

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 511

Filtern mit Geokunststoffen

August 2017

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 511

Filtern mit Geokunststoffen

August 2017

Gemeinsames Merkblatt
der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT),
der Hafentechnischen Gesellschaft e. V. (HTG),
der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Herausgeber und Vertrieb:

DWA Deutsche Vereinigung für
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

druckhaus köthen GmbH & Co KG

ISBN:

978-3-88721-499-9 (Print)
978-3-88721-500-2 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2017

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblatts darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Bestätigt durch Fachleutefragung in den betroffenen Gremien der technisch-wissenschaftlichen Vereinigungen:

- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA),
- Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT) und
- Hafentechnische Gesellschaft e. V. (HTG)

war vor dem Hintergrund technischer Weiter- und Neuentwicklungen von Bauprodukten und Bauweisen eine Überarbeitung der DVWK-Merkblätter:

- Nr. 215/1990: Dichtungselemente im Wasserbau,
- Nr. 221/1992: Anwendung von Geotextilien im Wasserbau,
- Nr. 223/1992: Asphaltabdichtungen für Talsperren und Speicherbecken,
- Nr. 225/1992: Anwendung von Kunststoffdichtungsbahnen im Wasserbau und für den Grundwasserschutz,
- Nr. 237/1996: Deponieabdichtungen in Asphaltbauweise

dringend erforderlich. Hierzu wurde im Juli 2002 der Fachausschuss/Arbeitskreis „Dichtungssysteme im Wasserbau“ unter kooperativer Leitung von Professor Dr.-Ing. H.-B. Horlacher (für DWA) und Professor Dr.-Ing. G. Heerten (für DGGT und HTG) als DWA-Fachausschuss WW-7 in der DWA bzw. als Arbeitskreis AK-5.4 in der DGGT mit paralleler Anbindung an die Arbeitsgremien der HTG gegründet. Hierdurch wird den sich bei diesem Thema überschneidenden Arbeitsfeldern von DWA, DGGT und HTG Rechnung getragen. Der Fachausschuss/Arbeitskreis begann seine Arbeit unmittelbar in zwei Arbeitsgruppen:

- AG WW-7.1 „Innen- und Untergrunddichtungen“ (Leitung: Dr.-Ing. Frank Kleist),
- AG WW-7.2 „Oberflächendichtungssysteme“ (Leitung: Dipl.-Ing. Petra Fleischer).

Die beiden Arbeitsgruppen haben sich mit Dichtungssystemen in Erdbauwerken befasst. Die Ergebnisse sind im Merkblatt DWA-M 512-1 „Dichtungssysteme im Wasserbau – Teil 1: Erdbauwerke“ zusammengestellt. Das Merkblatt ist im Februar 2012 veröffentlicht worden. Es sind die in der Praxis bei Erdbauwerken eingesetzten Oberflächen- und Innendichtungssysteme – Asphalt- und Betonabdichtungen, geosynthetische Tondichtungsbahnen, mineralische Dichtungen, Kunststoffdichtungsbahnen, vollvergossene Schüttsteine, Spundwände, Innendichtungen aus hydraulisch gebundenen Dichtwandmassen (Beton, Tonbeton, Injektionen, Düsenstrahlverfahren, Schlitzwände, Schmalwände, Bodenvermörtelungsverfahren) – behandelt worden.

Als Reaktion auf das Elbe-Katastrophen-Hochwasser 2002 wurde in der DWA-Arbeitsgruppe WW-7.3 „Dichtungssysteme in Deichen“ des DWA-Fachausschusses WW-7 unter der Leitung von Herrn Dr.-Ing. Dirk Heyer das Thema „Dichtungssysteme in Deichen“ bearbeitet und 2004 in der Schriftenreihe DWA-Themen veröffentlicht. Die Ergebnisse sind ebenfalls in das Merkblatt DWA-M 512-1 „Dichtungssysteme im Wasserbau – Teil 1: Erdbauwerke“ eingeflossen. Die im Jahre 2012 reaktivierte Arbeitsgruppe WW-7.3 wurde, jetzt unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf, beauftragt, den Themenband zu überarbeiten. Es ist geplant, den Themenband in ein Merkblatt zu überführen und in der Merkblattreihe DWA-M 507 „Deiche an Fließgewässern“ als Teil 3 zu veröffentlichen.

Die DWA-Arbeitsgruppe WW-7.4 „Flächenhafte Bauwerksabdichtungen“ hat sich unter der Leitung von Dipl.-Ing. Sabine Mayer mit Dichtungssystemen an Massivbauwerken befasst. Das Merkblatt ist 2016 als Merkblatt DWA-M 512-2 „Dichtungssysteme im Wasserbau – Teil 2: Flächenhafte Dichtungen an Massivbauwerken“ im Weißdruck erschienen. In der gleichen Struktur wie im Merkblatt DWA-M 512-1 sind die folgenden Dichtungssysteme behandelt worden: Asphaltabdichtungen, Betonvorsatzschalen, Injektionen, gespritzte Kunststoffdichtungen, Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) und Spritzbetondichtungen. Für jedes Dichtungssystem werden Einsatzbereiche, Baustoffe, Technik/Einbauverfahren,

Anforderungen an den Untergrund, Dimensionierungsgrundlagen, Qualitätssicherung, Beständigkeit und Unterhaltung/Ertüchtigung erläutert sowie die neuesten Entwicklungen und deren Anwendungen aufgezeigt.

Die im Jahr 2012 gegründete DWA-Arbeitsgruppe WW-7.5 „Filtern mit Geokunststoffen“ hat in Abstimmung mit dem DGGT-Arbeitskreis 5.1 „Kunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau“ (Leitung Univ.-Prof. Dr.-Ing. Fokke Saathoff, Universität Rostock) unter der Leitung von Dr.-Ing. Michael Heibaum, Karlsruhe, das Merkblatt DVWK-M 221/1992 „Anwendung von Geotextilien im Wasserbau“ überarbeitet. Dieses Merkblatt war im Jahr 1992 unter Leitung von Prof. Dr. techn. Franz List von Mitgliedern des gemeinsamen Arbeitskreises 14A der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. (DGEG, heute AK 5.1 der DGGT) und dem Arbeitsausschuss 6.14 des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (DVWK, heute DWA) als Grundlage für den kunststoffgerechten Einsatz von Geotextilien im Wasserbau erarbeitet worden. Obmann des Arbeitskreises 14A/AA 6.14 war Prof. Dr.-Ing. habil. Fritz-Ferdinand Zitscher. Es gab Empfehlungen für die Bemessung in Abhängigkeit von der jeweiligen Funktion des Geotextils. Das Merkblatt spiegelte den Stand der Technik und der Forschung der 1980er Jahre wider. Seitdem hat es weltweit weitreichende Weiterentwicklungen gegeben und die Filterregeln für Geokunststoffe haben im letzten Jahrzehnt international eine Konsolidierung erfahren. Auf der Grundlage von internationalen Empfehlungen und den Erfahrungen mit geotextilen Filtern in Deutschland hat sich die Arbeitsgruppe WW-7.5 besonders dem Thema „Filtern mit Geokunststoffen“ gewidmet und das vorliegende Merkblatt erarbeitet. Im vorliegenden Merkblatt werden Planungsgrundlagen, Materialanforderungen, Bemessung des geotextilen Filters, Hinweise zur Bauausführung und zu Verdingungsunterlagen sowie die Qualitätssicherung behandelt; die Bemessung wird an konkreten Beispielen dargestellt.

Auch im Namen von Herrn Professor Dr.-Ing. Hans-Burghard Horlacher, der leider am 30. August 2015 verstarb, bedanken sich die Leiter des Fachausschusses bei den Mitgliedern der Arbeitsgruppe WW-7.5 für die geleistete ehrenamtliche Arbeit. Professor Horlacher konnte die Fertigstellung und Präsentation des Merkblattes DWA-M 511 „Filtern mit Geokunststoffen“ leider nicht mehr erleben. Die Mitglieder des Fachausschusses WW-7 und der Arbeitsgruppe WW-7.5 hoffen, die Arbeit am vorliegenden Merkblatt im Sinne von Professor Horlacher vollendet zu haben. Uns bleibt jetzt nur, uns für seine kollegiale, fachlich hoch versierte, von Jahrzehnte langer Erfahrung geprägte Führung im DWA-Fachausschuss WW-7 „Dichtungssysteme im Wasserbau“ zu bedanken und seiner in tiefer Verbundenheit zu gedenken.

Neustadt in Holstein, im Mai 2017

Prof. Dr.-Ing. Georg Heerten
(Obmann)

In diesem Merkblatt wird im Hinblick auf einen gut verständlichen und lesefreundlichen Text für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verallgemeinernd die männliche Form verwendet. Alle Informationen beziehen sich in gleicher Weise auf beide Geschlechter.

Frühere Ausgaben

Merkblatt DVWK-M 221/1992

Verfasser

Das Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe WW-7.5 „Filtern mit Geokunststoffen“ des DWA-Fachausschusses WW-7 „Dichtungssysteme im Wasserbau“ im DWA-Hauptausschuss „Wasserbau und Wasserkraft“ der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) und der Arbeitskreise 5.1 „Kunststoffe in der Geotechnik und im Wasserbau“ und 5.4 „Dichtungssysteme im Wasserbau“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT) erstellt.

Der DWA-Fachausschuss WW-7 „Dichtungssysteme im Wasserbau“ ist ein gemeinsamer Fachausschuss mit der Hafentechnischen Gesellschaft e. V. (HTG) und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT).

In der Arbeitsgruppe wirkten mit:

HEERTEN, Georg	Prof. Dr.-Ing., Neustadt i. H.
HEIBAUM, Michael	Dr.-Ing., Bundesanstalt für Wasserbau, Abt. Geotechnik, Karlsruhe (Sprecher)
JENTSCH, Hennes	Dipl.-Ing., Bauhaus-Universität Weimar
KUNZ, Norbert	Dipl.-Ing., BOR, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe
NARTEN, Mandy	Dipl.-Ing., Leibniz Universität Hannover, Institut für Geotechnik (IGtH), Hannover
SAATHOFF, Fokke	Prof. Dr.-Ing., Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät (AUF), Rostock
STOEWAHSE, Carl	Dr.-Ing., GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH, Braunschweig
VOLLMERT, Lars	Dr.-Ing., BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co KG, Espelkamp-Fiestel (zeitweise)
WERTH, Katja	Dipl.-Ing., BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co KG, Espelkamp-Fiestel
WILKE, Markus	Dipl.-Ing., Huesker Synthetic GmbH, Gescher

Korrespondierend wirkten mit:

HORLACHER, Hans-B. †	Prof. Dr.-Ing. habil., Ditzingen
WITT, Karl-Josef	Prof. Dr.-Ing., Bauhaus-Universität Weimar

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

SCHRENK, Georg	Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
----------------	--

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	5
Bilderverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
Benutzerhinweis	9
1 Anwendungsbereich	9
2 Abkürzungen und Symbole	10
2.1 Abkürzungen	10
2.2 Symbole	10
3 Verweisungen	11
4 Planungsgrundlagen	12
4.1 Baugrund	12
4.2 Einwirkungen	12
5 Sicherheiten	13
6 Materialanforderungen	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Kennzeichnende Parameter	14
6.3 Dauerhaftigkeit	15
6.4 Beständigkeit gegenüber sauren oder basischen Böden und Wässern	16
6.5 Umweltunbedenklichkeit nach FGSV-Merkblatt M Geok E	16
7 Bemessung	16
7.1 Allgemeines	16
7.2 Notwendigkeit eines Filters	17
7.3 Filter bei inhomogenen Untergrundverhältnissen	18
7.4 Mechanische Filterwirksamkeit	18
7.4.1 Nicht kohäsive Böden	18
7.4.2 Suffosionsgefährdete Böden	20
7.4.3 Kohäsive Böden	21
7.5 Hydraulische Filterwirksamkeit	21
7.6 Kolmationssicherheit	22
7.7 Filterdicken	22
7.8 Robustheit	23
8 Hinweise zur Bauausführung	24
8.1 Verlegung	24
8.2 Nähte, Überlappungen	24
8.3 Anschlüsse von Filtern an Bauwerken	25
8.4 Sonstiges	26

9	Hinweise zu den Verdingungsunterlagen	26
10	Qualitätssicherung	26
10.1	Hersteller.....	26
10.2	Baustelle.....	27
10.3	Bestandsunterlagen.....	27
11	Beispiele mit Bemessungen	28
11.1	Hochwasserrückhaltedamm.....	28
11.2	Geotextile Filter in Bauwerksdränagen.....	32
11.3	Verkehrswegebau: Drän am Böschungsfuß/Straßenseitendrän.....	34
11.4	Entwässerungsschläuche.....	35
11.5	Versickerungsanlagen.....	36
11.6	Buhne/Längswerk/Sohlenschwelle im Flussbau.....	38
11.7	Küstenschutzbauwerke (Wellenbrecher, Uferdeckwerk).....	39
11.8	Filterlage aus Geokunststoff-Containern.....	41
11.9	Geotextile Filter bei ingenieurb biologischen Ufersicherungen in Binnengewässern.....	42
11.10	Sedimentzaun (<i>Silt Fence</i>).....	43
11.11	Dünenschutz mit geotextilen Sandcontainern.....	44
11.12	Geotextile Filter in Gabionenwänden.....	45
11.13	Deponieoberflächendichtung mit Rekultivierungsboden.....	50
Anhang A	Nachweis der Suffosionssicherheit des zu schützenden Bodens	52
A.1	Nachweis der Suffosionssicherheit bei kohäsiven Böden.....	52
A.2	Verfahren nach Merkblatt „Materialtransport im Boden“ (MMB) der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) für nicht kohäsive Böden.....	52
A.3	Vereinfachtes Verfahren.....	53
A.4	Verfahren nach Ziem.....	53
A.5	Verfahren nach Kenney & Lau.....	53
A.6	Verfahren nach Burenkova.....	55
	Quellen und Literaturhinweise	56

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Grenzwerte für das Abstandsverhältnis A_{50} der mittleren Korndurchmesser des feinkörnigen ($d_{50,B}$) und des grobkörnigen ($d_{50,F}$) Bodens nach Cistin/Ziems.....	17
Bild 2:	Zulässiges Abstandsverhältnis O_{90}/d_{50} in Abhängigkeit von der Ungleichförmigkeit C_U des Bodens.....	20
Bild 3:	Sticharten.....	25
Bild 4:	Dammquerschnitt.....	28
Bild 5:	Körnungslinien.....	29
Bild 6:	Suffosionsnachweis.....	29
Bild 7:	Nachweis der Filterstabilität Stützkörper – Drainage.....	30
Bild 8:	Nachweis geotextiler Filter.....	31
Bild 9:	Wasserzuflüsse zur Drainage.....	32

Bild 10:	Filter im Verkehrswegebau – Prinzipskizze.....	34
Bild 11:	Beispiel für eine Entwässerungsanlage mit geotextilen Entwässerungsschläuchen.....	35
Bild 12:	Mulden-Rigolen-Element nach Arbeitsblatt DWA-A 138:2005.....	36
Bild 13:	Versickerungsschacht Typ A nach Arbeitsblatt DWA-A 138:2005	37
Bild 14:	Beispiel einer Buhne	38
Bild 15:	Beispiel einer Sohlenschwelle auf geotextilem Filter	38
Bild 16:	Beispiel eines Wellenbrechers.....	39
Bild 17:	Schematischer Aufbau eines Uferdeckwerks mit aufgesetzter Sturmflutschutzwand	40
Bild 18:	Herstellung eines Sinkstücks.....	40
Bild 19:	Vliesstoff-Gewebe-Kombination mit Aufbindemöglichkeit.....	40
Bild 20:	Kolkbildung vor dem Eider-Sperrwerk	41
Bild 21:	Filterschicht aus geotextilen Containern für die Kolksicherung	41
Bild 22:	„Polsterwand“	42
Bild 23:	Vegetations-Gabione.....	42
Bild 24:	Sedimentzaun	43
Bild 25:	Dünenschutz aus zwei Lagen Sandcontainern mit zusätzlichem Filtervliesstoff.....	44
Bild 26:	Beispiele für die Anordnung geotextiler Filter hinter Gabionenwänden Anordnung	45
Bild 27:	Kornverteilungen	46
Bild 28:	Nachweis geotextiler Filter	47
Bild 29:	Nachweis Suffosionssicherheit	48
Bild 30:	Deponieoberflächendichtung mit Kunststoffdichtungsbahn und geosynthetischem Dränsystem	50
Bild 31:	Kornverteilung Deponie 1	50
Bild 32:	Kornverteilung Deponie 2.....	51
Bild A.1:	Empfohlener Ablauf für den Nachweis der Suffosionssicherheit.....	52
Bild A.2:	Konstruktion der $F(H)$ -Formkurve nach Kenney & Lau	54
Bild A.3:	Nachweisverfahren nach Kenney & Lau	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Kennzeichnende Parameter	14
Tabelle 2:	Prüfumfang in der Eigenüberwachung des Herstellers für geotextile Filter.....	26
Tabelle 3:	Parameter der Qualitätssicherung auf der Baustelle	27
Tabelle 4:	Nachweis der mechanischen und hydraulischen Filterwirksamkeit bei marinen Böden	39
Tabelle 5:	Abstand der Sedimentzäune bei Flächenerosion	44

Benutzerhinweis

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für dieses besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

Jedermann steht die Anwendung des Merkblatts frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Merkblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Merkblatt aufgezeigten Spielräumen.

1 Anwendungsbereich

Wechselwirkungen von fließendem Poren- oder Oberflächenwasser und Boden können dazu führen, dass Bodenpartikel aus dem Korngerüst gelöst und weitertransportiert werden. Dieser hydrodynamisch induzierte Bodentransport erfolgt als Erosion oder Suffosion. Anlagerungen von Partikeln aufgrund solcher Transportvorgänge führen zu Kolmation. Zur Vermeidung schädlicher Auswirkungen des Transports von Bodenpartikeln werden mineralische oder geotextile Filter eingesetzt, um die Bodenpartikel zurückzuhalten, aber Wasser passieren zu lassen.

Dieses Merkblatt gilt für geotextile Filter. Die Funktionen „Trennen“ (Vermeiden des Mischens aneinandergrenzender verschiedener granularer Medien) und „Dränen“ (Sammeln und Ableiten von Flüssigkeiten) werden nicht behandelt. Für die Anwendung dieses Merkblatts gelten die Begriffe aus DIN EN ISO 10318.

Allgemeine Hinweise zu Geotextilien gibt das Grundbau-Taschenbuch, Teil 2 (SAATHOFF & BRÄU 2009). Ergänzende Hinweise für Filteranwendungen in speziellen Anwendungsbereichen geben das „Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus – M Geok E“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), die GDA-Empfehlung E 2-20 „Entwässerungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen“ der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), die „Richtlinie für die Zulassung von Geotextilien zum Filtern und Trennen für Deponieabdichtungen“ der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und das Merkblatt „Anwendung von geotextilen Filtern an Wasserstraßen – MAG“ der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW).

Das vorliegende Merkblatt ersetzt das Merkblatt DVWK-M 221 „Anwendung von Geotextilien im Wasserbau“.