

## Prämisse

Die Richtlinien „Funktionelle und geometrische Normen für den Bau und die Planung von Straßen“ sind am 17. November 2006 in Kraft getreten und dienen als Referenz für alle weiteren Dokumente, welche den Straßenbau in Südtirol regeln. Dies gilt in analoger Weise auch für das von den Abteilungen 10 – Tiefbau, 11 - Hochbau und Technischer Dienst und 12 – Straßendienst, verfasste „Verzeichnis der Bezugsbauweisen zur Dimensionierung von Asphaltstraßen“ aus dem Jahre 2015.

Im Sinne des Rundschreibens des Umweltministeriums vom 15. Juli 2005 Nr. 5205 und um die Verwendung von Recyclingmaterial in Südtirol zu fördern, hat die Landesregierung mit Beschluss Nr. 398 vom 11.04.2017 die „Richtlinien zu Qualität und Gebrauch von Recyclingbaustoffen“ erlassen.

Es war daher zweckmäßig, neue, dem Stand der Kenntnisse und der Technik entsprechende „Technische Richtlinien für den Straßenunterbau“, zu erarbeiten, welche vom technischen Landesbeirat am 18.05.2017 mit positivem Gutachten Nr. 12 (Akt Nr. 8-294) genehmigt worden sind. Im Zweifels- bzw. Konfliktfalle überwiegen die obgenannten „Technischen Richtlinien für den Straßenunterbau“ über alle anderen Dokumente und Richtlinien des Landes zu diesem Thema, da sie spezifischer und rezenter sind.

## 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.

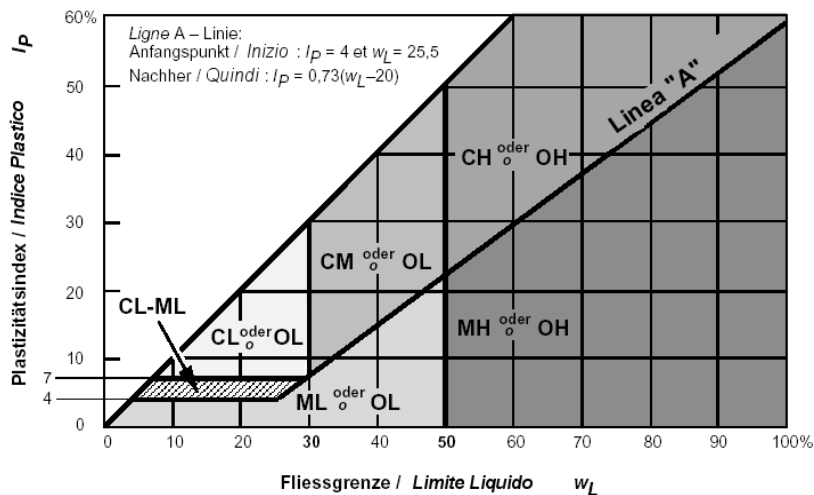
Die Korngrößenverteilung der Böden wird nach UNI CEN ISO/TS 17892-4 / UNI EN ISO 14688-1 bestimmt. Verwendet werden die Siebe der ISO-Sätze 3310-1 und ISO 3310-2. Zur Beschreibung der Kornstufen werden die in Tabelle A.1 verwendeten Bezeichnungen verwendet.

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

<b>Tabelle A.2</b>					
	<b>Anteil <math>P_{0,063}</math></b>	<b>Kennwerte Sieblinie <math>C_U - C_C</math></b>	<b>Plastizität</b>	<b>Klasse</b>	
<b>Kies (Gr) und  Anteil (%) Kies (<math>\Phi &gt; 2</math> mm) größer als Anteil (%) Sand (<math>0,06 &lt; \Phi &lt; 2</math> mm)</b>	< 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	
<b>Sand (Sa) und  Anteil (%) Sand (<math>0,06 &lt; \Phi &lt; 2</math>mm) größer als Anteil % Kies (<math>\Phi &gt; 2</math>mm)</b>	< 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	
<b>feinkörnige Böden Schluffe (Si) und Ton (Cl)  Organische Böden (Or)</b>	anorganisch	< 30	> 7	CL	
			$4 \leq I_p \leq 7$	CL-ML	
	organisch				ML
				OL	
	anorganisch	$30 \leq W_L \leq 50$	über der A-Linie unter der A-Linie		CM
					ML
	organisch				OL
					OL
anorganisch	> 50	über der A-Linie unter der A-Linie		CH	
				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 Schürfungen;
- 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  $w_{\text{opt}}$  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 m<sup>3</sup>), 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  $\gamma_d$  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) Säuberung 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 abgeboischt 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**

<b>Anforderungen an die Tragfähigkeit des Untergrundes bei Aufschüttungen</b> $E_{v2}$ (MN/m <sup>2</sup> )	
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 m<sup>2</sup> 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, muss im ausführlichen Arbeitsprogramm ein Bodenaustausch mit einer angemessenen Schichtdicke aus zugeliefertem Schüttgut vorgesehen werden. Alternativ kann auch eine angemessene Bodenverbesserung vorgenommen werden.

#### C.2.2 – FROSTSCHUTZSCHICHTEN

Frostschutzschichten 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 Frostschutzschichten 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 Frostschutzschichten an 1 Probenentnahme je 100 m<sup>3</sup> eingebautes Schüttgut zu überwachen.

##### 2) Geotextilien

Zur Verbesserung der Wirkung von Frostschutzschichten 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 Endlosfasern, 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 <sup>2</sup>	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
Wasserableitvermögen in der Ebene (ohne Belastung)	UNI EN ISO 12958	l/s/m <sup>2</sup>	>175
Wasserableitvermögen 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 Einbaufäche 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 Dammprofil 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 Beschluss der Landesregierung vom 27.09.2016 Nr. 1030 "Bestimmungen zur Wiederverwertung von Baurestmassen und zur 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 NATURMATERIAL UND/ODER REZYKLIERTEM MISCHGRANULAT					
		Anwendung					
		Auffüllung/ Umlagerung		Damm/Auf- schüttung		Tragschicht	
Kenngrößen	Norm	Anforder- ung	Proben Frequenz	Anforder- ung	Proben Frequenz	Anforder- ung	Proben Frequenz
Bestimmung des Mischgutes	UNI EN 13285	0/63 mm	20.000 m <sup>3</sup>	0/63 mm	5000 m <sup>3</sup>	0/31,5 mm	2000 m <sup>3</sup>
Überkorn	UNI EN 933-1	OC <sub>75</sub>	20.000 m <sup>3</sup>	OC <sub>85</sub>	5000 m <sup>3</sup>	OC <sub>75</sub>	2000 m <sup>3</sup>
Feinanteilgehalt	UNI EN 933-1	-	-	UF <sub>15</sub>	5000 m <sup>3</sup>	UF <sub>15</sub>	2000 m <sup>3</sup>
Korngrößenzusammensetzung	UNI EN 933-1	G <sub>N</sub>	20.000 m <sup>3</sup>	G <sub>N</sub>	5000 m <sup>3</sup>	G <sub>U</sub>	2000 m <sup>3</sup>
Plattigkeitskennzahl von groben Aggregaten	UNI EN 933-3	-	-	FL <sub>50</sub>	50.000 m <sup>3</sup>	FL <sub>35</sub>	2000 m <sup>3</sup>
Qualität des Feinanteils	UNI EN 933-9	-	-	MB <sub>5</sub>	5000 m <sup>3</sup>	MB <sub>5</sub>	2000 m <sup>3</sup>
Qualität des Feinanteils (Sandäquivalent)	UNI EN 933-8	-	-	SE <sub>35</sub>	5000 m <sup>3</sup>	SE <sub>35</sub>	2000 m <sup>3</sup>
Fließgrenze (Atterberg'sche Grenze)	UNI CEN ISO/TS 17892 -12	-	-	WL ≤ 40	5000 m <sup>3</sup>	WL ≤ 40	2000 m <sup>3</sup>
Plastizitätszahl	UNI CEN ISO/TS 17892 -12	-	-	IP ≤ 10	5000 m <sup>3</sup>	IP ≤ 6	2000 m <sup>3</sup>
Widerstand gegen Zertrümmerung	CNR 34	-	-	LA <sub>35</sub>	50.000 m <sup>3</sup>	LA <sub>30</sub>	20.000 m <sup>3</sup>
Eluatuntersuchung (Löslichkeitstest)	DM5 febbraio 1998 e s.m.i.	konform	5000 m <sup>3</sup>	konform	5000 m <sup>3</sup>	konform	5000 m <sup>3</sup>
Anteil an wasserlöslichem Sulfat	UNI EN 1744-1	-	-	SS <sub>0,2</sub>	5000 m <sup>3</sup>	SS <sub>0,2</sub>	2000 m <sup>3</sup>
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	R <sub>cug50</sub>	20.000 m <sup>3</sup>	R <sub>cug50</sub>	5000 m <sup>3</sup>	R <sub>cug70</sub>	2000 m <sup>3</sup>
Gehalt an Glas	UNI EN 933-11	-	-	R <sub>g5-</sub>	5000 m <sup>3</sup>	R <sub>g5-</sub>	2000 m <sup>3</sup>
Gehalt an bituminösem Material	UNI EN 933-11	-	-	R <sub>a30-</sub>	5000 m <sup>3</sup>	R <sub>a10-</sub>	2000 m <sup>3</sup>
Gehalt an schwimmendem Material: Papier, Holz, Textilien, Zellulose, Nahrungsmittelreste, Polystyrol, organische Substanzen außer Bitumen.	UNI EN 933-11	FL <sub>10-</sub>	20.000 m <sup>3</sup>	FL <sub>10-</sub>	5000 m <sup>3</sup>	FL <sub>5-</sub>	2000 m <sup>3</sup>
Anteil an schwimmendem Inertmaterial: Leca (Blähton), Schaumbeton, usw.	UNI EN 933-11	-	-	FL <sub>5-</sub>	5000 m <sup>3</sup>	FL <sub>5-</sub>	2000 m <sup>3</sup>
Gehalt an Boden, Metallen, nicht schwimmendes Holz, Plastik, Gummi, Gips, Gipskarton und anderes nicht schwimmendes steinigtes Materialien	UNI EN 933-11	X <sub>1-</sub>	20.000 m <sup>3</sup>	X <sub>1-</sub>	5000 m <sup>3</sup>	X <sub>1-</sub>	2000 m <sup>3</sup>
Max. Dichte mittels modifiziertem Proctorversuch	UNI EN 13286-2	-	-	γ	5000 m <sup>3</sup>	γ	2000 m <sup>3</sup>
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 <sup>3</sup>	≥40	50.000 m <sup>3</sup>
Schwellwert bei CBR	UNI EN 13286-47	-	-	≤1%	-	≤1%	50.000 m <sup>3</sup>
Abnahme der Festigkeit nach Frost-/Taufversuchen	EN 1367-1	-	-	ΔS <sub>IA</sub> ≤30	5000 m <sup>3</sup>	ΔS <sub>IA</sub> ≤30	2000 m <sup>3</sup>
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 rezykliertes 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 trapezförmigem Querschnitt, mit einer Höhe  $h$ , die jener der Aufschüttung entspricht, einer Breite unten von 2,0 und oben von  $2,00\text{ m} + \frac{3}{2}h$ .

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.

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

### 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  $\gamma_d$ ) 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.

<b>Tabelle E.2 Güterichtwerte und Anforderungen für Aufschüttungen und Unterbauschichten</b>		
SCHICHT	Verdichtungsgrad % $\gamma_{d \max}$ im Labor <sup>(1)</sup>	Verformungsmodul $E_{v2}$ (MN/m <sup>2</sup> )
Unterbau <sup>(2)</sup>	≥ 98 %	≥ 120
Aufschüttung <sup>(3)</sup>	≥ 98 %	≥ 80
<sup>(1)</sup> Standard Proctor Versuch nach UNI EN 13286-2 oder DIN 18127 <sup>(2)</sup> in Gräben, auf der gesamten Dicke bei Bodenaustausch; in Aufschüttungen, in den obersten Schichten 1,0 m ab OK Untergrund <sup>(3)</sup> 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 <sup>3</sup>	weitere m <sup>3</sup>	erste 5.000 m <sup>2</sup>	weitere m <sup>2</sup>	Fläche m <sup>2</sup>
<b>Dichte</b>	eine Prüfung je 500 – 1.000 m <sup>3</sup>	eine Prüfung je 3.000-5.000 m <sup>3</sup>	eine Prüfung je 350 - 500 m <sup>2</sup>	eine Prüfung je 1.000 m <sup>2</sup>	-
<b><math>E_{v2}</math>-Modul Verhältnis <math>E_{v2}/E_{v1}</math></b>	eine Prüfung je 1.000-1.500 m <sup>3</sup>	eine Prüfung je 5.000 m <sup>3</sup>	-	-	eine Prüfung je 1.000 -2.000 m <sup>2</sup>
<b><math>E_{vd}</math>-Modul (LFWD)</b>	eine Prüfung je 100-150 m <sup>3</sup>	eine Prüfung je 500 m <sup>3</sup>			eine Prüfung je 200 -400 m <sup>2</sup>

### 4) Toleranzen 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  $\gamma_d$ ;
- 10% bei Tragfähigkeit (Verformungsmodul  $E_{v2}$  oder sonstige Kenngrößen).

### 5) Toleranzen 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 m<sup>2</sup>, für Böschungen und Auflagefläche des Unterbaus und
- jede 200 m<sup>2</sup>, für die Auflagefläche der Straßendecken zu prüfen.