Baustellen, d.h. «am Ort der Produktion») kann der Bauherr für die kantonalen Erschliessungsklassen C und D eine der folgenden Zusammensetzungen zulassen:

- Ähnliche Zusammensetzung wie UG RC-A: In-situ-Aufwertung (Zugabe von maximal 20% Primärkies, nur um die von der Norm geforderten technischen Eigenschaften

zu erreichen) eines alten, an Ort und Stelle befindlichen Recycling-Kiessandes A¹, als Fundationsschicht und abgedeckt mit einer wasserdichten Deckschicht²

- Zusammensetzung ähnlich wie UG RC-AG: Verwendung nur als Feinplanie (Ausgleichsschicht) und mit einer wasserdichten Deckschicht abgedeckt²

5. Überlegungen zu CBR-Test, Frost, Durchlässigkeit und Qualität des Feinanteils

CBR Versuch

Die Beurteilung der Frostempfindlichkeit basiert auf den Verhältnisquotienten CBR2/CBR1 und CBRF/CBR1. Die Anforderung an den Quotienten beträgt ≥ 0.5 . Mit dem Laborversuch wird somit die Auftauphase mit einem Verlust der Tragfähigkeit simuliert und beurteilt, während die Gefrierphase mit Eislinsenbildung und Hebungen nicht beurteilt wird.

Frost

Die in Zusammenhang mit Frost und Frost-Tau-Zyklen verbundenen Schäden aus Hebungen und Tragfähigkeitsverluste werden von mehreren Faktoren beeinflusst (lokales Klima/Temperatur, Frostdimensionierung, Qualität des Kiesgemisches, Hydrologie des Ortes, Vorhandensein einer Entwässerung usw.), die miteinander interagieren und zusammen betrachtet werden müssen.

Durchlässigkeit

Die Durchlässigkeit eines ungebundenen Gemisches spielt eine massgebende Rolle in Bezug auf die Frostempfindlichkeit.

Nach SN EN 13285 muss die Durchlässigkeit für Gemische mit einem Feinanteil > 5 M-% bei natürlichen und bei einem Feinanteil von > 3 M-% bei rezyklierten Gesteinskörnungen bestimmt werden. Es sind jedoch keine normativen Anforderungen festgelegt. Die Durchlässigkeit muss lediglich als Wert deklariert werden.

Qualität der Feinanteile

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Qualität der Feinanteile die Frostempfindlichkeit massgebend beeinflusst.

Gemäss EN 13285 Nationaler Anhang muss die Qualität der Feinanteile beurteilt werden, wenn deren Anteile mehr als 5 M-% bei natürlichen oder mehr als 3 M-% bei rezyklierten Gesteinskörnungen betragen.

Nach der Norm EN 13242, Anhang A, beruht die zu erfüllende Bedingung jedoch nur auf einer Vergleichbarkeit und nicht auf einer Prüfung mit konkreten Anforderungen.

¹ Nach der «Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle» (BAFU, 2006)

² Teil «Verwertung von mineralischen Rückbaustoffen» des Moduls «Bauabfälle» der Vollzugshilfe zur VVEA (BAFU, 2023)

6. Gewählte Strategie

Es muss vor allem berücksichtigt werden, dass mit der Reduktion der Feinanteile allein noch keine absolute Sicherheit erreicht wird. Neben den Feinanteilen beeinflussen weitere Parameter den Frostprozess wie:

- Frostdimensionierung
- Wasser, resp. Wirksamkeit der Entwässerung des Strassenoberbaus
- Untergrund
- Spezielles Mikroklima mit sehr tiefen Temperaturen.

Da der CBRF-Test zudem keine Problemfälle verhindern konnte, möchte die DFM weitere Kennwerte verwenden, um eine bessere Risikoeinschätzung zu ermöglichen. Diese Wahl beruht auch auf den Erfahrungen der DFM und der Dienststelle für Nationalstrassenbau.

Die gewählte Strategie besteht aus:

- Standardfälle: die Abnahmekriterien gemäss folgender Tabelle 2 und Tabelle 3 müssen erfüllt sein
- Nachgewiesene Fälle mit Frostproblematik (gemäss technischen Studien, Erfahrung, etc.): Begrenzung auf 5% Feinanteil. Zusätzliche bauliche Vorkehrungen müssen ebenfalls vorgesehen werden (z.B. Entwässerung, Dimensionierung usw.).

Besonderheiten bei der Verwendung von Wertstoffen

Wann immer es technisch möglich ist und die Umweltbedingungen (Grundwasser) eingehalten werden, sollen Gemische aus rezyklierten Gesteinskörnungen gefördert werden.

Aus diesem Grund sind nur die in Kapitel 4 und Tabelle 1 aufgeführten unbehandelten ungebundenen Gemischen in Foundationsschichten für die Verwendung als Strassenunterbau zulässig.

7. Prüfungen und zusätzliche Anforderungen

Ab dem 1. Januar 2024 wird die DFM von den Lieferanten vollständige Unterlagen zur Qualifizierung der ungebundenen Gemische verlangen, einschliesslich der stofflichen Zusammensetzung bei Gemischen aus rezyklierten Gesteinskörnungen. Neben der Deklaration der Kennwerte müssen die dazugehörigen Prüfberichte abgegeben werden.

Die Anteile der stofflichen Zusammensetzung von Gemischen aus rezyklierten Gesteinskörnungen (Beton Bc, bitumenhaltige Materialien Ra, ungebundene Gesteinskörnung Ru, vgl. Tabelle 1) können um +/- 25% vom deklarierten Wert abweichen. Die maximalen und minimalen Grenzwerte der einzelnen Bestandteile sind jedoch in jedem Fall einzuhalten (vgl. Norm SN EN 13285 Nationaler Anhang, Ziffer 13.1).

**TABELLE 1 ZUSAMMENSETZUNG DES RECYCELTEN KIESGEMISCHES UND DURCH DFM
FESTGELEGTE EINSATZBEDINGUNGEN**

Bezeichnung nach (SN-670050)	Zusammensetzung (Ref. SN EN 13242)							Bestimmungen der DFM
	Ra	Rb	Rc	Ru	Rg	X	FL	
	[Masse-%]						[cm ³ .kg ⁻¹]	
UG RC-Asphaltgranulatgemisch (UG RC-AG)	≥ 80	Rb + Rc ≤ 2		≤ 20	≤ 2	≤ 0.3	≤ 5	Verwendung nur als Feinplanie (Ausgleichsschicht) und mit einer wasserdichten Deckschicht abgedeckt
UG RC-Kiesgemisch P (UG RC-P)	≤ 4	≤ 1	≤ 4	≥ 95	≤ 2	≤ 0.3	≤ 5	Wird wenn möglich im Falle von Strassenrückbau vorrangig vor Ort verwertet, eventuell Rückgewinnung aus anderem, nicht strassengebundenem Rückbau
UG RC-Kiesgemisch A (UG RC-A)	≤ 30	≤ 1	≤ 4	≥ 70	≤ 2	≤ 0.3	≤ 5	In-situ-Aufwertung (Zugabe von maximal 20% Primärkies, nur um die von der Norm geforderten technischen Eigenschaften zu erreichen) eines alten, an Ort und Stelle befindlichen Recycling-Kiessandes A, als Foundationsschicht und abgedeckt mit einer wasserdichten Deckschicht
UG RC-Kiesgemisch B (UG RC-B)	≤ 4	≤ 1	≤ 30	≥ 70	≤ 2	≤ 0.3	≤ 5	-

Legende:

Ra – Bitumenhaltige Materialien [Masse-%]

Rb – Mauerziegel (Mauersteine, Ziegel), Kalksandsteine, nicht schwimmender Porenbeton [Masse-%]

Rc – Beton, Betonprodukte, hydraulisch gebundene Gesteinskörnungen (stabilisierte Schichten), Mörtel, Mauerstein aus Beton [Masse-%]

Ru – Ungebundene und industriell hergestellte Gesteinskörnungen, Naturstein [Masse-%]

Rg - Glas [Masse-%]

X – Sonstige Materialien (Metalle, Holz, Kunststoffe, Gummi nicht schwimmend sowie Gips) [Masse-%]

FL – Schwimmendes Material [cm³.kg⁻¹]

Die in jedem Fall durchzuführenden Prüfungen sind in der Tabelle 2 (Prüfungen nach der Norm VSS-70119) und in Tabelle 3 (die von der DFM geforderten zusätzlichen Prüfungen in Abhängigkeit des vorhandenen Feinanteils) beschrieben.

TABELLE 2 ÜBLICHE PRÜFUNGEN NACH DER NORM VSS-70119

Prüfungen	Merkmale	Referenzen	Anforderungen Kiesgemisch und RC-Kiesgemisch		Bemerkungen
Korngrössenanalyse - SN EN 933-1	Bezeichnung des Gemischs	SN EN 13285	UG 0/22	UG 0/45	(d/D)
	Maximales Grösstkorn D [mm]	-	22	45	(D)
	Maximaler Feinanteil	SN EN 13285	UF 12	UF 12	Tabelle 2
			Oder Siebdurchgang 0.063mm ≤ 12%		
	Maximal zulässige Grösstkorn	SN EN 13285	OC 75	OC 75	Tabelle 4 (2D)
			Durchgang [mm]		
			45 (2 D)	90 (2 D)	
			Sieb 100%		
			31.5 (1.4 D)	63 (1.4 D)	
			Sieb 85 bis 100%		
			22 (D)	45 (D)	
	Allgemeiner Bereich der Korngrössenverteilung	SN EN 13285	GC	GC	Tabelle 5
			11.2 mm (Durchgang A)	22.4 mm (Durchgang A)	
			Spezifikation 50 bis 90% - Angegeben (MDV) 61 bis 79%		
			5.6 mm (Durchgang B)	11.2 mm (Durchgang B)	
			Spezifikation 30 bis 75% - Angegeben (MDV) 41 bis 64%		
			2 mm (Durchgang C)	5.6 mm (Durchgang C)	
			Spezifikation 20 bis 60% - Angegeben (MDV) 31 bis 49%		
1 mm (Durchgang E)			2 mm (Durchgang E)		
Spezifikation 13 bis 45% - Angegeben (MDV) 22 bis 36%					
0.5 mm (Durchgang F)			1 mm (Durchgang F)		
Korngrössenverteilung einzelner Lose	SN EN 13285	11.2 mm (Durchgang A)	22.4 mm (Durchgang A)	Tabelle 7	
		5.6 mm (Durchgang B)	11.2 mm (Durchgang B)		
		2 mm (Durchgang C)	5.6 mm (Durchgang C)		
		Toleranz ± 11%			
		1 mm (Durchgang E)	2 mm (Durchgang E)		
		Toleranz ± 9%			
		0.5 mm (Durchgang F)	1 mm (Durchgang F)		
-	0.5 mm (Durchgang G)				
Toleranz ± 5%					
Stetigkeit	SN EN 13285	Differenz zwischen den Siebdurchgang von		Tabelle 8	
		11.2 mm (Durchgang A)	22.4 mm (Durchgang A)		
		5.6 mm (Durchgang B)	11.2 mm (Durchgang B)		
		und zwischen			
		5.6 mm (Durchgang B)	11.2 mm (Durchgang B)		
		2 mm (Durchgang C)	5.6 mm (Durchgang C)		
		Differenz zwischen 7 und 30%			
		Differenz zwischen den Siebdurchgang von			
		2 mm (Durchgang C)	5.6 mm (Durchgang C)		
		1 mm (Durchgang E)	2 mm (Durchgang E)		
Differenz zwischen 7 und 20%					
Differenz zwischen den Siebdurchgang von					
1 mm (Durchgang E)	2 mm (Durchgang E)				
0.5 mm (Durchgang F)	1 mm (Durchgang F)				
Differenz zwischen 4 und 15%					
CBR Versuch	Frostempfindlichkeit	SN EN 13286-47 VSS 70 321	CBR_r / CBR_t ≥ 0.5		Wenn Feinanteil: > 5% für Kiesgemische und > 3% für RC-Kiesgemische
	Wasserbeständigkeit	SN EN 13286-47	CBR₂ / CBR_t ≥ 0.5		Siehe SN EN 13285
	Tragfähigkeit	SN EN 13286-47	CBR₂ ≥ 40 und CBR_t ≥ 40		
Durchlässigkeitstest	Durchlässigkeitsprüfung	SN EN ISO 17892-11	ist anzugeben		Wenn Feinanteil: > 5% für Kiesgemische und > 3% für RC-Kiesgemische

Proctor Versuch	Trockendichte und optimaler Wassergehalt	SN EN 13285	ist anzugeben	Komgruppe 0/16
				Topf B
				Energie 1.2 MJ.m ⁻³
Plattigkeitskennzahl EN 933-3	Kornform Fraktionen 4/8, 8/16, 16/32 und 32/D	SN EN 13242	F ₃₅	
Test Los Angeles EN 1097-2	Widerstand gegen Zertrümmerung Fraktionen 4/8 und 11/16	SN EN 13242	LA ₄₀	
Körner geschrotet EN 933-5	Kantigkeit der Gesteinskörnung Fraktionen 4/8, 8/16, 16/32 und 32/D	SN EN 13242	ist anzugeben	
	Verunreinigungen	SN EN 13242	keine sichtbaren	Natürlichen Gesteinskörnungen

TABELLE 3 ZUSÄTZLICHE PRÜFUNGEN, DIE VON DER DFM JE NACH VORHANDENEN FEINANTEIL GEFORDERT WERDEN

Kategorie	M-% bei Siebdurchgang 63 µm (Feinanteil)	Natur	Zusätzliche Prüfungen nach der Norm VSS-70119			Zusätzliche Prüfungen* ausserhalb der Norm VSS-70119	
			Wasserbeständigkeit CBR ₂ /CBR ₁	Frostbeständigkeit CBR _F /CBR ₁	Durchlässigkeit	Test Methylenblau	Schlammanalyse
			SN EN 13286-47		SN EN ISO 17892-11	EN 933-9	EN ISO 17892-4
1	≤ 3	Kiesgemisch und RC-Kiesgemisch	≥ 0.5	-	-	-	-
2	> 3 et ≤ 5	Kiesgemisch	≥ 0.5	-	-	-	-
		RC-Kiesgemisch	≥ 0.5	≥ 0.5	ist anzugeben	-	-
3	> 5 et ≤ 7	Kiesgemisch und RC-Kiesgemisch	≥ 0.5	≥ 0.5	ist anzugeben	MB _{0/d} ≤ 1 g Mb/kg	-
4	> 7 et ≤ 9	Kiesgemisch und RC-Kiesgemisch	≥ 0.5	≥ 0.5	ist anzugeben	MB _{0/d} ≤ 1 g Mb/kg	P _{0.02mm} < 3 %
5	> 9 et ≤ 12	Kiesgemisch und RC-Kiesgemisch	Nicht erlaubt				
Ausserhalb der Norm	> 12	Kiesgemisch und RC-Kiesgemisch					

* Die Relevanz der vorgeschlagenen Tests und die oben definierten Werte werden jährlich vom DFM überprüft. Je nach den tatsächlich erzielten Ergebnissen können sie mindestens alle zwei Jahre korrigiert und angepasst werden.

8. Häufigkeit der Kontrollen der Hersteller und Gültigkeitsdauer der Dokumente

Zertifizierte Produktion

Im Falle einer zertifizierten Produktion (das Zertifikat muss zum Zeitpunkt der Lieferung gültig sein) wird die Häufigkeit der Kontrollen im Rahmen der Zertifizierung seines Produkts geregelt.

Die Häufigkeit muss an den Qualitätsplan für die Produktion des jeweiligen Lieferanten angepasst sein.

Ein vollständiges Dossier muss der DFM jährlich vorgelegt werden. Die Gültigkeitsdauer der Dokumente beträgt 1 Jahr, ausser für die Prüfungen, für die die Norm eine andere Frist vorsieht und die unten aufgelistet sind (*Stand März 2023*):

- Frostbeständigkeit (vgl. Normen SN EN 13286-47, VSS-70321): 2 Jahre
- Durchlässigkeit (vgl. Norm SN EN ISO 17892-11): 2 Jahre
- Tragfähigkeit (CBR1 und CBR2) (vgl. Norm SN EN 13286-47): 2 Jahre

Die für ein Produkt eingereichten Unterlagen müssen dem Material entsprechen, welches tatsächlich für die Baustellen eingesetzt wird.

Die DFM behält sich das Recht vor, die Lieferungen auf der Baustelle zu kontrollieren sowie die erforderlichen Kontrollen während des Einbaus und der Verdichtung des gelieferten Produkts durchzuführen.

Nicht zertifizierte Produktion oder "Los-für-Los" Produktion

Im Falle einer nicht zertifizierten Produktion, z.B. einer Einzellosproduktion, muss die Kontrolle gemäss Tabelle 2 und Tabelle 3 für jedes Los durchgeführt werden und ein vollständiges Dossier muss der DFM spätestens bei der Angebotsabgabe vorgelegt werden.

Die DFM wird frühzeitig Vorkontrollen ab Depot des Lieferanten (Anlage zur Verwertung von mineralischen Abfällen) durchführen. Dieses Depot muss separat für den festgelegten Verwendungszweck vorbereitet wurde.

Die DFM wird auch die Kontrollen bei der Anlieferung auf der Baustelle sowie die erforderlichen Kontrollen während des Einbaus und der Verdichtung des gelieferten Produkts durchführen.

Das Material für welches die Unterlagen abgegeben wurden, muss mit dem Material übereinstimmen, das tatsächlich geliefert wird.

9. Toleranzen

Die Norm SN EN 13285 legt die zulässigen Produktionsabweichungen von den vom Lieferanten angegebenen Werten in den Tabellen 7 und 8 fest (Kategorie Gc Tabelle 2 in diesem Schreiben).

Die Anteile der stofflichen Zusammensetzung von Recyclingkiesgemischen (Beton Bb, bitumenhaltige Materialien Ra, ungebundene Gesteinskörnung Ru, vgl. Tabelle 1) können um +/- 25% vom deklarierten Wert abweichen. Die maximalen und minimalen Grenzwerte der einzelnen Bestandteile sind jedoch in jedem Fall einzuhalten (vgl. Norm SN EN 13285 Nationaler Anhang, Ziffer 13.1).

Bei der Lieferung der Kiesgemische auf die Baustelle ist eine Toleranz von +1% gegenüber des deklarierten Feinanteils zulässig. Das Kiesgemisch muss jedoch innerhalb der deklarierten Kategorie gemäss Tabelle 3 bleiben.

Bei Überschreitung der Toleranzgrenze wird die DFM das gelieferte Material zurückweisen.

10. Zusammensetzung der Arbeitsgruppe

Die Arbeitsgruppe bestand aus den Mitgliedern der Technischen Gruppe, d. h. Mitarbeitern der DFM, dem Bauingenieurbüro Nibuxs Sárl sowie den Labors Infralab SA und Consultest AG.

11. Inkrafttreten und Gültigkeit

Das Inkrafttreten dieser Richtlinie ist auf den 1. Januar 2024 festgelegt.

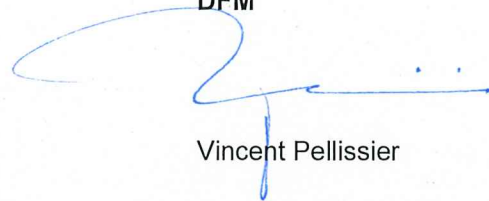
12. Unterschriften

DUW



Christine Genolet-Leubin

DFM



Vincent Pellissier

DMRU



Franz Ruppen