



## Vorschriften für die Ausführung von Erdarbeiten (Schüttarbeiten und Fundationsschichten)

### 1. Grundlagen

Es gelten die im Anhang 02 und im Werkvertrag und dessen Bestandteilen aufgeführten Normen und Richtlinien.

### 2. Abweichungen von der Norm

- Norm SN 670 119a-NA: Anteil  $< 0.063 \text{ mm} \leq 5.0 \text{ Gew.-%}$  im eingebauten und verdichteten Zustand.
- Norm SN 640 585:  $M_{E1}$ -Wert  $\leq 0.60 \text{ m}$  unterhalb Planum:  
bei anstehendem Untergrund  $\geq 15 \text{ MN/m}^2$  anstelle  $\geq 30 \text{ MN/m}^2$

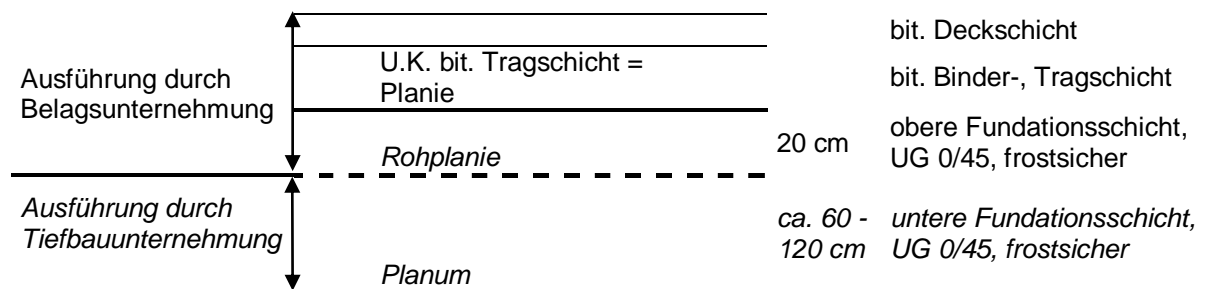
### 3. Projektierung / Ausschreibung

#### 3.1 Regelfall bei Haupt- und Verbindungsstrassen

Die ungebundene Fundationsschicht wird im Regelfall mit einer unteren und einer oberen Fundationsschicht aus frostsicherem Koffermaterial erstellt (Normalprofil).

Die untere ungebundene Fundationsschicht setzt sich je nach statischen und klimatischen Erfordernissen aus 60 cm bis 120 cm ungebundenem Gemisch 0/45 zusammen (Rohplanie).

Als obere ungebundene Fundationsschicht wird auf der Rohplanie durch die Belagsfirma 20 cm ungebundenes Gemisch 0/45 eingebaut (Planie). Eine separate Feinplanie entfällt somit.



#### 3.2 Fall mit Feinplanie bei Verbindungsstrassen

Wird bei erschwerten Baubedingungen keine Rohplanie erstellt, so ist zum allfälligen Ausgleich der Planie mit feinkörnigem Material ausschliesslich ungebundenes Gemisch 0/16 oder 0/22.4 zu verwenden (Feinplanie).

#### 3.3 Belagserneuerungen

Bei Belagserneuerungen ohne Erneuerung der gesamten Fundationsschicht ist zur Wiederherstellung der Planie ungebundenes Gemisch 0/16, 0/22.4 oder 0/45 zu verwenden.



### 3.4 Verwendung von ungebundenen Gemischen aus rezyklierten Gesteinskörnungen

Rezyklierte Gesteinskörnungen dürfen für ungebundene Gemische 0/45 verwendet werden, jedoch nicht für 0/16 und 0/22.4.

Bei der Verwendung von ungebundenen Gemischen aus rezyklierten Gesteinskörnungen sind RC-Betongranulatgemisch, RC-Kiesgemisch A, P und RC-Kiesgemisch B bautechnisch als gleichwertig zu den Kiesgemischen aus natürlichen Gesteinskörnungen zu betrachten.

Die Verwendung von RC-Kiesgemisch A ist nur in den unteren Fundationsschichten erlaubt.

Die Verwendung von RC-Mischgranulatgemisch ist nur in der unteren Hälfte der unteren Fundationsschicht erlaubt.

Belag
obere Fundationsschicht
untere Fundationsschicht (kein RC-Mischgranulatgemisch)
untere Fundationsschicht (RC-Mischgranulatgemisch erlaubt)

RC-Asphaltgranulatgemisch ist nicht hinreichend verdichtbar und darf nicht in der Fundationsschicht bzw. als Planiematerial verwendet werden.

## 4. Material

### 4.1 Anforderung

Für ungebundene Gemische gelten die Qualitätsanforderungen der Norm SN 670 119a-NA. Für ungebundene Gemische aus rezyklierten Gesteinskörnungen gelten zusätzlich die Normen SN 670 062, 670 143 und 670 144 und die Weisung über die Bewirtschaftung von Bauabfällen des Amtes für Natur und Umwelt (siehe Anhang 20).

Das ungebundene Gemisch muss frostsicher sein, d.h. der Anteil  $< 0.063$  mm muss im losen sowie im eingebauten und verdichteten Zustand  $\leq 5.0$  Gew.-% betragen. Der Hersteller des ungebundenen Gemischs hat ein entsprechend grosses Vorhaltemass, insbesondere für den Anteil  $< 0.063$  mm zu wählen. Das Vorhaltemass hat Feinanteilerhöhungen durch Einbau und Verdichten sowie Schwankungen in der Qualität und Zusammensetzung des Ausgangsmaterial und der Aufbereitung zu berücksichtigen.

Bei nachweislich hydraulisch wirkenden Rohstoffvorkommen ohne Schichtsilikate (Tonmineralien, Glimmer, Chlorite) eines definierten Abbaugebietes kann für Verbindungsstrassen der Anteil  $< 0.063$  mm  $\geq 5.0$  Gew.-% betragen. Die zu erbringenden Nachweise werden vom kantonalen Strassenbaulabor festgelegt.

### 4.2 Qualitätsnachweis und -kontrollen

#### 4.2.1 Erstprüfung / Konformität

Die Konformität der Gesteinskörnung ist nach Norm SN 670 119a-NA, Ziffer 8 nachzuweisen.

Präzisierung der Norm SN 670 119a-NA:

Der Nachweis der Konformität der Gesteinskörnung ist für alle ungebundenen Gemische inklusive Zertifizierung der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) erforderlich. Dies gilt z. B. ebenfalls für nicht rezeptierte ungebundene Gemische (einstufige Produktion ohne vorgängiges Auffraktionieren), bei Sammel- und Sortierplätzen mit mobilen, temporären Anlagen oder bei Aufbereitung vor Ort mit Baustellenanlagen. Bei "einstufiger Produktion" sind ungebundene Gemische soweit für Prüfungen erforderlich im Labor in Kornklassen zu trennen.

Die Konformitätserklärung des ungebundenen Gemischs durch den Hersteller muss gemäss der Bauprodukteverordnung SR 933.01, Art. 3, Ziffer 4 erfolgen.



Sofern die Erstprüfung, die Konformitätserklärung und das Zertifikat der werkseigenen Produktionskontrolle vorhanden sind, wird das ungebundene Gemisch in die Liste der anerkannten ungebundenen Gemische des Tiefbauamtes Graubünden (TBA GR) aufgenommen und im Internet publiziert. Es dürfen nur ungebundene Gemische aus dieser Liste verwendet werden. Die vollständigen Unterlagen haben mindestens 5 Arbeitstage vor Beginn der entsprechenden Arbeiten vorzuliegen.

Die Gültigkeitsdauer der Anerkennung ist 5 Jahre, vorbehältlich Änderung der Anforderungen gemäss Norm und/oder durch das TBA GR. Durch erneute Abgabe der Konformitätserklärung mit Produktedeklaration wird die Anerkennungsdauer um 5 Jahre verlängert.

Werden die Anforderungen bei der Qualitätsüberwachung während der Ausführung wiederholt nicht erfüllt, wird die Anerkennung des ungebundenen Gemischs aus der erwähnten Liste gestrichen.

Bei ungebundenen Gemischen aus rezyklierten Gesteinskörnungen sind gemäss Norm SN 670 062 die stoffliche Zusammensetzung und die Verunreinigungen durch Fremdstoffe zu prüfen (BAFU Richtlinie).

#### 4.2.2 Eigenkontrolle des Unternehmers

Das ungebundene Gemisch ist im Rahmen der Eigenkontrolle des Unternehmers beim Einbau regelmässig wie folgt zu prüfen. Die Entnahme der Proben erfolgt aus der verdichteten Fundationsschicht. Es ist eine repräsentative Probe zu entnehmen.

Prüfung	Material	Anzahl
Korngrössenverteilung	ungebundene Gemische 0/16, 0/22.4 und 0/45	3 Proben alle 1'000 m <sup>3</sup>
Klassifizierung der Bestandteile, Verunreinigung	ungebundene Gemische 0/45 aus rezyklierten Gesteinskörnungen	1 Probe alle 3'000 m <sup>3</sup>

Der Prüfplan des Unternehmers liefert Angaben über Zeitpunkt von Probenahme, Abgabe der Ergebnisse und Name des ausführenden Labors. Die Probenahme erfolgt auf der Baustelle durch den Unternehmer im Beisein der Bauleitung. Die Aufwendungen der Eigenkontrollen sind, sofern keine separaten Positionen ausgesetzt sind, in die Offertpreise einzurechnen.

Das Prüflabor muss für die Prüfung der Korngrössenverteilung akkreditiert und aufgrund von periodischen Ringversuchen bzw. Parallelversuchen vom TBA GR (Strassenbaulabor) anerkannt sein.

Bei den Eigenkontrollen des Unternehmers ist die Korngrössenverteilung einzelner Lose gemäss EN 13285, Ziffer 4.4.2 nicht zu beurteilen, das heisst die Korngrössenverteilung muss nicht mit dem vom Lieferanten angegebenen Wert verglichen werden und die Differenz zwischen den Siebdurchgängen für ausgewählte Siebe muss nicht bestimmt werden.

Der Prüfbericht muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Auftraggeber
- Bauleitung
- Strassenzug, Objekt
- Entnahmeort, Entnahmezustand
- Herkunft / Lieferant ungebundenes Gemisch, Rohmaterial, Probenmenge
- Probennehmer
- Probenahmedatum
- Probemenge, **Wassergehalt**
- Die Korngrössenverteilung ist mit dem Grenzwertbereich der Norm SN 670 119a-NA, Ziffer 34, zu beurteilen.
- Prüfdatum und Beurteilung der Ergebnisse bezüglich den Anforderungen



Der Prüfbericht ist vom Prüflabor direkt der Bauleitung und TBA GR (Strassenbaulabor) per E-Mail in pdf-Format zuzustellen.

#### 4.2.3 Fremdkontrolle

Die Bauleitung entnimmt bei Bedarf Stichproben. Bei ungenügenden Ergebnissen gilt für die Kostenregelung SIA 118, 137.

## 5. Ausführung

### 5.1 Dammschüttungen

Schüttungen und Dämme sind gemäss VSS Norm SN 640 576 zu erstellen.

Die Bauleitung entscheidet über die Verwendbarkeit der Materialien (SN 640 576, Ziff.7). Für Schüttungen mit Böschungsneigungen bis 2:3 eignen sich in der Regel alle Kiese sowie Sande der USCS-Klassifikation SW, SP, SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC, und SM (SN 670 010b).

Für Dämme soll das Material einen inneren Reibungswinkel von  $\phi' \geq 34$ , bestimmt nach Dhan aus der Korngrößenverteilung, nicht unterschreiten.

Für die Verdichtung gelten die Anforderungen der Norm SN 640 585b.

Der Unternehmer legt aufgrund seiner Verdichtungsgeräte die zur Erfüllung der Verdichtungsanforderungen erforderlichen Anzahl Passen je Einbauschichtstärke fest (SN 640 585b).

Nachfolgende Verdichtungskontrollen werden durch die Bauleitung angeordnet; für die Kostenregelung gilt SIA 118, 137.

Schüttungen müssen ein Quergefälle von mind. 6 % aufweisen und sind jeden Abend glatt abzuwalzen.

#### 5.1.1 Anforderungen an Schichten > 60 cm unterhalb des Planums

Bei prüftechnisch schwierigen Böden oder bei untergeordneten Bauwerken kann die Verdichtung von Dammschüttungen bei Schichten tiefer als 60 cm unterhalb des Planums abweichend zur Norm SN 640 585b ebenfalls über indirekte Prüfverfahren nachgewiesen werden. Ohne projektbezogene Anforderungen gelten dabei folgende Richtwerte (Abweichungen sind zu begründen):

Statischer Plattendruckversuch nach SN 670 317b:

- Bei geeignetem Schüttmaterial (gemäss obiger Definition)  $ME1 \geq 30 \text{ MN/m}^2$

Abrollversuch, 10 to Achslast nach SN 670 365a:

- Alle Böden, Felsschüttungen, Böden mit Steinen > 200 mm  $\text{Einsenkung} \leq 5 \text{ mm}$

### 5.2 Foundationsschichten

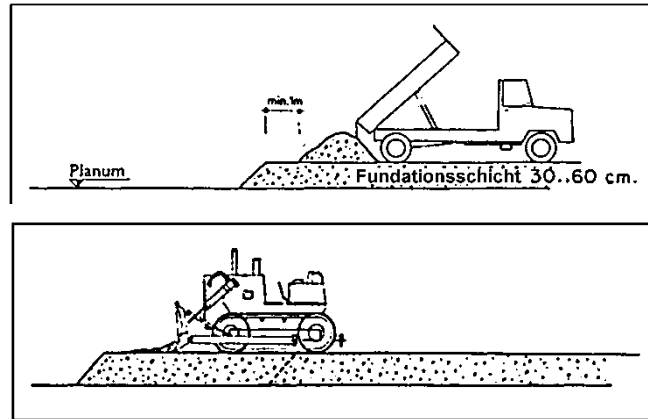
#### 5.2.1 Einbau von Foundationsschichten

Die Foundationsschicht darf nicht auf ein aufgeweichtes, aufgetautes oder gefrorenes Planum geschüttet werden.

Die geschüttete Foundationsschicht darf weder von unten noch von oben verschmutzt werden. Massnahmen zur Verhütung von Verschmutzung sind z.B. Vliesmatten.

Die erste Lage der Foundationsschicht ist raschmöglichst nach Erstellen des Planums einzubringen. Sofern eine Störung des Planums zu erwarten ist, hat die Kiesschüttung vor Kopf zu erfolgen, damit die Fahrzeuge stets auf einer hinreichend tragfähigen Kiesschicht fahren.

Zur Verhinderung von Entmischungen beim Schütten wird das ungebundene Gemisch auf die Einbauschicht abgekippt und mit einem Raupendozer oder einer Raupenladeschaufel verteilt.



Einbau der Fundationsschicht

#### Zusätzlich Einbaukriterien für RC-Mischgranulatgemisch

- Das RC-Mischgranulatgemisch ist sofort, spätestens aber am Folgetag, mit ungebundenem Gemisch ohne Mischgranulat abzudecken.
- Das RC-Mischgranulatgemisch darf nicht durchnässt werden.
- Einbau nur bei trockener Witterung
- Kein Einbau von RC-Mischgranulatgemisch unter Verkehr.

### **5.2.2 Verdichtung von Fundationsschichten**

#### Vorgehen

Damit eine homogene Fundationsschicht ohne Entmischungen erstellt und mit ausreichender Verdichtung der tieferen Einbausicht erstellt werden kann, sind folgende Rahmenbedingungen einzuhalten:

Die Verdichtung der Fundationsschichten hat schichtweise in maximalen Einbaulagen von 30 - 40 cm zu erfolgen. Jede Einbaulage muss mit geeigneten Verdichtungsgeräten gleichwertig verdichtet werden.

Schwer verdichtbares Fundationsmaterial mit einem Sandgehalt bei < 2 mm von < 18 Gew.-% darf nur mit statischen Walzen verdichtet werden (Verhinderung Entmischung).

RC-Mischgranulatgemisch ist mit der Vibrowalze mit 2 - 3 Passen und anschliessend nur noch statisch zu verdichten.

#### Tragfähigkeit

Die Verdichtungsanforderungen an die  $M_{E1}$ -Werte und die Verhältniszahl  $f_E$  der  $M_E$ -Werte sind gemäss SN 640 585b im Untergrund, Unterbau (Planum) und in der Fundationsschicht wie folgt:

Planum	$M_{E1} \geq 30 \text{ MN/m}^2$ <sup>1)</sup>	---
Rohplanie	$M_{E1} \geq 100 \text{ MN/m}^2$	$f_E \leq 2.5$ <sup>2)</sup>
Planie	$M_{E1} \geq 100 \text{ MN/m}^2$	$f_E \leq 2.5$ <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Für das Planum von anstehendem, ungestörtem Untergrund gilt  $M_{E1} \geq 15 \text{ MN/m}^2$ .

<sup>2)</sup> Wenn  $M_{E1} \geq 150 \text{ MN/m}^2$  ist, kann auf die Anforderung an die Verhältniszahl  $f_E$  verzichtet werden.

#### Verdichtungskontrollen

Die Verdichtung ist mit dem Plattendruckversuch im Rahmen der Eigenkontrolle des Unternehmers zu prüfen. Der Plattendruckversuch muss von der Prüfstelle akkreditiert sein. Die Aufwendungen sind, sofern keine separaten Positionen ausgesetzt sind, in die Offertpreise



einzurechnen. Messungen auf dem Planum erfolgen nach Bedarf, auf Weisung der örtlichen Bauleitung oder auf Verlangen des Unternehmers.

Anzahl der Kontrollversuche auf der Rohplanie und Planie:

Planum:	je 600 m <sup>2</sup> , jedoch mindestens 3 Messungen
Rohplanie:	je 300 m <sup>2</sup> , jedoch mindestens 3 Messungen
Planie:	je 300 m <sup>2</sup> , jedoch mindestens 3 Messungen

In Abweichung zur Norm SN 670 317b ist der Versuch auf der Rohplanie und Planie mit folgenden Laststufen auszuführen.

Erstbelastung: 0.01, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 MN/m<sup>2</sup>

Entlastung: 0.25, 0.15, 0.01 MN/m<sup>2</sup>

Zweitbelastung: 0.15, 0.25, 0.4 MN/m<sup>2</sup>

Die Messungen sind umgehend auf der Baustelle auszuwerten und eine Zusammenstellung der Ergebnisse der örtlichen Bauleitung weiterzuleiten (Prüfprotokoll).

Der Prüfbericht muss mindestens folgende Angaben enthalten:

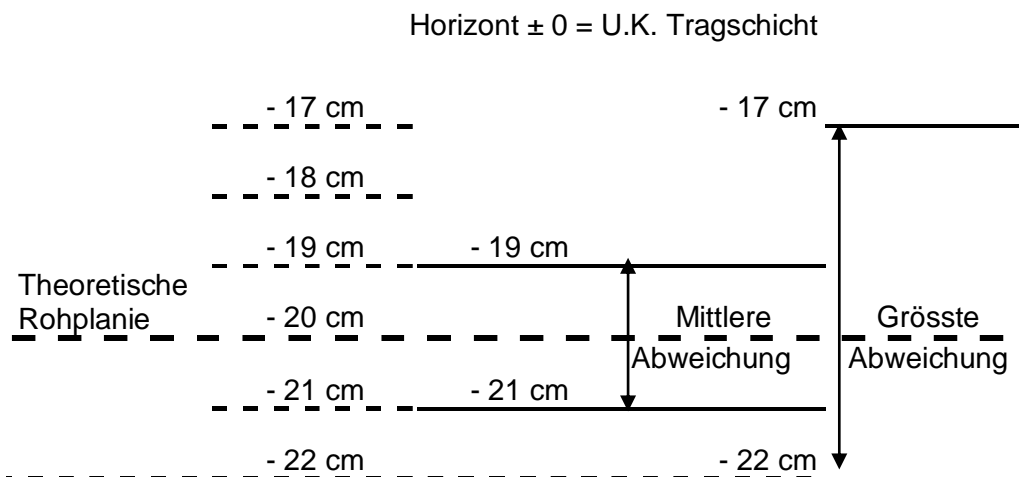
- Auftraggeber
- Bauleitung
- Strassenzug, Objekt, Ort der Prüfung
- Art und Herkunft/Lieferant Schüttmaterial
- visuell bestimmter Wassergehalt der Versuchsfläche
- Bezeichnen von wiederholten Messungen
- Drucksetzungskurven
- Prüfdatum und Beurteilung von  $M_{E1}$  und  $f_E$  bezüglich den Anforderungen und Toleranzen
- Wiederholte Messungen sind in der Beurteilung nicht zu berücksichtigen. Der Prüfbericht ist vom Prüflabor direkt der Bauleitung und dem TBA GR (Strassenbaulabor) per E-Mail im pdf-Format zuzustellen.

### 5.2.3 Höhengenaugigkeit / Toleranzen

Nachfolgende Toleranzbereiche gelten für alle Strassentypen:

#### Rohe Planie (der Foundationsschicht)

##### 1) Toleranzen



- 2) Eine Rohplanie wird nur bezahlt, wenn die Foundation und die Beläge durch zwei verschiedene Unternehmer / Vertragsnehmer ausgeführt werden.
- 3) Die Rohplanie ist mit Foundationsschichtmaterial ohne Zusatz von feinkörnigerem Material zu erstellen. Eine weitgehend geschlossene Oberfläche erübrigt sich.



**Planie (der Fundationsschicht)**

Toleranzen

± 0 U.K. theoretischer Belag oder Tragschicht

