

Ersetzt:

Ausgabe: 202X-XX

Teile der SN 640 496-NA:2009-08, Teile der SN EN 14227-15:2020-10

Gebundene Gemische und stabilisierte Böden – Klassifizierung und Bestimmung des mechanischen Gebrauchsverhaltens

Anforderungen

**Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 26.08.2024; Frist bis 03.11.2024**

Für diese Norm ist die Normierungs- und Forschungskommission (NFK) 3.1 Gesteinskörnung des VSS zuständig.

Ref.-Nr.:
VSS 40 496:202X-XX de

Urheberrechte:
REGnorm, Nationales Register zur
Veröffentlichung von Normen,
Standards und weiterer Regulierungen

Anzahl Seiten:
11

Gültig ab:
202X-XX-XX

Herausgeber:
Schweizerischer Verband der
Strassen- und Verkehrsfachleute VSS

© REGnorm

Bearbeitung

VSS-Normierungs- und Forschungskommission
NFK 3.1 Gesteinskörnung

Liste der beteiligten Mitglieder

Chastan Laure, Lausanne, Bildung, Forschung und Labor
Christen Gerhard, Urdorf, Behörden
Gerber Kilian, Bern, Normenanwender
Häfeli Ivo, Perry, Industrie und Handel
Kronig Manfred, Ohringen, Bildung, Forschung und Labor
Kuhnenn Peter, Bern, Normenanwender
Mühlán Björn, Wildegg, Bildung, Forschung und Labor
Preisig Martin, Oberglatt, Industrie und Handel
Rychen Patrick, Servion, Bildung, Forschung und Labor
Käser Benjamin, Uetendorf, Bildung, Forschung und Labor
Traber Fabian, Ittigen, Behörden
Wetzig Volker, Bern, Normenanwender

Diese Norm wurde gemäss dem aktuellen Wissensstand
in den Bereichen der Sicherheit und der Nachhaltigkeit
erarbeitet.

Genehmigung

VSS-Fachkommission
FK 3 Baustoffe

Publikation

Monat 2024

Haftungsausschluss

Für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden
Publikation entstehen können, wird keine Haftung
übernommen.

**Dieser Entwurf hat keine Gültigkeit und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlassungsentwurf 26.08.2024: Frist bis 03.11.2024**

INHALTSVERZEICHNIS		Seite
A	Allgemeines	4
1	<i>Geltungsbereich</i>	4
2	<i>Gegenstand</i>	4
3	<i>Zweck</i>	4
B	Begriffe	4
4	<i>Allgemeine Begriffe</i>	4
	4.1 Boden	4
	4.2 Boden-Bindemittel-Gemisch	4
	4.3 Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln	4
	4.4 Bodenstabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln	5
	4.5 Hydraulisch behandelter Boden	5
	4.6 Hydraulisch gebundenes Gemisch	5
	4.7 Eignungsprüfung	5
	4.8 Weitere Begriffe	5
C	Auswirkungen von EN und REG-Norm	5
5	<i>Ersetzte Normen</i>	5
D	Bestimmungen	5
6	<i>Maximale Korngrösse, Verdichtungsenergie</i>	5
7	<i>Nachhaltigkeit</i>	5
E	Auswahl Bindemittel	6
8	<i>Vorabklärungen</i>	6
	8.1 Verwendbare Böden und Gemische	6
	8.2 Bindemittel	6
	8.2.1 Baukalk	6
	8.2.2 Hydraulische Bindemittel	6
	8.2.3 Mischbindemittel	6
	8.3 Sofortwirkung von Bodenverbesserungen mit Kalk	7
	8.4 Verdichtungseigenschaften	7
F	Anforderungen an hydraulisch behandelte Böden	8
9	<i>Wassergehalt</i>	8
10	<i>Bodenverbesserung mit Kalk</i>	8
	10.1 Sofortwirkung (Reduktion Wassergehalt und Veränderung der Plastizitätseigenschaften)	8
	10.2 Direkter Tragindex	8
	10.3 Mechanisches Gebrauchsverhalten	8
	10.4 Feuchtebeständigkeit	9
11	<i>Bodenstabilisierung mit Kalk</i>	9
12	<i>Bodenstabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln</i>	9
	12.1 Druckfestigkeit der Bodenstabilisierungen mit hydraulischen Bindemitteln	9
	12.2 Frostbeständigkeit für Bodenstabilisierungen mit hydraulischen Bindemitteln	10
	12.3 Feuchtebeständigkeit	10
G	Anforderungen an hydraulisch gebundene Gemische	11
13	<i>Anforderungen an hydraulisch gebundene Gemische</i>	11
H	Literaturverzeichnis	11

Dieser Entwurf ist keine Bauplanke und darf nicht angewendet werden.
Vernehmlichungs- und Entwurf 25.08.2024: Frist bis 03.11.2024

A Allgemeines

1 Geltungsbereich

Diese Norm gilt im Sinne der SN 640 490 «Gebundene Gemische und stabilisierte Böden; Grundnorm» [1] zusammen mit den SN EN 14227-1 «Hydraulisch gebundene Gemische – Anforderungen – Teil 1: Zementgebundene Gemische» [11], SN EN 14227-5 «Hydraulisch gebundene Gemische – Anforderungen – Teil 5: Tragschichtbindergebundene Gemische» [12] und SN EN 14227-15 «Hydraulisch gebundene Gemische – Anforderungen – Teil 15: Hydraulisch behandelte Böden» [13] (sowie Nationalen Anhängen) für hydraulisch behandelte Böden, bei denen entweder Zement, hydraulischer Tragschichtbinder, Kalk oder eine beliebige Kombination dieser Stoffe zum Einsatz kommt sowie für hydraulisch gebundene Gemische.

2 Gegenstand

Die Norm enthält Empfehlungen für die Wahl der Bestandteile und Zusammensetzung der mit hydraulischen Bindemitteln behandelten Böden und hydraulisch gebundenen Gemische. Sie legt die Klassifizierung des im Labor bestimmten mechanischen Gebrauchsverhaltens fest.

Herstellung und Einbau der gemäss dieser Norm mit hydraulischen Bindemitteln behandelten Böden und hydraulisch gebundenen Gemische sowie die Anforderungen an die eingebauten Schichten werden in der VSS 40 501 «Stabilisierte Böden mit Kalk und/oder hydraulischen Bindemitteln; Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten» [3] und der VSS 40 491 «Hydraulisch gebundene Schichten; Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten» [2] behandelt.

Die Verbesserung eines Bodens mit hydraulischen Bindemitteln allein mit dem Ziel, die Fortsetzung von Bauarbeiten zu ermöglichen, ist ein erdbautechnisches Verfahren und ist daher nicht Gegenstand dieser Norm.

3 Zweck

Die Norm legt die Verfahren fest, welche für die Ermittlung des Bindemittelgehalts und die Bestimmung des mechanischen Gebrauchsverhaltens von behandelten Böden und hydraulisch gebundenen Gemischen im Labor gelten.

B Begriffe

4 Allgemeine Begriffe

4.1 Boden

Unter Boden wird Material gemäss SN EN ISO 14688-1 «Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung» [14] verstanden (inkl. natürliches, künstliches oder wiederverwertetes Material oder eine beliebige Kombination dieser Bestandteile).

4.2 Boden-Bindemittel-Gemisch

Boden, der mit einem Bindemittel vermischt ist, um eine Bodenverbesserung oder eine Bodenstabilisierung zu erzielen.

4.3 Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln

Herstellung eines Gemischs durch die Behandlung eines Bodens mit Zement, hydraulischem Tragschichtbinder, Kalk oder einer beliebigen Kombination dieser Stoffe.

Bodenverbesserungen dienen der unmittelbaren Verbesserung des Gebrauchsverhaltens des Bodens (Verringerung des Feuchtegehalts und/oder Verbesserung der Tragfähigkeit und/oder Verringerung der Plastizität).

Sie bezwecken

- die Bearbeitbarkeit mit konventionellen Erdbewegungsmaschinen und/oder
- die zufriedenstellende Verdichtbarkeit in Schichten und/oder
- die Befahrbarkeit und Eignung als Grundlage für den Einbau der darüberliegenden Schicht
- eine Reduktion der Frostempfindlichkeit

4.4 Bodenstabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln

Herstellung eines Gemischs durch die Behandlung eines Bodens mit Zement, hydraulischem Tragschichtbinder, Kalk oder einer beliebigen Kombination dieser Stoffe.

Bodenstabilisierungen dienen der mittel- bis langfristigen Verbesserung des mechanischen Gebrauchsverhaltens und der Stabilität des Bodens sowie der Erhöhung der Beständigkeit gegen die Einwirkung von Wasser und Frost.

4.5 Hydraulisch behandelte Boden

Behandeltes Gemisch aus Boden, Bindemittel und Wasser, das durch hydraulische Reaktion abbindet und erhärtet. Die hydraulische Bodenbehandlung umfasst sowohl die Bodenverbesserung als auch die Bodenstabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln.

4.6 Hydraulisch gebundenes Gemisch

Gemisch aus einer Gesteinskörnung mit kontrollierter Korngrößenverteilung, einem hydraulischen Bindemittel und Wasser, das durch hydraulische Reaktion abbindet und erhärtet. Hydraulisch gebundene Gemische werden mit einem geeigneten Verfahren zu einem homogenen Gemisch aufbereitet und für Fundamentalschichten verwendet.

4.7 Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung für hydraulisch behandelte Böden und hydraulisch gebundene Gemische dient der Festlegung des zweckmässigen Bindemittel- und Wassergehalts sowie der Ermittlung der Festigkeits- und Stabilitätseigenschaften, der optimalen Einbau- und Verdichtungsbedingungen und der Beständigkeit gegenüber der Einwirkung von Wasser und Frost.

4.8 Weitere Begriffe

Weitere Begriffe sind in SN 640 490 [1] definiert.

C Auswirkungen von EN und REG-Norm

5 Ersetzte Normen

Die VSS 40 496 ersetzt die prüftechnischen Teile des Nationalen Anhangs SN 670 496-NA der dazugehörenden SN EN 14227-1 [11] und SN EN 14227-5 [12] (Kapitel G bis I «Zusammensetzung der hydraulisch gebundenen Gemische», «Eignungsprüfung für hydraulisch gebundenen Gemische» und «Produktionskontrolle») und des Nationalen Anhangs der SN EN 14227-15 [13] (Kapitel G und H «Anforderungen» und «Produktionskontrolle»).

D Bestimmungen

6 Maximale Korngrösse, Verdichtungsenergie

Aus labortechnischen Gründen und vor dem Hintergrund der Vergleichbarkeit von Laborprüfgergebnissen werden in der Schweiz die Prüfungen an behandelten Böden und hydraulisch gebundenen Gemischen an der Korngruppe 0/16 durchgeführt. Die Herstellung der Probekörper durch Verdichtung mit Proctorgerät erfolgt unter standardisierten Bedingungen mit einer Verdichtungsenergie von $1,2 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3}$.

7 Nachhaltigkeit

Bei der Auswahl der Stabilisierungsprodukte sind die Umweltauswirkungen bezogen auf die Gesamtbaumassnahme zu berücksichtigen.

E Auswahl Bindemittel

8 Vorabklärungen

8.1 Verwendbare Böden und Gemische

Die üblichen Anwendungsbereiche verschiedener hydraulischer Bindemittel in Abhängigkeit der Korngrößenverteilung von Böden sind in Abbildung 1 angegeben.

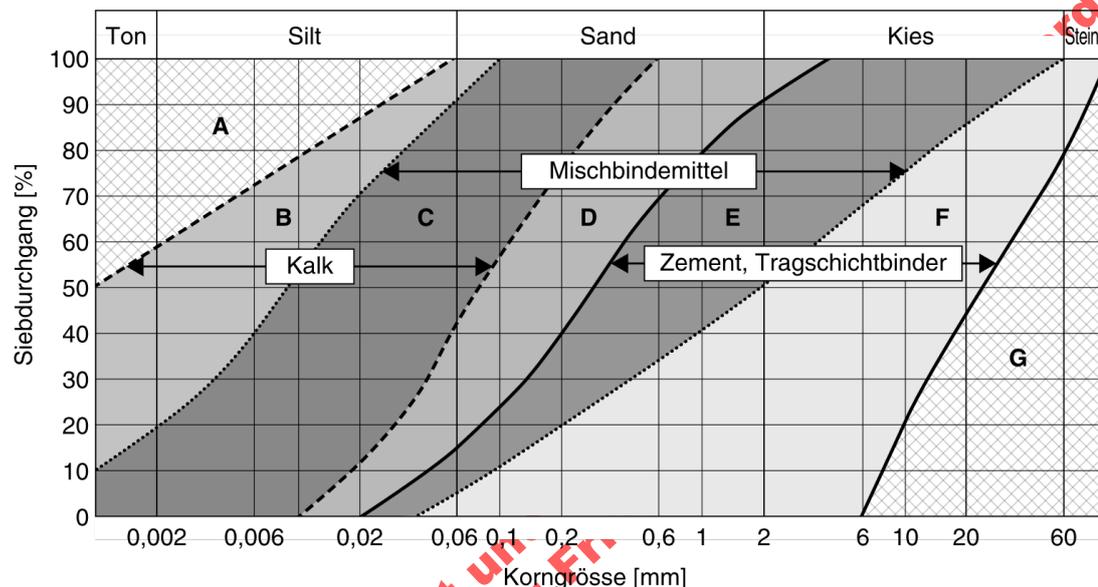


Abb. 1

Anwendungsbereich der verschiedenen Bindemittel abhängig von der Korngrößenverteilung

8.2 Bindemittel

8.2.1 Baukalk

Für Bodenverbesserungen und Stabilisierungen mit Baukalk eignen sich im Allgemeinen tonige Kiese, tonige Sande, tonige Silte sowie Tone der Klassen GC-CL, SC-CL, CH. Plastizitätsindex grösser etwa 8%. Stabilisierung nur im Ortsmischverfahren.

8.2.2 Hydraulische Bindemittel

Für Bodenstabilisierungen mit Zement und hydraulischen Tragschichtbindern eignen sich im Allgemeinen saubere, siltige, siltig bis tonige und tonige Kiese oder Sande, Silte sowie tonige Silte der Klassen GW, GP, SW, SP, GM, GC, SM, SC, GM-ML, GM-GC, GC-GL, SM-ML, SM-SC, SC-SL, ML, CL bis zu einem Plastizitätsindex von etwa 20%. Böden bis zu einem Plastizitätsindex von etwa 8% sowie solche mit einem Anteil kleiner 0,06 mm bis etwa 35% können im Zentralmischverfahren aufbereitet werden. Es ist zu beachten, dass organische Bestandteile in den Böden die Wirkung der Bindemittel beeinträchtigen können.

8.2.3 Mischbindemittel

Mischbindemittel bestehen zu unterschiedlichen Anteilen aus Kalk und einem hydraulischen Bindemittel. Mischbindemittel mit einem hohen Kalkanteil werden bezüglich ihrer Anwendung, Anforderungen und Prüfungen wie Bodenbehandlungen mit Kalk behandelt. Mischbindemittel mit einem hohen Anteil an hydraulischem Bindemittel werden bezüglich ihrer Anwendung, Anforderungen und Prüfungen wie Bodenbehandlungen mit hydraulischem Bindemittel behandelt.

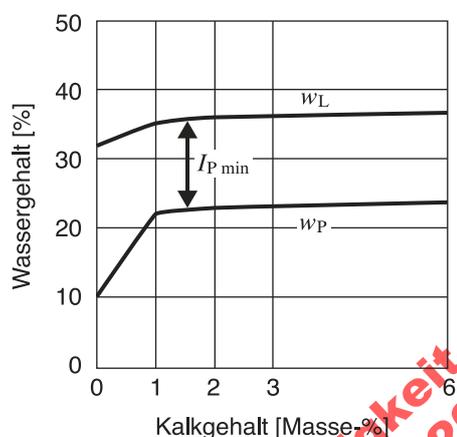
8.3 Sofortwirkung von Bodenverbesserungen mit Kalk

Die Ermittlung der Sofortwirkung von Bodenverbesserungen erfolgt über den Einfluss der Bindemitteldosierung auf die Plastizitätseigenschaften des Bodens. Die Plastizität wird mittels der Konsistenzgrenzen nach SN EN ISO 17892-12 «Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 12: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen» [15] geprüft. In der Regel werden die Fließgrenzen w_L und die Ausrollgrenzen w_P am unbehandelten Boden und mit drei verschiedenen Kalkgehalten bestimmt. Die Ergebnisse werden gemäss Abbildung 2 aufgezeichnet. Der minimale Kalkgehalt ist jener, bei welchem die Ausrollgrenze sich nicht mehr wesentlich verändert und der Plastizitätsindex I_P minimal wird.

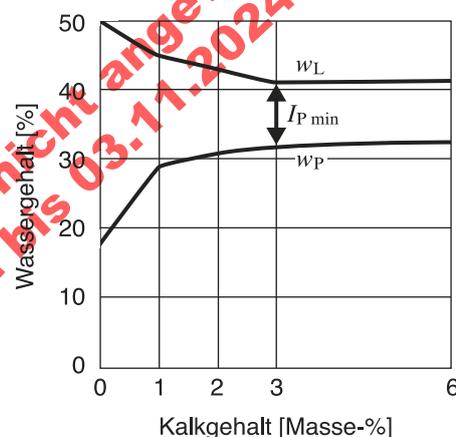
Die Wassergehaltsreduktion bei Bodenverbesserungen wird als Funktion der Kalkdosierung und unter Berücksichtigung der örtlichen und zeitlichen Bedingungen (z.B. Besonnung, Witterungsverhältnisse usw.) geschätzt.

Als Richtwerte gelten

- Wassergehaltsreduktion aus der Kalklösungsreaktion: etwa 1 Masse-% pro Masse-% CaO
- aus dem Mischvorgang (abhängig vom Mischgerät): etwa 2...4 Masse-%
- aus zusätzlicher intensiver Belüftung: bis etwa 4 Masse-%



Bei Böden mit kleiner bis mittlerer Plastizität



Bei Böden mit grösserer Plastizität

Abb. 2

Einfluss des Kalkgehalts auf die Konsistenzgrenzen

8.4 Verdichtungseigenschaften

Die Verdichtungseigenschaften werden mittels Proctorversuchen gemäss SN EN 13286-2 «Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 2: Laborprüfverfahren zur Bestimmung der Referenz-Trockendichte und des Wassergehaltes – Proctorversuch» [5] ermittelt (Prüfbedingungen siehe SN EN 13286-2 [5], Ziffer 7).

Bei Bodenverbesserungen mit Kalk kann die Wirkung verschiedener Bindemitteldosierungen mittels Proctorversuchen an Mischungen mit unterschiedlichem Bindemittelgehalt ermittelt werden. Eine Erhöhung der Kalkdosierung verschiebt die Proctorkurve bzw. den optimalen Wassergehalt hin zu höheren Werten, während die maximale erzielbare Trockendichte kleiner wird.

Für Bodenstabilisierungen mit Zement oder hydraulischen Tragschichtbindern wird der optimale Wassergehalt und die maximale Trockendichte mittels Proctorversuchen gemäss SN EN 13286-2 [5] mit dem gemäss Tabelle 1 geschätzten Bindemittelgehalt bm_s bestimmt. Für die Herstellung der Probekörper wird das Bindemittel dem trockenen Boden beigegeben und gemischt. Anschliessend wird das Wasser beigegeben und nochmals gemischt, bis das Gemisch eine einheitliche Farbe aufweist.

Zwischen Einarbeiten des Bindemittels und der Verdichtung der Probekörper haben sich folgende Wartezeiten als zweckmässig erwiesen (die Angaben des Bindemittellieferanten sind zu beachten)

- Baukalk: $\geq 6,0$ h
- Mischbindemittel: 3...5 h (je nach Kalkanteil)
- Zement und hydraulische Tragschichtbinder: 1...2 h

Während der Wartezeit wird das Boden-Bindemittel-Gemisch in einem luftdicht verschlossenen Gebinde gelagert. Die effektiv gewählten Wartezeiten sind auf dem Prüfbericht anzugeben.

Bindemittelgehalt, Abschätzung aufgrund der Bodenklassifikation der Gesteinskörnung			
Geotechnische Bezeichnung	Klassifikation nach USCS	Gehalt an hydraulischem Bindemittel bm bezogen auf den Anteil der Gesteinskörnung < 16 mm	
		Geschätzter Bindemittelgehalt bm_s	Abweichung des Bindemittelgehalts Δbm
		[Masse-%]	
Kies, sauber	GW, GP	5	± 2
Kies, siltig bis tonig	GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC, GM, GC, GC-GM	7	
Sand, sauber	SW, SP	6	
Sand, siltig bis tonig	SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC, SM, SC, SC-SM	8	± 3
Silt	ML, MH	10	
Toniger Silt	CL-ML, CL	11	
Ton	CM, CH	12	

Tab. 1

Bindemittelgehalt, Abschätzung aufgrund der Bodenklassifikation der Gesteinskörnung

F Anforderungen an hydraulisch behandelte Böden**9 Wassergehalt**

Der Wassergehalt des einzubauenden Gemischs muss dem optimalen Wassergehalt, Kategorie W 1,0 (Referenz zur SN EN 14227-15 [13], Tabelle 2), entsprechen.

Der optimale Wassergehalt des Boden-Bindemittel-Gemischs ist mittels Proctorversuch gemäss SN EN 13286-2 [5] zu bestimmen.

10 Bodenverbesserung mit Kalk**10.1 Sofortwirkung (Reduktion Wassergehalt und Veränderung der Plastizitätseigenschaften)**

Der Bindemittelgehalt sollte so gewählt werden, dass die angestrebte Sofortwirkung gemäss Ziffer 10.3 erreicht werden kann.

10.2 Direkter Tragindex

Für Bodenverbesserungen mit hydraulischen Bindemitteln ist der direkte Tragindex des Gemischs beim deklarierten Wassergehalt nach SN EN 13286-47 «Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 47: Prüfverfahren zur Bestimmung des CBR-Wertes (California bearing ratio), des direkten Tragindex (IBI) und des linearen Schwellwertes» [8] zu bestimmen.

Die Herstellung der Probekörper erfolgt im Proctortopf (B) mit einer Verdichtungsenergie von $1,2 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3}$. Nach dem Mischen ist das Gemisch bis zur Verdichtung je nach Bindemittelart in einem luftdicht verschlossenen Gebinde zu lagern (siehe Ziffer 10.4). Anschliessend ist der direkte Tragindex des Gemischs unmittelbar nach der Herstellung des Probekörpers zu bestimmen.

Der direkte Tragindex des Gemischs beim deklarierten Wassergehalt ist anzugeben (Kategorie IPI_{Dv} , Referenz zur SN EN 14227-15 [13], Tabelle 4).

10.3 Mechanisches Gebrauchsverhalten

Für Bodenverbesserungen mit hydraulischen Bindemitteln ist das im Labor bestimmte mechanische Gebrauchsverhalten des Gemischs durch den CBR-Wert nach SN EN 13286-47 [8] zu charakterisieren und zu klassifizieren.

Der CBR-Wert des Gemischs ist anzugeben (Kategorie CBR_{Dv} , Referenz zur SN EN 14227-15 [13], Tabelle 6).

Die Herstellung der Probekörper erfolgt im Proctortopf (B) mit einer Verdichtungsenergie von $1,2 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3}$. Nach dem Mischen ist das Gemisch bis zur Verdichtung je nach Bindemittelart in einem luftdicht verschlossenen Gebinde zu lagern (siehe Ziffer 10.4).

Für die Nachbehandlung der verdichteten Probekörper gelten die folgenden Anforderungen

- Die Probekörper sind nach der Herstellung für eine Dauer von drei Tagen in der Schalung (CBR-Topf) zu klimatisieren. Während dieser Phase dürfen die Probekörper nicht austrocknen und sie sind auf einer Temperatur von (20 ± 2) °C zu halten.
- Nach der Klimatisierung sind die Probekörper bis zur Prüfung vier weitere Tage in Wasser zu lagern. Während der Wasserlagerung sind die Probekörper auf einer Temperatur von (20 ± 2) °C zu halten. Die Dauer der Klimatisierung und die Dauer der Wasserlagerung sind im Prüfbericht anzugeben.

Der CBR-Wert wird gemäss SN EN 13286-47 [8] mit einer Auflast von 7,5 kg bestimmt.

10.4 Feuchtebeständigkeit

In begründeten Fällen ist der lineare Schwellwert von Bodenverbesserungen mit hydraulischen Bindemitteln nach Lagerung in Wasser gemäss SN EN 14227-15 [13], Ziffer 9, zu untersuchen. Der lineare Schwellwert sowie die Bedingungen bei der Auslagerung und die Dauer der Wasserlagerung sind im Prüfbericht anzugeben.

11 Bodenstabilisierung mit Kalk

Zusätzlich zu den Anforderungen der Bodenverbesserung (Ziffer 12) muss auch die Frostbeständigkeit erfüllt werden.

Der Nachweis der Frostbeständigkeit von Bodenverbesserungen mit hydraulischen Bindemitteln erfolgt mit dem Frosthebungsversuch gemäss VSS 70 321 «Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische; Frosthebungsversuch» [4].

Nach dem Einmischen des Bindemittels und des Wassers ist das Gemisch bis zur Verdichtung je nach Bindemittelart in einem luftdicht verschlossenen Gebinde zu lagern (siehe Ziffer 10.4).

Anschliessend werden zwei Prüfkörper hergestellt

- der erste Probekörper nach VSS 70 321 [4] im CBR-Topf mit einer Verdichtungsenergie von $1,2 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3}$
- der zweite Probekörper nach SN EN 13286-2 [5] im Proctortopf (B) mit einer Verdichtungsenergie von $1,2 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3}$

Beide Probekörper sind nach der Herstellung während mindestens 48 Stunden (d) zu klimatisieren. Während der Klimatisierung dürfen die Probekörper nicht austrocknen und sind auf einer Temperatur von (20 ± 2) °C zu halten.

Nach Ablauf dieser Frist wird

- am ersten Probekörper der Frosthebungsversuch gemäss VSS 70 321 [4] durchgeführt
- der zweite Probekörper weitere drei Tage bis zum Ende des Frosthebungsversuchs klimatisiert

Nach Abschluss des Frosthebungsversuchs wird an beiden Probekörpern der CBR-Wert gemäss SN EN 13286-47 [8] mit einer Auflast von 7,5 kg bestimmt.

Die Frostbeständigkeit ist erfüllt, wenn

$$CBR_F / CBR_{NF} \geq 0,5$$

mit

CBR_F CBR-Wert am Prüfkörper ermittelt, der dem Frosthebungsversuch unterworfen wurde

CBR_{NF} CBR-Wert am Prüfkörper ermittelt, der nicht dem Frosthebungsversuch unterworfen wurde

Die Zeit zwischen Herstellung der Probekörper und dem Beginn des Frosthebungsversuchs (d) sowie Dauer und Bedingungen der Nachbehandlung sind im Prüfbericht anzugeben.

12 Bodenstabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln

12.1 Druckfestigkeit der Bodenstabilisierungen mit hydraulischen Bindemitteln

Bodenstabilisierungen mit hydraulischen Bindemitteln sind anhand ihrer nach SN EN 13286-41 «Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 41: Prüfverfahren zur Bestimmung der Druckfestigkeit hydraulisch gebundener Gemische» [6] bestimmten Druckfestigkeit zu klassifizieren.

Der Wassergehalt und die Ziel-Trockendichte werden gemäss den vorher durchgeführten Voruntersuchungen gewählt (optimaler Wassergehalt w_{opt} und maximale Trockendichte $\rho_{d,max}$ gemäss Proctorversuch mit geschätztem Bindemittelgehalt gemäss Tabelle 1; siehe Ziffer 10.4). Pro geprüftem Bindemittelgehalt werden mindestens vier Probekörper hergestellt.

Wenn andere (ähnliche) Bindemittelgehalte (+/- Δbm gemäss Tabelle 1) geprüft werden sollen, können die Probekörper mit denselben Werten für w_{opt} und $\rho_{d,max}$ gemäss SN EN 13286-50 «Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 50: Verfahren zur Herstellung von Probekörpern von hydraulisch gebundenen Gemischen durch Verdichtung mit Proctorgerät oder Vibrationstisch» [9] hergestellt werden.

Die Probekörper sind nach der Herstellung für eine Dauer von sieben Tagen zu klimatisieren. Während dieser Phase dürfen die Probekörper nicht austrocknen und sie sind auf einer Temperatur von (20 ± 2) °C zu halten.

Unmittelbar vor der Bestimmung der Zylinderdruckfestigkeit sind die Probekörper während $4,00 \pm 0,25$ h im Wasser zu lagern. Während der Wasserlagerung sind die Probekörper auf einer Temperatur von (20 ± 2) °C zu halten. Die Dauer der Klimatisierung und die Dauer der Wasserlagerung sind im Prüfbericht anzugeben.

Für die Eignungsprüfung im Labor muss die Druckfestigkeit der Durchschnitt aus den Ergebnissen für mindestens drei Probekörper sein. Dazu wird der Mittelwert der vier Probekörper berechnet. Weicht ein Wert mehr als 20% vom Mittelwert ab, so ist er zu verwerfen und als Druckfestigkeit wird der Mittelwert der übrigen Prüfkörper angegeben.

Die Druckfestigkeit soll der R_c -Kategorie $C_{1,5/2}$ (Referenz zur SN EN 14227-15 [13], Tabelle 7) entsprechen.

Objektspezifisch kann eine andere R_c -Kategorie gefordert werden.

ANMERKUNG: Erfahrungsgemäss sind Gemische mit einer Druckfestigkeit $R_c = 2 \dots 4$ MPa frostbeständig, sofern die erste Frostbeanspruchung erst einige Monate nach der Ausführung zu erwarten ist.

12.2 Frostbeständigkeit für Bodenstabilisierungen mit hydraulischen Bindemitteln

Der Nachweis der Frostbeständigkeit von Bodenstabilisierungen mit hydraulischen Bindemitteln erfolgt nach SNR CEN/TS 13286-54 «Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 54: Prüfverfahren zur Bestimmung der Frostempfindlichkeit – Frost-Tau-Wechselbeständigkeit von hydraulisch gebundenen Gemischen» [10] und wird separat für jeden gewählten Bindemittelgehalt (bm_s bzw. Δbm) durchgeführt.

Aus einer Laborprobe des zu prüfenden hydraulisch gebundenen Gemischs werden zwei Sätze von je vier Probekörpern (Gruppen A und B) nach SN EN 13286-50 [9] mit dem Proctortopf A und dem Protorhammer (B) hergestellt. Die geforderte Dichte soll $\rho_{d,max}$ gemäss Ziffer 10.4 entsprechen.

Die Probekörper werden in der Form während sieben Tagen bei einer Temperatur von (20 ± 2) °C so gelagert, dass keine Feuchtigkeit verloren geht (erste Aushärtungsphase).

Nach Ende der ersten Aushärtungsphase werden die beiden Probekörpersätze entformt.

Für die zweite Aushärtungsphase im Wasserbad sowie die Befrostung und das letztmalige Auftauen mit Klimatisierung der Gruppe A gelten die Festlegungen der SNR CEN/TS 13286-54 [10], Ziffer 7.

Anschliessend wird die Druckfestigkeit der Probekörper der Gruppen A und B nach SN EN 13286-41 [6] bestimmt. Die für die Druckfestigkeiten jeder Gruppe erhaltenen Mittelwerte werden miteinander verglichen.

Die Frostbeständigkeit ist erfüllt, wenn

$$R_{cA} / R_{cB} \geq 0,9$$

mit

R_{cA} Mittelwert der Druckfestigkeiten der Probekörper der Gruppe A

R_{cB} Mittelwert der Druckfestigkeiten der Probekörper der Gruppe B

Die Zeit zwischen Herstellung der Probekörper und dem Beginn des Frosthebungsversuchs sowie Dauer und Bedingungen der Nachbehandlungsphasen für beide Gruppen sind im Prüfbericht anzugeben.

ANMERKUNG: Da erst wenige Resultate des Prüfverfahrens zur Bestimmung der Frostempfindlichkeit nach SNR CEN/TS 13286-54 [10] vorhanden sind, wurde aufgrund des Forschungsberichts [16] eine vorläufige Anforderung festgelegt.

12.3 Feuchtebeständigkeit

Es gelten die Ausführungen gemäss Ziffer 10.4 analog.

G Anforderungen an hydraulisch gebundene Gemische

13 Anforderungen an hydraulisch gebundene Gemische

Für hydraulisch gebundene Gemische gelten dieselben Anforderungen wie für Bodenstabilisierungen mit hydraulischen Bindemitteln (Ziffer 12).

Sofern gefordert, ist zudem die nach SN EN 13286-45 «Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 45: Prüfverfahren zur Bestimmung der Verarbeitbarkeitsdauer hydraulisch gebundener Gemische» [7] bestimmte Verarbeitbarkeitsdauer anzugeben.

H Literaturverzeichnis

- | | | |
|------|-------------------------------|---|
| [1] | SN 640 490 | Gebundene Gemische und stabilisierte Böden; Grundnorm |
| [2] | VSS 40 491 | Hydraulisch gebundene Schichten; Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten |
| [3] | VSS 40 501 | Stabilisierte Böden mit Kalk und/oder hydraulischen Bindemitteln; Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten |
| [4] | VSS 70 321 | Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische; Frosthebungsversuch |
| [5] | SN EN 13286-2 | Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 2: Laborprüfverfahren zur Bestimmung der Referenz-Trockendichte und des Wassergehaltes – Proctorversuch |
| [6] | SN EN 13286-41 | Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 41: Prüfverfahren zur Bestimmung der Druckfestigkeit hydraulisch gebundener Gemische |
| [7] | SN EN 13286-45 | Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 45: Prüfverfahren zur Bestimmung der Verarbeitbarkeitsdauer hydraulisch gebundener Gemische |
| [8] | SN EN 13286-47 | Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 47: Prüfverfahren zur Bestimmung des CBR-Wertes (California bearing ratio), des direkten Tragindex (IBI) und des linearen Schwellwertes |
| [9] | SN EN 13286-50 | Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 50: Verfahren zur Herstellung von Probekörpern von hydraulisch gebundenen Gemischen durch Verdichtung mit Proctorgerät oder Vibrationstisch |
| [10] | SNR CEN/TS 13286-54 | Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 54: Prüfverfahren zur Bestimmung der Frostempfindlichkeit – Frost-Tau-Wechselbeständigkeit von hydraulisch gebundenen Gemischen |
| [11] | SN EN 14227-1 | Hydraulisch gebundene Gemische – Anforderungen – Teil 1: Zementgebundene Gemische |
| [12] | SN EN 14227-5 | Hydraulisch gebundene Gemische – Anforderungen – Teil 5: Tragschichtbindergebundene Gemische |
| [13] | SN EN 14227-15 | Hydraulisch gebundene Gemische – Anforderungen – Teil 15: Hydraulisch behandelte Böden |
| [14] | SN EN ISO 14688-1 | Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung |
| [15] | SN EN ISO 17892-12 | Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 12: Bestimmung der Fliess- und Ausrollgrenzen |
| [16] | Bundesamt für Strassen ASTRA; | Frost-Tau-Wechselbeständigkeit von hydraulisch gebundenen Gemischen – Grundlagen für die Festlegung nationaler Anforderungen, Forschungsbericht Nr. 1665. Zürich, 2019 |