



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 670 119-NA: Anteil $< 0.063 \text{ mm}$ $\leq 5.0 \text{ Gew.-\%}$ im eingebauten und verdichteten Zustand.
- Norm VSS 40 585b: M_{E1} -Wert $\leq 0.60 \text{ m}$ unterhalb Planum:
bei anstehendem Untergrund $\geq 15 \text{ MN/m}^2$ anstelle $\geq 30 \text{ MN/m}^2$

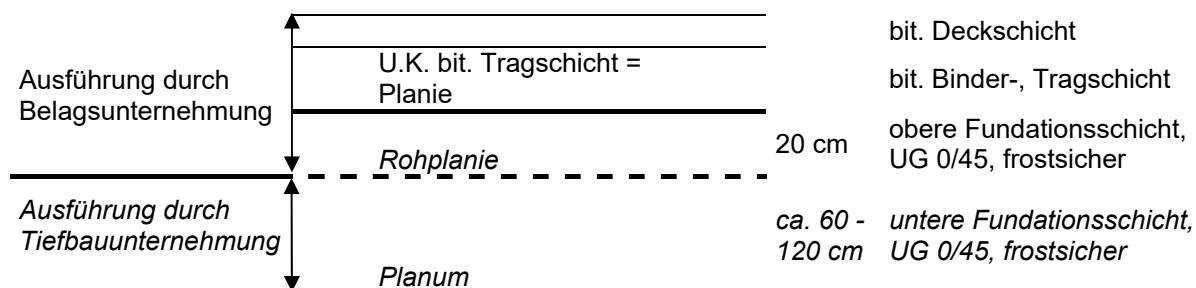
3. Projektierung / Ausschreibung

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 auf Baustellen des Tiefbauamt Graubünden für ungebundene Gemische 0/45 verwendet werden, jedoch nicht für 0/16 und 0/22.4. Sie dürfen in loser Form ausschliesslich unter bindemittelgebundenen (hydraulisch oder bituminös) Deckenschichten eingesetzt werden. In Grundwasserschutzzonen S1, S2 und S3 sowie in summarischen Schutzzonen ist der Einsatz rezyklierter Gesteinskörnungen verboten. Im Gewässerschutzbereich Au dürfen rezyklierte Gesteinskörnungen nur eingesetzt werden, wenn ein Abstand von min. 2.00 m zum Grundwasserhöchststand gewährleistet ist. Die Verwendung von RC-Kiesgemisch A, RC-Kiesgemisch B und RC-Betongranulatgemisch ist nur in den unteren Fundationsschichten erlaubt.

Die Verwendung von RC-Mischgranulatgemisch ist nur in der unteren Hälfte der unteren Fundationsschicht erlaubt, wenn sichergestellt werden kann, dass diese Schicht in keiner Bauphase vom Verkehr befahren wird.

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

Das Mischen verschiedener Materialtypen innerhalb der Einbautappen ist nicht erwünscht und Bedarf einer Bewilligung der Bauleitung.

Legende:

X = Verwendung erlaubt

0 = Verwendung nicht erlaubt

Belag	
obere Fundationsschicht	
untere Fundationsschicht (obere Hälfte)	
untere Fundationsschicht (untere Hälfte)	

Gesteinskörnungen der Gemische				
natürlich	rezykliert			
Kiesgemisch	RC-Kiesgemisch P	RC-Kiesgemisch A RC-Kiesgemisch B RC-Betongranulatgemisch	RC-Mischgranulatgemisch (in keiner Bauphase befahren)	RC-Asphaltgranulatgemisch
X	X	0	0	0
X	X	X	0	0
X	X	X	X	0



4. Material

4.1 Anforderung

Für ungebundene Gemische gelten die Qualitätsanforderungen der Norm SN 670 119-NA. Für ungebundene Gemische aus rezyklierten Gesteinskörnungen gilt zusätzlich die **Vollzugshilfe Bewirtschaftung von Bauabfällen, VH-401-02** 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 ≤ 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.

RC-Kiesgemisch A wird ausschliesslich zum Zwecke der Deponierung von Ausbauasphalt im Strassenoberbau hergestellt. Deshalb ist zur Vermeidung des Verstreuens und Verdünnens des Ausbauasphalts das RC-Kiesgemisch A mit einem möglichst hohen Anteil an bitumenhaltigen Materialien Ra herzustellen. Bei der Erstprüfung von RC-Kiesgemisch A ist ein Anteil bitumenhaltiger Materialien Ra von ca. 30 % erforderlich. In der Leistungserklärung ist der Anteil Ra mit 30 % zu deklarieren. Bei der Kontrolle der Zusammensetzung während des Einbaus gilt für den Anteil Ra ein Toleranzbereich von 30 ± 10 %.

Bei nachweislich hydraulisch wirkenden Rohstoffvorkommen ohne Schichtsilikate (Tonminerale, Glimmer, Chlorite) eines definierten Abbaugebietes kann für untere Fundationsschichten von Verbindungsstrassen der Anteil < 0.063 mm > 5.0 Gew.-%, jedoch maximal 10 Gew.-%, betragen. Die zu erbringenden Nachweise werden vom TBA GR / Sektion Materialtechnologie festgelegt.

4.2 Qualitätsnachweis und -kontrollen

4.2.1 Erstprüfung / Konformität

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

Präzisierung der Norm SN 670 119-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.

Sofern die Erstprüfung, die Leistungserklärung 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 maximale Gültigkeitsdauer der Anerkennung ist bei stationären Aufbereitungen 5 Jahre (bei mobilen Aufbereitungen 1. Jahr). Durch erneute Abgabe der Leistungserklärung mit Produktedeklaration wird die Anerkennungsdauer um 5 Jahre (bzw. 1 Jahr) verlängert.

Bei den in den Monaten Oktober bis Dezember abgegebenen Leistungserklärungen wird die Gültigkeitsdauer erst ab dem folgenden Jahr gezählt.

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



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 unmittelbar nach Einbau aus der verdichteten Fundationsschicht, spätestens vor Freigabe der Planie für den Verkehr. 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 ³
Klassifizierung der Bestandteile, Verunreinigung	ungebundene Gemische 0/45 aus rezyklierten Gesteinskörnungen	1 Probe alle 3'000 m ³

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 / Sektion Materialtechnologie (BB2, Ziffer 4.2.4) anerkannt sein.

Bei den Eigenkontrollen des Unternehmers ist die Korngrössenverteilung einzelner Lose gemäss EN 13285, Ziffer 4.3.4.2 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
- Entnahmestandort (km/Profil, seitl. Lage, Rohplanie/Planie), Entnahmestandort
- Aufbereitungsstelle/Werk und Bezugsort, Typ des ungebundenen Gemisches, Rohmaterial (gem. Liste TBA)
- Probennehmer
- Probenahmedatum
- Probenmenge, Wassergehalt
- Die Korngrössenverteilung ist mit dem Grenzwertbereich der Norm SN 670 119-NA, Ziffer 34, zu beurteilen.
- Prüfdatum und Beurteilung der Ergebnisse bezüglich den Anforderungen

Der Prüfbericht ist vom Prüflabor direkt der Bauleitung und TBA GR / Sektion Materialtechnologie (belagsbau@tba.gr.ch) per E-Mail in pdf-Format zuzustellen.

Die Prüfresultate müssen vor Belagseinbau vorliegen.



4.2.3 Fremdkontrolle

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

4.2.4 Vergleichsversuche des TBA GR für die Anerkennung von Prüflabors für die Eigenkontrollen des Unternehmers zur Bestimmung des Feinanteils bei 0.063 mm

Die Vergleichsversuche des TBA GR erfolgen mit 4 bis 8 akkreditierten Prüflabors. Bei den Vergleichsversuchen wird je Prüflabor der Mittelwert von 2 aus einer Laboratoriumsprobe hergestellten Messproben beurteilt. Auf der Basis zahlreicher Vergleichsversuche wird als zulässige Streubreite der Ergebnisse des Feinkornanteils bei 0.063 ± 0.3 Masse-% vom Mittelwert des Vergleichsversuchs definiert (exclusive Ausreisser). Bei den Vergleichsversuchen beträgt erfahrungsgemäss die Wiederholstandardabweichung gleich viel wie die Vergleichsstandardabweichung bzw. der Unterschied zwischen den beiden Messproben ist massgebend für die Vergleichsstandardabweichung.

5. Ausführung

5.1 Dammschüttungen

Schüttungen und Dämme sind gemäss Norm VSS 40 575 zu erstellen.

Die Bauleitung entscheidet über die Verwendbarkeit der Materialien (VSS 40 575, Ziff. 11). 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 670 010).

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

Für die Verdichtung gelten die Anforderungen der Norm VSS 40 585b.

Der Unternehmer legt aufgrund seiner Verdichtungsgeräte die zur Erfüllung der Verdichtungsanforderungen erforderlichen Anzahl Passen je Einbauschichtstärke fest (VSS 40 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 VSS 40 585b ebenfalls über indirekte Prüfverfahren nachgewiesen werden. Ohne projektbezogene Anforderungen gelten dabei folgende Richtwerte (Abweichungen sind zu begründen):

Statischer Plattendruckversuch nach Norm VSS 70 317:

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

Abrollversuch, 10 to Achslast nach Norm VSS 70 365a:

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

5.2 Fundationsschichten

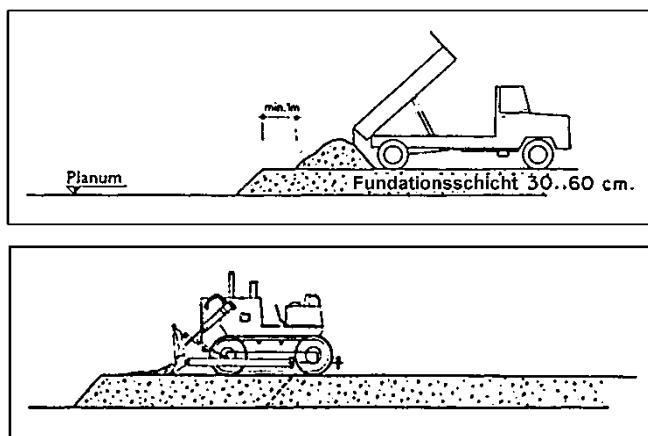
5.2.1 Einbau von Fundationsschichten

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

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

Die erste Lage der Fundationsschicht ist rasch möglichst 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 Einbauschicht 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 Foundationsmaterial mit einem Sandgehalt bei < 2 mm von < 18 Gew.-% darf nur mit statischen Walzen verdichtet werden (Verhinderung Entmischung).



Tragfähigkeit

Die Verdichtungsanforderungen an die M_{E1} -Werte und die Verhältniszahl f_E der M_E -Werte sind gemäss Norm VSS 40 585b im Untergrund, Unterbau (Planum) und in der Fundationsschicht wie folgt:

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

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

²⁾ Wenn $M_{E1} \geq 150 \text{ MN/m}^2$ ist, kann nach Rücksprache mit dem Bauherrn 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 m², jedoch mindestens 3 Messungen
Rohplanie: je 300 m², jedoch mindestens 3 Messungen
Planie: je 300 m², jedoch mindestens 3 Messungen

In Abweichung zur Norm VSS 70 317 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/m²

Entlastung: 0.25, 0.15, 0.01 MN/m²

Zweitbelastung: 0.15, 0.25, 0.4 MN/m²

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 Versuchsfäche
- 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 / Sektion Materialtechnologie per E-Mail im pdf-Format zuzustellen.

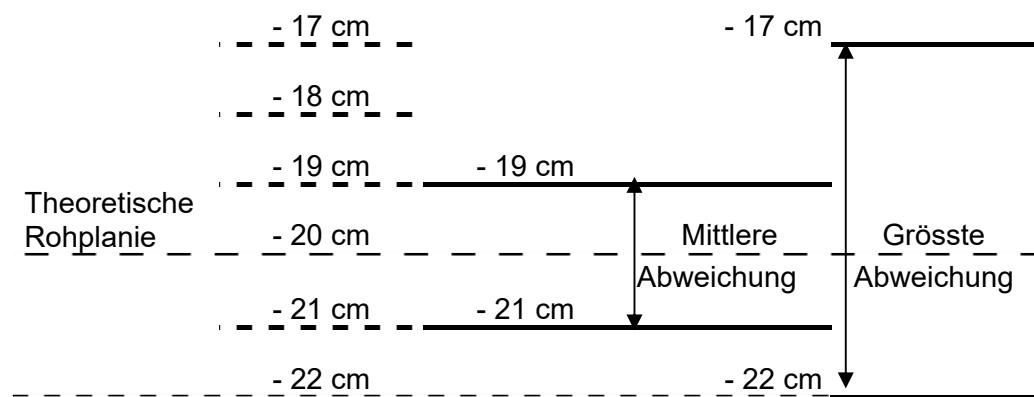
5.2.3 Höhengenauigkeit / Toleranzen

Nachfolgende Toleranzbereiche gelten für alle Strassentypen:

Rohe Planie (der Fundationsschicht)

1) Toleranzen

Horizont ± 0 = U.K. Tragschicht

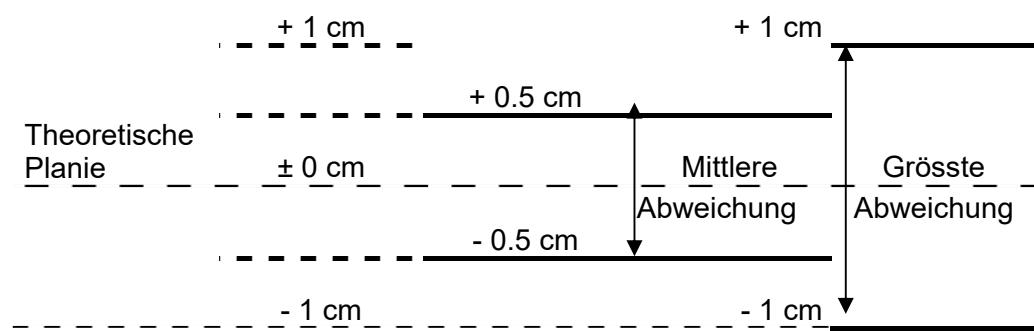


- 2) Es wird eine Rohplanie als Unterlage für die obere Fundationsschicht pro Baumassnahme vergütet. Allfällige weitere Zwischenplanien für Materialwechsel bzw. einbautechnisch notwendig, sind vom Unternehmer in die Einheitspreise einzurechnen.
- 3) Die Rohplanie ist mit Fundationsschichtmaterial ohne Zusatz von feinkörnigerem Material zu erstellen. Eine weitgehend geschlossene Oberfläche erübrigt sich.

Planie (der Fundationsschicht)

Toleranzen

± 0 U.K. theoretischer Belag oder Tragschicht





6. Vorgehen bei Abweichungen von Qualitätsanforderungen

6.1 Qualitätsanforderungen an ungebundene Gemische

6.1.1 Grundsatz

Wenn eine Minderwertregelung vorhanden ist, steht es dem Unternehmer frei, das Material rechtzeitig zu ersetzen oder die Qualität nachzubessern, sodass kein Minderwert verrechnet werden muss.

6.1.2 Prüfungen

Bei der Anforderung an den Grenzwert des Feinkornanteils bei 0.063 mm ist die Prüfgenauigkeit berücksichtigt.

Eingrenzende Prüfungen

Bestehen begründete Zweifel, dass die Ergebnisse der Prüfungen der durchschnittlichen Beschaffenheit der Menge bzw. der Fläche entsprechen, haben der Auftraggeber und der Auftragnehmer das Recht Eingrenzungsprüfungen zu veranlassen. Die Ergebnisse der vorangehenden Prüfungen werden weiterhin berücksichtigt, lediglich die zugeordnete Menge bzw. Fläche wird durch die eingrenzenden Prüfungen entsprechend eingegrenzt.

Ersatzprüfungen

Veranlassen:

Bestehen begründete Zweifel und sind diese durch eindeutig zuordenbare Indizien und/oder zusätzliche Prüfergebnisse belegbar, dass die Ergebnisse der Prüfungen dem tatsächlichen Zustand der Menge bzw. Fläche entsprechen, haben der Auftraggeber und der Auftragnehmer das Recht Ersatzprüfungen zu veranlassen. Im Einvernehmen zwischen dem Auftraggeber und dem Auftragnehmer werden die Anzahl Ersatzprüfungen sowie die Entnahmestellen festgelegt. Das Ergebnis der ersten Prüfung wird durch die Ersatzprüfung ersetzt und der Prüffläche zugeordnet.

Vergleichbarkeit der Prüfresultate für den Feinkornanteil bei 0.063 mm:

Für die Vergleichbarkeit der Prüfresultate werden die Anforderungen des TBA GR an Vergleichsversuche für die Anerkennung von Prüflabors zur Bestimmung des Feinkornanteils bei 0.063 mm beigezogen (BB2 Ziffer 4.2.4).

Vergleich der Resultate bei den Ersatzprüfungen

Maximale Differenz zwischen den Mittelwerten von je 2 Proben: 0.6 %

Maximale Differenz zwischen 2 Einzelproben: 0.9 %

6.1.3 Massnahmen

Die Ermittlung des Minderwerts bei Überschreiten des Feinkornanteils bei 0.063 mm wird sowohl aufgrund des Mittelwerts aus Einzelwerten als auch aufgrund der Summe der Teilabzüge aus den Einzelwerten vorgenommen. Der sich hieraus ergebende höhere Wert ist für den Minderwert massgebend.

Art der Nichteinhaltung der Qualitätsvorgaben	Spezifizierung	Massnahme
Materialeinbau ohne genehmigte Erstprüfung	Erstprüfung nach Einbau erfüllt	Minderwert 33 % von Materialwert
	Erstprüfung nach Einbau nicht erfüllt	Ersatz
UG 0/45 Nichteinhalten Anforderung Frostsicherheit	Anteil < 0.063mm > 5.0 Gew-% und ≤ 5.5 Gew.-%	Minderwert 25% von Material und Einbau oder Ersatz.
	Anteil < 0.063mm > 5.5 Gew-% und ≤ 7.0 Gew.-%	Bereich mit linearem Minderwert von Material und Einbau oder Ersatz.
	Anteil > 7.0 % Gew.-%	Nachbesserung/Ersatz
	Kornverteilung oder stoffliche Zusammensetzung	Minderwert 40% des Materialwertes

6.1.4 Darstellung der Minderwertregelung

Feinkornanteil bei 0.063 mm

