

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau



**Merkblatt
über
die Anwendung von Geokunststoffen
im Erdbau des Straßenbaus**

M Geok E

R2

Ausgabe 2016

Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau Arbeitsausschuss Geokunststoffe

Leiter: BDir. Dipl.-Ing. Albert Lippert, München

Mitarbeiter: BDir. Dipl.-Ing. Stefan Arzberger, Würzburg
Dipl.-Ing. Karl-Heinz Blume, Overath
Dipl.-Ing. Gerhard Bräu, München
Dipl.-Ing. Alexander Cejka, Hamburg
Dipl.-Ing. Romain Diederich, Luxemburg (L)
Henning Ehrenberg, Espelkamp-Fiestel
Dr. agr. Frank Flügge, Rostock
RDir. Dipl.-Ing. Roderich Hillmann, Bergisch Gladbach
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Krist, München
Prof. Dr.-Ing. Almut Lottmann-Löer, Coburg
Dr.-Ing. Martin Magnus, Leipzig
Dipl.-Ing. Peter Mohr, München
Prof. Dr.-Ing. Jochen Müller-Rochholz, Münster
Dipl.-Ing. Howard Murray, Egelsbach
Prof. Dr.-Ing. Matthias Nimmesgern, Würzburg
Dr.-Ing. Jan Retzlaff, Weimar
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Fokke Saathoff, Rostock
RDir. Dr.-Ing. Hartmut F. Schröder, Berlin
Ltd. RBD Dipl.-Ing. Jens Sommerburg, Lübeck
Dipl.-Ing. Wolfgang Vogel, München
Dipl.-Ing. Norbert Wagner, Dietzenbach
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Weisemann, Dresden
Dipl.-Ing. (FH) Ralf Ziegler, Nürnberg

Vorbemerkung

Das „Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus“ (M Geok E), Ausgabe 2016, ist von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen im Arbeitsausschuss „Geokunststoffe“ (Leiter: BDir. Dipl.-Ing. Albert Lippert) aufgestellt worden. Es ist unter Einarbeitung der europäischen und internationalen Normung und der Erfahrung, die mit den beschriebenen Bauweisen in den letzten Jahren gesammelt wurden, eine Fortschreibung des „Merkblattes über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues (M Geok E) mit den Checklisten für die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaues (C Geok E)“, Ausgabe 2005, erfolgt und ersetzt dieses.

Inhaltsübersicht

	Seite
1 Allgemeines	9
2 Begriffe	10
2.1 Allgemeines	10
2.2 Geotextilien	11
2.2.1 Vliesstoffe	11
2.2.2 Gewebe	11
2.2.3 Maschenwaren	11
2.3 Geogitter	12
2.3.1 Gewebte Geogitter	12
2.3.2 Kettengewirkte (geraschelte) Geogitter	12
2.3.3 Gestreckte Geogitter	12
2.3.4 Gelegte Geogitter	12
2.3.5 Bänder und Stäbe	12
2.4 Dichtungsbahnen	13
2.4.1 Kunststoffdichtungsbahnen	13
2.4.2 Geosynthetische Tondichtungsbahnen	13
2.4.3 Quellmitteldichtungsbahnen	13
2.5 Verbundstoffe	13
3 Technische Eigenschaften	14
3.1 Allgemeines	14
3.2 Rohstoffe	14
3.3 Produktarten	15
3.3.1 Vliesstoffe	15
3.3.2 Gewebe	16
3.3.3 Maschenwaren	16
3.3.4 Geogitter	16
3.3.5 Dichtungsbahnen	16
3.3.6 Verbundstoffe	17
3.4 Alterungsbeständigkeit	17
4 Anwendungsgebiete	18
4.1 Allgemeines	18
4.2 Geotextilien als Trennschicht unter Schüttungen	18
4.2.1 Aufgabe	18
4.2.2 Beispiele	19
4.2.3 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung	21
4.2.3.1 Hinweise zur Auswahl	21
4.2.3.2 Hinweise zur Verarbeitung	21
4.2.3.3 Hinweise zur Ausschreibung	22

	Seite
4.3 Geotextilien als Filter bei Entwässerungsaufgaben	23
4.3.1 Aufgabe	23
4.3.2 Beispiele	23
4.3.2.1 Filter bei Entwässerungsaufgaben	24
4.3.2.2 Trennschichten und Filter in Erdbauwerken	26
4.3.3 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung	27
4.3.3.1 Hinweise zur Auswahl	27
4.3.3.2 Hinweise zur Verarbeitung	27
4.3.3.3 Hinweise zur Ausschreibung	27
4.4 Geotextilien und Verbundstoffe zur Entwässerung	28
4.4.1 Beispiele	28
4.4.1.1 Entwässerung im Erdbau	28
4.4.1.2 Bauwerksentwässerung	32
4.4.2 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung	32
4.4.2.1 Hinweise zur Auswahl	32
4.4.2.2 Hinweise zur Verarbeitung	32
4.4.2.3 Hinweise zur Ausschreibung	33
4.5 Geotextilien und Geogitter als Bewehrung in Erdbauwerken	35
4.5.1 Aufgabe	35
4.5.2 Beispiele	35
4.5.2.1 Bewehrung unter Dämmen	35
4.5.2.2 Bewehrung in Straßen mit ungebundenem Oberbau und bei Bodenaustausch	40
4.5.2.3 Bewehrung der Böschung von Erdkörpern	41
4.5.2.4 Bewehrung von Stützkonstruktionen	44
4.5.2.5 Bewehrte Gründungspolster	49
4.5.2.6 Bewehrung böschungspareller Gleitflächen ...	49
4.5.3 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung	50
4.5.3.1 Hinweise zur Auswahl	50
4.5.3.2 Hinweise zur Verarbeitung	51
4.5.3.3 Hinweise zur Ausschreibung	53
4.6 Geotextilien und Verbundstoffe beim Erosionsschutz ..	55
4.6.1 Beispiele	55
4.6.1.1 Schutz von Böschungsflächen	55
4.6.1.2 Erosionsschutz von Böschungen an Gewässern mit geotextilen Schutz- und Filterschichten	57
4.6.2 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung	60
4.6.2.1 Schutz von Böschungsflächen	60
4.6.2.2 Erosionsschutz an Gewässern	61

	Seite
4.7 Schutz von Bauelementen	64
4.7.1 Beispiele	64
4.7.1.1 Schutz von Dichtungsbahnen	64
4.7.1.2 Schutz der Dichtungsaufstriche an Bauwerken ..	65
4.7.2 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung	65
4.7.2.1 Hinweise zur Auswahl	65
4.7.2.2 Hinweise zur Verarbeitung	65
4.7.2.3 Hinweise zur Ausschreibung	66
4.8 Abdichtungen mit Dichtungsbahnen	67
4.8.1 Aufgabe	67
4.8.2 Beispiele	67
4.8.3 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung	69
4.8.3.1 Hinweise zur Auswahl	69
4.8.3.2 Hinweise zur Verarbeitung	70
4.8.3.3 Hinweise zur Ausschreibung	72
5 Hinweise zur Bemessung	73
5.1 Bemessung bewehrter Bodensysteme	73
5.1.1 Allgemeines	73
5.1.2 Beispiele bewehrter Bodensysteme	73
5.1.2.1 Erhöhung der Sicherheit eines Dammes gegen Geländebruch	73
5.1.2.2 Bewehrung einer direkt befahrenen Schüttung ..	74
5.1.2.3 Bewehrung von Böschungen und Stützkonstruktionen	74
5.1.2.4 Bewehrung über Pfählen oder pfahlähnlichen Traggliedern	75
5.1.2.5 Bewehrung über Erdfällen und Bergsenkungsgebieten	76
5.1.2.6 Bewehrung böschungspareller Gleitflächen ...	76
5.1.3 Anforderungen an die Bewehrung	77
5.2 Bemessen von geotextilen Filtern und Dränsystemen ..	79
5.2.1 Allgemeines	79
5.2.2 Auslegung von geotextilen Filtern (mechanische Filterwirksamkeit – Bodenrückhaltevermögen)	80
5.2.3 Beurteilung der zu entwässernden Böden	82
5.2.4 Auslegung von geotextilen Filtern: Hydraulische Filterwirksamkeit – Wasserdurchlässigkeit	82
5.2.5 Bemessung von geotextilen Dränsystemen (Dränmatten)	83
6 Prüfverfahren	85
6.1 Allgemeines	85
6.2 Masse pro Flächeneinheit von Geokunststoffen und Gitterabmessungen	85

	Seite
6.3 Dicke von Geokunststoffen	86
6.4 Höchstzugkraft und Höchstzugkraftdehnung der Geokunststoffe	86
6.4.1 Allgemeines	86
6.4.2 Breiter Streifen	86
6.4.3 Schmalere Streifen	87
6.4.4 Dichtungsbahnen	87
6.5 Naht-/Verbindungsprüfung	87
6.6 Verhalten von Geokunststoffen gegen Durchdrücken: Stempeldurchdrückkraft	87
6.7 Verhalten von Geotextilien bei Fallbeanspruchung: Kegelfallversuch	87
6.8 Scherverhalten von Geokunststoffen	87
6.8.1 Reibungsbeiwert Produkt – Boden	87
6.8.2 Reibungsbeiwert Produkt – Produkt	88
6.8.3 Herausziehwiderstand	88
6.9 Zeitstandverhalten von Geotextilien und Geogittern (Kriechen und Zeitstandfestigkeit)	88
6.9.1 Dauerzugbeanspruchung	88
6.9.2 Dickenänderung unter Dauerlast	89
6.10 Beschädigung von Geotextilien und Geogittern beim Einbau	90
6.11 Schutzwirksamkeit	91
6.12 Charakteristische Öffnungsweite von Geotextilien ...	91
6.13 Wasserdurchlässigkeit normal zur Fläche von Geokunststoffen	91
6.13.1 Geotextilien	91
6.13.2 Dichtungsbahnen	92
6.14 Wasserableitvermögen in der Ebene von Geotextilien	92
6.15 Beständigkeit	92
6.16 Witterungsbeständigkeit von Geokunststoffen	93
6.17 Berstdruckfestigkeit von Dichtungsbahnen	93
6.18 Weiterreißfestigkeit von Kunststoffdichtungsbahnen	93
6.19 Biegeverhalten von Kunststoffdichtungsbahnen bei Kälte	93
6.20 Maßänderung von Kunststoffdichtungsbahnen	93
6.21 Spannungsrissbeständigkeit von Kunststoffdichtungsbahnen	93

	Seite
6.22 Beständigkeit von Dichtungsbahnen gegen Auslaugen	94
6.23 Beständigkeit von Tondichtungsbahnen gegen Nass-/Trockenwechsel	94
6.24 Beständigkeit von Tondichtungsbahnen gegen Frost-Tau-Wechsel	94
6.25 Beständigkeit von Dichtungsbahnen gegen Durchwurzelung	94
6.26 Bestimmung der inneren Scherfestigkeit und der Verbundfestigkeit von Tondichtungsbahnen	94
6.26.1 Innere Scherfestigkeit	94
6.26.2 Verbundfestigkeit	94
6.27 Quellvolumen der Tonfüllung von Tondichtungsbahnen	94
6.28 Montmorillonitgehalt der Tonfüllung von Tondichtungsbahnen	95
6.29 Umweltunbedenklichkeit der Geokunststoffe	95
6.30 Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK)	95
7 Hinweise zur Auswahl	96
7.1 Vorgehen bei der Produktauswahl	96
7.2 Mechanische Eigenschaften	96
7.2.1 Masse pro Flächeneinheit	96
7.2.2 Dicke	96
7.2.3 Zugfestigkeit und Dehnung	96
7.2.4 Verhalten unter Dauerlast (Kriechen und Zeitstandfestigkeit)	98
7.2.5 Reibung Produkt – Boden und Produkt – Produkt	98
7.2.6 Robustheit gegen mechanische Beanspruchung bei Einbau und Baubetrieb	98
7.2.6.1 Einbaubeschädigung bei Trennen, Filtern und Schützen: Geotextilrobustheitsklassen (GRK) ...	99
7.2.6.2 Einbaubeschädigung bei Bewehrungsaufgaben – Abminderungsfaktoren	101
7.2.6.3 Schutz von Dichtungsbahnen	101
7.3 Hydraulische Eigenschaften	102
7.3.1 Filterparameter	102
7.3.2 Abflussleistung von Dränelementen	102
7.4 Beständigkeit	102
7.4.1 Langzeitbeständigkeit/Dauerhaftigkeit	102
7.4.1.1 Allgemeines	102
7.4.1.2 Vorgesehene Nutzungsdauer bis 5 Jahre	103

	Seite
7.4.1.3 Vorgesehene Nutzungsdauer bis 25 Jahre, bis 50 Jahre, bis 100 Jahre	103
7.4.1.4 Weitere Vorgaben	103
7.4.2 Witterungsbeständigkeit	104
7.4.3 Beständigkeit gegen mikrobiologische Angriffe	104
7.5 Feststellung der mechanischen Beanspruchung durch Schüttmaterial und Baubetrieb	104
7.5.1 Trennschichten, Filter und Schutzlagen	104
7.5.2 Berücksichtigung der Beschädigung beim Einbau und durch den Baubetrieb bei Bewehrungen	107
7.6 Abdichtung	108
7.7 Umweltunbedenklichkeit der Geokunststoffe	108
8 Hinweise zur Vertragsgestaltung	110
8.1 Allgemeines	110
8.2 Angaben zu dem Produkt	110
8.3 Prüfungen zur Qualitätssicherung	110
8.3.1 Erklärung der Eignung	110
8.3.2 Eigenüberwachungsprüfungen	110
8.3.3 Kontrollprüfungen	111
8.3.3.1 Vorgehensweise	111
8.3.3.2 Möglichkeit einer vereinfachten Identifikation auf der Baustelle	112
8.3.3.3 Folgerungen bei einer abzulehnenden Lieferung	112
8.3.4 Zusätzliche Kontrollprüfungen	113
Anhänge	114
Anhang A 1 Baustoffeingangsprüfung und freiwillige Güteüberwachung mit Produktprüfung	114
A 1.1 Baustoffeingangsprüfung	114
A 1.2 Freiwillige Güteüberwachung der Produktion mit Produktprüfung	116
Anhang A 2 Abkürzungen	122
Anhang A 3 Literaturverzeichnis und Technische Regelwerke	125
Anhang A 4 Geokunststoffe – Bericht über Baustellen- bedingungen und Probenahme	136
A 4.1 Beschreibung der Baumaßnahme	136
A 4.2 Beschreibung des gelieferten Produkts	137
A 4.3 Beschreibung der Baustellenbedingungen	138
A 4.4 Probenahme	139
A 4.5 Schlussbericht	140

1 Allgemeines

Dieses Merkblatt enthält Angaben über die Anwendungsmöglichkeiten für Geokunststoffe im Erdbau und in Entwässerungsanlagen des Straßenbaus.

Bewehrungselemente aus Stahl werden nicht behandelt. Diese werden im „Merkblatt über Stützkonstruktionen aus stahlbewehrten Erdkörpern“, (M SASE) behandelt.

Die mitgeltenden Regelwerke und Normen von FGSV, BAST, DWA (früher DVWK), DGGT, DIBt, BAM, BAW, BSI, DVS und DIN sind im Anhang A 3 zusammengestellt.

Geokunststoffe nach diesem Merkblatt müssen eine CE-Kennzeichnung besitzen. Diese Kennzeichnung kann nach der Bauproduktenverordnung/Construction Products Regulation (CPR) auf Grundlage harmonisierter Normen oder einer europäischen technischen Bewertung/European Technical Assessment (ETA) erfolgen.

Die Anforderungswerte an die Geokunststoffe enthalten die Streuungen aus Probenahme, Prüffehler und arbeitsbedingten Unregelmäßigkeiten. Sie beziehen sich auf das 5 %-Mindest- oder 5 %-Höchstquantil, entsprechend dem charakteristischen Wert, der sich aus der Angabe des Herstellers in der Leistungserklärung/Declaration of Performance (DoP) gemäß Bauproduktenverordnung/Construction Products Regulation (CPR) als Mittelwert minus bzw. plus Streuung (95 %-Toleranzwert der Produktion) aus der Produktionsüberwachung ergibt (DIN EN 13249 ff). Abweichend hiervon wird die Anforderung an die Charakteristische Öffnungsweite O_{90} von Filtern wegen eines hohen Vergleichsstreubereiches der Prüfung nach DIN EN ISO 12956 auf den Mittelwert bezogen.

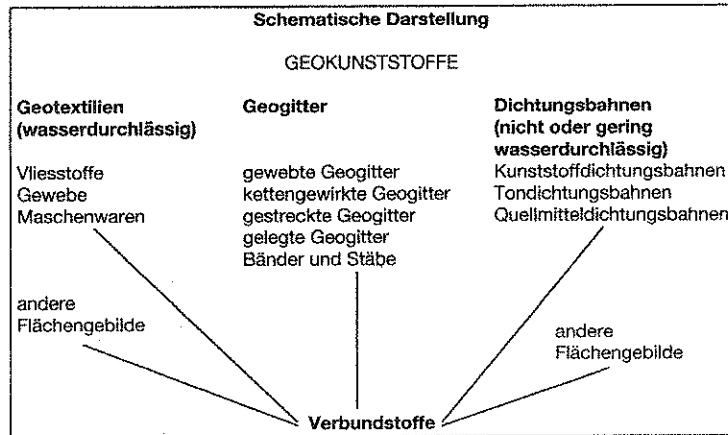
In diesem Merkblatt sind die deutschen, europäischen und internationalen Normen entsprechend ihrem Bearbeitungsstand berücksichtigt.

Merkblätter sind nach ihrem hauptsächlichen (primären) Verwendungszweck weder als Vertragsgrundlage noch als Richtlinie geeignet. Nach ihrem sekundären Verwendungszweck können Merkblätter auszugsweise oder umgestaltet auch als Vertragsbestandteil von Bau-, Liefer-, und Ingenieurverträgen verwendet werden (siehe ARS Nr. 26/1980 „Grundsätze für das Aufstellen Technischer Regelwerke für das Straßenwesen – Arten und Inhalt“).

2 Begriffe

2.1 Allgemeines

Geokunststoffe im Sinne dieses Merkblattes sind Geotextilien und geotextilverwandte Produkte und Dichtungsbahnen, die vollständig oder zu wesentlichen Teilen aus polymeren Werkstoffen hergestellt sind und die im Erdbau und in Entwässerungsanlagen des Straßenbaus eingesetzt werden.



Weitere Begriffe und Definitionen sind in der DIN EN ISO 10318 geregelt.

Geotextilien sind wasserdurchlässige Vliesstoffe, Gewebe und Kettengewirke (Maschenwaren).

Geogitter sind aus synthetischen Fasern, Garnen oder aus Kunststoffen hergestellte Gitterstrukturen mit Öffnungsweiten über 10 mm. Man unterscheidet:

- gewebte Geogitter
- kettengewirkte (geraschelte) Geogitter
- gestreckte Geogitter
- gelegte Geogitter
- Bänder und stabförmige Elemente.

Dichtungsbahnen sind flächige Produkte, die wasserundurchlässig (Kunststoffdichtungsbahnen (GBR-P)) oder gering wasserdurchlässig sind (geosynthetische Tondichtungsbahnen (GBR-C), „Bentonitmatten“, im Weiteren als Tondichtungsbahnen bezeichnet sowie Quellmitteldichtungsbahnen (QDB), „Quellvliese“).

Anmerkung: Die sonst gebräuchliche Abkürzung KDB für Kunststoffdichtungsbahnen wird aufgrund der europäischen Normung zur CE-Kennzeichnung (DIN EN 10318) jetzt durch GBR-P (polymeric geosynthetic barrier) ersetzt. Die Abkürzung GTD für Geosynthetische Tondichtungsbahnen, bekannt auch als „Bentonitmatten“, wird entsprechend durch GBR-C ersetzt.

In **Verbundstoffen** sind zwei oder mehrere Geokunststoffe miteinander kombiniert.

Geotextilverwandte Produkte sind wasserdurchlässige Produkte, die nicht den Geotextilien zuzuordnen sind (Geogitter und Verbundstoffe).

Der Sammelbegriff **Produkt** wird bei Aussagen verwendet, die die Gesamtheit der in diesem Merkblatt unter den Abschnitten 2.2 bis 2.5 behandelten Produkte betreffen.

2.2 Geotextilien

2.2.1 Vliesstoffe

Vliesstoffe entstehen durch die Verfestigung von Vliesen (Matten) aus flächhaft aufeinander abgelegten:

- Filamenten (endlosen Fasern): Filamentvliesstoffe oder
- 3 cm bis 15 cm langen Spinnfasern (Stapelfasern): Spinnfaservliesstoffe.

Die Verfestigung kann erfolgen:

- mechanisch (z. B. durch Vernadeln oder Vernähen) und/oder
- kohäsiv (z. B. durch thermische Einwirkung) und/oder
- adhäsiv (z. B. durch Bindemittel).

2.2.2 Gewebe

Gewebe bestehen aus sich kreuzenden Fadensystemen (Kette und Schuss). Sie unterscheiden sich durch:

- die Art der Garne (Spinnfasergarne, Multifilamentgarne, Zwirne, Monofilamente, Folienbändchen und Spleißgarne)
- ihre Verwebung – auch Bindung genannt – z. B. Leinwand-, Panama- und Köperbindung
- die Anzahl der Fäden je Längeneinheit.

Gegebenenfalls werden die Kreuzungspunkte zusätzlich verfestigt.

2.2.3 Maschenwaren

Maschenwaren sind Geotextilien, die durch Verschlingen oder Vermaschen von Garnen, Fasern, Filamenten oder anderen Elementen hergestellt werden (Fadenlagennähgewirke, Kettenwirkwaren, Raschelware).

2.3 Geogitter

2.3.1 Gewebte Geogitter

Gewebte Geogitter sind Gewebe mit Öffnungen über 10 mm; sie sind meist zusätzlich mit einer Polymerumhüllung ausgerüstet.

2.3.2 Kettengewirkte (geraschelte) Geogitter

Kettengewirkte (geraschelte) Geogitter sind Maschenwaren mit Öffnungen über 10 mm; sie sind meist zusätzlich mit einer Polymerumhüllung ausgerüstet.

2.3.3 Gestreckte Geogitter

Gestreckte Geogitter werden extrudiert oder aus Kunststoffbahnen hergestellt. Die Bahnen oder extrudierten Gitter werden in einer oder beiden Richtung/en (längs und quer) gestreckt.

2.3.4 Gelegte Geogitter

Gelegte Geogitter im Sinne dieses Merkblattes werden aus extrudierten und gestreckten Streifen oder aus ummantelten Garnlagen gemäß Abschnitt 2.3.5 hergestellt. Dafür werden diese kreuzweise gelegt und an den Kreuzungsstellen verbunden.

2.3.5 Bänder und Stäbe

Bänder und Stäbe sind geogitterähnliche Produkte, bestehend z. B.:

- aus gewebten oder gewirkten Streifen
- aus extrudierten und gestreckten Kunststoffelementen
- aus nebeneinander in einer Ebene angeordneten Garnlagen
- aus gebündelten Garnlagen, die durch Polymerumhüllung fixiert werden.

2.4 Dichtungsbahnen

2.4.1 Kunststoffdichtungsbahnen

Kunststoffdichtungsbahnen (GBR-P) werden durch Extrusion von Polymerformmassen hergestellt.

2.4.2 Geosynthetische Tondichtungsbahnen

Geosynthetische Tondichtungsbahnen (GBR-C) „Bentonitmatten“, im Folgenden als Tondichtungsbahnen bezeichnet, bestehen aus zwei Geotextillagen mit einer Füllung aus abdichtenden Tonen zwischen ihnen. Der Verbund wird durch Vernadelung oder Vernähung der Deck- und Trägergeotextilien erreicht.

2.4.3 Quellmitteldichtungsbahnen

Quellmitteldichtungsbahnen (QDB), „Quellvliese“, sind Vliesstoffe, die mit einem abdichtenden, polymeren Quellmittel ausgerüstet sind. Es handelt sich um Produkte über deren Anwendung es bisher wenig Praxiserfahrung gibt.

Der Einsatz von Quellmitteldichtungsbahnen ist nur in Verbindung mit einem Prüfzeugnis über die Funktionsfähigkeit in dem für den Anwendungsfall vorgesehenen Zeitraum zulässig.

2.5 Verbundstoffe

Verbundstoffe bestehen aus in der Fläche miteinander verbundenen Vliesstoffen, Geweben, Geogittern, Dichtungsbahnen und/oder anderen Flächengebilden.

Einen typischen Verbundstoff stellen Dränmatten (Dränverbundstoffe) dar, die aus einem wasserwegsamem Kern (Sickerschicht) und ein- oder beidseitig angeordneten geotextilen Filtern bestehen. Anstelle eines Filters kann auch eine Kunststoffdichtungsbahn zum Einsatz kommen.

3 Technische Eigenschaften

3.1 Allgemeines

Die Eigenschaften der Produkte sind durch ihre Komponenten und deren Anordnung sowie durch die verwendeten Rohstoffe gegeben. Weiterhin bestimmend sind die Art und Verfestigung bzw. Bindung der Fasern und Garne, die Ausbildung der Kreuzungspunkte sowie die Oberflächenstruktur.

3.2 Rohstoffe

Zurzeit sind folgende Faser-, Garn- und Gitterrohstoffe gebräuchlich:

- Aramid (AR)
- Polyamid (PA)
- Polyethylen (PE)
- Polyester, vornehmlich als Polyethylenterephthalat (PET)
- Polypropylen (PP)
- Polyvinylalkohol (PVA).

Polyethylen und Polypropylen werden als Polyolefine bezeichnet.

Zur Sicherstellung produktspezifischer Eigenschaften oder zur Unterstützung bei der Fertigung können weitere Zusätze (Additive und Ausrüstungen) enthalten sein (z. B. Stabilisatoren, Avivagen). Ferner werden Umhüllungen aus Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE) oder Bitumen eingesetzt.

Als Rohstoffe für polymere Dichtungsbahnen (GBR-P) sind derzeit vor allem gebräuchlich:

- Polyethylen hoher oder niedriger Dichte (PEHD oder PELD)
- flexibles Polypropylen (FPP).

Weitere Rohstoffe sind verrottbare Naturprodukte wie Flachs, Hanf, Jute oder Kokos, die in Produkten zum Schutz von zu begrünenden Flächen angewandt werden.

In Tondichtungsbahnen werden quellfähige Tone als Natriumbentonite oder als Calciumbentonite granuliert oder als Pulver in einer Menge von typisch 4 kg/m² bis 10 kg/m² eingesetzt.

Als Quellmittel in Quellmitteldichtungsbahnen werden derzeit Acrylate eingesetzt.

Eine generelle Bestimmung der verwendeten polymeren Rohstoffe ist mit der Dynamischen Differenzkalorimetrie (DDK) (Differential-Scanning-Kalorimetrie DSC) möglich (Abschnitt 6.30).

Bei den genannten Rohstoffen kann davon ausgegangen werden, dass sie Boden und Wasser nicht mit Schadstoffen belasten. Wasserlösliche oder/und wasserauswaschbare Zusätze, die bei der Herstellung aufgebracht werden (z. B.: Avivagen, Stabilisatoren und Konservierungsstoffe für Avivagen, Füllstoffe, Weichmacher, Acrylatzusätze in Bentoniten) müssen unter Angabe der Art und des Mengenanteils in der Produktbeschreibung (Abschnitt 8.2) aufgeführt werden. Das Sicherheitsdatenblatt für diese Zusätze ist beizufügen. Diese Stoffangaben können entfallen, wenn eine Unbedenklichkeitsbescheinigung auf Grundlage der Prüfwerte der Tabelle 11 vorgelegt wird (Prüfmethode und Grenzwerte siehe Abschnitte 6.29 und 7.7).

3.3 Produktarten

3.3.1 Vliesstoffe

Vliesstoffe werden überwiegend als Trennschicht und Filter, in bestimmten Anwendungen auch als Bewehrung eingesetzt. Bei Vliesstoffen mit regellos angeordneten Fasern (Wirrlage) sind die mechanischen Eigenschaften weitgehend richtungsunabhängig. Richtungsabhängigkeiten können durch teilgerichtete Ablage der Fasern oder Verstreckung der Vliesstoffe erzeugt werden.

Bei einer Zugbeanspruchung wird nur ein Teil der Fasern sofort gespannt, andere orientieren sich in Zugrichtung um. Daraus resultiert eine im Vergleich zu Geweben hohe Dehnbarkeit. Im eingebauten Zustand ist durch die Behinderung der Querkontraktion und die Einlagerung von Bodenteilchen die Dehnung in Zugrichtung deutlich herabgesetzt [1].

Vliesstoffe können sich in Abhängigkeit von ihrer Dehnbarkeit einer unebenen Unterlage gut anpassen. Sie folgen einer unregelmäßig geformten Grenzfläche zwischen einem nachgiebigen Untergrund und einer unterschiedlich einsinkenden, auch steinigen, Schüttung. Bei einem örtlichen Bruch, etwa beim Durchdrücken eines Steines, legen sich bei Vliesstoffen mit hoher Dehnbarkeit Fasern um die Steine herum. Das Gefüge des umgebenden Vliesstoffes wird nicht zerstört.

Die Reibung und Haftung zwischen Boden und Vliesstoff ist im Wesentlichen von der Wechselwirkung Boden/Oberflächenstruktur des Vliesstoffes und der großflächigen Anpassungsfähigkeit an die Unebenheit der Unterlage abhängig (Abschnitte 5.1 und 7.2.5).

Die filtertechnischen Eigenschaften sind durch die Charakteristische Öffnungsweite und die Wasserdurchlässigkeit wie folgt gekennzeichnet (Abschnitt 5.2):

- durch Zusammendrückung und Dehnung wird die Charakteristische Öffnungsweite nur unwesentlich verändert
- die Verringerung der Wasserdurchlässigkeit durch Auflast und durch Bodeneinlagerung ist bei der filtertechnischen Bemessung zu beachten.

Dicke Vliesstoffe können auch zur Abführung von Wasser in ihrer Ebene benutzt werden (Abschnitt 5.2.5).

3.3.2 Gewebe

Gewebe werden dort eingesetzt, wo eine bewehrende und/oder trennende Wirkung gefordert wird.

Die mechanischen Eigenschaften von Geweben sind geprägt durch die Anordnung der Fäden in Kett- und Schussrichtung und sind damit richtungsabhängig. Beim Zerreißen eines oder mehrerer Garne verliert das Gewebe in Garnrichtung einen Teil seiner Festigkeit.

Die Reibung und Haftung zwischen Boden und Gewebe ist im Wesentlichen von der Wechselwirkung Boden/Gewebestruktur und der großflächigen Anpassungsfähigkeit an die Unebenheit der Auflage abhängig (Abschnitte 5.1 und 7.2.5).

Die filtertechnischen Eigenschaften sind durch die Charakteristische Öffnungsweite und die Wasserdurchlässigkeit wie folgt gekennzeichnet (Abschnitt 5.2):

- ein Zusammendrücken beeinflusst die Filtereigenschaften kaum
- durch Dehnung können die Gewebeöffnungen verändert werden
- die Verringerung der Wasserdurchlässigkeit durch Auflast und Bodenkontakt ist bei der filtertechnischen Bemessung zu beachten.

3.3.3 Maschenwaren

Für den Einsatz im Erdbau sind aus der Gruppe der Maschenwaren die Kettenwirkwaren mit einem oder mehreren durchlaufenden geradlinigen Fadensystem/en geeignet, wenn Zugkräfte aufgenommen werden müssen. Die Kraftübertragung zum Boden und die filtertechnischen Eigenschaften entsprechen in der Regel denen von Geweben.

3.3.4 Geogitter

Geogitter werden vorwiegend zur Bewehrung in Böden eingesetzt. Die Kraftübertragung zwischen Boden und Geogitter geschieht durch Reibung. Darauf haben u. a. folgende Faktoren Einfluss: Rauigkeit, Maschengeometrie, Steg- und Knotenausbildung, Korngröße und -form des Bodens sowie Auflast.

3.3.5 Dichtungsbahnen

Kunststoffdichtungsbahnen sind gegenüber Wasser undurchlässig, während bestimmte Kohlenwasserstoffe aufgrund von Diffusionsvorgängen in geringen Mengen hindurchtreten können.

Tondichtungsbahnen haben entsprechend Art und Dicke ihrer Tonfüllung und ihrer Konstruktion eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit (Permittivität). Bei Zutritt von Wasser hydratisiert und quillt der Bentonit und bildet so die Sperrschicht. Das Quellvermögen wird durch Ionenaustauschvorgänge beeinflusst.

Durch Austrocknung oder durch Eislinnenbildung entstehen Risse, die sich bei anschließendem Wasserzutritt bzw. nach dem Auftauen wieder schließen können.

Eine Füllung mit Bentonit hat aufgrund der hohen Ionenaustauschkapazität ein gewisses Rückhaltevermögen für Schwermetalle.

3.3.6 Verbundstoffe

Verbundstoffe werden dort eingesetzt, wo die Eigenschaften ihrer einzelnen Komponenten gleichzeitig gefordert werden. Das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten bestimmt die technischen Eigenschaften der Verbundstoffe.

Bestimmte Verbundstoffe (Dränmatten) können zur Abführung von Wasser in ihrer Ebene benutzt werden (Abschnitt 5.2.5).

3.4 Alterungsbeständigkeit

Bei den derzeit eingesetzten Produkten aus synthetischen Rohstoffen kann von einer hohen Alterungsbeständigkeit ausgegangen werden, sofern sie die Einbauphase ohne die Funktion beeinträchtigende Schäden überstanden haben.

Rohstoffabhängig ist auf folgende unterschiedliche Empfindlichkeiten zu untersuchen (Abschnitt 7.4):

- bei allen Produkten auf Photooxidation (Bewitterung)
- bei PA (inklusive Aramid), PET und PVA auf die innere und äußere Hydrolyse (z. B. gegen starke Säuren und Alkalien)
- bei PA (inklusive Aramid), PE, PP, PVA und Elastomeren (einschließlich Kautschuke) auf oxidativen Angriff und die Extraktion bzw. Hydrolyse oder Photooxidation von Stabilisatoren
- bei PVC – weich u. a. auf den Verlust von Weichmachern
- bei Kunststoffdichtungsbahnen (GBR-P) und extrudierten Geogittern auf Spannungsrisse
- bei GBR-P auf mikrobiologische Angriffe, mit Ausnahme von PE (PEHD, PELD) und PP, die generell als beständig gegen Mikroorganismen gelten
- bei Dichtungsbahnen auf Durchwurzelung, aber GBR-P aus PE gelten generell als wurzelfest
- bei Tondichtungsbahnen auf die Wirkung von Austrocknung und Frost.

Zur Zeitstandfestigkeit, das heißt Reaktion auf Dauerspannung, siehe Abschnitte 5.1.3, 6.9 und 7.2.4.

Eine schädliche Veränderung der hydraulischen und filtertechnischen Eigenschaften kann durch eine sorgfältige Abstimmung der Filtereigenschaften des zu verwendenden Geotextils auf den angrenzenden Boden vermieden werden (Abschnitt 5.2).

4 Anwendungsgebiete

4.1 Allgemeines

Geokunststoffe werden im Erdbau verwendet zum:

- **Trennen:**
 - Trennschicht unter Schüttungen (Abschnitt 4.2)
- **Filtern:**
 - Filter bei Entwässerungsaufgaben (Abschnitte 4.3 und 5.2)
- **Entwässern:**
 - Drän bei Entwässerungsaufgaben (Abschnitte 4.4 und 5.2)
- **Bewehren:**
 - Bewehren von Erdbauwerken (Abschnitte 4.5 und 5.1)
 - Bewehren in Straßen mit ungebundenem Oberbau und bei Bodenaustausch (Abschnitte 4.5 und 5.1)
- **Schützen:**
 - Schützen von Böschungen und Begrünungsflächen gegen Erosion (Abschnitt 4.6)
 - Schützen von Bauelementen: Dichtungsschichten und -bahnen gegen Beschädigung (Abschnitt 4.7)
- **Abdichten:**
 - Abdichten von Rückhaltebecken und Wassergräben (Abschnitt 4.8)
 - Abdichten von Bauwerken gegen drückendes Grundwasser (Abschnitt 4.8)
 - Abdichtungen in Wasserschutzgebieten sind in den RiStWag behandelt
 - Abdichtungen als Teil einer technischen Sicherungsmaßnahme beim Einsatz von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen bei Erdbauwerken werden im MTS E behandelt.

Einige der oben genannten Funktionen treten in der Praxis regelmäßig in Kombination miteinander auf. Hinsichtlich der Bewertung der Geokunststoffe ist eine kombinierte Wirkung auf die jeweils geforderten Grundfunktionen zurückzuführen. Beispiele hierfür sind Verbundstoffe aus Vliesstoffen und Geogittern für die Funktionen Trennen, Filtern und Bewehren oder Dränmatten für die Funktionen Trennen, Filtern, Entwässern und Schützen.

4.2 Geotextilien als Trennschicht unter Schüttungen

4.2.1 Aufgabe

- Verhindern der Durchmischung einer grobkörnigen Schüttung mit einem feinkörnigen angrenzenden Boden
- Verhindern des lokalen Durchbrechens bei einer Schüttung auf wenig tragfähigem Untergrund

- Herstellen ausreichender Filterwirksamkeit zwischen übereinanderliegenden Schichten bei geringem, zeitlich begrenztem Wasserdurchtritt.

Trennen ist immer mit Filtern oder/und Bewehren verbunden und sollte bei der Festlegung von Anforderungen nie alleine betrachtet werden.

4.2.2 Beispiele

Erläuterungen zu den Zeichnungen:

Bei den folgenden Zeichnungen handelt es sich um Schemazeichnungen, die nicht als Regelzeichnungen zu verstehen sind.

Signatur für durchlässige Geokunststoffe: _____

Signatur für Dichtungsbahnen: _____

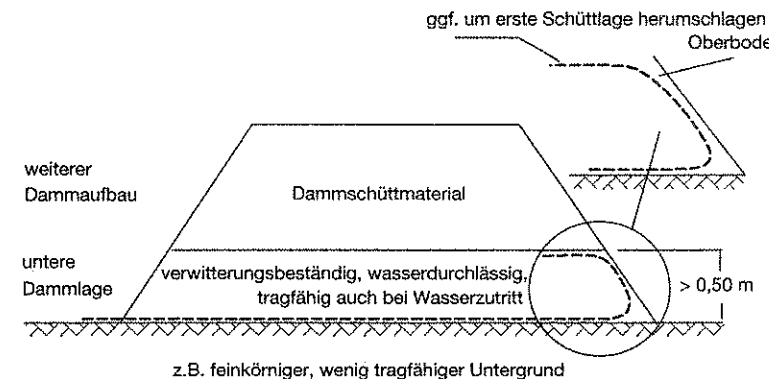


Bild 1: Trennschicht unter einem Damm

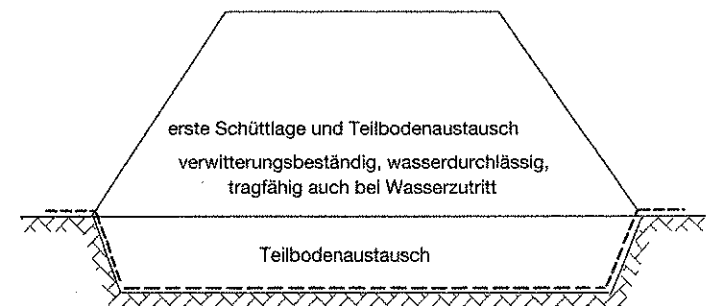


Bild 2: Trennschicht bei einem Teilbodenaustausch (siehe auch „Merkblatt über Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund“)

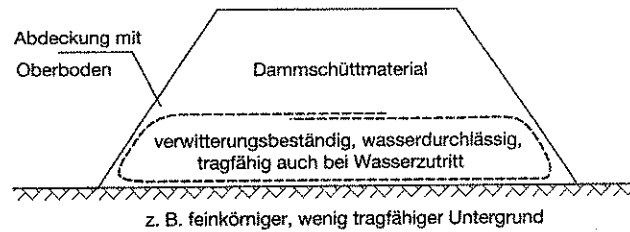


Bild 3: Trennschicht als Umhüllung eines Schüttkörpers bei fehlender Filterstabilität zwischen den übereinanderliegenden Schüttlagen und zum Oberboden: Trennschicht voll umgeschlagen

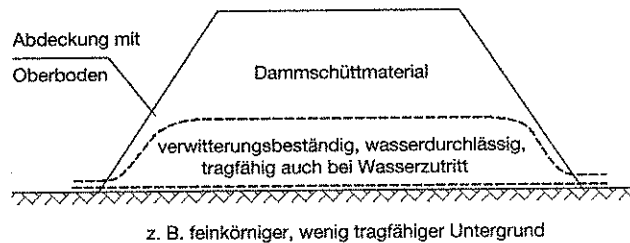


Bild 4: Trennschicht als Umhüllung eines Schüttkörpers bei fehlender Filterstabilität zwischen den übereinanderliegenden Schüttlagen und zum Oberboden: Schüttlage abgedeckt

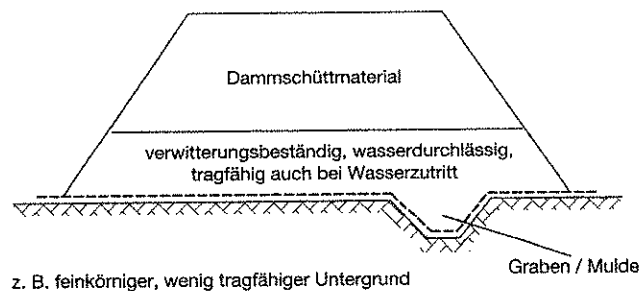


Bild 5: Trennschicht beim Auffüllen und Überschütten von Gräben und Mulden (wenn der Graben mit filterstabilem Material verfüllt wird, kann die Trennschicht über dem Graben durchgezogen werden)

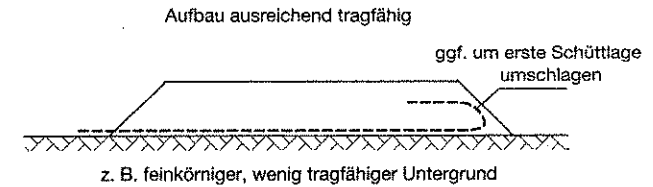


Bild 6: Trennschicht unter befestigten und unbefestigten Wegen (z. B. Baustraßen, Forstwege, Wirtschaftswege sowie Straßennebenflächen)

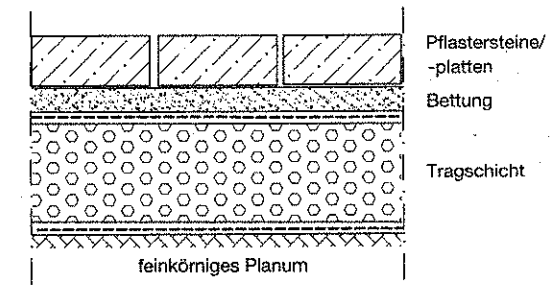


Bild 7: Trennschicht zwischen Pflasterbettung und offener Tragschicht sowie zwischen Tragschicht und feinkörnigem Untergrund/Unterbau bei Pflasterbefestigungen

4.2.3 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung

4.2.3.1 Hinweise zur Auswahl

Zum Einsatz kommen am häufigsten Vliesstoffe. Maßgebend für die Auswahl ist die Robustheit gegenüber der mechanischen Beanspruchung durch Schüttmaterial, Einbaubeanspruchung und Baubetrieb. Die Trennschicht muss auch bei Bodenkontakt wasserdurchlässig bleiben und mechanisch filterstabil zum Untergrund sein.

Anforderungen an das Schüttmaterial gemäß ZTV E-StB, wie Verdichtbarkeit, Frostbeständigkeit und Wasserableitvermögen sowie die Querschnittgestaltung nach Bauentwurf bleiben davon unberührt.

4.2.3.2 Hinweise zur Verarbeitung

Die Trennlagen sind quer zur Längsachse zu verlegen. Hierbei ist die Überlappung in Schüttrichtung auszuführen. Die Überlappung der einzelnen Bahnen und der seitliche Überstand am Böschungsfuß sollen mindestens 50 cm betragen. Bei Verwendung als Trennschicht bis zu einer Breite von 2 Bahnen ist Längsverlegung zulässig. Bei unebener Unterlage ist die Überlappung so weit zu vergrößern, dass nach der Überschüttung die Mindestüberlappung garantiert ist. Die Bahnen können auch verbunden werden, z. B. durch Nähen. Wenn

Trennlagen unter Wasser verlegt werden, müssen die Bahnen fest miteinander verbunden werden. Abweichungen von diesen Regeln sind zulässig, wenn durch entsprechende Vorkehrungen, Verbinden der Bahnen, Befestigen der Bahnen (z. B. Klammern, Erdnägeln) oder besondere Form der Überschüttung sichergestellt ist, dass die Mindestüberlappung nach der Überschüttung erhalten ist.

Die Trennlagen dürfen nicht direkt befahren werden. Die untere Dammlage (Bild 1) soll aus einem verwitterungsbeständigen und wasserdurchlässigen Material geschüttet werden. Sie muss in der Lage sein, aufsteigendes Wasser jederzeit aufzunehmen und abzuleiten. Dies gilt auch für einen Bodenaustauschkörper (Bild 2). Die erste Schüttlage ist auf der Trennlage vor Kopf zu schütten, vorsichtig zu verteilen und zu verdichten. Ihre Dicke ergibt sich aus der Tragfähigkeit des Untergrundes und der Verdichtbarkeit des Schüttmaterials in Wechselwirkung mit der Belastung durch den Baustellenverkehr, der erst nach dem Verdichten darüber geleitet werden sollte. Die Schütthöhe der ersten Schüttlage sollte bei wenig tragfähigem Untergrund mindestens 50 cm betragen.

Wenn die Zeit zwischen dem Auslegen und der Überschüttung länger als einen Tag beträgt, ist die Witterungsbeständigkeit des Produktes zu berücksichtigen (Abschnitt 7.4.2).

4.2.3.3 Hinweise zur Ausschreibung

In der Leistungsbeschreibung ist die vorgesehene Anwendung anzugeben. Trennen ist immer mit Filtern oder/und Bewehren verbunden und sollte bei der Festlegung von Anforderungen nie alleine betrachtet werden.

Für die Festlegung der Anforderung an die chemische und mikrobiologische Beständigkeit sind ferner folgende Angaben erforderlich (Abschnitt 7.4.1):

- vorgesehene Nutzungsdauer
- Umgebungsmilieu: pH-Wert des Bodens und des Überschüttmaterials bzw. des Grundwassers ($\text{pH} < 4$ oder $4 \leq \text{pH} \leq 9$ oder $\text{pH} > 9$), z. B.:
 - Anwendung im Kontakt zu Böden, die mit Baukalken oder mit Zement verbessert oder verfestigt sind
 - Anwendung im Kontakt zu Zementbeton oder Betonbruch
 - Anwendung im Kontakt zu industriellen Nebenprodukten, z. B. Schlacken.

Bei der Ausschreibung nach STLK LB 106 Erdbau, Folgetextgruppe 106 505 wird die Einhaltung der vereinfachten Filterbedingungen Öffnungsweite O_{90} bei Vliesstoffen $0,06 \text{ mm} \leq \text{erf. } O_{90} \leq 0,2 \text{ mm}$, bei Folienbändchengeweben $0,06 \text{ mm} \leq \text{erf. } O_{90} \leq 0,4 \text{ mm}$ gefordert (Abschnitte 6.12 und 7.3.1).

Zu den Ordnungsziffern des STLK LB 106 Erdbau, Folgetextgruppe 106 505:

- 1) Es ist anzugeben, welcher Produkttyp der Trennschicht gefordert wird (z. B. Vliesstoff, Folienbändchengewebe, Maschenware, Verbundstoff aus Vliesstoff mit einer Verstärkung), aber es gibt auch die Möglichkeit eines Freitextes, in dem z. B. dem Auftragnehmer die Wahl zugewiesen werden kann.
- 2) Die erforderliche Geotextilrobustheitsklasse der Trennschicht ist aufgrund des vorgesehenen Schüttmaterials und der zu erwartenden Beanspruchung durch Einbau und Baubetrieb festzulegen (Abschnitt 7.2.6).
- 3) Witterungsbeständigkeit: Aus der vorgesehenen Zeit vom Auslegen der Trennschicht bis zu ihrem Schutz gegen Bewitterung durch die Überschüttung ergibt sich die Anforderung an die Witterungsbeständigkeit der Trennschicht. Insofern kann diese entweder dem Auftragnehmer freigestellt werden, wenn der Bauablauf seiner Disposition unterliegt oder ist mit den Vorgaben für den Bauablauf im Freitext festzulegen. Bei Freilage bis zu einem Monat ist eine hohe Witterungsbeständigkeit, bei Überschüttung innerhalb 2 Wochen eine mittlere Witterungsbeständigkeit gefordert: Angaben im CE-Begleitdokument (Abschnitte 7.3 und TL Geok E-StB).
- 4) Das Verlegen quer zur Straßenachse ist Standard, es kann aber auch im Freitext eine andere Vorgehensweise vorgesehen werden: z. B. ist Längsverlegung bis zu einer Verlegebreite von 2 Bahnen zulässig oder auch dann, wenn die Bahnen durch besondere Maßnahmen (z. B. Vernähen, Verklammern, Verschweißen) am Verrutschen gehindert werden.
- 5) Zur Abrechnung ist aus drei Varianten zu wählen: Abgewinkelte Produktfläche, abgedeckte Fläche nach Aufmaß oder abgedeckte Fläche nach Unterlage des Auftraggebers.

4.3 Geotextilien als Filter bei Entwässerungsaufgaben

4.3.1 Aufgabe

- Herstellen der Filterstabilität beim Einsatz von offenen Sickermaterialien und Dränelementen gegenüber dem zu entwässernden Boden.

4.3.2 Beispiele

Es können alle Entwässerungsanlagen im Straßenbau, in denen Filter gebraucht werden, mit geotextilen Filtern aufgebaut werden. Hier sind nur ausgewählte Beispiele dargestellt.

Bei Übernahme der Filterfunktion durch ein Geotextil können eng gestufte, grobkörnige Schüttmaterialien in die Sickeranlagen eingebracht werden, deren Vorteil eine hohe Wasserdurchlässigkeit sowie ein hohes Porenvolumen und damit ein großes Retentionsvermögen ist.

Bei Planung und Bau von Entwässerungsanlagen sind die RAS-Ew und die ZTV Ew-StB sowie in Wasserschutzgebieten die RiStWag zu beachten.

4.3.2.1 Filter bei Entwässerungsaufgaben

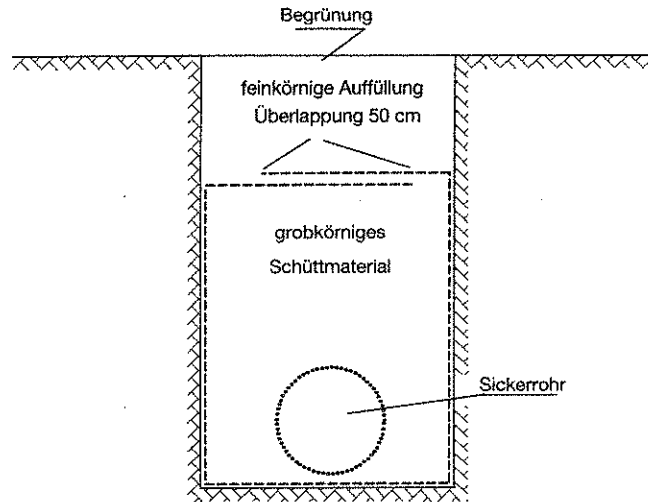


Bild 8: Sickerstrang

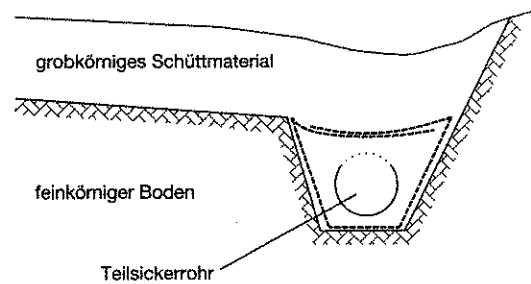


Bild 9: Grabenauffüllung mit Sickermaterial, das filterstabil zum Sickerrohr, aber nicht filterstabil zum zu entwässernden Boden ist

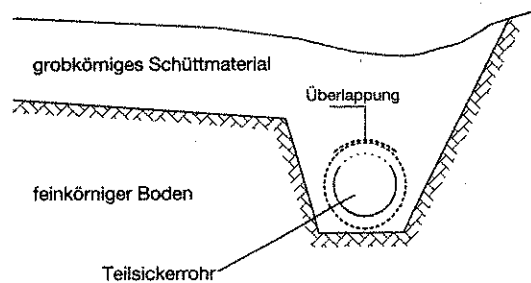


Bild 10: Grabenauffüllung mit Sickermaterial, das nicht filterstabil zum Sickerrohr, aber filterstabil zum zu entwässernden Boden ist

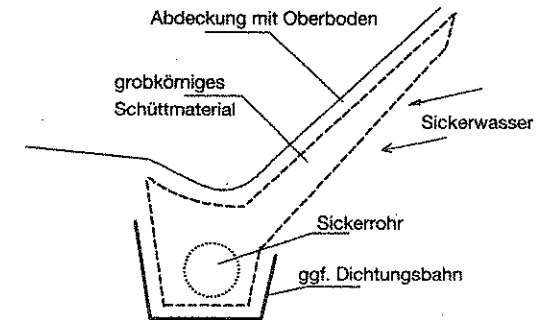


Bild 11: Böschungssickerschicht

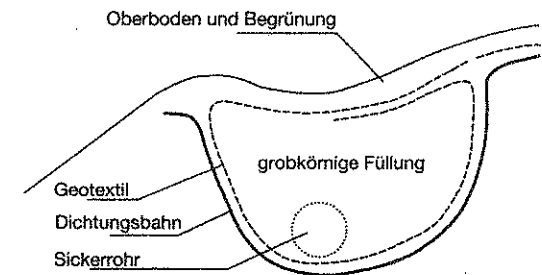


Bild 12: Mulde an der Böschungsoberkante, kombiniert mit einem nach unten abgedichteten Sickerstrang. Das Geotextil wirkt oben als Filter, unten als Schutz für die Dichtungsbahn

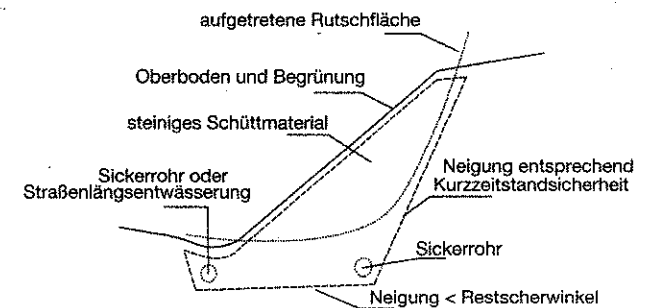


Bild 13: Wiederherstellung einer gerutschten Böschung durch eine mit einem Geotextil als Filter umhüllte Stützsüttung aus einem nicht filterstabilen, grobkörnigen, wasserdurchlässigen Material

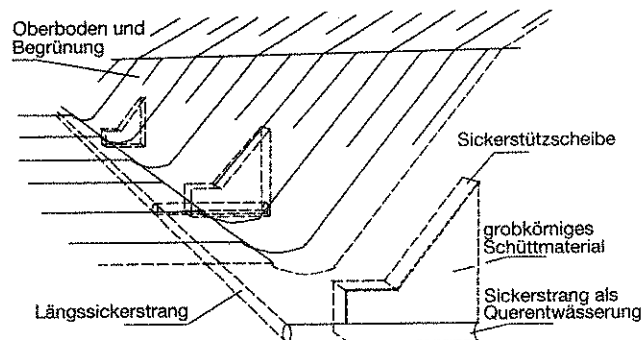


Bild 14: Sicherung einer rutschgefährdeten Böschung durch Sickerstützscheiben mit geotextiler Umhüllung als Trenn- und Filterschicht bei einem nicht filterstabilen Schüttmaterial

4.3.2.2 Trennschichten und Filter in Erdbauwerken



Bild 15: Trenn- und Filterschicht bei einer zum Untergrund nicht filterstabilen Frostschutzschicht (Planumssickerschicht), die hochstehendes Grundwasser unter die Unterkante der Frostschutzschicht absenken soll (RAS-Ew)

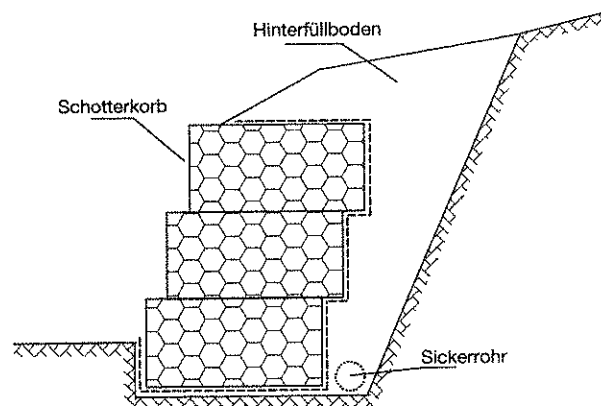


Bild 16: Stützelement aus Schotterkörben (Gabionen) mit einem geotextilen Filter zum Hinterfüllboden

4.3.3 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung

4.3.3.1 Hinweise zur Auswahl

Die Filterwirksamkeit des Geotextils gegenüber dem zu entwässernden Boden ist nachzuweisen (Abschnitte 5.2 und 7.3.1).

Bei der Auswahl ist auf eine ausreichende Robustheit des geotextilen Filters gegenüber den benachbarten Böden und der Einbaubeanspruchung zu achten (Abschnitt 7.2.6).

Beim Einsatz in geneigten Flächen ist die Reibung zwischen Boden und Produkt zu berücksichtigen (Abschnitt 7.2.5).

4.3.3.2 Hinweise zur Verarbeitung

Sickerstränge sind vollständig mit dem geotextilen Filter zu umhüllen, so dass das Einspülen von Feinkorn ausgeschlossen ist. Die Überlappung sollte mindestens 50 cm betragen (Bilder 8 und 10).

Für den Aufbau eines stabilen Boden-/Filtersystems mit ausreichender Wasserdurchlässigkeit ist ein inniger, hohlraumfreier Kontakt des Filters zum Boden erforderlich. Dies ist beim Einbau und der Überschüttung bzw. Verfüllung zu berücksichtigen. Beim Verlegen auf geneigten Flächen ist darauf besonders zu achten.

Für flächenhafte Verlegung gilt Abschnitt 4.2 sinngemäß.

Die Fläche, auf der eine Dränmatte verlegt wird, muss eben sein. Beim Einbau auf geneigten Flächen müssen die Bahnen gegen Abgleiten gesichert werden.

Beim Einbau muss jede Beschädigung, die das Bodenrückhaltevermögen beeinträchtigt, vermieden werden.

4.3.3.3 Hinweise zur Ausschreibung

In der Leistungsbeschreibung ist die vorgesehene Anwendung anzugeben.

Für die Festlegung der Anforderung an die chemische und mikrobiologische Beständigkeit sind ferner folgende Angaben erforderlich (Abschnitt 7.4.1):

- vorgesehene Nutzungsdauer
- Umgebungsmilieu: pH-Wert des Bodens und des Überschüttmaterials bzw. des Grundwassers ($\text{pH} < 4$ oder $4 \leq \text{pH} \leq 9$ oder $\text{pH} > 9$), z. B.:
 - Anwendung im Kontakt zu Böden, die mit Baukalken oder mit Zement verbessert oder verfestigt sind
 - Anwendung im Kontakt zu Zementbeton oder Betonbruch
 - Anwendung im Kontakt zu industriellen Nebenprodukten, z. B. Schlacken.

Bei der Ausschreibung des Filters gemäß STLK LB 106 Erdbau, Folgetextgruppe 106 515 sind zu berücksichtigen:

- 1) Typ der Sickeranlage (Sickerstrang, Böschungssickeranlage oder Flächensickerschicht).
- 2) Geotextilrobustheitsklasse: Auswählen nach der Beanspruchung durch das vorgesehene Sickermaterial (Abschnitt 7.2.6).
- 3) Angabe der Charakteristischen Öffnungsweite des Filters O_{90} und des erforderlichen Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes k_v , aufgrund einer Bemessung (Abschnitt 5.2).
- 4) Nicht obligatorisch: Beschreibung des Einbaus durch Zeichnung oder als Freitext.
- 5) Gewünschte Abrechnungsart: Abgewickelte Geotextilfläche nach Aufmaß, vom Filter abgedeckte Fläche nach Aufmaß oder nach Unterlagen des Auftraggebers.

4.4 Geotextilien und Verbundstoffe zur Entwässerung

4.4.1 Beispiele

4.4.1.1 Entwässerung im Erdbau

Aufgabe

- Sammeln und Abführen von Sickerwasser.

Anstelle körniger Sickermaterialien können auch Dränverbundstoffe (Dränmatten) zum Sammeln und Ableiten von Wasser genutzt werden.

Für Planung und Bau von Entwässerungsmaßnahmen im Straßenbau gelten die RAS-Ew und die ZTV Ew-StB sowie in Wasserschutzgebieten die RiStWag.

Beispiele

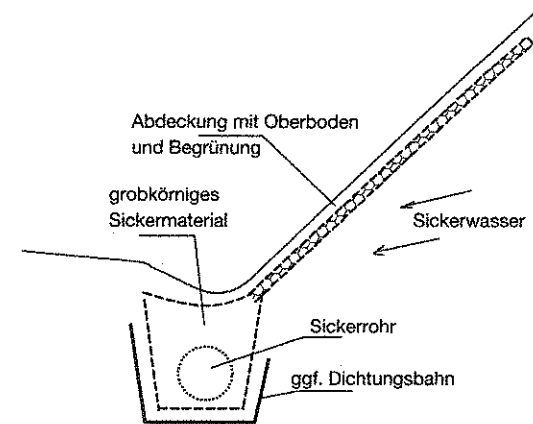


Bild 17: In der Böschungsneigung liegende Dränmatte als Böschungssickerschicht mit Wasserableitung in der Dränmatte

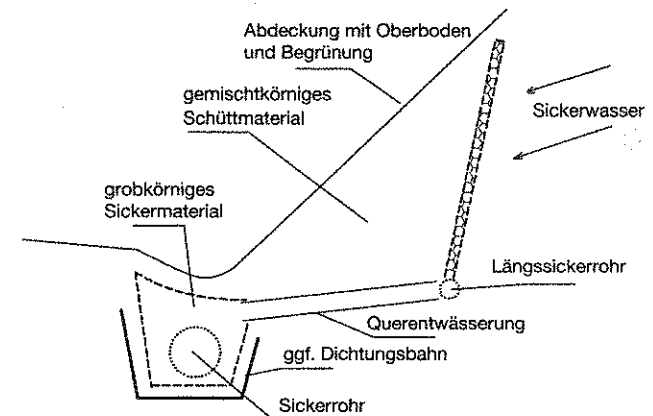


Bild 18: Steilstehende Dränmatte als Flächensickerschicht mit Wasserableitung in der Dränmatte

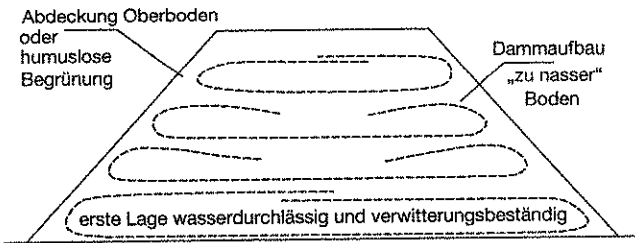


Bild 19: Aufbau eines Dammes in Sandwichbauweise mit Vliesstoffen

Bei feinkörnigen Böden mit einem für die Verdichtung nach ZTV E-StB im Einbauzustand zu hohen Wassergehalt kann der bei Aufbau und Verdichtung entstehende Porenwasserüberdruck durch die Wasserableitfähigkeit der Vliesstoffe entspannt und das bei der Konsolidierung austretende Wasser abgeleitet werden; gleichzeitig sichert die Bewehrungswirkung der Geotextilien kritische Phasen während des Baus ab. Die Standsicherheit ist nachzuweisen (Abschnitt 5.1) (Wilmsers, 2000).

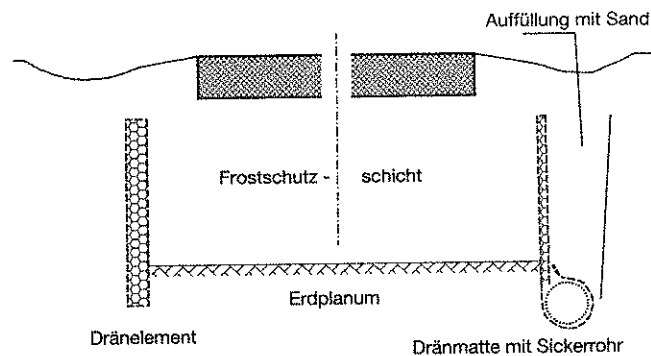


Bild 20: Dränelement als Längssickerstrang, zur Sicherstellung der Entwässerung anstelle eines Sickergrabens mit grobkörnigem Material, geeignet zur Nachrüstung bei fehlender Längsentwässerung

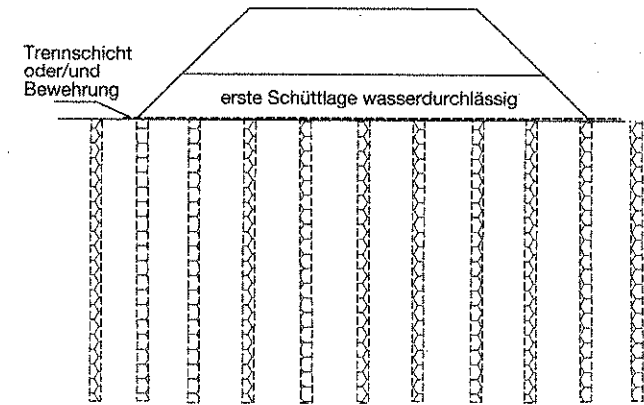


Bild 21: Vertikaldräns unter einem Damm auf wenig tragfähigem Untergrund zum schnelleren Abbau des Porenwasserüberdruckes und damit zur Beschleunigung der Konsolidierung

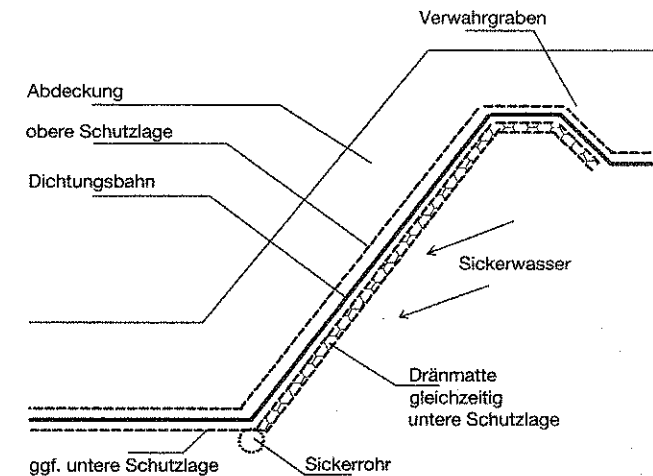


Bild 22: Entwässerung zum Fassen und Abführen von Sickerwasser aus einem Hang hinter einer Abdichtung

4.4.1.2 Bauwerksentwässerung

Aufgabe

- Sammeln und Abführen von Sickerwasser.

Beispiel

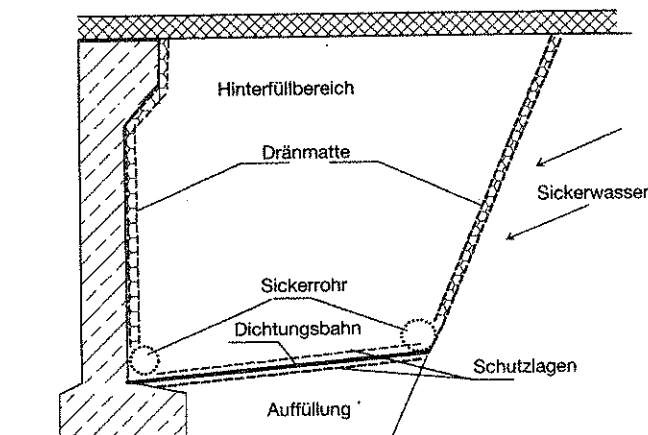


Bild 23: Entwässerung der Bauwerkshinterfüllung: Dränmatte zum Abführen des einer Bauwerksrückseite zusickernden Wassers, gleichzeitig Schutz eines Dichtungsaufstriches (linker Teil), Dränmatte zwischen Hinterfüllung und angrenzendem Boden zum Abführen von Wasser, das hier zusickert (rechter Teil); Gefälle der Dichtungsbahn $\geq 10\%$

4.4.2 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung

4.4.2.1 Hinweise zur Auswahl

Verbundstoffe als Dränmatten, z. B. Vliesstoffe mit abstandshaltenden Elementen aus Kunststoff, bewirken eine gute Wasserableitung in der Ebene. Sie kombinieren die günstigen Filtereigenschaften des Vliesstoffes mit der guten Entwässerungsfähigkeit einer Sickerschicht. Einsatzmöglichkeiten sind Flächensickerschichten. Sie ersetzen bei Bauwerkshinterfüllungen jedoch nicht die mineralische Sickerschicht nach ZTV E-StB. Wegen der langen Zeit, die bis zur Fertigstellung einer Hinterfüllung vergehen kann, dürfen am Bauwerk nur hoch witterungsbeständige Produkte verwendet werden.

Die Filterwirksamkeit des Filters gegenüber dem zu entwässernden Boden ist nachzuweisen (Abschnitte 5.2 und 7.3.1).

4.4.2.2 Hinweise zur Verarbeitung

Die Fläche, auf der die geotextile Sickerschicht verlegt wird, muss eben sein. Zur Aufrechterhaltung der Filterfunktion gelten auch die Hinweise im Abschnitt 4.3. Beim Einbau auf geeigneten Flächen müssen die Bahnen gegen

Abgleiten gesichert werden. Wenn dies nicht durch eine entsprechend tragfähige Vorschüttung (Bild 18) zu gewährleisten ist, können sie durch Erdnägeln oder durch die Einbindung in einen Verwehrgraben befestigt werden.

An Bauwerken werden die Bahnen auf der Fläche punktwise durch geeignete Kleber befestigt oder an der Oberseite durch Beschweren festgehalten; sie hängen dann frei herunter und werden durch die Hinterfüllung angedrückt.

Die Verbindung der Bahnen muss so geschehen, dass der Wasserübertritt ungehindert ist und Bodenteilchen nicht eindringen können. Die beste Methode ist, den Dränkern stumpf zu stoßen und den Vliesstoff-Filter auf beiden Flächen mindestens 10 cm überlappen zu lassen.

Die Anbindung an ein Sickerrohr muss so ausgeführt werden, dass das Wasser sicher übertritt. Bei einem Vollsickerrohr kann der Verbundstoff um dieses herumgeschlagen werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Vliesstoff-Filter beidseits auf eine Länge, die ungefähr dem Rohrumfang entspricht, vom Dränkern zu lösen und den Dränkern entsprechend zurückzuschneiden. Der Dränkern steht dann dem Sickerrohr stumpf auf und die Filterbahnen werden um das Rohr herumgelegt. Dieses Verfahren ist besonders bei Teilsickerrohren geeignet.

Dränmatten müssen für die vorgesehene Nutzungsdauer unter der zu erwartenden Beanspruchung in der Lage sein, die anfallende Wassermenge abzutransportieren.

Beim Beispiel im Bild 19 muss darauf geachtet werden, dass die Vliesstofflagen des Umschlags und die darauf folgenden Lagen unmittelbar aufeinanderliegen, damit der Wasserübergang möglich ist.

4.4.2.3 Hinweise zur Ausschreibung

In der Leistungsbeschreibung ist die vorgesehene Anwendung anzugeben. Dazu müssen Angaben zur Höhe der Überschüttung, zum Schüttmaterial und zum erwarteten Wasseranfall gemacht werden.

Für die Festlegung der Anforderung an die mikrobiologische (nicht erforderlich bei: PP, PE, PET, PA, PVA, AR) und chemische Beständigkeit sind ferner folgende Angaben erforderlich (Abschnitt 7.4.1):

- vorgesehene Nutzungsdauer
- Umgebungsmilieu: pH-Wert des Bodens und des Überschüttmaterials bzw. des Grundwassers ($\text{pH} < 4$ oder $4 \leq \text{pH} \leq 9$ oder $\text{pH} > 9$), z. B.:
 - Anwendung im Kontakt zu Böden, die mit Baukalken oder mit Zement verbessert oder verfestigt sind
 - Anwendung im Kontakt zu Zementbeton oder Betonbruch
 - Anwendung im Kontakt zu industriellen Nebenprodukten, z. B. Schlacken.

Bei Ausschreibung der geotextilen Flächensickerschicht (Dränmatte) im Erdbau STLK LB 106 Erdbau, Folgetextgruppe 106 525 ist Folgendes anzugeben:

- 1) Gewünschter Typ der Dränmatte (Filter beidseits oder eine Seite Filter, andere Seite Dichtungsbahn).
- 2) Wahl der Verlegefläche im Erdbau und Art der Befestigung.
- 3) Witterungsbeständigkeit: Aus der vorgesehenen Zeit von Auslegen der Matte bis zum Lichtschutz durch Überschüttung ergibt sich die Anforderung an die Witterungsbeständigkeit der Dränmatte. Insofern kann diese entweder dem Auftragnehmer freigestellt werden, wenn dies seiner Disposition unterliegt oder muss im Freitext vorgegeben werden.
- 4) Wahlfolgetext zur Angabe der Zahl der Erdnägel zur Befestigung auf einer Böschung.
- 5) Wahlfolgetext zur Angabe der Neigung der Fläche, wenn die Dränmatten auf einer Böschung verlegt werden.
- 6) Art der Verbindung der Dränmatten an den Stößen; im Freitext kann auf die Verlegevorschrift des jeweiligen Herstellers verwiesen werden.
- 7) Durchmesser des Sickerrohres, an das die Matte angeschlossen werden soll; das Sickerrohr wird im STLK LB 110 Entwässerung für Straßen ausgeschrieben.
- 8) Art der Abrechnung: Entweder nach abgewickelter Dränmattenfläche oder nach Zeichnung.

Für die **Ausschreibung von geotextilen Vertikaldräns** zur Konsolidierungsförderung beim Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund gilt STLK LB 106 Erdbau, Folgetextgruppe 106 520: Bodenkennwerte, erforderliche hydraulische Leistung der Dräns und Dränabstand sind nach dem Baugrundgutachten in der Leistungsbeschreibung anzugeben:

- Die Breite des Vertikaldrän kann dem Auftragnehmer überlassen (Freitext) oder bei Vorliegen besonderer Erfahrung oder Notwendigkeit vorgegeben werden.
- Die Dränlänge ist in Tiefenstufen anzugeben oder im Freitext zu beschreiben. Abgerechnet wird die Länge zwischen Verankerung und Arbeitsebene.

Für die **Ausschreibung von Dränmatten an Bauwerken** gilt der STLK LB 111 Entwässerung für Kunstbauten. Gefordert wird hier gemäß Richtzeichnung WAS 7:

- Witterungsbeständigkeit hoch
- Charakteristische Öffnungsweite des Filters $0,06 \text{ mm} \leq O_{90} \leq 0,2 \text{ mm}$
- Wasserdurchlässigkeit des Filters $k_v \geq 100 k_f \text{ Boden}$
- Abflussleistung $q \geq 0,3 \text{ [l/s} \cdot \text{m]}$ (entspricht nach Abschnitt 5.2.5: $q_{d,A} \geq 0,1 \text{ [l/s} \cdot \text{m])}$.

4.5 Geotextilien und Geogitter als Bewehrung in Erdbauwerken

4.5.1 Aufgabe

Geotextilien und Geogitter können Zugkräfte in einem Erdkörper aufnehmen. Verminderung von Verformungen und Verformungsdifferenzen im bewehrten Körper ist möglich (Abschnitt 5.1). Für die Planung und Bemessung sind die EBGE0 und die einschlägigen geotechnischen Normen (DIN 1054, DIN 4084, DIN EN 1997-1) heranzuziehen. Dabei sind im Zuge der Nachweisführung beim Bauen auf gering tragfähigem Untergrund bauzeitliche Verformungen und daraus resultierende Spannungskonzentrationen [21] und Verformungen aus Bauzuständen explizit zu berücksichtigen [22].

4.5.2 Beispiele

4.5.2.1 Bewehrung unter Dämmen

Siehe auch „Merkblatt über Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund“.

4.5.2.1.1 Maßnahmen ohne Eingriff in den Untergrund (Konsolidationsverfahren)

Aufgabe

- Erhöhung der Geländebruchsicherheit bei unzureichender Tragfähigkeit des Untergrundes [3, 21]
- Erhöhung der Grundbruchsicherheit durch Verbreiterung des Dammauflagers mit einem bewehrten Gründungspolster.

Beispiele

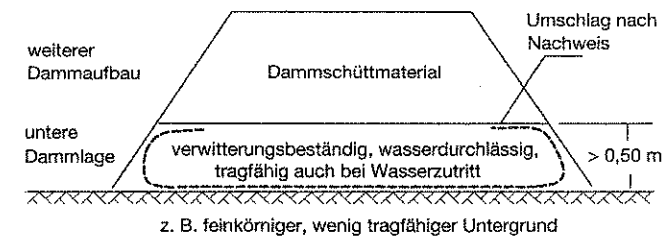


Bild 24: Bewehrungslage unter einem Damm (Umschlaglänge $l \geq 4 d$, $l \geq 2 \text{ m}$, bei $d = \text{Schüttlagendicke}$); bei Bedarf darunter Sandlage auf Geotextiltrennschicht als Arbeitsebene und Sauberkeitsschicht

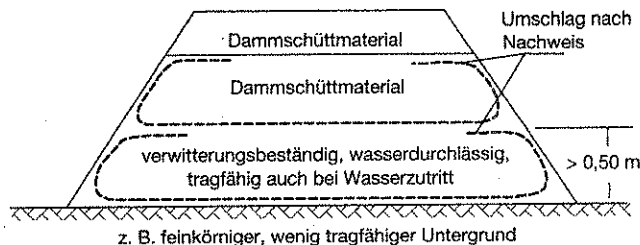


Bild 25: Mehrere Bewehrungslagen

Anmerkung: Aus den bisherigen Erfahrungen bei der Anwendung des Überschüttverfahrens hat sich gezeigt, dass eine mehrlagige Bewehrung hierbei zu erheblichen Problemen beim Rückbau der Überschüttung und Herstellung des Oberbaus führt, wenn die Gradienten kleiner als 2,0 m ist, da je nach erreichter Setzung Bewehrungslagen ausgebaut und entsorgt werden müssen [21].

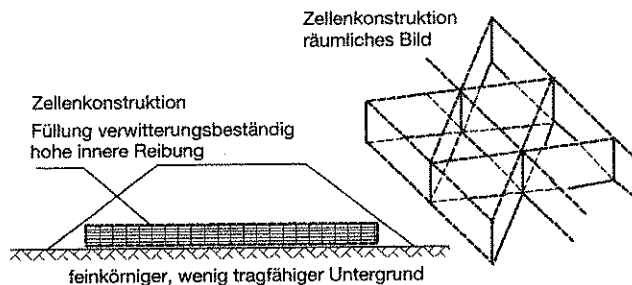


Bild 26: Bewehrung mit Zellenkonstruktion aus Geogittern

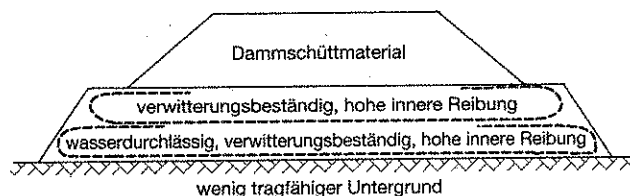


Bild 27: Damm auf verbreitertem bewehrtem Gründungspolster zur Erhöhung der Sicherheit gegen Gelände- und Grundbruch

4.5.2.1.2 Bodenersatzverfahren

Aufgabe

- Erhöhung der Geländebruchsicherheit durch Teilbodenaustausch mit Bewehrung [4].

Beispiel

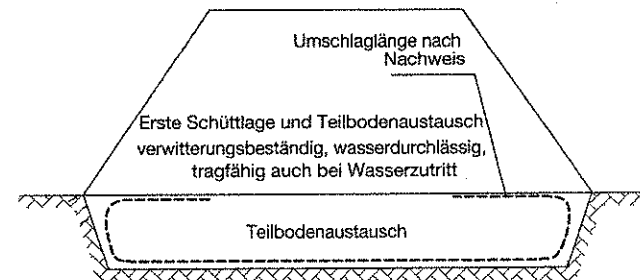


Bild 28: Bewehrter Bodenaustauschkörper

4.5.2.1.3 Konstruktive Gründungsverfahren

Aufgabe

- Lastverteilung über Pfähle und pfahlähnlichen Traggliedern und gegebenenfalls Aufnahme von Spreizkräften im Dammfußbereich [5, 6].

Beispiele

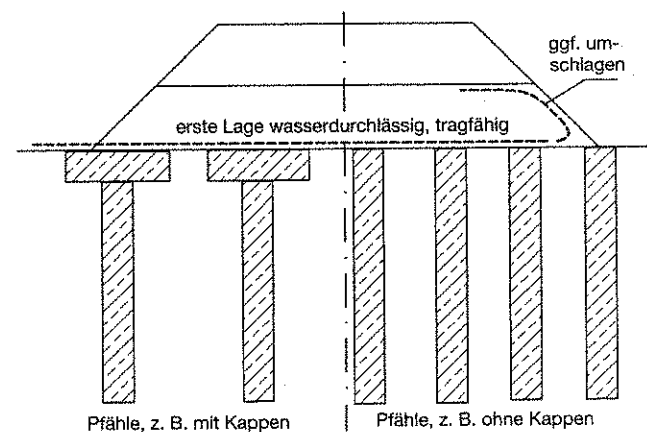


Bild 29: Damm über Pfählen mit Bewehrung im Auflager, links: Beispiel Pfähle mit Kappen, rechts: ohne Kappen; Bewehrung ein- oder mehrlagig

System I: Direkte Lastaufnahme und Baugrundverbesserung durch die Säulen; die Säulen wirken entwässernd (Vertikaldrainage), verdichten den umgebenden Boden durch Verdrängung beim Einrütteln (nur bei Verdrängungssäulen) und durch Dickenzunahme bis zur Spannung der Ringbewehrung (auch bei Aushubsäulen); sie erhöhen die Sicherheit gegen Geländebruch durch Dübelwirkung und Aufnahme von Vertikallasten (Bild 30).

System II: Baugrundverbesserung: Die Kiessäulen wirken entwässernd (Vertikaldrainage), verdichten den umgebenden Boden durch Verdrängung beim Einbringen und erhöhen die Sicherheit gegen Geländebruch durch Dübelwirkung und Aufnahme von Vertikallasten (Bild 31).

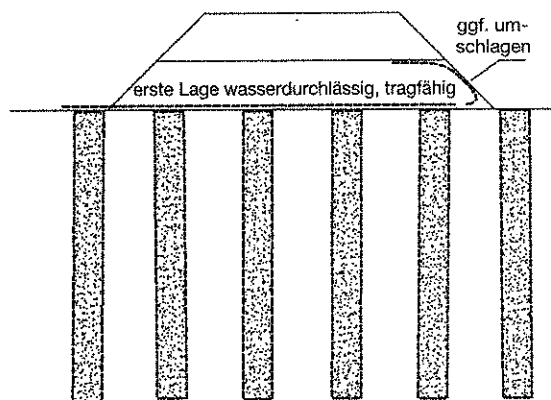


Bild 30: Damm über geotextil-/geogitterummantelten Sand-, Kies- oder Schotterssäulen (Durchmesser ca. ≥ 60 cm) mit Bewehrung im Dammauflager

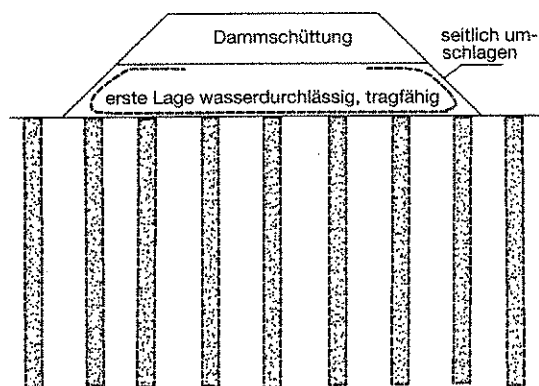


Bild 31: Damm mit Sohlbewehrung über eingedrückten geotextilummantelten Sand-/Kiessäulen (Durchmesser ca. ≤ 30 cm)

4.5.2.1.4 Bewehrung über Erdfällen und Bergsenkungsgebieten

Aufgabe

- Verhindern des Durchbrechens eines Straßenkörpers bei einem Einbruch im Untergrund (Erdfall, Doline, Bergschaden).

Beispiel

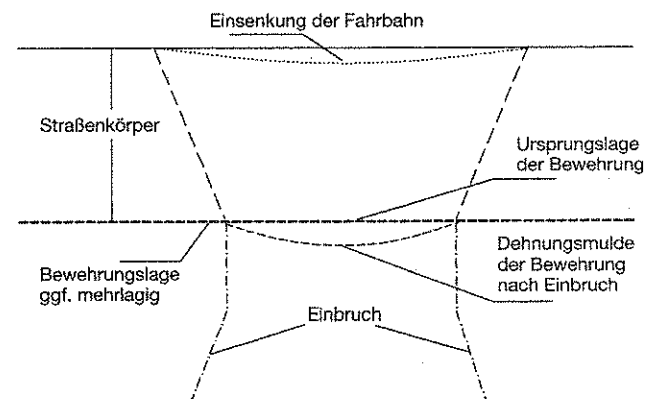


Bild 32: Straße über einem Einbruchtrichter

Bei der Bewehrung einer Straße über einem Einbruchtrichter ist das Ausbilden einer leichten Einmuldung auf der Fahrbahn erforderlich, damit der Einbruch vor Entstehen einer Verkehrsgefährdung erkannt, die Schadensstelle abgesichert und dann saniert werden kann. Für Planung und Ausführung gelten die „Handlungsempfehlungen für den Einsatz von Geokunststoffen zur Sicherung bruchgefährdeter Straßenbereiche“ (GSbS Sachsen-Anhalt [7], EBGEO).

4.5.2.2 Bewehrung in Straßen mit ungebundenem Oberbau und bei Bodenaustausch

Aufgabe

- Erhöhen der Tragfähigkeit oder Reduzierung der Dicke der darüberliegenden Schichten
- Mindern von Verformungen zur Sicherung der Befahrbarkeit, Reduzieren von Spurrinnen.

Beispiele

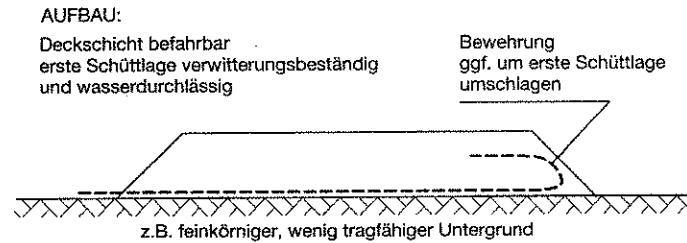


Bild 33: Bewehrungslage unter Straßen mit ungebundenem Oberbau (Baustraße, Wirtschaftsweg) [8]

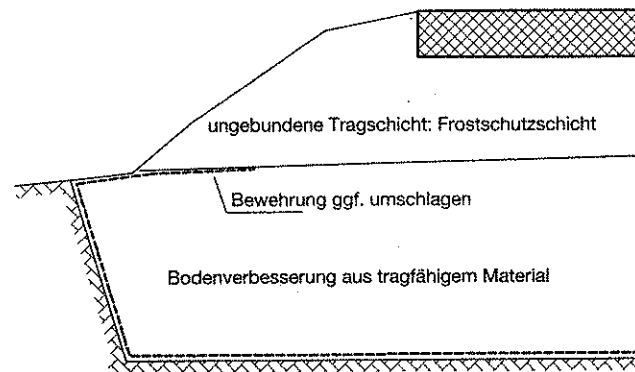


Bild 34: Trennen und Bewehren einer Bodenaustauschschicht zur Verbesserung der Planumtragfähigkeit und zur Sicherstellung der Befahrbarkeit während der Bauzeit [8]

4.5.2.3 Bewehrung der Böschung von Erdkörpern

Aufgabe

- Erhöhung der Gelände- und Böschungsbruchsicherheit bei nicht ausreichender Standsicherheit in einem Erdkörper mit steiler Böschung (Böschungsneigung bis etwa 60°).

Beispiele

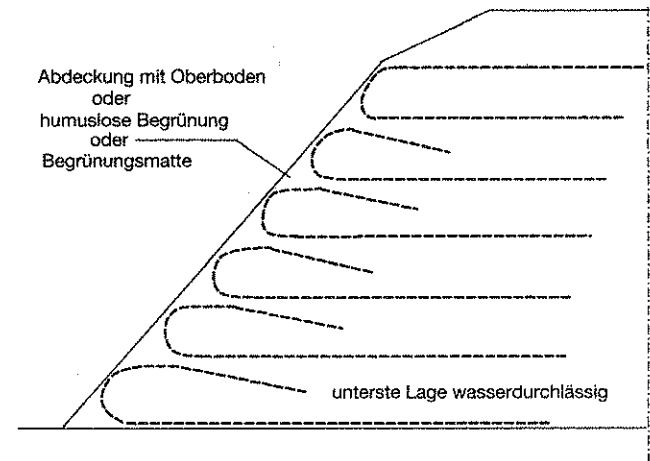


Bild 35: Bewehrung einer Böschung (Polsterböschung)

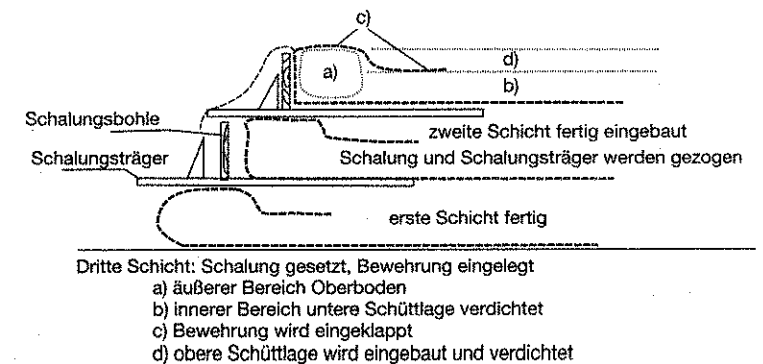


Bild 36: Aufbau einer bewehrten Böschung mit versetzbaren Schalungsträgern

Dritte Schicht: Bewehrung gelegt, Stützung durch Säcke
 a) äußerer Bereich oberbodengefüllte Säcke, durchwurzelbar
 b) innerer Bereich untere Schüttlage verdichtet
 c) Bewehrung wird eingeklappt
 d) obere Schüttlage wird eingebaut und verdichtet

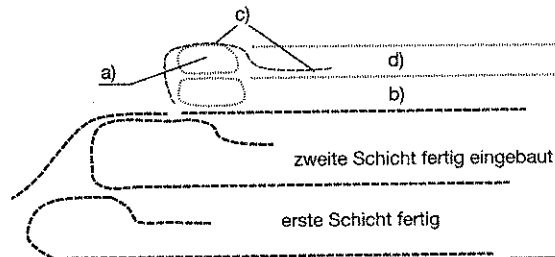


Bild 37: Aufbau einer bewehrten Böschung unter Verwendung von mit Oberboden gefüllten Säcken als verlorene Schalung (Abfolge am Beispiel der 3. Schicht)

Typ A: Schalung aus Stahlbewehrungsgitter gebogen
 Bewehrung unten mit Schalung verbunden
 hintere Frontfläche Begrünungsmatte

Typ B: Basis und Böschungsstütze aus Stahlgitter
 miteinander gelenkig verbunden;
 dadurch verschiedene Neigungen möglich
 Bewehrungsmatte mit Frontgitter verbunden

Bei Geogitterbewehrung Begrünungsmatte hinter Frontfläche

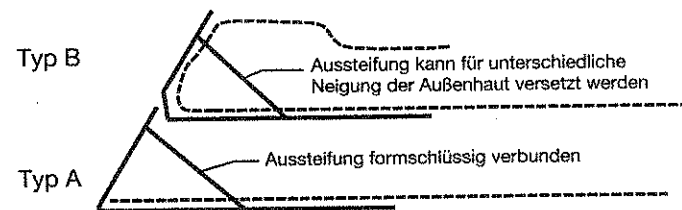


Bild 38: Aufbau einer bewehrten Böschung mit Stahlgittern als verlorene/bleibende Schalung

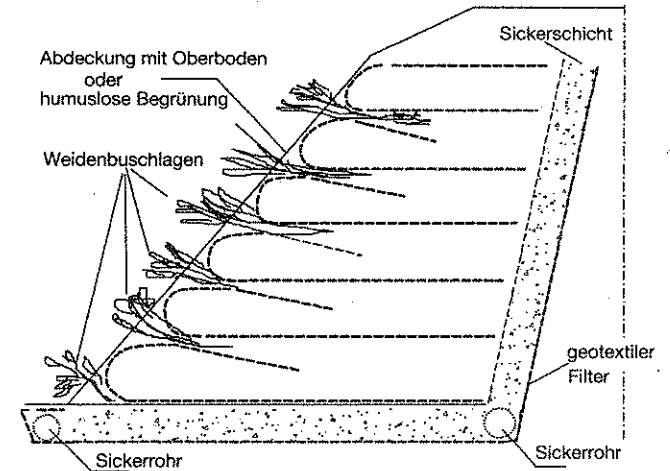


Bild 39: Wiederherstellen und Schutz einer fließ- und erosionsgefährdeten Böschung mit Lagen aus grobkörnigen Böden, die mit Geotextilien umhüllt sind. Eingelegte Weidenbuschlagen beschleunigen die Begrünung und erhöhen die Sicherheit durch ihre entwässernde Wirkung

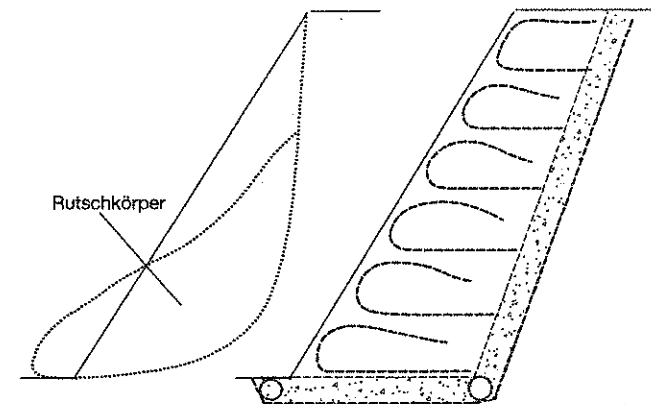


Bild 40: Erhöhen der Scherfestigkeit in einer Stützwand zur Sanierung einer Böschungsrutschung (links: Schadensfall, rechts: Sanierung)

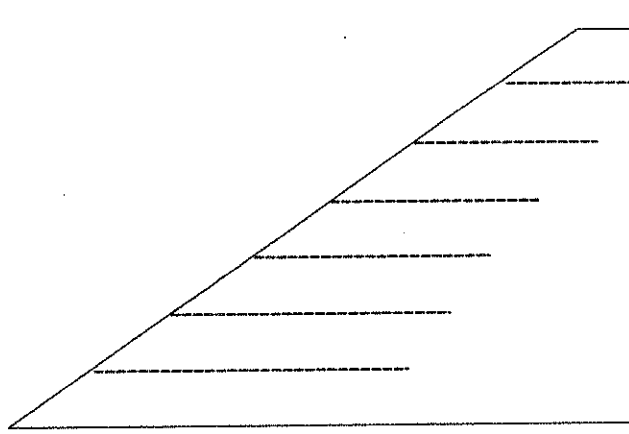


Bild 41: Erhöhung der Scherfestigkeit in einer flachen Böschung durch eingelegte Bewehrungslagen, die nicht umgeschlagen werden müssen, wenn die Böschung ausreichend erosionsstabil ist

4.5.2.4 Bewehrung von Stützkonstruktionen

Aufgabe

- Sicherung der Standsicherheit gegen Gelände- und Böschungsbruch (Neigung der Sichtfläche über 60°).

Beispiele

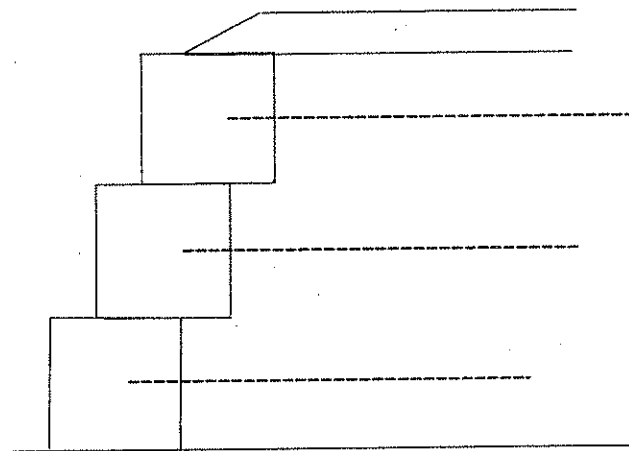


Bild 42: Bewehrter Erdkörper mit bepflanzbaren Fertigteilen als Verkleidung an der Sichtfläche (siehe auch „Merkblatt über Stütz- und Lärmschutzkonstruktionen aus Betonelementen, Blockschichtungen oder Gabionen“ (M Gab))

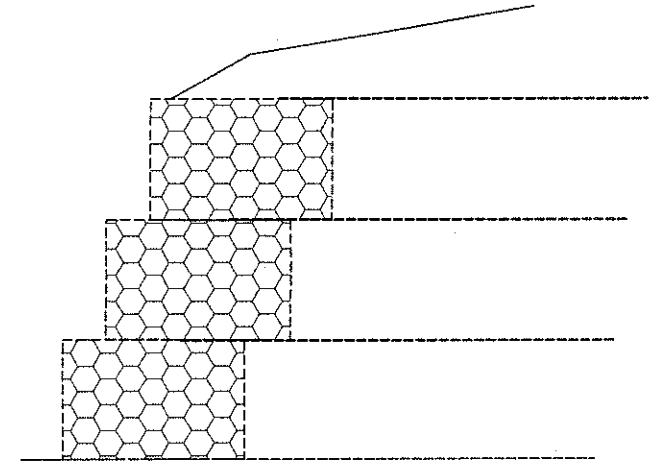


Bild 43: Bewehrter Erdkörper mit Schotterkörben (Gabionen) aus Maschendraht, Drahtgitter oder Geogittern zur Verkleidung an der Sichtfläche (siehe auch „Merkblatt über Stütz- und Lärmschutzkonstruktionen aus Betonelementen, Blockschichtungen oder Gabionen“ (M Gab))

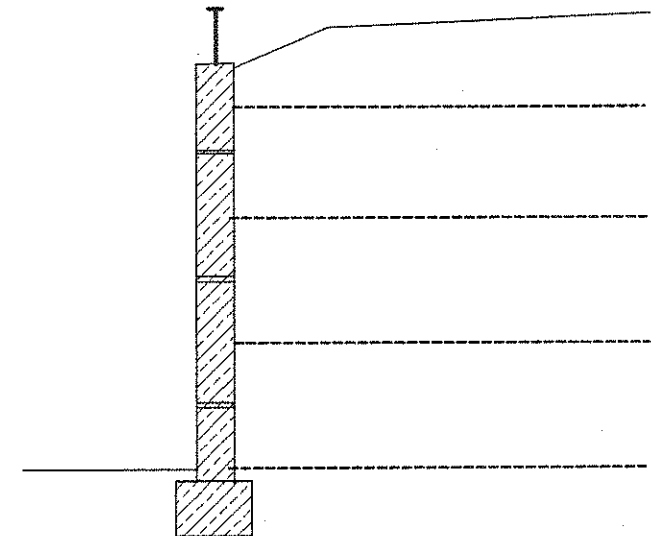


Bild 44: Bewehrter Erdkörper mit einer Außenhaut aus Betonplatten

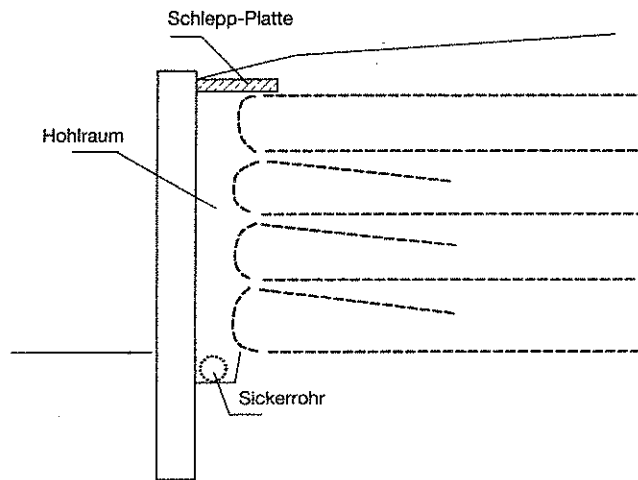


Bild 45: Polsterwand zur Aufnahme des Erddruckes hinter einer Stützwand (z. B. Spundwand oder vorhandene Mauer)

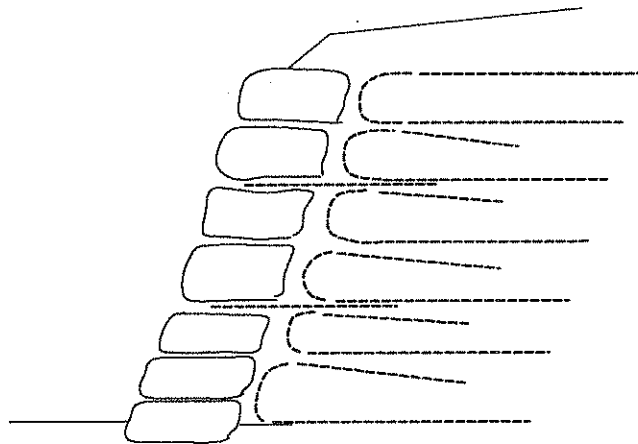


Bild 46: Bewehrter Erdkörper mit einer Trockenmauer als Verkleidung der Sichtfläche

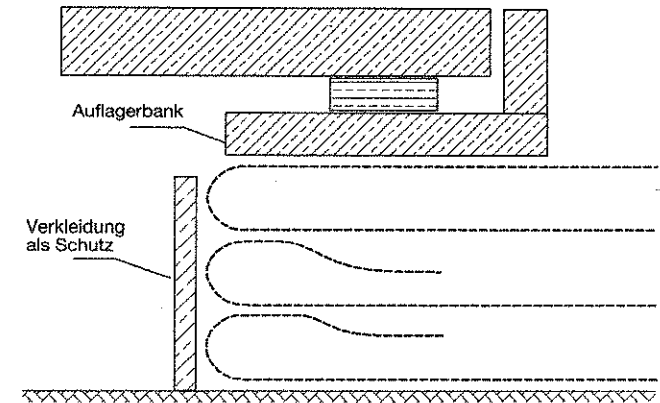


Bild 47: Bewehrter Erdkörper als Brückenwiderlager

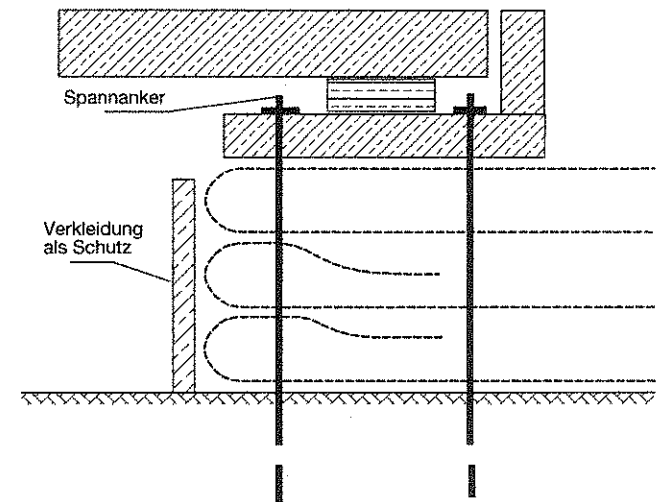


Bild 48: Bewehrter und vertikal vorgespannter Erdkörper als Brückenwiderlager

Besondere Bedeutung der Anwendung von Böschungsversteilungen und Stützkonstruktionen:

Diese Konstruktionen sind überall dort anwendbar, wo steilere Böschungen sinnvoll sind, das Erdbauwerk in besonderer Weise in die Landschaft eingepasst werden muss und/oder wo möglichst viele Schuttböden von der Bau- maßnahme verwendet werden sollen (Überschussmassen). Unter besonde- ren Bedingungen sind auch nicht ausreichend verdichtbare Böden zu nutzen (Lärmschutzwälle aus „zu nassen“ Böden). Wenn räumliche Zwangspunkte, wie z. B. Eigentumsgrenzen, Biotope, alte Trassengrenzen, beengte Bauräu- me usw., übliche flache Böschungen nicht zulassen, bieten diese Bauweisen besonders günstige Lösungen [9].

Böschungsversteilungen und Stützkonstruktionen bieten folgende, auch öko- logische Vorteile:

- Einpassung in die Landschaft durch begrünbare Sichtflächen und Flexibilität bei der Gestaltung der Kontur
- Verringerung des Flächenbedarfs und damit des Eingriffs in die Landschaft
- geringer Energie- und Fremdmaterialverbrauch
- setzungsunempfindliche Konstruktionen und damit auch auf wenig tragfähi- gem Untergrund einsetzbar.

Weitere Beispiele:

- Verbreiterung vorhandener Straßen in Dammlage durch Versteilen der Bö- schung im oberen Bereich
- Sanierung instabiler Böschungsschultern durch Aufbau eines tragfähigen Querschnittes.

Vorteile bei der Ausführung:

- Herstellung ohne Großgeräte mit einfachen Mitteln möglich
- kurze Bauzeiten.

4.5.2.5 Bewehrte Gründungspolster

Aufgabe

- Versteifen und Vergleichmäßigen der Auflagerbedingungen über wenig trag- fähigem Untergrund oder über Untergrund mit stark wechselnden Steifig- keiten.

Beispiel

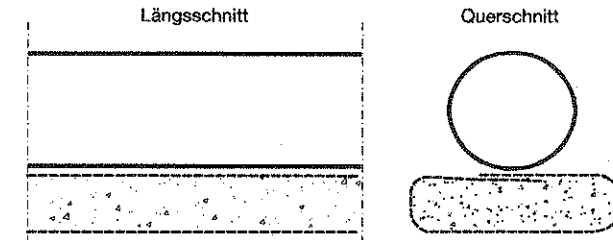


Bild 49: Bewehrtes Gründungspolster als Auflager für Leitungen (siehe auch Bild 27)

4.5.2.6 Bewehrung böschungspareller Gleitflächen

Aufgabe

- Verhindern des Abgleitens von Schichten im Böschungsbereich, z. B. der Überdeckung von Dichtungsbahnen oder Dränmatten [10].

Beispiel

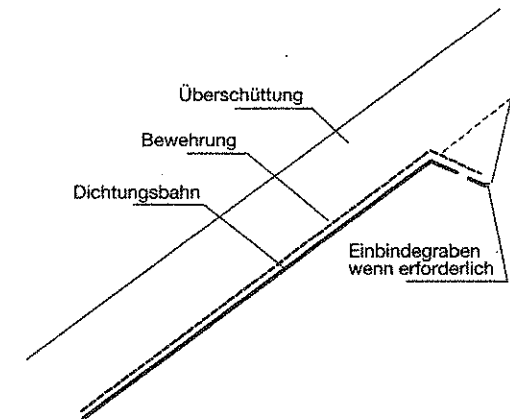


Bild 50: Bewehrungslage (z. B. Geogitter) über einer böschungsparellen Gleitfläche

Bewehrungslagen zur Aufnahme der nicht über Reibung abtragbaren Lasten des überdeckenden Bodens und Einbindegraben sind nur erforderlich, wenn der Böschungsaufbau nicht ausreichend standsicher ist.

4.5.3 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung

4.5.3.1 Hinweise zur Auswahl

Die Bewehrungswirkung und die Standsicherheit des bewehrten Erdkörpers sind nachzuweisen (Abschnitt 5.1 und EBGE0). Die mögliche Beschädigung durch Schüttmaterial und Einbauvorgang ist bei der Auswahl der Bewehrungselemente zu berücksichtigen (Abschnitte 5.1.3 und 7.2.6.2). Dies ist nicht auf Basis der Geotextilrobustheitsklassen möglich, stattdessen sind entsprechende Abminderungsfaktoren durch Einbausimulationsversuche zu ermitteln (Abschnitte 6.10 und 7.5.2). Grundsätzlich sollte auf jeder Baustelle zu Beginn ein Probeeinbau mit Feststellung der Einbaubeschädigung durch das gewählte Schüttmaterial und der Einbau- und Verdichtungsbedingungen durchgeführt werden.

Im Böschungsbereich sind nur hoch witterungsbeständige Produkte einzusetzen (Abschnitt 7.4.2), da in der Bauphase und im Gebrauch mit längeren Freilagen gerechnet werden muss. Eine Freilage sollte trotzdem so kurz wie möglich gehalten werden. Ein Schutz gegen mechanische Beschädigung von außen kann erforderlich sein (Vandalismus, Feuer, Unfälle).

Bei bewehrten Konstruktionen unter einer Straße ist besonders zu beachten, dass die Bewehrungslagen nicht ohne besonderen Nachweis durch Einbauten (z. B. Schutzplankenständer, Rohrleitungen, Gründungskörper für Lärmschutzwände oder Schilderbrücken) durchörtert werden dürfen.

Geotextilien, die von Pflanzen durchwurzelt werden sollen, müssen pflanzen- und wurzelverträglich sein, das heißt, dass die Maschen bzw. Poren groß genug für eine Durchwurzelung und die Fasern bzw. Garne ausreichend verschiebbar sein müssen, um das Dickenwachstum der Wurzeln nicht zu behindern.

Die Böschungsfläche muss gegen Erosion und Ausfließen des Bodens geschützt werden. Wenn dies nicht gegeben ist, wie z. B. bei gitterförmigen Produkten oder bei dafür nicht ausreichender Überlappung der Bewehrungslagen, kann der Schutz durch das Einlegen von dafür geeigneten Geotextilien erfüllt werden.

Wenn in der bewehrten Ebene gleichzeitig eine Trennung von gegeneinander unter Einbau- und Belastungsbedingungen nicht filterstabilen Böden erfolgen soll, ist abzuwägen, ob diese Funktion von der Bewehrungslage übernommen werden kann oder z. B. von einer zusätzlichen geotextilen Trennlage erfüllt werden muss.

Ausreichende Wasserdurchlässigkeit muss immer gegeben sein, um den Aufbau eines Wasserdruckes zu vermeiden (Abschnitt 5.2). Insbesondere bei einer bewehrten Böschung ist auf eine wirkungsvolle Entwässerung zu achten.

Wegen der Alterungsbeständigkeit siehe Abschnitte 5.1.3 und 7.4.

Bei Bewehrungen in Bauwerken mit einer Nutzungsdauer über 25 Jahren, in denen die Bewehrung die Sicherheit der Konstruktion gewährleisten muss, sind Proben einzulegen, die im Rahmen regelmäßiger Überprüfungen entnommen werden und über die bestehende Sicherheit Auskunft geben (Abschnitt 7.4.1). Zusätzlich sollte die Reaktion der Bewehrung auf die einwirkenden Kräfte z. B. über die Messung der Dehnung erfasst werden.

Eine Begrünung ist bei Steilböschungen besonders wichtig, wenn sie nicht auf andere Weise geschützt werden. Folgende Maßnahmen fördern die Begrünung:

- Wahl von durchwurzelbaren Produkten auf der Böschungsfläche
- bei Bewehrung mit Geogittern: Einlegen eines beständigen Geokunststoffes, der Begrünung ermöglicht
- Einbau von Oberboden innerhalb der Bewehrung im Böschungsbereich in einem Streifen von ca. 30 cm Breite
- überrieseln mit Oberboden so, dass die Zwickel ausgefüllt und die Hochstellen dünn überdeckt werden (nur bei Böschungsneigungen, bei denen dies noch möglich ist)
- bei allen Neigungen alternativ zum Oberboden Begrünung mit humuslosen Spritzverfahren
- Berücksichtigung der Standortbedingungen bei der Saatgutauswahl (RAS-LG)
- Bewässerung bei Neigungen der Sichtfläche über ca. 60° bei West- und Südlagen
- Verbesserung der Wasserversorgung der Begrünung durch eine Abtrepung der einzelnen Lagen.

4.5.3.2 Hinweise zur Verarbeitung

Verlegen der Bewehrung

Die Bewehrungselemente müssen in Richtung der erwarteten Zugbeanspruchung verlegt werden. Eine Überlappung ist in dieser Richtung nicht zugelassen, eine Verbindung nur, wenn eine ausreichende Kraftübertragung bei für die Konstruktion verträglicher Dehnung nachgewiesen wird (Abschnitte 5.1.3 und 6.5). Tritt Zugbeanspruchung senkrecht dazu auf, ist die Kraftübertragung auch hierfür entsprechend sicherzustellen.

Die seitliche Überlappung sollte bei Verlegen auf wenig tragfähigem Untergrund mindestens 50 cm betragen. Sie kann verringert werden, wenn die Bahnen verbunden werden (z. B. Vernähen, Verklammern).

Bei der Bewehrung der Dammsohle kann die Bewehrungslage direkt auf den anstehenden Boden gelegt werden, nachdem wesentliche Unebenheiten ausgeglichen sind. Dabei muss auf Faltenfreiheit geachtet werden. Eine Grasnarbe sollte belassen bleiben.

Auf wenig tragfähigem Untergrund erleichtert die Herstellung einer ersten Schüttlage als Arbeitsebene das Verlegen der Bewehrung. Grundsätzlich sollte aber die Bewehrung so tief wie möglich liegen.

Bei der Anordnung von Vertikaldräns muss die Bewehrung nach dem Einbau der Dräns verlegt werden.

Bei Sohlbewehrungen in Dämmen über Pfählen und pfahlähnlichen Traggliedern muss die Auflagerfläche der Bewehrung eben sein.

In bewehrten Böschungen und Stützkonstruktionen, bzw. beim Auslegen auf Schüttflächen, ist das Auflager eben herzustellen und zu verdichten. Das Bewehrungselement muss eben, faltenfrei und gestrafft eingebaut werden. Der Umschlag kann mit dem kürzeren Ende unten oder oben erfolgen. Die unterste und die oberste Bewehrungslage ist auf volle Länge durchzuziehen. Die Sichtflächen sind möglichst kurzfristig nach dem Einbau zu schützen (z. B. Begrünung, Vorsatzelemente).

Einbau des Schüttmaterials und Aufbau des bewehrten Systems

Bewehrungslagen dürfen nicht direkt befahren werden. Die Überschüttung ist vorsichtig vor Kopf aufzubringen, zu verteilen und zu verdichten.

Die erste Schüttlage bei einem Damm auf wenig tragfähigem Untergrund muss aus einem verwitterungsbeständigen und gut durchlässigen Material bestehen. Sie muss in der Lage sein, aufsteigendes Wasser aufzunehmen und abzuleiten. Ihre Dicke ergibt sich aus der Tragfähigkeit des Untergrundes und der Verdichtbarkeit des Schüttmaterials in Wechselwirkung mit der Belastung durch den Bauverkehr. Die Bewehrungslage wird um die Schüttlage herumgeschlagen. Die Einschlaglänge ist nachzuweisen (Mindesteinschlaglänge 2 m).

Die wasserableitende Lage muss so dick sein, dass auch nach Abklingen der Setzungen die Entwässerung zur Seite noch gewährleistet ist.

Für die weiteren Schüttlagen eines Dammes gelten die Anforderungen der ZTV E-StB.

An die Art des Schüttmaterials in bewehrten Böschungen oder Stützkonstruktionen werden keine besonderen Anforderungen gestellt, da seine Kennwerte bei der Bemessung berücksichtigt werden (Abschnitt 5.1). Es dürfen auch gemischtkörnige und feinkörnige Böden eingebaut werden, wenn sie ausreichend verdichtbar sind. Der Schüttboden ist in Lagen so einzubauen und zu verdichten, dass die in den ZTV E-StB für allgemeine Erdbauwerke angegebenen Anforderungen erreicht werden. Der Bereich von mindestens 1 m Breite unmittelbar hinter der Außenwand ist gesondert und mit leichtem Gerät zu verdichten.

Um die einzelnen Schüttlagen bei Steilböschungen und Stützkonstruktionen querschnittsgerecht herstellen zu können, sind Schalungen erforderlich, die temporär oder dauerhaft sein können z. B.:

- versetzbare Schalträger mit Bohlen
- mit Oberboden gefüllte Säcke
- Stützelemente aus Stahlgittern, entweder in Böschungsneigung gebogen oder durch Haken in Böschungsneigung, fixiert.

4.5.3.3 Hinweise zur Ausschreibung

In der Leistungsbeschreibung ist die vorgesehene Anwendung anzugeben.

Für die Festlegung der Anforderung an die chemische und mikrobiologische Beständigkeit sind ferner folgende Angaben erforderlich (Abschnitt 7.4.1):

- vorgesehene Nutzungsdauer
- Umgebungsmilieu: pH-Wert des Bodens und des Überschüttmaterials bzw. des Grundwassers ($\text{pH} < 4$ oder $4 \leq \text{pH} \leq 9$ oder $\text{pH} > 9$), z. B.:
 - Anwendung im Kontakt zu Böden, die mit Baukalken oder mit Zement verbessert oder verfestigt sind
 - Anwendung im Kontakt zu Zementbeton oder Betonbruch
 - Anwendung im Kontakt zu industriellen Nebenprodukten, z. B. Schlacken.

Eine vereinfachte Ausschreibung erfolgt mit dem STLK LB106 Erdbau, Folgetextgruppe 106 530. Grundsätzlich ist dabei die Anforderung nach hoher Witterungsbeständigkeit an im Böschungsbereich liegende Produkte oder ihren sorgfältigen Schutz.

Bei den Folgetexten ist Folgendes zu beachten:

- 1) Der Anwendungszweck ist anzugeben:
 - Dammbewehrung gegen Geländebruch
 - Bewehrung in einer Böschung oder einer Stützkonstruktion
 - Bewehrung in einem Gründungspolster
 - alternativ ein Freitext für Bewehrung bei anderen Anwendungen.
- 2) Materialauswahl: Es werden Multifilamentgewebe, Folienbändchen- oder Folienspleißgarngewebe, Maschenware, Geogitter zur Auswahl vorgeschlagen oder die Bewehrung kann im Freitext definiert (z. B. Vliesstoff) bzw. dem Auftragnehmer freigestellt werden.
- 3) Die erforderliche Bemessungszugfestigkeit $R_{B,d}$ der Bewehrung ist anzugeben, wenn Planung und Bemessung des bewehrten Systems vom Auftraggeber gestellt wird (erste Möglichkeit) oder ist vom Auftragnehmer aufgrund der von ihm durchzuführenden Bemessung nachzuweisen (zweite Möglichkeit). In jedem Fall muss der Auftragnehmer für das von ihm angebotene Bewehrungsprodukt die vorhandene Bemessungszugfestigkeit $R_{B,d,5\%}$ gemäß Abschnitt 5.1.3 angeben.

- 4) Witterungsbeständigkeit: In der Böschungsfläche liegende Produkte müssen eine hohe Witterungsbeständigkeit aufweisen. Für die weiteren Elemente gilt: Aus der vorgesehenen Zeit vom Auslegen der Bewehrung bis zu ihrem Lichtschutz durch die Überschüttung ergibt sich die Anforderung an die Witterungsbeständigkeit. Insofern kann diese entweder dem Auftragnehmer freigestellt werden, wenn der Bauablauf seiner Disposition unterliegt oder ist mit den Vorgaben für den Bauablauf im Freitext festzulegen. Bei Freilage bis zu einem Monat ist eine hohe Witterungsbeständigkeit, bei Überschüttung innerhalb 2 Wochen eine mittlere Witterungsbeständigkeit gefordert.
- 5) Angaben zur Verlegung der Bewehrungsbahnen: Verlegen mit größerer Zugfestigkeit in Hauptzugrichtung (Normalfall), bei Besonderheiten Angabe in der Leistungsbeschreibung oder Überlassen der Verlegeart dem Auftragnehmer.
- 6) Wahlordnungspunkt als Freitext: Wenn in Position 2 ein Geogitter gewählt wurde, ist im Böschungsbereich das Einlegen eines begrünbaren Geokunststoffes erforderlich, um das Herausrieseln von Boden zu verhindern.
- 7) Wahlordnungspunkt: Wenn in Position 2 ein Geogitter gewählt wurde und die Bewehrung gleichzeitig Trennfunktion haben soll, z. B. bei der Bewehrung eines Bodenaustauschkoffers, ist eine Trennschicht zuzulegen.
- 8) Abrechnung: Entweder nach abgewickelter Bewehrungsfläche oder nach Unterlagen des Auftraggebers.

4.6 Geotextilien und Verbundstoffe beim Erosionsschutz

4.6.1 Beispiele

4.6.1.1 Schutz von Böschungsflächen

Aufgabe

- Schutz von Böschungsflächen gegen Erosion durch Wasser oder Wind bis zum Aufgehen einer schützenden Begrünung [11].

Beispiele

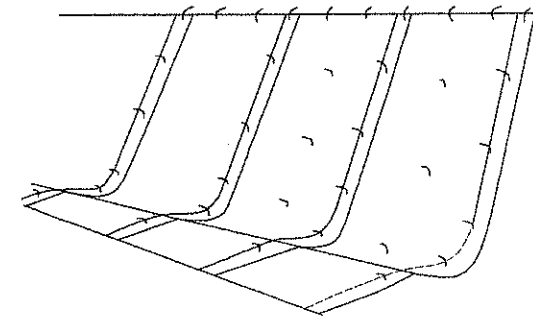


Bild 51: Auflegen einer Begrünungsmatte: Vollflächiges Produkt oder als offene Struktur aus einer Drahtwirrlagematte oder einem Grobgewebe aus Naturfasern, die jeweils mit Oberboden gefüllt werden

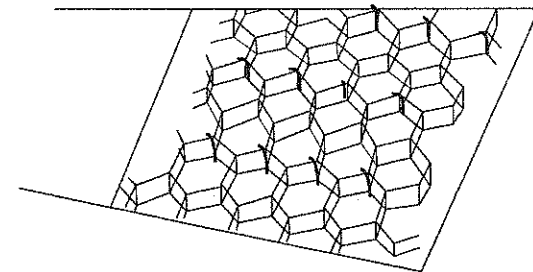


Bild 52: Zellstrukturen (Geozellen), die mit Oberboden gefüllt werden, zur Stützung des Oberbodens gegen Abrutschen – Blick auf die Böschungsfläche

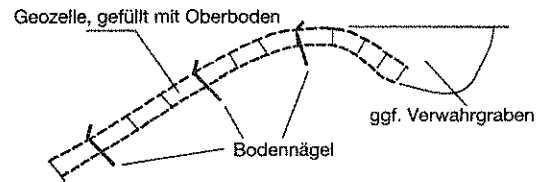


Bild 53: Aufbringen von Zellstrukturen (Geozellen), die mit Oberboden gefüllt werden – Querschnitt

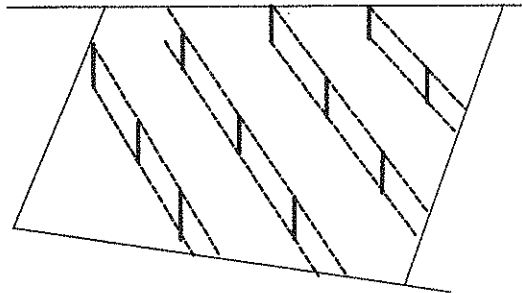


Bild 54: Aufbringen von Faschinen aus Gewebebändern, die eine Oberbodenschicht vor dem Abgleiten sichern (gegebenenfalls Schrägfaschinen in zwei Richtungen)

4.6.1.2 Erosionsschutz von Böschungen an Gewässern mit geotextilen Schutz- und Filterschichten

Aufgabe

- Schutz der Böschung von zeitweilig bespülten Dämmen (z. B. durch Hochwasser oder im Bereich von Rückhaltebecken)
- Schutz der Böschung und Sohle von Fließgewässern gegen Erosion und Auskolkung.

Beispiele

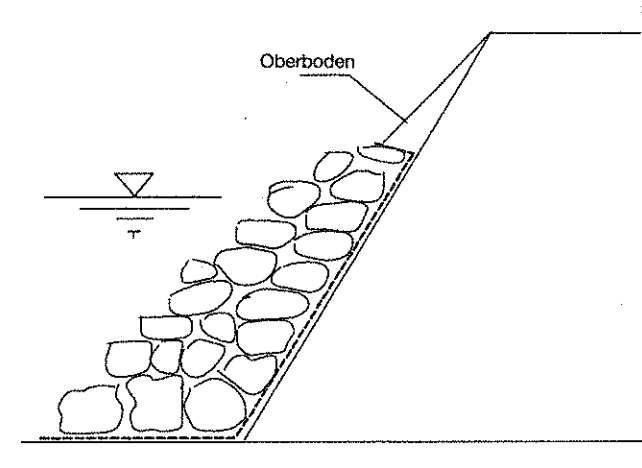


Bild 55: Schutz durch Steinschüttung über einer geotextilen Schutz- und Filterschicht

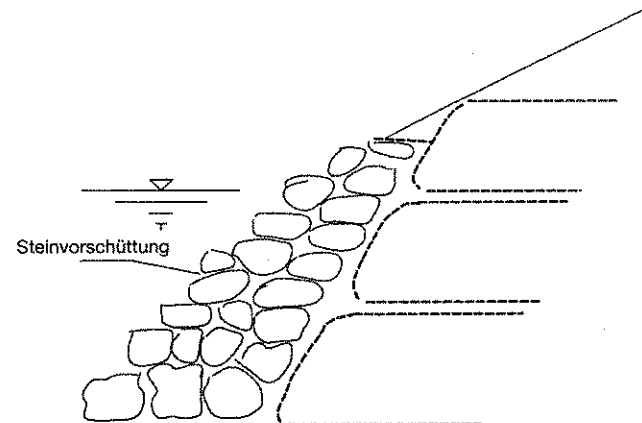


Bild 56: Schutz durch Steinschüttung: Geotextil in Schüttlagen eingebunden

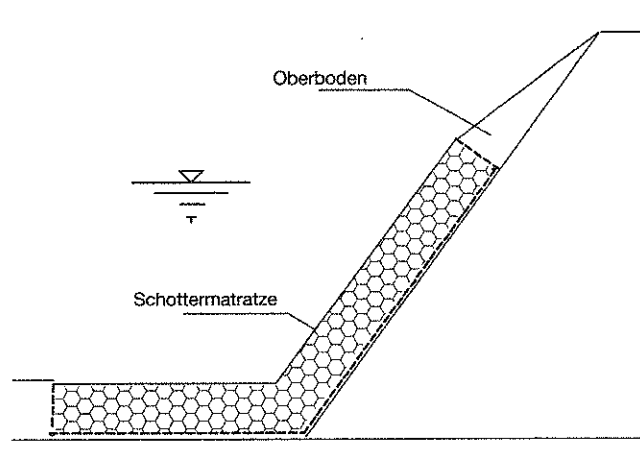


Bild 57: Schutz durch Schottermatratze über geotextiler Schutz- und Filterschicht

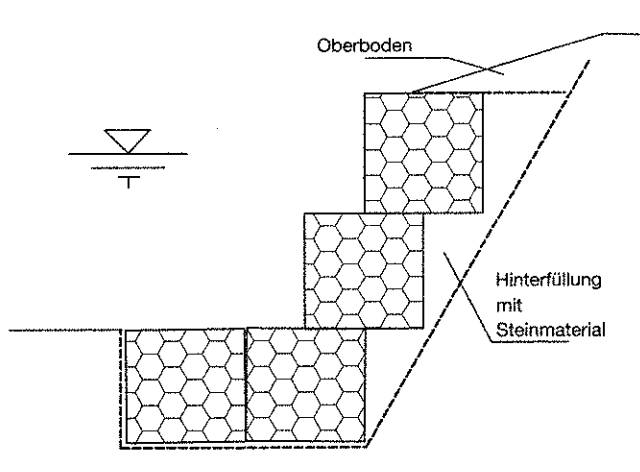


Bild 58: Schutz durch Schotterkörbe (Gabionen) siehe auch „Merkblatt über Stützkonstruktionen aus Betonelementen, Blockschichtungen oder Gabionen“ (M Gab)

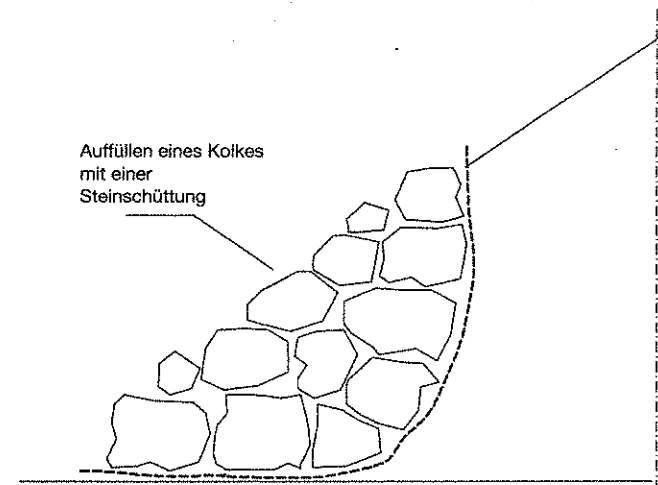


Bild 59: Sicherung der Kolksohle und der unterspülten Böschung durch Steinschüttung

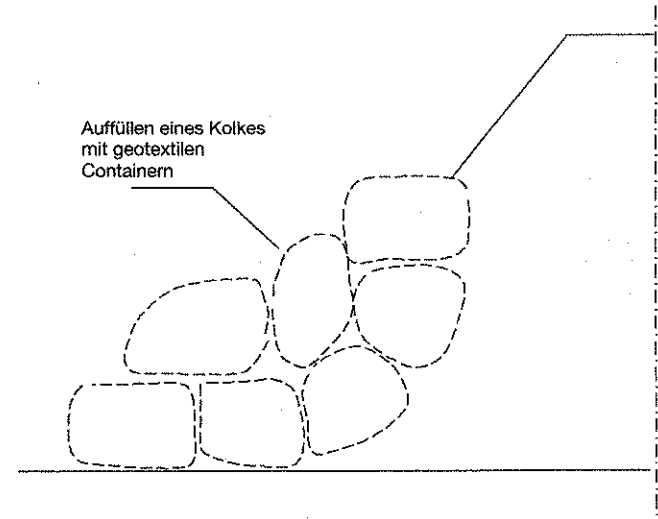


Bild 60: Sicherung der Kolksohle und der unterspülten Böschung durch geotextile Container (mit Sand gefüllte Geotextilsäcke)

4.6.2 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung

4.6.2.1 Schutz von Böschungsflächen

Zusätzlich zu den Regelwerken des Erdbaus sind für den Schutz von Böschungsflächen folgende Regelwerke zu berücksichtigen: DIN 18320, DIN 18918, ZTV La-StB, RAS-LG und das „Merkblatt für einfache landschaftsgerechte Sicherungsbauweisen“.

4.6.2.1.1 Hinweise zur Auswahl

Bei der Wahl des Typs der Begrünungsmatte sind die Erosionsempfindlichkeit des zu schützenden Bodens und seine Begrünbarkeit zu berücksichtigen. Ferner geht die Jahreszeit mit ein. Geschlossenflächige Matten sind immer dann sinnvoll, wenn der Boden besonders erosionsempfindlich ist und bei jedem Boden, wenn die Böschung außerhalb der Vegetationsperiode hergestellt wird. Konstruktionen, die dickere Oberbodenschichten halten (Geozellen oder Faschinenbänder) sind auf flachen Böschungen oder auf gut durchwurzelbaren Böden zu bevorzugen. Matten mit dünneren Vegetationsschichten, wie Grobgewebe, Drahtwirrlagematten oder geschlossenflächige Matten erzwingen das Einwurzeln in den Rohboden. Sie sind daher für schwierigere Standorte, z. B. steile Böschungen, erosionsempfindliche und rutschempfindliche Böden besonders geeignet.

Wo davon ausgegangen werden kann, dass eine rasche Einwurzelung erfolgt, sind Matten aus verrottbaren Fasern, z. B. Flachs, Hanf oder Jute, zu bevorzugen. Bei erforderlicher längerer Nutzungsdauer sind Kunststoffmatten günstiger, z. B. Drahtwirrlagematten, Geozellen.

Begrünung ist im Spritzbegrünungsverfahren sinnvoll, besonders auch dann, wenn die erste Saat nicht vollflächig aufgeht oder die Begrünung durch einen ungünstigen Witterungsverlauf unvollständig wird. Wenn die Matten in der Vegetationsperiode ausgelegt werden, kann es sinnvoll sein, Matten zu verwenden, in die nicht nur das Nährsubstrat, sondern auch Samen bereits eingearbeitet ist. Bei der Auswahl des Saatgutes sind die Standortbedingungen zu berücksichtigen (ZTV La-StB, RAS-LG). Besonders wichtig ist dies bei steilen Böschungen, die wegen ihrer Neigung ein Niederschlagsdefizit haben.

4.6.2.1.2 Hinweise zur Verarbeitung

Die Matten müssen auf die zu schützende Fläche dicht, ohne Hohllage aufgelegt werden. Sie sind auf der Fläche und an den Außenkanten so zu fixieren, dass sie vom Wind nicht abgehoben und von Wasser nicht unterspült werden können. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Überlappungsstöße zu legen; diese sollen mindestens 20 cm überlappen. Geozellen und ähnliche Produkte sind so anzuordnen, dass die Verbindungsstellen geschlossen sind.

Die Befestigung muss ein Abgleiten der Matte bzw. des zu haltenden Oberbodens zuverlässig verhindern. Es sind an den Außenkanten und den Überlappungsstößen mindestens ein Erdnagel je laufenden Meter und in der Fläche ein bis vier Erdnägeln je Quadratmeter einzubringen. Die Länge ist nach der Festigkeit des Untergrundes zu wählen.

Die Begrünung kann durch Spritzbegrünung erfolgen. Diese ist auch anzuwenden, um bei Ausfällen des Aufwuchses nachzubessern. In Trockenperioden während der Auflaufphase sind die Flächen zu beregnen.

4.6.2.1.3 Hinweise zur Ausschreibung

Die Anwendung mit ihren Randbedingungen ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben. Da es sich um eine Nutzungsdauer der Produkte von maximal 5 Jahren handelt, ist eine besondere Beachtung der Alterungsbeständigkeit nicht erforderlich.

Die Ausschreibung ist, so weit möglich, im STLK LB 107 Landschaftsbauarbeiten vorzunehmen. Dies gilt besonders für die Begrünungsmaßnahmen.

4.6.2.2 Erosionsschutz an Gewässern

4.6.2.2.1 Hinweise zur Auswahl

Der Widerstand der Produkte gegen die Beanspruchung durch Schüttmaterial und Baubetrieb ist über die Geotextilrobustheitsklassen festzulegen. Bei Beschüttung mit Wasserbausteinen ist immer Geotextilrobustheitsklasse 5 zu fordern, beim Überbauen mit Drahtschotterelementen mindestens Geotextilrobustheitsklasse 4.

In den Fällen, in denen die Produkte an der Geländeoberfläche liegen, ist nur witterungsbeständiges Material einzusetzen (Abschnitt 7.4.2).

Geokunststoffe, die von Pflanzen durchwurzelt werden sollen, müssen pflanzen- und wurzelverträglich sein, das heißt, dass die Maschen bzw. Poren groß genug für eine Durchwurzelung und die Fasern bzw. Garne ausreichend verschiebbar sein müssen, um die Wurzeln nicht im Dickenwachstum zu behindern.

Die Filtereigenschaften der Produkte sind auf die angrenzenden Böden abzustimmen (Abschnitte 5.2, 7.3.1).

4.6.2.2.2 Hinweise zur Verarbeitung

Die Verlegung ist so vorzunehmen, dass in der endgültigen Lage eine Überlappung von 50 cm gewährleistet bleibt. Für flächenhafte Verlegung gilt Abschnitt 4.2 sinngemäß.

Die Matten müssen auf der zu schützenden Fläche dicht, ohne Hohllage aufgelegt werden. Sie sind auf der Fläche und an den Außenkanten so zu fixieren, dass sie vom Wasser nicht unterspült werden können. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Überlappungsstöße zu legen. Die Befestigung muss ein Abgleiten der Matte bzw. des zu haltenden Oberbodens zuverlässig verhindern. Es sind an den Außenkanten mindestens ein Erdnagel je lfd. m und in der Fläche ein Erdnagel je Quadratmeter einzubringen. Wenn die Überlappungsstöße durch Annageln (mindestens 1 Erdnagel je laufendem Meter) befestigt werden, kann die Überlappung auf 20 cm Breite reduziert werden. Die Befestigung in der Fläche und an den Außenkanten kann unterbleiben, wenn die Matten durch die Überschüttung bzw. Überbauung vollflächig angedrückt werden.

Die Größe der Steine zur Überdeckung richtet sich nach der Schleppkraft des Wassers. Bei freien Wasserläufen, die gelegentlich Hochwasser führen, sollten Wasserbausteine mit einer großen Kantenlänge von 20 cm bis 60 cm – alte Klasse IV – (oder Größenklasse LMA 40-200 nach TLW, DIN EN 13383-1) gewählt werden. Alternativ ist die Verwendung von Gabionen oder Schottermatratten, die auch mit Grobschotter gefüllt sein können, möglich.

Die Geotextilien müssen so verlegt werden, dass ein Einspülen von Feinteilen in die Schüttung verhindert wird. Die Neigung der Grenzflächen ist so zu wählen, dass sie entwässern und dass sich keine Gleitfläche ausbilden kann, das heißt, die Sohlfläche sollte flacher als ca. 15 %, die hintere Begrenzung so steil wie möglich sein. Wenn das Geotextil als Trennschicht zwischen unterschiedlichen Schüttmaterialien in der Böschungsneigung eingebaut wird, muss die Gleitsicherheit durch eine grobraue Oberflächenstruktur, eine Abtreppung der Unterlage oder durch die Stützwirkung der Vorschüttung gegeben sein.

4.6.2.2.3 Hinweise zur Ausschreibung

In der Leistungsbeschreibung ist die vorgesehene Anwendung anzugeben.

Für die Festlegung der Anforderung an die chemische und mikrobiologische Beständigkeit sind ferner folgende Angaben erforderlich (Abschnitt 7.4.1):

- vorgesehene Nutzungsdauer
- Umgebungsmilieu: pH-Wert des Bodens und des Überschüttmaterials bzw. des Grundwassers ($\text{pH} < 4$ oder $4 \leq \text{pH} \leq 9$ oder $\text{pH} > 9$), z. B.:
 - Anwendung im Kontakt zu Böden, die mit Baukalken oder mit Zement verbessert oder verfestigt sind
 - Anwendung im Kontakt zu Zementbeton oder Betonbruch
 - Anwendung im Kontakt zu industriellen Nebenprodukten, z. B. Schlacken.

Die Ausschreibung kann nach STLK LB 106 Erdbau, Folgetextgruppe 106 515 Filterschichten vorgenommen werden. Dabei gilt die Forderung nach Einhaltung der vereinfachten Filterbedingung Öffnungsweite O_{90} bei Vliesstoffen $0,06 \text{ mm} \leq \text{erf. } O_{90} \leq 0,2 \text{ mm}$.

Zu den Folgetexten:

- 1) Es ist anzugeben, welche Form der Schutz- und Filterschicht gewünscht wird (Vliesstoff, Maschenware, Verbundstoff aus Vliesstoff mit einer Verstärkung), aber es gibt auch die Möglichkeit eines Freitextes, in dem z. B. dem Auftragnehmer die Wahl zugewiesen werden kann.
- 2) Die erforderliche Geotextilrobustheitsklasse ist aufgrund des vorgesehenen Schüttmaterials und der zu erwartenden Beanspruchung durch den Baubetrieb festzulegen (Abschnitt 7.2.6).
- 3) Witterungsbeständigkeit: Aus der vorgesehenen Zeit vom Auslegen der Trennschicht bis zu ihrem Lichtschutz durch die Überschüttung ergibt sich die Anforderung an die Witterungsbeständigkeit der Trennschicht. Insofern kann diese entweder dem Auftragnehmer freigestellt werden, wenn der Bauablauf seiner Disposition unterliegt oder ist mit den Vorgaben für den Bauablauf im Freitext festzulegen. Bei Freilage bis zu einem Monat ist eine hohe Witterungsbeständigkeit, bei Überschüttung innerhalb 2 Wochen eine mittlere Witterungsbeständigkeit gefordert und bei Überschüttung innerhalb eines Tages eine niedrige Witterungsbeständigkeit ausreichend.
- 4) Das Verlegen quer zur Achse der Verlegefläche ist Standard, es kann aber auch im Freitext eine andere Vorgehensweise vorgesehen werden: Z.B. Längsverlegung, wenn die zu überdeckende Fläche schmaler als 2 Bahnbreiten ist oder wenn die Bahnen durch besondere Maßnahmen (Vernähen, Verklammern, Verschweißen) am Verrutschen gehindert werden sollen.
- 5) Zur Abrechnung ist aus drei Varianten zu wählen: Abgewinkelte Produktfläche, abgedeckte Fläche nach Aufmaß oder abgedeckte Fläche nach Unterlagen des Auftraggebers.

4.7 Schutz von Bauelementen

4.7.1 Beispiele

4.7.1.1 Schutz von Dichtungsbahnen

Aufgabe

- Schutz von Dichtungsbahnen gegen mechanische Beanspruchung durch den angrenzenden Boden.

Abdichtungssysteme im Bereich von Wasserschutzgebieten sind in den RiStWag geregelt.

Bei Planung und Bau von Wasserrückhaltebecken sind die RAS-Ew und die ZTV Ew-StB zu berücksichtigen.

Beispiele

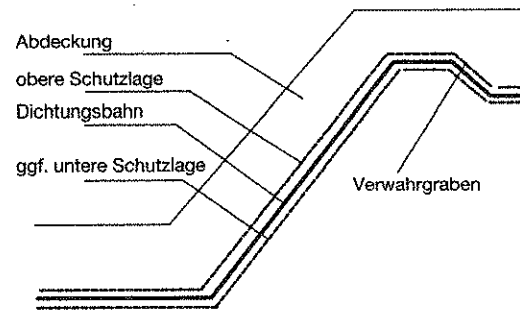


Bild 61: Abdichtung von Wasserbecken (z.B. Rückhaltebecken)

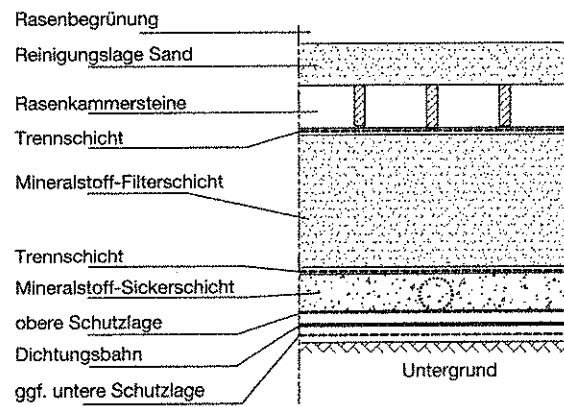


Bild 62: Aufbau eines Bodenfilterbeckens zur Reinigung von Oberflächenwasser mit einer Abdichtung zum anstehenden Boden hin (Rasenkammersteine schützen den Beckenaufbau und erleichtern das Befahren mit Wartungsgeräten)

4.7.1.2 Schutz der Dichtungsaufstriche an Bauwerken

Aufgabe

- Schutz des Dichtungsaufstriches an Bauwerken gegen mechanische Beanspruchung durch den Boden der Hinterfüllung/Überschüttung.

Beispiel

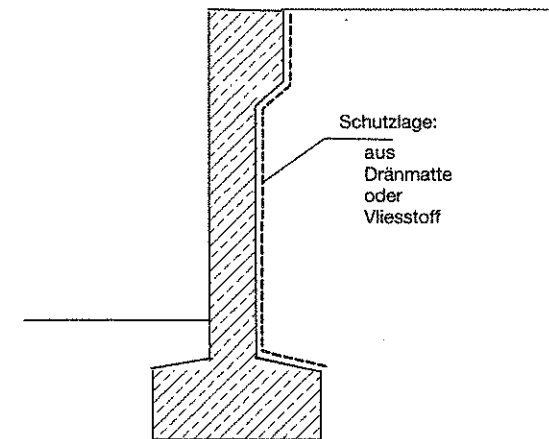


Bild 63: Geotextil zum Schutz des Dichtungsaufstriches – kann mit dem Zweck der Bauwerksdränung (Bild 23) kombiniert werden

4.7.2 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung

4.7.2.1 Hinweise zur Auswahl

Für den Schutz von Kunststoffdichtungsbahnen werden Vliesstoffe, aber auch spezielle Produkte geliefert.

Der Schutz von Tondichtungsbahnen ist mit geotextilen Schutzlagen nicht zu gewährleisten (Abschnitt 7.2.6.3). Der Hersteller muss das Produkt nach den Anforderungen der Baustelle konfektionieren oder eine passende Schutzlage liefern.

Zum Schutz des Dichtungsaufstriches von Bauwerken gegen Beschädigung durch das Material der Sickerschicht haben sich Dränmatten und Vliesstoffe bewährt. Die Dränmatten müssen beidseits mit einem Filter versehen sein.

4.7.2.2 Hinweise zur Verarbeitung

Für das Verlegen von Schutzlagen für Dichtungsbahnen gelten die Ausführungen im Abschnitt 4.2.3.2 sinngemäß. Auf Böschungen müssen sie in Böschungsfällrichtung verlegt werden. Der Böschungsaufbau sollte möglichst selbsttragend sein.

Schutzschichten für Dichtungsaufstriche an Bauwerken werden auf der Fläche punktweise mit einem geeigneten Kleber befestigt; ein Annageln durch die Abdichtung hindurch ist nicht zulässig. Alternativ können sie an der Oberkante des Bauwerkes befestigt werden und frei herunterhängen. Die Bahnen werden dann durch die Hinterfüllung angedrückt.

4.7.2.3 Hinweise zur Ausschreibung

In der Leistungsbeschreibung ist die vorgesehene Anwendung zu beschreiben.

Für die Festlegung der Anforderung an die chemische und mikrobiologische Beständigkeit sind ferner folgende Angaben erforderlich (Abschnitt 7.4.1):

- vorgesehene Nutzungsdauer
- Umgebungsmilieu: pH-Wert des Bodens und des Überschüttmaterials bzw. des Grundwassers ($\text{pH} < 4$ oder $4 \leq \text{pH} \leq 9$ oder $\text{pH} > 9$), z. B.:
 - Anwendung im Kontakt zu Böden, die mit Baukalken oder mit Zement verbessert oder verfestigt sind
 - Anwendung im Kontakt zu Zementbeton oder Betonbruch
 - Anwendung im Kontakt zu industriellen Nebenprodukten, z. B. Schlacken.

Schutzschichten für Dichtungsbahnen können nach STLK LB 106 Erdbau, Folgetextgruppe 106 510 ausgeschrieben werden. Die im Böschungsbereich liegenden Produkte müssen hoch witterungsbeständig sein oder sind entsprechend zu schützen. Generell sollte die Geotextilrobustheitsklasse mindestens GRK 5 entsprechen, wenn keine gesonderten Schutznachweise für die geplante Anwendung erbracht werden.

Zu den Folgetexten:

- 1) Schutzzweck: Es ist der Schutz einer Abdichtung in Wasserschutzgebieten (nach RiStWag), oder einer Dichtungsbahn in einem Rückhaltebecken auszuwählen bzw. es sind durch einen Freitext andere Anwendungen zu benennen.
- 2) Schutzwirksamkeit: Hauptmerkmal ist die Dicke der geotextilen Schutzschicht. Sie kann entweder mit 2,5 mm oder 5 mm (jeweils unter 20 kPa Prüfauflast gemessen) ausgewählt werden oder ist gemäß der Erfordernis als Freitext einzugeben. Dafür kann nach Abschnitt 7.2.6.3 vorgegangen werden. Wenn die Fläche oberhalb der Abdichtung befahren wird, sind die Schutzlagendicken zu verdoppeln. Böden mit Steinmaterial sind dabei nicht zulässig. Wenn die Beckensohle oberhalb der Schutzschicht ausbetoniert wird, sollte diese durch Auflegen einer Folie vor dem Durchtränken mit Zementschlämme geschützt werden.
- 3) Ort der Schutzschicht: Auf, unter oder beidseits einer Dichtungsbahn bzw. als Freitext anzugeben.

4) Hier werden die Lage und die Art der Befestigung definiert.

5) Wahlordnungspunkt zur Angabe von Erdnägeln zur Befestigung.

6) Abrechnung nach abgewickelter Fläche oder als Freitext.

Die Ausschreibung von Schutzschichten für Abdichtungen an Bauwerken erfolgt im STLK LB 111 Entwässerung für Kunstbauten. Gefordert wird eine Minstdicke von 2,5 mm gemessen bei 20 kPa Auflast und eine hohe Witterungsbeständigkeit.

4.8 Abdichtungen mit Dichtungsbahnen

4.8.1 Aufgabe

- Abdichten zur Verhinderung von Wasserverlusten
- Abdichten gegen Versickerung von Wasser in den Untergrund, z. B. Abdichtung von Regenwasserrückhaltebecken und Löschteichen
- Schutz des Bodens und des Grundwassers in Wasserschutzgebieten vor Eindringen wassergefährdender Stoffe aus Verkehrsanlagen (z. B. Straßen, Tankstellen, Rastanlagen). Diese Anwendungen werden in den „Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten“ (RiStWag) geregelt und hier nicht behandelt
- Abdichtung von Schüttungen aus belasteten Böden oder aus industriellen Nebenprodukten.

4.8.2 Beispiele

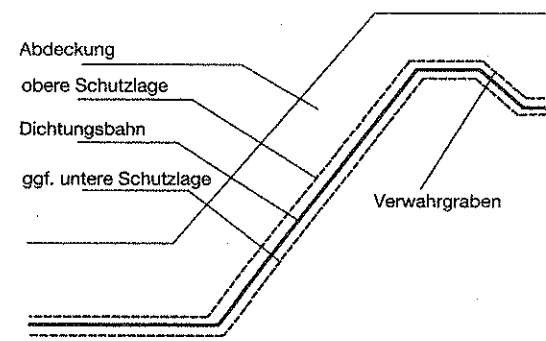


Bild 64: Abdichtung von Wasserbecken (z. B. Entwässerungsbecken)

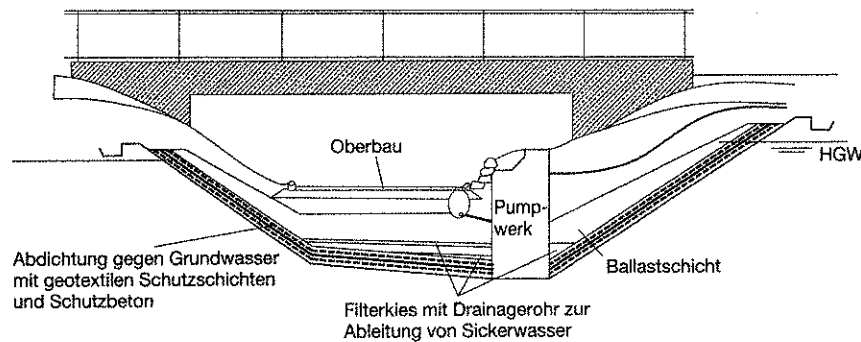


Bild 65: Abdichtung von Bauwerken gegen Grundwasser

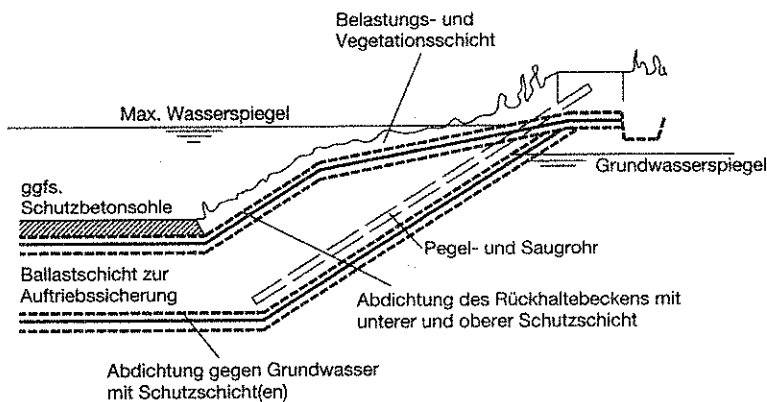


Bild 66: Abdichtung von Regenrückhaltebecken

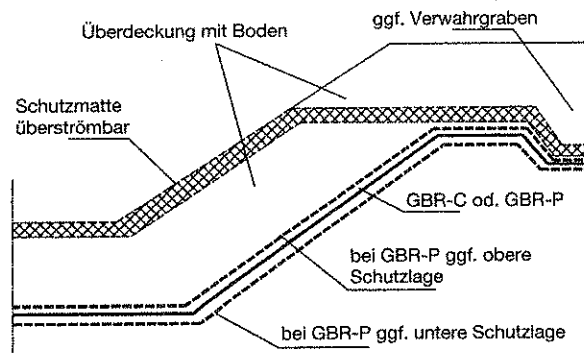


Bild 67: Abdichtung von Wassergräben: Dichtungsbahn mit einer Bodenüberdeckung, die durch eine überströmbar Schutzmatte gegen Erosion gesichert ist

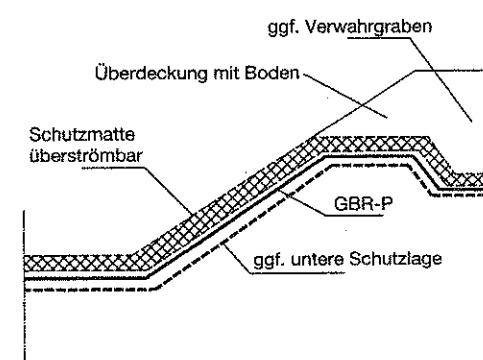


Bild 68: Abdichtung von Wassergräben mit einer Kunststoffdichtungsbahn, die durch eine mit Boden gefüllte, überströmbar Schutzmatte geschützt ist

4.8.3 Hinweise zur Auswahl, Verarbeitung und Ausschreibung

4.8.3.1 Hinweise zur Auswahl

Dichtungsbahnen können zur Ausbildung von Dichtungswannen unterhalb von Sickersträngen, Rohren und Leitungen an Straßen eingesetzt werden. Die Funktion der Abdichtung geht gleichzeitig mit den Funktionen der Sammlung, Fassung und Ableitung von Flüssigkeiten einher.

Bei Rückhaltebecken können erforderlichenfalls Abdichtungen im Bereich des Dauerstaus zum Einsatz kommen. Weiterhin kann eine Abdichtung aus Gründen des Grundwasserschutzes oder der Landschaftsplanung erforderlich sein.

Anwendung, Auswahl und Ausschreibung sind in folgenden Werken geregelt:

- in den RiStWag für Abdichtungen in Wasserschutzgebieten
- im DWA-Merkblatt 512-1 für den allgemeinen Wasserbau
- in den Bau- und Prüfrichtlinien des DIBt für allgemeine Abdichtungsmaßnahmen
- in der DVS-Richtlinie 2225 für das Verschweißen von Kunststoffdichtungsbahnen
- in den EAG-GTD für Tondichtungsbahnen.

Kunststoffdichtungsbahnen (GBR-P)

Kunststoffdichtungsbahnen (GBR-P) sind technisch dicht gegen Flüssigkeiten und Gase und damit wasserundurchlässige Elemente. Gefordert wird eine Mindestdicke der GBR-P von $d \geq 2,0 \text{ mm}$. Die Dehnungen infolge Beanspruchung beim Ein- und Überbauen auf geneigten Flächen dürfen bei PEHD-Bahnen maximal 3 % betragen.

Um auf Böschungen die Scherkräfte aus der Überschüttung auf den Boden im Auflager übertragen zu können, sind Bahnen mit strukturierter Oberfläche günstig. Die Art der Struktur ist den jeweiligen Böden anzupassen.

Tondichtungsbahnen (GBR-C)

Als maßgeblicher Parameter für die Dichtungswirksamkeit von GBR-Cs ist die Permittivität zu nennen. Die Permittivität ist die Wassermenge, die bei gegebener Auflast und Höhendifferenz pro Zeiteinheit und Flächeneinheit durch die GBR-C hindurchtritt. Sie muss dauerhaft folgende Anforderung erfüllen:

$$\text{Permittivität } \psi \leq 1 \cdot 10^{-7} [\text{s}^{-1}]$$

Die Permittivität muss auch unter Berücksichtigung von Veränderungen in den Tönen durch chemische Einflüsse, z. B. Kationenaustausch bei Natriumbentoniten in kalziumhaltigem Milieu, sichergestellt sein. Im Rahmen der Eigenschaftsprüfung sind die Einflüsse Nass-/Trocken-Wechsel, Frost-Tau-Wechsel, Beaufschlagung mit Salzlösungen und Mineralölkohlenwasserstoffen nachzuweisen.

Empfehlungen zur Ausbildung und Bemessung von Abdichtungen mit Tondichtungsbahnen sind in den EAG-GTD zu finden.

Für Tondichtungsbahnen sind neben den Mindestanforderungen, die an die geotextilen Komponenten gestellt werden (flächenbezogene Masse, Zugfestigkeit bei Geweben und Stempeldurchdruckkraft bei Vliesstoffen) folgende Eigenschaften bei Bentoniten (Natrium- und Kalziumbentonite) zu berücksichtigen:

- Bentonitmenge
- Wassergehalt
- Quellvermögen
- Wasseraufnahmevermögen
- Montmorillonitgehalt.

Sowohl für die Geotextilien als auch für die Bentonite werden Anforderungen hinsichtlich mechanischer oder chemischer Beanspruchungen, Beständigkeit oder Alterung in den EAG-GTD angegeben.

4.8.3.2 Hinweise zur Verarbeitung

Beim Herstellen der Abdichtungen treten Beanspruchungen durch das Verlegen, das Überschütten, das Verdichten der Überschüttung und durch den Baustellenverkehr auf. Die mechanischen Beanspruchungen beim Bau der Abdichtung sind unter Beachtung der Einbauvorschriften des Herstellers und durch die Verwendung geeigneter Auflager- und Überschüttungsmaterialien sowie die Wahl geeigneter Bauverfahren und Baugeräte auf ein zulässiges Maß zu reduzieren. Beim Verlegen der Abdichtung ist eine ebene, verdichtete Auflagerfläche herzustellen, aus der keine einzelnen Steine herausragen.

Gegebenenfalls sind Unregelmäßigkeiten der Auflagerfläche durch Sand oder Feinkies auszugleichen. Zum Schutz der Dichtungsbahnen gegen grobkörnige Anteile können auch geotextile Schutzlagen angewendet werden (Abschnitt 4.7 und 7.2.6.3). Weitere Empfehlungen sind den EAG-GTD zu entnehmen.

Die Gleitsicherheit einer Überschüttung auf geneigter Fläche ist nachzuweisen. Ein Defizit kann durch eine Bewehrung gesichert werden (Abschnitt 5.1.2.6). Ein selbsttragender Böschungsaufbau kann die bessere Lösung sein.

Dem Dichtungselement dürfen im eingebauten Zustand keine Zugkräfte zugeordnet werden. Dies ist besonders bei Grabenmulden und an steilen Böschungen zu beachten. Auftretende Kräfte müssen über Reibung von der Dichtungsbahn auf das Auflager übertragen werden.

Abdichtungen, die in das Grundwasser eintauchen, müssen auftriebsicher sein.

Die Ausführung von Durchdringungskonstruktionen (Rohrdurchdringungen) erfordert eine besondere Sorgfalt und muss so beweglich gestaltet werden, dass durchgeführte Rohre und die Anschlüsse an Dichtungskomponenten nicht in unzulässiger Weise verformt und bewegt werden und keine Zwängung entsteht. Rohrdurchdringungen können entweder mit vorgefertigten Formteilen oder mit Dichtungsplomben aus Ton ausgebildet werden (Ausführungshinweise in den EAG-GTD).

Für Kunststoffdichtungsbahnen gilt ferner:

Kunststoffdichtungsbahnen müssen im eingebauten Zustand den berechneten zulässigen Untergrundverformungen folgen können. Sie dürfen nicht unzulässig gedehnt und ihre Oberflächen nicht beschädigt werden. Überlappungen und Anschlüsse sind gas- und wasserdicht herzustellen. Für die Fügung von GBR-P gelten die Richtlinien DVS 2225, Teile 1 bis 4.

Für Tondichtungsbahnen gilt zusätzlich:

Zum Schutz vor Beschädigungen und zur Verhinderung von Austrocknung und Frostbeanspruchung der Tondichtungsbahnen GBR-C ist nach RiStWag eine Überschüttung in einer Mächtigkeit $d \geq 0,80$ m erforderlich (vertikal gemessen). Bei Regenwasserrückhaltebecken und bei anderen Abdichtungsmaßnahmen außerhalb von Wasserschutzgebieten kann die Überdeckung gegebenenfalls reduziert werden (Mindestmaß 30 cm Unterboden plus mindestens 10 cm Oberboden, vertikal gemessen, RAS-Ew). Die Verlegearbeiten sind mit geeignetem Einbaugerät auszuführen. Feuchte Witterung und Niederschläge sind insoweit zu berücksichtigen, als die Tondichtungsbahnen nicht im gequollenen Zustand überschüttet werden dürfen. Daher ist bei der Baulageposition zu berücksichtigen, dass nur so viele Tondichtungsbahnen verlegt werden, wie innerhalb desselben Tages überschüttet werden können. Eine Verlegung bei Frosttemperaturen, aber ansonsten trockenen Witterungsbedingungen, ist möglich. Die Ausführbarkeit anderer Bauleistungen ist hierbei zu berücksichtigen.

Die Verlegung muss falten- und verzerrungsfrei erfolgen. Sofern bei der GBR-C ein Unterschied zwischen Träger- und Deckgeotextil besteht, dürfen Ober- und Unterseite nicht verwechselt werden.

Bereits verlegte Bahnen dürfen nicht befahren werden. Ein Begehen ist auf trockenen Bahnen möglich. Beim Verlegen und Ausrichten der GBR-C darf die Auflagerfläche nicht nachteilig verändert werden.

Die konstruktive Ausbildung der Überlappung ist mit dem Hersteller der GBR-C abzustimmen. Die Überlappungsbreite soll mindestens 30 cm in Längs- und Querrichtung betragen. Eine entsprechende Markierung der GBR-C ist zweckmäßig. Die Überlappung ist stets faltenfrei und ohne Einschluss von Schmutz und Fremdkörpern auszuführen. Unvermeidbare Querüberlappungen sollten einen Mindestabstand von 1 m von einem Hoch- oder Tiefpunkt im Querschnitt eines Dichtungssystems haben.

Überlappungen sind im Dachziegelverband auszuführen, das heißt Überlappung so, dass in Wasserfließrichtung die höher liegende Bahn die folgende überdeckt. Vierfachüberlappungen (Kreuzstöße) sind zu vermeiden.

Die Überschüttung der GBR-C sollte im Vor-Kopf-Verfahren erfolgen, da diese nicht direkt befahren werden darf. Die Verteilung des Überschüttmaterials darf nur in Überlappungslängsrichtung erfolgen. Das Überschüttmaterial sollte weitgestuft mit möglichst kleinem Größtkorn sein (z. B. 0/32 mm mit $C_u > 15$). Bei gröberen Komponenten können geotextile Schutzlagen erforderlich werden.

Die in einer GBR-C auftretenden Scherkräfte dürfen die Scherfestigkeit der gequollenen Bahn nicht überschreiten. Die innere Scherfestigkeit im trockenen und gequollenen Zustand ist nachzuweisen.

4.8.3.3 Hinweise zur Ausschreibung

In der Leistungsbeschreibung ist die vorgesehene Anwendung zu beschreiben.

Für die Festlegung der Anforderung an die chemische und mikrobiologische Beständigkeit sind ferner folgende Angaben erforderlich (Abschnitt 7.4.1):

- vorgesehene Nutzungsdauer
- Umgebungsmilieu: pH-Wert des Bodens und des Überschüttmaterials bzw. des Grundwassers ($\text{pH} < 4$ oder $4 \leq \text{pH} \leq 9$ oder $\text{pH} > 9$), z. B.:
 - Anwendung im Kontakt zu Böden, die mit Baukalken oder mit Zement verbessert oder verfestigt sind
 - Anwendung im Kontakt zu Zementbeton oder Betonbruch
 - Anwendung im Kontakt zu industriellen Nebenprodukten, z. B. Schlacken
 - Anforderungen an die Dichtungsbahn nach den Abschnitten 4.8.3.1 und 7.6
 - Die Verlegung der GBR-P durch einen Fachbetrieb (WHG §19) ist zu fordern.

5 Hinweise zur Bemessung

5.1 Bemessung bewehrter Bodensysteme

5.1.1 Allgemeines

Bewehrte Bodensysteme im Sinne dieses Merkblattes sind Verbundsysteme aus einem Schüttboden und einer Bewehrung aus dafür geeigneten Geotextilien oder Geogittern. Die Einsatzgebiete sind im Abschnitt 4.5 aufgeführt.

Das Bewehrungselement soll bei einer für das Erdbauwerk noch zulässigen Verformung die Kraft aktivieren, die dem System zum Erreichen der erforderlichen Standsicherheit fehlt [1].

Die Kraftübertragung von dem Bewehrungselement in das bewehrte Bodensystem erfolgt über Reibung bzw. Adhäsion zwischen der Bewehrung und dem angrenzenden Boden. Sie wird durch den Reibungsbeiwert und den zur Aktivierung der Reibung nötigen Verschiebungsweg charakterisiert.

Bei einem direkten Kontakt zwischen übereinanderliegenden Bewehrungslagen gilt der Reibungsbeiwert zwischen diesen bei dem zur Aktivierung der Reibung nötigen Verschiebungsweg.

Es sind alle möglichen Versagensmechanismen zu untersuchen. Die ungünstigste Bruchfigur ist maßgebend. Außerdem ist der Gebrauchszustand zu beurteilen (Verformung, Sicherheit).

Das weitere Vorgehen wird in den EBGeo dargestellt.

5.1.2 Beispiele bewehrter Bodensysteme

5.1.2.1 Erhöhung der Sicherheit eines Dammes gegen Geländebruch

Bei einer Schüttung auf einem wenig tragfähigen Untergrund kann ein Defizit der Standsicherheit unter der Belastung durch Eigengewicht und Verkehr mit einer Bewehrung abgedeckt werden. Die Endstandsicherheit muss ohne die Wirkung der Bewehrung größer als 1 sein. Wenn die Standsicherheit nach Ende der Konsolidierung ohne Bewehrung ausreichend ist, gilt die Konsolidierungszeit als Nutzungsdauer der Bewehrung, sonst muss die Bewehrung auf die volle Nutzungsdauer des Dammes bemessen werden.

Untergrundverformungen können in der Regel durch eine Bewehrung nicht verhindert werden.

Folgende Nachweise müssen geführt werden:

- Geländebruchsicherheit nach DIN 4084 oder gleichwertige Verfahren
- Sicherheit gegen Bruch der Bewehrung
- Sicherheit gegen Herausziehen der Bewehrung
- Sicherheit gegen Gleiten des Dammes

- Übernahme der Spreizkräfte im Dammfuß
- Sicherheit gegen Ausquetschen des Untergrundes
- Setzung nach DIN 4019
- gegebenenfalls Grundbruch nach DIN 4017.

Ein schadloser Austausch von Wasser zwischen den Bodenschichten bzw. dessen Abführung muss gewährleistet sein.

Bewehrte Gründungspolster und Rohraufleger sind analog zu betrachten.

5.1.2.2 Bewehrung einer direkt befahrenen Schüttung

Folgende Parameter sind in einer Bemessung zu berücksichtigen:

- erforderliche Tragfähigkeit der Schicht nach ZTV E-StB für verbesserte Erdplanien oder zulässige Spurrinnentiefe bei Baustraßen
- Tragfähigkeit des Untergrundes/Unterbaus – mögliche Veränderungen der Tragfähigkeit des Untergrundes/Unterbaus durch Verkehrsbeanspruchung und durch Wassergehaltsänderungen (Frostaufgang) sind zu berücksichtigen
- Eigenschaften des Schüttmaterials und Dicke der Schüttlage
- Kraft-/Dehnungsverhalten der Bewehrung
- Reibung zwischen Bewehrung und Schüttmaterial
- Anordnung der Bewehrung im Aufbau
- erwartete Verkehrsbelastung.

5.1.2.3 Bewehrung von Böschungen und Stützkonstruktionen

Die Bemessung erfolgt für die geometrischen Verhältnisse des ungünstigsten Zustandes. Die im Grenzgleichgewicht anzusetzenden Kräfte sind: Eigengewicht unter Berücksichtigung eines eventuellen, konstruktiv nicht vermeidbaren Wasserdruckes, eventuelle Auflasten und Erddruck. Wenn die Verformungen, die für die Aktivierung des Erddruckes erforderlich sind, von dem bewehrten Bodensystem und in dessen Einflussbereich liegenden Bauwerken ohne Schaden aufgenommen werden können, darf der aktive Erddruck angesetzt werden. Im anderen Fall ist ein erhöhter Erddruck, bis zum Erdruhedruck, zugrunde zu legen. Soweit für den Bauzustand (Bodeneinbau und Verdichtung) erhöhte Erddrücke zu kritischen Belastungen führen, müssen die Nachweise mit diesen Erddruckbeiwerten geführt werden.

Erforderlich ist der Nachweis der äußeren und der inneren Standsicherheit des bewehrten Bodensystems. Beim Nachweis der äußeren Standsicherheit werden Bruchvorgänge untersucht, bei denen das Versagen außerhalb des bewehrten Erdkörpers erfolgt. Den Nachweis der inneren Standsicherheit bestimmen Bruchkörper, die den Bereich des bewehrten Bodenkörpers durchdringen, unabhängig davon, ob hierbei ein Bewehrungselement geschnitten wird oder nicht.

Das bewehrte Bodensystem kann mit einer steileren Böschungsneigung ausgeführt werden, als es die Scherkräfte im Boden zulassen, weil das Standsicherheitsdefizit durch Zugkräfte in den Bewehrungslagen ausgeglichen wird. Es kann in einen abschiebenden „aktiven“ Bereich (potenzieller Gleitkörper) und einen rückhaltenden, widerstehenden „passiven“ Teil (Verankerungskörper) gegliedert werden.

Die Standsicherheit ist im Regelfall gewährleistet, wenn folgende Nachweise geführt sind:

- Gleitsicherheit nach DIN 1054 in der Sohle des bewehrten Erdkörpers entlang der untersten Bewehrungslage bzw. auf allen weiteren Bewehrungslagen
- Nachweis der Einhaltung der zulässigen Ausmittigkeit (zulässige Lage der Sohldruckresultierenden, beidseitig)
- Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 für die Aufstandsfläche des bewehrten Erdkörpers
- Böschungs- und Geländebruchsicherheit nach DIN 4084 mit allen möglichen Gleitfiguren, auch solchen, die zwischen Bewehrungslagen verlaufen
- bei wenig tragfähigem Untergrund Setzung nach DIN 4019
- Sicherheit gegen Bruch der Bewehrung (Abschnitt 5.1.3)
- Sicherheit gegen Herausziehen der Bewehrung
- Bei Sicherung der Außenhaut durch Umschlagen der Bewehrungslagen ist unter Berücksichtigung der zu erwartenden Verformungen nachzuweisen, dass die auf die Bewehrung wirkenden Kräfte durch die Bewehrung, die Rückverankerung und gegebenenfalls erforderlichen Anschlüsse aufgenommen werden.
- Bei Sicherung der Außenhaut durch Außenhautelemente, die an den Bewehrungslagen befestigt sind (z. B. Betonfertigteile), ist nachzuweisen, dass die hier auf die Bewehrung wirkenden Kräfte von dieser aufgenommen werden können.
- Für die Außenhautelemente ist nachzuweisen, dass die zulässigen Druckspannungen nicht überschritten werden.
- Für den Fall, dass die Außenhautelemente nicht kraftschlüssig mit der Bewehrung verbunden sind, ist darüber hinaus für jedes Element die ausreichende Gleit- und Kippsicherheit nachzuweisen.

5.1.2.4 Bewehrung über Pfählen oder pfahlähnlichen Traggliedern

Um Setzungen aufgrund wenig tragfähiger Böden zu reduzieren, können Dämme punktuell auf einem Raster von Pfählen oder pfahlähnlichen Traggliedern aufgelagert werden. Diese tragen die Damm- und Verkehrslasten in tieferliegende, tragfähige Bodenschichten ab. Zur Aufnahme der nicht durch Gewölbewirkung unterstützten Dammbereiche sowie von Spreizkräften aus

dem Dammkörper werden vielfach ein- oder mehrlagig geokunststoffbewehrte Schichten über den Pfählen angeordnet. Sie müssen eine biaxiale Lastabtragung gewährleisten [5, 6].

Folgende Nachweise müssen geführt werden:

- Ermittlung der nicht über Gewölbewirkung auf die Pfähle abgetragenen Lasten aus Eigengewicht und gegebenenfalls Verkehrslast und der hieraus resultierenden Zugspannungen der Bewehrung
- Nachweis der erforderlichen Bemessungsfestigkeit unter Einhaltung der für das Bauwerk tolerierbaren Verformungen für die gesamte Nutzungsdauer
- Ermittlung der gegebenenfalls zusätzlich quer zur Achse aufzunehmenden Last aus Spreizkräften des Dammkörpers
- Sicherheit gegen Bruch und Herausziehen der Bewehrung.

5.1.2.5 Bewehrung über Erdfällen und Bergsenkungsgebieten

Je nach Form der oberirdischen Verformungen (Trichter, Rinnen, Absenkungen usw.) sowie deren Abmessungen besteht die Möglichkeit, durch den Einsatz von ein- oder biaxialen Bewehrungen den Straßenkörper sowie die Verkehrslasten zeitlich begrenzt zu tragen und eine Gefährdung des Verkehrs zu verhindern. Hierbei ist zunächst die Größe und Form eines zu erwartenden Erdfalles zu analysieren und hieraus die Anordnung und Festigkeit der erforderlichen Bewehrung abzuleiten [7].

Maßgeblich für die Bemessung der Bewehrung sind:

- die Abmessungen des zu überbrückenden Hohlraumes
- die über der Bewehrung auftretenden Lasten
- der Reibungswinkel des Schüttmaterials über der Bewehrung
- die möglichen Verankerungsbereiche und Ankerkräfte
- die zulässige Verformung auf der Straßenoberfläche und der daraus resultierende Durchhang der Bewehrung
- der Belastungszeitraum bis zur Sanierung der Straße.

Bei dieser Lösung handelt es sich um eine Teilsicherung, das heißt, es wird davon ausgegangen, dass nach Eintritt des Ereignisses die Konstruktion in einem festzulegenden Zeitraum nicht versagen darf, bis eine Sanierung der betroffenen Stelle erfolgt.

5.1.2.6 Bewehrung böschungspareller Gleitflächen

Bei oberflächennahen Abdichtungssystemen aus Erdstoffen und Geokunststoffen kann zur Aufnahme von Schubkräften in Böschungsfalrichtung, die nicht durch Reibung zwischen den Schichtgrenzen in den Untergrund abgetragen werden können, ein Bewehrungselement angeordnet werden. Das Be-

wehrungselement muss dabei oberhalb der kritischen Schichtgrenze angeordnet werden. Zur Festlegung der kritischen Schichtgrenze ist die Kenntnis des Reibungsverhaltens aller Schichtgrenzen erforderlich.

Zum Nachweis der Standsicherheit sind haltende Kräfte aus Reibung in den Schichtgrenzen und treibende Kräfte in Böschungsfalrichtung aus statischen Lasten und aus im Bauzustand wirkenden dynamischen Lastanteilen gegenüberzustellen.

Häufig ist nicht der Endzustand als kritisch zu werten, sondern der Einbauzustand aufgrund zusätzlicher statischer und dynamischer Lasten, hervorgerufen z. B. durch das Befahren des Oberbodens mit Baugeräten [10].

Folgende Nachweise müssen geführt werden:

- Nachweis gegen Gleiten in Böschungsfalrichtung nach DIN 4084
- Nachweis gegen Herausziehen des Bewehrungselementes aus dem Einbindegraben
- Nachweis gegen Abscheren der Böschungskrone des Einbindegrabens.

Im DWA-Merkblatt 512-1 und im DVS 2225 werden konstruktive Lösungen für Einbinde- bzw. Verwehrgräben aufgeführt.

Weist das Verhältnis aus haltenden zu treibenden Kräften eine unzureichende Sicherheit auf, erfolgt ein Abtrag der ermittelten Defizitkräfte über Reibung zwischen dem Bewehrungselement und den Böden des Einbindegrabens. Werden Abdichtungskomponenten ebenfalls konstruktiv in den Einbindegraben eingebunden, werden die Reibungsparameter zwischen Abdichtungskomponente und Bewehrungselement maßgebend.

Bei ausreichender Gleitsicherheit des Abdichtungssystems ist eine konstruktive Sicherung in einem Verwehrgraben (z. B. nach DVS 2225, Teil 4, Bild 9) vorzusehen, falls nicht ausreichend, ist der Einbindegraben nach den EBGE 0 zu bemessen.

5.1.3 Anforderungen an die Bewehrung

Aus der erdstatischen Berechnung ergibt sich eine Anforderung an die Zugfestigkeit der Bewehrung erf. $R_{B,d}$ (Bemessungsfestigkeit) und gegebenenfalls an ihre Dehnung zul. $\epsilon_{B,d}$ (Bemessungsdehnung), bzw. eine Zugfestigkeit bei einer bestimmten Dehnung („d“ für englisch „design“).

Im Zugversuch wird die Zugkraft-/Dehnungslinie für eine Probenbreite ermittelt (Abschnitt 6.4). Aus der Höchstzugkraft wird durch Umrechnung auf 1 m Breite die Kurzzeitfestigkeit $R_{B,k0}$ ermittelt. Durch statistische Auswertung werden der Mittelwert und die Fertigungstoleranz als 5 %-Quantile ermittelt und in der Produktbeschreibung (Abschnitt 8.2) angegeben. Hieraus ergibt sich der charakteristische Wert der Kurzzeitfestigkeit $R_{B,k0,5\%}$ (Mittelwert minus Toleranz).

Die Langzeitfestigkeit $R_{B, k, 5\%}$ wird aus der Kurzzeitfestigkeit $R_{B, k0, 5\%}$ durch Division mit den Abminderungsfaktoren A_1 bis A_5 ermittelt:

$$R_{B, k, 5\%} = R_{B, k0, 5\%} / (A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5)$$

Die Abminderungsfaktoren ergeben sich wie folgt:

- A_1 : Zeitstandverhalten: Als entscheidende Beeinträchtigung muss das Verformungsverhalten unter Dauerlast (Kriechen) und die Zeitstandfestigkeit beachtet werden (Abschnitte 6.9 und 7.2.4). Der Abminderungsfaktor A_1 kann über die Zeitstandfestigkeit und ergänzend oder alternativ über die Kriechverformung ermittelt werden
- A_2 : Beschädigung der Bewehrung bei Transport, Einbau und Verdichtung (Abschnitte 6.10, 7.2.6.2)
- A_3 : Verarbeitung (Verbindungsstellen, Anschlüsse an Bauteile) (Abschnitt 6.4)
- A_4 : Umgebungseinflüsse (Witterungsbeständigkeit, Beständigkeit gegen Chemikalien, Mikroorganismen und Tiere) (Abschnitte 6.15, 6.16 und 7.4)
- A_5 : in besonderen Fällen sind zusätzliche Abminderungsfaktoren, z. B. für dynamische Einwirkungen aus Verkehr, zu berücksichtigen.

Unter Berücksichtigung eines Sicherheitsbeiwertes γ ermittelt sich die vorhandene Bemessungsfestigkeit der Bewehrung vorh. $R_{B, d}$:

$$\text{vorh. } R_{B, d} = R_{B, k, 5\%} / \gamma = R_{B, k0, 5\%} / (A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot \gamma)$$

Der Sicherheitsbeiwert γ beträgt nach dem Teilsicherheitskonzept $\gamma = \gamma_M = 1,40$ für BS-P (ständige Bemessungssituation), $\gamma_M = 1,30$ für BS-T (vorübergehende Bemessungssituation) und $\gamma_M = 1,20$ für BS-A (außergewöhnliche Bemessungssituation, DIN 1054).

Die Abminderungsfaktoren sind vom Hersteller durch entsprechende Untersuchungen nachzuweisen:

- Nachweis gegen Bruch der Bewehrung: vorh. $R_{B, d} \geq \text{erf. } R_{B, d}$.

Die Bemessungsfestigkeit vorh. $R_{B, d}$ und, wenn statisch erforderlich, die Bemessungsdehnung $\epsilon_{B, d}$, das heißt die Dehnung bei Bemessungsfestigkeit, ist vom Hersteller anzugeben und über eine Kurzzeit-Zugkraft-Dehnungskurve und eine nutzungszeitabhängige Zugkraft-Dehnungskurve zu belegen.

Grundsätzlich muss zu dem hier vorgestellten Nachweis der Sicherheit gegen Bruch auch der Nachweis gegen das Herausziehen der Bewehrung und der Gebrauchstauglichkeit geführt werden (EBGEO).

5.2 Bemessen von geotextilen Filtern und Dränsystemen

5.2.1 Allgemeines

Bei der Entwässerung von Boden bildet der geotextile Filter ein Element zwischen dem zu entwässernden Boden und der das Wasser abführenden Sickeranlage. Dieses Element hat die Aufgabe, den Wasserdurchfluss zu ermöglichen, aber den Boden stabil zu stützen.

Von einem Filter müssen Bedingungen für das Bodenrückhaltevermögen (die mechanische Filterwirksamkeit) und die Wasserdurchlässigkeit bzw. hydraulische Filterwirksamkeit (druckverlustarme Wasserableitung) erfüllt werden. Hierfür maßgebende Parameter der Geotextilien sind die Charakteristische Öffnungsweite, die Wasserdurchlässigkeit und für besondere Fälle auch die Filtrationslänge.

Das Bodenrückhaltevermögen lässt sich durch die Charakteristische Öffnungsweite O_{90} beschreiben. Die Charakteristische Öffnungsweite O_{90} wird in einem Nass-Siebversuch mit einem Einheitsprüfboden bestimmt. Sie entspricht dem Durchmesser d_{90} des Siebdurchganges (Abschnitt 6.12).

Die Wasserdurchlässigkeit eines Geotextils wird für die in diesem Merkblatt behandelten Anwendungen durch den Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_y ohne Bodenkontakt charakterisiert (Abschnitt 6.13.1).

Für ein stabiles Boden-/Filtersystem mit ausreichender Wasserdurchlässigkeit ist ein inniger, hohlraumfreier Kontakt des Geotextils zum Boden erforderlich, um Strömungen zwischen Boden und Filter mit der Folge von Bodenumlagerungen auszuschließen.

Bei der Forderung nach langfristig zu sichernder Wasserdurchlässigkeit ist zu beachten, dass die Wasserdurchlässigkeit im Gebrauchszustand durch folgende Parameter vermindert werden kann:

- durch den Kontakt mit dem davor befindlichen Boden
- durch zusätzliche Kolmation:
 - äußere Kolmation: das Blockieren von Öffnungen durch Anlagern bewegter Bodenteilchen an der Oberfläche des Filters (blocking)
 - innere Kolmation: das Einwandern und Einlagern von Bodenteilchen im Filter (clogging).

Geotextilien als Filter werden wie Kornfilter so bemessen, dass sie:

- den Boden vor Erosion schützen, das heißt das tragende Korngerüst an der Wasseraustrittsstelle stabil halten
- das Passieren feiner Bodenteilchen nur so weit gestatten, dass die Kolmation des Filters und die Ablagerung im Dränsystem im unschädlichen Rahmen bleiben
- das Wasser durch den Filter ohne wesentlichen Rückstau strömen lassen.

Dies wird durch die Wahl von Geotextilien mit Öffnungsweiten nahe der oberen Grenze der zulässigen Öffnungsweite und hinreichender Wasserdurchlässigkeit gesichert (Abschnitt 5.2.4). So baut sich bei Wasserströmung ein stabiler Boden/Geotextil-Filter mit ausreichender Wasserdurchlässigkeit auf und durch relativ große Poren wird erreicht, dass die Kolmation im unschädlichen Rahmen bleibt.

Das Wasserableitvermögen in der Geotextilebene beschreibt die Abflussleistung „q“, die in Abhängigkeit von der Dicke der Produkte und dem hydraulischen Gradienten ermittelt wird (Abschnitt 5.2.5). Eine hohe Wasserableitfähigkeit in der Geotextilebene ist erforderlich, wenn das Geotextil eine Dränfunktion in einer Sickeranlage hat.

5.2.2 Auslegung von geotextilen Filtern (mechanische Filterwirksamkeit – Bodenrückhaltevermögen)

Bei der Bemessung und Auswahl eines geotextilen Filters sind zu beachten:

- Boden:
 - die Korngrößenverteilung/das Körnungsband des anstehenden Bodens
 - bei bindigen Böden zusätzlich die Plastizitäts- und die Konsistenzzahl bzw. als Hilfsgröße das Ton-/Schluffverhältnis
- hydraulische Beanspruchung:
 - Anströmung: einseitig, wechselseitig
 - hydraulischer Gradient
 - Richtung vertikal/tangential
- Bauwerk:
 - die Art und Konstruktion des Bauwerkes, das heißt die dem Geotextil zugewiesenen Funktionen
- die sich aus dem Bauwerk ergebenden Sicherheitsanforderungen an den Filter:
 - z. B. Auswirkung eines Filterversagens
 - Wartungs- und Instandsetzungsmöglichkeit
- mechanische Beanspruchung:
 - die Einbaubeanspruchung (Abschnitt 7.2.6)
 - die mechanische Beanspruchung im Gebrauchszustand.

Durch spezifische Randbedingungen einer Bauaufgabe können Abweichungen von dem nachfolgenden Vorgehen bei der Filterauswahl begründet sein. Anstelle der vereinfachten Kriterien der nachfolgend beschriebenen Sicherheitsfälle I und II ist die Auswahl durch einen Filternachweis möglich.

In der Mehrzahl der Anwendungsfälle im Straßenbau liegen filtertechnisch einfache Bedingungen vor (geringe Wassermengen, einseitige Anströmung, geringes hydraulisches Gefälle). Hierfür gilt Sicherheitsfall I.

Hydraulischer Sicherheitsfall I

Die nachfolgend aufgeführten Filterregeln für den hydraulischen Sicherheitsfall I gelten für filtertechnisch einfache Bedingungen wie geringe Wassermengen, einseitige Anströmung und geringes hydraulisches Gefälle. Im Fall I gilt folgende Anforderung an den Mittelwert der Öffnungsweite (gew. O_{90}):

für Vliesstoffe: $0,06 \text{ mm} \leq \text{gew. } O_{90} \leq 0,2 \text{ mm}$

Gewebe müssen bemessen werden.

Für Gewebe als Trennschicht gilt: $0,06 \text{ mm} \leq \text{gew. } O_{90} \leq 0,4 \text{ mm}$.

Hydraulischer Sicherheitsfall II

Die nachfolgend aufgeführten Filterregeln für den hydraulischen Sicherheitsfall II gelten für geringe wechselseitige Anströmungen und mittlere einseitige Anströmungen des Geotextils. Anhaltswerte zur Wahl der Öffnungsweite zur Sicherung der mechanischen Filterwirksamkeit sind:

kohäsive Böden:	$0,06 \leq \text{gew. } O_{90} \leq 0,20 \text{ mm}$
Grobschluff bis Feinsand:	$0,06 \leq \text{gew. } O_{90} \leq 0,11 \text{ mm}$
Feinsand:	$0,06 \leq \text{gew. } O_{90} \leq 0,13 \text{ mm}$
Mittelsand:	$0,08 \leq \text{gew. } O_{90} \leq 0,30 \text{ mm}$
Grobsand:	$0,12 \leq \text{gew. } O_{90} \leq 0,60 \text{ mm}$

Im hydraulischen Sicherheitsfall II ist der Boden auf Erosionsstabilität und auf Suffosionssicherheit zu untersuchen (filtertechnisch schwieriger Boden, vgl. Abschnitt 5.2.3). Sind diese nicht gegeben, wird wie beim hydraulischen Sicherheitsfall III vorgegangen, außer der kritische Boden steht bei inhomogenen Verhältnissen nur örtlich begrenzt an und ist für das System als Ganzes nicht bestimmend.

Hydraulischer Sicherheitsfall III

Der hydraulische Sicherheitsfall III wird maßgebend, wenn Auswirkungen eines auch lokalen/teilweisen hydraulischen Versagens des geotextilen Filters für das Bauwerk beeinträchtigende Folgen haben. Einseitige konzentrierte Anströmungen und großflächige wechselseitige Anströmungen mit einhergehendem hohen Wasseranfall sollten Sicherheitsfall III zugewiesen werden.

Für Filteranwendungen, die in den hydraulischen Sicherheitsfall III einzuordnen sind, muss eine Analyse der hydraulischen Bedingungen und daraus eine Filterdimensionierung im Einzelfall durch eine(n) Sachverständige(n) durchgeführt werden. Diese Filterdimensionierung kann anhand eines Bemessungsverfahrens und/oder durch anwendungsbezogene Versuche erfolgen [13].

Dies gilt auch für die Bemessung eines Filters bei der Entwässerung von suffosionsgefährdeten und von filtertechnisch schwierigen Böden im hydraulischen Sicherheitsfall II, wenn sie für das Entwässerungssystem maßgebend sind.

5.2.3 Beurteilung der zu entwässernden Böden

Filtertechnisch schwierige Böden: Erosionsgefährdete Böden

Unter Erosion versteht man den Abtrag aller am Aufbau des Bodengefüges beteiligten Bodenpartikel, so dass es zu einem Gefügezusammenbruch und damit zu einer Volumenänderung des Bodenkörpers kommt.

Die nach DIN 18196 definierten Bodengruppen sind bei der Bemessung eines Filters unterschiedlich zu betrachten. Böden mit einem erheblichen Anteil im Grobschluff- und Feinsandbereich und geringen kohäsiven Eigenschaften (mögliche Mobilität der Einzelkörner bei entsprechender hydraulischer Belastung) sind als filtertechnisch schwierige Böden einzustufen (Gefahr von Bodenausspülungen, Zusetzen von Filtern und Verschlämmen von Sickeranlagen). Dies gilt besonders bei weitgestuften Böden mit konkav aufwärts gerichteten Korngrößenverteilungen und bei geringen Lagerungsdichten.

Für diese Böden ist ein Filternachweis nach II oder III erforderlich, außer sie stehen bei inhomogenen Bodenverhältnissen nur lokal eng begrenzt an und bewirken bei einer Verformung keine Bauschäden.

Filtertechnisch schwierige Böden: Suffossionsgefährdete Böden

Unter Suffossion versteht man eine Verlagerung von feineren Bodenpartikeln im Porenraum des die wirksamen Spannungen abtragenden Korngerüsts. Das tragende Bodenskelett/Korngerüst, das heißt die äußere Form des Erdkörpers, bleibt unverändert bestehen. Durch das Auswandern der feineren Teile vergrößert sich der Porenanteil und damit die Durchlässigkeit des Bodens. Diese Änderung kann sich bei stark ungleichförmigen Böden (z. B. mit Fehlkornanteilen) über mehrere Zehnerpotenzen erstrecken.

Für die Bemessung ist zu überlegen, ob eher ein Materialaustrag oder bei Zurückhaltung der Feinteile ein eventueller Anstieg des Wasserdruckes als problematischer anzusehen ist.

Böden ohne Plastizität entweder mit stetigem Verlauf der Körnungslinie ($C_u > 14$) oder mit Ausfallkörnung im Bereich unterhalb 40 % Siebdurchgang können einer Suffossion unterliegen.

Im Zweifelsfall ist eine spezielle Betrachtung der Suffossionsstabilität erforderlich [14, 15, 16].

5.2.4 Auslegung von geotextilen Filtern: Hydraulische Filterwirksamkeit – Wasserdurchlässigkeit

Der Filter muss im eingebauten Zustand auf Dauer mindestens die Wasserdurchlässigkeit des zu entwässernden Bodens besitzen, damit schädlicher Rückstau vermieden wird. Diese Bedingung kann als erfüllt angesehen werden, wenn der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_{v, 5\%}$ des Geotextils (Neumaterial) größer als der des zu entwässernden Bodens k_f ist ($k_{v, 5\%} > k_f$) und mindestens $k_{v, 5\%} = 1 \cdot 10^{-4}$ [m/s] beträgt (Abschnitt 6.13.1).

Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_{v, 5\%}$ wird unter Auflast nach DIN 60500-4 bei $i = 1$ und einer Auflast von 2 kPa ermittelt.

Eine hilfsweise Ermittlung der Durchlässigkeit wird im Abschnitt 6.13.1 aufgezeigt.

Ausreichende Wasserdurchlässigkeit auf Dauer wird gleichzeitig mit dem Nachweis der Sicherheit gegen Kolmation gesichert. Dazu ist die Öffnungsweite des Geotextils gew. O_{90} , zwischen der unteren Grenze gegen Kolmation (min O_{90}) und der oberen Grenze gegen Erosion (max O_{90}) so zu wählen, dass sie möglichst nahe an max O_{90} aber keinesfalls unter $0,2 \cdot \max O_{90}$ liegt.

Bei der Filterauslegung aufgrund von Mindestanforderungen (Sicherheitsfall I und II) ist gew. O_{90} möglichst groß innerhalb des zulässigen Bereiches zu wählen.

Bei der Beurteilung der hydraulischen Filterwirksamkeit ist das Bodengesamtsystem zu betrachten und die für die Durchlässigkeit maßgebende Schicht zu berücksichtigen. Bei mehreren Bodenschichten, die durchströmt werden, bestimmt nicht die Bodenschicht mit der größten, sondern die mit der kleinsten Durchlässigkeit das System.

5.2.5 Bemessung von geotextilen Dränsystemen (Dränmatten)

Die geotextilen Dränsysteme, auch Dränmatten, bestehen aus einer Sickerschicht, die das Wasser senkrecht zu ihrer Ebene aufnimmt und in ihrer Ebene weiterleitet, sowie einer Filterschicht (Bemessung Abschnitte 5.2.2 bis 5.2.4), welche die Sickerschicht vor Verschlämmung schützt.

Die Abflussleistung (Wasserableitvermögen in der Ebene der Matte) und die Neigung der Dränmatten sind so zu wählen, dass die Dränmatten unter Berücksichtigung der konstruktionsbedingten Entwässerungslänge im freien Gefälle entwässern. Hierbei sind mögliche Untergrundverformungen zu berücksichtigen. Das Wasserableitvermögen der Dränmatten muss mindestens so groß sein, dass die abzuleitende Wassermenge auch über den gesamten Nutzungszeitraum schadlos abgeführt werden kann.

Die Dicke von Dränmatten wird bei Belastung verringert und zwar in Abhängigkeit von der Konstruktion der Dränmatten, unterschiedlich stark. Darüber hinaus ist die Dickenänderung unter Dauerlast (Kriechen) der verwendeten Dränmatte zu berücksichtigen (Abschnitt 6.9.2). Die Abflussleistung ist unter Berücksichtigung der für den Nutzungszeitraum zu erwartenden Dickenänderung des Sickerelementes zu ermitteln und der Bemessung zugrunde zu legen.

Der Bemessungswert der langfristig ansetzbaren Abflussleistung $q_{d, A}$ ergibt sich aus dem charakteristischen Wert $q_{k, A, 5\%}$ der langfristig ansetzbaren Abflussleistung, einem Abminderungsfaktor D und dem Teilsicherheitsbeiwert S , welcher Unsicherheiten bei der Ermittlung der Wassermengen berücksichtigt ($S = 1,1$). Für die Bemessung der Dränmatten wird die Austrittswassermenge

$q_{d,A}$ (Abflussleistung) der Eintrittswassermenge q_E (Dränspende oder Regenereignis) gegenübergestellt. Es gelten die Abschnitte 6.14 und 7.3.2:

$$q_{d,A} \geq q_E$$

mit:

$$q_{d,A} = q_{k,A,5\%} / (D \cdot S) \quad [l/s \cdot m]$$

Dabei berücksichtigt der Abminderungsfaktor D (mit $D = 2,0$) folgende Einflüsse:

- Übertragung der Versuchsbedingungen auf die Einbaubedingungen (Bodenbettung etc.)
- Einbaubeanspruchung der Dränmatte
- Querschnittsveränderungen der Dränmatte z.B. im Bereich von Überlappungen oder Anschlüssen
- Bodeneinträge.

Abweichende Abminderungsfaktoren D sind vom Hersteller für sein Produkt und die vorgesehene Anwendung auf der Grundlage der „Empfehlungen zur Anwendung geosynthetischer Dränmatten EAG-Drän“ des DGGT-AK 5.1 nachzuweisen.

Für die Abschätzung der Eintrittswassermenge q_E siehe RAS-Ew.

Eine Abflussleistung von $q_{d,A} \geq 0,1$ [$l/s \cdot m$] soll gewährleistet sein.

Bei der Bemessung vertikal angeordneter Dränmatten wird zur Ermittlung der Auflastspannungen der Erdruchdruck (Beiwert k_0 ca. 0,5) zugrunde gelegt. Die zulässige Dickenänderung und die erforderliche Abflussleistung sind für die jeweilige Nutzungsdauer und den zugehörigen Wasseranfall auszulegen.

Für die Bemessung von Vertikaldräns wird auf die DIN EN 15237 und das „Merkblatt über Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund“ verwiesen.

6 Prüfverfahren

6.1 Allgemeines

Die folgenden aufgeführten Normen entsprechen dem aktuellen Stand. Eine zusammenfassende Übersicht enthält der Anhang A 3.

Für die Probenahme gilt DIN EN ISO 9862. Für Kontrollprüfungszwecke wird abweichend von DIN EN ISO 9862 ein Streifen als Probe quer über die ganze Produktbahn, mit einer Länge in Produktionsrichtung von mindestens 1,0 m entnommen.

Bei den Prüfergebnissen sind jeweils der Mittelwert, die Standardabweichung und der Variationskoeffizient anzugeben. Bei weniger als 5 Einzelwerten sind diese aufzuführen.

Der für den Anwendungsfall erforderliche Prüfumfang ergibt sich nach Maßgabe von Abschnitt 8.3 und Anhang A 1. Daraus können sich größere Probeabmessungen ergeben.

Die Kennwerte der Produkte teilt der Hersteller in der Leistungserklärung und der Produktbeschreibung nach TL Geok E-StB, Abschnitt 5.1.2 mit. Dabei sind der Mittelwert und die Produktionsabweichung anzugeben.

Erläuternd und teilweise ergänzend zu den jeweils gültigen Normen und zum Abschnitt 4 der TL Geok E-StB gelten die Festlegungen in den folgenden Abschnitten. Sie sind grundlegend für die Prüfungen zur Qualitätssicherung nach Abschnitt 8.3 und Anhang A 1.

6.2 Masse pro Flächeneinheit von Geokunststoffen und Gitterabmessungen

Geotextilien und Geogitter

DIN EN ISO 9864

Je nach Produkttyp unterschiedliche Probenabmessungen: Bei Geotextilien Messprobengrößen 100 cm², bei Geogittern so, dass je Richtung mindestens zwei Gitterelemente enthalten sind, Messprobenanzahl 10.

Für Kontrollprüfungen können die Messproben für den Zugversuch oder den Stempeldurchdruckversuch verwendet werden.

Bei Geogittern wird die Anzahl von Zuelementen innerhalb 1 m Breite ermittelt (siehe auch DIN EN ISO 10319).

Die Breite der Gitterstreifen bzw. ihr Abstand (Maschenweite) wird jeweils mittig zwischen zwei Gitterknoten gemessen. Die Messungen sind ohne verformende Krafteinwirkung auf das Gitter durch den Messvorgang durchzuführen.

Dichtungsbahnen

DIN EN 1849-2: Kunststoffdichtungsbahnen (GBR-P)

DIN EN 14196: Tondichtungsbahnen (GBR-C)

Der Tongehalt wird als Trockenmasse nach Trocknen bei 105 °C ermittelt. Dies ist auch der Bezugswert für die Wassergehaltsbestimmung.

Baustellenmethode

DIN-Fachbericht CEN/TR 15019

Für eine Identifikationsprüfung auf der Baustelle kann ein Streifen von ca. 1 m in Produktionsrichtung quer über die Bahn mit geraden Schnitten entnommen und auf einer Baustellenwaage mit einer Genauigkeit von ± 5 g gemessen werden. Die Länge und Breite ist jeweils an den Probenrändern und an drei gleichmäßig verteilten Stellen dazwischen mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5$ cm zu messen.

6.3 Dicke von Geokunststoffen**Einlagige Geokunststoffe und Gesamtdicke von Verbundstoffen**

DIN EN ISO 9863-1

Prüfstempelfläche 25 cm² (Durchmesser 56 mm), Prüfdruck 2 kPa, 20 kPa bis 200 kPa, wenn erforderlich, 10 Messproben.

Dichtungsbahnen

DIN EN 1849-2: Kunststoffdichtungsbahnen (GBR-P)

DIN EN ISO 9863-1: Tondichtungsbahnen (GBR-C)

6.4 Höchstzugkraft und Höchstzugkraftdehnung der Geokunststoffe**6.4.1 Allgemeines****Für alle Zugprüfverfahren gilt:**

Eine typische Kraft-/Dehnungskurve muss geliefert werden.

Bei Produkten, die zur Bewehrung verwendet werden, ist die Prüfkraft bei 2 %, 5 % und, wenn die Höchstzugkraftdehnung über 10 % liegt, bei 10 %-Dehnung zu ermitteln.

6.4.2 Breiter Streifen

DIN EN ISO 10319

Es gilt: Messprobenbreite 200 mm, freie Einspannlänge 100 mm, Messprobenzahl je 5 längs und quer.

Für alle Geogitter gilt zusätzlich:

Die freie Einspannlänge muss mindestens zwei Querriegel enthalten und die Dehnung ist zwischen diesen zu messen. Für Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen sind auch Prüfungen an Einzelrippen bzw. Einzelstreifen zugelassen, jedoch muss die Zahl der Messproben dann auf 10 vergrößert werden.

6.4.3 Schmales Streifen

DIN EN ISO 13934-1: Gewebe

Als Versuch für die Eigenüberwachung und die freiwillige Güteüberwachung für Gewebe und andere Produkte geringer Querdehnung zugelassen.

DIN EN 29073-3: Vliesstoffe

Als Versuch für die Eigenüberwachung und die freiwillige Güteüberwachung bei Vliesstoffen und anderen Produkten hoher Querdehnung zugelassen.

6.4.4 Dichtungsbahnen

DIN EN ISO 527-1 und -3: für Kunststoffdichtungsbahnen (GBR-P)

DIN EN ISO 10319: für Tondichtungsbahnen (GBR-C)

6.5 Naht-/Verbindungsprüfung

DIN EN ISO 10321

Bedingungen wie bei den Produkten, deren Verbindungen zu prüfen sind. Die Art der Verbindung ist zu beschreiben.

6.6 Verhalten von Geokunststoffen gegen Durchdrücken: Stempeldurchdruckkraft

DIN EN ISO 12236

6.7 Verhalten von Geotextilien bei Fallbeanspruchung: Kegelfallversuch

DIN EN ISO 13433

6.8 Scherverhalten von Geokunststoffen**6.8.1 Reibungsbeiwert Produkt – Boden**

Bei allen Scherversuchen sind Kraft-/Verschiebungskurven zu liefern.

Direkter Scherversuch

DIN EN ISO 12957-1

Scherfläche mindestens 300 mm/300 mm; der Versuch kann mit standardisiertem Boden oder, bevorzugt, mit dem für den Einsatz vorgesehenen Boden in der vorgesehenen Beanspruchungsrichtung ausgeführt werden.

Bestimmung des Winkels des Abgleitens

DIN EN ISO 12957-2

Geprüft werden bevorzugt Aufbauten, die für den Bau in einer Böschung vorgesehen sind, unter Verwendung des zum Einsatz vorgesehenen Bodens.

Angabe des Neigungswinkels im Zustand des Abgleitens, des verwendeten Bodens einschließlich Einbaudichte und Wassergehalt, der Versuchsanordnung sowie der Auflast auf dem Produkt.

6.8.2 Reibungsbeiwert Produkt – Produkt

DIN EN ISO 12957-1

Direkter Scherversuch, Scherfläche mindestens 300 mm/300 mm.

6.8.3 Herauszieh Widerstand

DIN 60009, DIN EN 13738

Das Produkt wird bei beidseitigem Bodenkontakt mit standardisiertem Boden oder dem vorgesehenen Schüttmaterial geprüft. Die Verformung der Messprobe ist in der im Boden eingebauten Fläche zu messen und die Art der Krafteinleitung zu prüfen.

Die Mindestfläche des Prüfkastens ist 300 mm/300 mm. Ein Verbundbeiwert Geokunststoff zu Boden ist nur bei einer Einspannlänge in Zugrichtung von maximal 300 mm zu bestimmen.

6.9 Zeitstandverhalten von Geotextilien und Geogittern (Kriechen und Zeitstandfestigkeit)

6.9.1 Dauerzugbeanspruchung

DIN EN ISO 13431 (Indexversuch)

Indexversuch: Mit vier Zugkräften aus der Reihe 5 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 % der Höchstzugkraft wird bis zu 42 Tage (1008 Stunden) die Kriechdehnung und die Zeit bis zu einem eventuellen Zeitstandbruch gemessen. Dies gibt im Zweifelsfall bei Kontrollprüfungen einen Hinweis auf gleiches Verhalten im Vergleich zu den Ergebnissen einer Grundsatzprüfung.

Mitzuteilen sind die ermittelten Kriechkurven und eine Zeitstandkurve aus den Prüfungen, die zu einem Bruch gekommen sind.

Zeitstandverhalten unter Dauerzugbeanspruchung – Grundsatzprüfung

Die im Anhang A 1 geforderte Grundsatzprüfung kann bei Geweben auch an Garnen des Typs, aus dem das Gewebe hergestellt ist, bei Gittern auch an Einzelelementen des Gitters oder eines Gitters, das in Polymer und Ferti-gungstechnik gleiche Eigenschaften hat, durchgeführt werden. Die Übereinstimmung mit den fertigen Produkten ist dann mit einer Identifikationsprüfung (DIN EN ISO 13431) nachzuweisen.

Grundsatzversuch

12 Laststufen ab 90 % der Kurzzeitfestigkeit in vom Materialverhalten abhängigen sinnvollen Stufen abwärts (z. B. 87,5, 85,0). Die Kriechkurve je Versuch ist bis zu 5 Jahre bzw. bis zum Bruch aufzuzeichnen. Bei Belastungen ≤ 60 % der Kurzzeitfestigkeit ist die Dehnung zu erfassen (Kriechverhalten), bei höheren Belastungen die Zeit bis zum Bruch (Zeitstandverhalten).

Derzeit werden die Versuche in Luft ausgeführt. Das wirkliche Verhalten im Bauwerk kann durch Versuche mit Bodenkontakt festgestellt werden. Dies gilt vor allem für Vliesstoffe und andere Produkte mit hoher Querdehnung [1].

Anzugeben sind die Art des Versuches, die Versuchsbedingungen und die Zeitdehnungskurven je Laststufe (Kriechkurven); abzuleiten ist die Zeitstandkurve aus der Zeitdauer bis zum Bruch bei den Laststufen, die zum Bruch gekommen sind.

Mehrstufige Isotherme Methode (SIM)

Das Zeitstandverhalten kann bei bestimmten Produkten auch mit der mehrstufigen isothermen Methode (stepped isothermal method SIM) nachgewiesen werden. Voraussetzung für die Gültigkeit ist, dass die ersten beiden Temperaturstufen durch einen 1008 Stunden dauernden Normversuch DIN EN ISO 13431 bestätigt werden. Für die Absicherung einer dritten Temperaturverschiebungsstufe ist ein 4000 Stunden dauernder Standardversuch erforderlich [20]. Anzugeben ist die ermittelte Kriech- und Zeitstandkurve.

6.9.2 Dickenänderung unter Dauerlast

DIN EN 25619-1

Die Ergebnisse sind für die Beurteilung der Dauerwirksamkeit von Dränmatten gemäß den Abschnitten 5.2.5, 7.3.2 und Anhang A 1 wichtig. Beim Einsatz auf Böschungen ist das Verhalten unter gleichzeitiger Druck- und Scherbeanspruchung zu prüfen.

Proben quadratisch, Seitenmaße ≥ 100 mm; Auflast z.B. 20 kPa, 50 kPa, 100 kPa und 200 kPa, je nach Anwendungsfall. Beanspruchungszeiten wie beim Grundsatzversuch im Abschnitt 6.9.1.

Anzugeben sind die Versuchsbedingungen, die Ausgangsdicke und die Restdicke je Laststufe.

6.10 Beschädigung von Geotextilien und Geogittern beim Einbau

Untersuchung der Einbaubeschädigung auf der Baustelle (Abschnitt 7.5.2)

Das zu prüfende Produkt wird auf einer definierten Fläche ausgelegt und nach Überschütten und Verdichtung der Überschüttung freigelegt.

Bei Bewehrungen für Steilböschungen und Stützkonstruktionen besteht die Unterlage aus einer verdichteten Lage des Schüttmaterials oder der vorgesehenen Unterlage, bei Trennschichten und auf der Dammsohle auszulegen den Bewehrungen aus feinkörnigem Boden von weicher Konsistenz bzw. dem anstehenden Boden. Für die Überschüttung wird entweder das vorgesehene Schüttmaterial oder ein gebrochener Naturstein der Körnung 0/45 mm für Schottertragschichten nach ZTV SoB-StB verwendet. Die Schicht wird beim Einsatz in Böschungen oder Stützkonstruktionen auf einer tragfähigen, verdichteten Unterlage 25 cm dick oder in der auf der Baustelle vorgesehenen Einbaudicke aufgetragen. Bei weichem Untergrund ist die Schüttlagendicke so zu wählen, dass ein Überfahren mit dem Verdichtungsgerät möglich ist. Die Verdichtung erfolgt mit einer Vibrationswalze bzw. einem Walzenzug mit ca. 10 t bis 12 t Gesamtgewicht unter Vibration bei großer Amplitude (ca. 1,5 bis 2,0 mm) oder dem für die Baustelle vorgesehenen Verdichtungsgerät bis zum Erreichen des erforderlichen Verdichtungsgrades. Bei bewehrten Böschungen und Stützkonstruktionen gelten die Anforderungen an das Planum (generell 100 % der einfachen Proctordichte).

Der zu untersuchende Bereich des Produktes ist vor dem Einbau festzulegen und nach der Entnahme vollständig zu prüfen. Mindestgröße einer Probe 1,0 m × 1,0 m. Beschrieben werden das Schadensbild, die Anzahl der Löcher je m², eventuell nach Lochgrößen klassiert, die Form und Art des Schadens. Bestimmt wird die Restfestigkeit im Stempeldurchdruckversuch bzw. bei Bewehrungen im Zugversuch und die Änderung der Bruchdehnung. Beim Zugversuch sollten die Messproben eine freie Messlänge von mindestens 20 cm haben, um durch die größere Fläche den Einfluss einer Beschädigung besser zu erfassen.

Die Angabe der Restfestigkeit erfolgt in Prozent der Kurzzeitzugfestigkeit, die an einer Referenzprobe des Liefermaterials mit übereinstimmenden Probeabmessungen gemessen wird bzw. der Änderung der Dehnung in Prozent der Dehnung in diesem Kurzzeitversuch. Referenzprobe und Feldversuchsprobe sollen von derselben Rolle stammen und möglichst direkt hintereinander in der zu prüfenden Zugrichtung entnommen werden. Eine typische Kraft-/Verformungskurve der geschädigten Probe und der Referenzprobe ist zu liefern.

Laborversuch

DIN EN ISO 10722

Nachstellen der Baustellenbeanspruchung durch einen Laborversuch. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Praxis ist wegen grundsätzlicher Mängel (u. a. Modellmaßstab) begrenzt.

6.11 Schutzwirksamkeit

DIN EN 13719

Geprüft wird der Schutzwirksamkeitsindex einer Schutzlage für eine Kunststoffdichtungsbahn. Der Versuch wird standardgemäß mit genormten Beanspruchungskörpern (Stahlkugeln) mit drei verschiedenen Auflasten (300 kN/m², 600 kN/m², 1200 kN/m²) ausgeführt (DIN EN 13719 Anhang A).

Gemessen werden die maximalen örtlichen Dehnungen aus der Verformung der untergelegten verformbaren Metallplatte je Auflast.

Baustellenbezogen wird die Schutzwirksamkeit nach DIN EN 13719 Anhang B bestimmt. Geprüft wird, ob die Schutzlage für eine Kunststoffdichtungsbahn in der Lage ist, Perforationen oder lokale Überdehnungen der Dichtungsbahn durch grobkörniges Schüttmaterial zu verhindern. Der Versuch wird mit dem vorgesehenen Schüttmaterial bei den vor Ort auftretenden Auflasten und bei verschiedenen Beanspruchungsdauern vorgenommen. Angegeben wird jede sichtbare Beschädigung und die ermittelte Dehnung/Eindrucktiefe der Beanspruchungskörper.

6.12 Charakteristische Öffnungsweite von Geotextilien

DIN EN ISO 12956

Siebversuch nass mit weitgestuftem Boden.

6.13 Wasserdurchlässigkeit normal zur Fläche von Geokunststoffen

6.13.1 Geotextilien

a) Prüfung mehrlagig mit Auflast:

DIN 60500-4: Prüfung mehrlagig mit Auflast, Angabe in m/s, Durchlässigkeitsbeiwert k_y senkrecht zur Geotextilebene für $i = 1$ bei 2 bis 200 kPa abgestufter Filterauflast, konstante Druckhöhendifferenz.

b) Prüfung einlagig mit Auflast:

DIN EN ISO 10776: Prüfung einlagig mit Auflast, Mittelwert der Durchflusgeschwindigkeit senkrecht zur Geotextilebene bei 2 bis 200 kPa abgestufter Filterauflast, konstante Druckhöhendifferenz bei 50 mm Wassersäule.

c) Prüfung einlagig ohne Auflast:

DIN EN ISO 11058: Prüfung einlagig ohne Auflast, $VI_{50, 5\%}$ (V_{H50}) bei einer Spiegeldifferenz von 50 mm. Die Durchflusgeschwindigkeit VI_{50} (V_{H50}) in m/s wird auf 20 °C bezogen angegeben und entspricht der Durchflussrate q [m³/m² · s].

Der Indexwert $V_{I50,5\%}$ (V_{H50}) für $H = 50$ mm hydraulischer Höhenunterschied in der Prüfung hängt wie folgt mit dem k_V -Wert zusammen:

$$k_{V, H50, 5\%} = V_{H50, 5\%} / i$$

mit:

hydraulisches Gefälle $i = H/d_{2,5\%}$
 $H =$ hydraulischer Höhenunterschied
 $d_{2,5\%} =$ Schichtdicke des Geotextils,
 gemessen bei 2 kPa Prüfaufast

Prüfergebnis im Sinne dieses Merkblattes ist der Durchlässigkeitsbeiwert k_V [m/s] nach DIN 60500-4. Der aus $V_{I50,5\%}$ (V_{H50}) gemäß DIN EN ISO 11058 bzw. V_{N50} gemäß DIN EN ISO 10776 abgeleitete Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_{V, H50, 5\%}$ ist nur hilfsweise anzuwenden.

6.13.2 Dichtungsbahnen

DIN EN 14150: für Kunststoffdichtungsbahnen (GBR-P)

DIN EN 16416: für Tondichtungsbahnen (GBR-C)

Ermittelt wird die Durchflussrate q [$m^3/(m^2 \cdot s)$] bei einer Wassersäule von 150 cm. Dieser Wert ist nach den Anwendungsnormen auf der Leistungs-erklärung anzugeben. Weiterhin können die Permittivität ψ [$1/s$] = $\frac{q}{\Delta H}$ und der Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s] = $\frac{q \cdot d}{\Delta H}$

(mit: q = Durchflussrate, ΔH = Druckhöhenverlust über die Messprobe, d = Dicke der Messprobe) ermittelt werden. Alle Werte werden bei 10 °C angegeben.

6.14 Wasserableitvermögen in der Ebene von Geotextilien

DIN EN ISO 12958

Abflussleistung in der Ebene eines Produktes bei 2 bis 200 kPa abgestufter Auflast oder entsprechend der durch die Auflast im Einbauzustand erwarteten Dickenminderung (Kriechen) zusammengedrückten Probe, konstante Druckhöhendifferenz. Die Prüfung wird je nach Bettung in der Praxis mit weicher Anpressplatte (Simulation Bodenkontakt) und/oder starrer Anpressplatte (Simulation GBR-P, GBR-C, starre Wände), ein- oder beidseitig, durchgeführt.

6.15 Beständigkeit

Anhang Dauerhaftigkeit zur DIN EN 13249 ff. und Anhang Dauerhaftigkeit zur DIN EN 13361 ff. geben Vorgaben für die Bestimmung der möglichen Gebrauchsdauer für 5, 25, 50 und 100 Jahre.

Die Versuche werden zur Beschleunigung bei erhöhter Temperatur durchgeführt.

Beständigkeit gegen wässrige (innere) Hydrolyse bei Polyester oder Polyamid

Anhang Dauerhaftigkeit zur DIN EN 13249 ff. und Anhang Dauerhaftigkeit zur DIN EN 13361 ff.

Beständigkeit gegen Oxidation

Anhang Dauerhaftigkeit zur DIN EN 13249 ff. und Anhang Dauerhaftigkeit zur DIN EN 13361 ff.

Beständigkeit gegen mikrobiologische Angriffe

Anhang Dauerhaftigkeit zur DIN EN 13249 ff. und Anhang Dauerhaftigkeit zur DIN EN 13361 ff.

6.16 Witterungsbeständigkeit von Geokunststoffen

DIN EN 12224

Die Beständigkeit gegen Licht (UV) und Bewitterung wird bei gegebenem Spektrum unter periodischer Beregnung bestimmt.

6.17 Berstdruckfestigkeit von Dichtungsbahnen

DIN EN 14151

6.18 Weiterreißfestigkeit von Kunststoffdichtungsbahnen

DIN ISO 34-1, Methode B für Kunststoffdichtungsbahnen

Die Winkelmessprobe ohne Kerbe wird mit einer Zuggeschwindigkeit von 50 mm/min geprüft.

6.19 Biegeverhalten von Kunststoffdichtungsbahnen bei Kälte

DIN EN 495-5 für Kunststoffdichtungsbahnen

6.20 Maßänderung von Kunststoffdichtungsbahnen

DIN 53377

Gemessen wird die Maßänderung bei einer Einlagerung für eine Stunde und einer Temperatur von 120 °C.

6.21 Spannungsrissbeständigkeit von Kunststoffdichtungsbahnen

DIN EN 14576 (sogenannter NCTL-Test)

Einseitig eingekerbte Schulterstäbe werden bei Lagerung in einem wässrigen, tensidhaltigen Medium bei 50 °C durch eine Dauerspannung belastet. Die Standzeit bis zum Bruch wird ermittelt.

6.22 Beständigkeit von Dichtungsbahnen gegen Auslaugen

DIN EN 14415

Es werden Platten der zu untersuchenden Dichtungsbahn drei auslaugenden Medien (Wasser, gesättigte Ca(OH)_2 , Alkohol) für 56 Tage ausgesetzt. Danach werden die Masseänderung der Platte, die Änderung der oxidativen Beständigkeit und die Restfestigkeit gemessen.

6.23 Beständigkeit von Tondichtungsbahnen gegen Nass-/Trockenwechsel

DIN CEN/TS 14417

Es wird die Änderung der Durchlässigkeit bestimmt.

6.24 Beständigkeit von Tondichtungsbahnen gegen Frost-Tau-Wechsel

DIN CEN/TS 14418

Es wird die Änderung der Durchlässigkeit bestimmt.

6.25 Beständigkeit von Dichtungsbahnen gegen Durchwurzelung

DIN CEN/TS 14416

Proben werden im Boden eingelegt und dem Wurzelwachstum bestimmter Pflanzen ausgesetzt. Kunststoffdichtungsbahnen aus Polyethylen gelten allgemein als wurzelfest (DWA-M 512-1).

6.26 Bestimmung der inneren Scherfestigkeit und der Verbundfestigkeit von Tondichtungsbahnen**6.26.1 Innere Scherfestigkeit**

Träger- und Deckgeotextil werden im Scherversuch parallel zueinander verschoben.

6.26.2 Verbundfestigkeit

Träger- und Deckgeotextil werden im Zugversuch voneinander abgezogen (Schälversuch).

6.27 Quellvolumen der Tonfüllung von Tondichtungsbahnen

Das Quellvolumen wird nach ASTM D 5890 bestimmt.

2 g getrockneter Bentonit werden in kleinen Portionen in einen mit 90 ml H_2O gefüllten 100 ml Messzylinder gefüllt. Der Messzylinder wird auf 100 ml aufgefüllt und nach 24 h das Quellvolumen in ml/2g ermittelt.

6.28 Montmorillonitgehalt der Tonfüllung von Tondichtungsbahnen

DIN EN 13925-1 bis -3: Röntgendiffraktometrie von polykristallinen und amorphen Materialien.

Angegeben werden die enthaltenen Tonminerale und ihre Mengenanteile.

Das VDG-Merkblatt P 69 Methylenblauversuch gibt einen Hinweis auf den Montmorillonitgehalt.

6.29 Umweltunbedenklichkeit der Geokunststoffe

Für die Untersuchung der Unbedenklichkeit wird eine Probe im Masseverhältnis Probe zu Wasser von 1 Massenanteil Geokunststoffprobe zu 80 Massenanteilen von entmineralisiertem Wasser in einem Trogverfahren nach DIN EN 1744-3 oder einem Schüttelverfahren nach DIN EN 12457 über 24 Stunden eluiert. Der Vorgang wird anschließend mit derselben Probe mit jeweils frischem Wasser mehrmals wiederholt. Die Untersuchung der Eluate gibt einen Hinweis, ob die auswaschbaren Stoffe über längere Zeit freigesetzt werden können oder ob es sich um begrenzt freizusetzende Stoffe handelt. Dazu sind am ersten, dritten und fünften Eluat der gesamte organisch gebundene Kohlenstoff (TOC) zu bestimmen.

Die Bestimmungsmethoden für die anorganischen und organischen Parameter im Eluat sind aus den im Anhang 1, Abschnitt 3.1.3 (Analyseverfahren) der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) angegebenen zu wählen. Die Bestimmung des TOC erfolgt nach DIN EN 1484.

6.30 Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK)

ISO 11357

Die Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK) (Differential-Scanning-Kalorimetrie DSC) misst beim Aufheizen einer Probe den Wärmestrom zwischen der Probe und einem probenfreien Referenzpunkt. Die Proben werden mit einer Aufheizgeschwindigkeit von 10 Kelvin/min bis auf 300 °C erhitzt und nach der Abkühlung nochmals in gleicher Weise geprüft. Die DDK-Kurve zeigt für die in Geokunststoffen verwendeten polymeren Rohstoffe typische Kurvenverläufe, an denen die Bestandteile durch den Glasübergangspunkt und den Schmelzpunkt zu erkennen sind. Eine prozentuale Abschätzung ist über die Peakfläche und die Schmelzwärme möglich. Damit kann im Rahmen einer Baustoffeingangs- oder einer Kontrollprüfung die Identität mit einer Musterprobe festgestellt werden.

7 Hinweise zur Auswahl

7.1 Vorgehen bei der Produktauswahl

Grundlegend für die Auswahl eines Produktes für eine bestimmte Anwendung sind die Funktionen, die es zu erfüllen hat. Jeder einzelnen Funktion liegen Eigenschaften zugrunde, die über Bemessungsverfahren oder über eine Klassifizierung bzw. über Mindest- oder Höchstwerte erfasst werden (Tabelle 1). Im Abschnitt 4 sind bei den Anwendungsbeispielen die zutreffenden Funktionen aufgeführt.

In der Leistungsbeschreibung sind die vorgesehene Anwendung und die vom Geokunststoff zu erfüllenden Funktionen anzugeben. Ferner sind die anwendungsbezogenen Anforderungen an die Geokunststoffe aufzuführen.

Dabei ist Trennen immer mit Filtern und/oder Bewehren verbunden und ist bei der Festlegung von Anforderungen nie alleine zu betrachten.

7.2 Mechanische Eigenschaften

7.2.1 Masse pro Flächeneinheit

Die Masse pro Flächeneinheit geht in die Robustheitsklasse ein. Sie kann bei der Kontrollprüfung als Kriterium zur Identifikation eines Produktes dienen.

7.2.2 Dicke

Bei Dränelementen und bei Schutzlagen hängt das Leistungsvermögen bzw. die Wirksamkeit direkt mit der Dicke unter Auflast zusammen, wenn sie auch nicht das einzige Kriterium ist. Die Dicke von Geokunststoffen ändert sich unter Dauerlast durch Kriechvorgänge, dies muss bei der Bemessung von Dränelementen berücksichtigt werden. Bei Schutzlagen ist nicht von einer Reduzierung der Wirksamkeit durch Kriechen auszugehen.

7.2.3 Zugfestigkeit und Dehnung

Zugfestigkeit und Dehnung haben bei einer mechanischen Beanspruchung bei allen Funktionen eine Bedeutung. Bemessungsverfahren gibt es allerdings nur für den Einsatz als Bewehrung. Bei den anderen Anwendungen werden die Festigkeitsanforderungen über die Geotextilrobustheitsklassen mit erfasst.

Bei der Bemessung von Bewehrungselementen ist nach Abschnitt 5.1.3 vorzugehen. Es wird die Zugfestigkeit bei einer für das bewehrte System zulässigen Dehnung herangezogen, wobei die Dehnung unter Dauerbeanspruchung, das Zugkriechen, mit eingeht (Abschnitt 7.2.4).

Das Kraft-/Dehnungsverhalten wird bei Bodenkontakt produktabhängig in unterschiedlicher Weise verändert. Dies wirkt sich besonders bei hoch dehnfähigen Produkten aus und sollte bei der Bemessung berücksichtigt werden, weil

Tabelle 1: Berücksichtigung der Produkteigenschaften bei Auswahl und Ausschreibung

Funktionen Eigenschaften	Trennen	Filtern	Entwässern/ Dränen	Bewehren	Erosionsschutz	Schützen von Abdichtung	Abdichten GBR-P	Abdichten GBR-C
Masse pro Flächeneinheit	GRK	GRK	—	—	*)	KLAS	KLAS	KLAS
Dicke	—	*)	—	—	*)	KLAS	KLAS	—
Dicke unter Dauerlast	—	—	BEM	—	—	—	—	—
Zug-/Durchdruckfestigkeit	GRK	GRK	—	BEM	*)	KLAS	KLAS	KLAS
Dehnung Verformbarkeit	*)	*)	—	BEM	—	KLAS	KLAS	KLAS
Zugkriechen bei Dauerlast	—	—	—	BEM	—	—	KLAS	5)
Scherverhalten	—	—	—	BEM	*)	BEM ³⁾	BEM	BEM ³⁾
Robustheit gegen Einbaubeschädigung	GRK	GRK	GRK ¹⁾	A-F/ B-V	2)	GRK	4)	4)
Filter: Öffnungsweite	KLAS	BEM	BEM ¹⁾	—	—	—	—	—
Wasserdurchlässigkeit	KLAS	BEM	BEM	—	—	—	—	KLAS
Beständigkeit gegen chemische Beanspruchung	KLAS	KLAS	KLAS	A-F	KLAS	KLAS	KLAS	KLAS
Witterungsbeständigkeit	KLAS	KLAS	KLAS	KLAS	KLAS	KLAS	KLAS	KLAS

Erläuterungen:

GBR-P: Kunststoffdichtungsbahn, GBR-C: Tondichtungsbahn,

BEM: Bemessung/KLAS: Klassifizierung oder Mindest-/Höchstwerte/GRK: Geotextilrobustheitsklassen

A-F: Abminderungsfaktoren/B-V: Baustellenversuche

*) Einfluss vorhanden, aber nicht zu quantifizieren/—: wird nicht berücksichtigt

1) nur auf Filter bezogen

2) Einbauverfahren auf Produkt abstimmen

3) bei Einbau auf geneigten Flächen

4) zu schützen

5) bei Einbau auf geneigten Flächen innere Scherfestigkeit dauerhaft nachweisen

es zu wirtschaftlicheren Konstruktionen führen kann. Die Querkontraktion von Vliesstoffen wird bei Einspannung im Boden beschränkt [1, 12]. Dadurch wird die Dehnung in Zugrichtung stark verringert. Entsprechend steigt die Möglichkeit, auch bei kleinen Verformungen Kräfte in den Boden einzutragen.

7.2.4 Verhalten unter Dauerlast (Kriechen und Zeitstandfestigkeit)

Alle Produkte zeigen je nach Rohstoff und Herstellungsart ein mehr oder weniger ausgeprägtes **Kriechen** (Verformung unter Dauerlast), das insbesondere von der Höhe der Belastung relativ zur Kurzzeitfestigkeit abhängt und im Übrigen von der Temperatur beeinflusst wird. Bei der Bemessung sind das Kriechverhalten und die Zeitstandfestigkeit zu berücksichtigen, wobei die vorgesehene Standzeit des Bauwerkes bzw. die Nutzungsdauer des Produktes eingehen. Das Verhalten unter Dauerlast wird durch einen Abminderungsfaktor berücksichtigt (Abschnitt 5.1.3).

Die **Zeitstandfestigkeit** gibt die Zeit bis zum Bruch der Bewehrung unter einer bestimmten Dauerlast an. Kriechen und Zeitstandfestigkeit sind vom Hersteller der Bewehrungsprodukte durch Zeitstandversuche nachzuweisen. Die Versuche müssen so lange dauern, dass daraus auf die vorgesehene Nutzungsdauer extrapoliert werden kann. Der im Abschnitt 6.9.1 aufgeführte Indexversuch erlaubt es, die Identität eines angebotenen Produktes mit dem im Grundsatzversuch getesteten zu überprüfen.

7.2.5 Reibung Produkt – Boden und Produkt – Produkt

Die Reibung zwischen dem Produkt und dem angrenzenden Boden bestimmt die Übertragbarkeit von Zugkräften im bewehrten Bodensystem. Sie wird durch Scher- oder Herausziehversuche bestimmt (Abschnitt 6.8) und geht in die Bemessung ein.

Liegen Bewehrungen übereinander, ist die gegenseitige Reibung aus den Ergebnissen des direkten Scherversuches (Abschnitt 6.8.2) zu berücksichtigen.

Die Reibung zwischen Produkt und Boden beim Einbau auf geneigten Flächen, besonders mit geringen Auflasten, wird bevorzugt durch den Versuch der Bestimmung des Winkels des Abgleitens auf geneigter Ebene (Abschnitt 6.8.1) bestimmt.

7.2.6 Robustheit gegen mechanische Beanspruchung bei Einbau und Baubetrieb

Die Robustheit gegenüber der mechanischen Beanspruchung durch Schüttmaterial und Baubetrieb wird bei Trennschichten, Filter- und Schutzlagen durch die Geotextilrobustheitsklasse charakterisiert; sie ist gleichzeitig ein Hinweis auf die Festigkeit [17, 18].

Die Eignung eines Produktes für eine bestimmte Baustelle kann auch durch einen Einbauversuch unter den tatsächlichen Baustellenbedingungen nachgewiesen werden (Abschnitt 6.9).

Beim Einsatz als Bewehrung wird die zu erwartende Beschädigung durch Abminderungsfaktoren aufgrund von Baustellenversuchen berücksichtigt (Abschnitte 5.1.3, 6.10 und 7.5.2). Diese Abminderungsfaktoren sind aus der Geotextilrobustheitsklasse nicht abzuleiten.

7.2.6.1 Einbaubeschädigung bei Trennen, Filtern und Schützen: Geotextilrobustheitsklassen (GRK)

Die maßgebende mechanische Beanspruchung, nämlich die Schädigung durch Einzelkörner bzw. Steine und durch die Walkarbeit unter einer Schüttung auf weichem Untergrund, entzieht sich der Bemessung. Deshalb wird aus empirisch gewonnenen Erkenntnissen eine Einteilung getroffen, die für alle Produkte Klassen gleicher Robustheit gegenüber dieser Beanspruchung einführt [17, 18].

Diese Einteilung erfolgt bei Vliesstoffen aus den Ergebnissen des Stempeldurchdruckversuches, bei Geweben, Maschenwaren und Verbundstoffen nach dem Streifenzugversuch. Außerdem geht bei allen Produkten die flächenbezogene Masse (Masse pro Flächeneinheit) mit ein.

Diese Klassifizierung gilt nur für die Fälle, in denen die mechanischen Parameter nicht bemessen werden (Trennschicht, Schutzschicht, Filter) und nicht für Bewehrungen.

In früheren Fassungen dieses Merkblattes wurden Produkte der Geotextilrobustheitsklassen GRK 1 und GRK 2 ausgewiesen. Da sie für den Erdbau des Straßenbaus nicht geeignet sind, werden sie im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Tabelle 2: Geotextilrobustheitsklassen für Vliesstoffe

Geotextil- robustheitsklasse (GRK)	Stempel- durchdruckkraft erf. F_P , 5 %	Masse pro Flächeneinheit erf. m_A , 5 %
3	$\geq 1,5 \text{ kN}$	$\geq 150 \text{ g/m}^2$
4	$\geq 2,5 \text{ kN}$	$\geq 250 \text{ g/m}^2$
5	$\geq 3,5 \text{ kN}$	$\geq 300 \text{ g/m}^2$

Klassenwert: Anforderung an das 5 %-Mindestquantil der Stempeldurchdruckkraft und der Masse pro Flächeneinheit.

Geotextilrobustheitsklassen für Gewebe und Maschenwaren:

Es wird zwischen Produkten aus Folienbündchen oder Spleißgarnen und solchen aus Multifilamentgarnen unterschieden, weil Untersuchungen die unterschiedliche Empfindlichkeit dieser Produkttypen gezeigt haben.

Tabelle 3: Geotextilrobustheitsklassen für Produkte aus Folienbändchen oder Spleißgarnen (Polypropylen oder Polyethylen)

Geotextil-robustheitsklasse (GRK)	Höchstzugkraft (1) erf. $T_{\max, 5\%}$	Masse pro Flächeneinheit erf. $m_A, 5\%$
3	$\geq 35 \text{ kN/m}$	$\geq 180 \text{ g/m}^2$
4	$\geq 45 \text{ kN/m}$	$\geq 220 \text{ g/m}^2$
5	$\geq 50 \text{ kN/m}$	$\geq 250 \text{ g/m}^2$

(1) es gilt der kleinere Wert aus Längs- und Querrichtung

Klassenwert: Anforderung an das 5 %-Mindestquantil der Höchstzugkraft und der Masse pro Flächeneinheit.

Tabelle 4: Geotextilrobustheitsklassen für Produkte aus Multifilamentgarnen (meist Polyester)

Geotextil-robustheitsklasse (GRK)	Höchstzugkraft erf. $T_{\max, 5\%}$	Masse pro Flächeneinheit erf. $m_A, 5\%$
3	$\geq 150 \text{ kN/m}$	$\geq 320 \text{ g/m}^2$
4	$\geq 180 \text{ kN/m}$	$\geq 400 \text{ g/m}^2$
5	$\geq 250 \text{ kN/m}$	$\geq 550 \text{ g/m}^2$

Klassenwert: Anforderung an das 5 %-Mindestquantil der Höchstzugkraft und der Masse pro Flächeneinheit.

Die Tabelle 4 beruht auf Untersuchungen von Produkten, die unterschiedliche Längsfestigkeiten bei einer einheitlichen Höchstzugkraft in Querrichtung von 50 kN/m aufweisen. Für die Klassenzuordnung wurde die Höchstzugkraft in Richtung der größeren Festigkeit herangezogen. Bei Verwendung von Produkten mit anderen Verhältnissen zwischen den Zugfestigkeiten in Längs- und Querrichtung muss die Zuordnung zu den Geotextilrobustheitsklassen nachgewiesen werden.

Geotextilrobustheitsklassen für Verbundstoffe aus Geweben oder Maschenwaren oder Geogittern mit Vliesstoffen, die als Schutzschicht oder Filter wirken:

Mit der Einordnung dieser Produkte gibt es bisher wenig Erfahrung. Es wird empfohlen, die Geotextilrobustheitsklasse durch entsprechende vergleichende Baustellenversuche nachzuweisen. Entsprechendes gilt für Dränverbundstoffe (Dränmatten).

7.2.6.2 Einbaubeschädigung bei Bewehrungsaufgaben – Abminderungsfaktoren

Bei Bewehrungsaufgaben wird die zu erwartende mechanische Beschädigung durch einen Abminderungsfaktor aufgrund von Einbaubeschädigungsversuchen berücksichtigt (Abschnitte 5.1.3, 6.10 und 7.5.2). Die Geotextilrobustheitsklassen sind hierfür nicht anzuwenden.

7.2.6.3 Schutz von Dichtungsbahnen

Der Schutz von Kunststoffdichtungsbahnen vor Beschädigung durch die angrenzenden Böden kann durch geotextile Schutzlagen gewährleistet werden. Deren Wirksamkeit wird durch Druckbelastung mit genormten Körpern oder mit dem verwendeten Boden geprüft (Abschnitt 6.11). Dabei gelten die Anforderungen an Schutzlagen in Oberflächenabdichtungssystemen nach GDA-Empfehlung E 3-9. Bei kleinen Baustellen kann nach Tabelle 5 vorgegangen werden.

Tabelle 5: Empfohlene Dicke einer geotextilen Schutzschicht in Abhängigkeit vom beanspruchenden Boden für Kunststoffdichtungsbahnen mit einer Dicke von mindestens 2 mm

beanspruchender Boden (nach DIN 18196) ^{1) 2)}		Schutzschicht Dicke [mm]
Bodenklasse Rundkorn	Bodenklasse gebrochenes Korn	erf. $d_{20, 5\%}$ ³⁾
feinkörnige Böden (UL, UM, UA, TL, TM, TA) ²⁾		2,5 ²⁾
gemischtkörnige Böden (SU, SU*, ST, ST*, GU*, GT*) ²⁾		2,5 ²⁾
gemischtkörnige Böden (GU, GT)	gemischtkörnige Böden (SU, SU*, ST, ST*, GU*, GT*)	5 ²⁾
grobkörnige Böden (SE, SW, SI, GW)	gemischtkörnige Böden (GU, GT)	5 ²⁾
grobkörnige Böden (GE, GI)	grobkörnige Böden (SE, SW, SI, GW)	8 ²⁾
grob- und gemischtkörnige Böden mit Steinanteil	grobkörnige Böden (GE, GI)	8
	grob- und gemischtkörnige Böden mit Steinanteil	10

1) Aufbereitetes Material (z. B. gebrochenes Gestein, Recycling-Baustoffe) ist entsprechend Korngröße und -form einzustufen.

2) bei einem Größtkorn von 2 mm kann auf eine Schutzschicht verzichtet werden

3) erf. $d_{20, 5\%}$ Anforderung an den Charakteristischen Wert (5 %-Mindestquantil) der Schutzschichtdicke, gemessen bei einer Auflast von 20 kPa.

Erforderliche Geotextilrobustheitsklasse der Schutzschicht: GRK 5.

Die geforderte Schutzschichtdicke kann auch durch das Aufeinanderlegen mehrerer dünnerer Geotextilien erreicht werden.

Der Schutz von Tondichtungsbahnen ist durch geotextile Schutzlagen nicht zu gewährleisten. Das angrenzende Material ist entsprechend der Verlegeanleitung des Herstellers zu wählen oder der Hersteller muss ein zu dem vorgesehenen Schüttmaterial passendes Produkt liefern.

7.3 Hydraulische Eigenschaften

7.3.1 Filterparameter

Die mechanische Filterwirksamkeit (Bodenrückhaltevermögen) wird durch den Mittelwert der Charakteristischen Öffnungsweite O_{90} (Abschnitt 6.12) und die hydraulische Filterwirksamkeit (Wasserdurchlässigkeit) durch den Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_{v, 5\%}$ beschrieben (Abschnitt 6.13.1). Die Vorgehensweise zur Bemessung ist dem Abschnitt 5.2 zu entnehmen.

7.3.2 Abflussleistung von Dränelementen

Die Abflussleistung $q_{d, A}$ einer Dränmatte ergibt sich aus dem charakteristischen Wert $q_{k, A, 5\%}$ der unter entsprechender Auflast und Gefälle sowie unter Berücksichtigung der Kontaktflächen (weich oder hart) im Labor gemessenen Abflussleistung und einem Abminderungsfaktor sowie dem Teilsicherheitsbeiwert (Abschnitt 5.2.5).

7.4 Beständigkeit

7.4.1 Langzeitbeständigkeit/Dauerhaftigkeit

7.4.1.1 Allgemeines

Für den Nachweis der Beständigkeit ist der Hersteller verantwortlich.

Der Hersteller muss aufgrund von im Anhang Dauerhaftigkeit zur DIN EN 13249 ff. und Anhang Dauerhaftigkeit zur DIN EN 13361 ff. (normativ) vorgegebenen Untersuchungen und Prozeduren die Dauerhaftigkeit seiner Produkte für 5 bzw. für 25, 50 und 100 Jahre nachweisen und die mögliche Nutzungsdauer in der Leistungserklärung/DoP angeben. Damit werden sie Bestandteil der Produktbeschreibung nach TL Geok E-StB und diesem Merkblatt.

Tabelle 6

Nutzungsdauer des Bauwerkes	Nachweis Geokunststoff	Nachweis nach
bis 5 Jahre	für 5 Jahre	DIN EN 13249 ff. Anhang Dauerhaftigkeit
über 5 bis 25 Jahre	für 25 Jahre	DIN EN 13249 ff. und DIN EN 13361 ff., jeweils Anhang Dauerhaftigkeit
über 25 bis 50 Jahre	für 50 Jahre	DIN EN 13249 ff. und DIN EN 13361 ff., jeweils Anhang Dauerhaftigkeit
bis 100 Jahre	für 100 Jahre	DIN EN 13249 ff. und DIN EN 13361 ff., jeweils Anhang Dauerhaftigkeit

7.4.1.2 Vorgesehene Nutzungsdauer bis 5 Jahre

DIN EN 13249 ff. Anhang Dauerhaftigkeit regeln die Bedingungen für:

- Anwendungen in natürlichen Böden mit einem pH-Wert zwischen 4 und 9
- und bei einer Bodentemperatur $< 25^{\circ}\text{C}$.

7.4.1.3 Vorgesehene Nutzungsdauer bis 25 Jahre, bis 50 Jahre, bis 100 Jahre

DIN EN 13249 ff. Anhang Dauerhaftigkeit und DIN EN 13361 ff. Anhang Dauerhaftigkeit regeln die Bedingungen für:

- Anwendungen in natürlichen Böden mit einem pH-Wert zwischen 4 und 9
- und bei einer Bodentemperatur $< 25^{\circ}\text{C}$.

7.4.1.4 Weitere Vorgaben

Bei Daueranwendungen, in denen das Produkt entscheidend für die Sicherheit der bewehrten Konstruktion ist, sollten Proben so in das Geokunststoff-/Bodensystem eingelegt werden, dass sie im Rahmen von Überprüfungen in größeren zeitlichen Abständen entnommen werden können. Die Proben sollten den gleichen Bedingungen ausgesetzt sein wie die Bewehrung, also möglichst auch unter entsprechender Zugbeanspruchung stehen. Als Bezugswert für die Feststellung von Veränderungen ist nicht nur eine lieferfrische Probe, sondern auch eine Probe, die der Einbaubeanspruchung unterzogen worden ist, heranzuziehen (Abschnitt 6.10).

Bei Bewehrungsaufgaben wird zusätzlich empfohlen, die Beanspruchung der Produkte z. B. durch Dehnungsmessungen (Dehnungsmess-Streifen auf dem Produkt, elektronische Dehnungsgeber oder Drahtextensometer) mindestens während des Baus und einer anschließenden Nutzungsphase von ca. 6 Jahren zu messen.

Unabhängig davon gilt, dass Produkte aus Polyester und Aramid wegen der Alkaliempfindlichkeit für länger als bauzeitige Anwendungen nicht im Kontakt zu mit Zement oder mit Kalken verbesserten oder verfestigten Böden oder im direkten Kontakt zu Zementbeton (auch Betonbruch) eingesetzt werden dürfen, es sei denn, ihre Unempfindlichkeit oder ein ausreichender Schutz wird nachgewiesen [19].

7.4.2 Witterungsbeständigkeit

DIN EN 13249 ff. Anhang Dauerhaftigkeit und DIN EN 13361 ff. Anhang Dauerhaftigkeit

Tabelle 7: Einteilung der Witterungsbeständigkeit und höchstzulässige Freiliegedauer (nach DIN EN 13249, Anhang Dauerhaftigkeit normativ)
Angabe der Restfestigkeiten nach der Prüfung gemäß DIN EN 12224

	Bewehrung, Filter bei Erosionsschutz an Gewässern, Drän- und Schutzschichten an Widerlagern			Weitere Anwendungen: Filtern, Trennen, Schützen, Abdichten, Hilfe zur Begrünung		
	≥ 80 %	60 % bis 80 %	≤ 60 %	≥ 60 %	20 % bis 60 %	≤ 20 %
höchstzulässige Freiliegedauer	1 Monat	2 Wochen	1 Tag	1 Monat	2 Wochen	1 Tag
Witterungsbeständigkeit	hoch	mittel	niedrig	hoch	mittel	niedrig

Durch Bewitterung wird nicht nur die Festigkeit der Produkte, sondern auch ihre Beständigkeit gegen chemische Angriffe beeinträchtigt. Die Zeit bis zum Schutz sollte daher in jedem Falle kurz sein. Die in der Tabelle 7 angegebene Freiliegedauer sollte daher möglichst nicht ausgenutzt werden.

7.4.3 Beständigkeit gegen mikrobiologische Angriffe

Die Anforderung nach DIN EN 13249 ff. Anhang Dauerhaftigkeit und DIN EN 13361 ff. Anhang Dauerhaftigkeit sind einzuhalten.

7.5 Feststellung der mechanischen Beanspruchung durch Schüttmaterial und Baubetrieb

7.5.1 Trennschichten, Filter und Schutzlagen

Die Festlegung der Beanspruchung der eingesetzten Geotextilien erfolgt durch die Bodengruppe des Schüttmaterials, die Untergrundfestigkeit und den Baubetrieb.

Aus den Beanspruchungen durch das Schüttmaterial sowie den Einbau und den Baubetrieb werden die erforderlichen Geotextilrobustheitsklassen (GRK)

ermittelt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich Spurrinnen durch die Wahl einer höheren Geotextilrobustheitsklasse der eingelegten Geotextilien kaum, durch eine Erhöhung der Dicke der Schüttlage oder die Wahl eines Schüttmaterials mit einem hohen Reibungswinkel sehr wesentlich reduzieren lassen. Die höhere Geotextilrobustheitsklasse verlängert nur die Lebensdauer des Geotextils bei der zugelassenen Beanspruchung. Durch eine Bewehrung kann die Vertiefung von Spurrinnen eingeschränkt werden (Abschnitt 4.5.2.2). Im Einzelfall ist die wirtschaftlichste Lösung zu ermitteln.

Extreme Beanspruchungen, beispielsweise durch scharfkantiges Schüttmaterial und Bauverkehr über die Vorgaben dieser Tabellen hinaus, können zu erhöhten Anforderungen führen und sind nach örtlicher Erfahrung zu berücksichtigen oder ihr Einfluss ist durch Vorversuche zu ermitteln.

A) Beanspruchung durch das Schüttmaterial

Tabelle 8: Beanspruchung von Geotextilien durch das Schüttmaterial¹⁾

Anwendungsfall	rundkörniges Schüttmaterial	scharfkantiges Schüttmaterial
AS 1	Anwendungen, bei denen die mechanische Beanspruchung durch das Schüttmaterial keinen Einfluss auf die Auswahl hat	
AS 2	grob- oder gemischtkörnige Böden nach DIN 18196 (SW, SE, SI, GW, GE, GI, SU, SU*, GU, GU*)	
AS 3	grob- oder gemischtkörnige Böden mit bis zu 40 % Steinen und Blöcken	grob- oder gemischtkörnige Böden nach DIN 18196 (SW, SE, SI, GW, GE, GI, SU, SU*, GU, GU*)
AS 4	grob- oder gemischtkörnige Böden mit über 40 % Steinen und Blöcken	grob- oder gemischtkörnige Böden mit bis zu 40 % Steinen und Blöcken
AS 5		grob- oder gemischtkörnige Böden mit über 40 % Steinen und Blöcken

¹⁾ Aufbereitetes Schüttmaterial (z. B. gebrochenes Gestein, Recycling-Baustoff) ist entsprechend Korngröße und -form einzustufen.

Die Tabelle 8 gilt bei einer Unterlage aus feinkörnigen oder sandigen Böden (SW, SE, SI, SU*, SU).

Liegt das Geotextil auf einem grob- oder gemischtkörnigen Boden (GW, GE, GI, GU, GU*, GT, GT*) erhöht sich die Stufe der Anwendungsfälle AS 2 bis AS 4 um eine Stufe.

B) Beanspruchung durch Einbau und Baubetrieb

Spurrinnen in einer befahrenen Schüttung entstehen aus der Belastung durch den Bauverkehr, dem die Verformbarkeit des Systems aus Schüttung und Untergrund entgegenwirkt. Diese ergibt sich aus dem Zusammenwirken von Steifigkeit und Verformbarkeit des Untergrundes sowie Dicke und Scherfestigkeit der Schüttung. Durch Trennlagen kann die Spurrinnentiefe nicht beeinflusst werden. Die Spurrinnentiefe ist ein Maß für die Beanspruchung der Trennlagen (Tabelle 9). Die sich aus der Tabelle 10 ergebenden Geotextilrobustheitsklassen GRK beschreiben die Beanspruchung der Trennlage. Wird ein Trennprodukt mit der entsprechenden Geotextilrobustheitsklasse eingesetzt, ist davon auszugehen, dass dieses die Beanspruchung aushält und damit die Trennfunktion erhalten bleibt.

Tabelle 9: Beanspruchung der Geotextilien durch Einbau und Baubetrieb

Beanspruchungsfall	Einbau des Schüttmaterials	Verdichten	Beanspruchung durch Bauverkehr (Schüttlage über geotextiler Trennlage)
AB 1	von Hand	kein Einfluss	kein Bauverkehr
AB 2	maschinell	maschinell	erwartete Spurrinnentiefe < 5 cm
AB 3	maschinell	maschinell	erwartete Spurrinnentiefe 5 cm bis 15 cm
AB 4	maschinell	maschinell	erwartete Spurrinnentiefe 15 cm bis 30 cm
AB 5	maschinell	maschinell	erwartete Spurrinnentiefe > 30 cm

C) Festlegung der erforderlichen Geotextilrobustheitsklasse GRK

Tabelle 10: Festlegung der erforderlichen Geotextilrobustheitsklasse GRK aus der Beanspruchung durch Schüttmaterial und Baubetrieb

Anwendungsfall Schüttmaterial	Beanspruchungsfall Baubetrieb				
	AB 1	AB 2	AB 3	AB 4	AB 5
AS 1	GRK 3				
AS 2	GRK 3	GRK 3	GRK 3	GRK 4	GRK 5
AS 3	GRK 3	GRK 3	GRK 4	GRK 5	(1)
AS 4	GRK 4	GRK 4	GRK 5	(1)	(1)
AS 5	GRK 5	GRK 5	(1)	(1)	(1)

(1) Zur Minderung der Spurrinnentiefe ist entweder die Schüttlagendicke zu erhöhen oder/und die Scherfestigkeit des Schüttmaterials zu verbessern oder/und das System zu bewehren (Bemessung nach den Abschnitten 4.4.1.2 und 5.1.1.2). Zur Sicherung der Trennfunktion bei tiefen Spurrinnen (AB 4, AB 5) sind hoch dehnfähige Produkte (Höchstzugkraftdehnung $\epsilon > 50\%$) einzusetzen. Die Wirksamkeit der Maßnahmen sollte durch Baustellenversuche überprüft werden.

7.5.2 Berücksichtigung der Beschädigung beim Einbau und durch den Baubetrieb bei Bewehrungen

Bei Bewehrungen ist die Verwendung der Geotextilrobustheitsklassen nicht geeignet.

Die Einbau- und Baustellenbeanspruchung des Bewehrungsproduktes wird durch einen Abminderungsfaktor (Abschnitt 5.1.3) berücksichtigt. Dieser kann in der Planungsphase durch Einbausimulationsversuche festgelegt oder in Analogie zu vorhergehenden Baustellen angenommen werden. Es empfiehlt sich aber immer, zu Beginn einer Baumaßnahme unter den Bedingungen der Baustelle (vorgesehenes Schüttmaterial, Einbau- und Verdichtungsverfahren) eine Bewehrungsbahn zu beanspruchen und anschließend auszubauen (Abschnitt 6.10). Der Zustand der Probe ist zu beschreiben und die Restfestigkeit durch entsprechende Zugversuche festzustellen. Die sich daraus ergebende Abminderung ist der Überprüfung der statischen Annahmen zugrunde zu legen und bestimmt den Abminderungsfaktor der Bewehrung. Die Kosten hierfür sind in die Baumaßnahme einzurechnen.

Dieser Einbauversuch liefert darüber hinaus den Bezugswert für die Beurteilung von eventuellen Änderungen der Bewehrung im Laufe der Zeit (Abschnitt 7.4.1), die durch die Entnahme von Proben im Zuge weiterer Überwachungen während der Nutzungsdauer zu kontrollieren sind.

7.6 Abdichtung

Für Abdichtungsmaßnahmen können sowohl Kunststoff- als auch Tondichtungsbahnen verwendet werden.

Für Kunststoffdichtungsbahnen besteht folgende Mindestforderung (Anforderung an das 5 %-Mindestquantil der Dicke $d_{5\%}$):

$$\text{erf. } d_{5\%} \geq 2,0 \text{ [mm]}.$$

Die Tondichtungsbahnen müssen dauerhaft folgende Anforderung erfüllen (Anforderung an das 5 % – Höchstquantil der Permittivität $\psi_{5\%}$):

$$\text{erf. } \psi_{5\%} \leq 1 \cdot 10^{-7} \text{ [s}^{-1}\text{]}.$$

7.7 Umweltunbedenklichkeit der Geokunststoffe

Die Umweltunbedenklichkeit der Geokunststoffe ist nachzuweisen (siehe Allgemeine Abschnitte 3.2, Prüfmethode Abschnitt 6.29 und Prüfwerte Tabelle 11).

Die Prüfwerte der anorganischen und organischen Parameter in der Tabelle 11 müssen im fünften Eluat unterschritten werden. Zusätzlich darf im fünften Eluat der Summenparameter TOC den Wert von 20 mg/l nicht überschreiten. Die Beschränkung des TOC wurde in Anlehnung an das DIBt-Merkblatt „Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser“ gewählt, um auch organische Stoffe im Eluat, für die keine Prüfwerte festgelegt sind, auf ein unschädliches Maß zu begrenzen.

Tabelle 11: Prüfwerte zur Beurteilung der für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser vorgesehenen Sickerwasserprüfwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) (Analyseverfahren siehe Abschnitt 6.29)

Prüfwerte für anorganische und organische Parameter	
Anorganische Stoffe	Prüfwert [$\mu\text{g/l}$]
Antimon	10
Arsen	10
Blei	25
Cadmium	5
Chrom, gesamt	50
Chromat	8
Kobalt	50
Kupfer	50
Molybdän	50
Nickel	50
Quecksilber	1
Selen	10
Zink	500
Zinn	40
Cyanid, gesamt	50
Cyanid, leicht freisetzbar	10
Fluorid	750
Organische Stoffe	Prüfwert [$\mu\text{g/l}$]
Mineralölkohlenwasserstoffe ¹⁾	200
BTEX ²⁾	20
Benzol	1
LHKW ³⁾	10
Aldrin	0,1
DDT	0,1
Phenole	20
PCB, gesamt ⁴⁾	0,05
PAK, gesamt ⁵⁾	0,20
Naphthalin	2

¹⁾ N-Alkane (C 10...C39), Isoalkane, Cykloalkane und aromatische Kohlenwasserstoffe

²⁾ Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol, Styrol, Cumol)

³⁾ Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (Summe der halogenierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffe)

⁴⁾ PCB gesamt: Summe der polychlorierten Biphenyle; in der Regel Bestimmung über die 6 Kongenere nach Ballschmiter gemäß Altöl-VO (DIN EN 12766-2) multipliziert mit 5; gegebenenfalls z. B. bei bekanntem Stoffspektrum einfache Summenbildung aller relevanten Einzelstoffe (DIN 38407-3-2 bzw. -3-3)

⁵⁾ PAK, gesamt: Summe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe ohne Naphthalin und Methylnaphthaline; in der Regel Bestimmung über die Summe von 15 Einzelsubstanzen gemäß EPA-Liste ohne Naphthalin; gegebenenfalls unter Berücksichtigung weiterer relevanter PAK (z. B. Chinoline)

8 Hinweise zur Vertragsgestaltung

8.1 Allgemeines

In den Normenreihen DIN EN 13249 ff. und DIN EN 13361 ff. sind mit Ausnahme der Anforderung an Angaben zur Beständigkeit gegen Witterung sowie gegen chemische und mikrobiologische Angriffe keine Anforderungswerte aufgeführt. Die Normen geben nur eine Liste von Produktkennwerten an, deren Kenntnis für die benannten Anwendungen wichtig ist. Die Festlegung von Anforderungswerten für die Erfüllung bestimmter Funktionen ist den nationalen Gremien überlassen. Ebenso ist es nach DIN EN 13249 ff. möglich, national zusätzliche Prüfungen zu spezifizieren, wenn dies zur Erfüllung nationaler Anforderungen erforderlich ist. Für die Anwendung im Erdbau des Straßenbaus sind im Abschnitt 7 Anforderungswerte aufgestellt.

8.2 Angaben zu dem Produkt

Vor der Lieferung muss eine ausführliche Beschreibung des Geokunststoffes vorgelegt werden. Grundlage dafür ist die Leistungserklärung/DoP und die Liste weiterer Kennwerte (Produktbeschreibung), die in den TL Geok E-StB zusammengestellt sind. Ergänzend dazu muss die Umweltunbedenklichkeit nachgewiesen werden (Abschnitte 3.2, 6.29 und 7.7 sowie Anhang A 1, Tabellen 12 bis 15).

8.3 Prüfungen zur Qualitätssicherung

8.3.1 Erklärung der Eignung

Der Auftragnehmer erklärt die Eignung für den Verwendungszweck des von ihm für den Einbau vorgesehenen Produktes gemäß den Anforderungen des Bauvertrages durch Vorlage der Leistungserklärung/DoP nach DIN EN 13249 ff., und der Produktbeschreibung des Herstellers nach TL Geok E-StB.

8.3.2 Eigenüberwachungsprüfungen

Der Auftragnehmer hat im Rahmen seiner Eigenüberwachung auf der Baustelle die gelieferten Produkte zu überprüfen. Die Überprüfung und ihre Dokumentation muss umfassen (DIN Fachbericht CEN/TR 15019):

- 1) den Nachweis der Produktidentität nach DIN EN ISO 10320/DIN EN 13249 ff., DIN EN 13361 ff.
- 2) den Nachweis der Übereinstimmung der Produkteigenschaften mit den Anforderungen des Bauvertrages durch eine Baustoffeingangsprüfung (siehe Anhang A 1)
- 3) den Nachweis der Einhaltung der Anforderungen an die Behandlung der Produkte auf der Baustelle und an den Einbau.

Prüfbescheinigungen zu 1 und 2 sind dem Auftraggeber vor dem Einbau der Produkte vorzulegen. Protokolle zu 3 sind mit dem Fortschritt der Arbeiten zu übergeben (Anhang A 4).

Die Kosten für Probenahme, Probenmaterial und Prüfung der Baustoffeingangsprüfung trägt der Auftragnehmer.

Die Baustoffeingangsprüfung kann entfallen, wenn seitens des Herstellers/Lieferanten des zu liefernden Produktes ein Nachweis über eine der Baustoffeingangsprüfung gleichwertige Güteüberwachung vorgelegt oder wenn vom Hersteller/Lieferanten der Nachweis geführt wird, dass die Produktion des gelieferten Produktes einer freiwilligen Güteüberwachung mit Produktprüfung unterliegt (Anhang A 1).

Der Auftraggeber behält sich vor, bei begründetem Zweifel an der Qualität der gelieferten Produkte sich die Ergebnisse der Eigenüberwachung der Produktion des Geokunststoffherstellers (werkseigene Produktionskontrolle) vom Auftragnehmer vorlegen zu lassen. Sie müssen dann vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden.

8.3.3 Kontrollprüfungen

8.3.3.1 Vorgehensweise

Für die Kontrollprüfung geht der Auftraggeber nach folgendem System vor (DIN Fachbericht CEN/TR 15019):

Die Proben sollten am Tag der Anlieferung oder wenn dies nicht möglich ist, spätestens am Einbautag genommen werden. Für die Probenahme gilt DIN EN ISO 9862 und Abschnitt 6.1.

Ein Prüflös kann einer zusammengehörigen Lieferung oder einer zu verlegenden Menge entsprechen. Das Prüflös ist zu vereinbaren. Die erforderliche Probenanzahl hängt ab von:

- der Bedeutung des Produktes für die Sicherheit des Bauwerkes und
- der Fläche des gelieferten Produktes.

Bei hohen Sicherheitsanforderungen (Bewehrungen und andere Anwendungen, in denen die Langzeitfestigkeit bestimmend ist und/oder in denen das Produkt entscheidend für die Sicherheit der Konstruktion und des Bauwerkes ist):

- Probenanzahl: mindestens 1 Probe bei 1000 m² bis 30000 m², danach 1 Probe je weitere 30000 m².

Bei normalen Sicherheitsanforderungen (andere Anwendungen):

- Probenanzahl: mindestens 1 Probe bei 10000 m² bis 50000 m², danach 1 Probe je weitere 50000 m².

Für Probenahme und Prüfung gilt: Die Probe darf nicht aus den ersten oder letzten zwei Wicklungen der Rolle entnommen werden (Mindestabstand von Anfang bzw. Ende 5 m). Über die Probenahme ist ein Protokoll zu fertigen und vom Auftragnehmer, Auftraggeber und Probenehmer zu unterzeichnen (An-

hang 4.4). Auf Wunsch des Auftragnehmers können weitere Proben für eine eventuell erforderliche zusätzliche Kontrollprüfung (Abschnitt 8.3.4) entnommen werden.

Der Prüfumfang für die Kontrollproben wird vom Auftraggeber festgelegt und soll mindestens die Prüfungen umfassen, die zur Identifizierung des Produktes und zur Überprüfung der Geotextilrobustheitsklasse bzw. der für die Funktion entscheidenden Kennwerte des Produktes erforderlich sind. Als Anhalt gilt Anhang A 1, Tabelle 12 bzw. Tabelle 13.

Überprüft wird der im Vertrag festgelegte Anforderungswert (z.B. Anforderung an das 5 %-Mindestquantil der Stempeldurchdruckkraft erf. $F_{P, 5\%}$). Prüfergebnis ist der Mittelwert der Messproben (z.B. vorh. F_P), die zu einer Probe gehören. Der charakteristische Wert z.B. $F_{P, k, 5\%}$ ist der vom Hersteller in der Produktbeschreibung angegebene Wert aus Mittelwert \pm Toleranz:

- Forderung an die Lieferung: $F_{P, k, 5\%} \geq \text{erf. } F_{P, 5\%}$
- Forderung an das Kontrollprüfungsergebnis: $\text{vorh. } F_P \geq \text{erf. } F_{P, 5\%}$

Die Lieferung ist anzunehmen, wenn bei allen Proben sämtliche Prüfungen die Anforderungen erfüllen. Erfüllen eine oder mehrere Proben bei einem oder mehreren Kennwerten die geforderten Eigenschaften nicht, ist die Lieferung abzulehnen.

Das Probenmaterial für die Kontrollprüfung wird nicht gesondert vergütet.

Die Kosten für Versand und Prüfung trägt der Auftraggeber.

8.3.3.2 Möglichkeit einer vereinfachten Identifikation auf der Baustelle

Eine schnelle Identifikation auf der Baustelle bei Vorliegen aller im Abschnitt 8.2 geforderten Unterlagen kann über eine einfache Bestimmung der Masse pro Flächeneinheit erfolgen (Abschnitt 6.2). Entstehen hierbei Zweifel an der Lieferung, ist zu vereinbaren, ob diese sofort abgelehnt oder das Ergebnis durch Laboruntersuchungen überprüft werden soll.

8.3.3.3 Folgerungen bei einer abzulehnenden Lieferung

Wenn aufgrund des Ergebnisses der Kontrollprüfung die Lieferung abzulehnen ist, ist sie zurückzuweisen und durch vertragsgemäßes Material zu ersetzen. Sind die Produkte bereits eingebaut, ist auf Kosten des Auftragnehmers von einem unabhängigen Sachverständigen zu untersuchen, ob die Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Bauwerkes dadurch nicht beeinträchtigt wird. Bei Beeinträchtigung der Sicherheit und/oder Gebrauchstauglichkeit sind auf Kosten des Auftragnehmers Ersatz- bzw. Zusatzmaßnahmen durchzuführen, die die erforderliche Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit gewährleisten.

Wenn auf Ersatz- bzw. Zusatzmaßnahmen verzichtet werden kann, ist ein Preisabzug von der Position Liefern und Einbauen zwingend.

Die Abzugsregel ist im Bauvertrag festzulegen. Ein Beispiel für eine Abzugsregel ist:

- Unterschreitung eines Anforderungswertes um bis zu 10 % ergibt 10 % Preisabzug,
- Unterschreitung eines Anforderungswertes um 10 % bis zu 30 % ergibt 30 % Preisabzug,
- Unterschreitung eines Anforderungswertes um über 30 % ergibt 100 % Preisabzug.

8.3.4 Zusätzliche Kontrollprüfungen

Wenn anzunehmen ist, dass das Ergebnis einer Kontrollprüfung nicht kennzeichnend für die Lieferung ist, ist der Auftragnehmer berechtigt, auf seine Kosten in Anwesenheit von Vertretern des Auftraggebers zusätzliche Proben zu entnehmen und von einem unabhängigen Institut prüfen zu lassen. Grundsätzlich ist zu empfehlen, dass bereits bei der Entnahme der Kontrollprüfungsproben Proben für eine eventuelle zusätzliche Kontrollprüfung entnommen werden, sofern der Auftragnehmer dies wünscht. Das Ergebnis dieser Prüfungen ist unter Einbeziehung der Kontrollprüfungsergebnisse mit der unten aufgeführten Annahmeregeln zu bewerten. Voraussetzung ist, dass mindestens fünf Proben untersucht werden. Das Ergebnis tritt an die Stelle der Kontrollprüfung.

Die Annahmeregeln lauten:

- Bei einer Anforderung an ein Mindestquantil:
Annahme, wenn $(x^* - k \cdot s) \geq Q_{\min}$
- Bei einer Anforderung an ein Höchstquantil:
Annahme, wenn $(x^* + k \cdot s) \leq Q_{\max}$

mit:

x^* = Mittelwert der Prüfergebnisse der untersuchten Proben

s = Standardabweichung der Prüfergebnisse

k = Annahmefaktor (festgelegt auf $k = 1,645$)

Q_{\min} = Mindestquantil

Q_{\max} = Höchstquantil.

Anhang A 1 Baustoffeingangsprüfung und freiwillige Güteüberwachung mit Produktprüfung

A 1.1 Baustoffeingangsprüfung

A 1.1.1 Regeln für die Baustoffeingangsprüfung

Zur Überprüfung der Übereinstimmung der gelieferten Geokunststoffe mit den Anforderungen des Bauvertrages für den vorgesehenen Verwendungszweck hat der Auftragnehmer als Weiterverarbeiter des Produktes eine Baustoffeingangsprüfung der Lieferung durchzuführen. Die zu prüfenden Eigenschaften und die anzuwendenden Prüfverfahren ergeben sich für Geotextilien und geotextilverwandte Produkte aus der Tabelle 12 dieses Anhangs A 1, für Dichtungsbahnen aus der Tabelle 13 dieses Anhangs A 1.

Die Kosten für Probenahme, Probenmaterial und Prüfung trägt der Auftragnehmer.

Die Baustoffeingangsprüfung kann entfallen, wenn seitens des Herstellers/Lieferanten des zu liefernden Produktes ein Nachweis über eine der Baustoffeingangsprüfung gleichwertige Güteüberwachung vorgelegt werden kann oder wenn vom Hersteller/Lieferanten der Nachweis geführt wird, dass die Produktion des gelieferten Produktes einer freiwilligen Güteüberwachung mit Produktprüfung unterliegt (Anhang A 1.2).

A 1.1.2 Durchführung der Baustoffeingangsprüfung

Die Proben für die Baustoffeingangsprüfung sind am Tag der Anlieferung nach DIN EN ISO 9862 zu nehmen. Die Prüfergebnisse müssen vor Einbau vorliegen. Die erforderliche Probenanzahl hängt ab von:

- der Bedeutung des Produktes für die Sicherheit des Bauwerkes und
- der Fläche des gelieferten Produktes.
- **Hohe Sicherheitsanforderungen** liegen bei Bewehrungen oder anderen Anwendungen vor, in denen die Langzeitfestigkeit bestimmend ist und/oder in denen das Produkt entscheidend für die Sicherheit der Konstruktion und des Bauwerkes ist:
 - Die Anzahl der Proben beträgt mindestens 2 Proben bei 1000 m² bis 6000 m², danach 1 Probe je weitere 6000 m².
- **Normale Sicherheitsanforderungen** gelten bei allen anderen Anwendungen:
 - Die Anzahl der Proben beträgt mindestens 1 Probe bei 1000 m² bis 10000 m², danach 1 Probe je weitere 10000 m².

Die Mindestgröße einer Probe beträgt 1,0 m in Längsrichtung mal der Bahnbreite und soll die Produktkennzeichnung nach DIN EN ISO 10320 beinhalten. Entsprechend dem Prüfumfang kann sich die Notwendigkeit größerer Probenabmessungen ergeben. Die Probe sollte nicht aus den ersten oder letzten zwei Wicklungen der Rolle entnommen werden, um Fehlmessungen wegen eventueller Schäden auszuschließen. Über die Probenahme ist ein Protokoll

zu fertigen und vom Auftragnehmer und dem Probenehmer zu unterzeichnen (Anhang A 4.4). In dem Protokoll ist die Nummer der Rolle, von der die Probe entnommen worden ist, anzugeben. Ferner ist dem Protokoll das zugehörige CE-Etikett mit den wesentlichen Eigenschaften, die Leistungserklärung (DoP) beides nach CPR und DIN EN 13249 ff. bzw. DIN EN 13361 ff. und das Verpackungsetikett (DIN EN ISO 10320) beizufügen.

Die Prüfungen im Rahmen der Baustoffeingangsprüfung sind von dafür kompetenten unabhängigen Prüfstellen durchzuführen. Der Kompetenznachweis kann z.B. durch eine Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 und EN 45000er Reihe oder RAP Stra erbracht werden. Der Prüfumfang richtet sich nach den Tabellen 12 und 13 dieses Anhangs. Die Kosten für die Baustoffeingangsprüfung trägt der Auftragnehmer.

Bei den Prüfergebnissen sind jeweils der Mittelwert, die Standardabweichung und der Variationskoeffizient anzugeben. Bei weniger als fünf Einzelwerten sind die Einzelwerte aufzuführen.

Überprüft wird der im Vertrag festgelegte Anforderungswert (z. B. Anforderung an das 5 %-Mindestquantil der Stempeldurchdrückkraft erf. $F_{P, 5\%}$). Prüfergebnis ist der Mittelwert der Messproben (z. B. vorh. F_P), die zu einer Probe gehören. Der charakteristische Wert z. B. $F_{P, k, 5\%}$ ist der vom Hersteller in der Produktbeschreibung angegebene Wert aus Mittelwert \pm Toleranz:

Forderung an die Lieferung: $F_{P, k, 5\%} \geq \text{erf. } F_{P, 5\%}$

Überprüfung auf der Baustelle: vorh. $F_P \geq \text{erf. } F_{P, 5\%}$

Die Lieferung ist anzunehmen, wenn bei allen Proben sämtliche Prüfungen die Anforderungen erfüllen. Erfüllen eine oder mehrere Proben bei einem oder mehreren Kennwerten die geforderten Eigenschaften nicht, ist die Lieferung abzulehnen und durch vertragsgemäße Produkte zu ersetzen.

Erhebt der Hersteller/Lieferer Bedenken, dass das Ergebnis der Prüfung nicht kennzeichnend für die Lieferung ist, ist er berechtigt, auf seine Kosten zusätzliche Proben zu entnehmen und von einer dafür vom Auftraggeber anerkannten, unabhängigen Prüfstelle prüfen zu lassen. Das Ergebnis dieser Prüfungen ist unter Einbeziehung der bereits vorliegenden Prüfergebnisse mit der unten aufgeführten Annahmeregeln zu bewerten. Voraussetzung ist, dass mindestens fünf Proben untersucht werden. Das Ergebnis tritt an die Stelle der ersten Prüfung.

Die Annahmeregeln lauten dann:

- Bei einer Anforderung an ein Mindestquantil:
Annahme, wenn $(x^* - k \cdot s) \geq Q_{\min}$
- Bei einer Anforderung an ein Höchstquantil:
Annahme, wenn $(x^* + k \cdot s) \leq Q_{\max}$

mit:

- \bar{x}^* = Mittelwert der Prüfergebnisse der untersuchten Proben
 s = Standardabweichung der Prüfergebnisse
 k = Annahmefaktor (festgelegt auf $k = 1,645$)
 Q_{\min} = Mindestquantil
 Q_{\max} = Höchstquantil.

A 1.2 Freiwillige Güteüberwachung der Produktion mit Produktprüfung

Die Freiwillige Güteüberwachung der Produktion mit Produktprüfung muss die nachfolgenden Bedingungen erfüllen. Die Regeln für die Freiwillige Überwachung des Herstellers oder des Lieferanten sind der Baustoffeingangsprüfung der ZTV-E-StB gleichwertig.

- Die Prüfungen im Rahmen der freiwilligen Güteüberwachung der Produktion sind von dafür kompetenten unabhängigen Prüfstellen durchzuführen. Der Kompetenznachweis kann z. B. durch eine Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 und EN 45000er Reihe erbracht werden. Der Prüfungsumfang richtet sich nach den Tabellen 14 und 15 (Anhang A 1).
- Die Produkte müssen mit einem Rollenaufdruck/einer Kennzeichnung und einem Rollenetikett nach DIN EN ISO 10320 sowie mit dem CE-Zeichen und den zugehörigen wesentlichen Eigenschaften auf einem Etikett auf/an der Rolle gekennzeichnet sein.
- Die freiwillige Güteüberwachung der Produktion und die im Anhang A 1, Tabellen 14 und 15 mit „+“ gekennzeichneten Prüfungen erfolgen zu Beginn 1 x je Halbjahr (wenn das Produkt in dem Halbjahr produziert wurde). Wenn in vier aufeinanderfolgenden Güteüberwachungen kein negatives Ergebnis (negatives Ergebnis = B-Probe ist durchgefallen oder A-Probe außerhalb des Mittelwertes $\pm 1,5$ fache Toleranz; gilt für jede untersuchte Eigenschaft) auftritt, wird die Anzahl der freiwilligen Güteüberwachungen für dieses Produkt auf 1 x pro Kalenderjahr reduziert. Dies gilt solange, bis ein negatives Ergebnis für das Produkt auftritt. In dem Fall wird die Häufigkeit wieder auf den Anfangswert zurückgesetzt.
- Proben sind von der Überwachungsstelle im Regelfall im Werk ohne vorherige Ankündigung und nach statistischen Grundsätzen von der zur Auslieferung bestimmten Fertigung zu entnehmen (DIN EN ISO 9862). Es sind jeweils zwei Proben (A- und B-Probe zu nehmen). Es wird nur die A-Probe geprüft. Entspricht ein Prüfergebnis nicht den Anforderungen, das Ergebnis ist allerdings noch innerhalb des vom Hersteller angegebenen Mittelwertes $\pm 1,5$ fache Toleranz ist die B-Probe zu prüfen. Liegen beim Ergebnis der B-Probe die Ergebnisse innerhalb des vom Hersteller angegebenen Mittelwertes ± 1 fache Toleranz ist die Güteüberwachung bestanden.

- Werden die Anforderungen nicht erfüllt oder stehen die Ergebnisse mit den eigenen Ergebnissen des Herstellers nicht in plausibler Übereinstimmung, fordert die Überwachungsstelle den Hersteller auf, den beanstandeten Mangel innerhalb einer auf den Umfang und die Art der überwachten Bauprodukte bezogenen, angemessenen kurzen Frist zu beheben.
- Bei Sonderprodukten wird die Produktgruppe, über einen kennzeichnenden Produkttyp aus der Produktgruppe, gemäß Anhang A 1, Tabellen 14 bzw. 15 geprüft. Sonderprodukte sind Produkttypen aus einer Produktgruppe mit höherer Produkttypvielfalt, wobei die individuellen Produkttypen in Kleinserien, meist nur für eine Baustelle, hergestellt werden. Eine Produktgruppe ist eine Gruppe von Produkten, hergestellt aus demselben Polymer, von demselben Polymerhersteller, ausgeführt mit derselben Herstellungstechnik, in der sich die Produkttypen nur durch die Masse pro Flächeneinheit oder die Anzahl von Garnen in einem Bewehrungselement unterscheiden. Zusätzlich zu den Prüfungen der Produktgruppe werden an jedem Produkttyp der Sonderprodukte die im Anhang A 1, Tabellen 12 bzw. 13 mit „+“ und „(+)-“ gekennzeichneten Prüfungen durchgeführt.
- Die Prüfungen zum Dauerverhalten haben einen höheren Prüfabstand: Zeitstandversuche und Prüfungen zur chemischen Beständigkeit und zur Umweltunbedenklichkeit werden einmal zu Beginn der Produktion für die Produktgruppe ausgeführt.
- Die Prüfungen zur Beständigkeit und zur Umweltunbedenklichkeit können zunächst mit dem Produkttyp mit der niedrigsten Masse pro Flächeneinheit ausgeführt werden. Wenn dieser die Prüfungen besteht, kann auch von den Produkttypen mit höherer Flächenmasse angenommen werden, dass sie die Prüfungen bestehen. Wenn das Produkt nicht vom Hersteller, sondern von einem Händler unter seinem Namen in den Verkehr gebracht wird (z. B. bei Produktion außerhalb der Europäischen Union), werden die Proben für die Prüfung aus dem Lager entnommen. In dem Fall übernimmt der Händler die Verpflichtungen des Herstellers.
- Die Kosten für die freiwillige Güteüberwachung trägt der Hersteller/der Händler.

Der Nachweis der Durchführung der freiwilligen Güteüberwachung der Produktion mit Produktprüfung erfolgt durch die Vorlage eines Prüfberichts.

Der Prüfbericht, einschließlich der Prüfergebnisse an im Rahmen der Überwachung entnommenen Proben, sind einem Abnehmer von fremdüberwachten Produkten auf Verlangen zugänglich zu machen

Anmerkung: Der Nachweis der Güteüberwachung im Sinne dieses Merkblattes kann z. B. mit der Zertifizierung nach der „Empfehlung für die Durchführung der Überwachung und Zertifizierung von Geotextilien, geotextilverwandten Produkten und Dichtungsbahnen, zugelassen nach dem europäischen Konformitätsnachweisverfahren System 2+“ des „IVG Industrieverband Geokunststoffe e.V.“ erfolgen (siehe: www.ivgeokunststoffe.de).

Tabelle 12: Geotextilien und geotextilverwandte Produkte –
Umfang der Prüfungen für die Baustoffeingangsprüfung

Eigenschaft	Prüfverfahren	Funktion				
		Trennen	Filtern	Entwässern	Bewehren	Schützen
Masse pro Flächeneinheit	DIN EN ISO 9864	+	+	+	+	+
Dicke	DIN EN ISO 9863-1	–	+	+	–	+
Höchstzugkraft ¹⁾ und Höchstzugkraftdehnung	DIN EN ISO 10319	+	+	+	+	+
Zugfestigkeit Nähte und Verbindungen	DIN EN ISO 10321	–	–	–	X	–
Durchdrückkraft ^{1), 2)}	DIN EN ISO 12236	+	+	–	–	+
Zugkriechverhalten	DIN EN ISO 13431	–	–	–	N ³⁾	–
Druckkriechverhalten	DIN EN 25619-1	–	–	N	–	–
Schutzwirkung von Geotextilien	DIN EN 13719	–	–	–	–	N
Charakteristische Öffnungsweite	DIN EN ISO 12956	+	+	–	–	–
Wasserdurchlässigkeit normal zur Ebene	DIN 60500-4 (DIN EN ISO 11058, DIN EN ISO 10776)	+	+	–	N ⁴⁾	N
Abflussleistung	DIN EN ISO 12958 unter Beachtung von DIN EN 13252 u. a.	–	–	+	–	–
Beständigkeit	DIN EN 13249 ff. Anhang Dauerhaftigkeit	N	N	N	N	N
chemische Beständigkeit	DIN EN 13249 ff. Anhang Dauerhaftigkeit	N	N	N	N	N
Witterungsbeständigkeit	DIN EN 12224	N	N	N	N	N
Umweltunbedenklichkeit	M Geok E, Abschnitte 3.1, 6.29 und 7.7	N	N	N	N	N

+: Prüfung erforderlich / –: Prüfung nicht erforderlich

x: Erforderlich, wenn Verbindungen in Zugrichtung vorgesehen sind

N: Nachweis durch Prüfbescheinigung möglich

¹⁾ Wenn Zugfestigkeit und Durchdrückverhalten mit + angegeben sind, genügt anwendungsbezogene maßgebende Festigkeitsprüfung für die Bestimmung der Geotextilrobustheitsklasse (Zugfestigkeitsprüfung bei Geweben, Stempeldurchdrückkraftprüfung bei Vliesstoffen).

²⁾ Diese Prüfung kann nicht bei allen Produkten angewendet werden.

³⁾ Nur für Bewehrungsprodukte mit rechnerischem Ansatz der Bemessungsfestigkeit

⁴⁾ Nicht bei Bewehrungsgittern

Anmerkung: Die Funktion „Trennen“ ist immer mit den Funktionen „Filtern“ oder „Bewehren“ zusammen zu betrachten. Der Prüfungsumfang ergibt sich aus der Summe der jeweils durchzuführenden Prüfungen.

Tabelle 13: Dichtungsbahnen –
Umfang der Prüfungen für die Baustoffeingangsprüfung

Eigenschaft	Typen		Prüfnormen	
	GBR-P	GBR-C	GBR-P	GBR-C
Dicke	+	–	DIN EN 1849-2	
flächenbezogene Masse	+	+	DIN EN 1849-2	DIN EN 14196
Schmelzindex (MFR)	+	–	DIN EN ISO 1133	–
Dichte	+	–	DIN EN ISO 1183	–
Wasserdurchlässigkeit: (Dichtheit gegen Flüssigkeiten)	N	(+)	DIN EN 14150	DIN EN 16416
Quellverhalten	–	+	–	ASTM D 5890
Zugfestigkeit und Höchstzugkraftdehnung	+	+	DIN EN ISO 527-1, -3 ¹⁾	DIN EN ISO 10319
Durchdrückkraft	+	+	DIN ISO 12236	DIN EN ISO 12236
Berstdruckfestigkeit	N	–	DIN 61551	–
Weiterreißfestigkeit	+	–	DIN ISO 34-1, Methode B ²⁾	–
innere Scherfestigkeit	–	N	–	DIN EN ISO 12957-1 ³⁾
Biegeverhalten bei Kälte	N	–	DIN EN 495-5	–
Maßänderung	N	–	DIN 53377	–
Witterungsbeständigkeit	N	–	DIN EN 12224	⁴⁾
Mikrobiologische Beständigkeit ⁵⁾	N	N	DIN EN 13361 ff.	DIN EN 13361 ff.
Oxidationsbeständigkeit	N	N	DIN EN 13361 ff.	DIN EN 13361 ff.
Spannungsrisssbeständigkeit	N	N	DIN EN 13361 ff.	DIN EN 13361 ff. ⁶⁾
Beständigkeit gegen Auslaugen (Wasserlösliches)	N	N	DIN EN 13361 ff.	DIN EN 13361 ff.
Montmorillonitgehalt – Methylenblau-Versuch	–	+	–	VDG P 69
Beständigkeit gegen Trocken-Nass-Wechsel	–	N	–	DIN EN 14417
Beständigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel	–	N	–	DIN EN 14418
Beständigkeit gegen Durchdringen von Wurzeln	N	N	DIN EN 14416 ⁷⁾	DIN EN 14416
Umweltunbedenklichkeit	N	N	M Geok E, Abschnitte 3.1, 6.29 und 7.7	M Geok E, Abschnitte 3.1, 6.29 und 7.7

GBR-P: Kunststoffdichtungsbahn, GBR-C: Tondichtungsbahn

+: Prüfung erforderlich / –: Prüfung nicht erforderlich

N: Nachweis durch Prüfbescheinigung möglich

¹⁾ Messprobe Typ 5A, 100 mm/min

²⁾ Winkelmessprobe ohne Kerbe

³⁾ Der interne Verbund von Tondichtungsbahnen kann durch eine Scher- oder eine Schälprüfung bestimmt werden.

⁴⁾ Da Tondichtungsbahnen immer sofort abgedeckt werden müssen, kann auf diese Bestimmung verzichtet werden.

⁵⁾ Nicht für Produkte aus PA, PE, PES, PP, PVA

⁶⁾ Gilt für eine Tondichtungsbahn nur, wenn sie mit einer GBR-P verbunden ist.

⁷⁾ Nicht erforderlich bei GBR-P mit einer Dicke > 1 mm

Tabelle 14: Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Umfang der Prüfungen für die freiwillige Güteüberwachung mit Produktprüfung

Eigenschaft	Prüfverfahren	Funktion				
		Trennen	Filtern	Entwässern	Bewehren	Schützen
Masse pro Flächeneinheit	DIN EN ISO 9864	+	+	+	+	+
Dicke	DIN EN ISO 9863-1	–	+	+	–	+
Höchstzugkraft ¹⁾ und Höchstzugkraftdehnung	DIN EN ISO 10319	+	+	+	+	+
Zugfestigkeit Nähte und Verbindungen	DIN EN ISO 10321	–	–	–	x	–
Durchdrückkraft ^{1), 2)}	DIN EN ISO 12236	+	+	–	–	+
Zugkriechverhalten	DIN EN ISO 13431	–	–	–	B	–
Druckkriechverhalten	DIN EN 25619 Teil 1	–	–	B	–	–
Schutzwirkung von Geotextilien	DIN EN 13719	–	–	–	–	B
Charakteristische Öffnungsweite	DIN EN ISO 12956	+	+	–	–	–
Wasserdurchlässigkeit normal zur Ebene	DIN 60500-4, (DIN EN ISO 11058, DIN EN ISO 10776)	+	+	–	B	B
Abflussleistung	DIN EN ISO 12958 unter Beachtung von DIN EN 13252 u. a.	–	–	+	–	–
Beständigkeit	DIN EN 13249 ff. Anhang Dauerhaftigkeit	B	B	B	B	B
chemische Beständigkeit	DIN EN 13249 ff. Anhang Dauerhaftigkeit	B	B	B	B	B
Witterungsbeständigkeit	DIN EN 12224	B	B	B	B	B
Umweltunbedenklichkeit	M Geok E, Abschnitte 3.1, 6.29 und 7.7	B	B	B	B	B

+ : Prüfung erforderlich / – : Prüfung nicht erforderlich

x: Erforderlich, wenn Verbindungen in Zugrichtung vorgesehen sind.

B: Einmal erforderlich, z. B. zu Beginn der Produktion

¹⁾ Anwendungsbezogen kann für die Auswahlkriterien ein Wert genügen.²⁾ Diese Prüfung kann nicht bei allen Produkten angewendet werden.**Tabelle 15:** Dichtungsbahnen – Umfang der Prüfungen für die freiwillige Güteüberwachung mit Produktprüfung

Eigenschaft	Typen		Prüfnormen	
	GBR-P	GBR-C	GBR-P	GBR-C
Dicke	+	–	DIN EN 1849-2	
flächenbezogene Masse	–	+	DIN EN 1849-2	DIN EN 14196
Schmelzindex (MFR)	+	–	DIN EN ISO 1133	
Dichte	+	–	DIN EN ISO 1183	
Wasserdurchlässigkeit: (Dichtheit gegen Flüssigkeiten)	B	+	DIN EN 14150	DIN EN 16416
Quellverhalten	–	C	–	ASTM D 5890
Zugfestigkeit und Höchstzugkraftdehnung	+	+	DIN EN ISO 527-1, -3 ¹⁾	DIN EN ISO 10319
Durchdrückkraft	B	C	DIN EN ISO 12236	DIN EN ISO 12236
Berstdruckfestigkeit	B	–	DIN EN 14151	
Weiterreißfestigkeit	C	–	DIN ISO 34-1, Methode B ²⁾	
Biegeverhalten bei Kälte	C	–	DIN EN 495-5	–
Maßänderung	C	–	DIN 53377	–
Witterungsbeständigkeit	B	–	DIN EN 12224	³⁾
Mikrobiologische Beständigkeit	B	B	DIN EN 13361 ff.	DIN EN 13361 ff.
Oxidationsbeständigkeit	B	B	DIN EN 13361 ff.	DIN EN 13361 ff.
Spannungsrisssbeständigkeit	C	C	DIN EN 13361 ff.	DIN EN 13361 ff. ⁴⁾
Beständigkeit gegen Auslaugen (Wasserlösliches)	B	B	DIN EN 13361 ff.	DIN EN 13361 ff.
Montmorillonitgehalt – Methylenblau-Versuch ⁵⁾	–	+	–	VDG P 69
Beständigkeit gegen Trocken-Nass-Wechsel	–	B	–	DIN EN 14417
Beständigkeit gegen Frost-Tau-Wechsel	–	B	–	DIN EN 14418
Beständigkeit gegen Durchdringen von Wurzeln	B	B	DIN EN 14416	DIN EN 14416
Umweltunbedenklichkeit	B	B	M Geok E, Abschnitte 3.1, 6.29 und 7.7	M Geok E, Abschnitte 3.1, 6.29 und 7.7

GBR-P: Kunststoffdichtungsbahn, GBR-C: Tondichtungsbahn,

+ : Prüfung erforderlich / – : Prüfung nicht erforderlich oder nicht zutreffend

B: Einmal erforderlich, z. B. zu Beginn der Produktion

C: Einmal im Jahr erforderlich

¹⁾ Messprobe Typ 5A²⁾ Winkelmessprobe ohne Kerbe³⁾ Da Tondichtungsbahnen immer sofort abgedeckt werden müssen, kann auf diese Bestimmung verzichtet werden.⁴⁾ Gilt für eine Tondichtungsbahn nur, wenn sie mit einer GBR-P verbunden ist.⁵⁾ Es wird nur die Tonfüllung einer GBR-C geprüft.

Anhang A 2 Abkürzungen

Symbol	Bedeutung	Erstes Auftreten Abschnitt-Nr.
γ	Teilsicherheitsbeiwert	5.1.3
ψ	Permittivität von Tondichtungsbahnen	4.8.3.1
$\epsilon_{B, d}$	Bemessungswert der Zugdehnung einer Bewehrung	5.1.3
5 %	Index für den Wert des 5 %-Mindest- bzw. Höchstquantils	4.5.3.3
$A_1 \dots A_5$	Abminderungsfaktoren	5.1.3
AG	Auftraggeber	4.2.3.3
AK	Arbeitskreise der DGGT	5.2.5
AN	Auftragnehmer	4.2.3.3
AR	Aramid	3.2
ARS	Allgemeines Rundschreiben des BMVI	1
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	1
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen	1
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau	1
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung	6.2.9
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	9
BSI	British Standards Institution	1
CPR	Bauproduktenverordnung/Construction Products Regulation	
C_u (früher: U)	Ungleichförmigkeit des Bodens (Verhältnis d_{60}/d_{10})	4.8.3.2
d	Dicke des Geotextils	4.8.3.1
D	Abminderungsfaktor	5.2.5
$d_{20, 5\%}$	charakteristischer Wert (5 %-Mindestquantil) der Schutzschichtdicke, gemessen bei einer Auflast von 20 kPa	7.2.6.3
d_x	Korndurchmesser des Bodens, bei dem x % der Bodenmasse kleiner sind	A.2
DDK	Dynamische Differenzkalorimetrie	3.2
DGGT	Deutsche Gesellschaft für Geotechnik	1
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik	1

Fortsetzung A 2 Abkürzungen

Symbol	Bedeutung	Erstes Auftreten Abschnitt-Nr.
DIN	Deutsches Institut für Normung	1
DoP	Leistungserklärung/Declaration of Performance	1
DSC	Differential-Scanning-Kalorimetrie	3.2
DVS	Deutscher Verband für Schweißtechnik	1
DVWK	Deutscher Verband der Wasserwirtschaft und Kulturbau	4.8.3.1
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (früher: DVWK)	1
EN	Europäische Norm	1
erf. $\psi_{5\%}$	5 %-Höchstquantil der Permittivität	7.6
erf. $F_{p, 5\%}$	Anforderung an das 5 %-Mindestquantil der Stempeldurchdrückkraft	7.2.6.1
erf. $m_{A, 5\%}$	Anforderung an das 5 %-Mindestquantil der Masse pro Flächeneinheit	7.2.6.1
ETA	europäische technische Zulassung/ European Technical Assessment	1
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen	Vor- merkungen
F_p	Stempeldurchdrückkraft	8.3.3.1
FPP	Flexibles Polypropylen	3.2
GBR-C	(Geosynthetische) Tondichtungsbahn	2.1
GBR-P	Kunststoffdichtungsbahn	2.1
GRK	Geotextilrobustheitsklasse	4.7.2.3
H	Hydraulischer Höhenunterschied	6.13.1
i	Hydraulischer Gradient ($i = H/d$)	5.2.3
ISO	Internationale Norm (International Standard Organisation)	1
k	Annahmefaktor (statistisch)	8.3.4
KDB	Kunststoffdichtungsbahn	2.1
k_f	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert des Bodens	4.4.2.3
k_v	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert senkrecht zur Ebene	4.3.3.3
$k_{v, 5\%}$	5 %-Mindestquantil des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes	5.2.4
LMA	Größenklasse Wasserbausteine	4.6.2.2.2

Fortsetzung A 2 Abkürzungen

Symbol	Bedeutung	Erstes Auftreten Abschnitt-Nr.
m_A	Masse pro Flächeneinheit	7.2.6.1
NCTL-Test	Zugprüfung gekerbter Proben bei konstanter Last (GRI-Verfahren)	6.21
O_{90}	Charakteristische Öffnungsweite	1
PA	Polyamid	3.2
PE	Polyethylen	3.2
PEHD	Polyethylen hoher Dichte	3.2
PELD	Polyethylen niedriger Dichte	3.2
PET	Polyester (Polyethylenterephthalat)	3.2
PP	Polypropylen	3.2
PVA	Polyvinylalkohol	3.2
PVC	Polyvinylchlorid	3.2
$q_{d,A}$	Bemessungswert der Abflussleistung	4.4.2.3
QDB	Quellmitteldichtungsbahn	2.1
$q_{k,A}$	charakteristischer Wert der Abflussleistung	5.2.4
$R_{B,d}$	Bemessungswert der Zugfestigkeit einer Bewehrung – Zulässige Zugkraft („d“ für design)	5.1.3
$R_{B,k0,5\%}$	charakteristischer Wert der Kurzzeitfestigkeit	5.1.3
s	Standardabweichung	8.3.4
S	Teilsicherheitsbeiwert bei Dränsystembemessungen	5.2.5
SIM	mehrstufige isotherme Methode (stepped isothermal method)	6.9.1
$T_{max,5\%}$	5 %-Mindestquantil der Höchstzugkraft	7.2.6.1
TOC	Anteil des gesamten organischen Kohlenstoffs	6.29
VI_{50}	Geschwindigkeitsindex der Wasserdurchlässigkeit senkrecht zur Ebene bei 50 mm Wasserspiegelhöhe	6.13.1
WHG	Wasserhaushaltsgesetz	A.2
\bar{x}	Mittelwert	8.3.4

Anhang A 3 Literaturverzeichnis und Technische Regelwerke

Literaturverzeichnis

- 1 Floss, R.; Bauer, A.; Bräu, G.: Untersuchungen zum Kraftdehnungsverhalten von Geotextilien unter Bodeneinbaubedingungen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 678, Hrsg. Bundesminister für Verkehr, Bonn 1994
- 2 Wilmers, W.: Sandwichbauweisen mit Geotextilien. Straßen- und Tiefbau, Jg. 54, H. 12, Isernhagen 2000
- 3 Koch, C.: Bauverfahren beim Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund – Konsolidationsverfahren. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft S 24, Bergisch Gladbach 2001
- 4 Grundhoff, T.; Kahl, M.: Bauverfahren beim Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund – Bodenersatzverfahren. Forschung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Forschungsbericht BAST FE 89.049/1997/S2, Bergisch Gladbach 2001
- 5 Beilke, O.; Rogner, J.; Stelter, J.: Bauverfahren beim Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund – Aufgeständerte Gründungspolster. Forschung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Forschungsbericht BAST FE 89.050/1997/S2, Bergisch Gladbach 2001
- 6 Kempfert H.-G.; Stadel, M.; Zaeske, D.: Berechnung von geokunststoffbewehrten Tragschichten über Pfahlelementen. Bautechnik 74 (1997) 12, S. 818-825
- 7 Handlungsempfehlungen für den Einsatz von Geokunststoffen zur Sicherung bruchgefährdeter Straßenbereiche in Altbergbau- und Subrosionsgebieten für den Dienstaufsichtsbereich des Landesamtes für Straßenbau Sachsen-Anhalt (GSBS Sachsen-Anhalt 2001)
- 8 Wilmers, W.: Geotextilien und Geogitter unter „Tragschichten“. 6. Informations- und Vortragsveranstaltung Kunststoffe in der Geotechnik, München 1999, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik, Essen 1999
- 9 Wilmers, W.: Bauweisen mit Geotextilien und Geokunststoffen – Beitrag zum ökologischen Straßenbau. Straße und Autobahn, Jg. 51, H.4, Bonn 2000
- 10 Broers, A.; Saathoff, F.: Gedanken zum Lastfall Einbauzustand geschichteter Systeme. 6. Informations- und Vortragsveranstaltung Kunststoffe in der Geotechnik, München 1999, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik, Essen 1999
- 11 Wilmers, W.: Begrünungsmatten für die Böschungssicherung. Straßen- und Tiefbau, Jg. 50, H. 12, Isernhagen 1996

- 12 Floss, R.; Bauer, A.; Bräu, G.: Entwicklung eines Bemessungsverfahrens für die Bodenbewehrung mit Vliesstoffen, basierend auf Zugversuchen im Bodenkontakt. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 831, Hrsg. Bundesminister für Verkehr, Bonn 2002
- 13 Heyer, D.; Krug, M.: Filterwirksamkeit von Geotextilien bei geringen hydraulischen Gefällen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 766, Hrsg. Bundesminister für Verkehr, Bonn 1999
- 14 Busch, K.-F.; Luckner, L.: Geohydraulik. F. Enke, Stuttgart 1974
- 15 Kenney, T.; Lau, D. (1985): Internal stability of granular filters. Canadian Geotechnical Journal, J 22, p. 215 – 225
- 16 Kenney, T.; Lau, D. (1986): Internal stability of granular filters. Reply, Canadian Geotechnical Journal, J. 23, p. 141 – 418)
- 17 Floss, R.; Bräu, G.: Untersuchung der Empfindlichkeit von Geotextilien und Geokunststoffen im Boden gegenüber dynamischer Beanspruchung. Forschungsprojekt des BMV/FGSV FE: 05.106.1995, Schlussbericht Köln 2001
- 18 Floss, R.; Vogt, N.; Bräu, G.: Aufstellen eines Systems für die Anforderung an Geotextilien hinsichtlich ihrer Beanspruchung beim Einbau. Forschungsprojekt des BMV/FGSV FE: 05.110.G 96
- 19 Nimmessgern, M.; Lange, B.; Schröder, H.: Chemische Beanspruchung von im Boden eingebauten Geokunststoffen durch im Boden und Wasser natürlich anwesende Stoffe: Hydrolyse von Polyestergeweben. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 813, Hrsg. Bundesminister für Verkehr, Bonn 2001
- 20 Greenwood, J. H.; Kempton, G. T.; Brady, K. C.; Watts, G. R. A.: Comparison between stepped isothermal method and long-term creep tests on geosynthetics. Proc. EuroGeo 03, Vol. 2, B-9, pp 527 – 532, DGGT Essen 2004
- 21 Alexiew, D.; Blume, K.-H.: Geokunststoffbewehrte Dämme der Bundesautobahn A 26 Stade–Hamburg: Erfahrungen und Messungen. 12. Informations- und Vortragstagung über „Kunststoffe in der Geotechnik“, München 2011, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik, Essen 2011
- 22 Vollmert, L.; Quast, P.; Kosack, A.: Zur Bemessung von Dämmen und Deichen auf weichem Untergrund unter Berücksichtigung von Verformungsakkumulationen aus Bauzuständen. 4. Symposium „Sicherung von Dämmen, Deichen und Stauanlagen“, Siegen, 23./24.2.2012

Technische Regelwerke

DIN ¹⁾	DIN 1054	Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
	DIN 4017	Baugrund – Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen
	DIN 4019	Baugrund – Setzungsberechnungen
	DIN 4084	Baugrund – Geländebruchberechnungen
	DIN 18132	Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte – Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens
	DIN 18196	Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
	DIN 18200	Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte – Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung von Produkten
	DIN 18320	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Landschaftsbauarbeiten
	DIN 18918	Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen – Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nicht lebenden Stoffen und Bauteilen, kombinierte Bauweisen
	DIN 38407	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Gemeinsam erfaßbare Stoffgruppen (Gruppe F)
	DIN 53377	Prüfung von Kunststoff-Folien – Bestimmung der Maßänderung
	DIN 53885	Textilien; Bestimmung der Zusammendrückbarkeit von Textilien und textilen Erzeugnissen
	DIN 61551	Geokunststoffe – Bestimmung der Berstdruckfestigkeit
	DIN 60500-4	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Teil 4: Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit normal zur Ebene unter Auflast bei konstantem hydraulischen Höhenunterschied
	DIN 60500-8	– Teil 8: Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts bei radialer Durchströmung in der Ebene
	DIN EN 495-5	Abdichtungsbahnen – Bestimmung des Verhaltens beim Falzen bei tiefen Temperaturen – Teil 5: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen
	DIN EN 933-9	Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 9: Beurteilung von Feinanteilen – Methylenblau-Verfahren
	DIN EN 1484	Wasseranalytik – Anleitungen zur Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) und des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC)

Fortsetzung A 3 Technische Regelwerke

DIN ¹⁾	DIN EN 1744-3	Gesteinskörnungen – Prüfverfahren für chemische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Herstellung von Eluaten durch Auslaugung von Gesteinskörnungen
	DIN EN 1997-1	Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
	DIN EN 12224	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung der Witterungsbeständigkeit
	DIN EN 12225	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Prüfverfahren zur Bestimmung der mikrobiologischen Beständigkeit durch einen Erdeingravingsversuch
	DIN EN 12226	Geokunststoffe – Allgemeine Prüfverfahren zur Bewertung nach Beständigkeitsprüfungen
	DIN EN 12447	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Prüfverfahren zur Bestimmung der Hydrolysebeständigkeit in Wasser
	DIN EN 12457	Charakterisierung von Abfällen – Auslaugung; Übereinstimmungsuntersuchung für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen
	DIN EN 12766-2	Mineralölerzeugnisse und Gebrauchtöle – Bestimmung von PCBs und verwandten Produkten – Teil 2: Berechnung des Gehaltes an polychlorierten Biphenylen (PCB)
	DIN EN 13249	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Geforderte Eigenschaften für die Anwendung beim Bau von Straßen und sonstigen Verkehrsflächen
	DIN EN 13251	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Geforderte Eigenschaften für die Anwendung im Erd- und Grundbau sowie in Stützbauwerken
	DIN EN 13252	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Geforderte Eigenschaften für die Anwendung in Dränanlagen
	DIN EN 13253	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Geforderte Eigenschaften für die Anwendung in Erosionsschutzanlagen (Küstenschutz, Deckwerksbau)
	DIN EN 13254	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Geforderte Eigenschaften für die Anwendung beim Bau von Rückhaltebecken und Staudämmen
	DIN EN 13255	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Geforderte Eigenschaften für die Anwendung beim Kanalbau
	DIN EN 13256	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Geforderte Eigenschaften für die Anwendung im Tunnelbau und in Tiefbauwerken
	DIN EN 13361	Geosynthetische Dichtungsbahnen – Eigenschaften, die für die Anwendung beim Bau von Rückhaltebecken und Staudämmen erforderlich sind

Fortsetzung A 3 Technische Regelwerke

DIN ¹⁾	DIN EN 13362	Geosynthetische Dichtungsbahnen – Eigenschaften, die für die Anwendung beim Bau von Kanälen erforderlich sind
	DIN EN 13383-1	Wasserbausteine – Teil 1: Anforderungen
	DIN EN 13383-2	– Teil 2: Prüfverfahren
	DIN EN 13491	Geosynthetische Dichtungsbahnen – Eigenschaften, die für die Anwendung beim Bau von Tunneln und damit verbundenen Tiefbauwerken erforderlich sind
	DIN EN 13719	Geokunststoffe – Bestimmung der langfristigen Schutzwirksamkeit von Geokunststoffen im Kontakt mit geosynthetischen Dichtungsbahnen
	DIN EN 13738	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung des Herauszieh Widerstandes aus dem Boden
	DIN EN 13925-1	Zerstörungsfreie Prüfung – Röntgendiffraktometrie von polykristallinen und amorphen Materialien – Teil 1: Allgemeine Grundlagen
	DIN EN 13925-2	– Teil 2: Verfahrensabläufe
	DIN EN 13925-3	– Teil 3: Geräte
	DIN EN 14030	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Auswahlprüfverfahren zur Bestimmung der Beständigkeit gegen Säure und alkalische Flüssigkeiten; siehe auch ISO/TR 12960
	DIN EN 14150	Geosynthetische Dichtungsbahnen – Bestimmung der Flüssigkeitsdurchlässigkeit
	DIN EN 14151	Geokunststoffe – Bestimmung der Berstdruckfestigkeit
	DIN EN 14196	Geokunststoffe – Prüfverfahren zur Bestimmung der flächenbezogenen Masse von geosynthetischen Tondichtungsbahnen
	DIN EN 14414	Geokunststoffe – Auswahlprüfverfahren zur Bestimmung der chemischen Beständigkeit bei der Anwendung in Deponien
	DIN EN 14415	Geosynthetische Dichtungsbahnen – Prüfverfahren zur Bestimmung der Beständigkeit gegen Auslaugen
	DIN EN 14475	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Bewehrte Schüttkörper
	DIN EN 14574	Geokunststoffe – Bestimmung des Pyramidendruckwiderstandes von Geokunststoffen auf harter Unterlage
	DIN EN 14575	Geosynthetische Dichtungsbahnen – Orientierungsprüfung zur Bestimmung der Oxidationsbeständigkeit
	DIN EN 14576	Geokunststoffe – Prüfverfahren zur Bestimmung der Beständigkeit von geosynthetischen Kunststoffdichtungsbahnen gegen umweltbedingte Spannungsrisbildung
	DIN EN 15237	Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Vertikaldräns

Fortsetzung A 3 Technische Regelwerke

DIN ¹⁾	DIN EN 16416	Geosynthetische Tondichtungsbahnen – Bestimmung der Durchflussrate – Triaxialzellen-Methode mit konstanter Druckhöhe
	DIN EN 1744-3	Prüfverfahren für chemische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Herstellung von Eluat durch Auslaugung von Gesteinskörnungen
	DIN EN 1849-2	Abdichtungsbahnen – Bestimmung der Dicke und der flächenbezogenen Masse – Teil 2: Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen
	DIN EN 25619-1	Geokunststoffe – Bestimmung des Druckverhaltens – Teil 1: Eigenschaften des Druckkriechens
	DIN EN 25619-2	– Teil 2: Bestimmung des Kurzzeit-Druckverhaltens
	DIN EN 29073-3	Textilien; Prüfverfahren für Vliesstoffe; – Teil 3: Bestimmung der Höchstzugkraft und der Höchstzugkraftdehnung
	DIN EN ISO 139	Textilien – Normalklimate für die Probenvorbereitung und Prüfung
	DIN EN ISO 527-1	Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 1: Allgemeine Grundsätze
	DIN EN ISO 527-3	– Teil 3: Prüfbedingungen für Folien und Tafeln
	DIN EN ISO 1133	Kunststoffe – Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten
	DIN EN ISO 1183	Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen
	DIN EN ISO 9862	Geokunststoffe – Probenahme und Vorbereitung der Messproben
	DIN EN ISO 9863-1	Geokunststoffe – Bestimmung der Dicke unter festgelegten Drücken – Teil 1: Einzellagen
	DIN EN ISO 9863-2	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung der Dicke unter festgelegten Drücken – Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der Dicke der Einzellagen von mehrlagigen Produkten
	DIN EN ISO 9864	Geokunststoffe – Prüfverfahren zur Bestimmung der flächenbezogenen Masse von Geotextilien und geotextilverwandten Produkten
	DIN EN ISO 10318	Geokunststoffe – Begriffe
	DIN EN ISO 10319	Geokunststoffe – Zugversuch am breiten Streifen
	DIN EN ISO 10320	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Identifikation auf der Baustelle
	DIN EN ISO 10321	Geokunststoffe – Zugprüfung von Verbindungen/Nähten am breiten Streifen
	DIN EN ISO 10722	Geokunststoffe – Indexprüfverfahren zur Bewertung von mechanischen Schäden bei wiederholter Belastung – Beschädigung durch körnige Materialien

Fortsetzung A 3 Technische Regelwerke

DIN ¹⁾	DIN EN ISO 10776	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit normal zur Ebene unter Auflast
	DIN EN ISO 11058	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit normal zur Ebene, ohne Auflast
	DIN EN ISO 11357-6	Kunststoffe – Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC) – Teil 6: Bestimmung der Oxidations-Induktionszeit (isothermische OIT) und Oxidations-Induktions-temperatur (dynamische OIT)
	DIN EN ISO 11925-2	Prüfungen zum Brandverhalten – Entzündbarkeit von Produkten bei direkter Flammeneinwirkung – Teil 2: Einzelflammentest
	DIN EN ISO 12236	Geokunststoffe – Stempeldurchdruckversuch (CBR-Versuch)
	DIN EN ISO 12956	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung der charakteristischen Öffnungsweite
	DIN EN ISO 12957-1	Geokunststoffe – Bestimmung der Reibungseigenschaften – Teil 1: Scherkastenversuch
	DIN EN ISO 12957-2	– Teil 2: Schiefe-Ebene-Versuch
	DIN EN ISO 12958	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung des Wasserableitvermögens in der Ebene
	DIN EN ISO 13426-1	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Festigkeit produktinterner Verbindungen – Teil 1: Geozellen
	DIN EN ISO 13426-2	– Teil 2: Geoverbundstoffe
	DIN EN ISO 13427	Geokunststoffe – Simulation von Scheuerbeschädigungen (Gleitblockprüfung)
	DIN EN ISO 13428	Geokunststoffe – Bestimmung der Schutzwirksamkeit eines Geokunststoffes bei Stoßbelastung
	DIN EN ISO 13431	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Bestimmung des Zugkriech- und des Zeitstandbruchverhaltens
	DIN EN ISO 13433	Geokunststoffe – Dynamischer Durchschlagversuch (Kegelfallversuch)
	DIN EN ISO 13437	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Verfahren zum Einbau und Ausgraben von Proben und Prüfung von Messproben im Labor
	DIN EN ISO 13438	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Auswahlprüfverfahren zur Bestimmung der Oxidationsbeständigkeit
	DIN EN ISO 13934-1	Textilien – Zugeigenschaften von textilen Flächengebilden – Teil 1: Bestimmung der Höchstzugkraft und Höchstzugkraft-Dehnung mit dem Streifen-Zugversuch
	DIN EN ISO/IEC 17025	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien

Fortsetzung A 3 Technische Regelwerke

DIN ¹⁾	DIN ISO 34-1	Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Weiterreißwiderstandes – Teil 1: Streifen-, winkel- und bogenförmige Probekörper
	ISO 11357	Kunststoffe – Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC)
	ISO/TR 12960	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Prüfverfahren zur Bestimmung der Beständigkeit gegen Flüssigkeiten
	DIN CEN/TS 14416; DIN SPEC 60007	Geosynthetische Dichtungsbahnen – Prüfverfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Wurzeln
	DIN CEN/TS 14417; DIN SPEC 60017	Geosynthetische Dichtungsbahnen – Prüfverfahren zur Bestimmung des Einflusses von Nass-Trocken-Zyklen auf die Wasserdurchlässigkeit von geosynthetischen Tondichtungsbahnen
	DIN CEN/TS 14418; DIN SPEC 60018	Geosynthetische Dichtungsbahnen – Prüfverfahren zur Bestimmung des Einflusses von Frost-Tau-Zyklen auf die Wasserdurchlässigkeit von geosynthetischen Tondichtungsbahnen
	DIN-Fachbericht 127	Beurteilung von Bauprodukten unter Hygiene-, Gesundheits- und Umweltaspekten
	DIN-Fachbericht CEN/TR 15019 ASTM D 696	Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Baustellenkontrolle
FGSV ²⁾	ASTM D 5890	Bestimmung des Wärmeausdehnungskoeffizienten von Kunststoffen
		Bestimmung der Blähzahl der Tonmineralkomponente von Auskleidungen aus geosynthetischem Ton
		Empfehlungen für die landschaftsgerechte Gestaltung von Stützbauwerken (FGSV 243)
		Hinweise zum Straßenbau in Erdfallgebieten (FGSV 561)
		Merkblatt über Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund (FGSV 542)
		Merkblatt für einfache landschaftsgerechte Sicherungsbauweisen (FGSV 229)
	M Gab	Merkblatt über Stütz- und Lärmschutzkonstruktionen aus Betonelementen, Blockschichtungen oder Gabionen (FGSV 555)
	M SASE	Merkblatt über Stützkonstruktionen aus stahlbewehrten Erdkörpern (FGSV 562)
	M TSE	Merkblatt über Bauweisen für technische Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Erdbau (FGSV 559)
	RAS-Ew	Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung (FGSV 539)
	RAS-LG	Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Landschaftsgestaltung, Abschnitt 3: Lebendverbau (FGSV 293/3)

Fortsetzung A 3 Technische Regelwerke

FGSV ²⁾	RiStWag	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (FGSV 514)
	STLK	Standardleistungskatalog für den Straßen- und Brückenbau – Leistungsbereich 106 Erdbau (STLK LB 106) – Leistungsbereich 107 Landschaftsbauarbeiten (STLK LB 107) – Leistungsbereich 110 Entwässerung für Straßen (STLK LB 110) – Leistungsbereich 111 Entwässerung für Kunstbauten (STLK LB 111)
	TL Geok E-StB	Technische Lieferbedingungen für Geokunststoffe im Erdbau des Straßenbaues (FGSV 549)
	ZTV E-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (FGSV 599)
	ZTV Ew-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau (FGSV 598)
	ZTV La-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Landschaftsbauarbeiten im Straßenbau (FGSV 224)
	ZTV SoB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (FGSV 698)
	BAM ³⁾	Richtlinie für die Zulassung von Kunststoffdichtungsbahnen für Deponieabdichtungen
BAW ⁴⁾	TLW	Technische Lieferbedingungen für Wasserbausteine
BAS ⁵⁾	ZTV-ING	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten
BMU ⁶⁾	BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
DGGT ⁷⁾	EAG-QM	AK 5.1: Empfehlungen des Arbeitskreises 5.1 „Kunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau zur Qualitätssicherung“ (in Vorbereitung)
	EAG-GTD	AK 5.1: Empfehlungen des Arbeitskreises 5.1 „Kunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau zur Anwendung geosynthetischer Tondichtungsbahnen“
	EAG-Drän	AK 5.1: Empfehlungen des Arbeitskreises 5.1 „Kunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau zur Anwendung geosynthetischer Dränmatten“ (in Vorbereitung)
	EBGEO	AK 5.2: „Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen“
	GDA-E 3-9	AK 6.1: Empfehlungen des Arbeitskreises 6.1 „Geotechnik der Deponien und Altlasten (GDA) E 3-9: Eignungsprüfung für Geokunststoffe“

Fortsetzung A 3 Technische Regelwerke

DIBt ⁸⁾	BPG-GBR-P	Bau- und Prüfgrundsätze für den Gewässerschutz (BPG) „Kunststoffdichtungsbahnen“ Merkblatt Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser
DWA ⁹⁾ (früher: DVWK)	DWA-M 512-1 DVWK-221	Dichtungssysteme im Wasserbau – Teil: Erdbauwerke Anwendung von Geotextilien im Wasserbau
DVS ¹⁰⁾	DVS 2225 – 1	Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau; Schweißen, Kleben, Vulkanisieren
	DVS 2225 – 2	Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau – Baustellenprüfungen
	DVS 2225 – 3	Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau – Anforderungen an Schweißmaschinen und Schweißgeräte
	DVS 2225 – 4	Schweißen von Dichtungsbahnen aus Polyethylen (PE) für die Abdichtung von Deponien und Altlasten
VDG ¹¹⁾	Merkblatt P 69	Bindemittelprüfung – Prüfung von Bindetonen

Bezugsquellen

1) **Beuth Verlag GmbH**

Anschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin
Tel.: 0 30 / 26 01-13 31, Fax: 0 30 / 26 01-12 60,
E-Mail: kundenservice@beuth.de, Internet: www.beuth.de

2) **FGSV Verlag GmbH**

Anschrift: Wesseling Straße 17, 50999 Köln
Tel.: 0 22 36 / 38 46 30, Fax: 0 22 36 / 38 46 40,
E-Mail: info@fgsv-verlag.de, Internet: www.fgsv-verlag.de

3) **Bundesanstalt für Materialforschung und-prüfung (BAM)**

Anschrift: Unter den Eichen 87, 12205 Berlin,
Tel.: 0 30 / 81 04-0, Fax: 0 30 / 81 04-7-22 22
E-Mail: info@bam.de, Internet: www.bam.de

4) **Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)**

Anschrift: Postfach 210253, 76152 Karlsruhe
Tel.: 0 721 / 97 26-0 Fax: 0 721 / 97 26-45 40
E-Mail: info@baw.de, Internet: www.baw.de

5) **Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)**

Internet: www.bast.de (>Brücken- und Ingenieurbau >Publikationen
>Regelwerke Brücken- und Ingenieurbau >Baudurchführung
>ZTV-ING)

6) **Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU)**

Anschrift: Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn
Tel.: 0 228 / 99 305-0, Fax: 0 228 / 99 305-32 25
Internet: www.bmub.bund.de

7) **Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT)**

Anschrift: Gutenbergstraße 43, D-45128 Essen
Tel.: 0 201 / 78 27 23, Fax: 0 201 / 78 27 43
E-Mail: service@dggt.de, Internet: www.dggt.de

8) **Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)**

Anschrift: Kolonnenstraße 30 L, 10829 Berlin
Tel.: 0 30 / 78 730-0, Fax: 0 30 / 78 730-320,
E-Mail: dibt@dibt.de, Internet: www.dibt.de

9) **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)**

Anschrift: Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef,
Tel.: 0 22 42 / 872-333, Fax: 0 22 42 / 872-135
E-Mail: info@dwa.de, Internet: www.dwa.de

10) **Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS)**

Anschrift: Aachener Straße 172, 40223 Düsseldorf
Tel.: 0 211 / 15 91-0, Fax: 0 211 / 15 91-200
E-Mail: info@dvs-hg.de,
Internet: www.die-verbindungs-spezialisten.de
www.dvs-media.eu

11) **Verein deutscher Giessereifachleute (VDG)**

Anschrift: Postfach 105144, 40042 Düsseldorf,
Tel.: 0 211 / 68 71-254, Fax: 0 211 / 68 71-364

Alle aufgeführten FGSV-Veröffentlichungen sind auch digital für den FGSV Reader erhältlich und enthalten im umfassenden Abo-Service „FGSV – Technisches Regelwerk – Digital“

Anhang A 4 Geokunststoffe – Bericht über Baustellenbedingungen und Probenahme (DIN Fachbericht CEN/TR 15019)

A 4.1 Beschreibung der Baumaßnahme (DIN EN ISO 13437 mit Ergänzungen)

Geokunststoffe
Bericht über Baustellenbedingungen
und Probenahme

Formular 1/5

BAUSTELLE

Baumaßnahme und Bauwerk:

Auftraggeber:

Auftragnehmer:

Genauere Lage des Bauwerks:

Beschreibung des Bauwerks:

Vorgesehene Nutzungsdauer:

Funktion des Produkts¹⁾: Filtern, Trennen²⁾, Dränen, Schützen, Bewehren

Lage des Produkts im Bauwerk (Skizze):

Mechanische Bemessungswerte:

Hydraulische Bemessungswerte:

Bemerkungen:

Datum: Name (Prüfer/Überwacher):

Teil 1 des Berichtes wird anerkannt:

(für den Auftragnehmer) (für den Auftraggeber) (der Prüfer/Überwacher)

¹⁾ Zutreffendes unterstreichen

²⁾ Trennen immer zusammen mit Filtern und/oder Bewehren

A 4.2 Beschreibung des gelieferten Produkts (DIN EN ISO 13437 mit Ergänzungen)

Geokunststoffe
Bericht über Baustellenbedingungen
und Probenahme

Formular 2/5

PRODUKT

Baumaßnahme und Bauwerk:

Geliefertes Produkt: Name, Typ, Hersteller:

Datum der Lieferung:

CE-Zeichen: Nummer der zugelassenen Stelle und der FPC-Bescheinigung³⁾:

CE-Begleitdokument:

Vorgesehene Anwendung(en)⁴⁾: Filtern, Trennen⁵⁾, Dränen, Schützen, Bewehren

Zu überdecken in 1 Tag/2 Wochen/1 Monat⁴⁾

Angegebene Beständigkeit für mindestens Jahre unter folgenden Bedingungen:

Weitere Unterlagen (z.B. Ergebnisse der Erstprüfung):

Informationen nach DIN EN ISO 10320: Stimmen die Verpackungsetiketten und die Kennzeichnung des Produkts mit dem Lieferschein, der Bestellung und dem Vertrag überein: ja / nein (zutreffendes umringen)

Zahlen der Liefereinheiten/gelieferte Menge: Rollen/Pakete⁴⁾/Liefermenge: m²

Lagerbedingungen (im Freien, überdeckt, Lagerplatz, Baufeld):

Methode der Handhabung (beschreiben):

Sichtbare Beschädigungen der Liefereinheit (beschreiben):

Sichtbare Beschädigungen des Produkts selbst (beschreiben):

Folgerungen aus den Schäden (beschreiben, z.B. Zurückweisen der Lieferung ganz oder teilweise, runterstufen):

Datum: Name (Prüfer/Überwacher):

Teil 2 des Berichtes wird durch folgende Unterschriften anerkannt:

(für den Auftragnehmer) (für den Auftraggeber) (der Prüfer/Überwacher)

³⁾ FPC-Bescheinigung: Bescheinigung über die werkseigene Produktionskontrolle, gegeben von der zugelassenen Stelle, wobei die ersten drei Stellen deren Identifizierungsnummer sind

⁴⁾ Zutreffendes unterstreichen

⁵⁾ Trennen immer zusammen mit Filtern und/oder Bewehren

A 4.3 Beschreibung der Baustellenbedingungen (DIN EN ISO 13437 mit Ergänzungen)

Geokunststoffe
Bericht über Baustellenbedingungen
und Probenahme

Formular 3/5

BAUSTELLENBEDINGUNGEN

Baumaßnahme und Bauwerk:

Die vom Produkt zu bedeckende Oberfläche:
natürlich, Art der Vorbereitung (z. B. planiert, verdichtet):

Boden und Material unter der vom Produkt zu bedeckenden Fläche:
Typ, Klassifizierung, Eigenschaften:

Art des Verlegens des Produkts (Richtung des Ausrollens):

Breite und Richtung der Überlappung:

Verlegung nach Zeichnung/Leistungsbeschreibung (Verlegeplan):

Zeit zwischen Verlegen des Produkts und seinem Schutz/Überdeckung
(entspricht der Witterungsbeständigkeit des Produktes?):

Boden und Schüttmaterial zur Überdeckung des Produkts: Art, Bodenklasse, Eigenschaften,
Behandlung (z.B. stabilisiert mit hydraulischen Bindemitteln oder Kalk):
.....

Einbau- und Verdichtungsmethode der Überschüttung (Abkippen, Planieren, Verdichtungs-
platte oder -walze) und Lagendicke:

Spezielle Eigenschaften des Schüttmaterials: abrasiv durch grobe Körner, abrasiv durch
scharfkantige Körner, hoher pH-Wert durch Beton-Recyclingmaterial etc:
.....

Wetterbedingungen während Verlegen und Bau:

Beobachtungen: Beschädigung beim Verlegen und Überschütten,
Spurrinnenbildung durch Bauverkehr usw.:

Entscheidungen zu Verhinderung oder Ausgleich der Schäden:

Datum: Name (Prüfer/Überwacher):

Teil 3 des Berichtes wird durch folgende Unterschriften anerkannt:

(für den Auftragnehmer) (für den Auftraggeber) (der Prüfer/Überwacher)

A 4.4 Probenahme (DIN EN ISO 13437 mit Ergänzungen)

Geokunststoffe
Bericht über Baustellenbedingungen
und Probenahme

Formular 4/5

PROBENAHME

Baumaßnahme und Bauwerk:

Funktion des Produkts⁶⁾: Filtern, Trennen⁷⁾, Dränen, Schützen, Bewehren

Geliefertes Produkt (Hersteller, Name, Typ):

Zahl der Liefereinheiten: Rollen/Ballen⁶⁾, abzudeckende Fläche: m²

Lieferdatum: Datum der Verlegung und der Überdeckung:

Proben entnommen aus Liefereinheiten/von der Baufäche nach dem Verlegen⁶⁾

Proben-Nummer	Nummer der Liefereinheit	Koordinate 1	Koordinate 2	Abzudeckende Fläche

– Nummer der Liefereinheit: Kode auf dem Einheitenetikett, durch den der Hersteller die Produktionsdaten dieser Einheit feststellen kann.

– Koordinate 1 und 2: Koordinaten im globalen oder lokalen Netz, durch die die Probenahme-
stelle auf der Baustelle gekennzeichnet ist.

– Abzudeckende Fläche: Die Fläche, die vom Produkt abgedeckt werden soll, auch wenn die
Proben vor dem Verlegen entnommen werden.

Zweck der Probenahme: Baustoffeingangsprüfung/Kontrollprüfung/Rückstellprobe⁶⁾

Zweck der Prüfung: Identität des Produkts/Konformität mit Produktanforderung/mit
CE-Zeichen⁶⁾

Zu prüfende Kennwerte: Masse pro Flächeneinheit/Zugfestigkeit und -dehnung/Zugfestig-
keit von Nähten und Fügungen/Durchdruckverhalten/Durchschlagverhalten/Scherverhalten/
Zugkriechverhalten/Druckkriechverhalten/Einbaubeschädigung/Charakteristische Öffnungs-
weite/Wasserdurchlässigkeit normal zur Ebene/Wasserdurchlässigkeit in der Ebene/Abschät-
zung der Beständigkeit: Witterungsbeständigkeit/chemische Beständigkeit/mikrobiologische
Beständigkeit⁶⁾

Datum: Name (Prüfer/Überwacher):

Teil 4 des Berichtes wird durch folgende Unterschriften anerkannt:

(für den Auftragnehmer) (für den Auftraggeber) (der Prüfer/Überwacher)

⁶⁾ Zutreffendes unterstreichen

⁷⁾ Trennen immer zusammen mit Filtern und/oder Bewehren

A 4.5 Schlussbericht (DIN EN ISO 13437 mit Ergänzungen)

Geokunststoffe
Bericht über Baustellenbedingungen
und Probenahme

Formular 5/5

SCHLUSSBERICHT

Baumaßnahme und Bauwerk:

Funktion des Produkts⁸⁾: Filtern, Trennen⁹⁾, Dränen, Schützen, Bewehren

Geliefertes Produkt (Hersteller, Name, Typ):

Zahl der Liefereinheiten: Rollen/Ballen⁹⁾, abzudeckende Fläche: m²

Datum: der Lieferung: der Verlegung und der Überdeckung:

der Probenahme:

Ergebnis der Prüfung von Proben entnommen aus den Liefereinheiten/entnommen von der Einbaustelle nach dem Verlegen⁸⁾

Probe-Nummer	Nummer der Liefereinheit	Abzudeckende Fläche	Zahl der negativen Prüfungen

- Nummer der Liefereinheit: Kode auf dem Einheitenetikett, durch den der Hersteller die Produktionsdaten dieser Einheit feststellen kann.
- Abzudeckende Fläche: Die Fläche, die vom Produkt abgedeckt werden soll, auch wenn die Proben vor dem Verlegen von den gelagerten Einheiten entnommen werden.

Prüfergebnis:

- die Identität mit den Angaben zum Produkt ist nachgewiesen (ja / nein)⁸⁾
- das Produkt entspricht der Anforderung/es ist mit dem CE-Zeichen konform (ja / nein)⁸⁾

Folgerungen:

- das Los ist angenommen (ja/nein)⁸⁾
- wenn nein: ist die verbleibende Sicherheit aufgrund der Prüfung ausreichend? (ja/nein)⁸⁾
- wird eine Vertragsstrafe erforderlich (ja/nein)⁸⁾
- Vorgehen zur Erzielung der erforderlichen Sicherheit des Bauwerkes:

Bemerkungen:

Datum: Name (Prüfer/Überwacher):

Der Schlussbericht wird durch folgende Unterschriften anerkannt:

(für den Auftragnehmer) (für den Auftraggeber) (der Prüfer/Überwacher)

⁸⁾ Zutreffendes unterstreichen

⁹⁾ Trennen immer zusammen mit Filtern und/oder Bewehren

Erläuterung zur Systematik von Technischen Veröffentlichungen der FGSV

R steht für Regelwerke:

Solche Veröffentlichungen regeln entweder, wie technische Sachverhalte geplant oder realisiert werden müssen bzw. sollen (R 1), oder empfehlen, wie diese geplant oder realisiert werden sollten (R 2).

W steht für Wissensdokumente:

Solche Veröffentlichungen zeigen den aktuellen Stand des Wissens auf und erläutern, wie ein technischer Sachverhalt zweckmäßigerweise behandelt werden kann oder schon erfolgreich behandelt worden ist.

Die Kategorie **R 1** bezeichnet Regelwerke der 1. Kategorie:

R 1-Veröffentlichungen umfassen Vertragsgrundlagen (ZTV – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien, TL – Technische Lieferbedingungen und TP – Technische Prüfvorschriften) sowie Richtlinien. Sie sind stets innerhalb der FGSV abgestimmt. Sie haben, insbesondere wenn sie als Vertragsbestandteil vereinbart werden sollen, eine hohe Verbindlichkeit.

Die Kategorie **R 2** bezeichnet Regelwerke der 2. Kategorie:

R 2-Veröffentlichungen umfassen Merkblätter und Empfehlungen. Sie sind stets innerhalb der FGSV abgestimmt. Die FGSV empfiehlt ihre Anwendung als Stand der Technik.

Die Kategorie **W 1** bezeichnet Wissensdokumente der 1. Kategorie:

W 1-Veröffentlichungen umfassen Hinweise. Sie sind stets innerhalb der FGSV, jedoch nicht mit Externen abgestimmt. Sie geben den aktuellen Stand des Wissens innerhalb der zuständigen FGSV-Gremien wieder.

Die Kategorie **W 2** bezeichnet Wissensdokumente der 2. Kategorie:

W 2-Veröffentlichungen umfassen Arbeitspapiere. Dabei kann es sich um Zwischenstände bei der Erarbeitung von weitergehenden Aktivitäten oder um Informations- und Arbeitshilfen handeln. Sie sind nicht innerhalb der FGSV abgestimmt; sie geben die Auffassung eines einzelnen FGSV-Gremiums wieder.