

DIN CEN/TS 17445

ICS 59.080.70

**Geokunststoffe –
Prüfverfahren zur Simulation von durch Niederschlag hervorgerufener
Erosion an geosynthetischen Erosionsschutzprodukten;
Deutsche Fassung CEN/TS 17445:2021**

Geosynthetics –

Standard test for the simulation of rainfall-induced erosion on the surface of a slope protected by geosynthetic erosion control products;

German version CEN/TS 17445:2021

Géosynthétiques –

Essai normalisé de simulation de l'érosion induite par la pluie à la surface d'une pente protégée par des produits géosynthétiques de lutte contre l'érosion;

Version allemande CEN/TS 17445:2021

Gesamtumfang 36 Seiten

DIN-Normenausschuss Textil und Textilmaschinen (Textilnorm)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (CEN/TS 17445:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 189 „Geokunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NBN (Belgien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 106-01-11 AA „Geotextilien und Geokunststoffe; SpA zu CEN/TC 189 und ISO/TC 221“ im DIN-Normenausschuss Textil und Textilmaschinen (Textilnorm).

Technische Spezifikationen sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Eine Technische Spezifikation ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden Technischen Spezifikation wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Erfahrungen mit dieser Technischen Spezifikation sind erbeten:

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an textilnorm@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an DIN-Normenausschuss Textil und Textilmaschinen (Textilnorm) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin).

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Deutsche Fassung

Geokunststoffe —
Prüfverfahren zur Simulation von durch Niederschlag
hervorgerufener Erosion an geosynthetischen
Erosionsschutzprodukten

Geosynthetics —
Standard test for the simulation of rainfall-induced
erosion on the surface of a slope protected by
geosynthetic erosion control products

Géosynthétiques —
Essai normalisé de simulation de l'érosion induite par la
pluie à la surface d'une pente protégée par des produits
géosynthétiques de lutte contre l'érosion

Diese Technische Spezifikation (CEN/TS) wurde vom CEN am 11. Januar 2021 als eine künftige Norm zur vorläufigen Anwendung angenommen.

Die Gültigkeitsdauer dieser CEN/TS ist zunächst auf drei Jahre begrenzt. Nach zwei Jahren werden die Mitglieder des CEN gebeten, ihre Stellungnahmen abzugeben, insbesondere über die Frage, ob die CEN/TS in eine Europäische Norm umgewandelt werden kann.

Die CEN Mitglieder sind verpflichtet, das Vorhandensein dieser CEN/TS in der gleichen Weise wie bei einer EN anzukündigen und die CEN/TS verfügbar zu machen. Es ist zulässig, entgegenstehende nationale Normen bis zur Entscheidung über eine mögliche Umwandlung der CEN/TS in eine EN (parallel zur CEN/TS) beizubehalten.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Kurzbeschreibung	7
5 Prüfeinrichtung	7
5.1 Böschungssimulator	7
5.2 Abfluss- und Sedimentauffangsystem	8
5.3 Niederschlagssimulator	8
5.3.1 Allgemeines	8
5.3.2 Wasserquelle	9
5.4 Distrometer	9
6 Boden	9
7 Proben	10
8 Konditionierung	10
9 Kalibrierung	10
9.1 Einstellen der Regenintensitätsmessgeräte	10
9.1.1 Allgemeines	10
9.2 Regenintensitätskalibrierung	11
9.3 Vorbereitung des Distrometers	11
9.4 Niederschlagskalibrierung	11
9.5 Datenaufzeichnung	11
9.6 Berechnung und Angabe der Ergebnisse	12
9.7 Berechnen der theoretischen Werte	12
9.7.1 Berechnen des theoretischen Werts	12
9.7.2 Berechnen der theoretischen kinetischen Energie	12
9.7.3 Berechnen der Endgeschwindigkeit v_t	12
9.8 Kalibrierungsüberprüfung	13
9.8.1 Die Prüfeinrichtung ist als zufriedenstellend kalibriert anzusehen, wenn Folgendes zutrifft:	13
9.8.2 Die Prüfeinrichtung wird als zufriedenstellend kalibriert angesehen	13
9.8.3 Die Prüfeinrichtung wird nicht als zufriedenstellend kalibriert angesehen	13
9.9 Kalibrierfrequenz	13
10 Durchführung	13
10.1 Vorbereitung des Böschungssimulators	13
10.2 Vorbereitung des Niederschlagssimulators	14
10.3 Prüfbetrieb und Datenerfassung	14
11 Prüfbericht	15
11.1 Dokumentation vor Prüfbeginn	15
11.2 Der Prüfbericht muss die folgenden Angaben enthalten	15
Anhang A (informativ) Typische Prüfeinrichtung	24
A.1 Beispiele für die Prüfeinrichtung	24

A.2	Sonstige Ausrüstung.....	26
Anhang B (informativ)	Änderungen am Standardverfahren	27
Anhang C (informativ)	Berechnung und Angabe der Ergebnisse	28
Anhang D (informativ)	Bewertung des C-Faktors der RUSLE (Überarbeitete Universal-Bodenverlustgleichung).....	30
Literaturhinweise.....		34

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (CEN/TS 17445:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 189 „Geokunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NBN gehalten wird.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Indexprüfverfahren zur Simulation von durch Niederschlag hervorgerufener Erosion auf einer durch geosynthetische Erosionsschutzprodukte geschützten Böschungsoberfläche fest.

Die Prüfung wird gewöhnlich an in einer festgelegten Atmosphäre konditionierten Messproben durchgeführt.

Die Prüfung ist auf die meisten Geokunststoffe anwendbar, aber besonders für geosynthetische Erosionsschutzprodukte geeignet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 13286-2, *Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische — Teil 2: Laborprüfverfahren zur Bestimmung der Referenz-Trockendichte und des Wassergehaltes — Proctorversuch*

EN ISO 9862, *Geokunststoffe — Probenahme und Vorbereitung der Messproben (ISO 9862)*

EN ISO 10318-1, *Geokunststoffe — Teil 1: Begriffe (ISO 10318-1)*

EN ISO 11074, *Bodenbeschaffenheit — Wörterbuch (ISO 11074)*

EN ISO 14688-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden — Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1)*

ISO 554, *Standard atmospheres for conditioning and/or testing — Specifications*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 10318-1, EN ISO 14688-1, EN ISO 11074 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp/ui>

3.1

Distrometer

optische Laserquelle, die einen parallelen Lichtstrahl erzeugt

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Messgerät bestimmt die Größe und Fallgeschwindigkeit von Regentropfen durch Messung der Signalmindernung, die durch das Fallen des Tropfens durch den Laserstrahl verursacht wird; Amplitude und Dauer des geminderten Signals werden verwendet, um die Größe bzw. Fallgeschwindigkeit des Tropfens abzuschätzen.

3.2

Prüfreihe

Prüfungswiederholungen mit jeweils mindestens einer Prüfung mit der und einer Prüfung ohne die Geokunststoff-Messprobe im Prüfkasten

3.3

N

Gesamtanzahl erfasster Regentropfen

3.4

n_i

Anzahl erfasster Regentropfen der Größenklasse i

3.5

D_{mean} [mm]

mittlerer Tropfendurchmesser

3.6

D_i [mm]

Tropfendurchmesser in der Mitte der Größenklasse i

3.7

D [mm]

äquivalenter Kugeldurchmesser der Regentropfen

3.8

v_{mean} [m/s]

mittlere Fallgeschwindigkeit

3.9

n_j

Anzahl erfasster Regentropfen der Fallgeschwindigkeitsklasse j

3.10

v_j [m/s]

Fallgeschwindigkeit in der Mitte der Fallgeschwindigkeitsklasse j

3.11

R [mm/h]

Regenintensität

3.12

$R(D_i)$ [mm/h]

Regenintensität für eine gegebene Tropfengrößenklasse i

3.13

A [m²]

Distrometer-Erfassungsbereich

3.14

KE [J/(m² mm)]

kinetische Energie des simulierten Regens

3.15

ρ [10^{-6} kg/mm³]
Wasserdichte

3.16

D_{LP} [mm]
erwarteter Wert des mittleren Tropfendurchmessers nach Laws und Parsons (1943)

3.17

KE_e [J/(m² mm)]
erwartete kinetische Energie nach Renard et al. (1997)

3.18

v_t [m/s]
Endgeschwindigkeit von Regentropfen in ruhender Luft

4 Kurzbeschreibung

Die Probe wird auf einem geneigten Stahlkasten positioniert, der mit dem festgelegten Boden gefüllt ist, wodurch eine Böschung simuliert wird. Über dem Böschungssimulator erzeugt ein Niederschlagssimulator Regen mit kontrollierten Eigenschaften für die festgelegte Dauer; die vom Regen erodierte Bodenmenge wird aufgefangen, getrocknet und gewogen. Die erodierte Bodenmenge ist ein Indexwert für die Fähigkeit des Produkts, eine Böschung gegen durch Niederschlag hervorgerufene Erosion zu schützen.

Die Prüfeinrichtung muss Niederschlag erzeugen können mit den folgenden erforderlichen Eigenschaften:

- Regenintensität R ;
- mittlerer Tropfendurchmesser D_{mean} ;
- mittlere Tropfengeschwindigkeit v_{mean} ;
- kinetische Energie KE .

5 Prüfeinrichtung

5.1 Böschungssimulator

Der Böschungssimulator besteht aus einem starren Kasten wie in Bild 1 dargestellt.

Der Kasten muss Mindestmaße aufweisen von 1,0 m Breite $\times$ 2,0 m Länge $\times$ 0,10 m Tiefe, mit einem Grenzabmaß von ± 5 mm.

Die Grundfläche des Kastens darf **keine** freie senkrechte Entwässerung durch das Bodenprofil und aus dem Kasten heraus zulassen; währenddessen muss der Boden im Kasten zurückgehalten werden.

Der untere Teil des Kastens muss dafür geeignet sein, Oberflächenabflusswasser von durch den Boden filtriertem Wasser zu trennen (siehe Bild 2).

Die Neigung des Kastens wird auf einen Normalwert von $1V/2H$, d. h. einen Winkel $\beta = 26,6^\circ$ zur Waagerechten, eingestellt.

Der Kasten muss in der Lage sein, die Neigung von der Waagerechten bis zum gewünschten Wert zu verändern (siehe Bild 2).

ANMERKUNG Der Kasten kann senkrecht so positioniert sein, dass sich der Mittelpunkt der Oberfläche in etwa 1,00 m Höhe über der Grundfläche befindet, wie in Bild 2 dargestellt.

5.2 Abfluss- und Sedimentauffangsystem

Das Auffangsystem für Abfluss und erodierten Boden schließt eine Auffangeinrichtung und Vorratstanks ein.

Die Auffangeinrichtung muss so hergestellt sein, dass sie den direkten Abfluss und den Infiltrierungsfluss in den getrennten Vorratstanks auffängt, wie in Bild 2 dargestellt, unter Verwendung entweder eines Dichtungsbahnabweisers, der durchgehend entlang der gesamten Unterkante des Kastens befestigt ist, oder jedes anderen geeigneten Verfahrens. Der Infiltrierungsfluss darf frei in den dafür vorgesehenen Vorratstank strömen, oder ein spezifisches Auffang- und Umleitungssystem kann eingerichtet werden.

Die Auffangbehälter müssen gegen den Niederschlag abgeschirmt sein, d. h. kein Niederschlag darf direkt in die Behälter fallen.

Ein Geovliesstoff mit einer charakteristischen Öffnungsweite kleiner oder gleich 75 µm muss oberhalb der Auffangbehälter für den erodierten Boden angebracht werden, während Wasserfluss in die Behälter zugelassen wird, wie in Bild 2 dargestellt. Die Geotextilstücke müssen vor der Prüfung getrocknet und gewogen werden.

5.3 Niederschlagssimulator

5.3.1 Allgemeines

Der Niederschlagssimulator muss so ausgelegt sein, dass die erforderlichen Eigenschaften des Niederschlags erreicht werden, d. h. Regenintensität R ; mittlerer Tropfendurchmesser D_{mean} ; mittlere Tropfengeschwindigkeit v_{mean} ; kinetische Energie KE .

Bild 3, Bild A.1, Bild A.2 und Bild A.3 zeigen eine typische Anordnung eines Niederschlagssimulators.

ANMERKUNG 1 Der Niederschlagssimulator umfasst gewöhnlich ein Aufhängungssystem, Rohrleitungen, Sprinklerdüsen und druckbeaufschlagte Systeme, die einen Größenbereich von Regentropfen bereitstellen und natürlichen Niederschlag unter Verwendung von Ventilen und Druckmessgeräten für die Regelung möglichst genau replizieren.

Die Sprinklerdüsen können einzelne Vollkegeldüsen mit einem Sprühwinkel von 120° sein, um die natürliche Größe und Verteilung von Regentropfen nachzubilden. Mindestens eine Düse ist erforderlich, um die Prüffläche von 1 m × 2 m abzudecken.

ANMERKUNG 2 Zusätzliche Düsen können erforderlich sein, um gleichmäßigen Niederschlag über die gesamte Prüffläche sicherzustellen.

ANMERKUNG 3 Am Einlassrohr können ein Durchflussregelventil und ein Druckmessgerät angebracht sein, die in der Lage sind, einen gleichmäßigen Betriebsdruck und die eingestellte Regenintensität aufrechtzuerhalten.

Eine erste Abschätzung der Gleichmäßigkeit des Niederschlags und der vollständigen Abdeckung der Prüffläche ist vorzunehmen, und Prüfungen zur Einstellung des Abstands zwischen dem Niederschlagserzeugungssystem und dem Mittelpunkt der Böschung sind durchzuführen.

ANMERKUNG 4 Die Verwendung eines Gitters (oder mehrerer Gitter, sofern erforderlich) kann die Verteilung der Tropfen verbessern und auch deren Größe und kinetische Energie erhöhen (Peixeira Carvalho, 2004). Die Gitter können aus Kunststoff, nichtrostendem Stahl, Aluminium oder jedem anderen geeigneten Werkstoff hergestellt sein. Bei Einsatz

von Gittern beträgt deren senkrechter Abstand zu den Düsen 200 mm. Dieser Abstand kann jedoch angepasst werden, um die erforderliche mittlere Tropfengröße und kinetische Energie zu erhalten.

ANMERKUNG 5 Hinsichtlich einer Verringerung der Anlagenhöhe hat die Erfahrung gezeigt, dass durch geeignete Einstellung der Abstand zwischen den Düsen oder dem untersten Gitter und dem Mittelpunkt der auf dem Boden im Böschungssimulator aufgelagerten Probe auf einen typischen Mindestwert von 2,50 m reduziert werden kann, die Einhaltung aller erforderlichen Niederschlagseigenschaften vorausgesetzt.

5.3.2 Wasserquelle

Jede Wasserquelle ist geeignet, sofern sie keinerlei schädliche Stoffe enthält (z. B. gelöste Feststoffe, Sand, Staub), welche den Betrieb des Niederschlagssimulators beeinträchtigen könnten.

5.4 Distrometer

Die simulierte Regenintensität sowie die Geschwindigkeit und Größe der Tropfen müssen mittels Laser-Niederschlagsüberwachungsgerät (LPM, en: Laser Precipitation Monitor) oder Distrometer gemessen werden.

ANMERKUNG Andere Verfahren oder Messgeräte können verwendet werden, sofern deren Leistung der des Distrometers entspricht.

Das Messgerät selbst – oder ein daran angeschlossener und mit spezifischer Software ausgestatteter Rechner – muss in der Lage sein, Statistiken (Verteilung, Mittelwert, Varianz usw.) der Geschwindigkeit und Größe von Regentropfen zu liefern sowie die auf der waagerechten Messebene des Distrometers erzielte Regenintensität und kinetische Energie zu berechnen.

Andere Verfahren sind zulässig, sofern sie mindestens die erforderlichen Parameter der Regenintensität, des mittleren Tropfendurchmessers, der mittleren Tropfengeschwindigkeit und der kinetischen Energie KE mit der vorgeschriebenen Messunsicherheit ergeben.

6 Boden

Der Prüfboden muss als sehr erodierbarer Boden definiert sein.

Das Bodengemisch für die Standardprüfung muss Folgendem entsprechen:

- Ton (Korngröße kleiner oder gleich 0,002 mm): 10 % bis 14 %;
- Schluff (Korngröße im Bereich 0,002 mm bis 0,050 mm): 24 % bis 28 %;
- Sand (Korngröße im Bereich 0,050 mm bis 2,0 mm): 58 % bis 62 %.

Die Ziel-Gradationskurve für diesen Bodentyp ist in Bild 4 dargestellt.

Der Ziel-Plastizitätsindex (PI) des Bodens muss etwa 4,5 betragen.

Der Prüfboden muss entsprechend dem Prüfverfahren nach EN 13286-2 in zwei Lagen von jeweils 50 mm in den Kasten eingebracht und auf 90 % der Standard-Proctordichte verdichtet werden.

ANMERKUNG Andere Bodentypen können für andere als die Standardprüfungen verwendet werden, wie in Anhang B angegeben.