

# DWA- Regelwerk

## Merkblatt DWA-M 512-1

### Dichtungssysteme im Wasserbau Teil 1: Erdbauwerke

Februar 2012



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](mailto:info@dwa.de)

Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

**Satz:**

DWA

**Druck:**

Druckhaus Köthen

**ISBN:**

978-3-942964-14-2

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2012

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblattes 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 Neuentwicklung 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: Asphalt dichtungen für Talsperren und Speicherbecken
- Nr. 225/1992: Anwendung von Kunststoffdichtungsbahnen im Wasserbau und für den Grundwasserschutz
- Nr. 237/1996: Deponieabdichtungen in Asphaltbauweisen

dringend erforderlich. Hierzu wurde im Juli 2002 der DWA-Fachausschuss/Arbeitskreis „Dichtungssysteme im Wasserbau“ unter kooperativer Obmannschaft als DWA-Fachausschuss WW-7 in der DWA bzw. als Arbeitskreis DWA-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 DWA-Arbeitsgruppen:

- DWA-Arbeitsgruppe WW-7.1 „Innen-/Untergrunddichtungen“ (Leitung: Dr.-Ing. Frank Kleist)
- DWA-Arbeitsgruppe WW-7.2 „Oberflächendichtungssysteme“ (Leitung: Dipl.-Ing. Petra Fleischer)

Die beiden Arbeitsgruppen haben sich mit Dichtungssystemen in Erdbauwerken befasst. Die Ergebnisse sind im vorliegenden Merkblatt DWA-M 512-1 „Dichtungssysteme im Wasserbau – Teil 1: Erdbauwerke“ zusammengestellt. Es werden die in der Praxis bei Erdbauwerken im Wasserbau eingesetzten Oberflächen- und Innendichtungssysteme behandelt. Eine Überarbeitung für den Bereich Grundwasserschutz und Deponieabdeckungen des Merkblattes DVWK 225/1992 „Anwendungen von Kunststoffdichtungsbahnen im Wasserbau und für den Grundwasserschutz“ ist wegen in der Zwischenzeit veröffentlichter Regelwerke nicht mehr erforderlich.

In der DWA-Arbeitsgruppe WW-7.4 (Leitung: Dipl.-Ing. Sabine Mayer) werden Dichtungssysteme an Massivbauwerken behandelt. Die Ergebnisse dieser Arbeitsgruppe werden im Merkblatt DWA-M 512-2 „Dichtungssysteme im Wasserbau – Teil 2: Massivbauwerke“ veröffentlicht werden. Der Erscheinungstermin des Merkblattes DWA-M 512-2 ist im Jahr 2012 geplant.

Die DWA-Arbeitsgruppe WW-7.3 (Leitung: Dr.-Ing. Dirk Heyer) – gegründet nach dem Katastrophenhochwasser 2002 – hat mit der Veröffentlichung des DWA-Themenbandes „Dichtungssysteme in Deichen“ im Jahr 2005 ihre Arbeit abgeschlossen.

Die Obleute bedanken sich bei den Mitgliedern des DWA-Fachausschusses WW-7 für die geleistete ehrenamtliche Arbeit, besonders bei Dipl.-Ing. Christian Schmutterer für die redaktionelle und organisatorische Betreuung der Ausschussarbeit, und freuen sich, das Merkblatt der Fachöffentlichkeit zu präsentieren. Die besondere finanzielle Unterstützung durch die HTG ermöglichte eine zügige Fertigstellung der umfangreichen Abbildungen.

Dresden/Espelkamp im Januar 2012

Prof. Dr.-Ing. H.-B. Horlacher  
(Obmann für DWA)

Prof. Dr.-Ing. G. Heerten  
(Obmann für DGGT/HTG)

### Frühere Ausgaben

DVWK-M 215/1990

DVWK-M 225/1992

## Verfasser

Dieses Merkblatt wurde von den DWA-Arbeitsgruppen WW-7.1 „Innen-/Untergrunddichtungen“ und WW-7.2 „Oberflächendichtungssysteme“ im Fachausschuss WW-7 „Dichtungssysteme im Wasserbau“ erarbeitet.

Bei der Erstellung des Merkblattes DWA-M 512-1 haben die folgenden Mitglieder mitgewirkt:

BIELITZ, Eckehard	Dipl.-Ing., Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Pirna
BREITENSTEIN, Jens	Dipl.-Ing., RMD Wasserstraßen GmbH, München
DRESSLER, Joachim	Dr.-Ing., Ingenieurbüro EDR GmbH, München
EGLOFFSTEIN, Thomas	Dr. Dipl.-Geol., ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda u. Partner mbH, Karlsruhe
FLEISCHER, Petra	Dipl.-Ing., Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe
GRÖGER, Manfred	Dipl.-Ing., RMD Wasserstraßen GmbH, München
HACKMANN, Gerhard	Dipl.-Ing., Colcrete-von Essen GmbH & Co. KG, Rastede
HEERTEN, Georg	Prof. Dr.-Ing., NAUE GmbH & Co. KG, Espelkamp
HEYER, Dirk	Dr.-Ing., TU München, Zentrum Geotechnik, München
HORLACHER, Hans-Bernd	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil., TU Dresden, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, Dresden
KLEIST, Frank	Dr.-Ing., Ingenieurbüro SKI GmbH + Co. KG, München
MARTINI, Jörg	Dipl.-Ing., Josef Möbius Baugesellschaft, Hamburg
MAYER, Sabine	Dipl.-Ing., Bayerisches Landesamt für Umwelt, München
SCHMAUTZ, Markus	Dr.-Ing., RMD Wasserstraßen GmbH, München
SCHMUTTERER, Christian	Dipl.-Ing., Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Pirna
SCHWARZ, Wolfgang	Dr.-Ing., Bauer Spezialtiefbau GmbH, Schrobenuhausen
STIEGELER, Roland	Dipl.-Ing., Zentrum Geotechnik, TU München, München
THYSEN, Heinz-Jakob	Dipl.-Ing., Wasser- und Schifffahrtsamt Rheine, Rheine
TÖNNIS, Barbara	Dr.-Ing., Hydroprojekt Ingenieurgesellschaft mbH, Weimar
WERTH, Katja	Dipl.-Ing., BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG, Espelkamp

### Zeitweise:

BEZZO, Michael	Dipl.-Ing., Thyssen Krupp GIT Bautechnik GmbH, Frankfurt
FRANKE, Jörg	Dr.-Ing., IGB Ingenieurgesellschaft mbH, Hamburg
FRÜKE, Rudolf	Dipl.-Ing., Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte, Hannover
SCHMID, Reinhard	Dr.-Ing., STRABAG Tiefbau GmbH, Köln
TRENTMANN, Justus	Dipl.-Ing., gewatech Grund- und Wasserbau GmbH & Co. KG, Osnabrück

### Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

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

# Inhalt

Vorwort .....	3
Verfasser .....	4
Bilderverzeichnis.....	10
Tabellenverzeichnis.....	12
Benutzerhinweis.....	13
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>13</b>
<b>2 Normative Verweisungen.....</b>	<b>13</b>
<b>3 Abkürzungen und Symbole.....</b>	<b>13</b>
3.1 Abkürzungen.....	13
3.2 Symbole .....	14
<b>4 Allgemeine Hinweise zu Dichtungssystemen im Wasserbau .....</b>	<b>15</b>
4.1 Einführung.....	15
4.2 Anforderungen an Dichtungssysteme .....	15
4.3 Anschlüsse .....	16
4.4 Wasserüberdruck unter bzw. hinter der Dichtung.....	16
4.5 Prüfungen und Überwachung .....	16
4.6 Kontrollsysteme .....	18
<b>5 Oberflächendichtungen für Erdbauwerke.....</b>	<b>18</b>
5.1 Asphaltoberflächendichtungen.....	18
5.1.1 Allgemeine Beschreibung .....	18
5.1.2 Einsatzbereich.....	18
5.1.3 Baustoffe.....	19
5.1.4 Technik/Einbauverfahren .....	19
5.1.4.1 Einbau im Trockenen .....	19
5.1.4.2 Einbau unter Wasser .....	19
5.1.5 Baugrund/Untergrund .....	19
5.1.6 Dimensionierung.....	20
5.1.7 Konstruktive Ausbildung .....	20
5.1.8 Qualitätssicherung .....	22
5.1.9 Beständigkeit .....	22
5.1.10 Unterhaltung/Ertüchtigung.....	22
5.1.11 Beispiele.....	23
5.2 Betonoberflächendichtungen .....	24
5.2.1 Allgemeine Beschreibung .....	24
5.2.2 Einsatzbereiche .....	24
5.2.3 Baustoffe.....	24
5.2.4 Technik/Einbauverfahren .....	25
5.2.4.1 Einbau im Trockenen .....	25
5.2.4.2 Einbau unter Wasser .....	25
5.2.5 Sonderverfahren: Betonmatten .....	25
5.2.6 Baugrund/Untergrund .....	26

5.2.7	Dimensionierung.....	26
5.2.8	Konstruktive Ausbildung .....	27
5.2.9	Qualitätssicherung .....	29
5.2.10	Beständigkeit .....	29
5.2.11	Unterhaltung und Ertüchtigung .....	29
5.2.12	Beispiele.....	29
5.3	Geosynthetische Tondichtungsbahnen .....	31
5.3.1	Allgemeine Beschreibung .....	31
5.3.2	Einsatzbereich.....	31
5.3.3	Baustoffe.....	31
5.3.4	Technik/Einbauverfahren .....	31
5.3.4.1	Einbau im Trockenen .....	31
5.3.4.2	Einbau unter Wasser .....	32
5.3.5	Baugrund/Untergrund .....	32
5.3.6	Dimensionierung.....	33
5.3.7	Konstruktive Ausbildung .....	33
5.3.8	Qualitätssicherung .....	33
5.3.9	Beständigkeit .....	34
5.3.10	Unterhaltung/Ertüchtigung.....	34
5.3.11	Beispiele.....	34
5.4	Kunststoffdichtungsbahnen .....	35
5.4.1	Allgemeine Beschreibung .....	35
5.4.2	Einsatzbereich.....	35
5.4.3	Baustoffe.....	36
5.4.4	Technik/Einbauverfahren .....	36
5.4.4.1	Einbau im Trockenen .....	36
5.4.4.2	Einbau unter Wasser .....	37
5.4.5	Baugrund/Untergrund .....	37
5.4.6	Dimensionierung.....	37
5.4.7	Konstruktive Ausbildung .....	38
5.4.8	Qualitätssicherung .....	39
5.4.9	Beständigkeit .....	40
5.4.10	Unterhaltung/Ertüchtigung.....	40
5.4.11	Beispiele.....	40
5.5	Mineralische Oberflächendichtungen .....	42
5.5.1	Allgemeine Beschreibung .....	42
5.5.2	Einsatzbereich.....	42
5.5.3	Baustoffe.....	42
5.5.4	Technik/Einbauverfahren .....	42
5.5.4.1	Einbau im Trockenen .....	42
5.5.4.2	Einbau unter Wasser .....	43
5.5.5	Sonderverfahren: Dauerplastische Dichtungen mit Ton und hydraulischen Bindemitteln .....	43
5.5.6	Baugrund/Untergrund .....	44
5.5.7	Dimensionierung.....	44
5.5.8	Konstruktive Ausbildung .....	45
5.5.9	Qualitätssicherung .....	45
5.5.10	Beständigkeit .....	46
5.5.11	Unterhaltung/Ertüchtigung.....	46
5.5.12	Beispiele.....	46

5.6	Wasserbausteine mit Vollverguss aus hydraulisch gebundenem Vergussstoff .....	48
5.6.1	Allgemeine Beschreibung .....	48
5.6.2	Einsatzbereiche .....	48
5.6.3	Baustoffe .....	48
5.6.4	Technik/Einbauverfahren .....	48
5.6.4.1	Allgemeines .....	48
5.6.4.2	Einbau im Trockenen .....	49
5.6.4.3	Einbau unter Wasser .....	49
5.6.5	Baugrund/Untergrund .....	49
5.6.6	Dimensionierung .....	49
5.6.7	Konstruktive Ausbildung .....	50
5.6.8	Qualitätssicherung .....	50
5.6.9	Beständigkeit .....	50
5.6.10	Unterhaltung/Ertüchtigung .....	50
5.6.11	Beispiele .....	50
<b>6</b>	<b>Innenliegende Dichtungen/Untergrunddichtungen .....</b>	<b>52</b>
6.1	Asphaltinnendichtungen .....	52
6.1.1	Allgemeine Beschreibung .....	52
6.1.2	Einsatzbereich .....	52
6.1.3	Baustoffe .....	52
6.1.4	Technik/Einbauverfahren .....	53
6.1.5	Baugrund/Untergrund .....	53
6.1.6	Dimensionierung .....	53
6.1.7	Konstruktive Ausbildung .....	53
6.1.8	Qualitätssicherung .....	54
6.1.9	Beständigkeit .....	54
6.1.10	Unterhaltung/Ertüchtigung .....	54
6.1.11	Beispiele .....	54
6.2	Dichtungselemente mit hydraulisch gebundenen Dichtwandmassen .....	56
6.2.1	Dichtwandmassen aus selbsterhärtenden Suspensionen .....	56
6.2.1.1	Allgemeines und Einsatzbereich .....	56
6.2.1.2	Eigenschaften und Mischungsentwurf .....	56
6.2.1.3	Herstellung von Suspensionen .....	58
6.2.1.4	Qualitätssicherung .....	59
6.2.2	Dichtwandmassen aus plastischem Erdbeton (Tonbeton) .....	59
6.2.2.1	Allgemeines und Einsatzbereich .....	59
6.2.2.2	Eigenschaften und Mischungsentwurf .....	59
6.2.2.3	Herstellung von Erdbeton .....	60
6.2.2.4	Qualitätssicherung .....	61
6.2.3	Dichtwandmassen aus Beton .....	61
6.2.3.1	Allgemeines und Einsatzbereich .....	61
6.2.3.2	Eigenschaften und Mischungsentwurf .....	61
6.2.3.3	Herstellung von Beton .....	61
6.2.3.4	Qualitätssicherung .....	62
6.2.4	Injektionen .....	62
6.2.4.1	Allgemeine Beschreibung .....	62
6.2.4.2	Einsatzbereich .....	62
6.2.4.3	Baustoffe .....	62

6.2.4.4	Umweltverträglichkeit.....	63
6.2.4.5	Technik/Herstellverfahren .....	64
6.2.4.6	Baugrund/Untergrund .....	65
6.2.4.7	Dimensionierung.....	66
6.2.4.8	Konstruktive Durchbildung .....	66
6.2.4.9	Qualitätssicherung .....	66
6.2.4.10	Beständigkeit .....	66
6.2.4.11	Unterhaltung/Ertüchtigung.....	66
6.2.4.12	Beispiele.....	67
6.2.5	Düsenstrahlverfahren.....	68
6.2.5.1	Allgemeine Beschreibung .....	68
6.2.5.2	Einsatzbereich.....	68
6.2.5.3	Baustoffe.....	68
6.2.5.4	Technik/Einbauverfahren .....	69
6.2.5.5	Baugrund/Untergrund .....	70
6.2.5.6	Dimensionierung.....	70
6.2.5.7	Konstruktive Ausbildung .....	72
6.2.5.8	Qualitätssicherung .....	72
6.2.5.9	Beständigkeit .....	72
6.2.5.10	Unterhaltung/Ertüchtigung.....	72
6.2.5.11	Beispiele.....	73
6.2.6	Schlitzwände.....	74
6.2.6.1	Allgemeine Beschreibung .....	74
6.2.6.2	Einsatzbereich.....	74
6.2.6.3	Baustoffe.....	74
6.2.6.4	Technik/Einbauverfahren .....	75
6.2.6.5	Baugrund/Untergrund .....	79
6.2.6.6	Dimensionierung.....	79
6.2.6.7	Konstruktive Ausbildung .....	79
6.2.6.8	Qualitätssicherung .....	80
6.2.6.9	Beständigkeit .....	80
6.2.6.10	Unterhaltung/Ertüchtigung.....	80
6.2.6.11	Beispiele.....	80
6.2.7	Schmalwände.....	81
6.2.7.1	Allgemeine Beschreibung .....	81
6.2.7.2	Einsatzbereich.....	82
6.2.7.3	Baustoffe.....	82
6.2.7.4	Technik/Einbauverfahren .....	82
6.2.7.5	Baugrund/Untergrund .....	84
6.2.7.6	Dimensionierung.....	85
6.2.7.7	Konstruktive Ausbildung .....	86
6.2.7.8	Qualitätssicherung .....	86
6.2.7.9	Beständigkeit .....	86
6.2.7.10	Unterhaltung/Ertüchtigung.....	86
6.2.7.11	Beispiele.....	86
6.2.8	Bohrpfahlwände.....	88
6.2.8.1	Allgemeine Beschreibung .....	88
6.2.8.2	Einsatzbereich.....	88

6.2.8.3	Baustoffe.....	88
6.2.8.4	Technik/Einbauverfahren .....	88
6.2.8.5	Baugrund/Untergrund .....	91
6.2.8.6	Dimensionierung.....	91
6.2.8.7	Konstruktive Ausbildung.....	91
6.2.8.8	Qualitätssicherung .....	92
6.2.8.9	Beständigkeit .....	92
6.2.8.10	Unterhaltung/Ertüchtigung.....	92
6.2.8.11	Beispiele.....	92
6.2.9	Tiefreichende Bodenvermörtelungsverfahren.....	93
6.2.9.1	Allgemeine Beschreibung .....	93
6.2.9.2	Einsatzbereich.....	94
6.2.9.3	Baustoffe.....	94
6.2.9.4	Technik/Einbauverfahren .....	94
6.2.9.5	Baugrund/Untergrund .....	96
6.2.9.6	Dimensionierung.....	97
6.2.9.7	Konstruktive Ausbildung.....	97
6.2.9.8	Qualitätssicherung .....	97
6.2.9.9	Beständigkeit .....	98
6.2.9.10	Unterhaltung/Ertüchtigung.....	98
6.2.9.11	Beispiele.....	98
6.3	Mineralische Innendichtungen .....	98
6.3.1	Allgemeine Beschreibung .....	98
6.3.2	Einsatzbereich.....	100
6.3.3	Baustoffe.....	100
6.3.4	Technik/Einbauverfahren .....	100
6.3.5	Baugrund/Untergrund .....	101
6.3.6	Dimensionierung.....	101
6.3.7	Konstruktive Ausbildung.....	101
6.3.8	Qualitätssicherung .....	101
6.3.9	Beständigkeit .....	102
6.3.10	Unterhaltung/Ertüchtigung.....	102
6.3.11	Beispiele.....	102
6.4	Spundwände .....	104
6.4.1	Allgemeine Beschreibung .....	104
6.4.2	Einsatzbereich.....	104
6.4.3	Baustoffe.....	104
6.4.4	Technik/Einbringverfahren .....	105
6.4.4.1	Einbringverfahren .....	105
6.4.4.2	Einbringhilfen .....	107
6.4.4.3	Einbringtoleranzen.....	108
6.4.5	Baugrund/Untergrund .....	108
6.4.6	Dimensionierung.....	108
6.4.7	Konstruktive Ausbildung.....	109
6.4.8	Qualitätssicherung .....	109
6.4.9	Beständigkeit .....	109
6.4.10	Unterhaltung/Ertüchtigung.....	109
6.4.11	Beispiele.....	110

<b>Anhang A Normative Verweisungen</b> .....	<b>112</b>
<b>Technische Regeln</b> .....	<b>112</b>
DIN-Normen .....	112
DWA-Regelwerk.....	114
Sonstige technische Regeln .....	114
<b>Literatur</b> .....	<b>116</b>

## Bilderverzeichnis

Bild 1: Beispiel für den Aufbau einer einschichtigen Asphaltoberflächendichtung (Systemskizze) .....	21
Bild 2: Systemskizze für den Aufbau einer zweischichtigen Asphaltoberflächendichtung mit zwischenliegender Trag- und Ausgleichsschicht (auch Drän- oder Filterschicht) .....	21
Bild 3: Beispiel für einen horizontalen Anschluss einer Asphaltoberflächendichtung an massive Bauwerke mit Dehnungselement aus Metallbändern .....	23
Bild 4: Konstruktiver Aufbau des Dichtungssystems an der Pumpspeicheranlage Dürrloh .....	24
Bild 5: Durch Vernähen des Gewebes verbundene Betonmatten (schematische Darstellung) .....	26
Bild 6: Reihenfolge der Befüllung.....	26
Bild 7: Verschiedene Fugenarten, wasserseitige Ansicht eines CFRD-Dammes .....	27
Bild 8: Fugenkonstruktionen mit Fugendichtungen .....	28
Bild 9: Scheinfuge .....	28
Bild 10: Pressfuge.....	28
Bild 11: Schematische Darstellung eines Betonwiderlagers an einem Kraftwerkskanal .....	28
Bild 12: Regelprofil Mittlerer Isarkanal .....	30
Bild 13: Einsatz eines Brückenfertigers.....	30
Bild 14: Beispiel für eine Längsüberlappung der Bentonit-Sandmattenkombination für den Unterwassereinbau (Schematische Darstellung) .....	32
Bild 15: Vereinfachtes Baugrundschemata mit Abdichtungskonzept .....	35
Bild 16: Doppelnaht (Überlappnaht) mit Prüfkanal und Auftragnaht.....	36
Bild 17: Regelausführung eines einlagigen Dichtungssystems mit KDB und geotextiler oder mineralischer Stütz- und Schutzschicht.....	38
Bild 18: Einbindung der KDB an der Böschungskrone in einem Graben .....	38
Bild 19: Anschluss an Bauwerke mit Klemmverbindung und mit Kunststoff-Einbetonierprofil .....	39
Bild 20: Profilierte Oberfläche des Lober-Leine-Kanals und Einbau der KDB .....	41
Bild 21: Einbau der ersten Deckschicht auf dem Schutzvliesstoff und Anschluss der KDB an ein Brückenbauwerk .....	41
Bild 22: Beispiel für Dichtungsanschluss an Bauwerke (z. B. Spundwände) – Verlängerung der Kontaktfläche entsprechend EAO (2002) .....	45
Bild 23: Beispiel für Dichtungsanschluss an massive Bauwerke – Ansträgung der Kontaktfläche .....	45
Bild 24: Konstruktiver Aufbau des 3-Zonen-Deiches an der Elbe .....	47
Bild 25: Schemaskizze einer Hartdichtung mit Wasserbausteinen und Vollverguss aus dichtem Vergussstoff.....	48
Bild 26: Lageplan Liegestelle .....	51
Bild 27: Querschnitt Sohlensicherung mit neuer Dichtung und Anschlussbereich zur bestehenden Kanaldichtung.....	52
Bild 28: Anschluss einer Innendichtung an eine Herdmauer mit Kontrollgang .....	54
Bild 29: Dammquerschnitt Hochwasserrückhaltebecken Lauenstein.....	55
Bild 30: Anwendungsgrenzen der Injektionsverfahren im Vergleich zum Düsenstrahlverfahren .....	63

Bild 31:	Manschettenrohr, Injektionsrohr mit Einzelventil .....	64
Bild 32:	Baustelleneinrichtung für eine Injektionsmaßnahme (Kolbenpumpe, Rührwerk, Chargenmischer, Hydraulikaggregat für Pumpe) .....	65
Bild 33:	Längsschnitt durch das Dammbauwerk .....	67
Bild 34:	Darstellung der Arbeitsschritte für die Herstellung einer Dichtwand mit dem Düsenstrahlverfahren .....	69
Bild 35:	Verschiedene Formen von Düsenstrahlkörpern .....	71
Bild 36:	Schnitt durch den Brombachdamm .....	73
Bild 37:	Prinzipielle Herstellungsschritte bei der Schlitzwandherstellung im Pilgerschrittverfahren .....	76
Bild 38:	Aushubwerkzeuge: Seilgreifer, Hydraulikgreifer, Schlitzwandfräse .....	76
Bild 39:	Darstellung des Übergriffmaßes bei herstellungsbedingten Abweichungen .....	78
Bild 40:	Übergangskonstruktion zwischen Dichtwand und Massivbauwerk (Draufsicht) .....	79
Bild 41:	Einbau der Schlitzwand in den Deich (Aushub mittels Tieflöffel): Kontrolle der Abmessungen mittels Lehre .....	81
Bild 42:	Herstellung von Schmalwänden .....	81
Bild 43:	Herstellung von düsenstrahlunterstützten Schmalwänden .....	83
Bild 44:	Regelprofil .....	87
Bild 45:	Einbau der Schmalwand .....	87
Bild 46:	Freilegung der Schmalwand in ca. 10 m Tiefe .....	87
Bild 47:	Herstellungsbeispiel für eine überschnittene Bohrpfahlwand .....	88
Bild 48:	Greiferbohrung mit Verrohrungsmaschine, Kellybohrung mit Drehbohranlage .....	90
Bild 49:	Querschnitt der Hochwasserschutzmauer in Pfelling .....	93
Bild 50:	Herstellung der Bohrpfahlwand in Pfelling .....	93
Bild 51:	MIP-Verfahren: Am Mäkler eines Großdrehbohrgerätes sind nebeneinander drei Endlosschnecken montiert .....	95
Bild 52:	Herstellabfolge für das MIP-Verfahren .....	95
Bild 53:	Prinzipdarstellung des FMI-Verfahrens .....	96
Bild 54:	Querschnitt – Darstellung des Sanierungsquerschnittes .....	99
Bild 55:	Vorhandener Deichquerschnitt (Wasserseite links) .....	99
Bild 56:	MIP-Wand-Gerät im Einsatz .....	99
Bild 57:	Kornverteilungskurven der Dammmzonen .....	103
Bild 58:	Dammquerschnitt, 1 Diabas, 2 Tonschiefer, 3 Lehm, 4 Schutzschicht (Schichtdicke 0,75 m), 5 Mutterboden .....	104
Bild 59:	Ausgangszustand und Zustand nach Dammnachsorge im Querschnitt .....	111
Bild 60:	Geplante zukünftige Querschnittserweiterung der HOW (zusätzliche Uferspundwände und neue Sohlendichtung) unter Einbeziehung der Nachsorgemaßnahmen .....	111

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Einfluss von Ausgangsstoffen auf die Suspensionseigenschaften .....	57
Tabelle 2:	Einfluss von Ausgangsstoffen auf die Eigenschaften der erhärteten Mischung.....	58
Tabelle 3:	Durchmesser von Düsenstrahlelementen in Abhängigkeit vom Boden.....	72
Tabelle 4:	Maschinenangaben zum Seilgreiferaushub.....	77
Tabelle 5:	Maschinenangaben zum Hydraulikgreiferaushub am Seil .....	77
Tabelle 6:	Maschinenangaben zum Aushub mit dem Kelly-Greifer.....	77
Tabelle 7:	Maschinenangaben zum Fräsaushub .....	78
Tabelle 8:	Maschinenangaben zum konventionellen Schmalwandverfahren .....	83
Tabelle 9:	Maschinenangaben zum hochdruckunterstützten Schmalwandverfahren.....	84
Tabelle 10:	Einrüttelbarkeit der Schmalwandbohle .....	85
Tabelle 11:	Greiferbohranlagen für Pfahlwände .....	90
Tabelle 12:	Drehbohranlagen für Pfahlwände.....	90
Tabelle 13:	Übliche Kennwerte für Baugeräte (MIP-Verfahren) .....	94
Tabelle 14:	Übliche Kennwerte für Baugeräte (FMI-Verfahren) .....	96
Tabelle 15:	Hauptsperre Zeulenroda, Angaben zu Schüttung, Verdichtung und Güteprüfung .....	103
Tabelle 16:	Maschinenangaben zu Schlaghämmern.....	106
Tabelle 17:	Maschinenangaben zu Vibratoren (Beispiele).....	106
Tabelle 18:	Maschinendaten zu mäklergeführten Pressen (Beispiele) .....	107
Tabelle 19:	Maschinendaten zu freireitenden Pressen (Beispiele) .....	107
Tabelle 20:	Rammpbarkeit verschiedener Böden .....	108

## 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 Merkblattes 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

Dieses Merkblatt behandelt ausschließlich Dichtungssysteme für Anwendungen im Bereich des Wasserbaus. Es richtet sich an Fachleute in Ingenieurbüros, Baufirmen und wasserwirtschaftlichen Dienststellen, die mit der Planung, dem Bau und der Unterhaltung von entsprechenden wasserbaulichen Anlagen oder Anlagenteilen betraut sind.

Es werden die in der Praxis bei Erdbauwerken eingesetzten Oberflächen- und Innendichtungssysteme dargestellt. Hierzu gehören Asphalt- und Betondichtungen, geosynthetische Tondichtungsbahnen, mineralische Dichtungen, Kunststoffdichtungsbahnen, vollvergossene Schüttsteine, Spundwände und Innendichtungen aus hydraulisch gebundenen Dichtwandmassen (Beton, Tonbeton, Injektionen, Düsenstrahlverfahren, Schlitzwände, Schmalwände, Bodenvermörtelungsverfahren).

Für jedes Dichtungssystem werden Einsatzbereiche, Baustoffe, Einbauverfahren, Dimensionierungsgrundlagen, Qualitätssicherung und Unterhaltung erläutert sowie die neuesten Entwicklungen und deren Anwendungen aufgezeigt. Oberflächendichtungen für Massivbauwerke werden in einem separaten Teil 2 zu diesem Merkblatt behandelt.

Die gegebenen Empfehlungen können als Grundlage für die Vor- und die Entwurfsplanung eines Dichtungssystems dienen. Für die weiterführende Planung wird auf die jeweils relevanten Regelwerke verwiesen.

## 2 Normative Verweisungen

Aufgrund der Vielzahl der hier behandelten Dichtungssysteme wird auf eine große Zahl von Regelwerken Bezug genommen. In den einzelnen Abschnitten wird auf entsprechende Regelwerke hingewiesen, die im Anhang A zusammengestellt sind.

## 3 Abkürzungen und Symbole

### 3.1 Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
CE	Communauté Européenne; EG-Konformitätszeichen. Produkte mit diesem Kennzeichen erfüllen die grundlegenden Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen der entsprechenden europäischen Richtlinien und dürfen in allen Ländern der Europäischen Union betrieben werden
CEN	Comité Européen de Normalisation, Europäisches Komitee für Normung