

Artikel 1

STRASSENKÖRPER

Abgesehen von den Straßenabschnitten mit Kunstbauten, wie Brücken und Tunnels, wird der Straßenkörper durch Erdbewegungen im Ein- oder Anschnitt oder als Damm erstellt.

Allgemein unterscheidet man bei den Erdbewegungen folgende Arbeitsgänge:

- die Rodung des Geländes (Schlagen der Bäume und Sträucher, Abräumen der Wurzelstöcke), Abtragen und Beseitigen des Oberbodens oder der Böden mit beträchtlichem Gehalt an organischen Stoffen;
- der Aushub für die Erstellung der Fahrbahn im Ein- oder Anschnitt, der Auflagerflächen für Aufschüttungen und Dammbauten und für die notwendigen Ausstattungen;
- der Aushub der Gräben für die Errichtung von Kunstbauten, der Aushub unter Wasser oder bei Wasserandrang, die Abbrucharbeiten, der Felsaushub;
- die Aufschüttung der Straßendämme und des Unterbaus, auf dem der Straßenoberbau aufliegt;
- die Hinterfüllungen oder Aufschüttungen im Allgemeinen;

Abgesehen von örtlich bedingten und begrenzten Sonderfällen, werden diese Arbeiten mit eigens ausgelegten Erdbewegungsmaschinen, Fördermitteln, sowie Einbau- und Verdichtungsgeräten ausgeführt. Zum Lösen von Fels und zum Zertrümmern von Bauteilen aus Stoffen mit erheblicher mechanischer Festigkeit sowie zur Zerkleinerung in für den Transport geeignete Bruchstücke beziehungsweise zur Herstellung von Stoffen zur Wiederverwendung des Abbruchs, kann der Einsatz von Sprengmitteln oder mechanischer Abbruchgeräte notwendig sein.

A – KLASSIFIZIERUNG DER ZUR ERSTELLUNG DES STRASSENKÖRPERS VERWENDETEN BÖDEN

A.1 – NATÜRLICHES LOCKERGESTEIN

Natürliches Lockergestein kann durch Lösen von natürlichen Bodenformationen oder von Felsgestein in jenen Abschnitten, in denen die Ausbildung des Straßenkörpers im Einschnitt geplant ist, oder durch Gewinnung in Vorkommen außerhalb der Baustelle beschafft werden. Der Aushub kann zum Bau von Straßenkörpern als Aufschüttungen, zur Bodenverbesserung, für Auffüllungen usw. verwendet werden, oder er muß, wenn ein Überschuß vorhanden ist oder wenn minderwertiger Boden anfällt, in zugelassenen Deponien gelagert werden.

Sollte es sich bei den verwendeten Böden nicht um Aushub handeln, sondern um aus Aufbereitungsanlagen angelieferte Stoffe, sind diese gemäß Bauproduktverordnung 305/2011/CPR der EU über Baustoffe und mit Leistungserklärung (DoP) zu qualifizieren. Auf der Verpackung oder den Handelsbegleitpapieren, z. B. dem Lieferschein, muß das CE-Kennzeichen als Konformitätsnachweis nach Anhang ZA der harmonisierten Norm UNI EN 13242 angebracht sein.

Vor der Verwendung des Aushubs oder des angelieferten Bodens, muß der Auftragnehmer für jedes einzelne Vorkommen die Klassifizierung der Böden durch ein Untersuchungsprogramm und durch Laborversuche belegen.

Das zur Klassifizierung von Lockergestein verwendete Verfahren beruht auf der einheitlichen USCS-Klassifizierung von Lockergestein nach SN-Norm 670 008a und der DIN 18196.

Bei der Aufschüttung von Straßendämmen mit Aushub sind vorzugsweise Lockergesteine der Gruppen GW, GP, GM, GP-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GC, SW und SP zu verwenden; in Ermangelung können Böden der Gruppen GC, SM, SW-SM, SP-SM, SW-SC und SP-SC verwendet werden.

Bei Böden der übrigen Gruppen ist zu überlegen, ob eine Verbesserung mit Kalk sinnvoll ist oder ob die Entsorgung auf einer Deponie vorzuziehen ist.

Bei von außerhalb der Baustelle befindlichen Vorkommen beschafften Böden, werden ausschließlich jene der Gruppen GW, GP, GM, GP-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GC, SW und SP zugelassen.

Falls der Feuchtigkeitsgehalt des Aushubs so hoch ist, daß der Verdichtungsgrad und die Tragfähigkeit nach vorliegender technischen Norm nicht erreicht werden können, hat der Auftragnehmer geeignete Maßnahmen

zu treffen, um den natürlichen Wassergehalt zu korrigieren beziehungsweise je nach Sachverhalt, die Aufschüttung durch Bodenverbesserung zu stabilisieren.

Unabhängig von der Zugehörigkeitsgruppe dürfen die verwendeten Materialien, keine organischen und insbesondere pflanzliche Bestandteile sowie lösliche oder verwitterbare Stoffe enthalten. Böden mit einem Gehalt an organischen Stoffen pflanzlicher Art von weniger als 2% können für Aufschüttungen verwendet werden, sofern sie zumindest 2 m unter der Befestigung eingebaut werden.

Klassifizierung der Lockermaterialien

Das vereinheitlichte Klassifizierungssystem für Lockergestein USCS (Unified Soil Classification System) wird in der Norm SN 670 008a und der DIN 18196 beschrieben; es beruht auf der Einteilung nach folgenden Grundeigenschaften der Materialien:

- Korngrößenverteilung;
- Zustandsgrenzen;
- Gehalt an organischen Bestandteilen.

Die Korngrößenverteilung der Böden wird nach UNI CEN ISO/TS 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 bestimmt. Verwendet werden die Siebe der ISO-Sätze 3310-1 und ISO 3310-2. Zur Beschreibung der Kornstufen werden die in Tabelle A.1 verwendeten Bezeichnungen verwendet.

Tabelle A.1					
Genereller Begriff	Hauptbegriff	Nebenbegriff	Korngröße		
			von (mm)	bis (mm)	
Grobkörniger Boden	Blöcke (Bo)		200	630	
	Steine (Co)		63	200	
	Kies (Gr)			2	63
		grob		20	63
		mittel		6,3	20
	Sand (Sa)	fein		2	6,3
				0,063	2
grob			0,63	2	
Feinkörniger Boden	Schluff (Si)	mittel	0,2	0,63	
		fein	0,063	0,2	
			0,002	0,063	
		grob	0,02	0,063	
	Ton / Lehm (Cl)	mittel	0,0063	0,02	
		fein	0,002	0,0063	
			≤0,002		

Die Form der Sieblinie wird durch die zwei folgenden Kennzahlen bestimmt:

- Ungleichförmigkeitszahl: $C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}}$
- Krümmungsbeiwert: $C_C = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$

Die Zustands- oder Konsistenzgrenzen nach Atterberg werden nach UNI CEN ISO/TS 17892-12 bestimmt. Für die Beschreibung der feinkörnigen Böden werden die Bezeichnungen gemäß Plastizitätsdiagramm (**Abbildung A.1**) verwendet:

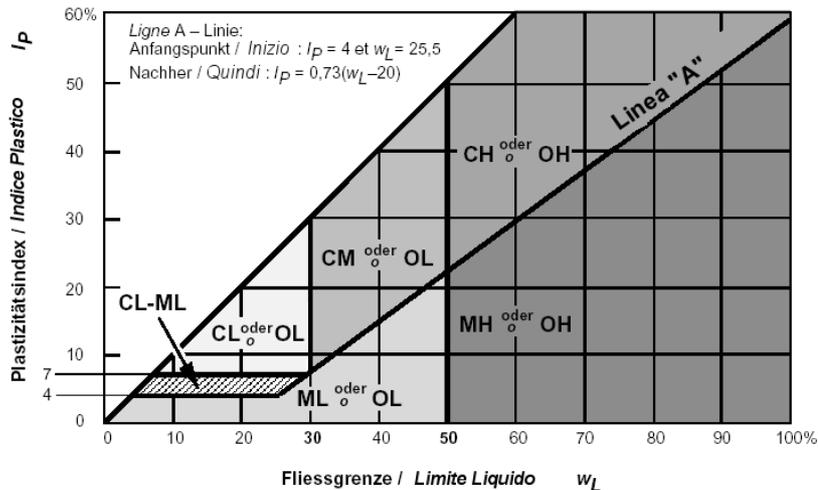


Abbildung A.1
Plastizitätsdiagramm

Organische Böden sind aufgrund der Farbe oder des Geruchs erkennbar. Für die vorliegende Klassifizierung wird ein Boden dann als organisch bezeichnet, wenn das Verhältnis zwischen der Fließgrenze des Stoffes, gemessen an einem im Ofen bei 105°C getrockneten Prüfkörper und der gemessenen Fließgrenze des im natürlichen Zustand belassenen Stoffes kleiner als 0,75 ist.

Grobkörnige Böden (Anteil mit $D=0,063 < 40\%$)

Als grobkörnig werden jene Böden bezeichnet, dessen Schluff-Ton-Gehalt ($P_{0,063}$) geringer als 40% ist. Sie werden in Kies und Sand je nach der vorwiegend enthaltenen Korngruppe unterteilt. Ferner gilt:

- wenn $P_{0,063}$ geringer als 5% ist, wird der Boden ausschließlich aufgrund der Form der Sieblinie klassifiziert;
- wenn $P_{0,063}$ größer als 12% ist, wird der Boden aufgrund der Eigenschaften des feinkörnigen Anteils klassifiziert (Plastizitätsdiagramm).
- wenn $P_{0,063}$ zwischen 5% und 12% liegt, wird der Boden sowohl aufgrund der Eigenschaften des feinkörnigen Anteils (Plastizitätsdiagramm) als auch aufgrund der Form der Sieblinie klassifiziert.

Die Klassifizierungsrichtlinien sind in der Tabelle A.2 zusammengefaßt.

Feinkörnige Böden (Anteil mit $D=0,063 \geq 40\%$)

Feinkörnige Böden weisen einen Schluff-Ton-Gehalt ($P_{0,063}$) von mehr als 50% auf und werden aufgrund ihrer Lage im Plastizitätsdiagramm klassifiziert.

Tabelle A.2				
	Anteil $P_{0,063}$	Kennwerte Sieblinie $C_U - C_C$	Plastizität	Klasse
Kies (Gr) und Anteil (%) Kies ($\Phi > 2$ mm) größer als Anteil (%) Sand ($0,06 < \Phi < 2$ mm)	< 5%	$C_U > 4$ und $1 \leq C_C \leq 3$		GW
		$C_U \leq 4$ oder $C_C < 1$ o $C_C > 3$		GP
	> 12%		ML, MH	GM
			CL-ML	GM-GC
			CL, CM, CH	GC
	5% - 12%	$C_U > 4$ und $1 \leq C_C \leq 3$	ML, MH	GW-GM
CL-ML, CL, CM, CH			GW-GC	

		$C_U \leq 4$ oder $C_C < 1$ oder $C_C > 3$	ML, MH	GP-GM	
			CL-ML, CL, CM, CH	GP-GC	
Sand (Sa) und Anteil (%) Sand ($0,06 < \Phi < 2\text{mm}$) größer als Anteil % Kies ($\Phi > 2\text{mm}$)	< 5%	$C_U > 6$ und $1 \leq C_C \leq 4$		SW	
		$C_U \leq 6$ oder $C_C < 1$ oder $C_C > 4$		SP	
	> 12%			ML, MH	SM
				CL-ML	SM-SC
				CL, CM, CH	SC
	5% - 12%	$C_U > 6$ und $1 \leq C_C \leq 3$	ML, MH		SW-SM
		CL-ML, CL, CM, CH		SW-SC	
	$C_U \leq 6$ oder $C_C < 1$ oder $C_C > 3$	ML, MH		SP-SM	
		CL-ML, CL, CM, CH		SP-SC	
feinkörnige Böden Schluffe (Si) und Ton (Cl) Organische Böden (Or)	anorganisch	< 30	> 7	CL	
			$4 \leq I_p \leq 7$	CL-ML	
	organisch		< 4	ML	
	anorganisch	$30 \leq W_L \leq 50$	über der A-Linie	CM	
			unter der A-Linie	ML	
	organisch			OL	
anorganisch	> 50	über der A-Linie	CH		
		unter der A-Linie	MH		
organisch			OH		

A.2 – ANDERE STOFFE

Bei der Planung kann die Anwendung neuartiger Arbeitsverfahren oder nicht zu den natürlichen Böden gehörender Stoffe vorgesehen werden.

Der Auftragnehmer hat in solchen Fällen für die Einstufung und Eignungsprüfung der Stoffe die bei der Planung festgelegten, gegebenenfalls auf bestimmte, auch ausländische Normen bezogene Vorschriften, zu beachten.

Bei besonderen technischen Anforderungen kann der Auftragnehmer, im Rahmen der im Einzelfall gegebenen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, die Verwendung von nicht ausdrücklich angeführten Stoffen vorschlagen.

Vor dem Gebrauch ist in letzterem Fall die Tauglichkeit der Stoffe für die vorgesehene Verwendung eingehend zu prüfen, bei Bedarf auch mittels Laborprüfungen; der Auftragnehmer hat für die Prüfungen und Untersuchungen zu sorgen und dafür aufzukommen.

B) ARBEITSVORBEREITUNG

1) Klassifizierung der Böden

Vor dem Arbeitsbeginn hat der Auftragnehmer dem Bauleiter ein ausführliches Arbeitsprogramm für die Erdbewegungen zur Genehmigung vorzuschlagen, sowie die am besten geeignete Ausführungsverfahren für die Arbeiten zu erkunden; das Ergebnis ist mit Labor- oder Feldversuchen zu belegen.

In der Regel sind besagte Untersuchungen wie folgt gegliedert:

- Geländeaufnahme und Kartierung zur Feststellung der Morphologie des Geländes; die Aufnahmen sollten örtlich mit für die Planung maßgeblichen Gegebenheiten, etwa Schnitten oder Profilen übereinstimmen (Grundplan);
- Ermittlung der Mächtigkeit des Oberbodens mit Schürflungen;
- Ermittlung der Art und des Zustands der sowohl auf der Baustelle als auch in sonstigen Vorkommen gewonnenen Böden, um deren Brauchbarkeit zu beurteilen; hierzu sind folgende Laborprüfungen aufschlußreich:
 - Korngrößenverteilung und Konsistenzgrenzen nach Atterberg (UNI CEN ISO/TS 17892-4 oder DIN 18122-1) oder der Penetrationsversuch mit konischer Spitze (UNI CEN ISO/TS 17892-12), um eine Klassifizierung nach DIN 18196 zu erhalten;
 - Natürlicher Wassergehalt (UNI CEN ISO/TS 17892-1) und Konsistenzzahl (UNI CEN ISO/TS 14688-2);
 - Proctorkurve, standard und/oder modifiziert, mit Ermittlung der maximalen Trockendichte ($\gamma_{d\max}$) und des optimalen Wassergehalts für die Verdichtung w_{opt} nach UNI EN 13286-2; für Böden mit einem Rückstand am Sieb 25 mm größer 15% ist das Verfahren nach DIN 18127 (große Versuchsform) anzuwenden;
 - Vergleichende Korngrößenanalysen (UNI CEN ISO/TS 17892-4/ UNI EN 933-1.), vor und nach dem Verdichtungsversuch, beschränkt auf Böden, in denen brüchige oder instabile Bestandteile enthalten sein könnten;
 - Relative Tragfähigkeit als CBR-Wert, mit Versuchsverfahren, wo die Verwendung der Böden, die Sättigungsgefahr durch Wasserandrang (durch Sickerung und/oder kapillar) und der voraussichtliche Verdichtungsgrad berücksichtigt werden. Um den Zusammenhang zwischen Feuchtigkeitsgehalt und Verdichtungsgrad einerseits und der Tragfähigkeit der eingebauten Schichten andererseits zu beurteilen, kann der Bauleiter, je nach Ausführungsbedingungen, zur Überprüfung der Tragfähigkeit eine vollständige CBR-Untersuchung SN 670 320b unter Änderung der Verdichtungsenergie und des Wassergehalts nach DIN 18127 durchführen lassen.

Für evolutiv entstandenen Gesteinen müssen außerdem bestimmt werden:

- die einfache Druckfestigkeit an kubischen Prüfkörpern (UNI EN 1926)
- die Rohdichte (UNI EN 1936);
- der Gewichtsverlust beim Los Angeles-Versuch (UNI EN 1097-2 / CNR 34).

Wenn aufgrund der Korngrößenzusammensetzung des Bodens keine Verdichtungs- oder CBR-Prüfungen im Labor durchführbar sind, kann die Eignungsprüfung zu einem späteren Zeitpunkt durch Messung des Verformungsmoduls E_{V2} und des Verhältnisses E_{V2}/E_{V1} nach DIN 18134 oder M_{E1} und des Verhältnisses M_{E2}/M_{E1} nach SN 670 317b, anhand von Feldmessungen im in der Folge angesprochenen Versuchsgelände, durchgeführt werden.

Aufgrund der Ergebnisse aus den oben angeführten Untersuchungen hat der Auftragnehmer dem Bauleiter folgende Unterlagen zur Genehmigung zu übermitteln:

- Ausführliches Programm der Felduntersuchungen im Versuchsgelände;
- Ausführliches Programm für die Erdbewegungen.

2) Versuchsgelände für die Eignungsprüfung von Lockergesteinen

Abgesehen von Arbeiten, bei denen der Umfang der Erdbewegungen vernachlässigbar ist (weniger als 30.000 m³), hat der Auftragnehmer eine angemessene Reihe von Feldprüfungen durchzuführen und dem Bauleiter das hierzu erforderliche Personal und Geräte an einem geeigneten Standort zur Verfügung zu stellen, um aufgrund der Ergebnisse der Vorprüfungen im Labor und bei Einsatz der tatsächlich verfügbaren Maschinen die Dicke der eingebauten Schichten und die Anzahl der Walzgänge zu bestimmen, mit denen die

Einhaltung der vorgeschriebenen Anforderungen (Verdichtungsgrad und/oder Tragfähigkeit) gewährleistet werden kann.

Die Felduntersuchungen müssen jedes homogene Vorkommen von Böden/Materialien betreffen, die zum Bau des Straßenkörpers verwendet werden.

Auf Großbaustellen und immer dann, wenn zur Überwachung während der Arbeiten großflächige Feldprüfungen mit unmittelbar verwertbaren Ergebnissen, etwa zur Messung des dynamischen Verformungsmoduls mit dem Fallgewichtsgerät FWD bzw. LFWD (leicht) und Lastwagen mit Achslast 10 t, erforderlich sind, dienen die Voruntersuchungen an Probeaufschüttungen auch dazu, schlüssige Beziehungen zwischen den Prüfergebnissen und der Trockendichte γ_d und/oder dem Verformungsmodul E_{V1} und dem Verhältnis E_{V2}/E_{V1} nach DIN 18127 festzulegen.

Die Kosten für die Felduntersuchungen sind bei der Kalkulation der Angebotspreise zu berücksichtigen, der Auftragnehmer hat somit kein Anrecht auf eine Zusatzvergütung. Als Standort für die Messungen kann ein Bereich des Straßenkörpers, auch in Korrespondenz mit einem Abschnitt einer Aufschüttung, gewählt werden; der Auftragnehmer hat in diesem Fall nach Durchführung der Messungen jene Arbeiten zu beseitigen, die nicht als Bestandteil des endgültigen Bauwerks belassen werden können.

Die Untersuchungen müssen vor Beginn der Aufschüttungen abgeschlossen sein, da sie als Bestätigung und als Bezug für die Arbeitsvorbereitung und die Verfahrensplanung heranzuziehen sind. Bei Anwendung auf unterschiedliche Stoffe, darf jeder Stoff erst dann verwendet werden, wenn die entsprechenden Prüfungen abgeschlossen sind. Die Prüfungen müssen bei Einsatz andersartiger Geräte oder Anwendung neuer Arbeitsverfahren neu durchgeführt werden.

Der Bauleiter wird die Ergebnisse in eigenen Niederschriften festhalten und auf dessen Grundlage endgültig über die Zulassung der vorgeschlagenen Geräte und Einbauverfahren entscheiden.

3) Vorkommen außerhalb der Baustelle

Für die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Vorkommen, werden die Bereiche aus denen das Schüttgut gewonnen werden muß, dem Auftragnehmer bei der Übergabe der Arbeiten oder bei einer eigenen Teilübergabe zur Verfügung gestellt, wenn diese Möglichkeit im Vertrag vorgesehen ist.

Wird das Fremdorkommen vom Auftragnehmer abweichend von den Vertragsunterlagen vorgeschlagen oder unter seiner Verantwortung gewählt, oder falls nach Vertrag die Auswahl dem Unternehmer überlassen ist, hat der Bauleiter die Verwendung des Schüttguts zu genehmigen. Der Auftragnehmer hat ein mit Laboranalysen zur Beurteilung der Eignung der Böden belegtes Gesuch einzureichen.

4) Deponien und Lagerhalden

Der ausgehobene Boden, der nicht für den Bau von Dämmen, für Auffüllungen und für Anschüttungen verwendet wird, muß als Abfall in den vertraglich festgelegten Deponien entsorgt werden oder in, zusätzlich oder abweichend vom Auftragnehmer im Einklang mit den geltenden Vorschriften vorgeschlagene und vom Bauleiter genehmigte Lagerstätten befördert werden.

Unter keinen Umständen dürfen durch die Bodenablagerung sowohl kurz- als auch langfristig der Zustand bestehender Bauwerke und angrenzender Liegenschaften beeinträchtigt, die Standfestigkeit des Geländes gestört und der Abfluß der Oberflächenwässer behindert werden.

Sind Bodenmassen in eine Deponie, in Zwischenlager, in vertraglich nicht vorgesehene oder nicht ausführlich beschriebene Standorte zu überführen, hat der Auftragnehmer folgende Unterlagen beizubringen:

- Nachweis der Standfestigkeit und der Umweltverträglichkeit der Lagerstätten, insbesondere mit Bezug auf die hydrologischen Verhältnisse an der Oberfläche und im Untergrund, und den Einwirkungen auf das Landschaftsbild;
- die Genehmigungen der zuständigen Behörden aufgrund der geltenden Normen und Vorschriften sowie die Genehmigungen der Eigentümer zur Grundstücksnutzung.

Grundsätzlich sind geeignete, aus dem Aushub gewonnene Böden unverzüglich und ohne Zwischenlagerung wieder zu verwenden.

Wenn eine Zwischenlagerung des Schüttguts für die nachträglichen Hinterfüllungen oder Aufschüttungen erfolgen muß, darf der Boden in Halden innerhalb oder außerhalb des Baubereichs gelagert werden, sofern daraus keinerlei Schäden, Störungen oder Behinderungen, auch für Dritte, zu erwarten sind.

Die Lagerhalden für den für die Gestaltung des Geländes und der Böschungen gelagerten Oberbodens sind besonders sorgfältig auszubilden und vor Wasseransammlungen zu schützen, um die Oxidation des Bodens

selbst zu verhindern. Die üblicherweise mit einer Böschungsneigung von 3/2 profilierten Erdhaufen dürfen nicht höher als 3,00 m sein, insbesondere wenn die Lagerung mehr als 6 Monate dauert.

Bei der Ausbildung der Lagerhalden für den Oberboden hat der Auftragnehmer folgende Auflagen zu beachten:

- durch geeignete Verfahren und Geräte sind die Verdichtung des Bodens und Setzungen zu vermeiden;
- die Zwischenlager sind durch Mähen oder mit Bekämpfungsmitteln von Unkraut zu schützen, sofern der Bauleiter keine Einwände wegen der Gefahr von Umweltschäden erhebt.

Der Auftragnehmer muß für die vorübergehenden und die endgültigen Lagerstätten, bei Bedarf als Änderung oder Ergänzung der Projektunterlagen, den Standfestigkeits- und den Umweltverträglichkeitsnachweis für die Lagerhalden erbringen, analog wie für die Abbaustätten außerhalb der Baustelle.

5) Ausführliches Arbeitsprogramm

Im Rahmen der Vertragsvorgaben hat der Auftragnehmer ein ausführliches Arbeitsprogramm für die Erdarbeiten mit allen Nebenleistungen auszuarbeiten; folgende Angaben müssen enthalten sein:

- Herkunft aller zur Ausbildung der Bestandteile des Straßenkörpers verwendeten Böden, mit einer Massenbilanz, aus welcher die voraussichtliche Bodenumlagerung durch Abtrag und Auftrag mit Verdichtung hervorgeht;
- die für die vorgesehenen Arbeiten eingesetzten Mittel (Geräte, Arbeitskräfte, Führungskräfte und Ausstattung des Baustellenlabors, usw.), Dauer und Zeitpunkt der Einsätze;
- die mit Baustellenversuchen belegten Einbauverfahren für jede Bodenart, mit Bezug auf:
 - zulässige Schichtdicke in Abhängigkeit von den eingesetzten Verdichtungsgeräten;
 - Eignung der Baumaschinen, insbesondere der Verdichtungsgeräte, um die Sollleistungen zu erzielen;
 - Anzahl der Durchgänge und mittlere Fahrgeschwindigkeit der Verdichtungsgeräte.
- der zu erwartende natürliche Wassergehalt der verwendeten Böden zum Zeitpunkt des Einbaus; in Abhängigkeit davon sind im Arbeitsprogramm genaue Angaben zu Wasserbeigabe oder Wasserentzug, Verbesserung und/oder Stabilisierung zu machen;
- die bei den Vorarbeiten und den parallel zum Einbau durchgeführten Arbeiten angewendeten Verfahren: Wasserbeigabe oder -entzug, Zertrümmerung, Vermischung, Verbesserung, Stabilisierung, Verteilung;
- Planung und Vorbereitung der Hilfsbauwerke: Baustraßen, Anschlüsse an das öffentliche Verkehrsnetz, behelfsmäßige Lagerflächen;
- Varianten oder Änderungen zu den Entwurfsunterlagen, zum Einrichten, Betreiben und Wiederherstellen des Geländes für Abbaustätten, Lagerflächen, sowie Hilfsbauwerke zur Sicherung, Entwässerung und Schutz vor Wasserandrang der Gräben;
- die Vorgangsweise zur Wiederherstellung des ursprünglichen Geländes, durch Andecken mit Erde und Begrünung als Schutz der Oberflächen gegen Erosion.

Jeder sich im Verlauf der Arbeiten als zweckmäßig erweisende Vorschlag zur Anpassung des ausführlichen Arbeitsprogramms ist dem Bauleiter zu belegen und vorzuschlagen und von diesem unverzüglich zu prüfen.

C) AUSFÜHRUNG DER ARBEITEN

C.1 – AUSHUB- UND ABBRUCHARBEITEN

1) Allgemeine Vorschriften

In vorliegendem Absatz werden die Arbeiten für die Abräumung der Grundfläche des Straßenkörpers, den Abtrag des Oberbodens, die Ein- oder Anschnitte im Gelände, den Aushub nach Profil, mit oder ohne Wasserandrang, den Abbruch von Mauern und das Lösen von Felsgestein betrachtet.

Der für den Bau des Straßenkörpers erforderlichen Bodenabtrag (einschließlich der für die Ausbildung der Auflagerflächen für die Straßendämme, die Befestigung und den Straßenunterbau im Einschnitt nötigen Eingriffe), sowie die Gräben nach Profil für Rinnen, Mulden, Überquerungen, Rampen und ähnlichen Bauwerken, sind profil- und maßgerecht nach Vorgabe des Entwurfs und der schriftlichen Anweisungen des Bauleiters auszuführen.

Der Auftragnehmer hat bei der Profilierung der Gräben, der Böschungen und der Grabensohlen sowie bei der Ausbildung der Fahrbahnränder mit der erforderlichen Sorgfalt vorzugehen.

Der Auftragnehmer hat die Grabensohle genau auf der vorgeschriebenen Kote und die Grabenwände mit regelmäßigen Neigungen zu profilieren; bei der Ausführung der Arbeiten dürfen keine Nachbrüche oder Rutschungen auftreten; der Auftragnehmer haftet bis zur Abnahme für den Zustand der Bauwerke und hat für die notwendigen Nacharbeiten an den Böschungen und für die Reinigung der Gräben und Rinnen zu sorgen.

Vor der Ausbildung der Einschnitte und der Aufschüttungen hat der Auftragnehmer unverzüglich dafür zu sorgen, daß behelfsmäßige Abflüsse, Entwässerungskanäle und sonstige Einrichtungen errichtet werden, um den ungehinderten Abfluß der anfallenden Gewässer und die fachgerechte Wasserhaltung in den Gräben zu gewährleisten; er übernimmt auch den Aufwand für die vorschriftgemäße Wasseraufbereitung nach geltenden Bestimmungen.

Wenn aufgrund der Bodenbeschaffenheit oder aus anderen Gründen die Grabenwände verbaut oder gesichert werden müssen, hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten alle nötigen Maßnahmen zu treffen, damit keine Rutschungen oder Bodenbewegungen erfolgen können; der Auftragnehmer haftet vollumfänglich für Schäden an Personen, Gütern, oder Bauwerken, welche in diesem Zusammenhang durch Unfähigkeit oder Nachlässigkeit entstehen.

Sollten die Grabenwände einbrechen, hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten für die Beseitigung des Bodens vom Graben und die Wiederherstellung des Grabenprofils zu sorgen. Er hat kein Anrecht auf Vergütung für die möglicherweise verloren gegangenen für den Grabenverbau verwendeten Einrichtungen.

Wenn es nach Ansicht des Bauleiters die geotechnischen und statischen Bedingungen erfordern, hat der Auftragnehmer den Aushub und die Bauarbeiten in Abschnitten auszuführen.

Fallen die Gräben größer als erforderlich oder vorgeschrieben aus, hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten mit einwandfreien Materialien und geeigneten Verfahren den geforderten Sollzustand herzustellen.

2) Befreiung des Geländes von Bewuchs

Als Vorbereitung für die Erdbewegungen hat der Auftragnehmer vorhandene Bäume und Sträucher zu schlagen und das Wurzelwerk zu roden.

Sofern keine anderslautenden Vereinbarungen getroffen werden, wird das abgeräumte Material Eigentum des Auftragnehmers und ist zu beseitigen; das Material muß in zugelassenen Verbrennungsanlagen oder Deponien vorschriftsmäßig entsorgt werden.

3) Abtrag des Oberbodens

Zu Beginn der Aushubarbeiten hat der Auftragnehmer den Oberboden nach Zeichnung oder in der, vom Bauleiter schriftlich vorgeschriebenen Dicke auf der Grundfläche des Straßenkörpers abzutragen. Entlang der Einschnitte oder Gräben ist der Oberboden vollständig abzutragen, damit der nachträglich ausgehobene und für die Aufschüttungen verwendete Boden nicht verunreinigt wird. Gleichfalls hat der Auftragnehmer darauf zu achten, daß der für die Begrünung des Geländes zu verwendende Oberboden nicht mit Gesteinskörnungen vermischt wird, indem die Aufschüttungen besonders bei abgestuften Auflagerflächen, wie in der Folge näher beschrieben, schichtweise in zeitlich verschobenen Arbeitsgängen eingebaut werden.

Der Auftragnehmer haftet für mangelnde Sorgfalt bei der Ausführung der besagten Arbeiten, wenn die Eigenschaften der zugelassenen Stoffe beeinträchtigt werden; er veranlaßt bei Bedarf auf eigene Kosten die Beseitigung des verunreinigten und die Anlieferung des einwandfreien Bodens in ausreichender Menge.

Der nicht umgehend verwendete Oberboden ist in ein geeignetes Zwischenlager zu befördern und dort bis zur Wiederverwendung für den Auftrag, die Geländegestaltung und die Ausbildung der Grünflächen (Mittelstreifen, Bankette, Trennstreifen, Begrünung von Gruben und Deponien, usw.), zu verwahren.

Die Böden mit einem für die gestellten Anforderungen übermäßigen Gehalt an organischen Stoffen oder Verunreinigungen, sind unverzüglich als Abfall zu entsorgen, damit keinesfalls die für die Aufschüttungen verwendete Gesteinskörnungen verunreinigt werden können.

Der Oberboden muß abschnittsweise unmittelbar vor Beginn der Folgearbeiten gelöst und abgetragen werden, damit die freigelegten, tiefer liegenden Bodenschichten vor dem Niederschlagwasser geschützt bleiben; dies gilt sowohl für Aufschüttungen (Aufweichung und Minderung der Bodentragfähigkeit) als auch für Einschnitte oder Gräben.

4) Bodenaushub für Ein- oder Anschnitte sowie Baugruben

Unter Bodenaushub für Ein- oder Anschnitte sowie Baugruben versteht man:

Ein- und Anschnitte für Verkehrsflächen und dazu gehörende Bauwerke, profilgerecht nach Zeichnung oder gemäß im Verlauf der Arbeiten vom Bauleiter erteilten Anweisungen;

Bodenabtrag zur Ausbildung der Auflagerfläche für den Oberbau und, bei Bedarf in Einschnitten, Säuberung und Nachprofilierung des Planums.

Verbesserung oder Stabilisierung der Auflagerfläche der Aufschüttungen, mit Ausbildung der Abtreppungen gemäß Zeichnung beziehungsweise grundsätzlich bei Geländeneigungen größer als 15%;

Profilgerechter Aushub von Baugruben bis zu der Gründungssohle für Bauwerke, Fundamentplatten, Packlagen und Sauberkeitsschichten;

Bodenabtrag für die Ausbildung von Rampen im Einschnitt und Rinnen;

Verbreiterung der Gräben, auch für die Auflager von Stützbauwerken, und Einschnitte in die Böschungen vorhandener Aufschüttungen zur Einverleibung von Nebenbauwerken des Straßenkörpers;

Ausbildung der Auflagerflächen von Kunstbauten (Brückenwiderlager, Schwellen, Stützmauern, usw.), im Bereich oberhalb der tiefsten Stelle des natürlichen Geländes oder der bereits ausgehobenen und zumindest zu einer Seite hin offenen Baugrube. Als natürliches Gelände gilt auch das Bett von Bächen und Flüssen.

Als Baugruben gelten außerdem die über Rampen für Baumaschinen und voll beladene Fördermittel leicht erreichbare und befahrbare breite Gräben.

Bei wasserempfindlichen Böden und in Bereichen wo der Boden in annähernd waagrechten Schichten abgetragen wird, müssen die Arbeitsflächen entlang der gesamten Breite mit einer angemessenen Neigung nach außen profiliert werden (allgemein nicht weniger als 6%). Dies gilt solange, bis das fertige Planum des Aushubs (Auslagerfläche für den Oberbau oder für die Sauberkeitsschichten) erreicht wird.

Das Planum ist profilgerecht und ohne Mulden mit den Neigungen gemäß Zeichnung herzustellen. Allgemein darf die Neigung nicht geringer als 4% sein, damit das Oberflächenwasser einwandfrei abfließen kann.

Das anstehende Planum ist nach Schichtende oder bei einsetzenden Niederschlägen zu verdichten.

5) Gräben nach Profil

Unter Gräben nach Profil versteht man das profilgerechte Ausheben von Boden mit üblicherweise steilen Grabenwänden für Bauwerke und Schächte, unterhalb der tiefsten Stelle der Baugrubensohle entlang dessen Umfang. Die Bezugstiefe ist in den Entwurfsunterlagen oder durch eine begründete Anweisung des Bauleiters für den gesamten Bereich oder für mehrere Teilbereiche, je nach Geländebeschaffenheit und veränderlicher Tiefe der Baugrubensohle, festzulegen.

Unabhängig von der Nutzung müssen die Gräben, mit begründeter schriftlicher Anweisung des Bauleiters, tiefer als vorgesehen ausgehoben werden, bis man einen Boden mit geeigneter Tragfähigkeit antrifft. Aus der Vergrößerung der Aushubtiefe kann der Auftragnehmer keinen Anspruch auf Zusatzvergütung erheben; der Aushub wird nach Aufmaß aufgrund des tatsächlich ausgehobenen Bodens und mit den nach Aushubtiefe gestaffelten vereinbarten Einheitspreisen vergütet.

Die Grabensohle muß eben oder mit Abtreppungen nach Zeichnung oder gemäß Anweisung des Bauleiters profiliert werden.

Durch geeignete Vorkehrungen hat der Auftragnehmer Wasseransammlungen auf der Grundfläche der Bauwerke oder Andrang von Oberflächenwasser in die Gräben zu vermeiden.

Wie bereits erwähnt, sind die Grabenwände üblicherweise steil abgebösch; der Auftragnehmer hat demnach die Grabenwände bei Bedarf zu sichern und zu verbauen und haftet für Schäden an Personen und Gütern, welche durch Rutschungen oder Bodenbewegungen im Grabenbereich entstehen sollten.

Sofern keine hinderlichen Umstände vorhanden sind, können die Grabenwände auch mit einer geringeren Neigung als in den Entwurfsunterlagen vorgesehen abgebösch werden; der Mehraushub und die zusätzliche Hinterfüllung wird aber nicht vergütet.

Der Auftragnehmer hat die Bauwerke bis zur vorgeschriebenen Kote mit geeignetem Boden zu hinterfüllen; der eingebaute Boden ist mit geeigneten Geräten zu verdichten, ohne daß die bereits fertiggestellten Bauwerke beschädigt werden.

Grundsätzlich gilt, daß bei der Durchführung aller Aushubarbeiten der Auftragnehmer aus eigener Initiative und auf eigene Kosten für die Ableitung des anfallenden Tagwassers zu sorgen hat und zu vermeiden hat, daß die offenen Gräben überschwemmt werden.

Der Auftragnehmer hat sämtliche Hindernisse, an denen das Tagwasser aufgestaut werden könnte, zu beseitigen und bei Bedarf Entwässerungsrinnen anzulegen.

6) Abbrucharbeiten

Die innerhalb der Grundfläche des Straßenkörpers befindlichen Mauerwerke und Bauwerke müssen vom Auftragnehmer mit den zweckmäßigsten Mitteln abgebrochen werden, auch mit Einsatz von Sprengmitteln im Rahmen der geltenden Bestimmungen. In Einschnitten sind die Bauwerke bis zu einer Tiefe von 1 m unter der Fahrbahnbefestigung und bei Aufschüttungen bis zur Oberkante des vorhandenen Geländes abzubrechen. Der Auftragnehmer hat den Beginn der Abbrucharbeiten an Gebäuden dem Bauleiter mit einer angemessenen Frist anzukündigen.

Der Abbruch wird nur dann als Abfall beseitigt, wenn dies aus den Entwurfsunterlagen hervorgeht oder wenn der Bauleiter seiner Verwendung nicht zustimmt. Sollten die Stoffe für die Wiederverwendung geeignet sein, können sie in die Verarbeitungsanlagen geliefert werden.

Der zur Wiederverwendung bestimmte Aushub muß unverzüglich zum Verwendungsort oder in Lagerflächen geliefert werden; in diesen muß das Schüttgut geschützt, bei Bedarf durch Beigabe von Fremdstoffen je nach Verwendungszweck verbessert, anschließend wieder aufgenommen und an den Einbauort befördert werden.

7) Abtrag von Fels

Für den Abtrag von Fels jeglicher Beschaffenheit, Festigkeit, Klüftung und Lagerung, und den Abbruch von Bauteilen kann der Auftragnehmer die ihm am zweckmäßigsten erscheinenden Verfahren anwenden, auch mit Einsatz von Sprengmitteln. In diesem Fall ist das Gefüge des Gesteins an den Grabenwänden möglichst zu schonen und ungestört zu belassen; sollten beim Lösen das Gestein zertrümmert, umgelagert oder sonst wie geschwächt werden, hat der Auftragnehmer, nach Absprache mit dem Bauleiter, auf eigene Kosten für die Säuberung oder Sicherung der Grabenwände zu sorgen.

Beim Einsatz von Sprengmitteln in der Nähe von Straßen, Eisenbahnlinien, bewohnten Gebieten und öffentlichen Anlagen jeglicher Art hat der Auftragnehmer mit besonderer Sorgfalt vorzugehen, damit Schäden an den angrenzenden Liegenschaften durch abbrechende Felstrümmer oder Erschütterungen, dessen Auswirkung mit geeigneten Kontrollsystemen zu überwachen sind, vermieden werden können.

8) Wiederverwendung des Aushubs

Der Auftragnehmer hat mit dem wiederzuverwendenden Aushub unter Berücksichtigung der vereinbarten und vom Bauleiter gemäß Arbeitsprogramm genehmigten Verwendung umzugehen.

Der Auftragnehmer hat den Boden mit geeigneten Mitteln und mit Arbeitskräften in ausreichender Anzahl in genau abgestimmten Arbeitsgängen zu lösen, zu fördern und einzubauen. Er kann nach eigenem Ermessen die Maschinen und Anlagen wählen, sofern ihr Einsatz für die einwandfreie Abwicklung der Arbeiten zweckmäßig ist.

C.2 – AUFSCHÜTTUNGEN

Im vorliegenden Kapitel werden, neben der Aufschüttung von Straßendämmen mit der als Untergrund für die Decke dienenden Tragschicht, auch sonstige Arbeitsgänge betrachtet, die mit der Aufschüttung von Gesteinskörnungen zusammenhängen, wie etwa die Erstellung von Schutzdämmen, die Verfüllung von Gräben und die Verbesserung der Auflagerflächen für Straßendämme und Tragschichten in Einschnitten.

In getrennten Abschnitten werden nacheinander die Arbeitsverfahren für folgende Bauwerke untersucht:

Untergrund oder Unterbau für Aufschüttungen;

Frostschutzschichten;

Aufschüttungen aus natürlichen Gesteinskörnungen;

Verfüllungen;

Erdbauwerke aus natürlichen Gesteinskörnungen;

mit hydraulischen Bindemitteln verbesserten Schichten des Unter- oder des Oberbaus;

Bauwerke aus bewehrter Erde;

Erdbauwerke aus rezyklierten Gesteinskörnungen.

C.2.1 - UNTERGRUND ODER UNTERBAU FÜR STRASSENDÄMME UND AUFSCHÜTTUNGEN

1) Beschaffenheit

Unmittelbar vor dem Einbau der Aufschüttungen hat der Auftragnehmer den Oberboden zu lösen und abzutragen; die Oberfläche des Unterbaus muß möglichst regelmäßig und ohne Mulden profiliert werden, damit anfallendes Regenwasser ungehindert abfließen kann. Beim Abtrag soll der belassene Boden so wenig wie möglich gelockert und gestört werden.

Wenn die Aufschüttungen auf einem um mehr als etwa 15% geneigten Untergrund erstellt werden müssen, ist dessen Oberfläche, nach dem Abtrag des Oberbodens und immer unter Gewährleistung der Hangstabilität, in leicht geneigten Abtreppungen zu gestalten; die genauen Anweisungen müssen im Arbeitsprogramm, auch abweichend von den Entwurfsunterlagen, aufscheinen. Damit die Abtreppungen regelmäßig im Verlauf und in der Höhe ausfallen, müssen sie in gleichbleibenden Abständen parallel zur Straßenachse angelegt werden; sie müssen je nach Maschineneinsatz und Arbeitsbedingungen möglichst schmal gehalten werden.

Hangvorsprünge, entlang denen eine Aufschüttung einzubauen ist, sind ebenfalls in waagrechten Abtreppungen anzuschneiden; der Abtrag beziehungsweise die Aufschüttung und Verdichtung müssen für jede nicht mehr als 50 cm hohe Abtreppung abschnittsweise und fortlaufend fertiggestellt werden.

Die Ausbildung der Geländestufen ist unmittelbar nach dem Abtrag des Oberbodens und vor Einbau des Schüttguts auszuführen, damit der freigelegte Untergrund nicht den Witterungseinflüssen ausgesetzt ist.

Der Bauleiter hat die fachgerechte Vorbereitung des Untergrunds oder des Unterbaus festzustellen; im Rahmen der ihm erteilten Zuständigkeiten, kann der Bauleiter verlangen, daß setzungsempfindliche, lehmige oder torfhaltige Böden mit geringer Tragfähigkeit beseitigt werden oder daß, im Zuge der Arbeiten aus Nachlässigkeit oder ungenügender Organisation des Auftragnehmers gelockerte Bodenschichten, abgetragen werden.

2) Setzungsempfindliche Böden

Sind in den Auflageflächen der Dämme Setzungen von mehr als 15 cm zu erwarten, hat der Auftragnehmer ein ausführliches Kontrollprogramm zur Überwachung des zeitlichen Verlaufs der Setzungen im ausführlichen Arbeitsprogramm vorzuschlagen. Der Auftragnehmer hat für die Bereitstellung der erforderlichen Einrichtungen (mechanische Setzungspegel) und für die Messungen selbst nach Anweisung des Bauleiters zu sorgen.

Nach Fertigstellung der Aufschüttungen darf die noch zu erwartende Restsetzung nicht größer als 10% der geschätzten Gesamtsetzung und keinesfalls größer als 5 cm sein.

Nach Abklingen der Setzungen hat der Auftragnehmer durch Einbau der geeigneten Gesteinskörnungen das Planum und die Böschungen genau nach Zeichnung und Auftragprofil herzustellen, ohne dafür eine zusätzliche Vergütung zu verlangen.

3) Tragfähigkeit

Sofern in den Projektunterlagen keine anderslautenden, auf Anforderungen der Standfestigkeit der Bodenbauwerke beruhende Vorschriften vorliegen, muß der, nach DIN 18134 auf dem natürlichen oder dem verbesserten Untergrund gemessene Verformungsmodul bei Wiederbelastung E_{v2} , folgende, für die fachgerechte Verdichtung der darüber liegenden Schichten erforderliche Mindestwerte nach Tabelle C.1 annehmen:

Tabelle C.1

Anforderungen an die Tragfähigkeit des Untergrundes bei Aufschüttungen E_{v2} (MN/m ²)	
Position	
Auflagerfläche für die Aufschüttung ist in einer Tiefe von zumindest 2,00 m unter der Auflagerfläche der Straßendecke	$E_{v2} \geq 50 \text{ MN/m}^2$
Auflagerfläche für die Aufschüttung ist in einer Tiefe zwischen 1,00 und 2,00 m unter der Auflagerfläche der Straßendecke	$E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$
Auflagerfläche für die Aufschüttung ist in einer Tiefe zwischen 0,50 und 1,00 m unter der Auflagerfläche der Straßendecke	$E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$
Auflagerfläche für die Aufschüttung ist in einer Tiefe unter 0,50 m unter der Auflagerfläche der Straßendecke	$E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$

Die mit der Tragfähigkeit zusammen hängenden Eigenschaften der Unterlage für die Aufschüttungen müssen für den ungünstigsten Wassergehalt in Abhängigkeit von den langfristig zu erwartenden klimatischen und hydrogeologischen Bedingungen festgestellt werden; auszuführen ist zumindest eine Prüfung je 5000 m² Gelände, der Bauleiter wird eine größere Anzahl in Abhängigkeit vom Ausmaß des Bauwerks und der Homogenität des Bodens festlegen. Bei Böden mit „unstabilen“ Verhalten (plötzlicher Tragfähigkeitsverlust, quellend, frostempfindlich u. ä.) ist der Verformungsmodul im gesättigten Zustand zu prüfen.

4) Bodenaustausch und Bodenverbesserung

Wenn aufgrund der Bodenbeschaffenheit und der gegebenen Umstände die erforderliche Tragfähigkeit der Unterlage nicht durch Verdichtung erreicht werden kann, kann im ausführlichen Arbeitsprogramm ein Bodenaustausch in einer angemessenen Dicke mit zugeliefertem Schüttgut vorgesehen werden. Alternativ kann auch eine angemessene Bodenverbesserung vorgenommen werden.

C.2.2 - FROSTSCHUTZSCHICHTEN

Frostschuttschichten in Verkehrsflächen bestehen aus Gesteinskörnungen mit hoher Wasserdurchlässigkeit, die gegebenenfalls durch Geotextilien vor Verunreinigungen geschützt werden. Der Einsatz von rezyklierten Materialien ist nicht gestattet.

1) Schichten aus natürlichen Gesteinskörnungen

Die üblicherweise zwischen 30 und 50 cm dicken Frostschuttschichten aus natürlichen Gesteinskörnungen müssen aus körnigem Schüttgut (Kies, Feinschotter, Feinkies) der Korngruppe von 8 bis 50 mm, mit einem Durchgang am 2 mm-Sieb kleiner als 15% Gewichtsanteile und am 0,063 mm-Sieb kleiner als 3%, hergestellt werden.

Im Schüttgut dürfen keinerlei instabile Bestandteile (frostempfindlich, weich, löslich, u. ä.) und organische Rückstände enthalten sein.

Vorbehaltlich sonstiger, strengerer Untersuchungen, ist grundsätzlich die Korngrößenverteilung in Frostschuttschichten an 1 Probenentnahme je 100 m³ eingebautes Schüttgut zu überwachen.

2) Geotextilien

Zur Verbesserung der Wirkung von Frostschuttschichten kann auf der Unterlage für die Aufschüttung eine Bahn aus Geotextilien eingebaut werden.

Geotextilien bestehen, sofern keine anderslautenden Vorschriften gelten, aus möglichst isotropen Vliesstoffen, dessen mechanisch durch Vernadelung zusammengelegten Fasern aus reinem, hochwertigem Polypropylen oder Polyester bestehen; die Zugabe von Bindemitteln oder chemischen Zusätzen, thermische Verfahren durch Erweichen oder mit beheizten Walzen sind nur zur Oberflächenvergütung, nicht aber zur Verfestigung zugelassen. Bei den Geotextilien werden die Fasern der Art nach in Endlofasern, mit theoretisch unendlich langen Fasern, und in Stapelfasern mit einer Länge von 20 bis 100 mm unterschieden. Geotextilien müssen eine raue Oberfläche aufweisen, sowie unverrottbar, ungiftig und gegen UV-Strahlen (wenn sie mehr als 12 h lang dem Sonnenlicht ausgesetzt werden müssen), Säuren, im Boden vorkommende chemische Belastungen, Verhärtung und mikrobiologischen Befall widerstandsfähig sein; sie müssen ferner umweltverträglich und ohne bevorzugte Faserrichtung hergestellt sein.

Der Vliesstoff muß, bezogen auf den Verwendungszweck, in möglichst breiten Rollen angeliefert werden. Der Stoff mit dem, in den Entwurfsunterlagen angegebenen Gewicht, muß den Anforderungen nach **Tabelle C.2** entsprechen:

Tabelle C.2			
<i>Kenngößen</i>	<i>Bezugsnorm</i>	<i>Maßeinheit</i>	<i>Sollwert</i>
Gewicht	UNI EN ISO 9864	g/m ²	300
Dicke (einzelne Schicht) bei 2 kPa	UNI EN ISO 9863-1	mm	1,7
Zugfestigkeit längs	UNI EN ISO 10319	kN/m	>13,5
Zugfestigkeit quer am 200 mm breiten Streifen	UNI EN ISO 10319	kN/m	>13,5
Witterungsbeständigkeit (Abnahme der Bruchlast auf Zug)	UNI EN 12224	%	<50
Oxydationsbeständigkeit (Abnahme der Bruchlast auf Zug)	UNI EN 13438	%	<20
Bruchdehnung, in %	UNI EN ISO 10319	%	>80
Durchdrückwiderstand (Kegelfallversuch)	UNI EN 918	mm	<26
Durchdrückwiderstand (Stempeldurchdrückversuch), in N	UNI EN ISO 12236	N	>3000
Wasserleitvermögen in der Ebene (ohne Belastung)	UNI EN ISO 12958	l/s/m ²	>175
Wasserleitvermögen in der Ebene (Belastung 20 kPa)	UNI EN ISO 12958	l/m h	>31
Charakteristische Öffnungsweite der Poren O_{w90}	UNI EN ISO 12956	mm	0,10
Mikrobiologische Beständigkeit	UNI EN 12225		

Die Probekörper sind nach EN 963 für jede homogene Lieferung zu entnehmen. Der Auftragnehmer hat die Entnahme der Probekörper unter der Aufsicht des Bauleiters zu besorgen. Die Prüfungen müssen an auf der Baustelle vor der Verwendung gelagerten Stoffen und an im Zuge der Arbeiten entnommenen Probekörpern

durch eine von der Landesverwaltung der Provinz Bozen-Südtirol genehmigte Prüfanstalt durchgeführt werden.

Falls auch nur einer der besagten Anforderungen nicht eingehalten wird, gilt die gesamte Lieferung als nicht angenommen; der Auftragnehmer hat sie unverzüglich von der Baustelle zu beseitigen.

Die Einbaufläche für den Vliesstoff muß absatzfrei und regelmäßig profiliert werden; die Vliesbahnen müssen an den Rändern sowohl längs als quer um mindestens 30 cm überlappt werden.

Die Vliesstoffe dürfen vor der vollständigen Andeckung mit einer 30 cm dicken Lage des Schüttguts nicht mit Baumaschinen befahren werden.

C.2.3 – AUFSCHÜTTUNGEN AUS NATÜRLICHEN GESTEINSKÖRNUNGEN

1) Einbau

Die Gesteinkörnung muß in Lagen mit gleichförmiger Dicke eingebaut werden; durch geeignete Verfahren und Geräte muß vermieden werden, daß eine Entmischung des Schüttguts oder Unstetigkeiten bei der Korngrößenverteilung und beim Wassergehalt auftreten können.

Um der durch Kippen des Schüttguts von den Fördermitteln entstehenden Entmischung zu begegnen, ist die Gesteinkörnung unmittelbar neben dem Verwendungsort zu kippen und durch Planiergeräte einzubauen.

Die Korngrößenverteilung der verschiedenen Schichten der Aufschüttung muß möglichst gleichförmig sein. Insbesondere muß vermieden werden, daß grobe, wenig abgestufte Gesteinskörnungen mit hohem Hohlraumgehalt, angrenzend an feinkörniges Schüttgut eingebaut werden, da durch die von den Fahrzeugen erzeugten Erschütterungen das Feinkorn der einen Schicht in die Hohlräume der anderen abwandern kann und Setzungen in der Aufschüttung hervorgerufen werden.

Während den Arbeiten muß der ungehinderte Abfluß des Tagwassers von den Aufschüttungen gewährleistet werden, indem die Oberflächen mit einer Neigung von zumindest 4% profiliert werden.

Im Bereich von Stützbauwerken aus bewehrter Erde oder sonstigen ist das Tagwasser grundsätzlich von den Bauwerken wegzuleiten.

Die einzelnen Schichten dürfen über die darunter liegenden erst nach Überprüfung der fachgerechten Ausführung eingebaut werden, widrigenfalls kann der Abtrag verfügt werden.

Die Schichtdicke jeder einzelnen Lage wird festgelegt aufgrund der Materialeigenschaften, der verwendeten Maschinen und den Kompaktierungsverfahren der Aufschüttung, welche an Probenfeldern gemäß den Ausführungen in Punkt 2 (Verdichtung), getestet wurden.

Grundsätzlich soll die Schichtdicke nicht geringer als der doppelte Durchmesser des Größtkorns ($s \geq 2D_{\max}$) sein.

Auf keinen Fall darf das Schüttgut Bestandteile mit einem Durchmesser größer als 150 mm, oder 100 mm bis zu einer Tiefe von 1 m enthalten; übergroße Bestandteile sind an der Abbaustelle auszusondern oder zu zerkleinern, bevor sie auf die Fördermittel geladen werden.

2) Verdichtung

Im Rahmen der Projektvorgaben und der im Zuge der Arbeiten vom Bauleiter erteilten Anweisungen für die bestmögliche Nutzung der vorhandenen Gegebenheiten, hat der Auftragnehmer angemessene und für die Beschaffenheit der Gesteinkörnung geeignete Verdichtungsgeräte einzusetzen, mit welchen unter allen Umständen der Verdichtungsgrad und die Tragfähigkeit der fertigen Aufschüttungen den gestellten Anforderungen entsprechen.

Die Eignung der Verdichtungsgeräte muß im Versuchsgelände für jede voraussichtlich verwendete Gesteinkörnung überprüft werden. Ihre Leistungsfähigkeit muß mit jener der bei den sonstigen Arbeitsgängen, wie Abtrag, Förderung und Einbau, eingesetzten Mitteln abgestimmt werden und so gewählt werden, das der im ausführlichen Arbeitsprogramm enthaltene Zeitplan eingehalten werden kann.

Wenn in Anbetracht des Gehalts und der Plastizität der Feinanteile der Wassergehalt des Schüttguts den optimalen Wert um 15-20% überschreitet, hat der Auftragnehmer geeignete Maßnahmen zu deren Senkung durch Förderung der Austrocknung zu treffen, damit die mechanische Stabilität des Gefüges und die Tragfähigkeit des fast gesättigten (Sättigungsgrad größer als 85–90% je nach Gehalt und Plastizität der Feinanteile) und mit hoher Energie verdichteten Schüttguts, nicht zusammenbrechen können. Bei ungünstigen Witterungsbedingungen ist von einer Verwendung und vom Einbau solcher Böden unverzüglich abzusehen.

Die Art der Verdichtungsgeräte, deren Einstellwerte (Fahrgeschwindigkeit, Betriebsgewicht, Reifendruck, Rüttelfrequenz u. ä.), die Schichtdicken und die Anzahl der Walzgänge müssen den bei den Feldversuchen

festgelegten Bedingungen entsprechen. Der Auftragnehmer haftet jedenfalls für die Zweckmäßigkeit des Arbeitsverfahrens und für die Einhaltung der gestellten Anforderungen.

Falls der Wassergehalt nicht verändert werden muß, ist die Schicht unverzüglich nach dem Einbau des Schüttguts zu verdichten.

Das gewählte Verfahren muß eine gleichmäßige Verdichtung innerhalb der Schicht gewährleisten.

Damit das Erdbauwerk überall, auch entlang der Ränder, gleichmäßig verdichtet wird, sind die Böschungen nach Abschluß der Arbeiten durch Abtrag des das Dammpprofil überstehenden Schüttguts nachzuprofilieren. Der Straßendamm ist beidseitig mit einer Mehrbreite von 0,50 m aufzuschütten und zu verdichten; der Bodenabtrag für die Nachprofilierung der Böschungen wird nicht vergütet.

Sofern keine anderslautenden Vorschriften vorliegen, müssen die Anforderungen nach Kapitel E.5 "Überwachung" eingehalten werden; der Umstand ist durch Dichte- und Tragfähigkeitsprüfungen zu belegen. Bei der Erstellung von Straßendämmen müssen eigene Arbeitsgruppen eingesetzt werden, welche laufend die durch den Baustellenverkehr und die Witterungseinflüsse hervorgerufenen Schäden zu beheben haben.

3) Schutz und Stabilisierung

Die Böschungen müssen gezielt durch den auf den Arbeitsfortschritt abgestimmten Einbau einer etwa 30 cm dicken Oberbodenschicht gesichert werden; die Schutzschicht ist in waagrechten Streifen laufend einzubauen und nach Bedarf zu verdichten. Zur Stabilisierung wird die Geländeoberfläche abgestuft, sofern die Deckschicht nicht gleichzeitig mit dem Dammbauwerk eingebaut wird. Die Erde für die Deckschicht, die Bewuchsarten und der Zeitpunkt der Bepflanzung und der Aussaat müssen in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen und den örtlichen Verhältnissen so gewählt und aufeinander abgestimmt werden, daß die Begrünung mit Gras und Sträuchern nach Vorgabe des Projekts rasch und ungestört stattfinden kann.

Die Aussaat ist solange zu wiederholen, bis sich eine dichte und gleichmäßige Grasdecke ausgebildet hat.

Werden Erosionserscheinungen festgestellt, hat der Unternehmer auf eigene Kosten die Instandsetzung der Erdbauwerke durchzuführen.

Müssen die Arbeiten an den Aufschüttungen während eines Zeitraums von einigen Tagen unterbrochen werden, hat der Unternehmer die Aufschüttung vom anfallenden Tagwasser zu schützen. Die fachgerecht profilierten und verdichteten Oberflächen müssen geschlossen sein und ein durchgehendes Gefälle von zumindest 6% aufweisen.

Sollten in den Aufschüttungen ungleichmäßige, auf Ausführungsmängel zurückzuführende Setzungen auftreten, hat der Unternehmer auf eigene Kosten die Oberfläche nachzuprofilieren und bei Bedarf den Oberbau zu erneuern.

Nach längeren Arbeitsunterbrechungen, ist der bereits fertiggestellte Bereich der Aufschüttung von Unkraut und Bewuchs zu säubern; die Oberfläche ist zur besseren Verbindung mit den darüber liegenden Schichten vor dessen Einbau durch Anlegen von Furchen aufzurauen; in solchen Fällen ist es angebracht die Verdichtung und die Tragfähigkeit des Bodens nachzuprüfen.

C.2.4 – ERDBAUWERKE AUS REZYKLIERTEN GESTEINSKÖRNUNGEN

Für die Errichtung von Erdbauwerken können rezyklierte Materialien verwendet werden, die bei Abbrucharbeiten oder als Rückstände von industriellen Verarbeitungsprozessen unter Beachtung der geltenden nationalen Bestimmungen gewonnenen werden.

Die bei *Bau- oder Abbrucharbeiten gewonnenen* Stoffe bestehen vorwiegend aus Ziegel, Mauerwerk, Bruchstücken aus unbewehrtem oder bewehrtem Beton, Verkleidungen, Keramikerzeugnissen, Rückständen aus der Herstellung von Beton- oder Stahlbetonfertigteilen, bei Straßen- oder Eisenbahnbau anfallendem Aufbruch oder Abbruch, Abbruch von Verputz und Bettungen, Rückständen aus Steinbrüchen oder aus Steinmetzbetrieben.

Die *Rückstände von industriellen Verarbeitungsprozessen* bestehen vorwiegend aus ausschließlich neuen Schlacken oder Hochofenschlacke, welche jedenfalls nicht länger als ein Jahr gelagert wurden. Rezyklierte Stoffe dürfen untereinander oder mit natürlichen Gesteinskörnungen vermischt werden; die durch die Wiederverwendung im Straßenbau erzielten wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile liegen auf der Hand.

Die rezyklierten Abbruchmaterialien aus Bauarbeiten müssen die Anforderungen nach Dekret des Landeshauptmanns vom 16.12.1999 Nr. 69 "Durchführungsverordnung zur Wiederverwertung von Baurestmassen und die Qualität von Recycling-Baustoffen" erfüllen.

Die rezyklierten Gesteinskörnungen können zur Errichtung von Aufschüttungen auch als Mischung mit natürlichen Erden oder Lockermaterialien verwendet werden, sofern sie die Anforderungen nach UNI 11531-1 und Tabelle C.3 erfüllen.

Tabelle C.3		UNGEBUNDENE MISCHUNGEN VON REZYKLIERTEM MISCHGRANULAT					
		Anwendung					
Kenngrößen	Norm	Auffüllung/ Umlagerung		Auffüllungs- körper		Tragschicht	
		Anforde- rung	Proben Frequenz	Anforde- rung	Proben Frequenz	Anforde- rung	Proben Frequenz
Bestimmung des Mischgutes	UNI EN 13285	0/63 mm	20.000 m ³	0/63 mm	5000 m ³	0/31,5 mm	2000 m ³
Überkorn	UNI EN 933-1	OC ₇₅	20.000 m ³	OC ₈₅	5000 m ³	OC ₇₅	2000 m ³
Feinanteilgehalt	UNI EN 933-1	-	-	UF ₁₅	5000 m ³	UF ₁₅	2000 m ³
Korngrößenzusammensetzung	UNI EN 933-1	G _N	20.000 m ³	G _N	5000 m ³	G _U	2000 m ³
Plattigkeitskennzahl von groben Aggregaten	UNI EN 933-3	-	-	FI ₅₀	50.000 m ³	FI ₃₅	2000 m ³
Qualität des Feinanteils	UNI EN 933-9	-	-	MB ₅	5000 m ³	MB ₅	2000 m ³
Qualität des Feinanteils (Sandäquivalent)	UNI EN 933-8	-	-	SE ₃₅	5000 m ³	SE ₃₅	2000 m ³
Fließgrenze (Atterberg'sche Grenze)	UNI CEN ISO/TS 17892 -12	-	-	WL ≤ 40	5000 m ³	WL ≤ 40	2000 m ³
Plastizitätszahl	UNI CEN ISO/TS 17892 -12	-	-	IP ≤ 10	5000 m ³	IP ≤ 6	2000 m ³
Widerstand gegen Zertrümmerung	CNR 34	-	-	LA ₃₅	50.000 m ³	LA ₃₀	20.000 m ³
Eluatuntersuchung (Löslichkeitstest)	DM5 febbraio 1998 e s.m.i.	konform	5000 m ³	konform	5000 m ³	konform	5000 m ³
Anteil an wasserlöslichem Sulfat	UNI EN 1744-1	-	-	SS _{0,2}	5000 m ³	SS _{0,2}	2000 m ³
Anteil an Fragmenten von Zementstücken, Beton und Mörtel, natürliche Gesteinsbruchstücke auch aus Mauerwerken, Abraum von Steinbrüchen oder Gestein von Bauwerken, hydraulisch gebundenes Material, Glas.	UNI EN 933-11	Rcug ₅₀	20.000 m ³	Rcug ₅₀	5000 m ³	Rcug ₇₀	2000 m ³
Gehalt an Glas	UNI EN 933-11	-	-	R _{g5}	5000 m ³	R _{g5}	2000 m ³
Gehalt an bituminösem Material	UNI EN 933-11	-	-	R _{a30}	5000 m ³	R _{a10}	2000 m ³
Gehalt an schwimmendem Material: Papier, Holz, Textilien, Zellulose, Nahrungsmittelreste, Polystyrol, organische Substanzen außer Bitumen.	UNI EN 933-11	FL ₁₀	20.000 m ³	FL ₁₀	5000 m ³	FL ₅	2000 m ³
Anteil an schwimmendem Inertmaterial: Leca (Blähton), Schaumbeton, usw.	UNI EN 933-11	-	-	FL ₅	5000 m ³	FL ₅	2000 m ³
Gehalt an Boden, Metallen, nicht schwimmendes Holz, Plastik, Gummi, Gips, Gipskarton und anderes nicht schwimmendes steiniges Materialien	UNI EN 933-11	X ₁	20.000 m ³	X ₁	5000 m ³	X ₁	2000 m ³
Max. Dichte mittels modifiziertem Proctorversuch	UNI EN 13286-2	-	-	γ	5000 m ³	γ	2000 m ³
Tragfähigkeit CBR an verdichteten Probenkörpern nach 4 Tagen Wasserlagerung mit einer ±2% optimalen Feuchte bei 95% der optimalen modifizierten Proctordichte	UNI EN 13286-47	-	-	≥20	50.000 m ³	≥40	50.000 m ³
Schwellwert bei CBR	UNI EN 13286-47	-	-	≤1%	-	≤1%	50.000 m ³
Abnahme der Festigkeit nach Frost-/Tauversuchen	EN 1367-1	-	-	ΔS _{IA} ≤30	5000 m ³	ΔS _{IA} ≤30	2000 m ³

Anmerkung: Das Symbol √ gibt an, dass die Charakteristiken ermittelt aber keine Anforderung entsprechen müssen
Das Symbol – gibt an, dass die Charakteristik weggelassen werden kann

In Anbetracht der verschiedenen Herkunft, durch welche unterschiedliche Eigenschaften bei der Verarbeitung folgen können, müssen die rezyklierten Materialien als homogene Bereiche nach Bauproduktverordnung 305/2011/CPR und Leistungserklärung (DoP) qualifiziert sein. Auf der Verpackung oder den Handelsbegleitpapieren, z. B. dem Lieferschein, muß das CE-Kennzeichen als Konformitätsnachweis nach Anhang ZA der harmonisierten Norm UNI EN 13242 angebracht sein.

Bei Schutzbauwerken gegen hydrogeologische Gefahren müssen vorzugsweise rezyklierte Materialien verwendet werden, welche den geltenden Normen und Gesetzen entsprechen. Rezykliertes Material darf unter keinen Umständen in Kontakt mit dem Grundwasserspiegel, bei Drainagen oder in Aufschüttungskörpern die in geringerer Tiefe als der Frosttiefe liegen Verwendung finden. In diesem Fall ist ausschließlich die Verwendung von natürlichem Gesteinsmaterial erlaubt.

C.2.5.- VERFÜLLUNGEN

Die Verfüllungen von Arbeitsräumen im Bereich von unterirdischen Bauwerken oder von Gräben für erdverlegte Leitungen im Straßenkörper sowie die Anschüttung von Mauern und Stützbauwerken sind mit eigenen Fragestellungen verbunden. Die im Allgemeinen wegen den engen Platzverhältnissen und der Schadensanfälligkeit der betroffenen Bauwerke erschwerte Verdichtung darf keinesfalls als Vorwand für eine unzureichende Tragfähigkeit der Auffüllung gelten.

Das Schüttgut muss für die Verdichtung mit Rüttelgeräten geeignet sein und die Korngrößenverteilung ist auf diese Anforderung besonders abzustimmen.

Bei den Verfüllungen kann auch rezykliertes Material verwendet werden, auch als Mischung mit natürlichen Erden oder Lockermaterialien, sofern es die Anforderungen nach UNI 11531-1 und Tabelle C.3 erfüllt.

Das mit Lastkraftwagen oder ähnlichen Fördermitteln angelieferte Schüttgut oder rezyklierte Material darf nicht direkt in die Gräben oder neben die Bauwerke gekippt werden, sondern ist in dessen Nähe zwischenzulagern, aufzunehmen, schichtweise einzubauen und mit geeigneten Geräten zu verdichten.

Der Unternehmer darf die Anschüttungen oder Hinterfüllungen erst nachdem die Bauwerke die erforderliche Standfestigkeit erreicht haben herstellen. Beim Einsatz schwerer Rüttelgeräte ist ein Sicherheitsabstand von zumindest 1,5m von den Bauwerken einzuhalten. Innerhalb des besagten Bereichs sind leichte Verdichtungsgeräte, wie Rüttelplatten oder handgeführte Walzen einzusetzen; die geforderte Stabilität und Verdichtungsgrad des Bodens müssen durch Herabsetzung der Schichtdicken gewährleistet werden.

Bei der Durchführung in Abschnitten von durch Schächte, Kanäle, Leitungen oder sonstige Bauwerke unterbrochene Verfüllungen und Aufschüttungen, ist die Gleichförmigkeit der Eigenschaften über das ganze Erdbauwerk durch Verwendung gleich bleibender Böden mit gleich bleibenden Schichtdicken zu gewährleisten. Bei der Anschüttung von Bauwerken kann der Bauleiter je nach Bodeneigenschaften auch zusätzlich zu den getroffenen Vereinbarungen die Verbesserung der Aufschüttung mit hydraulischen Bindemitteln bestellen. Das Bindemittel wird auf der Baustelle dem Schüttgut nach Aussonderung der Körnung über 40 mm beigegeben.

Die Bodenverbesserung erfolgt in einem Bereich mit trapezförmigen Querschnitt, mit einer Höhe h , die jener der Aufschüttung entspricht, einer Breite unten von 2,0 und oben von $2,00\text{ m} + 3/2 h$.

Als Bindemittel müssen Zemente mit sehr hoher Sulfatbeständigkeit SR 0 und langsamer Abbindung verwendet werden; die genaue Dosierung muss mittels Laboruntersuchungen festgestellt werden.

Das in höchstens 30 cm dicken Schichten eingebaute Gemisch ist bis zur Erreichung einer Dichte von 98% der Trockendichte nach Proctor standard (UNI EN 13286-2 oder DIN 18127) zu verdichten.

D) UNTERBAU

Der Unterbau ist der Bereich des Straßenkörpers, wo die Einwirkung der vom Verkehr erzeugten und auf die Straßendecken übertragenen Erschütterungen, noch deutlich erkennbar ist. Der Unterbau stellt somit die

Verbindungsschicht zwischen dem anstehenden Boden, sowohl im Einschnitt als auch bündig mit Oberkante Gelände, beziehungsweise zwischen der Aufschüttung und der Straßendecke dar.

1) Aufbau und Baustoffe

Zur Aufstellung des ausführlichen Arbeitsprogramms für die Erdarbeiten muß man sich vergegenwärtigen, daß nicht alle für Aufschüttungen geeignete Gesteinskörnungen auch für die Erstellung der Unterbauschichten verwendet werden können.

- da die Oberfläche ein regelmäßiges Profil aufweisen muß, kommt grundsätzlich die Verwendung von Schüttgut mit Bestandteilen größer als 100 mm nicht in Frage;
- bei der Herstellung ungebundener Schichten müssen nichtbindige, vorwiegend aus Bruch mit geringem Feinkornanteil (Gruppen GW, SW) bestehende Gesteinskörnungen mit einer geeigneten Korngrößenverteilung (abgestufte Sieblinie) verwendet werden, damit die geforderten mechanischen Eigenschaften und die nötige Undurchlässigkeit erreicht werden.

Natürlich oder durch Beigabe geeigneter Korngruppen verbesserte, aus Gruben oder Wasserläufen gewonnene Gesteinkörnungsgemische der Korngruppe 0/100 mm mit abgestufter Sieblinie, welche zur Gruppe GW gehören, eignen sich besonders für die Herstellung von Unterbauschichten.

Abgesehen von technisch oder wirtschaftlich zu rechtfertigenden Lösungen, können ohne Beigabe von Bindemitteln auch Böden mit Gruppenindex IG = 0 verwendet werden, sofern keine Bestandteile $D > 100$ mm enthalten sind und die Tragfähigkeit den unten angegebenen Anforderungen entspricht.

Böden der Gruppen GM, GP-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GC, SW, SP dürfen auch verwendet werden, immer sofern die Grenzwerte für das Größtkorn eingehalten werden, und sofern sie durch Beigabe von Zement, Kalk oder Zement-Kalk verbessert werden.

Können mit Tragfähigkeitsmessungen im Labor (UNI EN 13286-47) zuverlässige CBR - Werte erhalten werden, etwa bei Böden mit Korngröße kleiner als 20 mm, kann die Gesteinskörnung verwendet werden, wenn zumindest folgende Tragfähigkeitskennwerte CBR (in optimaler Proctordichte gesättigt eingebaut) festgestellt werden:

- bei Unterbauschichten aus körnigen Böden, bei trockener Witterung und sofern keine Gefahr besteht, dass die Aufschüttung durch Wasserandrang oder aufsteigender Feuchtigkeit durchnäßt wird:
CBR = 20 (Wassergehalt $w = w_{\text{opt}} \pm 2\%$; ohne Wasserlagerung);
- bei Unterbauschichten aus körnigen Böden, sofern eine der obigen Bedingungen nicht zutrifft:
CBR = 20 ($w = w_{\text{opt}} \pm 2\%$; nach 4-tägiger Wasserlagerung);
- bei Unterbauschichten aus lehmigen oder tonhaltigen Böden bei unzureichender Entwässerung:
CBR = 20 ($w = w_{\text{opt}} \pm 2\%$; bei vollständiger Sättigung).

Für den Unterbau können auch rezyklierte Materialien, auch als Mischung mit natürlichen Böden und Gesteinskörnungen, verwendet werden, sofern sie die Anforderungen nach UNI 11531-1 und Tabelle C.3 erfüllen.

Schlussendlich können zur Herstellung von Unterbauschichten mit hydraulischen Bindemitteln (Zement, Kalk, Kalk-Zement) verbesserte Böden, Abbruch sowie weiche, durch Verwitterung von Fels entstandene, bindige Gesteinskörnungen verwendet werden.

In letzteren Fällen ist die Eignung entweder im Labor durch Tragfähigkeitsmessungen CBR, wobei die obigen Richtwerte für die Tragfähigkeit eingehalten werden müssen, oder an den fertigen Schichten durch Messung des Verformungsmoduls E_{v2} , mit den Anforderungen nach Tabelle C.3, zu überprüfen sind.

Zur raschen Ableitung des anfallenden Tagwassers müssen die Oberflächen der Unterbauschichten in Straßendämmen dachförmig nach außen oder in Einschnitten zu den Entwässerungsanlagen hin mit einem Gefälle von 4% profiliert werden.

E) PRÜFUNGEN

1) Überprüfung der angelieferten Stoffe

Im Verlauf der Arbeiten müssen sowohl aufgrund der durch den Einbau der Bodenschichten vor allem in Zusammenhang mit der Verdichtung gestellten Anforderungen, als auch zum Nachweis, daß gleichbleibende Stoffeigenschaften gegeben sind, müssen Prüfungen an in Anwesenheit des Bauleiters entnommenen Probekörpern durchgeführt werden.

Die Anzahl der zu entnehmenden Prüfkörper hängt von der Heterogenität der jeweils betrachteten Böden ab; für jede homogene Lieferung ist die Anzahl der Eignungsprüfungen der Tabelle E.1 zu entnehmen.

Tabelle E.1		Anzahl der Prüfungen an den angelieferten Gesteinskörnungen			
Verwendung	Aufschüttung		Unterbau		
Prüfung	erste 10.000 m³	weitere m³	erste 5.000 m³	weitere m³	
Klassifizierung nach SN 670 008a	eine Prüfung je 2.000 m ³	eine Prüfung je 5.000 m ³	eine Prüfung je 500 m ³	eine Prüfung je 2.000 m ³	
Wassergehalt UNI CEN ISO/TS 17892-2	eine Prüfung je 500 m ³	eine Prüfung je 1.000 m ³	eine Prüfung je 200 m ³	eine Prüfung je 500 m ³	
Verdichtungsgrad UNI EN 13286-2 / DIN 18127	eine Prüfung je 5.000 m ³	eine Prüfung je 10.000 m ³	eine Prüfung je 1.000 m ³	eine Prüfung je 5.000 m ³	

2) Prüfung der Dichte und der Tragfähigkeit

Die einwandfreie Beschaffenheit der fertigen Bodenschichten kann, mit Bezug auf die Korngrößenverteilung der verwendeten Gesteinskörnung, durch die Prüfung des vorhandenen Verdichtungsgrades, im Vergleich zu den im Labor mit den AASHO-Versuchen erhaltenen Bezugswerten und/oder durch die Messung der Tragfähigkeit festgestellt werden.

Die Tragfähigkeitsprüfungen sind durch Messung des Verformungsmoduls E_{v2} nach DIN 18134 durchzuführen. Außerdem können auch Schnellversuche oder Hochleistungsversuche, wie etwa Messungen mit dem leichten Falling Weight Deflectometer LFW, zweckmäßig sein.

Dichtemessungen in Feldversuchen (Feucht- bzw. Trockendichte γ_d) werden nach DIN 18125 ausgeführt; die Ergebnisse werden auf den im Labor nach UNI EN 13286-2 oder DIN 18127 festgestellten Wert $\gamma_{d,max}$ bezogen. Zusätzlich ist der Wassergehalt der verdichteten Gesteinskörnungen nach UNI CEN ISO/TC 17892-1 festzustellen.

In Tabelle E.2 sind die Mindestanforderungen für die fertigen Schichten je nach ihrer Lage zusammen gefaßt. Soll auf Schnell- oder Hochleistungsversuche zurückgegriffen werden, müssen die Mindestanforderungen experimentell für jede Gesteinskörnungsart und für jede Anforderungsklasse festgestellt werden. Die Versuche können im Versuchsgelände oder auf den fertigen Bodenschichten, vor Beginn der Abschlussprüfungen, durchgeführt werden.

Beispielsweise wird bei den Schnellversuchen zur Bestimmung der Tragfähigkeit mit dem leichten Falling Weight Deflectometer LFW eine Beziehung zwischen dem dynamischen Verformungsmodul E_{vd} und dem mit statischen Geräten erhaltenen Verformungsmodul E_{v2} hergestellt. Das Schüttgut wird aufgrund des über diese Beziehung erhaltenen Wertes von E_{v2} beurteilt.

Die Tragfähigkeit des Bodens hängt in einem je nach Bodenart ausgeprägtem Ausmaß vom Wassergehalt ab; die in Tabelle E.2 angeführten Eigenschaften beziehen sich immer auf einen Wassergehalt zwischen den Grenzwerten $W_{opt} \pm 2\%$ (W_{opt} aus Versuchen nach UNI EN 13286-2 oder DIN 18127).

Wenn der Wassergehalt der Gesteinskörnung während den Versuchen außerhalb der besagten Grenzen liegen sollte, kann die Tragfähigkeit aufgrund der je nach Wassergehalt korrigierten Meßergebnisse geschätzt werden. Demnach müssen für jede Bodenart vorsorglich im Versuchsgelände die Zusammenhänge zwischen Tragfähigkeit und Wassergehalt des Bodens festgelegt werden.

Wurden diese Beziehungen nicht festgestellt, muß bei Plattendruckversuchen oder bei Setzungsmessungen der Wassergehalt bis auf eine Tiefe von zumindest 15 cm innerhalb besagter Grenzen zurückgeführt werden.

Tabelle E.2 Güterichtwerte und Anforderungen für Aufschüttungen und Unterbauschichten		
SCHICHT	Verdichtungsgrad % $\gamma_{d \max}$ im Labor ⁽¹⁾	Verformungsmodul E_{v2} (MN/m ²)
Unterbau ⁽²⁾	≥ 98 %	≥ 120
Aufschüttung ⁽³⁾	≥ 98 %	≥ 80
⁽¹⁾ Standard Proctor Versuch nach UNI EN 13286-2 oder DIN 18127 ⁽²⁾ in Gräben, auf der gesamten Dicke bei Bodenaustausch; in Aufschüttungen, in den obersten Schichten 1,0 m ab OK Untergrund ⁽³⁾ Aufschüttung in einer Tiefe größer als 1,00 m ab Auflager der Straßendecke		

Die Prüfungen werden an den vom Bauleiter angegebenen Stellen durchgeführt; über jede Messung ist eine Niederschrift zu führen.

3) Anzahl der Prüfungen

Sofern keine anders lautenden Anweisungen des Bauleiters vorliegen, muß die Anzahl der Prüfungen in den innerhalb Tabelle E.3 angegebenen Grenzen liegen.

Prüfungsart	Anzahl der Prüfungen an den fertig eingebauten Schichten				
	AUFSCHÜTTUNG		UNTERBAU		
	erste 5.000 m ³	weitere m ³	erste 5.000 m ²	weitere m ²	Fläche m ²
Dichte	eine Prüfung je 500 – 1.000 m ³	eine Prüfung je 3.000-5.000 m ³	eine Prüfung je 350 - 500 m ²	eine Prüfung je 1.000 m ²	-
E_{v2}-Modul Verhältnis E_{v2}/E_{v1}	eine Prüfung je 1.000-1.500 m ³	eine Prüfung je 5.000 m ³	-	-	eine Prüfung je 1.000 -2.000 m ²
E_{vd}-Modul (LFWD)	eine Prüfung je 100-150 m ³	eine Prüfung je 500 m ³			eine Prüfung je 200 -400 m ²

4) Tolleranzen für die Meßergebnisse

Bei weniger als 5 Meßwerten, wie dies bei geringfügigen Arbeiten der Fall sein kann, gelten für jeden einzelnen davon die in Tabelle E.2 angeführten unteren Grenzwerte.

Ansonsten können innerhalb derselben Prüfung bei einem einzigen Meßwert aus einer Reihe von 5 Messungen, folgende Abweichungen von den besagten unteren Grenzwerten zugelassen werden:

- 5% bei Messungen der Trockendichte γ_d ;
- 10% bei Tragfähigkeit (Verformungsmodul E_{v2} oder sonstige Kenngrößen).

5) Tolleranzen für die Ausführung des Planums

Für die Profilierung des Planums gelten folgende Tolleranzen:

± 2% für die Neigung der Böschungen in Einschnitten und Aufschüttungen;

± 3 cm für Unterbauschichten;

± 5 cm für die Auflagefläche des Unterbaus;

± 10 cm für die Abtreppungen in Böschungen, mit oder ohne Einbau einer Oberbodenschicht.

Die Abweichungen sind als Stichmaß unter einer 4 m langen, in zwei zueinander im rechten Winkel liegenden Richtungen aufgesetzten Richtlatten zu messen; das Stichmaß ist im rechten Winkel zu den überprüften Flächen zu messen.

In der Regel ist die Ausführungsgenauigkeit:

- jede 500 m², für Böschungen und Auflagefläche des Unterbaus und
- jede 200 m², für die Auflagefläche der Straßendecken zu prüfen.

Artikel 2

BODENVERBESSERUNG MIT KALK

Bei diesem Verfahren wird die zu behandelnde Bodenschicht mit Kalk bestreut und durch Einsatz von fahrbaren Mischern mit dem Bindemittel vermischt (Eingang- oder Mehrgangmischer). Dadurch werden eine mittel- und langfristige Verbesserung der mechanischen Eigenschaften sowie der Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung von Wasser und Frost-Tauwechsel des Bodens erreicht.

A – BESTANDTEILE UND QUALIFIZIERUNG

1. Kalk

1.1 Allgemeines und Herkunft

Zur Bodenverbesserung kann vorwiegend aus Kalkoxyd und Kalkhydrat bestehender Luftkalk sowie ungelöschter¹ oder gelöschter² Branntkalk verwendet werden. Die zu verwendende Kalkart hängt vom Wassergehalt des zu verbessernden Bodens ab: für Böden mit hohem Wassergehalt ist ungelöschter Kalk zu verwenden. Der Kalk muß durch Kalzinierung aus Kalkstein hergestellt werden; die Verwendung von durch Verwertung von Baurückständen gewonnenem Kalk ist unzulässig.

Der verwendete Kalk ist gemäß Bauproduktverordnung 305/2011/CPR über Baustoffe zu klassifizieren. Auf der Verpackung oder den Handelsbegleitpapieren, z. B. dem Lieferschein, muß das CE-Kennzeichen als Konformitätsnachweis nach Anhang ZA der harmonisierten Norm UNI EN 459-1 angebracht sein.

1.2 Anforderungen

Im Straßenbau darf ausschließlich Kalk der Klassen CL 90 oder CL 80 verwendet werden.

Die Korngrößenverteilung des ungelöschten Kalks muß zusätzlich innerhalb des Sieblinienbereichs nach Tabelle A.1 liegen. Bei der Bestimmung der Reaktivität nach UNI EN 459-2² muß der ungelöschte Kalk innerhalb von 25 Minuten eine Temperatur von 60°C erreichen.

Tabelle A.1

Sieböffnung (mm)	Kategorie P1	Kategorie P2	Kategorie P3	Kategorie P4
10	-	100	-	100
5	-	100	100	≥95
2	100	≥95	≥95	-
0,2	≥95	≥70	-	-
0,09	≥85	≥50	≥30	-

Anmerkung: Bestimmung der Korngrößenverteilung nach UNI EN 459-2:2010

Der Bauleiter stellt die Einhaltung der gestellten Anforderungen anhand der EG-Konformitätserklärung für die Baustoffe und die Eintragungen aus der werkseigenen Produktionskontrolle des Herstellers fest; letztere müssen dem Bauleiter spätestens 15 Tage vor Beginn der Arbeiten übergeben werden.

1.3 Wasser

Das zum Vermischen und zum Abbinden beigegebene Wasser darf die Eigenschaften des Gemischs nicht beeinträchtigen. Trinkwasser kann ohne weitere Überprüfung verwendet werden. Auf Anweisung des Bauleiters ist die Eignung des Wassers zu überprüfen; die Anforderungen für das Anmachwasser sind in der Norm UNI EN 1008 festgelegt.

¹ Ungelöschter Kalk wird gemahlen als Pulver oder als Wassersuspension verwendet. In letzterem Fall muß die Suspension zumindest 70% in Gewichtsanteilen Kalkoxyd enthalten.

² Bleibt ein Teil des ungelöschten Kalks auf dem 2 mm-Sieb liegen, ist das Überkorn aufzumahlen, bis dies nicht mehr der Fall ist; erst dann wird das Bindemittel zu den weiteren Prüfungen zugelassen.

1.4 Boden

Sowohl der Boden des Untergrunds sowie die Aufschüttungen können mit Kalk verbessert werden, sofern:

- der Boden den Klassen A₆ und A₇ nach UNI 11531-1:2014, den Klassen A_{2,6} und A_{2,7} mit einem Durchgang beim 0,4 mm-Sieb UNI nicht kleiner als 35% oder der Klasse A₅ mit I_p>8 zugeordnet werden kann;
- für den Boden ein Kationen-Austausch-Kapazität (KAK-Wert) größer als 200 festgestellt wird (Methylenblau-Methode: 200 cm³ Methylenblau-Lösung 10g/l auf 100 g des Durchgangs beim 0,25 mm-Sieb, nach UNI EN 933-9);
- der Gehalt an organischen Bestandteilen nicht größer als 3% ist;
- der Durchmesser des Größtkorn kleiner als 60 mm ist.
- der Sulfatanteil (SO₃) nicht größer als 0,3% nach UNI EN 1744-1, Absatz 10 ist; zur Aussonderung der Sulfate aus den Boden ist jedoch ein Verhältnis in Gewichtsanteilen Wasser/Boden von 10 anzusetzen. Wird vereinzelt ein Sulfatgehalt zwischen 0,3% und 0,5% festgestellt, kann der Boden örtlich zu Quellerscheinungen neigen, der Boden ist in diesem Fall besonders sorgfältig zu zerkleinern und mit Kalk zu vermischen. Insbesondere muß beim Mischvorgang der Wassergehalt des Bodens zumindest um 3-5% den bei den Verdichtungsversuchen festgestellten Optimalwert übersteigen. Nach einer Abbindezeit von zumindest 3 Tagen kann neuerlich Bindemittel beigemischt werden; die verbesserte Bodenschicht kann in der Folge verdichtet werden. Wird ein Sulfatgehalt zwischen 0,5% und 0,8% festgestellt, sind die beschriebenen Maßnahmen zu treffen und zusätzlich die genaue Abstimmung der Abbindezeit im Rahmen der Versuche zur Festlegung des Mischgutansatzes durchzuführen. Zu diesem Zeitpunkt kann auch überprüft werden, ob es zweckmäßig ist, den Kalk in 2 unterschiedlichen Arbeitsgängen beizumischen. Die Annahme des Gemischs hängt vorwiegend vom Quellmaß ab. Bei einem Sulfatgehalt über 0,8% ist von einer Bodenverbesserung mit Kalk abzusehen.

1.5 Gemisch

Die Zusammensetzung des Gemischs Boden-Kalk-Wasser wird aufgrund von, an amtlich anerkannten Prüfanstalten nach DPR Nr. 380/2001, Artikel 59 durchgeführten Versuchen zur Festlegung des Mischgutansatzes ermittelt.

1.5.1 Mischgutansatz

Für Bodenverbesserungen werden zumindest 3 Boden-Kalk-Gemische untersucht; dabei wird der Kalkgehalt, beginnend von dem unter a) angeführten Mindestwert (C.I.C.) gesteigert. Sofern keine weiteren Vorschriften des Bauleiters bei Böden mit mittlerem oder hohem Sulfatgehalt vorliegen, umfaßt die Untersuchung zumindest folgende Prüfungen an dem zu verbessernden Boden:

- a) Feststellung des Mindestwertes für den Kalkgehalt (C.I.C.) nach ASTM D6276-99a;
- b) Feststellung des Blauwertes nach UNI EN 933-9;
- c) Feststellung der Fließ- und der Plastizitätsgrenze (UNI CEN ISO/TS 17892-12);
- d) Feststellung der Verdichtungskurve mit der modifizierten Proctor-Arbeit (UNI EN 13286-2 oder Alternativ mit DIN 18127) für zumindest 5 Wassergehaltswerte sowie den natürlichen Wassergehaltswert des ungestörten Bodens;

Am Boden-Kalk-Gemisch sind folgende Prüfungen durchzuführen:

- a) Feststellung der Fließ- und der Plastizitätsgrenze (UNI CEN ISO/TS 17892-12);
- b) Feststellung der Verdichtungskurve mit der modifizierten Proctor-Arbeit (UNI EN 13286-2) für zumindest 5 Wassergehaltswerte sowie den natürlichen Wassergehaltswert des ungestörten Bodens;
- c) Feststellung des CBR Wertes (UNI EN 13286-47:2006) an verdichteten Prüfkörpern mit optimalem Wassergehalt W_{opt} sowie W_{opt}+3%, nach 28-tägiger Lagerung bei 20° ± 2° C und relativer Feuchte >95%³ und nachträglicher Sättigung durch 4-tägige Wasserlagerung bei 20° ± 2° C. Nach der Sättigung wird zusätzlich das Quellmaß festgestellt. Auf Anweisung des Bauleiters sind die Messungen an je zwei Prüfkörpern für jeden Wassergehaltswert des Gemischs durchzuführen.
- d) auf Anweisung des Bauleiters ist zusätzlich der "unmittelbare" CBR-Wert nach CNR-UNI 10009 an verdichteten Prüfkörpern mit optimalem Wassergehalt W_{opt} sowie W_{opt}+3% festzustellen;
- e) auf Anweisung des Bauleiters ist zu Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel die Druckfestigkeit nach UNI EN 13286-41 festzustellen; die Prüfkörper sind nach UNI EN 13286-50 mit 98% der größten, bei den Verdichtungsversuchen erhaltenen Dichte und mit dem,

³ Abweichend kann die Lagerung auch während 48 h bei 49 ± 1°C und relativer Feuchte >95% stattfinden.

bei der Verdichtung auf der Baustelle vorgesehenen Wassergehalt herzustellen. Die Probekörper werden während 28 Tagen bei $20^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ und relativer Feuchte $>95\%$ gelagert. Nach der Lagerung werden die Prüfkörper 13 Frost-Tau-Wechseln ausgesetzt (16 Stunden bei -5°C , 8 Stunden bei 8°C). Auf Anweisung des Bauleiters sind die Messungen an je zwei Prüfkörpern durchzuführen.

Zur Aufbereitung des Gemischs wird der Boden bei einer Temperatur von höchstens 60°C getrocknet, bis die Masse unverändert bleibt. Danach wird Kalk in den zu untersuchenden Anteilen beigegeben. In der Folge wird Wasser in den zu untersuchenden Anteilen beigegeben; einer dieser Werte muß dem Wassergehalt des ungestörten Bodens entsprechen.

Der Zeitraum zwischen der Wasserbeigabe und der Verdichtung des Gemischs wird auch aufgrund der Hinweise des Bauleiters bezüglich Bodenart, Arbeitsprogramm und Feldprüfungen festgelegt.

Die Verdichtungskurven und die CBR-Kurven sind sowohl als Funktion der dem getrockneten Boden beigegebenen Wassermenge als auch des am Boden-Kalk-Gemisch nach Lagerung gemessenen Wassergehalts, darzustellen.

B – GENEHMIGUNG DES MISCHGUTANSATZES

Zur Verbesserung des Unterbaus gelten die Boden-Kalkgemische als geeignet, welche folgenden Anforderungen entsprechen:

- Mindestwert für den Kalkgehalt (C.I.C.) $>1,5\%$;
- Methylenblauwert VB $>2\text{ g/kg}$;
- CBR-Wert $>30\%$ für Prüfkörper mit einem Wassergehalt bei der Aufbereitung W_{opt} und $W_{\text{opt}+3\%}$, nach Lagerung und Sättigung;
- Quellmaß nach 4-tägiger Wasserlagerung $<1,5\%$ für Prüfkörper mit einem Wassergehalt bei der Aufbereitung W_{opt} und $W_{\text{opt}+3\%}$, nach Lagerung und Sättigung;
- Druckfestigkeit $R_c \geq 1,2\text{ MPa}$.

Der Auftragnehmer hat dem Bauleiter spätestens 15 Tage vor Beginn des Einbaus die Ergebnisse der genannten Prüfungen mitzuteilen und den Kalkanteil, den er dem Gemisch beizugeben gedenkt, vorzuschlagen. Nach Genehmigung des Mischgutansatzes durch den Bauleiter, kann das Gemisch verwendet werden.

Unter keinen Umständen darf der Gewichtsanteil des Kalks am Gemisch geringer als $2,0\%$ sein, ist dies der Fall, hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten die Bodenschicht abzutragen und zu beseitigen.

C – EINBAU

Die Oberfläche ist genau nach Zeichnung zu profilieren. Bei Bedarf ist der Boden mit einer Walze zu verdichten, um besonders setzungempfindliche Bereiche festzustellen. Auf Anweisung des Bauleiters sind diese Bereiche vor Beginn der Verbesserung durch Bodenaustausch oder anders zu verfestigen.

Vor der Vermischung ist der natürlich gelagerte Boden bis auf die für die Verbesserung vorgesehene Tiefe zu lockern; hierzu werden geeignete Maschinen mit rotierenden Schaufeln eingesetzt, welche in mehreren Gängen den Boden auffräsen, bis die größten Erdknollen einen Durchmesser unter 40 mm aufweisen.

Bei diesem Vorgang muß der Boden gleichmäßig über die gesamte Arbeitsbreite und bis auf die gewollte Tiefe gelockert werden. Die Arbeitstiefe muß deutlich verfolgbar und erkennbar sein.

Nach der Auflockerung ist der Wassergehalt des anstehenden Bodens festzustellen; die Messungen sind mit zeitsparenden Verfahren an verschiedenen Standorten und in verschiedenen Tiefen durchzuführen.

Als zufriedenstellend können die Werte für den Wassergehalt zwischen dem Optimalwert für das Gemisch W_{opt} und $W_{\text{opt}+3\%}$ betrachtet werden. Bei übermäßigem Wassergehalt wird, im Einvernehmen mit dem Bauleiter, der Boden erneut durchgefräst. Das Bindemittel darf nicht beigegeben werden, solange der Wassergehalt außerhalb der besagten Grenzwerte liegt. Ist der Wassergehalt wesentlich höher als der für die Verdichtung günstigste Optimalwert, ist die Verwendung von gemahlenem, ungelöschtem Kalk wegen seiner wasserentziehenden Wirkung zu empfehlen.

Der staubförmige Kalk wird in der, im Mischgutansatz vorgegebenen Menge mit Einsatz von Verteilermaschinen, mit von der Fahrgeschwindigkeit abhängiger Dosiervorrichtung, ausgestreut. Die Bindemittelverteilung ist bei Wind einzustellen, wenn trotz Ausstattung mit Atemschutz die Gesundheit des Personals und eine genaue Dosierung nicht mehr gewährleistet werden können. Der Boden muß in der Folge gemäß Anweisung des Bauleiters befeuchtet werden, bis der vorgeschriebene Wassergehalt erreicht wird.

Das Bindemittel darf höchstens auf einer, innerhalb einer Tagesschicht zu verbessernden Fläche verteilt werden.

Innerhalb von 6 Stunden nach der Verteilung hat die Vermischung mittels Mischer in 2 oder mehreren Durchgängen zu erfolgen. Einzusetzen sind fahrbare, für eine Arbeitstiefe von 50 cm ausgelegte Mischer mit einer rotierenden Mischwelle.

Die Arbeitstiefe und die Gleichmäßigkeit der Vermischung sind durch Sichtprüfung an der Maschine während des Mischvorgangs festzustellen. Die Beschaffenheit des Gemischs kann auch in Schürfschlitzten durch das Phenolphthalein-Verfahren⁴ überprüft werden.

Nach der Vermischung müssen die Erdschollen so zerkleinert worden sein, daß das gesamte Gemisch durch das Sieb zu 31,5 mm fällt und höchstens 50% des Gemischs auf dem Sieb zu 4 mm liegen bleibt.

Auf Anweisung des Bauleiters muß, je nach Zusammensetzung und Reaktivität des zu verbessernden Bodens, 1 bis 7 Tage nach dem ersten Mischvorgang eine zusätzliche Endvermischung vorgenommen werden. Die Dauer dieser Abbindezeit wird vom Bauleiter aufgrund der Ergebnisse der Prüfungen zur Ermittlung des Mischgutansatzes festgelegt.

Aufgrund der angewendeten Arbeitsverfahren entstehen Längs- und Quernähte an den Übergängen. Die bei der Verbesserung von nebeneinander liegenden Bahnen entstehenden Übergänge müssen um mindestens 15 cm überlappt sein. Die zu behandelnden Bodenschichten müssen innerhalb eines Tages auf ihrer gesamten Breite fertig vermischt werden.

Entlang der senkrecht zur Straßenachse verlaufenden Quernähte, ist das verdichtete Gemisch in den Bereichen, wo der Kalkgehalt, die Dicke oder die Verdichtung unzulänglich oder ungleichmäßig sind, abzutragen. Die Übergänge sind zu Beginn des folgenden Arbeitstages am abge bundenen Boden auszubilden; die Stirnseiten sind senkrecht zu beschneiden, um die Rißbildung zu vermeiden.

Zur Verdichtung sind, je nach geotechnischen Eigenschaften des Boden-Kalk-Gemischs, Schafffußwalzen, Glattmantelwalzen, Rüttelwalzen oder Gummiradwalzen einzusetzen.

Das Planum ist mit Einsatz eines Straßenhobels ohne Beigabe von Boden oder sonstigen Stoffen herzustellen. Das fertige Planum der verbesserten Bodenschicht muß genau nach Zeichnung und nach Längsschnitt profiliert werden.

Nach der Verdichtung und der Profilierung ist die Oberfläche, sofern die verbesserte Bodenschicht nicht innerhalb von 24 Stunden mit einer weiteren Schicht des Straßenaufbaus überdeckt wird, als Schutzschicht mit 1,5 kg/m² Bitumenemulsion mit langer Brechzeit Typ EL 55 (Amtliches Merkblatt CNR Nr.3) oder abweichend mit 1 kg/m² Flüssigbitumen BL 350-700 (Amtliches Merkblatt CNR Nr.7) zu besprühen.

D - PRÜFUNGEN

Zur Prüfung der Eigenschaften der mit Kalk verbesserten Bodenschichten sind sowohl Laborprüfungen an den Bestandteilen und am Gemisch als auch Feldversuche durchzuführen.

Der Entnahmeort und die Anzahl der Prüfungen sind in **Tabelle D.1** angeführt.

Die Prüfungen erfolgen in der Prüfanstalt der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol oder in einer anderen, vom Auftraggeber bestimmten Prüfanstalt.

Nach der Verdichtung darf die **Trockendichte** (γ_d) des trockenen Bodens von zumindest 95% der Probekörper den optimalen, vor Beginn der Arbeiten im Labor, am mit der modifizierten Proctor-Verdichtungsarbeit (UNI EN 13286-2) verdichteten Gemisch, gemäß vor Beginn der Arbeiten vorgeschlagenen Mischgutansatz gemessenen Bezugswert $\gamma_{d,max}$ nicht um mehr als 98% unterschreiten. Die Dichte wird gemäß DIN 18125-2 beziehungsweise CNR 22/72 oder ASTM D 1556-90 gemessen.

Bei einer Dichte unter dem Sollwert wird auf dem gesamten homogenen Flächenbereich der im Projekt angegebene Einheitspreis für die Tragschicht wie folgt in % gekürzt:

$$\text{Abzug in \%} = 2 (s - 2)^2$$

wo s die wie folgt berechnete Abweichung in % der Trockendichte γ_d von dem im Labor ermittelten Sollwert $\gamma_{d,opt}$ ist:

⁴ Ein 30 cm breiter Schürfschlitz wird auf die gesamte Dicke der verbesserten Bodenschicht ausgehoben. Die Grabenwände werden mit dem pH-Indikator aus in Alkohol gelösten Phenolphthalein gesättigt. Von der violetten Verfärbung des Indikators können die Tiefe und die Gleichmäßigkeit der Vermischung abgeleitet werden.

$$s = 100 (0,98 \cdot \gamma_{d \text{ opt}} - \gamma_d) / 0,98 \cdot \gamma_{d \text{ opt}}$$

Weicht die festgestellte Trockendichte um mehr als 95% vom, im Labor am mit der modifizierten Proctor-Verdichtungsarbeit (UNI EN 13286-2) verdichteten Gemisch gemessenen Bezugswert $\gamma_{d, \text{max}}$ ab, hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten die Tragschicht abzutragen und neu einzubauen; er haftet auch für den Schaden aus dem Verzug bei der Nutzung der Verkehrsflächen.

Die **Tragfähigkeit** wird nach DIN 18134 mittels Plattendruckversuch mit Plattendurchmesser 300 mm ermittelt. Abweichend können auch Hochleistungs- oder Schnellversuche mit dem leichten Fallgewicht LFWD durchgeführt werden.

Der Verformungsmodul E_{v2} darf den Wert von 120 MN/m² nicht unterschreiten; das Verhältnis E_{v2}/E_{v1} muß kleiner als 2,15 sein. Werden mittlere Werte der Tragfähigkeit unter dem Sollwert festgestellt, wird auf dem gesamten homogenen Flächenbereich der im Projekt angegebene Einheitspreis für die Tragschicht wie folgt in % gekürzt:

$$\text{Abzug in \%} = [(120 - E_{v2})/5]^2$$

Liegen die Meßwerte für den Verformungsmodul E_{v2} unter 100 MN/m² oder liegt das Verhältnis E_{v2}/E_{v1} über 2,15 hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten die Tragschicht abzutragen und neu einzubauen; er haftet auch für den Schaden aus dem Verzug bei der Nutzung der Verkehrsflächen.

Ist die Durchführung von Schnell- oder Hochleistungsprüfungen vorgesehen, sind die zu stellenden Mindestanforderungen vor Beginn der Abschlußprüfungen durch Versuche im Prüfgelände oder an den fertig eingebauten Schichten festzulegen. Bei Schnellmessungen der Tragfähigkeit mit dem leichten Fallgewicht LFWD, wird eine Beziehung zwischen dem dynamischen Verformungsmodul E_{vd} und dem mit statischen Prüfverfahren gewonnenen Verformungsmodul E_{v2} hergestellt. Die Eignung der gebundenen Bodenschichten wird aufgrund der aus dieser Beziehung erhaltenen Sollwerte für E_{v2} bewertet.

Der Bauleiter kann zusätzlich Messungen des CBR-Wertes, des Quellmaßes und der Druckfestigkeit an auf der Baustelle entnommenen Probekörpern des verdichteten Gemischs verlangen.

Werden die im Labor am Mischgutansatz gemessenen Werte um mehr als 90% unterschritten, entscheidet der Bauleiter über die Annahme der verbesserten Bodenschichten und über mögliche Preisabzüge.

Tabelle D.1

STOFFPRÜFUNGEN UND ÜBERWACHUNG DER ANFORDERUNGEN			
ART DES PRÜFKÖRPERS	ENTNAHMEORT	PRÜFHÄUFIGKEIT	ZU PRÜFENDE KENNGRÖSSEN
Verdichtetes Gemisch	Fertig eingebaute Bodenschicht	jede 2.000 m ³ verbesserter Boden	CBR-Wert, Quellmaß und Druckfestigkeit (Bruch) nicht unter 90% der im Labor für das Gemisch nach Mischgutansatz erhaltenen Werte
Fertige Bodenschicht	Fertig eingebaute Bodenschicht	jede 250 m fertige, verbesserte Bodenbahn	Lagerungsdichte nicht unter 98% der im Labor gemessenen Dichte nach AASHTO modifiziert (DIN 18127 oder CNR 69/78)
Fertige Bodenschicht	Fertig eingebaute Bodenschicht	jede 250 m fertige, verbesserte Bodenbahn	Verformungsmodul E_{v2} , mit Plattendruckversuch (Platte zu 300 mm) nach DIN 18134 festgestellt, non unter 120 MN/m ² mit $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,15$

Artikel 3

BODENVERBESSERUNG MIT KALK UND HYDRAULISCHEM BINDEMITTEL

Die Technik besteht in der Stabilisierung mittels Vermischung mit geeigneten Mischmaschinen (Pulvimixer), von Kalk und Zement mit dem alten Straßenkörper.

Der Eingriff kann direkt auf die oder den bestehenden Schichten, d.h. auf die gefrästen und aufgelockerten Materialien, durchgeführt werden. Die oberen Schichten werden zunächst Abgetragen um die Stabilisierung des Untergrundes mit Kalk zu ermöglichen und anschließend wieder aufgetragen um den neuen Straßenunterbau herzustellen.

Der gleiche Eingriff kann bei der Realisierung von Straßenunterbauten angewendet werden, bei Anwesenheit von Materialien, dessen Eigenschaften den Anforderungen nicht entsprechen (plastisches Verhalten, geringe Kohäsion).

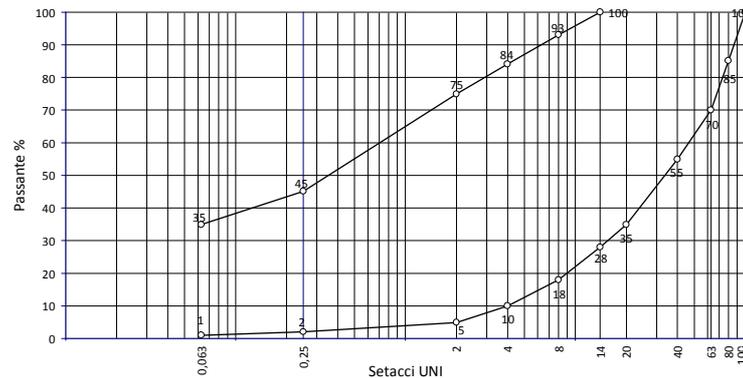
Die Anwendung von Kalk, zusätzlich zum Zement, ist dann erforderlich, wenn das zu stabilisierende Material einen Plastizitätsindex $I_p > 6$ (bestehende plastische Tragschicht, Vermischung mit dem bestehenden Straßenunterbau, plastische Zugabematerialien) aufweist.

A – MISCHGUTANSATZ

1. Zu stabilisierendes Material

Das zu behandelnde Material stammt generell von den alten Tragschichten und beinhaltet eventuell auch Teile der darüberliegenden Asphaltsschichten (Fräsgut) und Material des Unterbaues. Weiters können Aushubmaterial, natürliche Gesteinskörnungen und/oder rezykliertes Material verwendet werden. Die Korngrößenverteilung des zu behandelnden Mischgutes muss innerhalb des Sieblinienbereiches nach liegen.

Tabelle A.1		
Körnungsverteilung		
Serie ISO	mm	% Durchgang
Sieb	100	100
Sieb	80	85 – 100
Sieb	63	63 – 100
Sieb	40	55 – 100
Sieb	20	35 – 100
Sieb	16	31 - 100
Sieb	14	28 – 100
Sieb	12,5	24 - 97
Sieb	10	22 - 96
Sieb	8	18 – 93
Sieb	6,3	15 - 90
Sieb	4	10 – 84
Sieb	2	5 – 75
Sieb	1	4 - 65
Sieb	0,25	2 – 45
Sieb	0,063	1 – 35



Der vorhandene Boden kann mit Kalk und/oder hydraulischem Bindemittel behandelt werden, wenn der Anteil an organischem Material nicht höher als 3% ist und der Sulfatanteil (SO_3), gemessen nach UNI EN 1744-1, die 0,3% nicht überschreitet.

2. Zement

Der verwendete Zement ist gemäß Bauproduktverordnung 305/2011/CPR über Baustoffe mit Leistungserklärung (DoP) zu klassifizieren. Auf der Verpackung oder den Handelsbegleitpapieren, z. B. dem Lieferschein, muß das CE-Kennzeichen als Konformitätsnachweis nach Anhang ZA der harmonisierten Norm UNI EN 13282-1 (Rapid gardening hydraulic road binders) und UNI EN 13282-2 (Normal gardening hydraulic road binders) angebracht sein. Es sind vorzugsweise sulfatbeständige hydraulische Bindemittel (SR 0) mit einer niedrigen Hydratationswärme zu verwenden und das Mischverhältnis ist anhand spezifischer Laborprüfungen zu ermitteln.

3. Kalk

In den Fällen, wo das zu stabilisierende Material einen Plastizitätsindex $\text{IP} > 6$ zeigt muss eine Vorbehandlung mit Kalk erfolgen. Zur Bodenverbesserung kann vorwiegend aus Kalkoxyd und Kalkhydrat bestehender Luftkalk sowie ungelöschter¹ oder gelöschter Branntkalk verwendet werden. Die zu verwendende Kalkart hängt vom Wassergehalt des zu verbessernden Bodens ab: für Böden mit hohem Wassergehalt ist ungelöschter Kalk zu verwenden. Der Kalk muß durch Kalzinierung aus Kalkstein hergestellt werden; die Verwendung von durch Verwertung von Baurückständen gewonnenem Kalk ist unzulässig. Der verwendete Kalk ist gemäß Bauproduktverordnung 305/2011/CPR über Baustoffe mit Leistungserklärung (DoP) zu klassifizieren. Auf der Verpackung oder den Handelsbegleitpapieren, z. B. dem Lieferschein, muß das CE-Kennzeichen als Konformitätsnachweis nach Anhang ZA der harmonisierten Norm UNI EN 459-1 angebracht sein. Es darf ausschließlich Kalk der Klassen CL 90 oder CL 80 verwendet werden.

4. Wasser

Das zum Vermischen und zum Abbinden beigegebene Wasser darf die Eigenschaften des Gemischs nicht beeinträchtigen und darf keine schädlichen Verunreinigungen, Öle, Säuren, Laugen, organisches Material, Ton oder Schluff sowie sonstige schädliche Substanzen enthalten. Auf Anweisung des Bauleiters ist die Eignung des Wassers zu überprüfen; die Anforderungen für das Anmachwasser sind in der Norm UNI EN 1008 festgelegt.

5. Gemisch

Die Zusammensetzung des Bindemittels (Hydraulisches Bindemittel und eventuell Kalk) und der für das Auswalzen optimale Feuchtegehalt, werden aufgrund von, an amtlich anerkannten Prüfanstalten nach DPR Nr. 380/2001, Artikel 59 durchgeführten Versuchen zur Festlegung des Mischgutansatzes ermittelt.

¹ Ungelöschter Kalk wird gemahlen als Pulver oder als Wassersuspension verwendet. In letzterem Fall muss die Suspension zumindest 70% in Gewichtsanteilen Kalkoxyd enthalten.

B – GENEHMIGUNG DES MISCHGUTANSATZES

Der Auftragnehmer hat dem Bauleiter spätestens 15 Tage vor Beginn des Einbaus die Ergebnisse der genannten Prüfungen mitzuteilen und den hydraulischen Bindemittel- und Kalkanteil, den er dem Gemisch beizugeben gedenkt, vorzuschlagen. Nach Genehmigung des Mischgutansatzes durch den Bauleiter, kann das Gemisch verwendet werden.

Sofern die Mischungen die Anforderungen erfüllen, welche in Tabelle A.2 dargestellt sind, werden sie als geeignet zur Anfertigung einer Tragschicht angesehen.

Tabelle A.2		Zement- und Kalkgebundenes Korngemisch			
Anforderung	Prüfmethode	Symbol	Maßeinheit	Sollwert	Widerstandsklassen
Druckfestigkeit nach 28 Tagen	UNI EN 13286-41	R _c	MPa	2,5 ≥ R _c ≤ 5	C _{3/4} - C _{5/6}
Indirekte Zugfestigkeit nach 28 Tagen	UNI EN 13286-42	R _t	MPa	≥ 0,25	
Steifigkeitsmodul nach 28 Tagen – 124ms (*)	UNI EN 12697 – 26 Anhang C	S	GPa	3,0 – 8,0	Kategorie T2 – T4
(*) Prüfkörper mit 100 Umdrehungen der Gyratorpresse hergestellt					

Unter keinen Umständen darf der Gewichtsanteil des Kalks bzw. hydraulische Bindemittel am Gemisch geringer als 2,0% sein, ist dies der Fall, hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten die Bodenschicht abzutragen und zu beseitigen.

B – EINBAU

Vor dem Mischvorgang muss der Aufbruch der bestehenden Schichten durch eine Fräse oder mittels der Stabilisierungsmaschine selbst erfolgen.

Wenn das gefräste Material wieder eingebracht wird, oder im Falle einer Materialergänzung muss beim Ausgleichen dafür gesorgt werden, dass die vorgeschriebene Schichtstärke konstant eingehalten werden kann.

Nach der Auflockerung ist der Wassergehalt des anstehenden Bodens festzustellen; die Messungen sind mit zeitsparenden Verfahren an verschiedenen Standorten und in verschiedenen Tiefen durchzuführen.

Als zufriedenstellend können die Werte für den Wassergehalt zwischen dem Optimalwert für das Gemisch W_{opt} und W_{opt}+2% betrachtet werden. Bei übermäßigem Wassergehalt wird, im Einvernehmen mit dem Bauleiter, der Boden erneut zur Belüftung durchgefräst, oder bei zu großer Trockenheit bewässert.

Wenn die optimale Feuchte erreicht ist, bzw. die Abweichung im zulässigen Bereich liegt, wird der Zement in der, im Mischgutansatz vorgegebenen Menge mit Einsatz von Verteilermaschinen, mit von der Fahrgeschwindigkeit abhängiger Dosiervorrichtung, ausgestreut.

Die Vermischung hat mittels Pulvimixer in einem oder zwei Durchgängen zu erfolgen.

Mit der gleichen Prozedur wie beim Zement wird der Kalk in der vorgeschriebenen Menge, bzw. mit den vom Bauleiter angeordneten Abänderungen, gestreut, sofern die Plastizität des Materiales eine derartige Vorbehandlung erforderlich macht. Nach der Vermischung des Kalkes mittels Pulvimixer in einem oder zwei Durchgängen erfolgt das Ausbringen und Vermischen des Zementes. Nach der Vermischung des Zementes, muss mittels Graeder die Schicht ausgeglichen werden. Die anschließende Verdichtungsarbeiten müssen zuerst durch eine, mit Kompaktometer ausgestattete Vibrationswalze mit Gewicht über 12 t und dann mit einer mind. 15 t schwere Gummiradwalze erfolgen, bis 98% der im Labor ermittelten mod. AASHO Dichte erreicht wird. Das Bindemittel darf höchstens auf einer, innerhalb einer Tagesschicht zu verbessernden Fläche verteilt werden. Die Bindemittelverteilung ist bei Wind einzustellen, wenn, trotz Ausstattung mit Atemschutz, die Gesundheit des Personals und eine genaue Dosierung nicht mehr gewährleistet werden können.

Aufgrund der angewendeten Arbeitsverfahren entstehen Längs- und Quernähte an den Übergängen. Die bei der Verbesserung von nebeneinander liegenden Bahnen entstehenden Übergänge müssen um mindestens 15 cm überlappt sein. Entlang der senkrecht zur Straßenachse verlaufenden Quernähte, ist das verdichtete Gemisch in den Bereichen, wo der Kalk – und Zementgehalt, die Dicke oder die Verdichtung unzulänglich oder ungleichmäßig sind, abzutragen. Die Übergänge sind zu Beginn des folgenden Arbeitstages am

abgebundenen Boden auszubilden; die Stirnseiten sind senkrecht zu beschneiden, um die Rissbildung zu vermeiden.

Die Arbeiten dürfen in der Regel, bei Außentemperaturen unter 5°C und über 25°C, bzw. bei Regen nicht durchgeführt werden. Bei Temperaturen zwischen 25°C und 30°C kann man fortfahren, unter der Bedingung, dass unmittelbar nach Mischung und Verdichtung die bituminöse Schutzschicht aufgebracht wird.

Die Idealtemperatur liegt zwischen 15°C und 18°C und die ideale relative Luftfeuchtigkeit bei 50% ca. Die Durchführung der Arbeiten ist auch bei höheren Temperaturen zulässig, wenn auch die relative Luftfeuchtigkeit entsprechend höher ist. Bei Temperaturen unter dem Mittelwert soll darauf geachtet werden, dass die Relative Luftfeuchtigkeit nicht unter 15% liegt, da auch dies zu starke Verdunstung verursachen würde.

Durch ungünstige Witterungsverhältnisse oder aus anderen Gründen mangelhafte Schichten, müssen unverzüglich zu Lasten des Auftragnehmers abgetragen und neu eingebaut werden.

In fertigen Oberflächen sind Ebenheitsabweichungen, als Stichmasse unter einer 4 m langen in beliebiger Richtung aufgesetzten Richtlatte, von bis zu 1 cm zulässig wenn der Fehler nur vereinzelt vorkommt.

Wenn die Abweichung größer ist, kann der Fehler nicht durch die Aufbringung von neuem Material ausgebessert werden, sondern es muss die gesamte Schicht zu Lasten des Auftragnehmers abgetragen und neu eingebaut werden.

Nach der Verdichtung und der Profilierung ist auf die Oberfläche, sofern die verbesserte Bodenschicht nicht innerhalb von 24 Stunden mit einer weiteren Schicht des Straßenaufbaus überdeckt wird, eine Schutzschicht mit 1,5 kg/m² Bitumenemulsion mit langer Brechzeit, die mit Sand abgesplittet wird, aufzubringen. Ansonsten muss, um die Feuchtigkeit der Oberfläche zu gewährleisten, der bearbeitete Abschnitt drei Mal täglich mit Wasser befeuchtet werden.

Die bearbeitete Schicht darf ab dem dritten Tag nach dem Einbau für den Gummiradverkehr freigegeben werden.

C - PRÜFUNGEN

Zur Prüfung der Eigenschaften der mit Kalk und hydraulische Bindemittel verbesserten Bodenschichten sind sowohl Laborprüfungen an den Bestandteilen und am Gemisch als auch Feldversuche durchzuführen.

Der Entnahmeort und die Anzahl der Prüfungen sind in Tabelle C.1 angeführt.

Die Prüfungen erfolgen in der Prüfanstalt der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol oder in einer anderen, vom Auftraggeber bestimmten Prüfanstalt.

Nach der Verdichtung darf die **Trockendichte** (γ_d) des trockenen Bodens von zumindest 95% der Probekörper den optimalen, vor Beginn der Arbeiten im Labor, am mit der modifizierten Proctor-Verdichtungsarbeit (UNI EN 13286-2) verdichteten Gemisch, gemäß vor Beginn der Arbeiten vorgeschlagenen Mischgutansatz gemessenen Bezugswert $\gamma_{d,max}$ nicht um mehr als 98% unterschreiten. Die Dichte wird gemäß DIN 18125-2 beziehungsweise CNR 22/72 oder ASDM D 1556-90 gemessen.

Bei einer Dichte unter dem Sollwert wird auf dem gesamten homogenen Flächenbereich der im Projekt angegebene Einheitspreis für die Tragschicht wie folgt gekürzt:

$$\text{Abzug in \%} = 2 (s - 2)^2$$

wo s die wie folgt berechnete Abweichung in % der Trockendichte γ_d von dem im Labor ermittelten Sollwert

$\gamma_{d,opt}$ ist:

$$s = 100 (0,98 * \gamma_{d,opt} - \gamma_s) / 0,98 * \gamma_{d,opt}$$

Weicht die festgestellte Lagerungsdichte um mehr als 95% vom, im Labor am mit der modifizierten Proctor-Verdichtungsarbeit (UNI EN 13286-2) verdichteten Gemisch gemessenen Bezugswert $\gamma_{d,max}$ ab, hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten die Tragschicht abzutragen und neu einzubauen; er haftet auch für den Schaden aus dem Verzug bei der Nutzung der Verkehrsflächen.

Die **Tragfähigkeit** wird nach DIN 18134 mittels Plattendruckversuch mit Plattendurchmesser 300 mm ermittelt. Abweichend können auch Hochleistungs- oder Schnellversuche mit dem leichten Fallgewicht LFDW durchgeführt werden.

Der Verformungsmodul E_{v2} darf den Wert von 150 MN/m² innerhalb der ersten 24 Stunden nach Fertigstellung nicht unterschreiten, 3 Tage nach dem Einbau muss der Wert über 200 MN/m² liegen und das Verhältnis E_{v2}/E_{v1} muß kleiner als 2,15 sein.

Werden mittlere Werte der Tragfähigkeit 3 Tage nach dem Einbau, die unter 200 MN/m^2 liegen, festgestellt, wird auf dem gesamten homogenen Flächenbereich der im Projekt angegebene Einheitspreis für die Tragschicht wie folgt in % gekürzt:

$$\text{Abzug in \%} = [(200 - E_{v2})/5]^2$$

Liegen die Meßwerte für den Verformungsmodul E_{v2} (nach 3 Tage) unter 180 MN/m^2 oder liegt das Verhältnis E_{v2}/E_{v1} über 2,15 hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten die Tragschicht abzutragen und neu einzubauen; er haftet auch für den Schaden aus dem Verzug bei der Nutzung der Verkehrsflächen.

Ist die Durchführung von Schnell- oder Hochleistungsprüfungen vorgesehen, sind die zu stellenden Mindestanforderungen vor Beginn der Abschlußprüfungen durch Versuche im Prüfgelände oder an den fertig eingebauten Schichten festzulegen. Bei Schnellmessungen der Tragfähigkeit mit dem leichten Fallgewicht LFWD, wird eine Beziehung zwischen dem dynamischen Modul E_{vd} und dem mit statischen Prüfverfahren gewonnenen Modul E_{v2} hergestellt. Die Eignung der gebundenen Bodenschichten wird aufgrund der aus dieser Beziehung erhaltenen Sollwerte für E_{v2} bewertet.

Der Bauleiter kann, sofern er als notwendig ansieht, weitere Kontrollmessungen mittels Falling Weight Deflectometer – FWD veranlassen. Von den Werten des Elastizitätsmodul, welche nach 90 Tage der Fertigstellung gemessen werden, darf das 85 % den Wert von 12,0 GPa nicht überschreiten. Von denselben Werten darf das 15 % 4,0 GPa nicht unterschreiten. Für Werte des Elastizitätsmoduls, die das 85 % von 12,0 GPa überschreiten, erfolgt bei der Tragschicht und den darüberliegenden Schichten (gesamtes Schichtpaket von der Tragschicht bis zur Verschleißschicht) ein Anzug von 10%.

Für Werte des Elastizitätsmodul, die das 15% von 4,0 GPa unterschreiten, erfolgt bei der Tragschicht und den darüberliegenden Schichten (gesamtes Schichtpaket von der Tragschicht bis zur Verschleißschicht) eine Kürzung von:

$$\text{Abzug in \%} = 5(s+s^2)$$

Wo s die Abweichung zwischen 4 GPa und dem Wert des 15% vom Elastizitätsmodul des homogenen Bereiches (auf den sich der Wert bezeichnet) in GPa ist.

Die angeführten Abzüge sind kumulierbar und schließen weitere Abzüge wegen mangelhaften Bestandteilen, Abweichungen des gelieferten Mischgutes von dem anhand der Eignungsprüfung vereinbarten Mischgutansatz und wegen mangelhaftem Einbau nicht aus, sofern die Überlagerung der festgestellten Mängel nicht die einwandfreie Nutzbarkeit der Verkehrsfläche beeinträchtigt.

Tabelle C.1

STOFFPRÜFUNGEN UND ÜBERWACHUNG DER ANFORDERUNGEN			
ART DES PRÜFKÖRPERS	ENTNAHMEORT	PRÜFHÄUFIGKEIT	ZU PRÜFENDE KENNGRÖSSEN
Mineralstoffgemisch vor der Ausbreitung des Bindemittels (Kalk und Zement)	Zu bearbeitender Abschnitt vor der Ausbreitung der Bindemittel	jede 2.000 m ³ verarbeiteter Boden	Siebanalyse
Mineralstoffgemisch vor der Vermischung mit Kalk und mit Zement	Zu bearbeitender Abschnitt nach der Ausbreitung der Bindemittel	jede 2.000 m ³ verarbeiteter Boden	Menge des ausgebreiteten Kalkes /m ² Menge des ausgebreiteten Zementes /m ²
Fertige Bodenschicht	Fertig eingebaute Bodenschicht	jede 500 m fertige, verbesserte Bodenbahn	Lagerungsdichte nicht unter 98 % der im Labor gemessenen Dichte nach AASHTO modifiziert (DIN 18127 oder CNR 69/78)
Fertige Bodenschicht 3 Tage nach Verfestigung	Fertig eingebaute Bodenschicht	jede 250 m fertige, verbesserte Bodenbahn	Verformungsmodul E_{v2} , mit Plattendruckversuch (Platte zu 300 mm) nach DIN 18134 festgestellt, nicht unter 180 MN/m^2 mit $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,15$

Artikel 4

GESTEINSKÖRNUNG FÜR UNGEBUNDENE TRAGSCHICHTEN

Die Gesteinskörnung besteht aus einem ungebundenen Gemisch aus durch Aufbereitung von natürlichen, künstlichen oder rezyklierten Stoffen gewonnenem Material für das Bauwesen. Die Aufbereitung kann unter Umständen aus der Beigabe und Vermischung mit Gesteinskörnungen anderer Korngruppen bestehen. Im Straßenbau wird die Gesteinskörnung zur Herstellung von Tragschichten verwendet.

A – BESTANDTEILE UND QUALIFIZIERUNG

1 Gesteinskörnung

1.1 Allgemeines und Herkunft

Die verwendete Gesteinskörnung ist gemäß Bauproduktverordnung 305/2011/CPR über Baustoffe zu klassifizieren. Auf der Verpackung oder den Handelsbegleitpapieren, z. B. dem Lieferschein, muß das CE-Kennzeichen als Konformitätsnachweis nach Anhang ZA der harmonisierten Norm UNI EN 13242 und EN 13285 angebracht sein.

Die Bezeichnung jeder Korngruppe muß folgende Angaben enthalten:

- Korngröße;
- Art der Mineralstoffe (vorwiegende petrographische Zusammensetzung);
- Standort der Gewinnung und der Lagerung sowie Hersteller;

Die Gesteinskörnung darf aus Bestandteilen unterschiedlicher Herkunft oder petrographischer Zusammensetzung bestehen, sofern für jede Bodenart die Anforderungen nach Tabelle A.1 eingehalten werden.

Ist die Gesteinskörnung der Einwirkung von Frost- und Tauwechsel ausgesetzt, dürfen keine Schichtsilikate und insbesondere Kaolinite, Chlorite, Smekтите, Vermikulite, Glimmer oder durch Verwitterung entstandenes Eisenoxydhydrat enthalten sein.

Tabelle A.1		GESTEINSKÖRNUNG			
Kenngrößen	Bezugsnorm	Symbol	Maßeinheit	Sollwerte	Kategorie nach UNI EN 13242
Größtkorn	UNI EN 933-1	D	mm	≤31,5	
Plattigkeitskennzahl	UNI EN 933-3	FI	%	≤35	FI ₃₅
Kornformkennzahl	UNI EN 933-4	SI	%	≤40	SI ₄₀
Anteil an gebrochenen Körnern	UNI EN 933-5	C	%	≥70	C _{70/NR}
Sandäquivalent	UNI EN 933-8	SE	%	≥50	SE ₅₀
Widerstand gegen Zertrümmerung	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30	LA ₃₀
Widerstand gegen Schlagzertrümmerung	UNI EN 1097-2	SZ	%	≤32	SZ ₃₂
Widerstand gegen Frost-Tau-Wechsel	UNI EN 1367-2	F	%	≤1	F ₁
Fließgrenze	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W _L	%	≤15	
Plastizitätsbeiwert	UNI CEN ISO/TS 17892-12	IP	-	NP	
Gehalt an organischen Stoffen	UNI EN 1744-1		%	abwesend	
Wasserlösliche Bestandteile	UNI EN 1744-3		%	abwesend	
Dehnungsbeiwert unter Frosteinwirkung	SN 670 321		%	≤0,1	
Schwellwert			%	Keiner	

Es können rezyklierte Materialien verwendet werden, die bei Abbrucharbeiten oder als Rückstände von industriellen Verarbeitungsprozessen unter Beachtung der geltenden nationalen Bestimmungen gewonnenen werden.

Die rezyklierten Gesteinskörnungen können zur Errichtung von Tragschichten auch als Mischung mit natürlichen Erden oder Lockermaterialien verwendet werden, sofern sie die Anforderungen nach UNI 11531-1 und Tabelle A.2 erfüllen.

In Wiederaufbereitungsanlagen dürfen die zu rezyklierenden Stoffe ausschließlich vom Herstellungs- oder vom Abbruchort bezogen werden; streng untersagt ist die Belieferung aus Deponien jeglicher Art.

Die rezyklierten Abbruchmaterialien aus Bauarbeiten müssen die Anforderungen nach Dekret des Landeshauptmanns vom 16.12.1999 Nr. 69 "Durchführungsverordnung zur Wiederverwertung von Baurestmassen und die Qualität von Recycling-Baustoffen" erfüllen.

Tabelle A.2		MISCHUNGEN VON REZYKLIERTEN KÖRNERUNGEN FÜR UNGEBUNDENE TRAGSCHICHTEN	
Kenngößen	Norm	Anforderung	Proben Frequenz
Bestimmung des Mischgutes	UNI EN 13285	0/31,5 mm	1000 m ³
Überkorn	UNI EN 933-1	OC ₇₅	1000 m ³
Feinanteilgehalt max.	UNI EN 933-1	UF ₉	1000 m ³
Feinanteilgehalt min.	UNI EN 933-1	LF ₂	1000 m ³
Korngrößenzusammensetzung	UNI EN 933-1	GA	1000 m ³
Plattigkeitskennzahl von groben Aggregaten	UNI EN 933-3	FI ₃₅	10.000 m ³
Qualität des Feinanteils	UNI EN 933-9	MB ₂	1000 m ³
Qualität des Feinanteils (Sandäquivalent)	UNI EN 933-8	SE ₃₀	1000 m ³
Fließgrenze	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W ₁ ≤ 15	2000 m ³
Plastizitätsbeiwert	UNI CEN ISO/TS 17892-12	IP ≤ 6%	2000 m ³
Sandäquivalent	UNI EN 933-8	SE ₅₀	2000 m ³
Kornformkennzahl	UNI EN 933-4	SI ₄₀	10.000 m ³
Anteil an gebrochenen Körnern	UNI EN 933-5	C _{70/10}	2000 m ³
Widerstand gegen Schlagzertrümmerung	UNI EN 1097-2	SZ ₃₂	10.000 m ³
Widerstand gegen Zertrümmerung	UNI EN 1097-2	LA ₃₀	10.000 m ³
Anteil an wasserlöslichem Sulfat	UNI EN 1744-1	SS _{0,2}	1000 m ³
Wasserlösliche Bestandteile	UNI EN 1744-3	abwesend	2000 m ³
Anteil an Fragmenten von Zementstücken, Beton und Mörtel, natürliche Gesteinsbruchstücke auch aus Mauerwerken, Abraum von Steinbrüchen oder Gestein von Bauwerken, hydraulisch gebundenes Material, Glas.	UNI EN 933-11	Rcug ₉₀	5000 m ³
Gehalt an Glas	UNI EN 933-11	Rg ₅₋	1000 m ³
Gehalt an bituminösem Material	UNI EN 933-11	Ra ₅₋	1000 m ³
Gehalt an schwimmendem Material: Papier, Holz, Textilien, Zellulose, Nahrungsmittelreste, Polystyrol, organische Substanzen außer Bitumen.	UNI EN 933-11	FL ₅₋	1000 m ³
Anteil an schwimmendem Inertmaterial: Leca (Blähton), Schaumbeton	UNI EN 933-11	FL ₅₋	1000 m ³
Gehalt an Boden, Metallen, nicht schwimmendes Holz, Plastik, Gummi, Gips, Gipskarton und anderes nicht schwimmendes steiniges Materialien	UNI EN 933-11	X ₁₋	1000 m ³
Max. Dichte mittels modifiziertem Proctorversuch	UNI EN 933-11	√	2000 m ³
Tragfähigkeit CBR an verdichteten Probenkörpern nach 4 Tagen Wasserlagerung mit einer ±2% optimalen Feuchte bei 95% der optimalen modifizierten Proctordichte	UNI EN 13286-47	≥50	20.000 m ³
Schwellwert CBR	UNI EN 13286-47	≤1%	20.000 m ³
Widerstand gegen Frost-Tau-Wechsel ⁽¹⁾	UNI EN 1367-1	F ₂	2000 m ³
Dehnungsbeiwert unter Frosteinwirkung	SN 670 321	≤0,1	10.000 m ³
⁽¹⁾ Die Frost-Tau-Wechsel Prüfung wird an allen Körnungsguppen bestimmt			
Das Symbol √ gibt an, dass die Charakteristiken ermittelt aber keine Anforderung entsprechen müssen			
Das Symbol – gibt an, dass die Charakteristik weggelassen werden kann			

In Anbetracht der verschiedenen Herkunft, durch welche unterschiedliche Eigenschaften bei der Verarbeitung folgen können, müssen die rezyklierten Materialien als homogene Bereiche nach Bauproduktverordnung 305/2011/CPR und Leistungserklärung (DoP) qualifiziert sein. Auf der Verpackung oder den Handelsbegleitpapieren, z. B. dem Lieferschein, muß das CE-Kennzeichen als Konformitätsnachweis nach Anhang ZA der harmonisierten Norm UNI EN 13242 angebracht sein.

1.2 Korngröße und Korngrößenverteilung

Die Korngruppen der Mineralstoffe sind mittels unterer und oberer Siebgröße d/D nach UNI EN 13242 zu bezeichnen. Zu verwenden sind der Grundsiebsatz und der Ergänzungssiebsatz +2.

Die Korngrößenverteilung muß den allgemeinen Anforderungen nach UNI EN 13242 für das Grobkorn, das Feinkorn und Gesteinkörnungsgemische entsprechen.

1.3. Geometrische, physikalische und chemische Anforderungen sowie jene an die Dauerhaftigkeit

Die zur Aufbereitung der Gesteinskörnung verwendeten Mineralstoffe müssen den in Tabelle A.1 angeführten Anforderungen entsprechen. Der Besitz besagter Eigenschaften wird anhand entsprechender Kennwerte in der EG-Konformitätserklärung für die Gesteinskörnungen für das letzte halbe Jahr ausgewiesen.

Die Konformitätserklärung wird nach Artikel 7, Absatz 1, Buchstabe B, Verfahren 3, im DPR Nr. 246/93 (System 2+) ausgestellt.

Die gesamte Dokumentation, beinhaltend die EG-Konformitätserklärung und die Leistungserklärung (DoP), muß mindestens 15 Tage vor Beginn der Arbeiten dem Bauleiter übergeben werden.

Der Bauleiter ist berechtigt, durch eigene Eignungsprüfungen die vom Hersteller angegebenen Kennwerte zu überwachen.

Für die nicht in der Leistungserklärung ausgewiesenen Eigenschaften wird der Bauleiter die Klassifizierung durch eine Prüfanstalt nach Artikel 59 des DPR Nr. 380/2001 oder durch die Prüfanstalt für Baustoffe der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol anfordern.

2. Mischgut

Die Korngruppe des verwendeten Gesteinskörnungsgemischs muß nach UNI EN 933-1 bezeichnet werden; mit dem Größtkorn $D = 31,5$ mm ergibt sich die Bezeichnung 0/31,5. Die Eigenschaften des verwendeten Gemischs müssen den in Tabelle A.3 angeführten Anforderungen entsprechen; die Korngrößenverteilung muß innerhalb des Sieblinienbereichs nach Tabelle A.4 liegen.

Tabella A.4 Anforderungen an das Gemisch (UNI EN 13285)					
Kenngrößen	Norm	Symbol	Maßeinheit	Sollwerte	Kategorie nach UNI EN 13242
Korngrößenverteilung	UNI EN 933-1	G	mm	0/31,5	G ₀
Unterkorn (Siebdurchgang D)	UNI EN 933-1	OC	%	da 85 a 99	OC ₈₅
Höchstgehalt an feiner Gesteinskörnung	UNI EN 933-1	UF	%	≤ 5	UF ₇
Mindestgehalt an feiner Gesteinskörnung	UNI EN 933-1	LF	%	≥ 2	LF ₂

Der Auftragnehmer kann Gesteinskörnungsgemische mit einer von der in Tabelle A.3 abweichenden Kategorie der Korngrößenverteilung vorschlagen.

Der Tragfähigkeitskennwert CBR nach UNI EN 13286-47, gemessen nach 4-tägiger Wasserlagerung (gemessen am Material des Siebdurchgang von 25,4 mm), darf den für die Bemessung der Deckschicht angenommenen Wert beziehungsweise den unteren Grenzwert 50 nicht unterschreiten. Diese Bedingungen müssen auch für Abweichungen von ±2% vom optimalen Wassergehalt für die Verdichtung zutreffen.

Tabelle A.5 SIEBLINIENBEREICH 0/31,5 KORNVERTEILUNG		
Serie ISO	mm	% Durchgang
Sieb	45	100
Sieb	31,5	85-99
Sieb	16	50-78
Sieb	8	31-60
Sieb	4	18-46
Sieb	2	10-35
Sieb	1	6-26
Sieb	0,5	2-20
Sieb	0,063	2-7

Der Bauleiter stellt die Einhaltung der in den Tabelle A.3 und A.4 gestellten Anforderungen anhand der CE Kennzeichnung und Leistungserklärung (DoP) für die Baustoffe und die Eintragungen aus der werkseigenen Produktionskontrolle des Herstellers fest; letztere müssen dem Bauleiter spätestens 15 Tage vor Beginn der Arbeiten übergeben werden.

Der Bauleiter ist berechtigt, durch eigene Eignungsprüfungen die vom Hersteller angegebenen Kennwerte zu überwachen.

B – GENEHMIGUNG DES MISCHGUTANSATZES

Der Auftragnehmer muß dem Bauleiter mit einer angemessenen Frist vor Beginn der Arbeiten für jeden Herstellungsstandort geeignete Unterlagen vorlegen, welche zumindest folgende Angaben enthalten müssen:

- Zusammensetzung der zu verwendenden Gesteinskörnung;
- EG-Konformitätserklärungen und die Leistungserklärung (DoP);
- Eintragungen aus der werkseigenen Produktionskontrolle des Herstellers für das letzte Jahr;
- mit der modifizierten Proctor - Verdichtung bestimmte Kraft-Eindringtiefe-Kurve nach UNI EN 13286-2 oder DIN 18127;
- CBR-Wert für die gesättigten Probekörper.

Der Mischgutansatz des vom Auftragnehmer eingebauten Mischguts muß genau der vom Bauleiter genehmigten Zusammensetzung entsprechen.

Der Auftragnehmer hat dem Bauleiter die Bezugsquelle, den Standort und die Bedingungen der Lagerung (mit Angabe der vorgesehenen Schutzvorkehrungen gegen anfallendes Wasser und Verschmutzung), die geplanten Verarbeitungsverfahren sowie Art und Leistungsfähigkeit der zu verwendenden Einrichtungen schriftlich mitteilen.

C – EINBAU DER GESTEINSKÖRNUNG

Das Planum der Unterlage für die einzubauende Schicht muß genau nach Zeichnung profiliert sein, die erforderliche Tragfähigkeit aufweisen und frei von Fremdstoffen oder Verschmutzungen sein. Das Schüttgut ist in höchstens 30 cm und zumindest 10 cm dicken Schichten einzubauen; nach der Verdichtung muß die Oberfläche gleichmäßig vermischt und ohne Kiesnester erscheinen. Wasser ist mit eigenen Sprühgeräten beizugeben, bis der Wassergehalt den für die Verdichtung günstigsten Wert erreicht. Zum Einbau sind eigens ausgestattete Straßenfertiger oder Straßenhobel (Grader) einzusetzen.

Alle genannten Arbeitsgänge müssen eingestellt werden, wenn durch Witterungseinflüsse (Niederschläge, Frost) die Eigenschaften der verdichteten Schichten beeinträchtigt werden können.

Mangelhafte sowie durch Wasserandrang oder durch Witterungseinflüsse beeinträchtigte Schichten müssen unverzüglich zu Lasten des Auftragnehmers abgetragen und neu eingebaut werden.

Die zur Verdichtung vorbereitete Schicht muß gleichförmig die vorgeschriebene Korngrößenverteilung aufweisen. Zur Verdichtung sind fahrbare Vibrationswalzen, Gummiradwalzen oder Tandemwalzen einzusetzen. Auf jeder Baustelle ist die Eignung der Verdichtungsgeräte und –verfahren in Anwesenheit des Bauleiters vor Beginn der Arbeiten mit Feldversuchen an dem, für die betreffende Baustelle gewählte Gesteinskörnungsgemisch zu überprüfen.

Die eingebaute Schicht ist so lange zu verdichten, bis folgende Verdichtungskennwerte gemessen werden:

- eine **Trockendichte** nach DIN 18125 nicht unter 98% des mit der modifizierten Proctor- Verdichtung nach UNI EN 13286-2 erhaltenen Höchstwertes;
- ein mit den Verfahren nach DIN 18134 erhaltener **Verformungsmodul** E_{v2} nicht unter 180 MN/m² und ein **Verhältnis** E_{v2}/E_{v1} unter 2,15.

D – PRÜFUNGEN

Zur Prüfung der Eigenschaften und des fachgerechten Einbaus der Gesteinskörnung für ungebundene Tragschichten sind sowohl Laborprüfungen an den Bestandteilen, am beim Einbau entnommenen Gemisch als auch Feldversuche an der fertigen Schicht durchzuführen. Der Entnahmeort und die Anzahl der Prüfungen sind in Tabelle E.1 angeführt.

Die Eignung der Gesteinskörnung nach Absatz A wird vor Beginn der Arbeiten und bei jeder Änderung des Gewinnungsstandortes der Stoffe durchgeführt. Alle 2 Monate hat der Auftragnehmer dem Bauleiter die

Unterlagen zur werkseigenen Produktionskontrolle des Herstellers zu übermitteln. Im selben Zeitabstand kann der Bauleiter die Wiederholung der Eignungsprüfungen verlangen.

Im Zuge der Eignungsprüfungen ist die Korngrößenverteilung des Gesteinskörnungsgemischs täglich an auf der Baustelle, unmittelbar nach der Verdichtung entnommenen Probekörpern des Gemischs, zu prüfen. Bezogen auf die bei der Qualifizierung vorgegebenen Werte, sind bei der Korngrößenverteilung Abweichungen bei den einzelnen Korngruppen von $\pm 5\%$ beim Grobkorn und von $\pm 2\%$ beim Feinkorn zulässig. Von den im vorgegebenen Sieblinienbereich enthaltenen Grenzwerten darf nicht abgewichen werden. Der Sandäquivalent-Wert ist mindestens alle 3 Arbeitstage zu prüfen.

Nach der Verdichtung darf die **Trockendichte** (γ_d) des trockenen Bodens von zumindest 95% der Probekörper den optimalen, vor Beginn der Arbeiten im Labor, am mit der modifizierten Proctor-Verdichtung (UNI EN 13286-2) verdichteten Gemisch, gemäß vor Beginn der Arbeiten vorgeschlagenen Mischgutansatz gemessenen Bezugswert $\gamma_{d,max}$ nicht um mehr als 98% unterschreiten. Die Dichte wird gemäß DIN 18125-2 beziehungsweise CNR 22/72 gemessen. Bei einer Dichte unter dem Sollwert wird auf dem gesamten Flächenbereich der im Projekt angegebene Einheitspreis für die Tragschicht wie folgt in % gekürzt:

$$\text{Abzug in \%} = 2 (s - 2)^2$$

wo s die Abweichung in % der Trockendichte γ_d von dem im Labor ermittelten Sollwert $\gamma_{d,opt}$ ist:

$$s = 100 (0,98 \gamma_{d,opt} - \gamma_d) / 0,98 \gamma_{d,opt}$$

Weicht die festgestellte Lagerungsdichte um mehr als 95% vom, im Labor am mit der modifizierten Proctor (UNI EN 13286-2) verdichteten Gemisch gemessenen Bezugswert $\gamma_{d,max}$ ab, hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten die Tragschicht abzutragen und neu einzubauen; er haftet auch für den Schaden aus dem Verzug bei der Nutzung der Verkehrsflächen.

Die **Tragfähigkeit** wird vor dem Einbau der darüber liegenden Straßendecken nach DIN 18134 mittels Plattendruckversuche mit Plattendurchmesser 300 mm ermittelt. Abweichend können auch Hochleistungs- oder Schnellversuche mit dem leichten Fallgewicht LFWD durchgeführt werden.

Der Verformungsmodul E_{v2} darf den Wert von 180 MN/m² nicht unterschreiten; das Verhältnis E_{v2}/E_{v1} muß kleiner als 2,15 sein. Werden mittlere Werte der Tragfähigkeit unter dem Sollwert festgestellt, wird auf dem gesamten Flächenbereich der im Projekt angegebene Einheitspreis für die Tragschicht wie folgt in % gekürzt:

$$\text{Abzug in \%} = [(180 - E_{v2})/5]^2$$

Liegen die Meßwerte für den Verformungsmodul E_{v2} unter 100 MN/m² oder liegt das Verhältnis E_{v2}/E_{v1} über 2,15 hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten die Tragschicht abzutragen und neu einzubauen; er haftet auch für den Schaden aus dem Verzug bei der Nutzung der Verkehrsflächen.

Ist die Durchführung von Schnell- oder Hochleistungsprüfungen vorgesehen, sind die zu stellenden Mindestanforderungen vor Beginn der Abschlußprüfungen durch Versuche im Prüfgelände oder an den fertig eingebauten Schichten festzulegen. Bei Schnellmessungen der Tragfähigkeit mit dem leichten Fallgewicht LFWD, wird eine Beziehung zwischen dem dynamischen Verformungsmodul E_{vd} und dem mit statischen Prüfverfahren gewonnenen Verformungsmodul E_{v2} hergestellt. Die Eignung der eingebauten Gesteinskörnung wird aufgrund der aus dieser Beziehung erhaltenen Sollwerte für E_{v2} bewertet.

Das fertige Planum muß genau nach Zeichnung profiliert werden; in fertigen Oberflächen sind Ebenheitsabweichungen, als Stichmasse unter einer 4 m langen in zueinander rechtwinkligen Richtung aufgesetzten Richtlatte, von bis zu 10 mm zulässig.

Das Planum wird mit topographischen Verfahren überprüft; die Meßpunkte werden in Längsrichtung im Abstand von höchstens 20 m in Straßenabschnitten mit konstant gekrümmtem Achsverlauf und von 5 m bei un stetig gekrümmten Verlauf gemessen. An den Meßpunkten für die Höhenlage ist auch das Querprofil mit je zwei Punkten auf beiden Seiten der Straßenachse aufzumessen.

Die mittlere Schichtdicke muß dem Sollwert entsprechen; Abweichungen von bis zu 5% können zugelassen werden, sofern sie nur vereinzelt auftreten.

Tabelle E.1

Materialprüfungen und Überwachung der Anforderungen			
ART DES PRÜFKÖRPERS	ENTNAHMEORT	PRÜFHÄUFIGKEIT	ZU PRÜFENDE KENNGRÖSSEN
Körnung natürlich oder rezykliert	Aufbereitungsanlage	Baubeginn, dann halbjährlich	Bezug Tabelle A.1
Körnung rezykliert	Aufbereitungsanlage	Baubeginn, dann halbjährlich	Bezug Tabelle A.2
Gemisch	Fertige Schicht	Täglich oder jede 1.000 m ³ Einbau	Bezug Tabelle A.3 und A.4
Planum	Fertige Schicht	Alle 20 m bzw. jede 5 m	Planum nach Zeichnung
Fertige Schicht (Trockendichte)	Fertige Schicht	Täglich oder jede 5.000 m ³ Einbau	98% des Bezugswert gemäß Mischgutansatz
Fertige Schicht (Tragfähigkeit-Verformungsmodul)	Fertige Schicht oder Straßendecke	Jede 1.000 m ² Einbaubahn	$E_{v2} \geq 180 \text{ MN/m}^2$ $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,15$

Artikel 5 MIT ZEMENT GEBUNDENE TRAGSCHICHTEN

Die gebundene Tragschicht besteht aus einem Gemisch aus Mineralstoffen (Gesteinskörnung) und rezyklierten Aggregaten denen Zement als hydraulisches Bindemittel beigegeben wird. Das Gemisch muß nach einer angemessenen Abbindezeit eine dauerhafte mechanische Festigkeit aufweisen, welche weder durch Wasserandrang noch durch Frost beeinträchtigt wird.

A – BESTANDTEILE UND QUALIFIZIERUNG

1 Gesteinskörnung

1.1 Natürliche Gesteinskörnungen

Die Gesteinskörnungen bilden gänzlich oder in Teilen die festen Bestandteile der gebundenen Tragschicht. Sie bestehen aus einem Gemenge von groben und feinen Komponenten aus der Verarbeitung von natürlichen Materialien wie Stein, gerundete und scharfkantige Aggregate/Körnungen). Die verwendeten Gesteinskörnungen sind gemäß Bauproduktverordnung 305/2011/CPR über Baustoffe zu klassifizieren. Auf der Verpackung oder den Handelsbegleitpapieren, z. B. dem Lieferschein, muss das CE - Kennzeichen als Konformitätsnachweis nach Anhang ZA der harmonisierten Norm UNI EN 13242 angebracht sein. Die grobe Gesteinskörnung wird mit den Sieböffnungen des Grundsiebsatzes und des Ergänzungsiebsatzes 1 nach UNI EN 13242 bezeichnet.

Das Korngemisch darf aus der Kombination verschiedener Kornklassen oder einer Klasse mit einheitlicher Fraktion erhalten werden, sofern die Anforderungen nach Tabelle A.1 erfüllt sind.

Tabelle A.1		NATÜRLICHE GESTEINSKÖRNUMG			
Kenngrößen	Bezugsnorm	Symbol	Maßeinheit	Sollwerte	Kategorie nach UNI EN 13242
Größtkorn	UNI EN 933-1	D	mm	≤31,5	
Siebdurchgang bei 0,063	UNI EN 933-1	f	%	≤1	f ₁
Plattigkeitskennzahl	UNI EN 933-3	FI	%	≤35	FI ₃₅
Kornformkennzahl	UNI EN 933-4	SI	%	≤40	SI ₄₀
Anteil an gebrochenen Körnern	UNI EN 933-5	C	%	≥70	C _{70/NR}
Sandäquivalent	UNI EN 933-8	SE	%	≥50	SE ₅₀
Methylenblau	UNI EN 933-9	MB	-	≤10	MB ₁₀
Widerstand gegen Zertrümmerung	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30	LA ₃₀
Widerstand gegen Schlagzertrümmerung	CNR 34/UNI EN 1097-2	SZ	%	≤32	SZ ₃₂
Magnesiumsulfatfest	UNI EN 1367-2	MS	%	≤25	MS ₂₅
Widerstand gegen Frost-Tau-Wechsel ⁽¹⁾	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F ₁
Fließgrenze	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W _L	%	≤15	
Plastizitätsbeiwert	UNI CEN ISO/TS 17892-12	IP	-	N.P.	
Gehalt an organischen Stoffen	UNI EN 1744-1 15.1		%	abwesend	
Wasserlösliche Bestandteile	UNI EN 1744-3		%	abwesend	
Dehnungsbeiwert unter Frosteinwirkung	SN 670 321		%	≤0,1	
Wasseraufnahme	UNI EN 1097-6	WA ₂₄	%	≤1,5	WA ₂₄₂
Schwellwert			%	Keiner	

⁽¹⁾ Die Frost-Tau-Wechsel Prüfung wird an allen Kornfraktionen bestimmt

Ist die Gesteinskörnung der Einwirkung von Frost- und Tauwechsel ausgesetzt, dürfen keine Schichtsilikate und insbesondere Kaolinite, Chlorite, Vermikulite, Glimmer oder durch Verwitterung entstandenes Eisenoxydhydrat enthalten sein. Der Bauleiter stellt die Einhaltung der in den Tabelle A.1 gestellten Anforderungen anhand der EG-Konformitätserklärung und Leistungserklärung (DoP) für die Baustoffe und die Eintragungen der CE-Kennzeichnung und der werkseitigen Produktionskontrolle des Herstellers fest; letztere müssen dem Bauleiter spätestens 15 Tage vor Beginn der Arbeiten übergeben werden.

Der Bauleiter ist berechtigt, durch eigene Eignungsprüfungen die vom Hersteller angegebenen Kennwerte zu überwachen.

Für die nicht in der EG-Konformitätserklärung ausgewiesenen Eigenschaften wird der Bauleiter die Klassifizierung durch eine Prüfanstalt nach Artikel 59 des DPR Nr. 380/2001 oder durch die Prüfanstalt für Baustoffe der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol anfordern.

1.2 Rezyklierte Gesteinskörnungen

Für die mit Zement gebundenen Bodenschichten können rezyklierte Materialien als Ergänzung oder als Alternative zu den natürlichen Gesteinskörnungen zu 100% verwendet werden, die bei Abbrucharbeiten oder als Rückstände von industriellen Verarbeitungsprozessen unter Beachtung der geltenden nationalen Bestimmungen gewonnenen werden und sofern sie die Anforderungen nach UNI 11531-1 und Tabelle A.2 erfüllen.

In Anbetracht der verschiedenen Herkunft, durch welche unterschiedliche Eigenschaften bei der Verarbeitung folgen können, müssen die rezyklierten Materialien als homogene Bereiche nach Bauproduktverordnung 305/2011/CPR und Leistungserklärung (DoP) qualifiziert sein. Auf der Verpackung oder den Handelsbegleitpapieren, z. B. dem Lieferschein, muß das CE-Kennzeichen als Konformitätsnachweis nach Anhang ZA der harmonisierten Norm UNI EN 13242 angebracht sein.

Die Aufbereitungsanlagen für Rezyklingmaterial müssen gewährleisten, dass das zu rezyklierende Material ausschließlich vom Ort der Gewinnung bzw. des Abbruches stammt, und es ist strengstens verboten das Material aus einer Deponie jeglichen Typs zu beziehen.

Die rezyklierten Abbruchmaterialien aus Bauarbeiten müssen die Anforderungen nach Dekret des Landeshauptmanns vom 16.12.1999 Nr. 69 "Durchführungsverordnung zur Wiederverwertung von Baurestmassen und die Qualität von Recycling-Baustoffen" erfüllen.

Tabelle A.2		REZYKLIERTE KÖRNRUNGEN		
Kenngößen	Normen	Anforderungen	Proben Frequenz	
Bestimmung des Mischgutes	UNI EN 13285	0/31,5 mm		
Qualität des Feinanteils	UNI EN 933-9	MB ₂	1.000 m ³	
Qualität des Feinanteils (Sandäquivalent)	UNI EN 933-8	SE ₅₀	1.000 m ³	
Widerstand gegen Zertrümmerung	CNR 34/UNI EN 1097-2	LA ₃₀	10.000 m ³	
Anteil an wasserlöslichem Sulfat	UNI EN 1744-1	SS _{0,2}	1.000 m ³	
Anteil an säurelöslichem Sulfat	UNI EN 1744-1	AS _{0,8}	1.000 m ³	
Schwefelgehalt	UNI EN 1744-1	S ₁₋	1.000 m ³	
Komponenten die das Abbindeverhalten verändern	UNI EN 1744-1	abwesend	1.000 m ³	
Komponenten welche die Stabilität des Rezyklingvolumens verändern	UNI EN 1744-1	V ₅	1.000 m ³	
Plastizitätsbeiwert	UNI CEN ISO/TS 17892-12	IP≤10	1.000 m ³	
Widerstand gegen Frost-Tau-Wechsel ⁽¹⁾	UNI EN 1367-1	F ₂	1.000 m ³	
Anteil an Fragmenten von Zementstücken, Beton und Mörtel, natürliche Gesteinsbruchstücke auch aus Mauerwerken, Abraum von Steinbrüchen oder Gestein von Bauwerken, hydraulisch gebundenes Material, Glas.	UNI EN 933-11	Rcug ₉₀	1.000 m ³	
Gehalt an Glas	UNI EN 933-11	Rg5-	1.000 m ³	
Gehalt an bituminösem Material	UNI EN 933-11	Ra30-	1.000 m ³	
Gehalt an schwimmendem Material: Papier, Holz, Textilien, Zellulose, Nahrungsmittelreste, Polystyrol, organische Substanzen außer Bitumen.	UNI EN 933-11	FL ₅₋	1.000 m ³	
Gehalt an Boden, Metallen, nicht schwimmendes Holz, Plastik, Gummi, Gips, Gipskarton und anderes nichtschwimmendes steiniges Materialien	UNI EN 933-11	X ₁₋	1.000 m ³	

⁽¹⁾ Die Frost-Tau-Wechsel Prüfung wird an allen Körnungsgruppen bestimmt

1.3 Rezykliertes bituminöses Mischgut (Fräsgut)

Unter rezykliertem Mischgut wird das mittels traditionellen Systemen aus zerkleinerten Platten oder Blöcken von bituminösem Mischgut, oder dessen maschinelle Zerkleinerung vor Ort ohne Hitzeeinwirkung gewonnene Material, verstanden.

Das zu verarbeitende Material muss vorab auf die Konformität mit der Norm UNI EN 13108-8 überprüft sein.

Vor der Verwendung muss das Material gesiebt werden um mögliche Verunreinigungen wie Klumpen, Krusten, usw. mit Abmessungen größer als D_{max} der Mischung zu beseitigen.

Der Anteil in Gewichtsprozent des rezyklierten bituminösen Mischgutes darf zusammen mit den Anteilen, die eventuell im vorher beschriebenen Rezyklingmaterial mit enthalten sind, bezogen auf das gesamte Aggregatgemisch, maximal 30% betragen. In speziellen Ausnahmefällen und mit Einverständnis der Bauleitung können auch bis zu maximal 40% beigefügt werden.

Der Prozentanteil des zu verwendenden Mischgutes, das aus jeglicher Herkunft stammen kann, muß zwingend in der verpflichtenden Vorstudie für die Mischung angegeben und der Bauleitung präsentiert werden.

1.4 Zement

Der verwendete Zement ist gemäß Bauproduktverordnung 305/2011/CPR über Baustoffe mit Leistungserklärung (DoP) zu klassifizieren. Auf der Verpackung oder den Handelsbegleitpapieren, z. B. dem Lieferschein, muss das CE-Kennzeichen als Konformitätsnachweis nach Anhang ZA der harmonisierten Norm UNI EN 197-1 und/oder UNI EN 197-4, UNI EN 13282-1 (Rapid gardening hydraulic road binders) und UNI EN 13282-2 (Normal gardening hydraulic road binders) angebracht sein.

Es sind vorzugsweise sulfatbeständige hydraulische Bindemittel (SR 0) mit einer niedrigen Hydratationswärme zu verwenden.

3) Wasser

Das Wasser darf keine schädliche Verunreinigungen, Öle, Säuren, Laugen, organische Stoffe, Verschmutzung durch Ton oder Schluff sowie sonstige schädliche Stoffe enthalten. In Zweifelsfällen wird der Bauleiter die Eignung des Wassers nach UNI EN 1008 prüfen lassen.

Der Wassergehalt des Gemischs wird aufgrund einer Voruntersuchung im Labor wie vorgesehen gemäß UNI EN 13286-2 (Test methods for the determination of the laboratory reference density and water content – Proctor compaction) festgelegt.

4) Zusatzstoffe

Betonzusatzstoffe sind fein gemahlene anorganische Stoffe, die dem Beton beigegeben werden, um Eigenschaften gezielt zu verbessern oder zu erreichen.

Die Beigabe von **Flugasche** nach UNI EN 450 ist sowohl zur Ergänzung des Feinkorns als auch als Zementersatz zulässig. Der Gewichtsanteil der als Zementersatz beizugebenden Flugasche wird zur Gewährleistung gleichbleibender mechanischer Eigenschaften anhand von Laborversuchen im Verlauf der Untersuchungen zur Festlegung des Gemischs festgelegt; ein Anteil von mehr als 40% am Zementgewicht ist unzulässig.

Die Zugaben von **Kalziumhydroxid** verbessert die Verarbeitbarkeit und die Eigenschaften der Mischung. Daher ist eine Beigabe von bis zu 2% im Gewichtsanteil der feuchten Mischung zu empfehlen.

5) Mischgut

Die Korngrößenverteilung des für die Herstellung gebundener Bodenschichten zu verwendenden Mineralstoffgemischs (Gesteinkörnungsgemisch) muss innerhalb des Sieblinienbereichs nach Tabelle A.3 liegen.

Tabelle A.3			GEBUNDENE TRAGSCHICHT		
GRANULOMETRIE					
Serie ISO	mm	% Durchgang			
Sieb	40	100			
Sieb	31,5	90 – 100			
Sieb	22,4	81 – 88			
Sieb	16	60 – 80			
Sieb	11,2	49 – 70			
Sieb	8	40 – 55			
Sieb	5,6	31 – 46			
Sieb	4	26 – 40			
Sieb	2	17 – 30			
Sieb	1	12 – 22			
Sieb	0,5	6 – 15			
Sieb	0,25	4 – 10			
Sieb	0,125	2 – 6			
Sieb	0,063	2 – 5			

Der Zementgehalt der beigegebenen Flugasche und der Wassergehalt des Mischguts werden als Gewichtsanteile in % des Gesamtgewichts angegeben. Die Anteile werden anhand einer Untersuchung mit Verfahren und Versuchen gemäß UNI EN 14277-1 festgelegt. Abweichend kann die Festigkeit der Stoffe durch die im offizielle Mitteilungsblatt CNR N. 29 beschriebenen Verfahren festgestellt werden.

Die geeigneten Mischungen müssen die Anforderungen gemäß Tabelle A.4 erfüllen.

	Zementgebundenes Mischgranulat				
	Prüfmethode	Symbol	Maßeinheit	Sollwert	Widerstands klassen
Druckfestigkeit nach 28 Tagen	UNI EN 13286-41	R _c	MPa	2,5 ≥ R _c ≤ 5	C _{3/4} - C _{5/6}
Indirekte Zugfestigkeit nach 28 Tagen	UNI EN 13286-42	R _t	MPa	≥ 0,25	
Steifigkeitsmodul nach 28 Tagen – 124ms (*)	UNI EN 12697 – 26 Anhang C	S	GPa	3,0 – 8,0	Kategorie T2 – T4
(*) Prüfkörper mit 100 Umdrehungen der Gyrotorpresse hergestellt					

In Sonderfällen kann der Bauleiter Druckfestigkeitswerte bis zu 7.5 N/mm² zulassen.

Können die hydraulisch gebundenen Bodenschichten aufgrund örtlicher Begebenheiten der Einwirkung von Frost-Tau-Wechseln ausgesetzt sein, kann die Bauleitung verlangen, daß das Gemisch den Anforderungen nach Norm SN 640 59a entspricht.

B – GENEHMIGUNG DES MISCHGUTANSATZES

Der Auftragnehmer muß dem Bauleiter mindestens 15 Tage vor Beginn der Arbeiten geeignete Unterlagen als Beleg für die Eignung des von ihm vorgeschlagenen Mischgutansatzes vorlegen. Die Unterlagen müssen zumindest folgende Angaben enthalten:

- EG-Konformitätserklärung für die verwendeten Korngruppen der Gesteinkörnung;
- Prüfbescheide für die weiteren Anforderungen nach Tabellen A.1 und A.2;
- Korngrößenverteilung des vorgeschlagenen Gesteinkörnungsgemisch;

- Zusammensetzung der Mischgutansätze (Wasser, Zement, Gesteinskörnung, Zusatzmittel, Zusatzstoffe);
- Prüfergebnisse für die mechanischen Eigenschaften;

Der Bauleiter kann zusätzlich den Nachweis für die in den EG-Konformitätserklärungen angegebenen Eigenschaften durch im letzten Jahr an einer amtlichen o genehmigten Prüfanstalt nach Artikel 59 des DPR Nr. 380/2001 ausgestellten Prüfbescheide verlangen.

Der Mischgutansatz des vom Auftragnehmer eingebauten Mischguts muß genau der vom Bauleiter genehmigten Zusammensetzung entsprechen.

Der Auftragnehmer hat dem Bauleiter die Bezugsquelle, den Standort und die Bedingungen der Lagerung (mit Angabe der vorgesehenen Schutzvorkehrungen gegen anfallendes Wasser und Verschmutzung), die geplanten Verarbeitungsverfahren sowie Art und Leistungsfähigkeit der zu verwendenden Einrichtungen mitzuteilen.

Die für die Genehmigung des Mischgutansatzes vorgelegten Unterlagen sind bei Änderung des Gewinnungsstandortes oder der petrographischen Zusammensetzung der Gesteinskörnung erneut beizubringen. Alle 2 Monate hat der Unternehmer dem Bauleiter die Unterlagen über die werkseigene Produktionskontrolle für die verwendeten Kornstufen der Gesteinskörnung zu übermitteln. In denselben Zeitabständen kann der Bauleiter die Wiederholung der an einer amtlichen o genehmigten Prüfanstalt nach Artikel 59 des DPR Nr. 380/2001 durchgeführten Prüfungen verlangen.

C – AUFBEREITUNG DES GEMISCHES

Das Mischgut für mit Zement gebundene Tragschichten muß in stationären, automatisierten Aufbereitungsanlagen angemessener Leistung hergestellt werden. Die Anlagen müssen laufend gewartet und in einwandfreiem Betriebszustand erhalten werden.

Das in der Anlage hergestellte Mischgut muß gleichbleibende Eigenschaften aufweisen, dessen Kennwerte jenen des aufgrund der Eignungsprüfung genehmigten Mischgutansatzes entsprechen müssen.

Das Lager für die Gesteinkörnungen muß sorgfältig vorbereitet werden, an der Oberfläche sind Lehm, Ton oder Wasseransammlungen zu beseitigen, um eine Verunreinigung der gelagerten Gesteinkörnungen zu vermeiden. Die verschiedenen Kornklassen müssen getrennt gelagert werden; die Beschickung der Vordosiereinrichtung hat mit größter Sorgfalt zu erfolgen. Zemente unterschiedlicher Art, Festigkeitsklasse oder Herstellung dürfen nicht gemischt werden. Der Zement und die Zusatzstoffe oder –mittel müssen entsprechend gegen Niederschlag oder Verschmutzung geschützt werden.

Der Herstellungsprozess muß konform mit dem Anhang B der Normen UNI EN 14227-1 (Miscela legata con cemento per fondi e sottofondi stradali) und UNI EN 14227-5 (Miscela legata con legante idraulico per strade) sein.

D – VORBEREITUNG DER EINBAUFLÄCHEN

Das Mischgut darf auf die fertige Unterlage erst nachdem die Bauleitung dessen Übereinstimmung mit den gestellten Anforderungen geprüft hat. Vorhandene Vertiefungen, Wellen oder Spurrinnen in der Unterlage müssen vor dem Einbau ausgebessert werden. Vor dem Einbau muß der Feuchtigkeitsgrad der Unterlage zu überprüfen; bei Bedarf ist die Oberfläche zu befeuchten, wobei jedoch die Aufweichung oder Schlammbildung zu vermeiden sind.

E – EINBAU DES MISCHGUTS

Das Mischgut darf auf die fertige Unterlage erst aufgebracht werden nachdem der Bauleiter dessen Übereinstimmung mit den gestellten Anforderungen geprüft hat. Vorhandene Vertiefungen, Wellen oder Spurrinnen in der Unterlage müssen vor dem Einbau ausgebessert werden. Vor dem Einbau ist der

Feuchtigkeitsgrad der Unterlage zu überprüfen; bei Bedarf ist die Oberfläche zu befeuchten, wobei jedoch die Aufweichung oder Schlamm Bildung zu vermeiden sind.

Zum Einbau sind Straßenfertiger einzusetzen. Die Verdichtung muß spätestens 60 min nach dem Zeitpunkt der Wasserbeigabe zum Gemisch einsetzen. Das Gemisch muss in Lagen mit einer Dicke nicht größer als 30 cm ausgebracht werden.

Die für die Verdichtung der gebundenen Bodenschichten angewendeten Verfahren und eingesetzten Geräte sind so zu wählen, daß Verdichtungsgrad und Eigenschaften den gestellten Anforderungen entsprechen. Das Mischgut darf nicht bei Temperaturen unter 5°C und keinesfalls bei Regen eingebaut werden.

Wenn die Witterungsbedingungen (Temperatur, Sonnenbestrahlung, Wind) eine starke Entfeuchtung herbeiführen können, ist das Gemisch sowohl bei der Anlieferung als auch während des Einbaus ausreichend zu schützen.

Zur Gewährleistung eines einwandfreien Verbunds dürfen grundsätzlich höchstens zwei Stunden zwischen dem Einbau nebeneinander liegender Bahnen verstreichen.

Besondere Maßnahmen sind bei der Ausbildung der durch Kunststoffolien oder ähnlichen Stoffen zu schützenden Längsnähte zu treffen. Die Stirnseiten der hydraulisch gebundenen Schichten sind einzuschalen; die Schalung ist beim Einbau der angrenzenden Bahn zu beseitigen. Soll die Schalungen nicht verwendet werden, ist vor dem Einbau der angrenzenden Schicht der Rand gerade zu beschneiden und eine einwandfrei senkrechte Stirnfläche auszubilden. Nähte dürfen ausschließlich entlang der Arbeitsfugen ausgebildet werden.

F – OBERFLÄCHENSCHUTZ FÜR DIE EINGEBAUTEN SCHICHTEN

Unverzüglich nach der Verdichtung und der Nachbehandlung der eingebauten Schicht muß die Oberfläche, je nach erwarteter Intensität und Dauer des Verkehrsaufkommens auf der Baustelle, mit 1,5 kg/m² einer 55%-igen sauren Bitumenemulsion beschichtet und mit Sand bestreut werden.

Der Oberfläche muß zumindest während der ersten 72 Stunden der Abbindezeit geschützt werden; zugleich ist das hydraulisch gebundene Bodengemisch auch gegen Frost zu schützen.

Die hydraulisch gebundene Bodenschicht darf am dritten Tag nach dem Einbau ausschließlich durch Gummi bereifte Baufahrzeuge befahren werden. Eine vorzeitige Befahrung ist nur zulässig, wenn die hierzu erforderlich Festigkeit des Gemischs belegbar erreicht wurde.

Mangelhafte sowie durch Witterung oder sonstige Faktoren beeinträchtigte Schichten müssen unverzüglich zu Lasten des Auftragnehmers abgetragen und neu eingebaut werden.

G – PRÜFUNGEN

Zur Prüfung der Eigenschaften und des fachgerechten Einbaus des Mischgutes für hydraulisch gebundene Tragschichten sind sowohl Laborprüfungen an den Bestandteilen, am nicht abgeordneten, beim Einbau entnommenen Mischgut und an den aus der Fahrbahndecke entnommenen Bohrkernen, als auch Feldversuche durchzuführen.

Der Entnahmeort und die Anzahl der Prüfungen sind in Tabelle G.1 angeführt.

Die Prüfungen erfolgen der Prüfanstalt der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol oder in einer anderen, vom Auftraggeber bestimmten Prüfanstalt.

Die Probekörper des nicht abgeordneten, hydraulisch gebundenen Bodengemischs werden in Anwesenheit des Bauleiters und des Unternehmers beim Einbau entnommen. An den Probekörpern werden der Zementgehalt und die Korngrößenverteilung der Gesteinskörnung geprüft; die erhaltenen Meßwerte müssen den, vor Beginn der Arbeiten erklärten Sollwerten entsprechen.

An den fertigen hydraulisch gebundenen Bodenschichten werden die Dicke, die Lagerungsdichte und die Tragfähigkeit gemessen.

Die **Schichtdicke** wird für jeden homogenen Einbauabschnitt ermittelt; der Meßwert ergibt sich als Mittel aus den vier, an allen in der Tragschicht entnommenen Bohrkernen ermittelten Meßergebnissen, wobei alle Werte, die den Sollwert um 5% übersteigen, mit dem 1,05-fachen Wert des Sollwerts anzusetzen sind.

Für unter dem Sollwert liegende Schichtdicken wird auf dem gesamten homogenen Flächenbereich der im Projekt angegebene Einheitspreis für die Tragschicht wie folgt in % gekürzt:

Abzug in % = $s + 0,1 s^2$

wo s die Abweichung in % vom Sollwert ist.

Ist die Abweichung größer als 20, beziehungsweise liegt der Meßwert um mehr als 20% unter dem Sollwert, hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten die Tragschicht abzutragen und neu einzubauen; er haftet auch für den Schaden aus dem Verzug bei der Nutzung der Verkehrsflächen.

Nach der Verdichtung darf die **Lagerungsdichte** nach DIN 18125 von zumindest 95% der Probekörper den optimalen, im Labor ermittelten Bezugswert der Standard Proctordichte nach UNI EN 13286-2 oder DIN 18127, für das vor Beginn der Arbeiten vorgeschlagene Gemisch laut Mischgutansatz, nicht um mehr als 98% unterschreiten.

Bei einer Dichte unter dem Sollwert wird auf dem gesamten homogenen Flächenbereich der im Projekt angegebene Einheitspreis für die Tragschicht wie folgt in % gekürzt:

Abzug in % = $2 (s - 2)^2$

wo s die wie folgt berechnete Abweichung in % der Lagerungsdichte γ_d von dem im Labor ermittelten Sollwert $\gamma_{d\text{ opt}}$ ist:

$$s = 100 (0,98\gamma_{d\text{ opt}} - \gamma_d) / 0,98\gamma_{d\text{ opt}}$$

Weicht die festgestellte Lagerungsdichte um mehr als 95% vom Bezugswert ab, hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten die Tragschicht abzutragen und neu einzubauen; er haftet auch für den Schaden aus dem Verzug bei der Nutzung der Verkehrsflächen.

Die **Tragfähigkeit** wird nach DIN 18134 mittels Plattendruckversuch mit Plattendurchmesser 300 mm ermittelt. Abweichend können auch Hochleistungs- oder Schnellversuche mit dem leichten Fallgewicht LFDW durchgeführt werden. Der Verformungsmodul E_{v1} darf innerhalb von 24 Stunden ab Einbau den Wert 160 MN/m² und innerhalb von 3 Tagen ab Einbau den Wert von 200 MN/m² nicht unterschreiten.

Wird festgestellt, daß innerhalb von 24 Stunden die Tragfähigkeit den Sollwert von $E_{v2} \geq 180 \text{ MN/m}^2$ erreicht hat, kann von weiteren Prüfungen nach 3 Tagen abgesehen werden.

Bei mittleren Werten des, mittels Plattendruckversuch innerhalb von 3 Tagen nach dem Einbau ermittelten Verformungsmoduls E_{v2} unter 200 MN/m² wird auf dem gesamten homogenen Flächenbereich der im Projekt angegebene Einheitspreis für die Tragschicht wie folgt in % gekürzt:

Abzug in % = $[p/2,5]^2$

wo p die Differenz zwischen dem nach 3 Tagen gemessenen E_{v2} und dem Sollwert 200 MN/m² ist.

Ist die Durchführung von Schnell- oder Hochleistungsprüfungen vorgesehen, sind die zu stellenden Mindestanforderungen vor Beginn der Abschlußprüfungen durch Versuche im Prüfgelände oder an den fertig eingebauten Schichten festzulegen. Bei Schnellmessungen der Tragfähigkeit mit dem leichten Fallgewicht LFDW, wird eine Beziehung zwischen dem dynamischen Verformungsmodul E_{vd} und dem mit statischen Prüfverfahren gewonnenen Verformungsmodul E_{v2} hergestellt. Die gebundenen Bodenschichten werden aufgrund der aus dieser Beziehung erhaltenen Sollwerte für E_{v2} bewertet.

Liegen die Meßwerte für den Verformungsmodul E_{v2} nach 3 Tagen unter 160 MN/m² oder liegt das Verhältnis E_{v2}/E_{v1} über 2,15 hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten die Tragschicht abzutragen und neu einzubauen; er haftet auch für den Schaden aus dem Verzug bei der Nutzung der Verkehrsflächen.

Der Bauleiter kann, sofern er es als notwendig ansieht, weitere Kontrollmessungen mittels Falling Weight Deflectometer – FWD veranlassen. Von den Werten des Elastizitätsmodul, welche nach 90 Tagen der Fertigstellung gemessen werden, darf das 85 % den Wert von 12,0 GPa nicht überschreiten. Von den selben Werten darf das 15% 4,0 GPa nicht unterschreiten. Für Werte des Elastizitätsmodul, die das 85 % von 12,0 GPa überschreiten, erfolgt bei der Tragschicht und den darüberliegenden Schichten (gesamtes Schichtpaket von der Tragschicht bis zur Verschleißschicht) ein Abzug von 10%.

Für Werte des Elastizitätsmodul, die das 15% von 4,0 GPa unterschreiten, erfolgt bei der Tragschicht und den darüberliegenden Schichten (gesamtes Schichtpaket von der Tragschicht bis zur Verschleißschicht) eine Kürzung von:

Abzug in % = $5 (s + s^2)$

Wo s die Abweichung zwischen 4 GPa und dem Wert des 15% vom Elastizitätsmodul des homogenen Bereiches (auf den sich der Wert bezieht) in GPa ist.

Die angeführten Abzüge sind kumulierbar und schließen weitere Abzüge wegen mangelhaften Bestandteilen, Abweichungen des gelieferten Mischgutes von dem anhand der Eignungsprüfung vereinbarten Mischgutansatz und wegen mangelhaftem Einbau nicht aus, sofern die Überlagerung der festgestellten Mängel nicht die einwandfreie Nutzbarkeit der Verkehrsfläche beeinträchtigt.

Tabelle G.1

STOFFPRÜFUNGEN UND ÜBERWACHUNG DER ANFORDERUNGEN			
ART DES PRÜFKÖRPERS	ENTNAHMEORT	PRÜFHÄUFIGKEIT	ZU PRÜFENDE KENNGRÖSSEN
Natürliche Gesteinskörnung	Aufbereitungsanlage	Wöchentlich oder je 2.500 m ³ Einbau	Tabelle A.1
Rezyklierte Körnung	Aufbereitungsanlage	Tabelle A.2	Tabelle A.2
Wasser	Aufbereitungsanlage	Bei Arbeitsbeginn	Kapitel A
Zement	Aufbereitungsanlage	Bei Arbeitsbeginn	Kapitel A
Zusatzmittel, Zusatzstoffe	Aufbereitungsanlage	Bei Arbeitsbeginn	Kapitel A
Nicht abgebundene mit Zement gebundene Tragschicht	Deckenfertiger	Täglich oder je 5.000 m ² Einbau	Projektsieblinie; Zementgehalt, R _c , R _t
Bohrkerne für Schichtdocke	Oberbauschicht	Je 100 m Einbaubahn	Solldicke
Fertige Schicht (Lagerungsdichte)	Fertige Schicht	Täglich oder je 5.000 m ² Einbau	98% des Wertes aus der Eignungsprüfung
Fertige Schicht (Tragfähigkeit) 3 Tage nach dem Einbau	Fertige Schicht oder Oberbauschicht	Je 100 m Einbaubahn	$E_{v1} \geq 200 \text{ MN/m}^2$ $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,15$

Artikel 6

MIT ZEMENT UND BITUMENEMULSION STABILISIERTE MISCHUNGEN

Die mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion stabilisierten Mischungen, bestehen aus einem Mineralstoffgemisch in Erstanwendung, aus Rezyklingmaterial aus dem alten Straßenkörper mit variablem Anteil an Fräsmaterial (bis zu 100%). Diese Mischungen finden sowohl im Straßenbau als auch bei der Instandhaltung von Straßen und Flugplätze ihre Anwendung.

A) BESTANDTEILE UND QUALIFIZIERUNG

1) Gesteinskörnung

Die Gesteinskörnung besteht aus auf den Baustellen im Kaltverfahren durch Fräsen der Straßendecke und eines Teils der Tragschicht (ungebunden oder hydraulisch gebunden), Tout Venant gewonnenem Mischgut, das bei Bedarf mit Material in Erstanwendung vermischt wird. Wenn in der Tragschicht Bestandteile mit plastischem Verhalten (Schluff, Ton mit $I_p > 0$) enthalten sind, sind diese zu beseitigen und mit geeigneten Stoffen zu ersetzen beziehungsweise mit Kalk zu verbessern. Das rezyklierte bituminöse Mischgut (Fräsgut) muss, sofern die Verarbeitung vor Ort mittels stationärer oder mobiler Verarbeitungseinrichtung erfolgt, vor der Verwendung gesiebt werden, um mögliche Verunreinigungen wie Klumpen, Krusten, usw. mit Abmessungen größer als 31,5 mm zu beseitigen. Diese Vorbehandlung ist bei der vor Ort Verarbeitung mittels Pulvimixer nicht erforderlich. Die Granulometrie der Gesteinskörnungen, inklusive des Fräsgutes, muss anhand des ausgesiebten bzw. nach einer Behandlung mit dem Pluvimixer erhaltenen Baustellenmaterials, im Nassverfahren bestimmt werden.

Wenn die Korngrößenverteilung der besagten Gesteinskörnung nicht innerhalb des Sieblinienbereichs nach Tabelle A.1 liegt, kann die Bauleitung die Verfestigung durch Beigabe von natürlichen Gesteinskörnungen verlangen, dessen Korngröße und Eigenschaften es gestatten, ein Gemisch mit einwandfreier Korngrößenverteilung bereitzustellen.

Siebreihe ISO		Durchgang
	mm	%
Sieb	40	100
Sieb	31,5	80-100
Sieb	16	58-92
Sieb	8	42-76
Sieb	4	30-56
Sieb	2	18-40
Sieb	0,5	9-25
Sieb	0,063	3-8

Die Gesteinskörnungen bestehen aus einem Gemenge von Komponenten aus der Verarbeitung von natürlichen Materialien wie Stein, gerundete und scharfkantige Aggregate/Körnungen). Die verwendeten Gesteinskörnungen sind gemäß Bauproduktverordnung 305/2011/CPR über Baustoffe zu klassifizieren. Auf der Verpackung oder den Handelsbegleitpapieren, z. B. dem Lieferschein, muss das CE - Kennzeichen als Konformitätsnachweis nach Anhang ZA der harmonisierten Norm UNI EN 13242 angebracht sein.

Die technischen Eigenschaften der Gesteinskörnungen und die Prüfungen müssen mit dem Dekret des Ministeriums für Infrastruktur und Transporte vom 16. November 2009 konform sein.

Die grobe Gesteinskörnung wird mit den Sieböffnungen des Grundsiebsatzes und des Ergänzungssiebsatzes 2 nach UNI EN 13043 bezeichnet.

Die grobe Gesteinskörnung darf aus unterschiedlichen Vorkommen stammen und verschiedene petrographische Eigenschaften aufweisen, sofern für jeden Typ die Voraussetzungen nach Tabelle A.2 und A.3 erfüllt werden.

Tabelle A.2

GROBE GESTEINSKÖRNUNG					
<i>Kenngrößen</i>	Norm	Symbol	Maßeinheit	Sollwerte	Kategorie
Widerstand gegen Zertrümmerung	UNI EN 1097-2	LA	%	≤25	LA ₂₅
Anteil an gebrochenen Körnern	UNI EN 933-5	C	%	100	C _{NR/70}
Größtkorn	UNI EN 933-1	D	mm	40	-
Durchgang bei Sieböffnung 0,063	UNI EN 933-1	f	%	≤1	f ₁
Widerstand gegen Frost-Tau-Wechsel	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F ₁
Plattigkeitskennzahl	UNI EN 933-3	FI	%	≤30	FI ₃₀
Wasseraufnahme	UNI EN 1097-6	WA ₂₄	%	≤1,5	WA ₂₄ 2

Tabelle A.3

FEINE GESTEINSKÖRNUNG					
<i>Kenngrößen</i>	Norm	Symbol	Maßeinheit	Sollwerte	Kategorie
Sandäquivalent	UNI EN 933-8	ES	%	≥60	-
Quantität des Bruchgutes			%	100	-
Plastizitätsbeiwert	UNI CEN ISO/TS 17892-12			NP	-
Fließgrenze	UNI CEN ISO/TS 17892-12		%	≤25	-

Der Bauleiter wird, aufgrund der in den EG-Konformitätserklärungen für die Gesteinkörnungen enthaltenen Kennwerte für das laufende Jahr, die Erfüllung der Anforderungen gemäß Tabelle A.2 und Tabelle A.3 überprüfen. Die Dokumentationen, inklusive CE- Kennzeichnung und Leistungserklärung (DoP), sind der Bauleitung mindestens 15 Tage vor Beginn der Arbeiten zu übergeben.

Der Bauleiter ist berechtigt, durch eigene Eignungsprüfungen die vom Hersteller angegebenen Kennwerte zu überwachen.

Für die nicht in der EG-Konformitätserklärung ausgewiesenen Eigenschaften wird der Bauleiter die Klassifizierung durch eine Prüfanstalt nach Artikel 59 des DPR Nr. 380/2001 oder durch die Prüfanstalt für Baustoffe der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol anfordern.

2) Bitumenemulsion

Das bituminöse Bindemittel wird in Form von Bitumenemulsion beigesetzt. Die Emulsion muss geeignet sein, d.h. aus Bitumen aus destillativer Fraktionierung bestehen und überstabilisiert sein (Bezeichnung nach UNI EN 13808: C60 B10), sowie den Anforderungen in Tabelle A.4 entsprechen.

Tabelle A.4

BITUMENEMULSION C 60 B10					
<i>Kenngrößen</i>	Norm	Symbol	Maßeinheit	Sollwerte	Kategorie
Wassergehalt	UNI EN 1428	W	%	40+/-1	6
Bitumengehalt (Bitumen+Fluxant)	UNI EN 1431	-	%	> 59	6
Homogenität	UNI EN 1429	-	%	≤ 0,2	
Sedimentation nach 7 Tagen	UNI EN 12847	ST	%	≤ 10	3
pH (Säurewert)	UNI EN 12850	pH		2÷4	
Mischung mit hydraulischem Bindemittel	UNI EN 12848	-	%	< 2	10
Rückstandsbindemittel nach Abdestillation	UNI EN 1431				
Penetration bei 25 °C	UNI EN1426	P	0,1mm	50 - 100	3
Erweichungspunkt	UNI EN1427	T	°C	35 - 56	8
Brechpunkt (Fraaß)	UNI EN12593	T	°C	≤ -8	

Der Bauleiter wird, aufgrund der in den EG-Konformitätserklärungen für die Bitumenemulsion enthaltenen Kennwerte für das laufende Jahr, die Erfüllung der Anforderungen gemäß Tabelle A.4 überprüfen. Die Dokumentationen, inklusive CE- Kennzeichnung und Leistungserklärung (DoP), sind der Bauleitung mindestens 15 Tage vor Beginn der Arbeiten zu übergeben.

3) Zement

Der verwendete Zement ist gemäß Bauproduktverordnung 305/2011/CPR über Baustoffe mit Leistungserklärung (DoP) zu klassifizieren. Auf der Verpackung oder den Handelsbegleitpapieren, z. B. dem Lieferschein, muss das CE-Kennzeichen als Konformitätsnachweis nach Anhang ZA der harmonisierten Norm UNI EN 13282-1 (Rapid gardening hydraulic road binders) und UNI EN 13282-2 (Normal gardening hydraulic road binders) angebracht sein.

Es sind vorzugsweise sulfatbeständige hydraulische Bindemittel (SR 0) mit einer niedrigen Hydratationswärme zu verwenden.

4) Wasser

Das Wasser darf keine schädliche Verunreinigungen enthalten und muß konform mit der Norm UNI EN 1008 sein.

B) MISCHGUTANSATZ

Der optimale Gehalt an Zement, Wasser und Emulsion und möglicherweise die Beigabe von Mineralstoffen wird mit eigenen Laborversuchen ermittelt.

Zur genauen Erkundung der tatsächlichen Verhältnisse, müssen in dem, von den Arbeiten betroffenen Straßenabschnitt alle 500 m, und bei ungleichmäßiger Beschaffenheit in geringeren Abständen, Probekörper entnommen werden. Für den Fall, dass die Vermischung mittels Pluvimixer erfolgt, müssen die Proben der Gesteinskörnungen für die Studie der Mischung auf der Baustelle entnommen werden, und zwar sofort nachdem der Pluvimixer einen Durchgang vollzogen hat und bevor die Bindemittel ausgebracht werden.

An den entnommenen Probekörpern sind die Korngrößenverteilung nach UNI EN 933-1 und der Plastizitätsbeiwert nach UNI CEN ISO/TS 17892-12 zu prüfen, um die Zweckmäßigkeit einer Verbesserung mit Kalk oder Bodenverbesserung mit Mineralstoffen festzustellen.

Bevor die geeignete Kombination der Bindemittel definiert wird müssen der optimale Wassergehalt mit dem Standard Proctorversuch nach UNI EN 12697-31, die Prüfmethode für heiß bituminöse Konglomerate sowie die Probenerstellung mittels Gyratorpresse festgelegt werden:

Typ des Stanzeisens:	NICHT drainiert
Umdrehungswinkel:	1.25° ± 0.02°
Umdrehungsgeschwindigkeit:	30 Umdrehungen/min
Durchmesser des Probekörpers in mm:	150
Anzahl Umdrehungen:	100
Gewicht des Probekörpers:	2800 g einschließlich Emulsion, Zement und Wasser.

Für den Fall, dass die größeren Elemente die Herstellung der Probekörper behindern muß die Kornfraktion größer 20 mm eliminiert werden.

Tabella B.1

Zement [%]	2,0					
Bitumenemulsion [%]	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Proben [n°]	3	3	3	3	3	3

Jeder Probekörper muß vor und nach der Verfestigung gewogen werden um den Prozentanteil von (möglichem) Austrittswasser zu ermitteln.

Die so erhaltenen Probekörper müssen im Trockenschrank bei 40°C bis zur Massenkonstanz getrocknet werden um die Dichte (UNI EN 12697-6/Prozedur D) zu ermitteln.

Der optimale Wassergehalt ist jener, welcher es erlaubt den höchsten Dichtewert der (trockenen) Mischung bei einem Wasserausstoß während der Kompaktierung von unter 0,5% zu erhalten.

Mit der gleichen Vorgangsweise bei der Kompaktierung und dem gleichen optimalen Wassergehalt, müssen Probekörper mit unterschiedlichem Gehalt an Zement und Bitumenemulsion hergestellt werden, so wie in Tabelle B.2 beschrieben.

Tabella B.2

Wasser [%]	Optimaler Gehalt								
Zement [%]	1,5			2,0			2,5		
Bitumenemulsion [%]	2,5	3,0	3,5	2,5	3,0	3,5	2,5	3,0	3,5

Proben [n°]	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Bei der Berechnung des optimalen Wassergehaltes der Mischung muss auch das in der Emulsion enthaltene Wasser mit berücksichtigt werden.

Ausgehend von den vorgegebenen Zementanteilen, können die anderen Anteile in Abhängigkeit von der Beschaffenheit und der Korngrößenverteilung des wiederzuverwertenden Gemischs schwanken.

Die Probekörper werden nach einer Abbindezeit von 72 h bei 40 °C im Ofen während 4 h bei 25°C gelagert und einer Spaltzugfestigkeitsprüfung (UNI EN 12697-23) unterzogen. Diese Probekörper müssen eine diametrale Zugfestigkeit von $IST > 0,35 \text{ MPa}$ aufweisen.

Nach einer Abbindezeit von 72 h bei 40°C müssen die Probekörper, welche die Anforderungen der Spaltzugfestigkeit erfüllen, folgende Kennwerte aufweisen:

- Steifheitsmodul (UNI EN 12697-26) – (Horizontalverschiebung $5 \pm 0,2 \text{ }\mu\text{m}$)
- Festigkeitsverlust nach Imbibition bei 25°C , für eine Stunde unter 50 mm Quecksilber - Vakuum
- Festigkeitsverlust nach Wassersättigung (für den Zeitraum bis zum Erreichen der Massenkonstanz) und 15 Frost-Tau Zyklen (-20°C/+20°C).

Die für das Projekt optimale Mischung ist jene, welche bei einer Temperatur von 20°C den kleinsten Steifheitsmodul über 3000 MPa und eine Spaltzugfestigkeit nach Wasserlagerung von über 70% des Ausgangswertes ohne Wasserlagerung besitzt. Sowie einer Spaltzugfestigkeit und einer Druckfestigkeit nach Frost-Tau Belastung größer als 50% der unbehandelten Probekörpern.

An der optimalen Mischung muss die Dichte an 100 Umdrehungen mit der Gyrotorpresse gemessen werden, welche als Referenzwert für die Dichte vor Ort gilt.

Der Auftragnehmer muss dem Bauleiter mindestens 15 Tage vor Beginn der Arbeiten und für jede Aufbereitungsanlage den Mischgutansatz, den er zu verwenden beabsichtigt, vorschlagen. Für jedes vorgeschlagene Gemisch sind die durchgeführten Untersuchungen ausführlich zu belegen.

Für die Korngrößenverteilung des Mischgutes sind, gegenüber jener des vom Bauleiter genehmigten Mischgutansatzes, für die rezyklierten Gesteinskörnung Abweichungen von höchstens $\pm 10\%$ und für die beigegebene Gesteinkörnungen von höchstens $\pm 5\%$ zulässig. Beim Gehalt an beigegebenem Schaumbitumen bzw. Bitumenemulsion, als gesamter Bindemittelgehalt abzüglich des Bindemittelgehalts des Fräsguts, sind Abweichungen von höchstens $\pm 0,25\%$ zulässig.

Die Sollwerte gelten sowohl für die beim Einbau entnommenen Probekörper als auch für die von den fertigen Tragschichten entnommenen Bohrkerne.

C) AUFBEREITUNG UND EINBAU DES GEMISCHS

Die Stabilisierung mittels Zement und Bitumenemulsion erfolgt durch Einsatz eines Wiederaufbereitungszugs, mit Asphaltfräse, Stabilisiergerät mit Mischaum um die Klumpen der Fräsgutes zu zerkleinern und eine homogene Vermischung mit Zement und Emulsion zu gewährleisten, Tankwagen für das bituminöse Bindemittel, Tankwagen mit Wasser, Nivelliermaschine und mindestens 2 Walzen.

Die Schicht ist unverzüglich nach dem Einbau zu nivellieren und zu verdichten; hierzu sind eine $\geq 18 \text{ t}$ schwere Rüttelwalze mit einstellbaren Rüttelfrequenz und Rüttelstärke und eine Gummiradwalze mit einem statischen Gewicht von $\geq 25 \text{ t}$ einzusetzen.

Durch das Verdichtungsverfahren muss die vorgeschriebene Dichte erreicht werden. Das Gemisch ist mit geeigneten Verfahren einzubauen und zu verdichten, damit eine gleichmäßige, genau profilierte Schicht ohne Kiesnestern, Rissen oder Ablösungen entsteht.

Statt des fahrbaren Aufbereitungszugs, kann für die Aufbereitung des Mischguts eine verstellbare, auf der Baustelle aufzustellende Aufbereitungsanlage eingesetzt werden. Das in der Anlage hergestellte Mischgut muss gleichbleibende Eigenschaften aufweisen, dessen Kennwerte jenen des aufgrund der Eignungsprüfung genehmigten Mischgutansatzes entsprechen müssen. In diesem Fall erfolgt der Einbau mittels Gleitfertiger, welcher die Verdichtung gleich wie der Wiederaufbereitungszug durchführt.

Die Stabilisierung muss bei Lufttemperaturen unter 10°C und unter allen Umständen bei widrigen Witterungsbedingungen, welche das einwandfreie Gelingen der Arbeiten behindern, unterbrochen werden. Nach Beendigung des Walzvorgangens muss die Schicht, in Abstimmung mit den Erfordernissen der Baustelle, für mehrere Tage reifen und abtrocknen, bevor sie überdeckt wird. Falls Regenfälle angekündigt sind muss die Schicht hingegen sofort geschützt werden. In beiden Fällen wird Emulsion mit langsamem

Bruch, eventuell auch die gleiche Emulsion wie für die erstellte Mischung, verwendet. Die Dosierung der Emulsion beträgt etwa $1,5 \text{ kg/m}^2$ und im Anschluss erfolgt darauf das Ausbringen von Split oder Sand.

D) PRÜFUNGEN

Für die Qualitätskontrolle der mit Bitumenemulsion und Zement stabilisierten Schichten sind Laborprüfungen an den Bestandteilen, am Mischgut und an den aus der Fahrbahndecke entnommenen Bohrkernen und Feldversuche durchzuführen. Das Intervall der Probenentnahme ist allgemein alle 5000 m^2 realisierter, behandelter Oberfläche. Der Bauleiter bestimmt den Entnahmeort und die Anzahl der Prüfungen je nach Erfordernissen der Baustelle. Die Bestandteile werden auf die vorgeschriebenen Anforderungen geprüft. Die Korngrößenverteilung des Korngemisches muss an vor der Zugabe von Bindemitteln entnommenen Proben, an der Aufbereitungsanlage oder vor Ort nach einmaligem Durchgang mit dem Wiederaufbereitungszug (Pulvimixer), erfolgen. Am Mischgut werden der Gehalt an beigegebenem Bitumen, als gesamter Bindemittelgehalt abzüglich des Bindemittelgehalts des Fräsguts und der Wassergehalt festgestellt. Die mit Gyrator – Presse hergestellte Probekörper werden einer Spaltzugfestigkeitsprüfung unterzogen und es wird der Steifheitsmodul bestimmt.

Nach 90 Tagen nach dem Einbau erfolgt die Bestimmung des dynamischen Elastizitätsmoduls mittels Falling Weight Deflectometer – Prüfungen (FWD) und die Entnahme von Bohrkernen zur Überprüfung der Raumgewicht und der Schichtstärken. Nach Ermessen des Bauleiters kann die Spaltzugfestigkeitsprüfung IST (UNI EN 12697-23) (UNI EN 13286-42) und der Steifheitsmodul (UNI EN 12697-26 Annex C) angefordert werden.

Nach der Verdichtung darf die **Trockendichte** (γ_d) des trockenen Bodens von zumindest 95% der Probekörper den optimalen, im Labor mit 100 Umdrehungen der Gyratorpresse hergestellten Körpern, gemäß vor Beginn der Arbeiten vorgeschlagenen Mischgutansatz gemessenen Bezugswert (γ_{labor}), nicht um mehr als 95% unterschreiten. Falls möglich kann der Referenzwert aus den mittels Gyratorpresse mit 100 Umdrehungen im Labor aus den verwendeten Mischungen hergestellten Probekörpern bestimmt werden. Die Dichtemessungen an trockenen Probekörpern werden nach UNI EN 12697-6/Verfahren D durchgeführt.

Die **Spaltzugfestigkeit** nach UNI EN 12697-23 wird an 90 Tage nach Fertigstellung der Schicht entnommenen Probekörpern oder an auf der Baustelle mittels Gyratorpresse (100 Umdrehungen) hergestellten Proben und Reifung von 72 Stunden bei 40°C in einer Klimakammer und weiteren 4 Stunden bei 25°C bestimmt. Der Wert darf hier nicht unter $0,35 \text{ MPa}$ liegen.

Der **Steifheitsmodul bei 20°C** kann entweder mittels indirekter Zugprüfung (UNI EN 12697-26) mit Deformation von $5 \pm 0,2 \text{ }\mu\text{m}$ auf den auf der Baustelle mit Gyratorpresse (100 Umdrehungen) anhand der projektierte Dichte hergestellten Probekörpern, nach einer Abbindezeit von 72 Stunden bei 40°C und 28 Tagen bei 20°C in der Klimakammer oder 90 Tage nach dem Einbau entnommenen Probekörpern ermittelt werden. In 95% der untersuchten Proben darf der Wert nicht unter 3000 MPa liegen.

Bei denselben Proben mit denselben Durchmessern muss der Steifemodul bei 40°C weiters $< 75 \%$ des bei 20°C erhaltenen Wertes sein.

Der nach 90 Tagen mittels Falling Weight Deflectometer ermittelte **Elastizitätsmodul** darf bezogen auf eine Temperatur von 20°C bei 95% der Proben, bzw. der untersuchten Punkte, nicht unter 3000 MPa liegen.

Von den Werten des **Elastizitätsmodul**, welche nach 90 Tagen der Fertigstellung mittels *Falling Weight Deflectometer* – FWD gemessen werden, darf bezogen auf eine Temperatur von 20°C das 15% den Wert von $3,0 \text{ GPa}$ nicht unterschreiten. Bei Werten des Elastizitätsmodul (15 Perzentil) zwischen $1,5$ und $3,0 \text{ GPa}$ erfolgt bei der Tragschicht eine Kürzung von:

$$\text{Abzug in } \% = 10s + 5s^2$$

Wo s die Abweichung zwischen 3 GPa und dem Wert des 15% vom Elastizitätsmodul des homogenen Bereiches (auf den sich der Wert bezieht) in GPa ist.

Bei Werten des Elastizitätsmodul unter 1,5 GPa hat der Auftragnehmer auf eigene Kosten die Tragschicht abzutragen und neu einzubauen; er haftet auch für den Schaden aus dem Verzug bei der Nutzung der Verkehrsflächen.

Alternativ kann die Bauleitung die Durchführung von Ausgleichsmaßnahmen der entstandenen Mängel veranlassen, welche es erlauben die Gebrauchstauglichkeit der Tragschicht nach Vorgaben des Projektes zu erreichen.

Für den Fall, dass keine FWD Untersuchungen durchgeführt werden, kann die Abnahme der Arbeiten oder eventuelle Berechnungen der Abzüge, auch mit Bezugnahme auf den an den Probenkörpern durch indirekte Zugprüfung ermittelten Steifheitsmodul (UNI EN 12697-26) erfolgen. Hierbei müssen dieselben Kriterien wie für den Elastizitätsmodul Anwendung finden.

Integrierend zu den vorhergehenden Kontrollen können Messungen mittels leichter dynamischer Lastplatte (*dynamic plate-load test*) durchgeführt werden. Der **dynamische Modul** E_{vd} darf nach der Verfestigung in 90% der untersuchten Punkte nicht unter 70 MPa liegen. Die Messungen des dynamischen Moduls werden mit einer Referenztemperatur (25°C) korrigiert. Bei positiv abweichender Temperatur werden die Messungen pro °C um 1% noch Oben, bei negativ abweichenden Temperaturen um denselben Faktor nach Unten korrigiert. Das verwendete Gerät muss mit einem Fallgewicht von 10 kg, einer generierten Einschlagkraft von 7,07 kN und einer Impulsdauer auf einer Platte mit 300 mm Durchmesser von 18 ms versehen sein. Die Prüfungen der Deformationen werden mittels drei aufeinanderfolgenden Schlägen durchgeführt und der resultierende Mittelwert des dynamischen Moduls wird, bei bekanntem aufgebrachtem Druck, automatisch vom Gerät berechnet. Vor diesen drei Messschlägen müssen drei Schläge durchgeführt werden um einen guten Kontakt der Platte mit dem Untergrund zu gewährleisten. Die Auflageplatte muss auf einem möglichst planen, ebenen Untergrund liegen, welcher eventuell noch mittels gleichkörnigen Sands nivelliert wird. Sofern der Kontakt mit dem Untergrund nicht optimal ist oder die Neigung des Untergrundes zu groß ist (über 6%) können Verschiebungen auftreten, welche die Messergebnisse verfälschen.