
ELOT TS 1501-02-09-01-00:2023

HELLENISCHE TECHNISCHE SPEZIFIKATION

HELLENIC TECHNICAL SPECIFICATION

**Bodenverbesserung und -stabilisierung mit Kalk, Puzzolanen, Zement und kalkhaltiger
Flugasche**

Soil improvement and stabilization using lime, pozzolans, cement and calcareous fly ash

Preisklasse: **11**

Präambel

Diese Hellenische Technische Spezifikation ändert und ersetzt ELOT TS 1501-02-09-01-00:2009.

Diese Hellenische Technische Spezifikation wurde von Fachleuten erstellt und in ihrem Bereich von einer aufsichtführenden/sachverständigen Fachperson geprüft und bewertet, welche die Arbeit des Technischen Ausschusses ELOT/TE99 „Spezifikationen technischer Werke“ unterstützte, dessen Sekretariat der Direktion für Normung der Hellenischen Organisation für Normung (ELOT) zugeordnet ist.

Der Wortlaut dieser Hellenischen Technischen Spezifikation ELOT TS 1501-02-09-01-00 wurde am 17.2.2023 von ELOT/TE 99 in Übereinstimmung mit der Verordnung über die Erarbeitung und Veröffentlichung Hellenischer Normen und Spezifikationen angenommen.

Die europäischen, internationalen und nationalen Normen, auf die in den Normungshinweisen Bezug genommen wird, sind bei der ELOT erhältlich.

Inhalt

Einleitung.....	4
1 Ziel.....	5
2 Normungsverweise.....	5
3 Begriffe und Definitionen.....	7
4 Anforderungen.....	10
4.1 Zement.....	10
4.2 Kalk.....	11
4.3 Kalkhaltige Flugasche.....	11
4.4 Wasser.....	11
4.5 Boden.....	11
4.6 Anforderungen an die stabilisierte Schicht.....	12
4.7 Anforderungen an die Zusammensetzungsstudie.....	13
4.8 Anforderungen an den Bau eines Prüfabschnitts.....	13
5 Methodik für die Ausführung von Arbeiten.....	14
5.1 Nutzung von permanenten Mischanlagen.....	14
5.2 Klimatische Beschränkungen.....	15
5.3 Aufbau von Verbesserungsschichten.....	15
5.4 Instandhaltung der Schicht.....	21
6 Annahmekriterien für abgeschlossene Arbeiten.....	21
7 Methode zur Messung der Arbeiten.....	22
Anhang A (informativ) Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltschutzbedingungen.....	23
Literaturverzeichnis.....	25

Einleitung

Diese Hellenische Technische Spezifikation (HTS) ist Teil der technischen Texte, die ursprünglich vom Ministerium für Umwelt, Raumordnung und öffentliche Arbeiten und vom Institut für Bauwirtschaft (IOK) erstellt und anschließend von der ELOT erarbeitet wurden, um beim Bau nationaler öffentlicher technischer Bauwerke angewandt zu werden, mit dem Ziel, Bauwerke zu schaffen, die robust und in der Lage sind, die Bedürfnisse zu erfüllen, die ihren Bau bewirkt haben, und die für die Gesellschaft als Ganzes von Nutzen sind.

Im Rahmen eines Vertrags zwischen NQIS/ELOT und dem Ministerium für Infrastruktur und Verkehr (Online-Veröffentlichungsnummer 6EOB465XΘΞ-02T) wurde die ELOT mit der Bearbeitung und Aktualisierung von dreihundertvierzehn (314) Hellenischen Technischen Spezifikationen (HTS) beauftragt, als 2. Ausgabe gemäß den anwendbaren europäischen Normen und Verordnungen und den Verfahren, die in der Verordnung über die Erarbeitung und Veröffentlichung Hellenischer Normen und Spezifikationen und in der Verordnung über die Einrichtung und den Betrieb technischer Normungsinstrumente festgelegt sind.

Diese Hellenische Technische Spezifikation wurde vom Auftragnehmer der beschränkten Ausschreibung Nr. 1/2020 für die Vergabe des Werks „Überarbeitung der 1. Ausgabe von 314 HTS“ (Online-Veröffentlichungsnummer ΩΕΕΑΟΞΜΓ-ΞΗΔ) erstellt, von einer aufsichtführenden/sachverständigen Fachperson geprüft und bewertet und zur öffentlichen Konsultation eingereicht. Sie wurde vom Technischen Ausschuss ELOT/TE 99 „Spezifikationen für technische Arbeiten“ genehmigt, welcher durch den Beschluss des geschäftsführenden Direktors der NQIS, Δv.Σ. 285-19/08-02-2019 (ΑΔΑ6ΩΛΡΟΞΜΓ-15Ξ) eingerichtet wurde.

Diese HTS entspricht den Anforderungen, die sich aus dem EU-Recht, den einschlägigen derzeit geltenden Richtlinien des neuen Konzepts und den nationalen Rechtsvorschriften ergeben, sie verweist auf harmonisierte europäische Normen und ist mit diesen vereinbar.

Bodenverbesserung und -stabilisierung mit Kalk, Puzzolanen, Zement und kalkhaltiger Flugasche

1 Ziel

Zweck dieser Technischen Spezifikation ist es, die Anforderungen an die Bodenverbesserung und -stabilisierung mit Kalk, Puzzolanen, Zement und kalkhaltiger Flugasche in angemessenen Anteilen festzulegen, um die erforderlichen geotechnischen Eigenschaften gemäß der Studie zu gewährleisten.

2 Normungsverweise

Diese Technische Spezifikation enthält – durch Verweise – Bestimmungen anderer Veröffentlichungen, ob datiert oder nicht. Diese Verweise beziehen sich auf die jeweiligen Teile des Textes und eine Liste dieser Veröffentlichungen wird anschließend angegeben. Im Falle von Verweisen auf datierte Veröffentlichungen gelten nachfolgende Änderungen oder Überarbeitungen auf dieses Dokument, wenn sie durch Änderung oder Überarbeitung in das Dokument aufgenommen wurden. In Bezug auf Verweise auf undatierte Veröffentlichungen findet ihre neueste Fassung Anwendung.

ELOT EN 197-1	<i>Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements -- Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement.</i>
ELOT EN 459-1	<i>Building lime - Part 1: Definitions, specifications and conformity criteria -- Baukalk - Teil 1: Definitionen, Anforderungen und Konformitätskriterien</i>
ELOT EN 933-1	<i>Tests for geometrical properties of aggregates - Part 1: Determination of particle size distribution - Sieving method -- Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Analysensiebe</i>
ELOT EN 933-2	<i>Tests for geometrical properties of aggregates - Part 2: Determination of particle size distribution - Test sieves, nominal size of apertures -- Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 2: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Analysensiebe, Nennmaße der Sieböffnungen.</i>
ELOT EN 933-8	<i>Tests for geometrical properties of aggregates - Part 8: Assessment of fines - Sand equivalent test -- Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 8: Beurteilung von Feinanteilen – Sandäquivalent-Verfahren</i>
ELOT EN 1008	<i>Mixing water for concrete - Specification for sampling, testing and assessing the suitability of water, including water recovered from processes in the concrete industry, as mixing water for concrete -- Zugabewasser für Beton – Festlegung für die Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Eignung von Wasser, einschließlich bei der Betonherstellung anfallendem Wasser, als Zugabewasser für Beton</i>
ELOT EN 1744-1	<i>Tests for chemical properties of aggregates - Part 1: Chemical analysis -- Prüfverfahren für chemische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 1: Chemische Analyse</i>

ELOT EN 13039	<i>Soil improvers and growing media - Determination of organic matter content and ash -- Bodenverbesserungsmittel und Anbaumedien – Bestimmung des Gehalts an organischer Substanz und Asche</i>
ELOT EN 13286-2	<i>Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 2: Test methods for laboratory reference density and water content - Proctor compaction -- Ungebundene und hydraulisch gebundene Mischungen – Teil 2: Laborprüfverfahren zur Bestimmung der Referenz-Trockendichte und des Wassergehaltes – Proctorversuch</i>
ELOT EN 13286-4	<i>Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 4: Test methods for laboratory reference density and water content - Vibrating hammer -- Μίγματα μη σταθεροποιημένα και σταθεροποιημένα με υδραυλικές κονίες - Ungebundene und hydraulisch gebundene Mischungen – Teil 4: Laborprüfverfahren zur Bestimmung der Referenz-Trockendichte und des Wassergehaltes - Vibrationshammer --</i>
ELOT EN 13286-41	<i>Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 41: Test method for the determination of the compressive strength of hydraulically bound mixtures -- Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische - Teil 41: Prüfverfahren zur Bestimmung der Druckfestigkeit hydraulisch gebundener Gemische</i>
ELOT EN 13286-47	<i>Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 2: Laborprüfverfahren zur Bestimmung der Referenz-Trockendichte und des Wassergehaltes - Proctorversuch -- Ungebundene und hydraulisch gebundene Mischungen – Teil 47: Prüfverfahren zur Bestimmung des CBR-Wertes (California bearing ratio), des direkten Tragindex (IBI) und des linearen Schwellwertes</i>
ELOT EN 13286.51	<i>Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 51 : Methods for making test specimens by vibrating hammer compaction – Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische - Teil 51: Verfahren zur Herstellung von Probekörpern von hydraulisch gebundenen Gemischen durch Verdichtung mit Vibrationshammer</i>
ELOT EN 16907-2	<i>Earthworks - Part 2: Classification of materials -- Erdarbeiten - Teil 2: Materialklassifizierung</i>
ELOT EN 16907-4	<i>Earthworks - Part 4: Soil treatment with lime and/or hydraulic binders -- Erdarbeiten - Teil 4: Bodenbehandlung mit Kalk- und/oder hydraulischen Bindemitteln</i>
ELOT EN ISO 14688-1	<i>Geotechnical investigation and testing - Identification and classification of soil - Part 1: Identification and description -- Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden – Teil 1: Benennung und Beschreibung</i>
ELOT EN ISO 14688-2	<i>Geotechnical investigation and testing - Identification and classification of soil - Part 2: Principles for a classification -- Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden – Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen</i>
ELOT EN ISO 17892-4	<i>Geotechnical investigation and testing - Laboratory testing of soil - Part 4: Determination of particle size distribution Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung.</i>
ELOT EN 17892-12	<i>Geotechnical investigation and testing - Laboratory testing of soil - Part 12: Determination of liquid and plastic limits -- Geotechnische Erkundung und</i>

	<i>Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 12: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen</i>
ELOT EN ISO 22475-1	<i>Geotechnical investigation and testing - Sampling methods and groundwater measurements — Part 1: Technical principles for execution -- Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen für die Probenentnahme</i>
ASTM D 1556	<i>Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by Sand-Cone Method -- Standard-Prüfmethode für Dichte und Einheitsgewicht von Boden im Feldversuch mit dem Sandkegelverfahren</i>
ASTM D6938-17ae1	<i>Standard-Prüfmethode für Dichte und Wassergehalt von Boden und Boden-Aggregat im Feldversuch mit dem Kernverfahren (flache Tiefe)</i>
DIN 18134	<i>Baugrund - Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch</i>
ELOT TS 1501-02-07-01-00	<i>Construction of embankments with suitable excavation or borrow materials -- Bau von Böschungen mit geeignetem Aushub- oder Entnahmematerial</i>
ELOT TS 1501-05-03-02-02	<i>Pavement subgrade stabilization with cement (CSS) -- Straßenbelagsschichten mit zementgebundenen Zuschlagstoffen (CBA)</i>
ELOT TS 1501-05-03-05-01	<i>Pavement subgrade stabilization with cement (CSS) -- Straßenbelagsschichten mit zementgebundenen Zuschlagstoffen (CBA)</i>
ELOT TS 1501-05-03-17-00	<i>Road pavement layers with cement bound recycled materials resulting from asphalt concrete and underlying layers milling -- Straßenpflasterschichten mit zementgebundenen recycelten Materialien aus Asphaltbeton und gefrästen darunter liegenden Schichten</i>

3 Begriffe und Definitionen

Die folgenden Begriffe und Definitionen werden in dieser Technischen Spezifikation verwendet:

3.1 Mischung

Kombination von Materialien mit Bindemitteln und Wasser und möglicherweise anderen Inhaltsstoffen (ELOT EN 16907-4 Standard)

3.2 Natürlicher Boden

Natürliche lose oder weiche Abscheidung infolge von Korrosion oder Bruch von Gesteinsformationen oder der Zersetzung organischer Materialien (ELOT EN 16907-4).

3.3 Puzzolanisches Material

Materialien, die beim Vermischen mit Wasser nicht härten, sondern bei Umgebungstemperatur mit kalziumbildenden Zementverbindungen reagieren (ELOT EN 16907-4).

3.4 Bodenverbesserung/Stabilisierung

Es ist die Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des vorhandenen Bodenmaterials in einer bestimmten Tiefe, indem es mit Kalk und/oder Zement oder kalkhaltiger Flugasche vermischt wird, so dass seine Verdichtung unter optimalen Feuchtigkeitsbedingungen und Wartung für einen bestimmten Zeitraum eine homogene, langlebige Schicht mit verbesserten mechanischen Eigenschaften und erhöhter Tragkraft erhält.

Die Eigenschaften der Materialien, die Tiefe der Verbesserung und die Konstruktionsmethode sind Gegenstand einer speziellen Studie, die notwendigerweise von einer technisch-ökonomischen Analyse begleitet wird.

Die Verbesserung des Bodens zielt auf Folgendes ab:

- (1) Verbesserung der Eigenschaften des Bodens, auf dem die Bodenhänge basieren.
- (2) Verbesserung der Atterberg-Grenzen und der Tragfähigkeit der Bodenschicht (Kronen- oder Bodenneigungsmontagezone oder Bodengrundsicht), wenn sie ungünstige Eigenschaften aufweist (z. B. hohe Plastizität und/oder niedrige CBR-Werte).
- (3) Neutralisierung der Quellbarkeit bestimmter Bodenmaterialien und der damit verbundenen Risiken für die Qualitätsmerkmale der Arbeit.

Die Anwendung von Bodenverbesserungstechniken ist nach einem wirtschaftlichen und technischen Vergleich mit anderen technisch bewährten Methoden (z. B. Ersatz von Bodenmaterialien durch geeignete Aushubprodukte) zu wählen, wenn die Gesamtbaukosten sinken.

Die Stabilisierungstechnik von Kalk, kalkhaltiger Flugasche und/oder Zement ist in der Regel vorteilhaft, wenn das resultierende Pflaster unter Verwendung von Materialien vor Ort dick und geeignete Bodenmaterialien ist, die die Anforderungen der Spezifikation erfüllen, sind in der Nähe der Arbeit nicht verfügbar, während ihre Versorgung aus anderen entfernten Quellen teurer ist. Sie gilt auch in Fällen von Umweltbeschränkungen im Zusammenhang mit Aushubbereichen/Abfallagergruben im weiteren Arbeitsbereich.

3.5 Zerfallsgrad

Das Verhältnis des Trockengewichts der Boden- und Kalkmischung durch das 5 mm Quadratmaschensieb zum Gesamtprobengewicht abzüglich des Gewichts des Kieses, das erhalten bleibt.

3.6 Geomaterial – Zementmischung

verdichtete Mischung aus Geomaterialien, Zement und Wasser, die für verschiedene Anwendungen und Eigenschaften von Gehwegen und geotechnischen Arbeiten konzipiert und vorbereitet ist.

Der Begriff „Geomaterial-Zement-Mischung“ ist generisch und deckt die vier in Tabelle 1 aufgeführten Arbeiten ab.

Tabelle 1 – Techniken und Umfang von Geomaterial-Zement-Mischungen

Art der Geomaterial-Zement-Mischung	Zementverbesserter Boden Cement-Modified Soil (CMS)	Zementstabilisierte tragende Schicht Cement-Stabilised Subgrade (CSS)	Straßenpflasterschichten mit zementgebundenen Zuschlagstoffen (CBA) Cement-Treated Base (CTB)	Straßenpflasterschichten aus zementgebundenem Recyclinggemisch Full-Depth Reclamation (FDR)
Entsprechende (Technische Spezifikation) TS	Diese technische Spezifikation	ELOT TS 1501-05-03-02-02	ELOT TS 1501-05-03-05-01	ELOT TS 1501-05-03-17-00
Zweck	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bodentrocknung ▪ Deutliche Verbesserung des Arbeitsbodens ▪ Gewährleistung einer dauerhaften Bodenveränderung (Verringerung der Infiltration) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alle Vorteile von CMS und darüber hinaus: ▪ Reduzierung der Straßendicke oder Sicherstellung einer längeren Lebensdauer ▪ Verbesserung der Tragfähigkeit des Bodens in Fundamenten von Bauarbeiten usw. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gewährleistung einer starken Grundsicht, frostbeständig für flexible und starre Straßenbeläge 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gewährleistung einer starken Grundsicht, frostbeständig für flexible und starre Straßenbeläge
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauptsächlich feine Böden ▪ 2 Gew.-%-4 Gew.-% Zement 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauptsächlich feine Böden ▪ 3 Gew.-%-6 Gew.-% Zement 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauptsächlich produzierte zerbrochene Materialien ▪ 3 Gew.-%-6 Gew.-% Zement 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zerkleinerte bituminöse Materialien gemischt mit Straßenpflastermaterialien ▪ 3 Gew.-%-6 Gew.-% Zement
Materialeigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzierte Anfälligkeit für Feuchtigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 7 Tage Druckfestigkeit 0,7 – 2,1 Mpa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 7 Tage Druckfestigkeit 2,1 – 4,1 Mpa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 7 Tage Druckfestigkeit 2,1 – 4,1 Mpa
Herstellungsverfahren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mindestens 95 % der maximalen Labordichte ▪ Vor-Ort-Mischung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mindestens 95 % der maximalen Labordichte ▪ Vor-Ort-Mischung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mindestens 95-98 % der maximalen Labordichte ▪ Vor-Ort-Mischung oder in einer Zentraleinheit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mindestens 95-98 % der maximalen Labordichte ▪ In der Regel Vor-Ort-Mischung

3.7 Kohärente und körnige Bodenmaterialien

Kohärente Bodenmaterialien sind definiert als solche, deren Gewichtsanteil durch das Sieb von 0,063 mm (nach ELOT EN 933-2) > 35 % beträgt, und körnige als solche, deren Gewichtsanteil durch das 0,063 mm Sieb (nach ELOT EN 933-2) ≤ 35 % beträgt.

3.8 Erdbodenmaterialien

Erdbodenmaterialien sind definiert als die ausgegrabenen Produkte der Arbeits- oder Aushubfläche, die nach ihren Merkmalen in 5 Kategorien eingeteilt sind: E0, E1, E2, E3 und E4 (siehe Tabelle 2) hinsichtlich ihrer Eignung für den Bau von Böschungen (ELOT TS 1501-02-07-01-00).

Tabelle 2 – Kategorien von Erdbodenmaterialien

#	Kategorie des Bodenmaterials	Materialcharakteristik Maximale Korngröße D (Siebe nach ELOT EN 9332)	Atterberg-Grenzen ⁽⁷⁾	Dichte [kg/m ³] ⁽⁶⁾	CBR ⁽¹⁾ und Schwellung	Organischer Gehalt ⁽³⁾	Sulfatgehalt (SO ₄) ⁽⁸⁾	Materialbewertung
1	E4	<ul style="list-style-type: none"> D < 80 mm Durchgang % der maximalen Abmessung 0,063 mm < 25 % 	LL < 30 und PI < 10		CBR > 20 ⁽²⁾ und Schwellung 0 %	0 %		Auswahl II
2	E3	<ul style="list-style-type: none"> D < 80 mm Durchgang % der maximalen Abmessung 0,063 mm < 25 % 	LL < 30 und PI < 10		CBR > 10 und Schwellung 0 %	0 %		Auswahl I
3	E2	<ul style="list-style-type: none"> D < 100 mm Durchgang % der maximalen Abmessung 0,063 mm < 35 % 	LL < 40	> 1 940	CBR > 5 ^{(2),(5)} und Schwellung < 2 %	< 1 %		Geeignet
4	E1	<ul style="list-style-type: none"> D < 150 mm Körnergehalt 150 > D > 100 mm bis 25 % 	LL < 40 oder LL < 65 PI < (0,6x LL-9)	> 1 600	CBR > 3 ⁽²⁾ und Schwellung < 3 %	< 3 %	< 1 %	Zulässig
5	E0	Bodenmaterial, das nicht unter die vorherigen Kategorien fällt, das als ungeeignet für die Herstellung von Böschungen angesehen wird, es sei denn, eine Studie zur Verbesserung seiner Eignung wird durchgeführt						

Dabei gilt Folgendes:

LL: Fließgrenze

PI: Plastizitätsindex

(1) CBR = California bearing ratio

(2) Während des CBR-Ermittlungstests nach ELOT EN 13286-47

(3) Nach ELOT EN 13039

(4) Die oberste Schicht hat einen CBR-Wert von ≥ 12

(5) Die oberste Schicht hat einen CBR-Wert von ≥ 6

(6) Nach ELOT EN 13286-2, modifizierter Proctor-Test

(7) Nach ELOT EN 17892-12

(8) Nach ELOT EN 1744-1

4 Anforderungen

Die erforderlichen Eigenschaften von Bodenverbesserungs-/Stabilisierungsmaterialien sind wie folgt:

4.1 Zement

Das Zementzusatzverhältnis wird nach Durchführung von Laboruntersuchungen an Bodenproben gemäß der Methodik und Verfahren bestimmt, die analysiert werden in den Normen ELOT EN 16907-2: „Erdarbeiten – Teil 2: Materialklassifizierung“ und ELOT EN 16907-4: „Erdarbeiten – Teil 4: Bodenbehandlung mit Kalk- und/oder hydraulischen Bindemitteln“

Der verwendete Zement muss den Anforderungen der harmonisierten Norm ELOT EN 197-1 entsprechen; in diesem Fall muss er:

- a) eine CE-Kennzeichnung tragen; und
- b) über eine Leistungserklärung gemäß der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 574/2014 sowie ein Sicherheitsdatenblatt gemäß den Bestimmungen der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 verfügen.

Darüber hinaus wird Zement von einer der EU notifizierten Stelle ausgestellt und auf Antrag der zuständigen Behörde vorgelegten Bescheinigung begleitet.

4.2 Kalk

Er wird industriell in Papiersäcken oder Silos gemäß der harmonisierten Norm ELOT EN 459-1 hergestellt und geliefert; in diesem Fall muss er:

- a) eine CE-Kennzeichnung tragen; und
- b) über eine Leistungserklärung gemäß der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 574/2014 sowie ein Sicherheitsdatenblatt gemäß den Bestimmungen der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 verfügen.

Darüber hinaus muss Kalk eine Bescheinigung über die Übereinstimmung der werkseigenen Produktionskontrolle beiliegen, die von einer der EU notifizierten Stelle ausgestellt und auf Antrag der zuständigen Behörde vorgelegt wird.

4.3 Kalkhaltige Flugasche

In Griechenland stammt sie von den Thermalkraftwerken Megalopolis und Ptolemaida und ist kalkhaltig. Da die Produktion dieser Kraftwerke nicht stabil ist und es bisher keine griechische oder europäische Norm für diese Materialien gibt, mit Ausnahme der Nationalen Technischen Spezifikation „Griechische Flugasche“, die mit dem Beschluss Nr. ΔΙΠΑΔ/οικ. 281/200 (Regierungsanzeiger 551/B/18-4-2007) bewilligt wurde, ist es notwendig, eine ausreichende Menge Asche aus derselben Produktionsanlage mit stabilen Eigenschaften während der Vorbereitung des Baus zu gewährleisten. Flugasche muss nicht unbedingt verarbeitet werden; im Gegenteil muss das Ziel in einem möglichst hohen Gehalt an CaO bestehen, das ihr aktivster Wirkstoff für die Stabilisierung von Lehmbodenmaterialien ist.

4.4 Wasser

Das Wasser muss den Anforderungen von ELOT EN 1008 entsprechen.

4.5 Boden

Bodenmaterialien, die zur Stabilisierung geeignet sind, sind meist feine Lehmböden mit relativ hoher Plastizität oder Quellbarkeit und mit einer geringen Tragfähigkeit.

Die Existenz von Steinen größer als 8 cm schafft Schwierigkeiten beim Mischen und Formen der Oberfläche und verursacht Schäden an Mischmaschinen. Steine mit einem Durchmesser von mehr als 8 cm sind zu entfernen.

Es wird darauf hingewiesen, dass, wenn das Material, das durch das 0,4 mm Sieb geht, eine Fließgrenze von mehr als 40 % hat und der Plastizitätsindex über 10 liegt (gemäß ELOT EN 17892-12), das Mischen mit stabilisierenden Materialien und das Brechen der Kugeln besondere Schwierigkeiten darstellt.

Dies sollte bei Stabilisierung mit Kalk oder kalkhaltiger Flugasche berücksichtigt werden, denn neben dem Einsatz leistungsfähigerer Mischmaschinen kann es notwendig sein, die Stabilisierung in zwei Stufen anzuwenden (Erstmischen und nach mindestens 3 Tagen abschließendes Mischen und Verdichten). Es sei darauf hingewiesen, dass es in diesen Fällen nicht möglich ist, nur mit Zement zu stabilisieren und eine Kombination aus Kalk oder kalkhaltiger Flugasche und Zement erforderlich ist.

4.6 Anforderungen an die stabilisierte Schicht

Die stabilisierte Schicht muss folgende Anforderungen erfüllen:

- a. Die Gesamtdicke darf nicht um mehr als 15 mm von der herkömmlichen Dicke abweichen. Die Dickenkontrollen sind gleichzeitig mit der Verdichtungsprüfung durchzuführen. Bei Kernverfahren werden Schichtdickenprüfungen durch Bohrlöcher durchgeführt.

Zunächst sollten Dickenkontrollen pro 100 m Verbesserungstreifen an zufälligen Positionen durchgeführt werden. Solange die Dicke dieser Anforderung entspricht, können alle 300 m Kontrollen durchgeführt werden. Wird im Gegenteil festgestellt, dass die Grenzwerte nicht eingehalten werden, müssen die Kontrollen häufiger erfolgen, um die Fläche mit geringerer Dicke genauer zu erkennen.

Wenn die Dicke geringer ist als die herkömmliche Dicke und bis zu 25 mm, kann die Schicht akzeptiert werden, aber wenn die Dickenabweichung größer ist, ist der Auftragnehmer verpflichtet, die Schicht abzubauen und mit dem gleichen Material und den gleichen Stabilisatoren in der richtigen Dicke zu rekonstruieren.

Die Öffnung der Löcher (für Dickenkontrolle und Verdichtungskontrolle) und das Nachfüllen der Löcher mit geeignet verdichteten Materialien sind vom Auftragnehmer und unter der Aufsicht der zuständigen Behörde durchzuführen.

- b. Die Dichte der stabilisierten Schicht muss 100 % der maximalen Dichte betragen, die durch den Standard-Proctor-Verdichtungstest gemäß ELOT EN 13286-2 (Verdichtungsenergie 0,6 MJ/m³) bestimmt wird.

Die Prüfung ist vor Ablauf von 12 Stunden nach Abschluss der Verdichtungsarbeiten an mindestens 5 Proben pro Prüfabschnitt durchzuführen, d. h. 5 Messungen pro 1 000 m² (durch ein Sandkegelverfahren nach ASTM D1556) oder 5 Messungen pro 500 m² (durch ein Kernverfahren nach ASTM D6938).

Der Durchschnitt der 5 Dichtebestimmungen darf nicht weniger als 100 % betragen und kein Einzelwert darf weniger als 96 % des oben genannten Laborhöchstwertes betragen.

Die Anwendung des Kernverfahrens ist erst nach einer vergleichenden Untersuchung mit dem Sandkegelverfahren (Referenzverfahren) in mindestens 10 Punkten zulässig.

- c. Bei Stabilisierungen mit Kalk oder kalkhaltiger Flugasche muss der durchschnittliche X_6 von sechs CBR-Tests Gleichung (1) erfüllen und die einzelnen Werte der sechs Prüfungen müssen Gleichung (2) erfüllen. Die CBR-Prüfung ist gemäß ELOT EN 13286-47 an Prüfkörpern durchzuführen, die aus dem vor Ort hergestellten Gemisch aus Bodenmaterial, Stabilisator und Wasser vor Beginn der Verdichtung hergestellt werden, und es ist notwendig, dass sie im Labor gemäß dem Standard-Proctor-Verdichtungstest verdichtet werden (Verdichtungsenergie 0,6 MJ/m³).

$$\bar{X}_6 \geq CBR_{\pi\rho\delta} + 1.10S \quad (1)$$

$$X_i \geq CBR_{\pi\rho\delta} - 1 \% \quad (2)$$

- d. Bei Stabilisierung mit Zement oder einer Kombination aus Zement und Kalk oder kalkhaltiger Flugasche ist der Durchschnitt der Druckfestigkeiten von 6 zylindrischen Prüfkörpern erforderlich, um die Gleichung (3) zu erfüllen, und die einzelnen Werte der Festigkeiten der sechs Prüfungen müssen Gleichung (4) erfüllen. Die Proben müssen vor Beginn der Verdichtung aus dem vor Ort hergestellten Gemisch aus Bodenstabilisator und Wassermaterial hergestellt und gemäß dem Standard-Proctor-Verdichtungstest (Verdichtungsenergie 0,6 MJ/m³) im Labor verdichtet werden.

$$\bar{X}_6 \geq 3 + 1.10S \quad (3)$$

$$X_i \geq 2.5 \text{ MP}\alpha \quad (4)$$

4.7 Anforderungen an die Zusammensetzungsstudie

Vor jeder Anwendung ist eine Zusammensetzungsstudie der Mischung erforderlich. Der Prozentsatz des Stabilisators/der Stabilisatoren (Kalk- und/oder Zement-kalkhaltige Flugasche und/oder Zement) und der Feuchtigkeitsgehalt des Gemischs während der Verdichtung werden anhand der Zusammensetzungsstudie anhand der Art des Bodenmaterials sowie der Art und des beabsichtigten Verbesserungsgrads der mechanischen Eigenschaften bestimmt.

Der Kalkgehalt beträgt mindestens 2 % Zement oder kalkhaltige Flugasche von 3 Gew.-% Trockenmaterial. Folgendes ist zu beachten:

- i. Die Verwendung von Zement (als Bodenstabilisator) ist in der Regel wirtschaftlich und technisch für schluffig-sandige oder schluffig-sandig-kiesige Materialien mit relativ geringen Tonanteilen und mäßiger Plastizität geeignet.
- ii. Die Verwendung von (nur) Kalk oder kalkhaltiger Flugasche führt in der Regel zu signifikanten Verbesserungen der Atterberg-Grenzen bei einer Vielzahl von Bodenmaterialien und moderater Verbesserung ihrer Festigkeit und CBR-Werte. Die Verwendung relativ hoher Kalkanteile erhöht nicht proportional die CBR-Werte und die Festigkeit.

Wenn die Straßenbelagsstudie zeigt, dass bei höheren CBR-Werten (oder Stärken) als bei Verwendung des in der Laborstudie angegebenen Kalkprozentsatzes der erforderliche Pflaster wirtschaftlicher vorteilhafter ist, dann sollte geprüft werden, ob die gewünschte weitere Erhöhung mit Zement als zweiten Stabilisator (eine Kombination von zwei Stabilisatoren) erreicht werden kann.

Sofern in den technischen Spezifikationen aufgrund der besonderen Anforderungen an die Arbeiten und der Eigenschaften des Bodenmaterials keine abweichenden oder zusätzlichen Anforderungen festgelegt sind, muss die Mischung aus Boden und Stabilisatoren, die in 100 % des Standard-Proctor-Verdichtungstests (gemäß ELOT EN 13286-2) konzentriert sind, die Mindestwerte der Merkmale in Tabelle 3 aufweisen.

Tabelle 3 – Mindestwerte der Eigenschaften für die Bodenmaterialstabilisierung

Art der Stabilisierung	Test	Alter	Testproben
Mit Kalk	CBR > 5 % Schwellung < 2 %	4	CBR
Mit kalkhaltiger Flugasche	CBR > 5 % Schwellung < 2 %	4	CBR
Mit Zement oder einer Kombination aus Zement und Kalk oder kalkhaltiger Flugasche	Druckfestigkeit > 3 MPa	7	Zylindrisch H/d=2

Als Mindestwert gilt der charakteristische Wert mit einer Quote von 10 %, d. h. der Wert, für den wahrscheinlich nur ein 10 % niedrigerer Wert zu finden ist.

Die Laborstabilitätsstudie bestimmt den Volumenprozentsatz des Stabilisators oder die Volumenprozentsätze der Kombination von Stabilisatoren, auf deren Grundlage die Mindestwerte in Tabelle 1 erreicht werden.

Bei einer Stabilisierung nur mit Kalk oder nur mit kalkhaltiger Flugasche können CBR-Werte von mehr als 5 % mit ökonomisch und technisch angemessenen Anteilen an Stabilisatoren erreicht werden. In diesen Fällen wird der erforderliche charakteristische CBR-Wert, der als spezifizierter Wert bezeichnet wird, in der Zusammensetzungsstudie festgelegt, um für die Qualitätskontrolle der Arbeit verwendet zu werden.

4.8 Anforderungen an den Bau eines Prüfabschnitts

Mindestens zehn Tage vor Beginn der Arbeiten muss der Auftragnehmer einen Abschnitt von 450 m² oder 70 m³ (je nachdem, welcher Wert größer ist) mit dem zu verwendenden Bodenmaterial, den Stabilisatoren in

den in der Zusammensetzungsstudie vorgesehenen Proportionen, der anzuwendenden maximalen Schichtdicke, der mechanischen Ausrüstung und dem Personal, das für den Bau der Hauptverbesserungsarbeiten benötigt wird, bauen.

Im Prüfabschnitt sind alle in dieser Technischen Spezifikation vorgesehenen Prüfungen durchzuführen, um zu überprüfen, ob der Auftragnehmer mit der ihm zur Verfügung stehenden mechanischen Ausrüstung die Schicht mit dem Zerfallsgrad, dem Verdichtungsgrad, den Anforderungen an die CBR-Werte und/oder der Druckfestigkeit, den Anforderungen an die Homogenität des Gemischs, der Glätte, der Wartung und im Allgemeinen allen Anforderungen dieser technischen Spezifikation und den übrigen Bedingungen der Studie konstruieren kann.

Bei der Anwendung von Verfahren zur Kontrolle der Kerndichte vor Ort (ASTM D6938 Normen) ist es notwendig, das Gerät im Prüfabschnitt zu kalibrieren.

Die Hauptarbeiten dürfen nur auf schriftliche Anordnung der zuständigen Behörde aufgenommen werden, die erst nach Abschluss der Prüfungen im Prüfabschnitt erteilt werden muss.

Sind die Kontrollen zufrieden stellend, kann der Prüfabschnitt in die Hauptarbeiten des Auftragnehmers aufgenommen werden.

Die Prüfung von Bodenmaterialien ist nach folgenden Methoden durchzuführen (Tabelle 4):

Tabelle 4: Typ und entsprechende Qualitätskontrollmethode

TESTTYP	MODELLMETHODE
Probenahme von Material	ELOT EN 932-1 Norm
Benennung und Klassifizierung von Böden	ELOT EN ISO 14688-1 Norm
Vorbereitung von Bodenproben	EN ISO 22475-1 und ELOT EN 13286-51 Normen
Bestimmung der Korngrößenverteilung.	EN 933-1, ELOT EN 933-8, ELOT EN ISO 17892-4 Normen
Fließgrenze	ELOT EN 17892-12 Norm
Plastizitätsgrenze	ELOT EN 17892-12 Norm
Plastizitätsindex	ELOT EN 17892-12 Norm
Klassifizierung von Böden	ELOT EN ISO 14688-2 Norm
Feuchtigkeits-Dichte-Verhältnis	ELOT EN 13286-2 und ELOT EN 13286-4 Normen
Verdichtungskontrolle	ASTM D1556 und/oder ASTM D6938
Druckprüfung	ELOT EN 13286-41 Norm
CBR-Prüfung	ELOT EN 13286-47 Norm
Plattendruckversuch	DIN 18134 Norm

5 Methodik für die Ausführung von Arbeiten

5.1 Nutzung von permanenten Mischanlagen

Wenn die Mischung aus Bodenstabilisator und Wassermaterial in dauerhaften Anlagen hergestellt wird, ist folgendes Verfahren zu befolgen:

- 1) Einheitliches Mischen der Mengen an Bodenmaterial, Stabilisator und Wasser, vorgegeben durch die Studie.
- 2) Schneller Transport und Entladen an den dafür vorgesehenen Stellen, um Feuchtigkeitsverlust zu vermeiden.

- 3) Gleichmäßige Verteilung des Materials der zu stabilisierenden Schicht auf der zuvor vorbereiteten Grundfläche gemäß Absatz 5.2.1.

Wo Zement verwendet wird:

- a. Der Zeitraum zwischen der Zugabe von Wasser zur Mischung und dem Beginn der Verdichtung darf 60 Minuten nicht überschreiten.
- b. Die zeitliche Begrenzung von zwei (2) Stunden für die abzuschließende Verdichtung ist einzuhalten.

5.2 Klimatische Beschränkungen

Stabilisierungsarbeiten sind unter normalen Umgebungstemperaturen durchzuführen, sofern keine Möglichkeit von Frost oder Regen besteht. Die Lufttemperatur während der Stabilisierung bis zu 24 Stunden nach der Stabilisierung darf nicht weniger als 5 °C und nicht mehr als 35 °C betragen. Die stabilisierte Schicht ist fünf Tage lang nach ihrer Ausbreitung vor Frost zu schützen. Das Ausbringen der Mischung darf nicht auf einer eisigen tragenden Fläche erfolgen. Die Ausbreitung des Stabilisators darf nicht erfolgen, wenn starke Winde vorherrschen (mehrere Mengen an Stabilisator werden weggetragen).

In der zementstabilisierten Bodenschicht ist der Fahrzeugverkehr 7 Tage lang verboten. Leichter Baustellenverkehr kann erlaubt sein, solange kein Schaden verursacht wird.

5.3 Aufbau von Verbesserungsschichten

Der Aufbau der Schicht muss folgende Arbeiten umfassen:

5.3.1 Bodenvorbereitung

Die Säuberungs- und Rodungsarbeiten sind auf dem zu stabilisierenden Straßenteil bis einschließlich des Abbaus von Pflanzen und anderen ungeeigneten Materialien gemäß der Definition in ELOT TS 1501-02-01-01-00 durchzuführen.

Wenn die Materialien vor Ort nicht allein von den Mischmaschinen vollständig gerührt werden können, ist es notwendig, geeignete Mischer zu verwenden, um die richtige Mischung der Materialien in der von der Studie angegebenen Tiefe zu erreichen. Das Vornässen des Bodens erleichtert in der Regel diese Arbeit.

In kohäsiven Böden werden Bodenpellets durch einzelne oder mehrere Durchgänge geeigneter Maschinen (Grader mit Klingen, Planiermaschinen mit Klingen) oder durch einfache landwirtschaftliche Maschinen (Traktoren, Fräser) zerkleinert:

- solange sie das geforderte Ergebnis erzielen,
- bis ihre Größe nicht weiter reduziert werden kann.

Sieht die einschlägige Studie die Verwendung einer Kombination aus Kalk und Zement oder kalkhaltiger Flugasche und Zement vor, so wird der Kalk oder die kalkhaltige Flugasche gegebenenfalls während der Bodenvorbereitung vor dem Zerkleinern eingearbeitet, um die Zerbrechlichkeit der Kugeln zu erhöhen und den Zerfallsgrad zu verbessern, so dass der Zement in zerkleinertes Bodenmaterial gemischt wird und den erforderlichen Grad an Einheitlichkeit erreicht.

Es ist nicht akzeptabel, Zement hinzuzufügen, es sei denn, es wird ein Zerfallsgrad von mindestens 60 % erreicht. Der Feuchtigkeitsgehalt darf nicht weniger als 3 % des optimalen Feuchtigkeitsgehalts betragen.

Während des Mischens muss Wasser gleichmäßig zugesetzt werden, indem damit gemäß Absatz 5.3.4 besprengt wird, um optimale Feuchtigkeit zu erhalten und etwaige Verdampfungsverluste auszugleichen.

Vor Beginn der Verdichtung muss das Gemisch mit einer optimalen Feuchtigkeit und einem Zerfallsgrad von 80 % oder mehr homogen sein.

Ist nach 4 Durchgängen der stabilisierenden Maschine ein Zerfallsgrad von mindestens 60 % nicht erreicht worden, so ist der Betrieb zu stoppen und die Schicht von einer glatten Walze oder einer Gummwalze zu walzen, und sie muss – falls erforderlich – 72 Stunden lang mit 1 oder 2 Sprinklern pro Tag nass gehalten werden.

Am Ende des 72-Stunden-Zeitraums muss das Material – falls erforderlich – gleichmäßig mit Wasser gerührt und gleichmäßig beregnet werden, damit der Feuchtigkeitsgehalt der Mischung das Optimum erreicht.

Anschließend sind neue Zerfallsprüfungen durchzuführen (3 Kontrollen je 200 m³ des verbesserten Materials) und, wenn der Zerfallsgrad zu mindestens 60 % führt und eine homogene Mischung erreicht wurde, die Schicht (bei der Reinigung nur mit Kalk oder kalkhaltiger Flugasche) oder die vorgeschriebene Menge Zement (bei einer Kombination aus Zement und Kalk oder Zement und kalkhaltiger Flugasche) zu verdichten.

Erreicht das oben genannte Verfahren nicht den erforderlichen Zerfall, ist der Auftragnehmer verpflichtet, Zerkleinerungs- und Mischmaschinen mit höherer Kapazität einzusetzen.

Wenn im Prüfabschnitt nachgewiesen wird, dass die eingesetzte Maschine ohne das Intervall des 72-Stunden-Zeitraums den erforderlichen Zerfall erreichen kann und auch Zement verwendet werden soll, kann der Zement unmittelbar nach dem Mischen des Kalks oder der kalkhaltigen Flugasche verteilt werden.

Wird festgestellt, dass die verwendete Maschine dazu neigt, das Material entweder quer oder in der Länge zu verdrängen, wodurch die Mischung getrennt wird, so müssen mindestens zwei Durchgänge in entgegengesetzte Richtungen vorgenommen werden, um das Material wieder in seine ursprüngliche, normale Position zu bringen.

In sandigen und schweren Böden wird empfohlen, die Möglichkeit des ersten Mischens ohne Zement in Betracht zu ziehen, um eine gleichmäßig abgestufte Bodenmischung zu erreichen. Auf diese Weise kann auch festgestellt werden, ob eine Anreicherung mit anderen Materialien erforderlich ist.

Wenn die Bodenfeuchte die erforderlichen Grenzwerte überschreitet (optimale Feuchtigkeit), ist es notwendig, die Vorbereitung zu stoppen oder den Wassergehalt durch Lüftung, Rühren, Mischen usw. zu reduzieren. In trockenen, zusammenhängenden oder sandigen Böden mit Tonlinsen müssen sie am Tag vor der Behandlung eingeweicht werden, damit die vorhandenen bindigen Erdklumpen ausreichend mit Feuchtigkeit versorgt werden können.

Bei der Bildung der zu stabilisierenden Schicht, solange Materialien aus dem Straßenkörper verwendet werden, muss die Oberseite der Straße so hoch sein, dass nach der Verdichtung die in der Studie angegebene Kurve der Straße erreicht wird.

Wird die Stabilisierung mittels anderer Materialien durchgeführt, so muss die Schichtdicke derart sein, dass nach der Verdichtung der vorgesehene Tränkgrad durch den Verdichtungsfaktor erreicht wird und somit die Verarbeitung eines Substrats mit einer höheren Dicke als erforderlich verhindert wird.

Das Substrat der zu stabilisierenden Schicht ist gemäß ELOT TS 1501-02-07-01-00 zu verdichten und gemäß der Definition in der Studie (Ebenen, Gradienten) zu bilden. Zu diesem Zweck muss das zu stabilisierende Bodenmaterial – in einigen Fällen unter Verwendung von Material aus dem Straßenkörper – mit einem Grader in Richtung der Straßenränder entfernt werden.

Die Verdichtung des Substrats kann bei Stabilisierung bestehender Straßen nach Genehmigung durch die zuständige Behörde entfallen.

5.3.2 Zusatz von Kalk oder Zement

Im gemischten und zerkleinerten Boden (vorbestehender oder aus Aushubbereichen) werden Kalk oder kalkhaltige Flugasche oder Zement gleichmäßig in den in der Zusammensetzungsstudie festgelegten Mengen verteilt (disperiert).

Die Verteilung erfolgt mit einem mechanischen Verteiler (Spritzmaschine), der der Mischmaschine vorausgeht. Die Verteilungsgenauigkeit beträgt $\pm 0,3$ Gew.-% in Bezug auf die in der Studie festgelegte Menge. Das Material darf nicht aus einer Höhe von mehr als 200 mm verteilt werden, und die Maschine muss einen angemessenen Schutz des eingespritzten Materials gegen Wind haben.

Es wird empfohlen, die Ausbreitung zu stoppen, wenn die Windgeschwindigkeit 10 m/s oder sogar 5 m/s überschreitet, wenn die Ausbreitung in der Nähe von Wohngebieten oder umweltsensiblen Gebieten erfolgt. Bei der Ausbringung von Zement und insbesondere Kalk sind geeignete Maßnahmen zu treffen, um die Sicherheit der Arbeitnehmer gemäß den Bestimmungen des Arbeitsschutzplans (ASP) zu gewährleisten.

Es ist möglich, die Mischmaschine über einen speziellen Tanker mit einer Wasserstabilisatoraufhängung zuzuführen, so dass die Verteilung parallel zum Mischen erfolgt. Die Spender, Sprühgeräte und Pumpen der Maschine müssen regelmäßig geprüft und in einem ausgezeichneten Betriebszustand gehalten werden.

Die Genauigkeit der Messwerte des Gerätes ist auch anhand der täglichen Wasserverbrauchs- und Stabilisatordaten in Bezug auf das Volumen oder die Oberfläche des stabilisierten Teils zu überprüfen. Die Verteilungsgenauigkeit muss $\pm 0,3$ Gew.-% der in der Studie definierten Menge an Stabilisatoren betragen.

Die manuelle Verteilung aus Säcken kann von der zuständigen Behörde nur in bestimmten Fällen von Kleinarbeiten genehmigt werden. In diesem Fall werden die Säcke je nach Kapazität und definierten Mischmengen in der Interventionszone gleichmäßig verteilt.

5.3.3 Mischen

Abhängig von der eingesetzten Maschine und der Beschaffenheit des Bodens sind ein oder mehrere Durchgänge erforderlich, um eine homogene Vermischung zu gewährleisten. Werden spezielle Mehrfachpassiermaschinen oder landwirtschaftliche Maschinen eingesetzt, so müssen sie vor dem Hinzufügen von Wasser mindestens einen Durchgang durchführen.

Bei wiederholter Trockenmischung ist es möglich, den Zement im unteren Teil der Schicht zu konzentrieren, insbesondere auf sandigen Böden. Dies kann durch Zugabe eines Teils der definierten Wassermenge vermieden werden, bevor der Zement verteilt wird.

5.3.4 Zugabe von Wasser

Nach der Verteilung und dem Mischen des Zementes wird die erwartete Wassermenge hinzugefügt. Die Mischung aus bodenhydraulischen Mörteln zu Beginn der Verdichtung muss den optimalen Feuchtigkeitsgehalt haben, wie er im Labor bestimmt wurde. Zu diesem Zweck ist der natürliche Feuchtigkeitsgehalt des Bodenmaterials zu bestimmen und die Wassermenge, die dem Gemisch zugesetzt werden muss, entsprechend anzupassen, um die optimale Feuchtigkeit zu erreichen.

Die erforderliche Wassermenge muss gleichmäßig zugesetzt werden, entweder durch das spezielle System zur Versorgung der Einwegmaschine oder durch Tankfahrzeuge mit einstellbaren Sprinklern und Wasserzählern.

Die Sprinkler müssen sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegen und, wenn dies zum Anhalten oder Manövrieren erforderlich ist, muss die Wasserversorgung unterbrochen werden. Außerdem sind Feuchtigkeitsverluste durch Verdunstung oder Absorption aus dem Untergrund zu berücksichtigen.

Bei Mehrfachübergangsmaschinen sind die vorgesehenen aufeinanderfolgenden Durchgänge in möglichst kurzen Abständen und in Abständen von höchstens 30 mm durchzuführen.

Vom Beginn der Beregnung eines verbesserten Abschnitts bis zu dessen Fertigstellung (mit optimaler Feuchtigkeit) sollten nicht mehr als 3 Stunden verstreichen.

5.3.5 Oberflächenformung

Die Oberfläche der Schicht muss vor oder gleichzeitig mit der Verdichtung entweder durch Grader oder durch die Stabilisierungsmaschine selbst (falls mit dem entsprechenden Zubehör ausgestattet) geformt werden.

5.3.6 Verdichtung

Die Verdichtung erfolgt durch Getriebe- oder Gummireifwalzen in Kombination mit Straßenwalzen mit glatten Trommeln mit einem Mindestgewicht von 5-6 Tonnen.

Getriebewalzen „kneten“ den Boden, wirken in der Tiefe und verursachen Eindringen in Form des FräSENS der stabilisierten Bodenschichten in den darunter liegenden Boden. Darüber hinaus verdichten Straßenwalzen dieser Art den darunter liegenden Boden zusätzlich und verbessern so die Gesamttragfähigkeit.

Gummireifwalzen verdichten den oberen Teil der Schicht mit einer Dicke von 5-8 cm. Die Verdichtungsarbeiten hängen von Reifendruck und Ballast (statische Belastung) ab. Mit geeigneten Anordnungen ist es möglich, auch in Schichten mit größerer Dicke den erforderlichen Verdichtungsgrad zu gewährleisten.

Auf gut abgestuften Böden reicht es aus, glatte Walzen zu verwenden. Vibrationsgeräte können auch auf nicht kohäsiven Böden verwendet werden.

Die Verdichtung der Schicht sollte fortgesetzt werden, bis eine Dichte von mindestens 100 % der maximalen Dichte erreicht ist, die nach der ELOT EN 13286-2-Methode (Proctordichte, $0,6 \text{ MJ/m}^3$) gemäß der Laborstudie erhalten wird. Die Verdichtung jedes Abschnitts muss innerhalb von zwei Stunden nach dem Ende des Mischens und der Beregnung abgeschlossen sein.

Die Dicke des Boden-Zement-Gemischs vor der Verdichtung muss so sein, dass nach der Verdichtung die in der Studie festgelegte Dicke erreicht wird.

Im Falle der Ausbreitung von Straßenschichten, bei denen nach dem Ende der Verdichtung ein starker Verkehr (Autobahnen) vorgesehen ist, und innerhalb der Frist für die Fertigstellung der Verdichtung (Absatz 5.3.8) sind Aggregate der Klasse 14/20 mm über die Oberfläche der stabilisierten Schicht in einer Menge von $5-7 \text{ kg/m}^2$ zu verteilen und leicht zu verdichten, so dass die Körner bis zur Hälfte ihres Durchmessers in das stabilisierte Material eindringen und 60-90 % der Oberfläche abdecken. Diese Arbeit wird als notwendig erachtet, um die erforderliche Zusammenarbeit der stabilisierten Schicht mit der Oberschicht zu gewährleisten.

5.3.7 Oberflächenbehandlung

Ist am Ende der durchgeführten Verdichtung die Ebenheit der Oberfläche nicht erforderlich, so sind unverzüglich Korrekturmaßnahmen zu ergreifen. Die Restaurierung erfolgt immer durch Abschaben eines Teils der Oberfläche mit einem Grader und niemals durch Zugabe eines neuen Materials, da es nicht möglich ist, die beiden Materialien zu verbinden. Es wird daher empfohlen, die Anfangsdicke der Schicht zu erhöhen, so dass die endgültige Oberfläche nach dem Abkratzen den Anforderungen an die Glätte entspricht und die Dicke der Schicht nicht geringer ist als die vorgeschriebene.

5.3.8 Zeitrahmen der Arbeiten

Stabilisierungsarbeiten werden empfohlen, um schnell und auf einer verlängerten Oberfläche mit speziellen Geräten durchgeführt zu werden, so dass der Feuchtigkeitsgehalt der Mischung nicht durch Verdunstung verändert wird. Wird Kalk oder kalkhaltige Flugasche verwendet, so dürfen keine besonderen Beschränkungen für den Zeitrahmen der Arbeiten bestehen, außer den oben genannten, und die Anforderung, dass das Gemisch nicht länger als 6 Stunden unverdichtet sein sollte, um die Wirkung von CO_2 auf Ca(OH)_2 der Mischung zu begrenzen.

Umgekehrt werden bei der Verwendung von Zement als Stabilisator die Anforderungen an die Abfolge der Arbeiten durch die Zementerstarrung bestimmt und sind wie folgt:

- (1) Zwischen dem Beginn der Benetzung eines im Bau befindlichen Abschnitts und seiner Fertigstellung (d. h. der Erreichung eines optimalen Feuchtigkeitsgehalts) sollten höchstens 3 Stunden vergehen.
- (2) Die flüssige Boden-Zement-Mischung darf nicht länger als 30 Minuten ohne Mischen verbleiben.

- (3) Die Verdichtung jedes Abschnitts muss innerhalb von 2 Stunden nach dem Ende des Mischens und der Beregnung abgeschlossen sein.
- (4) Die Längsnähte der stabilisierten Schichten sind zu erzeugen, solange die Schichten frisch sind, so dass die beiden Schichten miteinander verbunden werden.
- (5) Die Gesamtdauer der Arbeiten vom Hinzufügen des Zementes bis zum Ende der Verdichtung darf 6 Stunden nicht überschreiten.
- (6) Der vorgesehene Wassergehalt ist während der Bauverzögerung mit besonderer Sorgfalt zu überwachen.

Bei einer Kombination von Stabilisatoren (Kalkzement oder Kalk-kalkhaltige Flugasche) wird das Mischen von Kalk oder kalkhaltiger Flugasche durch das Mischen des Zementes vorangestellt, so dass die Mischung des Bodenmaterials mit dem ersten Stabilisator ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ oder kalkhaltige Flugasche) helfen kann, beim Mischen mit Zement einen Zerfallsgrad von 80 % zu erreichen.

5.3.9 Markierungen für den Bau von Verbesserungsschichten

Für die Konstruktion der Schicht ist im Allgemeinen Folgendes zu beachten:

5.3.9.1 Zugabe und Mischen von Wasser

Beim Mischen mit Kalk und/oder Zement muss Wasser mit gleichmäßiger Dämpfung hinzugefügt werden, damit die Mischung einen gleichmäßigen Feuchtigkeitsgehalt aufweist, der dem optimalen Feuchtigkeitsgehalt für die Verdichtung entspricht oder etwas unter dem Optimum liegt, um den Zerfall des Bodenmaterials und dessen Vermischung mit Stabilisatoren zu erleichtern.

5.3.9.2 Exposition von Kalk oder kalkhaltiger Flugasche gegenüber der Luft

Kalk oder kalkhaltige Flugasche dürfen nicht länger als 6 Stunden der Umgebungsluft ausgesetzt werden.

Aus diesem Grund sollte der Zeitraum zwischen dem Beginn des Mischens und dem Beginn der Verdichtung 6 Stunden nicht überschreiten.

5.3.9.3 Angerissene Verbindungen

Es ist nicht notwendig, während der Bodenstabilisierung angerissene Verbindungen zu schaffen.

5.3.9.4 Querkonstruktionsverbindungen

Die Verbindung der jeden Tag gebauten Schicht und der am Vortag gebauten Schicht muss stark und langlebig sein.

Aus diesem Grund ist der Querschnitt des Endes des am Vortag errichteten Abschnitts auf einer Fläche senkrecht zur Achse der Straße zu bilden, die frei von einem losen oder schwachen Teil ist.

Diese Fläche ist zu formen, indem am Ende des zu stabilisierenden Abschnitts täglich eine geeignete seitliche Schalung mit geeigneten Abmessungen angebracht wird, die fest in der vorgegebenen Position mit Eisenpfählen oder anderen geeigneten Mitteln gehalten wird. Es ist davon auszugehen, dass der Bereich dieses Teils der gebauten Schicht durch wasserdichte Kunststoffplatten oder ein anderes geeignetes System vor Feuchtigkeitsverlust geschützt ist.

Nach Abschluss der Bodenvorbereitungsarbeiten im neuen Abschnitt, Zugabe der Stabilisatoren, Mischen und Zugabe von Wasser, wird diese seitliche Schalung zusammen mit ihrer Haltestruktur entfernt und die frische Mischung an die Oberfläche des am Vortag gebauten Abschnitts geschoben und mit Sorgfalt verdichtet, um Schäden durch die Kondensationsmaschinen auf dem vorherigen Abschnitt zu vermeiden.

Es ist auf die Kontinuität der Oberfläche der Schicht ohne Vorsprünge und Hohlräume im Verbindungsbereich zu achten.

Es wird daher empfohlen, dass die vor der Verdichtung gesammelte lose Mischung des Bodenstabilisators etwas größer ist als das, was zur Erreichung der ermittelten Konzentrationsdicke erforderlich ist. Die zusätzliche Dicke kann dann leicht mit einem Estrich abgeschabt werden, gefolgt von der abschließenden Verdichtung mit glatten Walzen (Bügeln).

Die Form der Queranschlagverbindung kann auch durch Schneiden erfolgen, mit einer speziellen Mischmaschine (Schneidemaschine) von ausreichender Länge aus dem am Vortag gebauten Abschnitt, so dass die Oberfläche der Verbindung in einem soliden, voll konzentrierten Abschnitt und mit der vorgeschriebenen Dicke ist. Voraussetzung für diese Lösung ist die Fähigkeit der speziellen Mischmaschine (Schneidemaschine), ein stabilisiertes Teil abzuschneiden, ohne den restlichen stabilisierten Teil zu reißen oder aufzulösen.

5.3.9.5 Längsarbeitsverbindungen

Bei Bodenstabilisierung in Streifen sind die Arbeiten so zu organisieren, dass die Verdichtung jedes Streifens erfolgt, während die angrenzenden Streifen noch frisch sind, um eine vollständige Verklebung der beiden Schichten zu gewährleisten.

Ist dies nicht durchführbar, so ist eine Verbindung unter Verwendung einer geeigneten seitlichen Schalung, wie sie für Querverbindungen definiert ist, zu formen, um eine feste Schnittstelle zu schaffen, die senkrecht zur Oberfläche der Schicht steht, die frei von einem losen oder schwachen Teil ist. Auf dieser geschaffenen Oberfläche muss das Material des neuen Streifens platziert und verdichtet werden.

5.3.9.6 Dichte der verdichteten Schicht

Die Dicke der verdichteten Schicht mit Kalk, kalkhaltiger Flugasche oder Zement oder einer Kombination dieser Stabilisatoren darf 30 cm nicht überschreiten, um den erforderlichen Verdichtungsgrad und die Gleichmäßigkeit der Verdichtung im Sinne der Tiefe zu gewährleisten.

Beträgt die Dicke einer zur Verbesserung bestimmten Bodenschicht mehr als 30 cm, so ist die Verbesserung in Schichten von 15 bis 30 cm vorzunehmen.

5.3.9.7 Breite Verbesserungsdicken

Ist es erforderlich, eine Bodenschicht mit breiter Dicke entsprechend den Dickenbegrenzungen des vorstehenden Absatzes zu verbessern, so ist der Aushub in einer Dicke durchzuführen, die zur Verbesserung eine Schicht von höchstens 30 cm auf dem Boden zurücklässt. Das auszugrabende Material muss an einem oder beiden Enden des verbesserten Streifens abgelagert werden, und nach dem Rühren des Materials dieser Schicht ist der Stabilisator zu verteilen und zu vermischen.

Wenn die Studie eine Kombination von Stabilisatoren vorsieht, wird der Zement in diesem Stadium verteilt, solange ein Zerfallsgrad von 80 % erreicht wurde. Andernfalls sind das Verfahren nach Absatz 5.3.1 und dann die Bildung und Verdichtung der Schicht zu befolgen.

Die Schicht muss nass sein, indem sie häufig mit dem Bodenmaterial benetzt oder überzogen wird, das dazu bestimmt ist, die überliegende Schicht mit einer Dicke von mindestens 10 cm zu bilden. Vor der Beschichtung muss diese Oberfläche ausreichend benetzt sein.

Die Schicht ist somit vor Feuchtigkeitsverlust und Verkehr, wie hierin definiert, zu schützen.

Nach Ablauf dieser Periode kann die überliegende Schicht verbessert werden, indem das entfernte überschüssige Material wiederhergestellt und mit dem (den) Stabilisator(en) vermischt wird.

Enthält die stabilisierte Schicht Zement, so können die Stabilisierungsarbeiten der Überlageschicht nach sieben Tagen beginnen, während dieser Zeit muss die Schicht wie oben beschrieben aufrechterhalten werden, und es ist nicht zulässig, dass Lastkraftwagen über sie fahren.

Alternativ kann die Stabilisierung der Überlageschicht sofort beginnen (ohne Wartungsunterbrechung), sofern die Zeitbeschränkungen nach Absatz 5.3.8 für die Konstruktion beider Schichten zusammen

eingehalten werden. Aus diesem Grund müssen die Längen jeder stabilisierten Schicht kurz sein, damit die Überlageschicht innerhalb der vorgeschriebenen Fristen stabilisiert werden kann. Es ist zu beachten, dass, solange die Stabilisatoren Kalk oder kalkhaltige Flugasche ohne Zement sind, es keine Zeitbeschränkungen gibt.

5.4 Instandhaltung der Schicht

Die fertige Schicht ist gegen Feuchtigkeitsverlust zu schützen. Indikativ werden folgende Methoden erwähnt:

- (1) Mit häufiger Benetzung;
- (2) Durch gründliches Benetzen der Schicht und unmittelbar danach, indem sie mit einem Material der überliegenden Schicht von mindestens 10 cm dick und leicht verdichtet wird;
- (3) Durch Abdeckung mit wasserdichten Kunststoffplatten, die in ihren Fugen um mindestens 30 cm beschichtet und sorgfältig getragen werden, um nicht vom Wind angehoben zu werden;
- (4) Durch Ausstreuen mit einer schnell aufgelösten Asphaltemulsion mit einem Rückstand von mindestens 50 % auf Asphalt, der in einer solchen Menge auf die Oberfläche gesprüht wird, dass die Menge an Asphalt 400 g/m^2 der Oberfläche, gefolgt von einer Dispersion von 0/4 mm sortierten Aggregaten in einer Menge von 10 kg/m^2 . Aggregate müssen einen Durchgangsprozentsatz durch das Sieb von 0,063 mm bis zu 15 % aufweisen.

Besonderes Augenmerk wird auf die Aufrechterhaltung des Feuchtigkeitsgehalts der stabilisierten Schicht gelegt, da im Falle einer Trocknung jede Verbesserungsarbeit des Bodenmaterials unterbrochen werden muss.

Die Oberflächentrocknung der Schicht führt zu einer schwerwiegenden Verschlechterung der Eigenschaften des Bodenmaterials an der Oberfläche, so dass eine Zusammenarbeit mit der bevorstehenden Schicht nicht erreicht werden kann, was sich negativ auf das Verhalten des Pflasters auswirkt.

Es ist zu beachten, dass, wenn eine Instandhaltungsmethode mit häufiger Beregnung angewendet wird, es sehr einfach ist, die Oberfläche der Schicht auszutrocknen, insbesondere bei hohen Temperaturen und/oder an windigen Tagen.

6 Annahmekriterien für abgeschlossene Arbeiten

Sofern in der Studie und anderen Vertragsunterlagen nichts anderes angegeben ist, wird empfohlen, folgende Kontrollen durchzuführen:

- (1) Rührdickenprüfung.
- (2) Prüfung der natürlichen Feuchtigkeit des Materials vor der Zugabe von Wasser.
- (3) Zerfallsprüfung vor Beginn der Verdichtung jedes Abschnitts. Es wird empfohlen, für jeden zu verdichtenden eigenständigen Teil der zu verdichtenden Arbeiten mindestens 3 Zerfallskontrollen an zufälligen Gemischproben durchzuführen und mindestens eine Kontrolle pro 100 m^3 des verbesserten Bodenmaterials durchzuführen.
- (4) Für jeden Teil der Arbeiten, bei denen Stabilisierungsarbeiten durchgeführt werden, sind mindestens drei Kontrollen der Menge des hinzuzufügenden Stabilisators und pro 100 m^3 des zu verbessernden Bodenmaterials durchzuführen.
- (5) Wird ein mechanischer Spender verwendet, so ist auf der Oberfläche der zu verbessernden Schicht eine Kunststoffolie oder -plane oder ein geeigneter Oberflächenhalter zu platzieren; in jedem Fall ist die nach dem Durchgang des Spenders abgegebene Stabilisatormenge zu sammeln und zu wiegen.
- (6) Erfolgt die Verteilung durch Sacköffnung, ist die Genauigkeit der Säcke zu überprüfen.

- (7) Prüfung der Mischdicke mit der entsprechenden Regel. Diese Kontrolle muss kontinuierlich erfolgen, damit die Schichtdicke nach der Verdichtung die erforderliche ist.
- (8) Überprüfung der Einhaltung der Fristen nach Absatz 5.3.8.
- (9) Mindestens drei Mischfeuchtigkeitsprüfungen vor Beginn der Verdichtung anhand von drei Stichproben, die aus dem zu verdichtenden Teil entnommen wurden, und mindestens pro 100 m³.
- (10) Aus der verdichtungsfertigen Mischung oder mindestens alle 500 m³ ist es erforderlich, 6 Stichproben zu entnehmen, aus denen 6 Proben mit einer Verdichtung von 100 % des Standardverdichtungstests hergestellt werden müssen.

Diese Prüfmuster sind gemäß den Vorgaben für CBR oder die Druckprüfung aufrechtzuerhalten und zu prüfen.

- (11) Bei der Prüfung der Verdichtung ist auch die Dicke der verdichteten Schicht zu bestimmen. Ein Unterschied von mehr als 2,5 cm von der beabsichtigten Dicke jeder Schicht ist nicht zulässig.
- (12) Überprüfung der Einhaltung der Instandhaltungsanforderungen der Schicht.

Wenn die Konstruktion nicht mit den vorstehenden Bestimmungen übereinstimmt, kann die zuständige Behörde die Struktur unter Bedingungen akzeptieren und die Korrekturmaßnahmen festlegen, die der Auftragnehmer ergreifen muss, ohne dass aus diesem Grund besondere Entschädigungen entstehen.

7 Methode zur Messung der Arbeiten

Die Messung der Arbeiten erfolgt auf der Grundlage von Messzeichnungen und Tabellen unter Berücksichtigung der Daten der Studie, pro Kubikmeter (m³) der vollständigen Struktur.

Die Dicke der Schicht ist durch Nivellieren der Grundfläche und der Endoberfläche der Verbesserungsschicht zu überprüfen.

Die oben genannten gemessenen Arbeitseinheiten umfassen:

- (1) Erstellung einer Zusammensetzungsstudie, Lieferung und Transport aller erforderlichen Materialien vor Ort (Zement, Kalk, Wasser, zusätzliches Bodenmaterial, falls gemäß der Zusammensetzungsstudie erforderlich).
- (2) Bereitstellung und Beschäftigung des Personals, der Ausrüstung und der Mittel, die für die Ausführung der Arbeiten gemäß den Bestimmungen dieser technischen Spezifikation erforderlich sind.
- (3) Lieferung des erforderlichen Verbrauchsmaterials oder Nichtverbrauchsmaterials, ihre Beförderung und ihre vorübergehende Verwahrung in den Arbeiten
- (4) Verschleiß und Verschlechterung der Materialien sowie Abschreibung und Stilllegung von Ausrüstung
- (5) Die Konstruktion von verdichteten Schichten mit einer maximalen Dicke von 0,30 m wie in dieser Spezifikation beschrieben.
- (6) Der Bau eines Testfeldes, wenn es nach erfolgreichem Ergebnis und durchgeführten Kontrolltests in die Endarbeit integriert wird.
- (7) Einsammlung von Abfällen jeglicher Art, die sich aus der Ausführung der Arbeiten und ihrem Transport zur Endbeseitigung ergeben.
- (8) Durchführung der erforderlichen Prüfungen und Kontrollen gemäß dieser Technischen Spezifikation sowie Durchführung von Korrekturmaßnahmen (Arbeit und Materialien), wenn Nichtkonformitäten festgestellt werden.

Anhang A (informativ)

Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltschutzbedingungen

A.1 Allgemeines

Während der Ausführung der Arbeiten sind die geltenden Bestimmungen über Sicherheits- und Gesundheitsmaßnahmen für Arbeitnehmer einzuhalten und die Arbeitnehmer sind gegebenenfalls mit der erforderlichen persönlichen Schutzausrüstung (PSA) auszustatten, die den Bestimmungen der Verordnung (EU) 2016/425 entsprechen muss.

Die Bestimmungen des genehmigten Gesundheits- und Sicherheitsplans (SiGe-Plan)/Gesundheits- und Sicherheitsunterlage (SiGe-Unterlage) für die Arbeiten sind gemäß den Ministerialbeschlüssen ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/889 (ΦΕΚ/16 Β'/14-01-2003) und ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/177 (ΦΕΚ/266 Β'/14-01-2001) ebenfalls strikt zu erfüllen.

A.2 Gesundheits- und Sicherheitsmaßnahmen

Die Einhaltung der Richtlinie 92/57/EWG über die auf zeitlich begrenzte oder ortsveränderliche Baustellen anzuwendenden Mindestvorschriften für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz (in der durch das Präsidialdekret 305/96 in griechisches Recht umgesetzten Fassung) sowie die Einhaltung der griechischen Rechtsvorschriften über Gesundheitsschutz und Sicherheit (Präsidialdekret 17/96 und 159/99 usw.) ist obligatorisch.

Für die Arbeitnehmer auf der Baustelle und für alle Besucher sind alle erforderlichen Gesundheits- und Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, insbesondere wenn Bodenverbesserungsarbeiten in städtischen oder stadtnahen Gebieten durchgeführt werden, sowie alle erforderlichen Maßnahmen, um die Belästigung der von Lärm, Staub usw. betroffenen Nachbarn zu verringern.

Besondere Aufmerksamkeit sollte beim Betrieb des Recyclingmaschinenzugs für Folgendes gelten:

- i. jede Störung von Personen zwischen der Hauptmaschinerie und der gezogenen Sekundärmaschine in Positionen, die vom Fahrer der Hauptmaschine nicht sichtbar sind
- ii. alle Versorgungsnetze in kurzer Tiefe
- iii. Schutz des Personals vor vorbeifahrenden Fahrzeugen in Fällen, in denen Arbeiten parallel zum Verkehr auf Teilen der Straße durchgeführt werden

Die für die Ausführung der Arbeiten erforderlichen mechanischen Ausrüstungen müssen gemäß den Anweisungen der Fertigungsanlagen angemessen gewartet und nur von geschulten Unternehmern/Fahrern betrieben werden, Inhaber von Genehmigungen, die in den geltenden Vorschriften für die Art der Maschine/Fahrzeuge vorgesehen sind.

Bei der Verwendung von Chemikalien ist gegebenenfalls die Einhaltung der Schutzmaßnahmen durch das Personal erforderlich, das die Arbeiten ausführt, wie es im Material Sicherheitsdatenblatt des jeweiligen Materialherstellers angegeben wurde.

Die Arbeitnehmer müssen in jedem Fall mit der erforderlichen persönlichen Schutzausrüstung (PSA) ausgestattet sein, je nach Gegenstand und Ort der auszuführenden Arbeiten und der jeweils verwendeten Ausrüstung. Die PSA muss in gutem Zustand und frei von Schäden sein und über eine CE-Kennzeichnung und eine Konformitätserklärung gemäß den Bestimmungen der Verordnung (EU) 2016/425 verfügen und den folgenden Normen entsprechen:

Tabelle A.1 – Anforderungen an die PSA

Art der PSA	Einschlägige Norm
Schutzhandschuhe gegen mechanische Risiken	ELOT EN 388
Industrieschutzhelme	ELOT EN 397
Schutzkleidung – Allgemeine Anforderungen	ELOT EN ISO 13688
Persönliche Schutzausrüstung – Sicherheitsschuhe	ELOT EN ISO 20345
Augen- und Gesichtsschutz für berufliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen	ELOT EN ISO 16321-1
Augen- und Gesichtsschutz für berufliche Anwendungen – Teil 3: Zusätzliche Anforderungen an Schutzgeräte aus Gewebe	ELOT EN ISO 16321-3

A.3 Maßnahmen des Umweltschutzes

Die zu entsorgenden Materialien müssen gesammelt und zu den für die Endbeseitigung vorgesehenen Stellen auf der Baustelle transportiert werden.

Kommen die verwendeten Materialien aus Aushubflächen, so gelten die in ELOT TS 1501-02-06-00-00 genannten Umweltschutzbedingungen.

Die Bestimmungen für maximale Geräuschpegel am Ort der Abnehmer (z. B. Wohngebiete) müssen entsprechend den Umweltbedingungen der Arbeiten eingehalten werden.

Literaturverzeichnis

- [1] RILEM AAR-4, *Erkennung möglicher Alkali-Reaktivität. Beschleunigtes Verfahren für Zuschlagstoffkombinationen und Betonmischkonstruktionen unter Verwendung von Betonprismen*
- [2] ELOT EN 13286-45, *Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 45: Test method for the determination of the workability period of hydraulically bound mixtures -- Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 45: Prüfverfahren zur Bestimmung der Verarbeitbarkeitsdauer hydraulisch gebundener Gemische*
- [3] ELOT EN 14227-3, *Hydraulically bound mixtures - Specifications - Part 3: Fly ash bound granular mixtures -- Hydraulisch gebundene Gemische - Anforderungen - Teil 3: Flugaschegebundene Gemische*
- [4] ELOT EN 14227-4, *Specifications - Part 4: Fly ash for hydraulically bound mixtures -- Anforderungen – Teil 4: Flugstaub für hydraulisch gebundene Gemische*
- [5] ELOT EN 14227-5, *Hydraulically bound mixtures - Specifications - Part 5: Hydraulic road binder bound granular mixtures -- Hydraulisch gebundene Gemische - Anforderungen - Teil 5: Tragschichtbindergebundene Gemische*
- [6] AASHTO T 194, *Standardmethode des Tests zur Bestimmung organischer Materie in Böden durch nasse Verbrennung*
- [7] Gesetz 1568/85 „Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz“ (A´ 177).
- [8] Präsidialdekret 85/91, „Schutz der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch Lärm bei der Arbeit gemäß der Richtlinie 86/188/EWG“ (A´ 38)
- [9] Präsidialdekret 396/94 „Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen durch Arbeitnehmer am Arbeitsplatz gemäß der Richtlinie 89/656/EWG“ (A´ 220).
- [10] Präsidialdekret 397/94 „Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten, bei denen insbesondere die Gefahr von Rückenverletzungen für die Arbeitnehmer besteht, gemäß der Richtlinie 90/269/EWG des Rates“ (A´ 221).
- [11] Präsidialdekret 105/95, „Mindestanforderungen für die Bereitstellung von Sicherheits- und/oder Gesundheitsschutzkennzeichnungen bei der Arbeit, in Übereinstimmung mit der Richtlinie 92/58/EWG“ (A´ 67).
- [12] Präsidialdekret 17/96, „Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer“ in Übereinstimmung mit der Richtlinie 89/391/EWG und der Richtlinie 91/383/EWG, geändert durch das Präsidialdekret 159/99 (A´ 11)
- [13] Präsidialdekret 305/96, „Mindestanforderungen an die Sicherheit und den Gesundheitsschutz auf temporären oder mobilen Baustellen gemäß der Richtlinie 92/57/EWG“ in Verbindung mit dem Rundschreiben Nr. 130159/7.5.97 des Ministeriums für Arbeit und dem Rundschreiben Nr. 11 (Protokoll Nr. Δ16α/165/10/258//ΑΦ/19.5.97) des Ministeriums für Umwelt, Raumplanung und öffentliche Arbeiten in Bezug auf die oben genannten Präsidialdekrete (A´ 212)
- [14] Präsidialdekret 338/2001, „Schutz der Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer bei der Arbeit vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe“ (A´ 227)
- [15] Ministerialbeschluss des Ministeriums für Umwelt, Raumplanung und öffentliche Bauten ΔΙΠΑΔ/οικ/889/27-11-2002, „Verhinderung und Bewältigung beruflicher Risiken beim Bau öffentlicher Bauarbeiten“ (HSP und HSF) (B´ 16)
- [16] Nationale technische Spezifikation „Griechische Flugasche“ (Entscheidung Nr. ΔΙΠΑΔ/οικ. 281/Φ200. [ΦΕΚ 551/Β/18-4-2007](#))

- [17] *Verordnung (EU) 2016/425 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG des Rates.*
- [18] *Gemeinsamer Ministerialbeschluss 36259/2010 „Maßnahmen, Bedingungen und Plan für die alternative Bewirtschaftung von Aushub-, Bau- und Abbruchabfällen (ECDW)“ (B' 1312)*