DWA-
Regelwerk

Merkblatt DWA-M 176

Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung

November 2013

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16> IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

DWA-
Regelwerk

Merkblatt DWA-M 176

Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung

November 2013

Herausgabe und Vertrieb:
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

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

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:
DWA

Druck:
druckhaus köthen GmbH & Co KG

ISBN:
978-3-942964-99-9

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2013

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

Im Februar 2001 erschien erstmals das Merkblatt ATV-DVWK-M 176 „Hinweise und Beispiele zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung“. Das vorliegende Merkblatt DWA-M 176 stellt unter Beibehaltung der Grundstruktur des Vorgängerdokuments eine Aktualisierung und Erweiterung des Merkblattes ATV-DVWK-M 176 dar.

Änderungen

Gegenüber Merkblatt ATV-DVWK-M 176 (02/2001) wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Anpassung an zwischenzeitlich eingetretene Veränderungen hinsichtlich Gesetzen, Verordnungen und DIN-Normen sowie des DWA-Regelwerks und der Unfallverhütungsvorschriften.

b) Ausführungen zu Betonbecken, Prüfung der Dichtheit, Ausbildung von Überlaufschwellen und Auslaufschlitzen, Erdung und Blitzschutz.

c) Weitergehende Ausführungen zu Dichtungssystemen und zum Freibord von Erdbecken sowie ergänzende Details zu Regenrückhaltebecken, Retentionsbodenfilterbecken und Regenklärbecken als Erdbecken.

d) Aktualisierung und Neufassung der Ausführungen zur Ausrüstung von Regenbecken-Reinigungseinrichtungen und Drosselorganen sowie zur Rückhaltung organischer und mineralischer Grobstoffe.

e) Neuaufnahme von Hinweisen zu Schrägklärern, Schmutzfangzellen und zur Abwasserwärmenutzung sowie zum Einsatz von Notentleerungen.

f) Neuformulierung von Checklisten zur Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung, Funktionsprüfung und zum Probebetrieb.

Die vorliegende Ausarbeitung gibt Auftraggebern, Planern und Aufsichtsbehörden Hilfestellung bei der konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Regenbecken der Mischwasser- und Regenwasserbehandlung sowie -rückhaltung.

Frühere Ausgaben

Merkblatt ATV-DVWK-M 176 (02/2001)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Verfasser

Das Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe ES-3.4 „Gestaltung von Regenbecken“ im DWA-Fachausschuss ES-3 „Anlagenbezogene Planung“ erstellt, der folgende Mitglieder angehören:

Braunschmidt, Stefan	Dipl.-Ing., München
Brombach, Hansjörg	Prof. Dr.-Ing. habil., Bad Mergentheim
Brunner, Paul Georg	Prof. Dr.-Ing., Karlsruhe (Sprecher)
Dittmer, Ulrich	Dr.-Ing., Stuttgart
Grieser, Bernd	Dipl.-Ing. (FH), Bretzfeld
Henrich, Wolfgang	Dipl.-Ing., Pforzheim
Roth, Hartmut	Dipl.-Ing. (FH), Karlsruhe
Schwarz, Christian	Dipl.-Ing. (FH), Essen
Sundermann, Christiane	Dipl.-Ing. (FH), Dortmund
Treusch, Dietmar	Dipl.-Ing., Wiesbaden

Als Gast hat mitgewirkt:

Schicketanz, Rolf	Dipl.-Ing., Aachen

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

Berger, Christian	Dipl.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Inhalt

Vorwort ... **3**

Verfasser ... **4**

Bilderverzeichnis ... **8**

Tabellenverzeichnis ... **10**

Benutzerhinweis ... **11**

1 Anwendungsbereich ... **11**
1.1 Zielsetzung ... 11
1.2 Geltungsbereich ... 11

2 Verweisungen ... **11**

3 Begriffe ... **14**
3.1 Definitionen für Bauwerke und bauliche Komponenten ... 14
3.2 Kurzzeichen ... 18
3.3 Abkürzungen ... 19

4 Bautechnische und konstruktive Details von Betonbecken ... **22**
4.1 Allgemeines zu bautechnischen und konstruktiven Details von Betonbecken ... 22
4.2 Sohlen ... 22
4.3 Wände ... 23
4.4 Decken ... 23
4.5 Arbeits- und Dehnungsfugen ... 24
4.6 Leitungseinbindungen und Leitungsdurchführungen ... 27
4.7 Profilbeton ... 29
4.8 Prüfung der Dichtheit von Betonbecken ... 30
4.9 Ausbildung von Überlaufschwellen ... 31
4.10 Ausbildung von Auslaufschlitzen für Klärüberläufe ... 32
4.11 Erdung und Blitzschutz ... 33

5 Bautechnische und konstruktive Details von Regenbecken als Erdbecken ... **35**
5.1 Allgemeines zu Regenbecken als Erdbecken in der Siedlungsentwässerung ... 35
5.2 Gedichtete Erdbecken ... 35
5.2.1 Dichtungssysteme ... 35
5.2.2 Allgemeines zur Planung von Dichtungssystemen ... 35
5.2.3 Spezielles zur Planung von Dichtungssystemen ... 36
5.2.3.1 Mineralische Abdichtungen (bindige Böden und Bodengemische) ... 36
5.2.3.2 Geosynthetische Tondichtungsbahnen (Bentonitmatten) ... 36
5.2.3.3 Kunststoffdichtungsbahnen ... 39
5.2.4 Konstruktive Hinweise für den Einsatz von Dichtungssystemen ... 40
5.2.4.1 Einbindegräben ... 40
5.2.4.2 Übergang von der Böschung zur Beckensohle ... 41
5.2.4.3 Bauwerksanschlüsse ... 42
5.2.4.4 Eckausbildungen bei Bauwerksabdichtungen ... 45
5.2.4.5 Dichtungsdurchdringungen mit Rohrleitungssystemen ... 45
5.2.4.6 Auftriebssicherheit von mit Dichtungsbahnen gedichteten Erdbecken ... 47

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

5.2.5	Prüfung der Dichtheit von Erdbecken	49
5.2.5.1	Allgemeines zur Dichtheitsprüfung von Erdbecken	49
5.2.5.2	Dichtheitsprüfung von Erdbecken mit Abdichtung mittels mineralischer Böden und Bodengemischen oder mittels geosynthetischer Tondichtungsbahnen	49
5.2.5.3	Dichtheitsprüfung von Erdbecken mit Abdichtung mittels Kunststoffdichtungsbahnen	49
5.2.6	Anmerkungen zur Wurzelfestigkeit von Dichtungssystemen aus geosynthetischen Tondichtungsbahnen und aus Kunststoffdichtungsbahnen	50
5.3	Freibord bei Erdbecken	50
5.4	Ergänzende Details zu Regenrückhaltebecken als Erdbecken	51
5.4.1	Komponenten von Regenrückhaltebecken	51
5.4.2	Zulaufbauwerk	51
5.4.3	Speicherkammer	51
5.4.4	Grundablassbauwerk mit Ablaufkanal	53
5.4.5	Notüberlauf	54
5.5	Ergänzende Details zu Retentionsbodenfilterbecken	55
5.5.1	Komponenten von Retentionsbodenfilterbecken	55
5.5.2	Einlauf- und Verteilungsbauwerk	56
5.5.3	Retentionsraum/Sedimentationskammer mit Notentleerung	57
5.5.4	Filterbeckenüberlauf	58
5.5.5	Filtervegetation	58
5.5.6	Filterkörper	58
5.5.7	Dränsystem	58
5.5.8	Ablaufbauwerk	59
5.5.9	Notumlauf	59
5.6	Ergänzende Details zu Regenklärbecken als Erdbecken	59
5.6.1	Komponenten von Regenklärbecken als Erdbecken	59
5.6.2	Beckenüberlauf	59
5.6.3	Einlauf- und Verteilungsbauwerk	59
5.6.4	Sedimentationskammer	59
5.6.5	Klärüberlauf	60
6	**Ausrüstung von Regenbecken**	**60**
6.1	Allgemeine Bauwerksausrüstung	60
6.1.1	Grundsätzliches zur allgemeinen Bauwerksausrüstung	60
6.1.2	Einstiege	60
6.1.3	Rettungs- und Fluchtwege	61
6.1.4	Montageöffnungen	61
6.1.5	Hebezeuge	62
6.1.6	Abdeckungen	62
6.1.7	Geländer und Umfassungswände	63
6.1.8	Be- und Entlüftung	63
6.1.9	Beleuchtung der Bauwerke	63
6.1.10	Zufahrt	63
6.1.11	Umzäunung	63
6.2	Anlagen zur Abflussbegrenzung	64
6.2.1	Geltungsbereich	64
6.2.2	Strömungsmechanische Drosselorgane	64
6.2.2.1	Passive Steuerungen ohne bewegliche Teile und ohne Fremdenergie	64
6.2.2.2	Aktive Steuerungen ohne bewegliche Teile und ohne Fremdenergie	64

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

6.2.2.3	Aktive Steuerungen und Regelungen mit beweglichen Teilen und ohne Fremdenergie	65
6.2.3	Steuerungen und Regelungen mit Fremdenergie	65
6.2.3.1	Grundsätzliches zu Drosselorganen mit Fremdenergie	65
6.2.3.2	Oberwassergesteuerte Drosselorgane mit Fremdenergie	65
6.2.3.3	Durchflussgeregelte Drosselorgane mit Fremdenergie	66
6.2.4	Vorgaben für die Überprüfung von Drosselorganen	66
6.2.5	Notentleerungen als Drosselorgan bei Betriebsstörungen	67
6.2.6	Notentleerungen zur beschleunigten Beckenentleerung	67
6.3	Anlagen zur Wasserstandsbegrenzung	67
6.3.1	Allgemeines zu Anlagen zur Wasserstandsbegrenzung	67
6.3.2	Feste Wehre	68
6.3.3	Selbstregulierende Entlastungsorgane	68
6.3.4	Heberwehre	68
6.4	Absperrorgane	68
6.5	Reinigungseinrichtungen	69
6.5.1	Arten von Reinigungseinrichtungen	69
6.5.2	Schwallspüleinrichtungen	69
6.5.2.1	Allgemeines zu Schwallspüleinrichtungen	69
6.5.2.2	Hoch gehängte, kippende Spülwasserbehälter	70
6.5.2.3	Tief gehängte, kippende Spülwasserbehälter	70
6.5.2.4	Unterdruckkammer-Anlagen	70
6.5.2.5	Klappenkammer-Anlagen	71
6.5.2.6	Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtungen	71
6.5.3	Strömungserzeuger	71
6.5.3.1	Allgemeines zu Strömungserzeugern	71
6.5.3.2	Starre Rührwerke	73
6.5.3.3	Schwenkende Rührwerke	73
6.5.3.4	Starre Strahlreiniger	73
6.5.3.5	Schwenkende Strahlreiniger	74
6.5.3.6	Strahlreiniger mit pulsierender Betriebsweise	74
6.5.3.7	Umpumpsysteme	74
6.5.4	Anwendungsübersicht für Schwallspüleinrichtungen und Strömungserzeuger in Regenüberlaufbecken	74
6.6	Rückhaltung unästhetischer organischer Grob- und Schwebstoffe in Durchlaufbecken und Durchlauffilterbecken sowie mit Rechen und Sieben an Becken- und Stauraumüberläufen	76
6.7	Tauchwände	79
6.8	Schrägklärer	79
6.9	Pumpen in Regenbecken	81
6.9.1	Allgemeines zu Pumpen in Regenbecken	81
6.9.2	Kreiselpumpen	81
6.9.3	Schneckenpumpen	84
7	**Sonstige Bauwerke und Bauwerksausrüstung**	**85**
7.1	Geschiebeschächte ohne Sammeleinsatz zur Rückhaltung mineralischer Grobstoffe	85
7.2	Schmutzfangzellen	88
7.3	Wärmeaustauscher zur Energiegewinnung aus Abwasserwärme in Regenbecken	89
7.4	Auslaufbauwerke	89

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Anhang A (informativ) **Checklisten zum Planungsablauf bei der Gestaltung von Regenbecken** **92**
A.1 Checkliste zur Grundlagenermittlung 93
A.2 Checkliste zur Vorplanung 94
A.2.1 Ergebnisse der Grundlagenauswertung 94
A.2.2 Variantenuntersuchungen 95
A.2.3 Tragwerksplanung und technische Ausrüstung von Regenbecken im Rahmen der Variantenuntersuchung (ggf. unter Beteiligung von Fachplanern) 96
A.2.4 Vorzugsvariante 96
A.3 Checkliste zur Entwurfsplanung 97
A.3.1 Ergebnis der Vorplanung 97
A.3.2 Ausarbeitung der Planung 97
A.3.3 Tragwerksplanung und technische Ausrüstung (ggf. unter Beteiligung des Fachplaners) 99
A.3.4 Sonstiges zur Entwurfsplanung 100
A.3.5 Erläuterungsbericht und Kostenberechnung 101
A.4 Checkliste zur Funktionsprüfung 101
A.5 Checkliste zum Probebetrieb 102

Recht **103**
Europäisches Recht 103
Bundesrecht 103

Technische Regeln **103**
DIN-Normen 103
DWA-Regelwerk 104
Sonstige technische Regeln 104

Sicherheitsvorschriften **104**

Literatur **105**

Bilderverzeichnis

Bild 1: Beispiel für die Ausbildung der Beckensohle mit Gleitschicht 23
Bild 2: Beispiel für die Ausbildung der Sohle eines Regenbeckens bei mehrfacher Baugrundverzahnung 23
Bild 3: Beispiel für die Ausbildung der Decke eines Regenbeckens (Neigung und Dämmung) 24
Bild 4: Beispiele für die Anordnung von horizontalen Arbeitsfugen 25
Bild 5: Beispiele für die Ausbildung von vertikalen Arbeitsfugen 25
Bild 6: Beispiele für die Ausbildung von Dehnungs- und Bewegungsfugen 26
Bild 7: Beispiele für gelenkige Rohreinbindungen 27
Bild 8: Beispiel für eine Ortbetonkanalanbindung 27
Bild 9: Beispiele für die Einbindung eines PE- oder PP-Rohrs 28
Bild 10: Beispiel einer Leitungsdurchführung mit aufgeschweißtem Mauerkragen bei metallischen Rohren 28
Bild 11: Beispiel einer Leitungsdurchführung mit Ringraum-Doppeldichtung 28
Bild 12: Beispiel für eine Leitungsdurchführung durch Mauerwerk 28
Bild 13: Beispiele für den Anschluss von Profilbeton an Wände 29
Bild 14: Ausbildung von ungedrosselten Überlaufschwellen 32
Bild 15: Gedrosselter Auslaufschlitz mit Tauchwandwirkung (Längenangabe in cm) 32
Bild 16: Beispiel für die Anordnung eines Ringerders bei einer Wanne aus undurchlässigem Beton 33

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Bild 17: Beispiel für die Ausbildung der Überlappungen beim Einbau von geosynthetischen Tondichtungsbahnen ... 38
Bild 18: Beispiel für die Überlappung von zwei geosynthetischen Tondichtungsbahnen ... 38
Bild 19: Beispiel für die Überlappungsnähte von zwei Kunststoffdichtungsbahnen ... 40
Bild 20: Empfehlung für die Verwahrung einer Kunststoffdichtungsbahn in einem Einbindegraben; Oberboden nicht dargestellt, alle Maße und Biegeradien in cm ... 41
Bild 21: Empfehlungen für die Verlegung einer Kunststoffdichtungsbahn am Übergang von der Böschung zur Beckensohle ohne und mit Betonwiderlager; eventuell erforderliche Vliesstofflagen sind nicht dargestellt, alle Biegeradien in cm ... 42
Bild 22: Systemskizze eines als Verankerungsgraben ausgebildeten Einbindegrabens mit Darstellung der Geometrie und der wirksamen Kräfte ... 42
Bild 23: Empfehlung für die Ausbildung des Bauwerksanschlusses einer geosynthetischen Tondichtungsbahn an eine Betonwand durch mechanischen Verbund ... 43
Bild 24: Empfehlung für einen flüssigkeitsdichten Bauwerksanschluss einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand durch mechanischen Verbund mit Stahlflanschen ... 43
Bild 25: Empfehlung für einen nicht flüssigkeitsdichten Bauwerksanschluss einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand durch mechanischen Verbund mit Flachstahl ... 43
Bild 26: Empfehlung für einen bedingt flüssigkeitsdichten Bauwerksanschluss einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand durch thermischen (schweißtechnischen) Verbund mit PEHD-Anschlussprofilen; alle Maße in mm ... 44
Bild 27: Empfehlung für einen bedingt flüssigkeitsdichten Bauwerksanschluss einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand durch thermischen (schweißtechnischen) Verbund mit einem PE-Beton-schutzplattenstreifen; alle Maße in mm ... 45
Bild 28: Beispiel für eine Rohrdurchführung durch eine geosynthetische Tondichtungsbahn ... 46
Bild 29: Systemskizze der Durchdringung einer Abdichtung aus Kunststoffdichtungsbahnen mit einer PE-Rohrleitung ... 46
Bild 30: Beispiel für die Befestigung von Sohle und Böschung bei einem mit Dichtungsbahnen gedichteten Regenrückhaltebecken ohne Beeinflussung durch Grundwasser ... 47
Bild 31: Beispiel für die Befestigung von Sohle und Böschung bei einem mit Dichtungsbahnen gedichteten Regenrückhaltebecken mit Beeinflussung durch Grundwasser ... 48
Bild 32: Beispiel für den Befestigungsaufbau mit Grundwasserdränage bei einem mit Dichtungsbahnen gedichteten Regenrückhaltebecken ... 48
Bild 33: Ausführungsbeispiel einer Furt im Sohlengraben eines ungedichteten Regenrückhaltebeckens ... 52
Bild 34: Schnitt durch ein Grundablassbauwerk sowie den Ablaufkanal eines offenen Regenrückhaltebeckens ohne Dauerstau ... 53
Bild 35: Schnitt durch ein Grundablassbauwerk sowie den Ablaufkanal eines offenen Regenrückhaltebeckens mit Dauerstau ... 54
Bild 36: Systemskizze der Ausbildung einer überfahrbaren Dammscharte eines ungedichteten, sehr großen Regenrückhaltbeckens; alle Radien in m ... 55
Bild 37: Schematischer Querschnitt durch ein Retentionsbodenfilterbecken ... 55
Bild 38: Einlauf- und Verteilungsbauwerk eines Retentionsbodenfilterbeckens, kombiniert mit dem Klärüberlauftrog eines vorgeschalteten Durchlaufbeckens ... 56
Bild 39: Detail zu Bild 38: Klärüberlauftrog mit Öffnungen zur Beschickung des Retentionsbodenfilterbeckens bei einer Teilstrombehandlung ... 56
Bild 40: Einlauf- und Verteilungsbauwerk eines Retentionsbodenfilterbeckens in Form einer Schwelle am Außenkreisring eines runden Durchlaufbeckens ... 56
Bild 41: Zulaufgerinne als Einlauf- und Verteilungsbauwerk eines von der Vorstufe getrennt angeordneten Retentionsbodenfilterbeckens im Mischsystem ... 57
Bild 42: Zwei getrennt angeordnete Retentionsbodenfilterbecken mit dem Zulaufgerinne nach Bild 41 ... 57
Bild 43: Gabionen als Einlauf- und Verteilungsbauwerk eines von der Vorstufe getrennt angeordneten Retentionsbodenfilterbeckens im Mischsystem ... 57
Bild 44: Schematische Darstellung (Schnitt) einer Schwallspüleinrichtung mit hoch gehängtem, kippendem Spülwasserbehälter ... 70

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Bild 45: Schematische Darstellung (Schnitt) einer Schwallspüleinrichtung mit tief gehängtem, kippendem Spülwasserbehälter ... 70
Bild 46: Schematische Darstellung (Schnitt) einer Schwallspüleinrichtung mit immobilem Spülwasserbehälter als Unterdruckkammer-Anlage ... 70
Bild 47: Schematische Darstellung (Schnitt) einer Schwallspüleinrichtung mit immobilem Spülwasserbehälter als Klappenkammer-Anlage ... 71
Bild 48: Schematische Darstellung (Schnitt) einer Kanalvolumen aktivierenden Spüleinrichtung mit unterströmtem Stauorgan ... 71
Bild 49: Beispielhafter Betrieb von Rührwerken in einem Durchlaufbecken ... 72
Bild 50: Schematische Darstellung (Grundriss) der Anordnung eines starren Rührwerks in einem Rundbecken ... 73
Bild 51: Schematische Darstellung (Grundriss) der Anordnung mehrerer starrer Rührwerke in einem Rechteckbecken ... 73
Bild 52: Schematische Darstellung (Grundriss) der Anordnung eines schwenkenden Rührwerks in einem Rechteckbecken ... 73
Bild 53: Schematische Darstellung (Grundriss) der Anordnung eines starren Strahlreinigers in einem Rechteckbecken ... 73
Bild 54: Schematische Darstellung (Grundriss) der Anordnung eines schwenkenden Strahlreinigers in einem Rechteckbecken ... 74
Bild 55: Schematische Darstellung (Grundriss) der Anordnung eines starren Strahlreinigers mit pulsierender Betriebsweise in einem Stauraumkanal ... 74
Bild 56: Schematische Darstellung (Schnitt) der Anordnung eines Umpumpsystems in einem Regenrückhaltekanal im Mischsystem ... 74
Bild 57: Auswirkung der unterschiedlichen Anordnung von Rechen und Sieben auf die Rückstauebenen bei Ausfall der Anlage und maximaler hydraulischer Belastung ... 78
Bild 58: Vektoren und geometrische Angaben zum Sedimentationsvorgang im Sedimentationselement eines Sedimentationskörpers ... 80
Bild 59: Schematischer Schnitt durch einen im Hauptschluss angeordneten Schrägklärer im Trennsystem ... 80
Bild 60: Beispiel für eine nass und trocken aufgestellte Pumpe ... 82
Bild 61: Beispiele für die Druckleitungseinführung in die Sammelleitung von Pumpen mit Geröllfang ... 83
Bild 62: Beispiel einer günstig gestalteten Pumpensteigleitung ... 84
Bild 63: Beispiel eines Schneckenpumpwerks mit offenem Trog ... 85
Bild 64: Schematische Darstellung eines Geschiebeschachts ohne Sammeleinsatz ... 87
Bild 65: Beispiel für eine Schmutzfangzelle mit Pumpenentleerung in einen Schmutzwasserkanal ... 88
Bild 66: Dynamisches Auslaufbauwerk, in den landseitigen Uferbereich zurückgesetzt ... 90
Bild 67: Statisches Auslaufbauwerk, starr unmittelbar in das Gewässerprofil eingebunden ... 91

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Entscheidungsmatrix für die Ausführung von Erdungsanlagen bei neuen Bauwerken ... 34
Tabelle 2: Anschlussplattendicke für Dichtungsdurchdringungen ... 46
Tabelle 3: Zusammenstellung der minimalen Freibordhöhen in m von Regenbecken als Erdbecken ... 51
Tabelle 4: Übersicht zum Einsatz von Schwallspüleinrichtungen in Regenbecken ... 75
Tabelle 5: Übersicht zum Einsatz von Strömungserzeugern in Regenbecken ... 76
Tabelle 6: Kenngrößen eines Geschiebeschachts ohne Sammeleinsatz ... 86

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

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

1.1 Zielsetzung

Es ist Aufgabe des vorliegenden Merkblattes, dem Planer von Regenbecken Regeln an die Hand zu geben, die es erlauben, Bauwerke der Regenwasserbehandlung und -rückhaltung nach konstruktiven, ausrüstungstechnischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu gestalten oder bestehende Bauwerke zu ertüchtigen.

1.2 Geltungsbereich

Das vorliegende Merkblatt DWA-M 176 gilt für die konstruktive Gestaltung und Ausrüstung von Regenbecken in Netzen des Misch- und Trennsystems. Es ergänzt und erweitert die Regeln des Arbeitsblattes DWA-A 166 „Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung“.

Der Begriff Regenbecken umfasst Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und der Regenwasserrückhaltung im Misch- und Trennsystem (Regenwasserkanalisation).

Dies sind:

- Regenüberlaufbecken im Mischsystem,
- Stauraumkanäle im Mischsystem,
- Retentionsbodenfilteranlagen im Misch- und Trennsystem,
- Regenrückhalteanlagen im Misch- und Trennsystem,
- Regenklärbecken im Trennsystem.

2 Verweisungen

Die folgenden Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil des vorliegenden Merkblattes sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikation nicht. Anwender dieses Merkblattes werden jedoch gebeten, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Recht

ATEX-Richtlinie 94/9/EG, Richtlinie EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX – Explosionsschutzrichtlinie)

Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen AwSV[1)]

1) Zum Zeitpunkt der Erarbeitung waren die Arbeiten an einer bundeseinheitlichen Verordnung über den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV, in früheren Entwürfen auch als VAUwS oder VUmwS abgekürzt), die die landesrechtlichen Verordnungen über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (VAwS) ablösen wird, noch nicht abgeschlossen.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

DIN-Normen

DIN 1988-100, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 100: Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte; Technische Regel des DVGW

DIN 8074, Rohre aus Polyethylen (PE) – PE 80, PE 100 – Maße

DIN 8075, Rohre aus Polyethylen (PE) – PE 80, PE 100 Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen

DIN 18014, Fundamenterder – Allgemeine Planungsgrundlagen

DIN 18130-1, Baugrund – Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserduchlässigkeitsbeiwerts – Teil 1: Laborversuche

DIN 18195, Bauwerksabdichtungen; alle Teile

DIN 18197, Abdichtung von Fugen in Beton mit Fugenbändern

DIN 19555, Steigeisen für einläufige Steigeisengänge – Steigeisen zum Einbau in Beton

DIN 19569-4, Kläranlagen – Baugrundsätze für Bauwerke und technische Ausrüstungen – Teil 4: Besondere Baugrundsätze für gehäuselose Absperrorgane

DIN 19666, Sickerrohr- und Versickerrohrleitungen – Allgemeine Anforderungen

DIN 19700-12, Stauanlagen – Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken

DIN CEN/TS 14416, Geosynthetische Dichtungsbahnen – Prüfverfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Wurzeln

DIN EN 206-1, Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

DIN EN 1508, Wasserversorgung – Anforderungen an Systeme und Bestandteile der Wasserspeicherung

DIN EN 1610, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen

DIN EN 1717, Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen. Deutsche Fassung EN 1717:2000; Technische Regel des DVGW

DIN EN 1992-1-1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

DIN EN 1992-1-1/NA, Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

DIN EN 10204, Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen

DIN EN 12255-1, Kläranlagen – Teil 1: Allgemeine Baugrundsätze

DIN EN 13254, Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Geforderte Eigenschaften für die Anwendung beim Bau von Rückhaltebecken und Staudämmen

DIN EN 13492, Geosynthetische Dichtungsbahnen – Eigenschaften, die für die Anwendung beim Bau von Deponien, Zwischenlagern und Auffangbecken für flüssige Abfallstoffe erforderlich sind

DIN EN 13493, Geosynthetische Dichtungsbahnen – Eigenschaften, die für die Anwendung beim Bau von Deponien und Zwischenlagern für feste Abfallstoffe erforderlich sind

DIN EN 14196, Geokunststoffe – Prüfverfahren zur Bestimmung der flächenbezogenen Masse von geosynthetischen Tondichtungsbahnen

DIN EN 29104, Durchflußmessung von Fluiden in geschlossenen Leitungen; Verfahren zur Beurteilung des Betriebsverhaltens von magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräten für Flüssigkeiten

DIN EN ISO 1872-1, Kunststoffe – Polyethylen (PE) – Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen

DIN EN ISO 10320, Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Identifikation auf der Baustelle

DIN EN ISO 12957-1, Geokunststoffe – Bestimmung der Reibungseigenschaften – Teil 1: Scherkastenversuch

DIN EN ISO 25619-1, Geokunststoffe – Bestimmung des Druckverhaltens – Teil 1: Eigenschaften des Druckkriechens

DIN EN ISO/IEC 17020, Konformitätsbewertung – Anforderungen an den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

DWA-Regelwerk

DWA-A 111, Hydraulische Dimensionierung und betrieblicher Leistungsnachweis von Anlagen zur Abfluss- und Wasserstandsbegrenzung in Entwässerungssystemen. Arbeitsblatt

ATV-DVWK-A 134, Planung und Bau von Abwasserpumpanlagen. Arbeitsblatt

DWA-A 139, Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen. Arbeitsblatt

ATV-DVWK-A 157, Bauwerke der Kanalisation. Arbeitsblatt

DWA-A 166, Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung. Arbeitsblatt

DWA-A 199-2, Dienst- und Betriebsanweisung für das Personal von Abwasseranlagen – Teil 2: Betriebsanweisung für das Personal von Kanalnetzen und Regenwasserbehandlungsanlagen. Arbeitsblatt

DWA-M 103, Hochwasserschutz für Abwasseranlagen. Merkblatt

DWA-M 114, Energie aus Abwasser – Wärme- und Lageenergie. Merkblatt

DWA-M 158, Bauwerke der Kanalisation – Beispiele. Merkblatt

DWA-M 168, Korrosion von Abwasseranlagen – Abwasserableitungen. Merkblatt

DWA-M 181, Messung von Wasserstand und Durchfluss in Entwässerungssystemen. Merkblatt

DWA-M 261, Überspannungsschutz auf Anlagen zur Abwasserbehandlung. Merkblatt

DWA-M 512-1, Dichtungssysteme im Wasserbau – Teil 1: Erdbauwerke. Merkblatt

DVWK-M 238, Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen. Merkblatt

DVWK-M 246, Freibordbemessung an Stauanlagen. Merkblatt

Sonstige Regelwerke und Richtlinien

DAfStb-Richtlinie, Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)

DVGW W 300, Wasserspeicherung – Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wasserbehältern in der Trinkwasserversorgung. Arbeitsblatt

DVS 2207-4, Beiblatt 1, Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen – Extrusionsschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln – Schweißparameter

DVS 2225-2, Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau – Baustellenprüfungen

DVS 2225-4, Schweißen von Dichtungsbahnen aus Polyethylen (PE) für die Abdichtung von Deponien und Altlasten

FLL, Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von Dichtungssystemen für Gewässer im Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau, Anhang 12

GDA E 2-7, Nachweis der Gleitsicherheit von Dichtungssystemen

GDA E 3-8, Reibungsverhalten von Geokunststoffen

Sicherheitsvorschriften

BGV/GUV-V C5, UVV Abwassertechnische Anlagen. Vorschrift

BGR/GUV-R 177, Steiggänge für Behälter und umschlossene Räume. Regel

BGR/GUV-R 181, Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr. Regel

BGR/GUV-R 198, Benutzung von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz. Regel

BGI/GUV-I 588, Metallroste. Information

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

3 Begriffe

3.1 Definitionen für Bauwerke und bauliche Komponenten

Im Sinne dieses Merkblatts gelten folgende Begriffe, Abkürzungen und Definitionen für Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung sowie deren bauliche Komponenten:

Begriff	Abkürzungen	Definition
Abdichtung	AD	Dichtungselement eines Erdbeckens
Ablaufbauwerk	AbBw	Bauwerk eines Retentionsbodenfilterbeckens mit Drosselorgan, Absperrvorrichtung und Kontrollmöglichkeit
Ablaufkanal	AK	Kanal zur Ableitung des Drosselabflusses aus einem Regenbecken
Auslaufbauwerk	ABw	bauliche Anlage im Auslaufbereich von Kanälen, Abwasserleitungen und -druckleitungen in ein Gewässer oder dergleichen
Auslaufbauwerk, dynamisch	ABwd	Einrichtung an der Auslaufstelle von Kanälen, Abwasserleitungen und -druckleitungen in ein Gewässer oder dergleichen
Auslaufbauwerk, statisch	ABws	Auslaufbauwerk innerhalb des Gewässerprofils eingebunden und befestigt, ohne Ausleitungsstrecke
Auslaufschlitz	AS	als Schlitz ausgebildetes Drosselorgan an Klärüberläufen
Beckenkammer	BKa	Oberbegriff für Speicher- und Sedimentationskammern
Beckenüberlauf	BÜ	vor einem Regenüberlaufbecken, Stauraumkanal mit oben liegender Entlastung oder Regenklärbecken angeordneter Überlauf, der nach Füllung des Regenbeckens anspringt
Dammscharte	DSc	Abflussquerschnitt in einem Damm mit der Funktion des Notüberlaufs
Dichtungsschutzschicht	DSS	Auflage aus mineralischem Material zum Schutze von Abdichtungen bei Erdbecken
Dränsystem eines Retentionsbodenfilterbeckens	DS	unterhalb des Filtermaterials angeordnete Sammel- und Transportleitungen für das filtrierte Misch- oder Regenwasser einschließlich Dränkies
Drosselbauwerk	DBw	Bauwerk zur Aufnahme des Drosselorgans
Drosselstrecke	DSt	Kanalabschnitt, der durch das Zusammenwirken von Einlauf-, Reibungs- und Auslaufverlusten den Durchfluss begrenzt
Drosseleinrichtung	DE	Gesamtheit von Drosselbauwerk und Drosselorgan
Durchlaufbecken	DB	Regenbecken mit Sedimentationskammer sowie Klärüberlauf und gegebenenfalls Beckenüberlauf, das mechanisch geklärtes Mischwasser (Regenüberlaufbecken) oder mechanisch geklärtes Regenwasser (Regenklärbecken) entlastet
Durchlauffilterbecken	DFiB	Retentionsbodenfilterbecken, das mit einem dem Einlauf- und Verteilungsbauwerk gegenüberliegenden Filterbeckenüberlauf ausgestattet ist

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Begriff	Abkürzungen	Definition
Einlauf- und Verteilungsbauwerk	EBw/VBw	Vorrichtung zur gleichmäßigen Verteilung und Ausrichtung der Strömung im Einlaufbereich von rechteckigen Durchlaufbecken und von Retentionsbodenfilterbecken
Einlaufzone	EZ	bei Schrägklärern unterhalb des Sedimentationskörpers angeordnete Zone zur gleichmäßigen Verteilung des Zuflusses
Entlastungsgraben	EG	Graben zur Ableitung des Überlaufwassers
Entlastungskanal	EK	Kanal zur Ableitung des Überlaufwassers
Fangbecken	FB	Regenbecken mit Speicherkammer und Beckenüberlauf (ohne Klärüberlauf)
Filterbeckenüberlauf	FÜ	Entlastungsbauwerk eines Retentionsbodenfilterbeckens
Filterkörper	FK	aus Filtermaterial bestehender Raum, in dem die mechanisch-biologisch-chemisch-physikalische Reinigung des Abwassers erfolgt
Filtermaterial	FM	auf die Reinigungsziele abgestimmtes Material des Filterkörpers
Filtervegetation	FV	Bewuchs des Filterkörpers zum Schutz gegen Kolmation
Freibord	FBo	Abstand zwischen der höchsten Wasserspiegellage Wsp ($Q_{0,max}$) und der Regenbeckenoberkante
Geschiebeschacht	GS	Bauwerk zum Abtrennen von mineralischen Grobstoffen (Geschiebe) vor zu schützenden abwassertechnischen Anlagen
Grundablassbauwerk	GAB	Bauwerk zur gedrosselten Entleerung von als Erdbecken ausgebildeten Regenrückhaltebecken
Hydrodynamischer Abscheider	HA	rundes Regenbecken im Hauptschluss mit tangentialem Zulauf, nach oben gerichtetem Überlauf und mittigem Ablauf
Kaskadenbauwerk	KBw	Bauwerk zur Aktivierung des vorgelagerten Kanalstauraums und mit Entlastungsfunktion in den weiterführenden Kanal
Klappenkammer	KKa	Spülwasserkammer einer Schwallspüleinrichtung mit einer beweglichen Klappe zur Freigabe des Spülwassers
Klärüberlauf	KÜ	Überlauf eines Regenbeckens, über den mechanisch geklärtes Misch- oder Regenwasser entlastet wird
Klarwasserüberlauf	KWÜ	Überlauf eines Schrägklärers
Klarwasserzone	KWZ	bei Schrägklärern über dem Sedimentationsköper angeordnete Zone, in welcher der Klarwasserüberlauf angeordnet ist
Lamellenklärer	LK	Schrägklärer mit einem aus schräg gestellten Platten oder Scheiben gebildeten Sedimentationskörper
Nachschacht	NAS	Schacht nach dem Drosselbauwerk
Notentleerung	NE	Vorrichtung zur Entleerung eines Regenbeckens bei Betriebsstörungen
Notfallbecken	NFB	Regenbecken, das bei Un- und Brandfällen vorübergehend zur Speicherung von flüssigen Schadstoffen genutzt wird

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Begriff	Abkürzungen	Definition
Notüberlauf	NÜ	Entlastungsanlage zum Schutz einer Regenrückhalteanlage, die nach Vollfüllung der Speicherkammer (Überschreitung des Nutzvolumens) entlastet
Notumlauf	NU	Leitung oder Graben, welcher die Außerbetriebnahme eines Regenbeckens unter Beibehaltung des Betriebs der Vorstufe (Retentionsbodenfilterbecken) oder des Beckenüberlaufs (Regenüberlaufbecken) ermöglicht
Regenbecken	RB	Sammelbegriff für Anlagen zur Rückhaltung und/oder Behandlung von Regen- und Mischwasser; z. B. Regenüberlaufbecken, Stauraumkanäle mit Entlastung, Retentionsbodenfilterbecken, Regenrückhalteanlagen und Regenklärbecken
Pumpensumpf	PS	Vorlagebehälter für Pumpen
Regenklärbecken	RKB	Regenbecken im Regenwasserkanal eines Trennsystems, das aus dem Regenwasser sedimentierbare Stoffe (Schlamm) und Schwimmstoffe (Fette, Öle) abtrennt
Regenklärbecken mit Dauerstau	RKBmD	Regenklärbecken, das ständig mit Wasser gefüllt ist und in größeren Zeitabständen entschlammt wird
Regenklärbecken ohne Dauerstau	RKBoD	Regenklärbecken, das in kurzen, regenereignisabhängigen Zeitabständen zu einer Abwasserbehandlungsanlage entleert sowie gereinigt wird
Regenrückhalteanlage	RRA	Anlage zur Speicherung von Regen- oder Mischwasser mit Notüberlauf
Regenrückhaltebecken	RRB	Speicherbauwerk im Kanalnetz oder nach Entlastungsanlagen im Misch- oder Trennsystem mit Notüberlauf
Regenrückhaltegraben	RRG	langgestreckte offene Regenrückhalteanlage im Misch- oder Trennsystem (Erdbauweise) mit Notüberlauf
Regenrückhaltekanal	RRK	langgestreckte Regenrückhalteanlage in Rohrform im Misch- oder Trennsystem (Massivbauweise) mit Notüberlauf
Regenrückhaltelamelle	RRL	über dem Retentionsraum von Retentionsbodenfilterbecken angeordnetes Regenrückhaltebecken
Regenüberlaufbecken	RÜB	Sammelbegriff für Regenbecken mit Entlastungsfunktion sowie Rückhaltung und/oder Behandlung von Mischwasser
Retentionsbodenfilteranlage	RBFA	Anlage zur Vorbehandlung, Retention und Filtration von Regen- und Mischwasser, bestehend aus einer Vorstufe und einem Retentionsbodenfilterbecken
Retentionsbodenfilterbecken	RBF	Bauwerk zur Retention und Filtration von Misch- oder Regenwasser mit einem über dem Filterkörper angeordneten Retentionsraum
Retentionsraum	RR	Speicherkammer/Sedimentationskammer eines Retentionsbodenfilterbeckens
Röhrenklärer	RK	Schrägklärer mit einem aus schräg gestellten Röhren unterschiedlicher Querschnittsform gebildeten Sedimentationskörper
Schlammsammelraum	SSR	bei Regenklärbecken mit Dauerstau zusätzlich zur Sedimentationskammer angeordneter Speicherraum für Schlamm
Schlammsammelzone	SSZ	bei Schrägklärern unterhalb der Einlaufzone angeordneter Speicherraum für Schlamm

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Begriff	Abkürzungen	Definition
Schmutzfangzelle	SFZ	Regenklärbecken ohne Dauerstau im Regenwasserkanal eines Trennsystems zur Abtrennung und Zwischenspeicherung des Erstabflusses stark verschmutzter Flächen und dessen zeitverzögerter Weiterleitung in Richtung Kläranlage
Schrägklärer	SKL	Regenbecken mit Sedimentationskörper sowie Klarwasserüberlauf und gegebenenfalls Beckenüberlauf, das mechanisch geklärtes Mischwasser oder mechanisch geklärtes Regenwasser entlastet
Schwarze Wanne	–	Abdichtung mit Bitumen oder Kunststoff, welche ein erdberührtes Bauwerk allseitig umschließt
Sedimentationskammer	SeKa	Bauteil eines Regenbeckens zur Sedimentation von Misch- oder Regenwasserinhaltsstoffen
Sedimentationskörper	SeKö	Bauteil eines Schrägklärers, in dem die Schrägklärerelemente angeordnet sind
Speicherkammer	SpKa	Bauteil eines Regenbeckens zur Speicherung von Misch- oder Regenwasser
Spülwasserkammer, immobil	SWKi	Unbewegliche Kammer für das Spülwasser von Klappenkammer- und Unterdruckkammer-Anlagen
Spülwasserbehälter, immobil	SWBi	unbeweglicher Behälter zur Speicherung des von Schwallspüleinrichtungen verwendeten Spülwassers
Spülwassersumpf	SWS	Vertiefung zur Aufnahme von Spülwasser und Schlamm bei Schwallspüleinrichtungen mit Spülwasserbehälter oder Spülwasserkammer
Stauraumkanal mit Entlastung	SK	Abwasserspeicher in langgestreckter Bauform mit planmäßiger Entlastungsfunktion
Stauraumüberlauf	SÜ	Entlastungsbauwerk von Stauraumkanälen mit unten oder zwischenliegender Entlastung
Streichwehr	SW	längs angeströmtes Wehr
Trennbauwerk	TB	Überlaufbauwerk eines Regenbeckens zur Abtrennung des Zuflusses zum Drosselbauwerk
Unterdruckkammer	UKa	Spülwasserkammer einer Schwallspüleinrichtung mit Unterdruck zur Bereitstellung des Spülwassers
Vorentlastung	VE	zusätzlich zum Notüberlauf im Drosselbauwerk von Regenrückhalteanlagen angeordnete Entlastungsschwelle
Vorschacht	VOS	Schacht vor dem Drosselbauwerk
Vorstufe	VS	Bauwerk zur Vorbehandlung und Kontrolle von Misch- oder Regenwasser vor einem Retentionsbodenfilterbecken
Weiße Wanne	–	Konstruktion aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton)
Zulaufbauwerk	ZBw	Bauwerk zur Vermeidung von Erosionen im Einlaufbereich von Regenrückhaltebecken als Erdbecken
Zulaufkanal	ZK	Kanal im Zulauf eines Regenbeckens

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

3.2 Kurzzeichen

Es werden jeweils die gebräuchlichsten Einheiten angegeben. Sofern erforderlich, können auch davon abweichende Einheiten verwendet werden.

Kurzzeichen	Einheit	Erläuterung
b	m	Breite
b_G	m	lichte Breite eines Geschiebeschachts
DN	–	Diameter Nominal, Nennweite
d	mm; m	Dicke
e	cm	Schlitzhöhe eines Auslaufschlitzes
Fr	1	Froude-Zahl
h	m m	Tiefe; maximaler, vertikaler Absetzweg eines Partikels
h_B	m	Abstand zwischen der Sohle des Geschiebeschachts und der Belüftungsleitung
h_b	m mm	Dicke eines Betonbauteils Abstand oder Durchmesser eines Schrägklärerelements
h_F	m	Abstand zwischen der oberen Höhe des nutzbaren Geschiebesammelraums und der Sohle des Kanals (Freibord)
h_G	m	lichte Tiefe eines Geschiebeschachts (Abstand zwischen Sohle Geschiebeschacht und Sohle Kanal)
h_N	m	Tiefe des nutzbaren Geschiebesammelraums
h_S	m	Höhe des Sedimentationskörpers
h_W	m	hydrostatische Druckhöhe
k_f	m/s	hydraulische Durchlässigkeit
k_{fb}	m/s	betriebliche hydraulische Durchlässigkeit
l	m	Länge
l_G	m	lichte Länge eines Geschiebeschachts
l_S	m	Länge eines Schrägklärerelements
$Q_{0,max}$	l/s	Zufluss im Zulaufkanal bei maximalem Einstau mit ortsspezifischem Zuschlag für den möglichen Überstau (z. B. Bordsteinhöhe)
$Q_{0(n=1)}$	l/s	Zufluss beim Berechnungsregen mit der Jährlichkeit 1
$Q_{0(n=x)}$	l/s	Zufluss beim Berechnungsregen mit der Jährlichkeit x
$Q_{KÜ}$	l/s	Entlastungsabfluss eines Klärüberlaufs
Q_T	l/s	Trockenwetterabfluss

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Kurzzeichen	Einheit	Erläuterung
$Q_{T(A110)}$	l/s	Trockenwetterabfluss beim Schleppspannungsnachweis nach Arbeitsblatt DWA-A 110
$Q_{T,aM}$	l/s	Jahresmittelwert des Trockenwetterabflusses
$Q_{T,h,max(Ist)}$	l/s	Tagesstundenspitze des Trockenwetterabflusses für den Istzustand
$Q_{T,h,max(Plan)}$	l/s	Tagesstundenspitze des Trockenwetterabflusses für den Planungszustand
q_A	m/h	Oberflächenbeschickung in einer Sedimentationskammer
$Q_{BÜ}$	l/s	Entlastungsabfluss eines Beckenüberlaufs
Q_{Dr}	l/s	Drosselabfluss
Q_{krit}	l/s	kritischer Abfluss
R	kN/m	Reibungswiderstand
r	cm; m	Radius
Re	1	Reynolds-Zahl
v	m/s	Geschwindigkeit
V	m³	Volumen
V_G	m³	Nutzvolumen des Geschiebesammelraums eines Geschiebeschachts
v_P	m/s	Geschwindigkeit eines Partikels
v_s	m/s	Sinkgeschwindigkeit
w	mm	Rissbreite
α	°	Neigungswinkel
β	°	Böschungsneigung
ρ	kg/m³	Dichte einer Flüssigkeit

3.3 Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
A	Arbeitsblatt
AG	Arbeitsgruppe
AK	Arbeitskreis
ATEC	*Atmosphère Explosive*
ATV	Abwassertechnische Vereinigung e. V.
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Abkürzung	Erläuterung
BG	Berufsgenossenschaft
BL	Baulänge
BOK	Böschungsoberkante
CE	Grafisches Symbol der Europäischen Gemeinschaft, mit dem bestätigt wird, dass das Produkt den produktspezifisch geltenden europäischen Richtlinien entspricht
CFD	*Computational Fluid Dynamics*
D	Drosselorgan
DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
DGGT	Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V.
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.
DVS	Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren
DVWK	Deutsche Vereinigung für Wasser- und Kulturbau e. V.
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
E	Empfehlung
EN	Europäische Norm
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Monomer
EVU	Energieversorgungsunternehmen
e. V.	eingetragener Verein
FLL	Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.
GDA	Arbeitsgemeinschaft Geotechnik der Deponien und Altlasten
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GGG	Globularer Grauguss – Kurzbezeichnung für duktiles Gusseisen
GTB	Geosynthetische Tondichtungsbahn
GUV	Gemeindeunfallversicherungsverband
GW	Grundwasser
GWS	Arbeitskreis Grundwasserschutz
HS	Hauptschluss
HW	Hochwasser

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Abkürzung	Erläuterung
IEC	*International Electrotechnical Commission*
ISO	*International Organization for Standardization*
KDB	Kunststoffdichtungsbahn
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LfU	Landesanstalt für Umweltschutz (Baden-Württemberg)
M	Merkblatt
MID	Magnetisch-induktives Durchflussmessgerät; magnetisch-induktive Durchflussmessung
NS	Nebenschluss
PE	Polyethylen
PEHD	Polyethylen hoher Dichte
PP	Polypropylen
PVC	Polyvinylchlorid
R	Richtlinie
RP	Regierungspräsidium
TS	Technische Spezifikation
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.
w/z	Wasserzementwert
WE	Warmgas-Extrusion
Wsp	Wasserspiegel
Wsp ($Q_{0,max}$)	Wasserspiegellage beim Zufluss $Q_{0,max}$
Wsp (V_N)	Wasserspiegellage Nutzvolumen
WU	wasserundurchlässig

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

4 Bautechnische und konstruktive Details von Betonbecken

4.1 Allgemeines zu bautechnischen und konstruktiven Details von Betonbecken

Um kostengünstige Bauwerke der Regenwasserbehandlung und -rückhaltung mit hoher Qualität, langer Lebensdauer und niedrigen Unterhaltungskosten erstellen zu können, sind bereits bei der Planung von Regenbecken aus Beton eine Vielzahl wichtiger konstruktiver Gesichtspunkte zu beachten.

Regenbecken werden überwiegend in Stahlbeton erstellt. Diese Bauwerke müssen der „Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb), Beanspruchungsklasse 1 und Nutzungsklasse A, entsprechen. Vereinzelt gibt es auch Ausführungen in Stahl, Edelstahl und in Kunststoff, die jedoch nachfolgend nicht behandelt werden. Von Bedeutung sind bei allen Betonbecken ein günstiges statisches System, die Verwendung von für den jeweiligen Einsatz und Standort geeigneten Werkstoffen bzw. Baustoffen und die Beachtung der diesbezüglichen werkstoffbezogenen Vorschriften und technischen Regelwerke. Des Weiteren sind gegebenenfalls auch weitergehende Vorgaben des Bauherrn bzw. des Betreibers zu berücksichtigen.

Bei Stahlbetonbecken sind von besonderer Bedeutung:

- die Erfassung aller relevanter Belastungseinflüsse (z. B. Auftriebssituationen – auch während den unterschiedlichen Bauphasen –, Temperatur, Setzungen) und Zwangsbeanspruchungen,
- die Berücksichtigung aller maßgeblichen Expositionsklassen für den Beton (DIN 1045-1). Bei stark belastetem Abwasser (z. B. aus der Industrie) sind darüber hinaus gehende Anforderungen zu erfüllen,
- ein möglichst geringer Wasserzementwert, um die Dichtheit des Betongefüges zu erhöhen (z. B. $w/z = 0{,}45$),
- die umfassende Kontrolle der Betondeckung vor dem Betonieren,
- geeignete Nachbehandlungsmaßnahmen und Einhaltung der Nachbehandlungszeiten.

Insbesondere bei Stahlbetonbecken ist die Dichtheit weniger ein Werkstoff- als vielmehr ein konstruktives Problem. Trennrisse aus Verformungsbehinderungen bei Zwangsbeanspruchungen und mangelhaft ausgeführte Arbeits- und Dehnungsfugen führen zu undichten Stellen.

Hinweise zum Schutz von Abwasseranlagen gegen Korrosion finden sich im Merkblatt DWA-M 168.

In den nachfolgenden Unterabschnitten 4.2 bis 4.10 werden ausschließlich bautechnische und konstruktive Details von Stahlbetonbecken behandelt.

4.2 Sohlen

Für die Ausbildung der Beckensohle sind strömungs- und reinigungstechnische Gesichtspunkte maßgebend. Beckensohlen sollten in Ortbeton ausreichend glatt hergestellt werden; es kann auch Verbundestrich verwendet werden. Bei extrem hoher mechanischer Beanspruchung ist Hartstoffestrich geeignet. Eine Bearbeitung ebener Flächen mit Flügelglättern oder eine Ausführung der Beckensohle in Vakuumbeton schaffen ausreichend glatte Oberflächen.

Eine flache Sohlenausbildung ist ausführungstechnisch am einfachsten. Das erforderliche Längs- und/oder Quergefälle richtet sich nach dem vorgesehenen Reinigungssystem. Wird der Trockenwetterzufluss durch das Regenbecken geführt, ist hierfür ein eigenes Gerinne erforderlich, das mindestens für Q_{Dr} zu bemessen ist. Beim Beckenabfluss von 1,2 $Q_{T,h,max}$ darf der durch das Drosselorgan erzeugte Rückstau die Beckensohle außerhalb des Durchlaufgerinnes nicht benetzen. Ein Sohlenversatz vor dem Drosselorgan ist deshalb in den meisten Fällen erforderlich.

Für die Herstellung einer steiler als 30° geneigten Sohle ist eine obere Schalung erforderlich, die gegen Auftrieb gesichert werden muss. Dies führt zu Mehrkosten. Es ist darauf zu achten, dass die Bildung von Lunkern und Poren vermieden wird.

Bei Sonneneinstrahlung auf die Bauwerkssohle offener, großflächiger Stahlbetonbecken kommt es zu großen Wölbspannungen infolge des Temperaturgefälles im Bauteil. Diese Einflüsse müssen berücksichtigt werden, was rechnerisch jedoch nicht immer ausreichend genau möglich ist. Falls die Temperatureinflüsse nicht genau erfasst werden können, sollte daher bei offenen Regenbecken überprüft werden, ob in der Sohlplatte Dehnfugen angeordnet werden können.

Das Risiko der Rissbildung wird durch die Anordnung einer geeigneten Gleitschicht vermindert (Bild 1). Falls die Anordnung einer solchen Gleitschicht nicht möglich ist, muss durch Bewehrung eine erhöhte Sicherung der Sohle gegen Rissbildung erfolgen. Außerdem sollten Baugrundverzahnungen durch mehr als eine Einbindung vermieden werden. Ist eine mehrfache Baugrundverzahnung unvermeidlich, ist eine Ausführung gemäß Bild 2 erforderlich. Auf eine Mindestbewehrung zur Beschränkung der Rissbreite darf dennoch nicht verzichtet werden.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

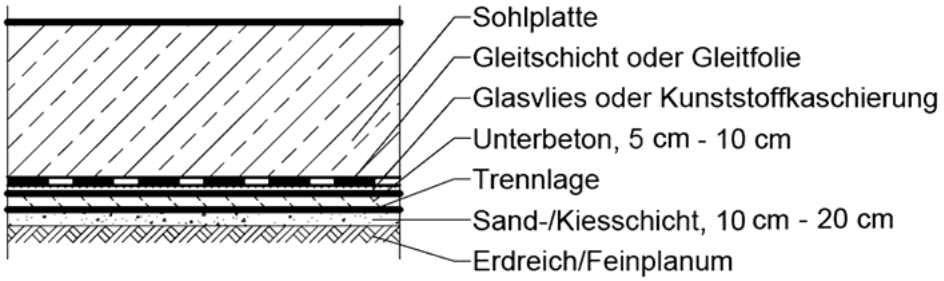


Bild 1: Beispiel für die Ausbildung der Beckensohle mit Gleitschicht

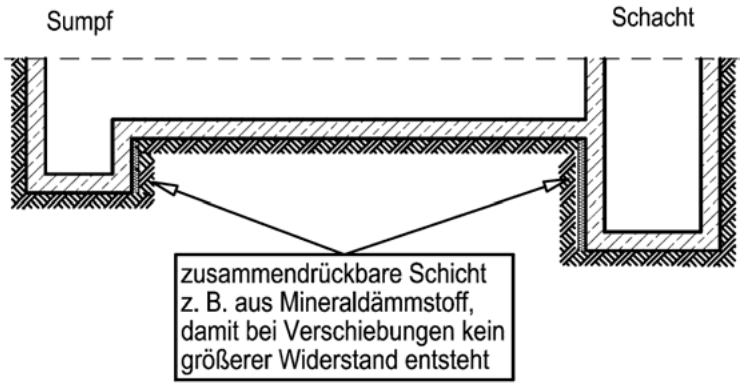


Bild 2: Beispiel für die Ausbildung der Sohle eines Regenbeckens bei mehrfacher Baugrundverzahnung

4.3 Wände

Häufige Ursache undichter Bauwerke aus Stahlbeton sind durchgehende Trennrisse infolge von Zwangsbeanspruchungen (Abfließen der Hydratationswärme, Schwinden/Kriechen, Temperatur). Dies kann durch eine entsprechend dimensionierte Bewehrung verhindert werden. Eine 100%ige Rissfreiheit ist jedoch nicht zu erreichen.

Auch durch horizontale Vorspannung können Spannungen infolge von Temperatureinflüssen oder Schwinden reduziert werden. Die Vorspannung von Beckenbauwerken hat jedoch den Nachteil, dass spätere Umbauten nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand möglich sind. Durchspannungsfreie Schalungssysteme bieten hinsichtlich der Dichtheit des Bauwerks die Gewähr, dass die Schwachstelle „Spannankerdurchführung“ von vornherein vermieden wird. Werden dennoch Schalungssysteme mit Spanngliedern eingesetzt, sind die Spannlöcher wasserdicht zu verschließen.

Regenbecken mit Wänden aus Betonfertigteilen können Preisvorteile bieten. Auf eine sorgfältige Fugenausbildung und -dichtung ist zu achten. Bei Ortbetonwänden sollte aus betoniertechnischen Gründen eine Mindestdicke von 30 cm angestrebt werden.

Der Freibord über dem maximalen Wasserspiegel, der sich aus dem Zufluss $Q_{0,max}$ ergibt, sollte bei offenen Betonbecken mindestens 0,25 m betragen.

4.4 Decken

Bei überdeckten geschlossenen Regenbecken besteht die Gefahr, dass versickerndes Oberflächenwasser nicht von der Bauwerksdecke abfließen kann und die auf der Decke befindliche Schicht „versumpft“. Bei kompakten Flächen > 20 m² sollte deshalb die Oberseite der Decke mit einem Quergefälle von 0,5 % bis 1,0 % ausgeführt werden (Bild 3). Alternativ kann auch die Decke selbst in diesem Gefälle ausgeführt werden. Die wirtschaftlichste Variante sollte gewählt werden.

In der Regel kann auf eine Wärmedämmung oder Feuchtigkeitsisolierung bei Regenbecken mit genügend starker Überdeckung verzichtet werden. Bei einer Überdeckung unter 0,80 m kann die Bildung von Kondenswasser an der Deckenunterseite durch eine außenliegende Wärmedämmung verhindert werden. Bei der Auswahl geeigneter Dämmplatten sind die Oberflächennutzung und die sich daraus ergebende Druckbelastung zu berücksichtigen.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Um Verschmutzungen durch Schwimmstoffe zu vermeiden, sollten Decken bei Vollfüllung und gleichzeitigem Zufluss von $Q_{0,max}$ nicht benetzt werden. Es sollte auch darauf geachtet werden, dass Beleuchtungskörper und Sonden, eventuell unter Berücksichtigung des Blockabstands, in dieser Situation nicht eingestaut werden.

Ist der Einstau von Decken unvermeidbar, sind die statischen Auswirkungen (Auftrieb) zu berücksichtigen.

Weitere Hinweise zur Kondenswasserverringerung enthält 6.1.8.

4.5 Arbeits- und Dehnungsfugen

Vom Grundsatz her wird bei Fugen zwischen Arbeits- und Bewegungs- bzw. Dehnungsfugen unterschieden; außerdem unterscheidet man nach ihrer Ausbildung zwischen Raum- und Scheinfugen.

Fugen müssen stets unter Berücksichtigung der statischen Vorgaben mit großer Sorgfalt geplant und ausgeführt werden. Das Fugenbandmaterial gemäß DIN 18197 oder mit allgemeinem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis muss gegen die zu erwartende chemische Beanspruchung beständig sein.

Unter Bewegungsfugen werden Fugen verstanden, die unterschiedliche Bewegungen der Bauteile in einer oder in mehreren Richtungen erlauben (z. B. Dehnungen, Verkürzungen, unterschiedliche Setzungen benachbarter Bauteile, Verdrehungen und Kombinationen dieser Bewegungen). Sie gehen als Raumfugen vorgegebener Breite durch den gesamten Betonquerschnitt und müssen durchgehend so breit sein, dass alle Bewegungen ohne Zwängung möglich sind.

Arbeitsfugen entstehen, wenn der Betoniervorgang unterbrochen wird (Bilder 4 und 5). Sie müssen vor Beginn des nächsten Betonierabschnitts sehr sorgfältig gereinigt werden.

Arbeitsfugen sind immer Schwachstellen im Betonquerschnitt, deshalb unerwünscht und möglichst zu vermeiden. Sie sollten daher – wenn dennoch erforderlich – in Bereichen liegen, in denen der Betonquerschnitt statisch nicht voll ausgenutzt ist.

Raumfugen dienen zur Aufnahme von Bewegungen. Ihre Breite und ihr Abstand sind so festzulegen, dass die zu erwartenden Bewegungen ohne Zwängungen der benachbarten Bauwerksabschnitte erfolgen können und dass das erforderliche Dichtungselement nicht zerstört wird. An beschädigten Raumfugen können Leckagen eintreten, die das Maß einer Undichtheit infolge von Rissbildungen im Bauteil um ein Vielfaches überschreiten.

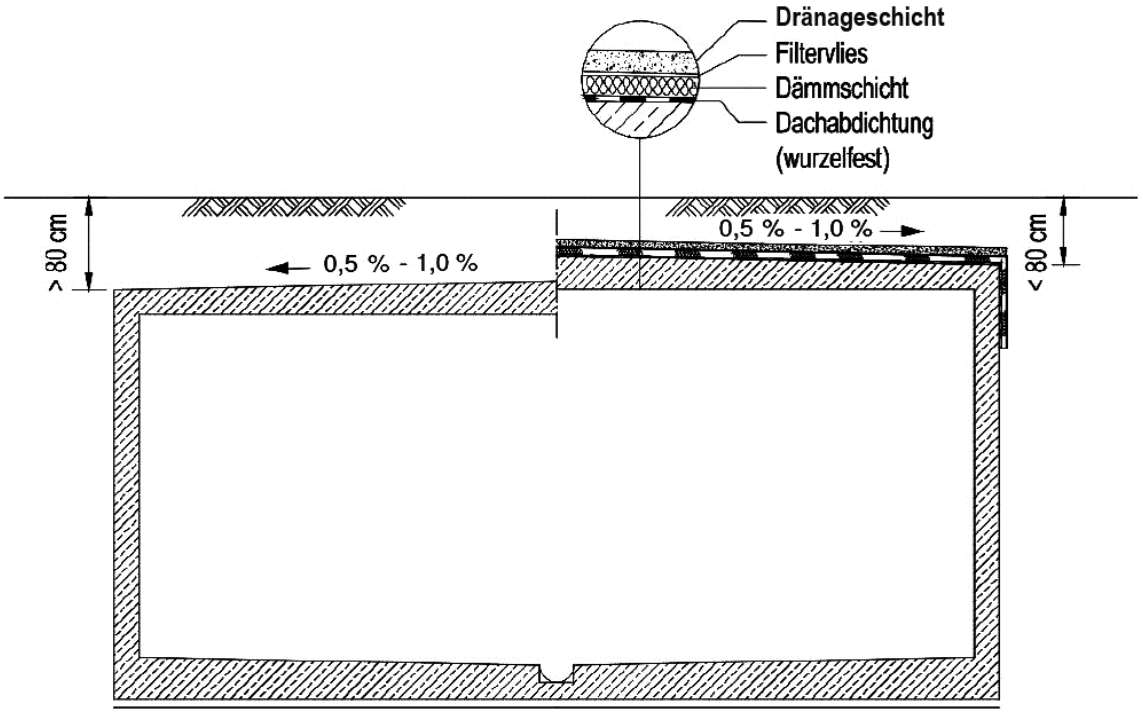


Bild 3: Beispiel für die Ausbildung der Decke eines Regenbeckens (Neigung und Dämmung)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

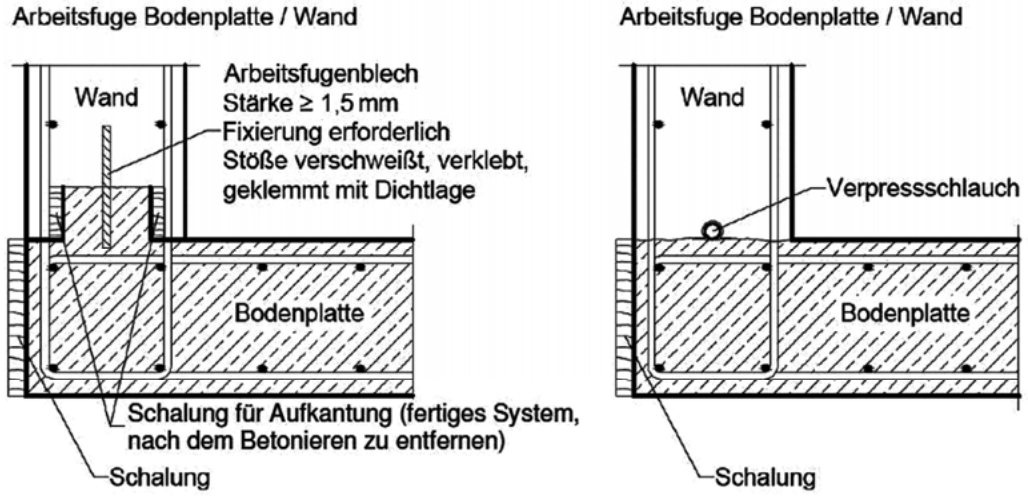


Bild 4: Beispiele für die Anordnung von horizontalen Arbeitsfugen

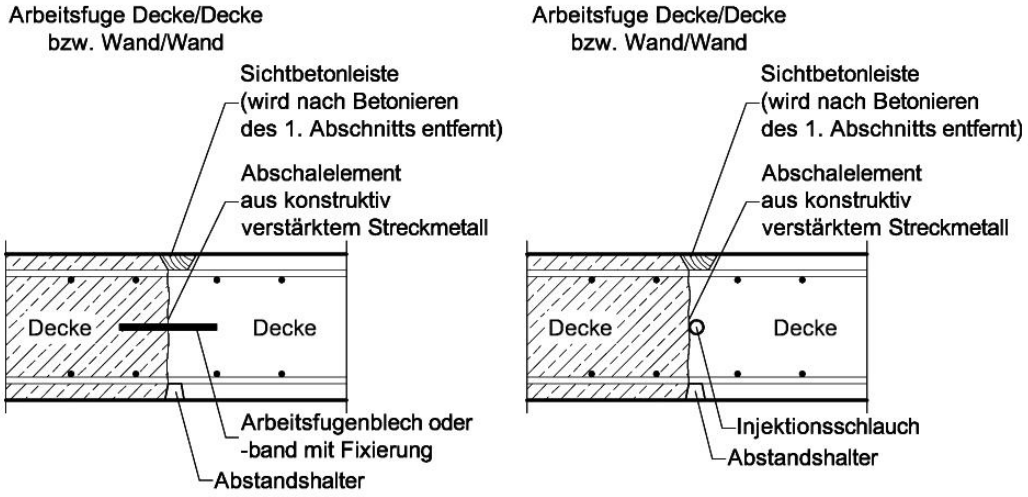


Bild 5: Beispiele für die Ausbildung von vertikalen Arbeitsfugen

Nach den vorwiegend aufzunehmenden Bewegungen unterscheidet man:

- **Dehnungsfugen:** Hauptsächlich zum Ausgleich der Volumenänderung des Betons durch Schwinden, Quellen und Temperaturänderungen, aber auch durch Kriechen bei Dauerlast, insbesondere bei Spannbeton,
- **Bewegungsfugen:** Hauptsächlich zum Ausgleich von Setzungsbewegungen und sonstigen Bewegungen (z. B. Kippbewegungen, Scherbewegungen) auch unter sich verändernden Lasteinwirkungen oder Grundwasserspiegelschwankungen.

Die ungehinderte Bewegung benachbarter Bauwerksabschnitte wird sichergestellt durch eine ausreichende Fugenbreite und durch eine Fugeneinlage (z. B. Weichfaserplatte, geschützt durch dauerelastische Fugenmasse oder Fugenabdeckband). Die Fugenabdeckung muss – insbesondere bei horizontalen Flächen – gewährleisten, dass keine Fremdkörper (z. B. Kieskörner, Schmutz) in die Fuge eindringen. Die Wasserdichtheit der Dehnungs- und Bewegungsfugen wird in der Regel durch mittig angeordnete Dehnfugenbänder (Polyvinylchlorid (PVC)), Kunstkautschuk oder Elastomere) erreicht. Bei erhöhten Anforderungen an die Wasserdichtheit können Doppelsicherungen eingebaut werden (z. B. mittiges Fugenband und zusätzliches Fugenverschlussband bzw. Kompressionsdichtprofil; Bild 6).

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Die Ausführung von Dehnungs- und Bewegungsfugen ist aufwendig und teuer und führt bei unsachgemäßer Ausführung zu kostspieligen Sanierungen. Daher werden Dehnungsfugen heute auf ein notwendiges Mindestmaß beschränkt und die Bauwerke möglichst fugenlos hergestellt. Bei unterschiedlichen Gründungsverhältnissen und unterschiedlichen statischen Belastungen ist es jedoch nicht möglich, fugenlos zu bauen.

Scheinfugen tragen der Verkürzung und Volumenverminderung eines Bauteils Rechnung, z. B. bei Temperaturabnahme oder Schwinden. Im Unterschied zu Raumfugen werden Sollbruchstellen vorgegeben (z. B. durch Einschneiden eines Schlitzes). Sollbruchstellen werden dort angeordnet, wo Zwängungen konzentriert abzubauen sind. Das Eindringen von Wasser in die Scheinfuge wird durch den Einbau von Fugenbändern oder plastischen Dichtungen verhindert.

Der Beton im Bereich von Scheinfugen sollte mit einer Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite versehen werden.

Generell ist bei der Anordnung von Fugen mit den zugehörigen Abdichtungen und der Bewehrung darauf zu achten, dass bei der Herstellung der Beton fachgerecht eingebracht und verdichtet werden kann. Bei unsachgemäßer Planung oder Ausführung ist das Risiko von Leckagen groß.

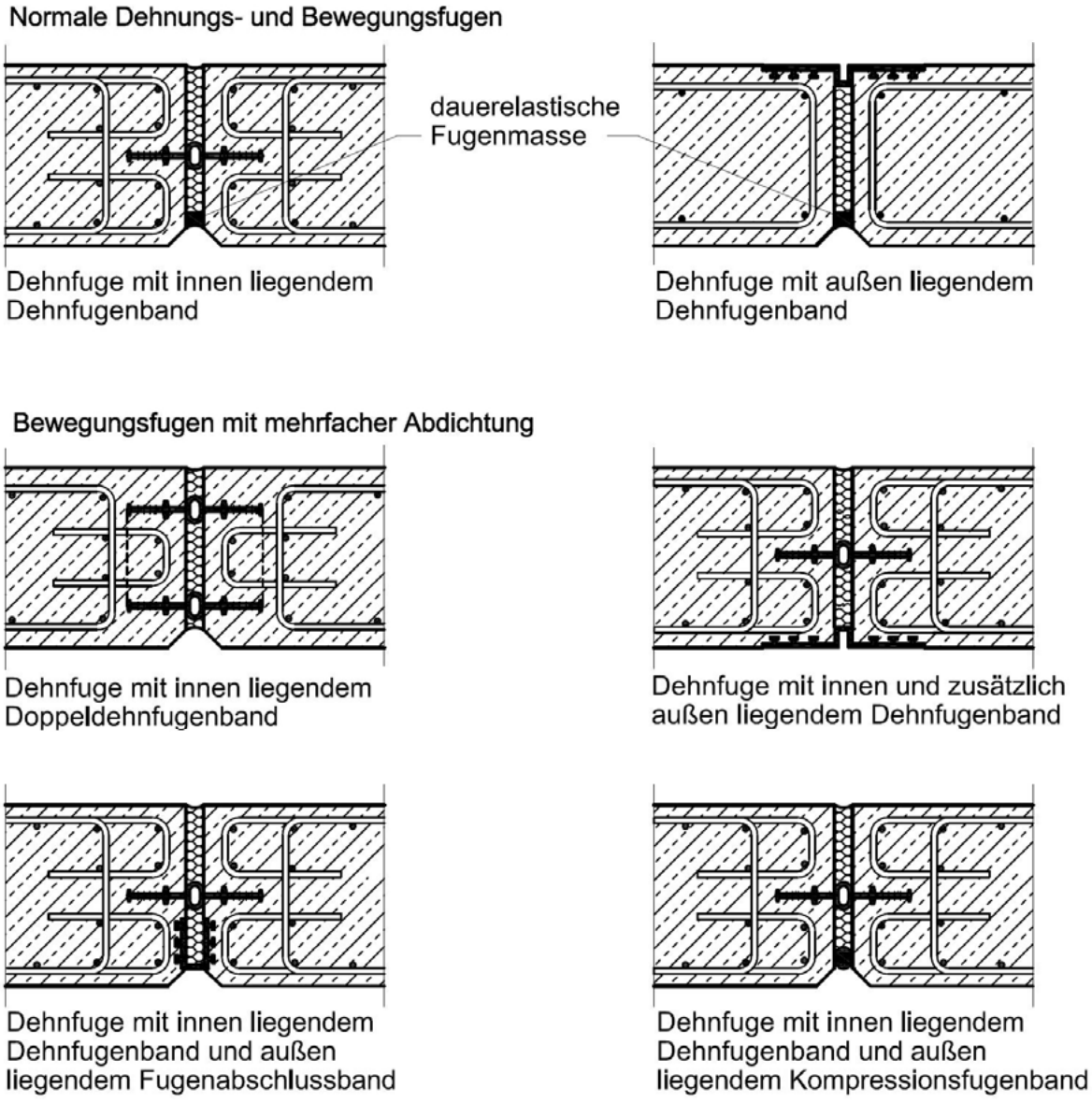


Bild 6: Beispiele für die Ausbildung von Dehnungs- und Bewegungsfugen

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

4.6 Leitungseinbindungen und Leitungsdurchführungen

Eine Leitungseinbindung in eine Schacht-/Beckenwand ist der zulauf- oder ablaufseitige Anschluss eines Kanalprofils oder Rohrs in eine Wandscheibe, während bei einer Leitungsdurchführung ein Rohr, Schlauch oder Kabel durch die Wandscheibe geführt werden.

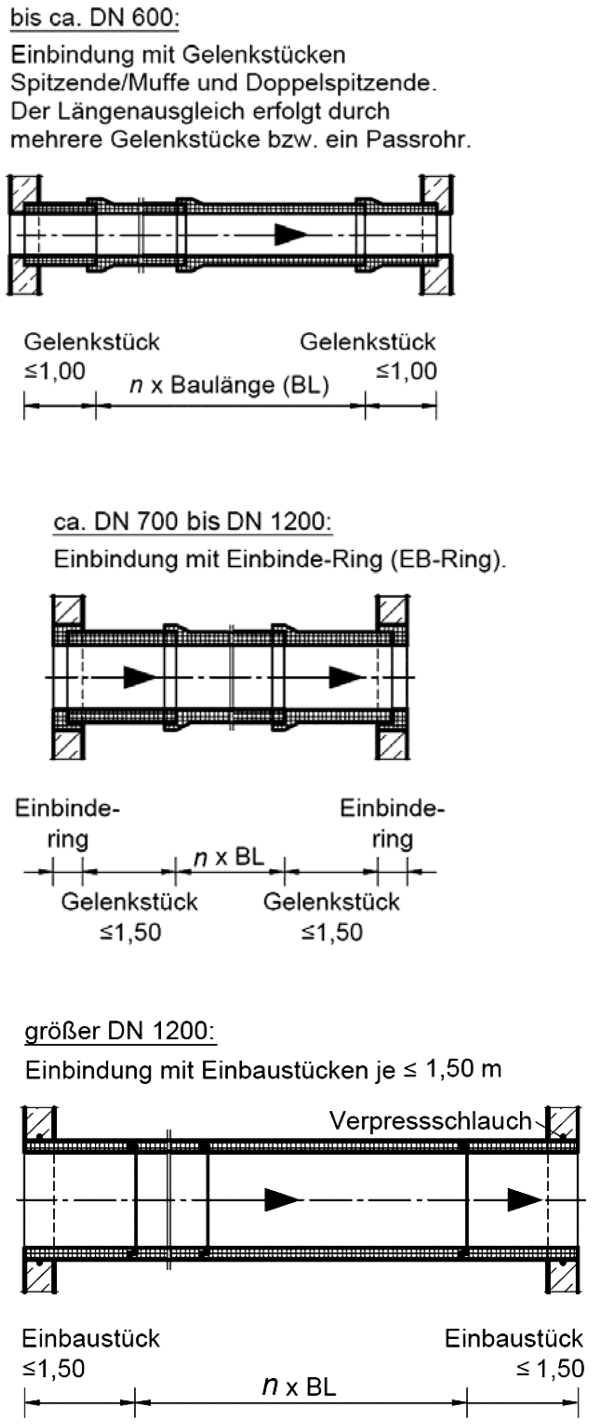


Bild 7: Beispiele für gelenkige Rohreinbindungen

Rohre mit Nennweiten ≤ DN 1200 sind gemäß Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 157 doppelgelenkig anzuschließen. Ein Ausführungsbeispiel hierzu zeigt Bild 7.

Leitungseinbindungen in Schächte oder Regenbecken müssen grundsätzlich wasserdicht sein. Zur Aufnahme der Scherkräfte können in Abhängigkeit von Material und Profilform gelenkige Einbindungen notwendig sein.

Zu beachten ist die Ex-Zoneneinteilung. Bei Verbindung von Ex-Bereichen zu Bereichen ohne Ex-Einstufung sind gas- und wasserdichte Durchführungen zu wählen, z. B. zwischen Regenbecken und Schaltraum.

Beispiele für Rohranschlüsse von Stahlbeton-, Steinzeug-, Guss- und Kunststoffrohren in Betonschächten sowie Rohrdurchführungen (materialunabhängig) enthält das Merkblatt DWA-M 158.

Einbinderinge und Einbau-/Gelenkstücke verbinden sich nicht bei allen Rohrmaterialien fest mit dem Wandbeton. Sie werden daher nur bei Beton-, Stahlbeton-, Steinzeug- und Faserbetonrohren eingesetzt, wobei bei Steinzeugrohren zwingend Einbinderinge erforderlich sind. Sofern der Übergang Sohle/Wand des Bauwerks mit einem Arbeitsfugenband gedichtet werden soll, muss die Unterkante des durchgeführten Rohrs mindestens 10 cm über dem Fugenband liegen.

Der Anschluss eines Ortbetonkanals an eine Beckenwand erfolgt über eine Dehnfuge (Bild 8), die im statischen System zu berücksichtigen ist.

Bei Kunststoffrohren und Rohren aus Guss oder Stahl erfolgt die Wandeinbindung in der Regel über einen Mauerkragen (Fest- oder Losflansch), der mittig zur Wand auf dem Mediumrohr befestigt und dann mit dem Mediumrohr zusammen einbetoniert wird (Bild 9). Mauerflansche bzw. -kragen können auf das Rohr aufgeschoben und mit Spannbändern befestigt werden.

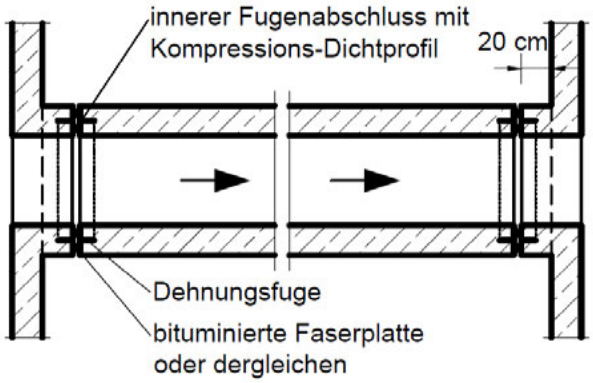


Bild 8: Beispiel für eine Ortbetonkanalanbindung

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

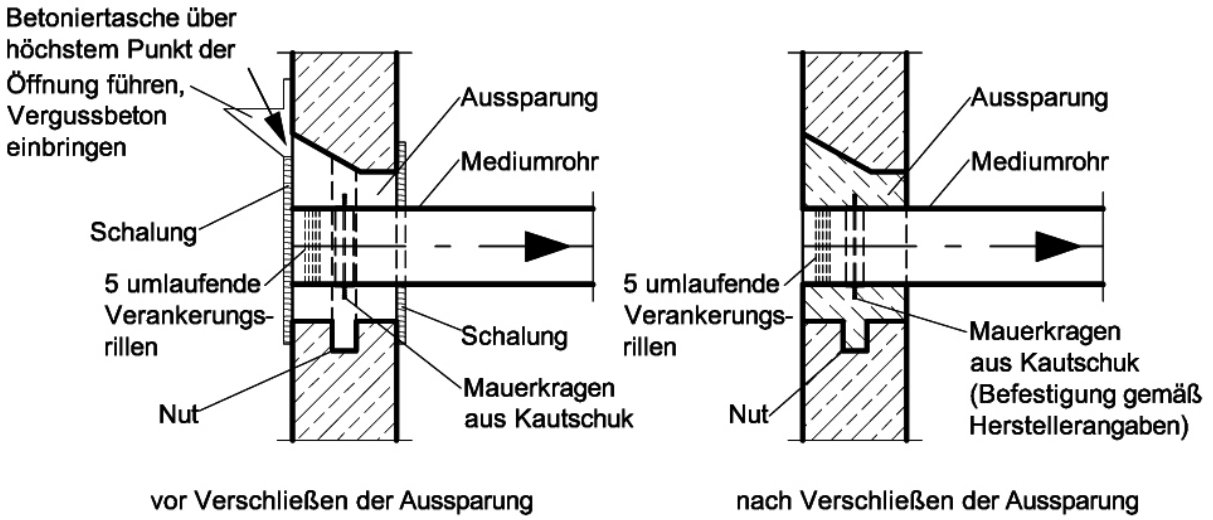


Bild 9: Beispiele für die Einbindung eines PE- oder PP-Rohrs

Eine weitere Möglichkeit für eine wasserdichte Leitungsdurchführung ist die Anordnung eines aufgeschweißten Mauerkragens (Bild 10).

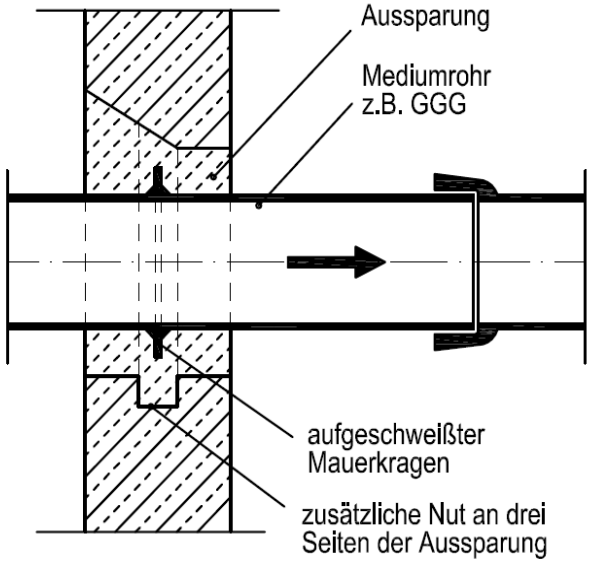


Bild 10: Beispiel einer Leitungsdurchführung mit aufgeschweißtem Mauerkragen bei metallischen Rohren

Wasserdichtheit einer Leitungsdurchführung kann auch durch Ringraumdichtungen erreicht werden. Hierzu wird eine Kernbohrung ausgeführt oder in die Wand ein Futterrohr einbetoniert. In den Ringspalt wird ein Dichtungselement eingebaut. Die Dichtheit wird durch das Anpressen der Dichtung erzielt. Bei erhöhten Anforderungen sind Doppeldichtungen möglich (Bild 11).

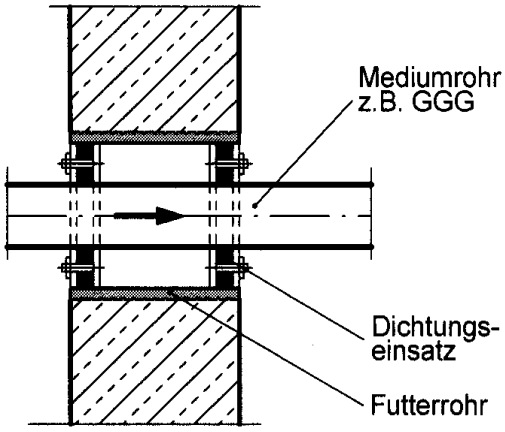


Bild 11: Beispiel einer Leitungsdurchführung mit Ringraum-Doppeldichtung

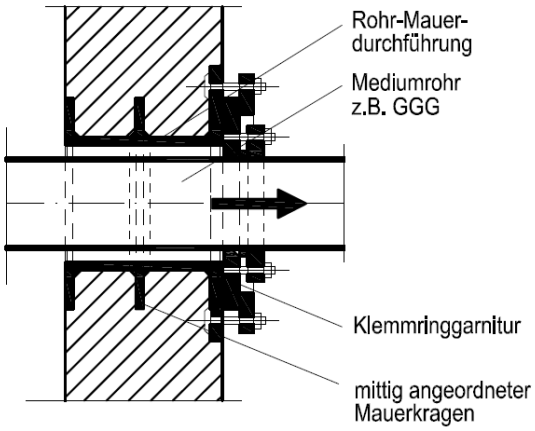


Bild 12: Beispiel für eine Leitungsdurchführung durch Mauerwerk

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Bei Leitungsdurchführungen durch Mauerwerk wird in die Wand ein Futterrohr mit mittigem Mauerkragen eingebaut. Es enthält eine gegebenenfalls verstellbare Klemmringgarnitur, die zur Bauwerksinnenseite hin angeordnet ist (Bild 12). Die Kraftschlüssigkeit der Leitungsdurchführung wird erreicht, indem Mediumrohr, Wanddurchführung und Wand durch zusätzliche Verschraubung miteinander verbunden sind. Bei Wanddurchführungen, die weder Wasserdichtheit noch Kraftschlüssigkeit erfordern, sollte der Raum zwischen Mediumrohr und Wand, z. B. durch Ausschäumen, verschlossen werden.

An erdverlegte Stromleitungen werden hinsichtlich Isolierung, Feuchteschutz und Schutz vor mechanischen Einwirkungen besondere Anforderungen gestellt. Näheres hierzu regeln die VDE-Richtlinien.

4.7 Profilbeton

Profilbeton sollte nur dort vorgesehen werden, wo Konstruktionsbeton nicht sinnvoll einzusetzen ist. Profilbeton, der flacher als 45° an den Konstruktionsbeton anschließt, sollte zur Wand hin einen vertikalen Fugenanschluss haben (Bild 13). Bei einem steil geneigten Profilbeton sollte unmittelbar vor dem Wandanschluss ein kurzer, flach geneigter Übergang vorgesehen werden, sodass ebenfalls ein vertikaler Fugenanschluss ausgebildet werden kann. Nach Aushärten des Profilbetons ist die Fuge dauerelastisch zu verschließen.

Die Beständigkeit des Profilbetons gegenüber aggressivem Abwasser muss gewährleistet sein. Durch die Einbaubedingungen ist es nicht möglich, bei Profilbeton die Festigkeitsklasse eines Konstruktionsbetons zu erreichen.

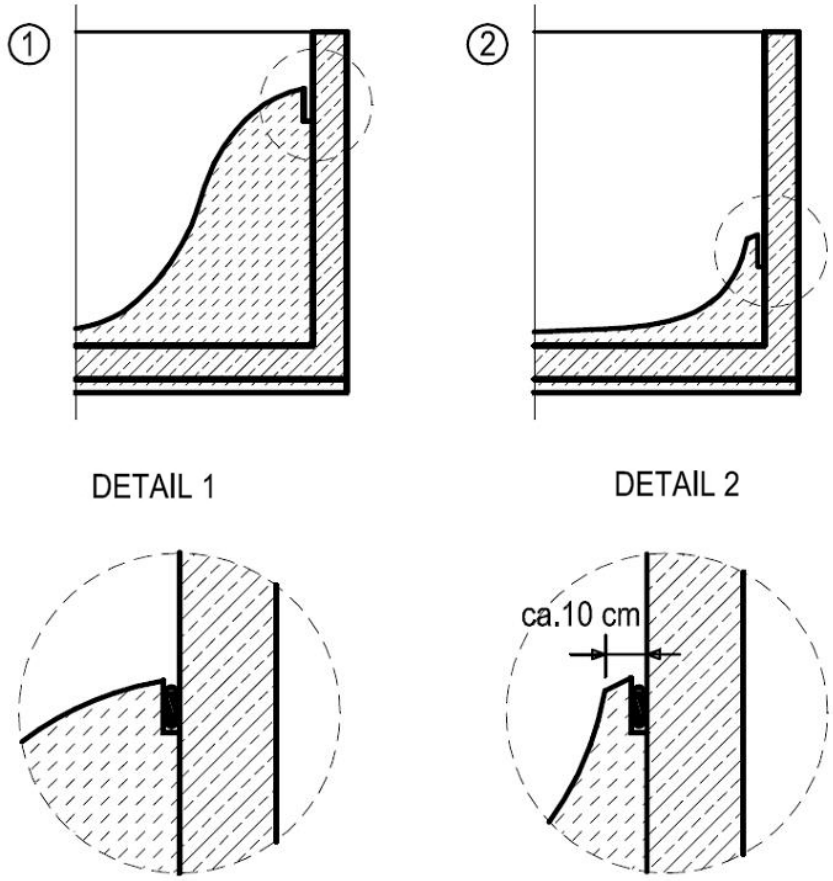


Bild 13: Beispiele für den Anschluss von Profilbeton an Wände

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

4.8 Prüfung der Dichtheit von Betonbecken

Grundsätzlich sind alle Leitungen und Regenbecken auf Dichtheit zu prüfen.

Die Prüfung der Dichtheit von Rohrleitungen und der zugehörigen Schächte ist in der DIN EN 1610 geregelt. Ergänzende Hinweise und weiterführende Ausführungen enthält das Arbeitsblatt DWA-A 139. Nach 13.1 sollte die Dichtheitsprüfung der Schächte als Wasserdruckprüfung durchgeführt werden. Hierbei darf nach entsprechender Vorbereitungszeit gemäß DIN EN 1610 während der Prüfzeit der zulässige Wasserzugabewert (0,20 l/m² benetzte Innenfläche der Schachtwand) nicht überschritten werden. Bei den Prüfungsanforderungen wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die genannten Wasserverlustwerte für Regenbecken, Pumpwerke und Sonderbauwerke nicht anwendbar sind (DWA-A 139, siehe 13.3.4), sondern dass für diese Bauwerke eine entsprechende Prüfvorgabe seitens des Planers objektbezogen erfolgen muss.

Die DIN EN 122551-1 „Kläranlagen – Teil 1: Allgemeine Baugrundsätze“ ist hier nur bedingt hilfreich; sie weist unter Abschnitt 5 – Prüfverfahren – lediglich darauf hin, dass Betonbauwerke mit Flüssigkeiten auf Dichtheit geprüft werden, indem die Bauwerke mit dieser Flüssigkeit oder mit Wasser gefüllt und vor der Verfüllung der Baugrube einer Sichtprüfung unterzogen werden. Leckagen werden entsprechend nationaler Praxis gemessen.

Konkrete und detaillierte Vorgaben enthalten dagegen die DIN EN 1508 und das DVGW-Arbeitsblatt W 300 zur Wasserdichtheitsprüfung der Wasserkammern von Trinkwasserbehältern. Grundsätzlich gilt für die statische Bearbeitung solcher Bauwerke als Voraussetzung einer wasserdichten Bauausführung, dass die Betonzugspannungen zu beschränken sind, eine Mindestdruckzonendicke einzuhalten und die Rissbreite zu beschränken ist.

Zur Dichtheitsprüfung müssen alle Wände und die Wasserkammerdecke frei von Erdanschüttungen sein. Die Prüfung der Dichtheit der Wände und der Behältersohle setzt ein langsames Füllen der Kammer bis zur Höhe des Überlaufs mit Wasser von Trinkwasserqualität über eine ausreichend lange Vorlaufzeit (größer ein Tag) zur Sättigung der Betoninnenflächen mit Wasser voraus sowie eine Standzeit des Wassers von bis zu 17 Tagen zur Selbstabdichtung von Rissen bis 0,2 mm Breite. Nach einer Standzeit von ca. 400 Stunden (17 Tage) ist dieses Selbstheilungsvermögen abgeschlossen.

Die eigentliche Wasserdichtheitsprüfung erfolgt in folgenden Schritten, die sämtlich zu protokollieren sind:

- Messen der Wasserspiegelhöhe gegenüber einem festen Punkt nach Ende der Wassersättigungsphase von 1 bis 2 Tagen,
- danach regelmäßige Sichtkontrolle der Wandaußenflächen der Wasserkammer zur Feststellung möglicher Leckagen und feuchter Stellen,
- gegebenenfalls Nachfüllen von Wasser zum Ende der Standzeit von maximal 17 Tagen; danach Beginn der Prüfperiode von 48 Stunden,
- Messen der Wasserspiegelhöhe am Anfang und Ende dieser Prüfperiode,
- Berechnen der Wasserverluste,
- Vervollständigen der Prüfprotokolle.

Die Dichtheitsprüfung gilt als bestanden, wenn:

- während der Prüfperiode kein sichtbarer Wasseraustritt nach außen feststellbar ist und keine bleibenden oder sich vergrößernden Durchfeuchtungen vorhanden sind,
- kein messbares Absinken des Wasserspiegels innerhalb der Prüfzeit von 48 Stunden vorliegt.

Sinngemäß ist die Dichtheit der Wasserkammerdecke durch eine temporäre Flutung oder eine kontinuierliche Beregnung der Gesamtfläche mit Wasser nachzuweisen, wobei an der Deckenunterseite keine Undichtheit vorliegen dürfen.

Die Prüfung der Dichtheit von Regenbecken, Pumpwerken und Sonderbauwerken orientiert sich an den Vorgaben des DVGW-Arbeitsblattes W 300, wobei bereits bei der Tragwerksplanung die Vorgaben der DIN EN 1992-1-1 (Eurocode 2) zur Einhaltung einer bestimmten Rissbreite im Rahmen der Gebrauchstauglichkeit zu beachten sind. Weiterhin sind die Vorgaben der DIN EN 206-1 hinsichtlich der Eigenschaften, Herstellung und Konformität des verwendeten Betons sowie der DIN EN 1992-1-1 (Eurocode 2) bezüglich einer Beschränkung der Rissbreite in Abhängigkeit von der Beanspruchung des Stahlbetonbauteils zu berücksichtigen. Außerdem ist bei der Tragwerksplanung dieser Bauwerke die Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie) des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) zu beachten. Sie legt in 8.5.2, Tabelle 2 die zulässige Rissbreite w (mm) von wasserundurchlässigen Betonbauwerken fest in Abhängigkeit vom Druckgefälle h_w/h_b, also von der Druckhöhe h_w (m) des Wassers im Bauwerk zur Bauteildicke h_b (m), wenn der Wasserdurchtritt durch Selbstheilung der Risse begrenzt werden soll.

Das Selbstdichten – auch mit Zusintern bezeichnet – von Rissen bis 0,2 mm Breite geschieht durch das Ausfällen von Calziumkarbonat aus hartem Wasser und beim Carbonatisieren des Betons. Dieser Vorgang setzt mit dem

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Füllvorgang des Betonbauwerks ein. und erfordert bis zu seinem Abschluss eine Zeitdauer von ca. 17 Tagen. Saures Wasser kann das Selbstabdichten einschränken oder verhindern und kann – wenn es kalklösend ist – die Leckrate sogar vergrößern. Daher wird empfohlen, vor Füllung des Regenbeckens das Füllwasser gegebenenfalls diesbezüglich zu analysieren (z. B. bei Verwendung von Grundwasser zur Füllung des Regenbeckens).

Die Dichtheitsprüfung von Betonbecken darf frühestens nach Erreichen der 28-Tage-Festigkeit (Druckfestigkeit des Betons) erfolgen. Erforderlichenfalls ist das Erreichen dieser Betonfestigkeit mittels Betonprallhammer (Schmidthammer) zu überprüfen. Die Dichtheitsprüfung sollte möglichst immer bei nicht verfülltem Arbeitsraum erfolgen.

Nach Wasserfüllung des Bauwerks – kein Abwasser zulässig – und einer Standzeit von 48 Stunden (2 Tagen) ist in regelmäßigen Zeitabständen eine visuelle Kontrolle der Außenwände auf Leckagen und Feuchtigkeitsflecken durchzuführen und zu dokumentieren. Besondere Aufmerksamkeit ist dabei dem Übergang von der Bodenplatte zur Wand, den Arbeits- und Dehnfugen, der Dichtheit von Spannlöchern, Rohrdurchführungen usw. zu widmen. Vorhandene Kiesnester sind sorgfältig zuzuspachteln; Ringraumdichtungen sind gegebenenfalls nachzuziehen. Die Breite vorhandener Risse ist mittels Messstreifen zu messen und die Einhaltung der zulässigen Rissbreite nach WU-Richtlinie zu überprüfen.

Spätestens nach Abschluss einer Standzeit von 17 Tagen muss das Regenbecken infolge des abgeschlossenen Selbstdichtungsvorgangs dicht sein. Ist dies der Fall, kann in der Regel auf den Nachweis eines Absinkens des Wasserspiegels verzichtet werden, zumal mit zunehmender Größe eines Regenbeckens diese Messung nur sehr schwer möglich und damit wenig aussagefähig ist.

Ist das Bauwerk nach 17 Tagen noch nicht dicht, gilt die Prüfung als nicht bestanden. Die erforderliche Dichtheit ist dann durch Verpressen mit geeignetem Injektionsmaterial oder durch sonstige geeignete Maßnahmen herbeizuführen. Anschließend ist erneut eine Dichtheitsprüfung durchzuführen.

Auf eine Dichtheitsprüfung der Bauwerksdecke von Betonbecken durch Einstau oder Beregnung kann – da es sich nicht um Trinkwasserbehälter handelt – in der Regel verzichtet werden.

Sofern zur Überwachung der Dichtheit eines Betonbeckens Kontrolldränagen verlegt wurden (z. B. in Wasserschutzgebieten), sind diese während der Dichtheitsprüfung zu kontrollieren.

4.9 Ausbildung von Überlaufschwellen

Feste Überlaufschwellen befinden sich an verschiedenen Stellen von Regenbecken. Dazu zählen die Überlaufschwellen am:

- Trennbauwerk (TB),
- Beckenüberlauf (BÜ),
- Klärüberlauf (KÜ),
- Notüberlauf (NÜ),
- Stauraumüberlauf (SÜ).

Dabei erfüllen sie in ihrer Funktion entweder die einer Begrenzung des Wasserstands oder der Beschickung eines Anlagenteils. Grundsätzlich sollten Überlaufschwellen mit freiem Überfall (vollkommener Überfall) betrieben werden. In Sonderfällen kann ein rückgestauter Überfall (unvollkommener Überfall) auftreten. Dies kann beispielsweise an der Trennbauwerksschwelle bei der Beschickung von Regenbecken im Nebenschluss auftreten.

Hinweise zur Bemessung bzw. zum Leistungsnachweis von Überlaufschwellen – insbesondere zur Berücksichtigung des Einflusses von Tauchwänden für den Schwimmstoffrückhalt – befinden sich im Arbeitsblatt DWA-A 111.

Die in Bild 14 aufgelisteten Formen von Überlaufschwellen beziehen sich auf feste Überlaufschwellen, die in der Regel in Betonbauweise errichtet werden. Beim Einsatz von Sonderformen (z. B. profiliertes Wehr) sind die Herstellerangaben zu beachten.

Die angegebenen Überfallbeiwerte dienen lediglich der hydraulischen Bemessung. Grundsätzlich sind im Hinblick auf einen hohen Überfallbeiwert rundkronige Wehre zu empfehlen.

Ausführungen zu Messungen an Überlaufschwellen enthält das Merkblatt DWA-M 181. Für die Messung der Entlastungsaktivität (Überlaufdauer und Überlaufhäufigkeit) sind alle in Bild 14 aufgeführten Formen geeignet, nicht aber für die Abschätzung des Entlastungsabflusses. Scharfkantige Wehre zur Abschätzung des Entlastungsabflusses erfordern konstruktive Maßnahmen zur Gewährleistung einer permanenten Hinterlüftung des Überfallstrahls. Da diese häufig nur bedingt wirken, werden abgerundete Wehrkronen oder Spezialprofile empfohlen.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

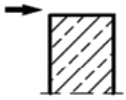
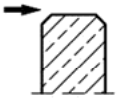
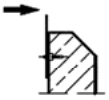
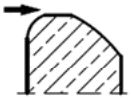
Bezeichnung	breitkroniges Wehr	breitkroniges abgefasstes Wehr	scharfkantiges Wehr	scharfkantiges Wehr	rundkroniges Wehr	profiliertes Wehr
Darstellung						
Eignung für Aktivitätsmessung	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Eignung für Volumenstrom-abschätzung	nein	bedingt	ungeeignet bei fehlender Hinterlüftung	ungeeignet bei fehlender Hinterlüftung	bedingt	optimal
Baukonstruktion	einfach	einfach	einfach	etwas aufwendiger	etwas aufwendiger	etwas aufwendiger
Überfallbeiwert zur hydraulischen Berechnung	0,49 - 0,51	0,50 - 0,55	0,62	0,62	0,75	0,75 - 0,85
geeignet für folgende Schwellen	TB	TB, NÜ	BÜ, KÜ, NÜ, SÜ	BÜ, KÜ, NÜ, SÜ	TB, BÜ, KÜ, NÜ, SÜ	BÜ, KÜ, NÜ, SÜ

Bild 14: Ausbildung von ungedrosselten Überlaufschwellen

In Betonbauweise hergestellte Schwellen können in der Höhenlage unvermeidbare Ungenauigkeiten von mehreren Millimetern aufweisen. Sie eignen sich daher für die Messung der Entlastungsaktivität, aber nur bedingt für Wehre, an denen der Entlastungsabfluss durch Messung der Überfallhöhe abgeschätzt werden soll.

Auch bei idealer Schwellenform sind jedoch eine gleichmäßige Anströmung sowie eine hochgenaue Höhenstandsmessung Voraussetzung für eine Abflussermittlung.

4.10 Ausbildung von Auslaufschlitzen für Klärüberläufe

Klärüberläufe sind in der Regel gedrosselt, damit der Sollwert des kritischen Mischwasserabflusses auch bei großen Überfallhöhen am Beckenüberlauf eingehalten werden kann. Sie werden in der Regel als gleichmäßig verteilte horizontale Auslaufschlitze über die gesamte Breite der Sedimentationskammer in der ablaufseitigen Stirnwand angeordnet. Klärüberlaufe, die als gedrosselte Auslaufschlitze ausgebildet werden, haben eine höhere Trennschärfe als Klärüberlaufe mit den in 4.9 vorgestellten ungedrosselten Wehrschwellenformen.

Werden Auslaufschlitze als in Fließrichtung schräg aufsteigende Wandöffnung ausgeführt, kann auf eine Tauchwand verzichtet werden (Bild 15). Ablaufseitig angeordnete, verstellbare Edelstahlbleche ermöglichen eine exakte Justierung von Schlitzunterkante und Schlitzhöhe *e*.

Darüber hinaus haben sich auf dem Markt befindliche selbstregulierende Auslaufschlitze in der Praxis bewährt.

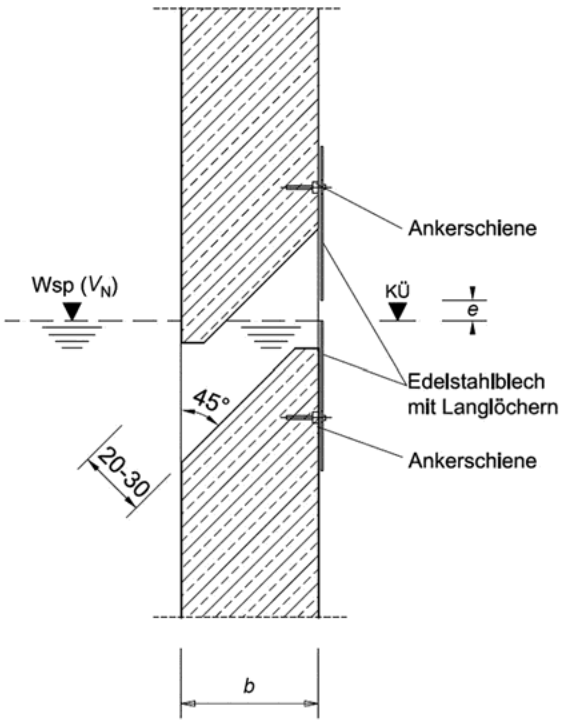


Bild 15: Gedrosselter Auslaufschlitz mit Tauchwandwirkung (Längenangaben in cm)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

4.11 Erdung und Blitzschutz

Erdungsanlagen sind gemäß DIN 18014 zu errichten. Sie sind erforderlich, wenn in Bauwerken elektrische Anlagen (Licht, Steckdosen, Messeinrichtungen, Pumpen, Antriebe etc.) eingebaut werden.

Zudem sind Erdungsanlagen vorzusehen, wenn in den Bauwerken Explosionsgefahr besteht und dort große metallische Einbauten (Einstiegsleitern, Tauchwände, Schieber etc.) auch ohne elektrische Anschlüsse installiert werden. Damit keine Potenzialdifferenzen (Aufladungen) entstehen können, sind die metallischen Einbauten an eine Erdungsanlage anzuschließen.

Für Steigeisen oder kunststoffummantelte Bügel ist keine Erdungsanlage erforderlich.

Fundamenterder und Ringerder stellen zwei unterschiedliche Ausführungsarten einer Erdungsanlage dar. Je nach Anforderung sind sie einzeln oder in Kombination für ein Bauwerk anzuordnen. Generell sind Erdungs- und Blitzschutzanlagen – bezogen auf das jeweilige Bauwerk – zu dimensionieren.

Fundamenterder werden in Abständen von max. 2,0 m mittels Klemmen mit der Armierung verbunden. Als Werkstoff kommt verzinktes Stahlband oder verzinkter Rundstahl zur Anwendung.

Ringerder werden bei Kombination mit Fundamenterdern mit diesen verbunden. Als Werkstoff für den Ringerder und für Anschlussfahnen mit Erdberührung ist Edelstahl (Werkstoff-Nr. 1.4571) zu verwenden.

Sind bei einer Baumaßnahme mehrere räumlich getrennte Bauwerke mit technischer Ausrüstung geplant, so sind die Erdungsanlagen dieser Bauwerke entsprechend zu verbinden.

Bei Bauwerken im Abwasserbereich aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) ist eine Erdungsanlage, kombiniert aus Fundament- und Ringerder, zu errichten, weil durch den WU-Beton kein ausreichender Kontakt zwischen Fundamenterder und umgebendem Erdreich gegeben ist (Bild 16).

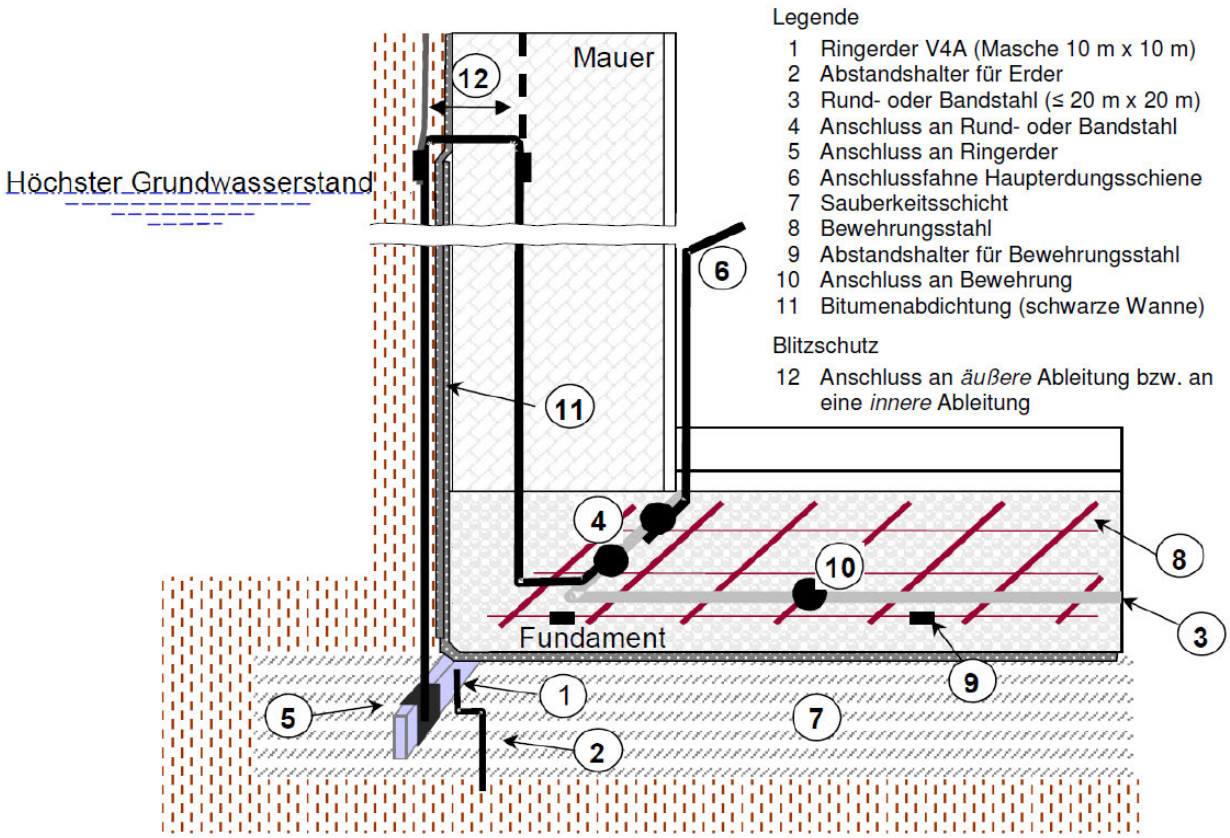


Bild 16: Beispiel für die Anordnung eines Ringerders bei einer Wanne aus undurchlässigem Beton
(Quelle: DEHN + SÖHNE GmbH + Co. KG, modifiziert)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Für Erdungsanlagen können gegebenenfalls auch als Ersatz für den Ringerder andere Bauteile ohne WU-Beton (z. B. die Armierung einer Bohrpfahlwand, metallene Spundwände etc.) genutzt werden.

Blitzschutzanlagen sind bei oberirdischen Gebäuden immer dann erforderlich, wenn sie aufgrund deren Installation und/oder deren besonderen Anforderungen nach den entsprechenden Normen und Richtlinien verlangt werden. Bei abwassertechnischen Anlagen sind Blitzschutzanlagen aus Gründen des Explosionsschutzes immer erforderlich. Dazu gehören auch frei stehende Schalt- und Steuerschränke, bei denen gegebenenfalls auch versicherungstechnische Vorgaben zu berücksichtigen sind.

Die Ausführung und Prüfung der Erdungs- und gegebenenfalls Blitzschutzanlage ist durch eine Elektrofachkraft bzw. durch eine Blitzschutzfachkraft oder unter Aufsicht derselben durchzuführen.

Für Erdungs- und Blitzschutzanlagen ist von der ausführenden Firma gemäß DIN 18014, Abschnitt 7 vor dem Einbringen des Betons eine Dokumentation zu erstellen.

Weitere Hinweise enthält das Merkblatt DWA-M 261 „Überspannungsschutz auf Anlagen zur Abwasserbehandlung“.

Bei neuen Bauwerken kann für die Ausführung von Erdungsanlagen die Entscheidungsmatrix der Tabelle 1 angewandt werden.

Tabelle 1 ist nur eine Entscheidungshilfe, die den Konstrukteur der Erdungsanlage nicht von einer detaillierten Planung aufgrund weitere örtlicher Randbedingungen befreit.

Tabelle 1: Entscheidungsmatrix für die Ausführung von Erdungsanlagen bei neuen Bauwerken

	Aufbau Bauwerksfundament ohne geschlossene Wanne (ohne weiße oder schwarze Wanne und ohne komplette Perimeterdämmung)	**Aufbau Bauwerksfundament mit geschlossener Wanne** (mit weißer oder schwarzer Wanne und mit kompletter Perimeterdämmung)
Realisierung eines Potenzialausgleichs (bei Bauwerken ohne Hochbauteil und damit ohne Blitzschutzanlage)	Erder in Bodenplatte (Fundamenterder) mit Maschenweite von max. 20 m × 20 m (z. B. bei einer sich nicht im Grundwasser befindlichen ebenerdigen Pumpstation)	(Erdfühliger) Ringerder in Sauberkeitsschicht oder Erdreich mit Maschenweite von max. 20 m × 20 m (z. B. bei Belebungs-, Nachklär- oder Regenüberlaufbecken)
Realisierung eines Potenzialausgleichs und einer Blitzschutzanlage (bei Bauwerken mit Hochbauteil)	Erder in Bodenplatte (Fundamenterder) mit Maschenweite von max. 20 m × 20 m (z. B. bei einem sich nicht im Grundwasser befindlichen Betriebsgebäude)	(Erdfühliger) Ringerder in Sauberkeitsschicht oder Erdreich mit Maschenweite von max. 10 m × 10 m und Erder in Bodenplatte (Fundamenterder) mit Maschenweite von max. 20 m × 20 m einschließlich Verbindung untereinander (z. B. bei einem sich im Grundwasser befindlichen Betriebsgebäude) ANMERKUNG: Auch vorbereitend so auszuführen, wenn eine Blitzschutzanlage nicht sofort sondern erst viel später errichtet wird!

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

5 Bautechnische und konstruktive Details von Regenbecken als Erdbecken

5.1 Allgemeines zu Regenbecken als Erdbecken in der Siedlungsentwässerung

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf Regenbecken als Erdbecken in der Siedlungsentwässerung, also auf Retentionsbodenfilterbecken, Regenklärbecken und Regenrückhaltebecken. Bei letzteren handelt es sich somit nicht um Hochwasserrückhaltebecken im Sinne der DIN 19700, sondern um Rückhalteanlagen in der Siedlungsentwässerung, die angeordnet werden, wenn bei der Einleitung eine hydraulische Überlastung des Fließgewässers und hydromorphologische Veränderungen durch übermäßige Erosionserscheinungen an der Gewässersohle vermieden werden sollen.

Erdbecken bestehen aus folgenden baulichen Hauptkomponenten:

- Einlauf- und Verteilungsbauwerk oder Zulaufbauwerk,
- Speicher- und/oder Sedimentationskammer,
- Drosselbauwerk,
- Überlauf.

Erdbecken sind kostengünstiger als Massivbecken. Bei ihrer Planung und Ausführung sollten die nachstehenden Abschnitte besonders beachtet werden.

5.2 Gedichtete Erdbecken

5.2.1 Dichtungssysteme

Die Abdichtung von Erdbecken dient der Gewährleistung des Grundwasser- und Bodenschutzes und verhindert das Eindringen von Grundwasser. Bei Retentionsbodenfilterbecken ermöglicht die Abdichtung eine Drosselung des Filterablaufs und einen temporären Einstau des Filterkörpers während der Etablierungsphase des Bewuchses.

Das Merkblatt DWA-M 512-1 „Dichtungssysteme im Wasserbau – Teil 1: Erdbauwerke“, behandelt ausführlich die unterschiedlichen Dichtungssysteme im Wasserbau und unterscheidet dabei zwischen Oberflächenabdichtungen für Erdbauwerke und innen liegenden Abdichtungen/Untergrunddichtungen. Das Merkblatt behandelt für die unterschiedlichen Dichtungssysteme u. a. jeweils Einsatzbereich, Technik/Einbauverfahren, Dimensionierung und konstruktive Ausbildung und beschreibt verschiedene Anwendungsbeispiele aus dem Wasserbau. Die Ausführungen des Merkblattes DWA-M 512-1 werden nachfolgend um spezielle Hinweise für die Abdichtung von Erdbecken in der Siedlungsentwässerung ergänzt.

Zur Abdichtung von Erdbecken in der Siedlungsentwässerung werden üblicherweise nur folgende Dichtungssysteme eingesetzt:

- mineralische Abdichtungen (bindige Böden und Bodengemische) – siehe 5.2.3.1,
- geosynthetische Tondichtungsbahnen (Bentonitmatten) – siehe 5.2.3.2,
- Kunststoffdichtungsbahnen – siehe 5.2.3.3.

5.2.2 Allgemeines zur Planung von Dichtungssystemen

Die technischen Anforderungen an eine Abdichtung erfordern nach DIN 18130-1 einen Durchlässigkeitsbeiwert dauerhaft bei $k_f \leq 10^{-8}$ m/s; das Dichtungssystem darf beim Einbau keine Beschädigungen erfahren und darf im Böschungsbereich nicht abrutschen.

Im Vorfeld der Planung ist bereits durch ein Boden- und Baugrundgutachten zu überprüfen, ob das am Standort des Regenbeckens anstehende örtliche Bodenmaterial hinsichtlich seines Durchlässigkeitsbeiwerts zur Verwendung als Abdichtung im eingebauten Zustand geeignet ist oder nach technischer Aufbereitung diese Eignung aufweist. Unter Berücksichtigung dieses Bodengutachtens und der vorgesehenen Böschungsneigung hat der Planer die Art der Abdichtung festzulegen und die diesbezüglichen Konstruktions- und Ausführungsdetails (z. B. Bauwerksanschlüsse, Innen- und Außeneckanbindungen, Einbindegräben für geosynthetische und Kunststoffdichtungsbahnen, Rohr- und Kabeldurchdringungen usw.) zu erstellen. Boden- und Baugrundgutachten und die Konstruktions- und Ausführungsdetails müssen Bestandteil der Ausschreibungsunterlagen sein. Alternative Dichtungssysteme können als Nebenangebote gewertet werden, wenn mit dem Angebot die erforderlichen Nachweise für die Gleichwertigkeit erbracht und Regelzeichnungen für die Ausführungsdetails vorgelegt werden.

Bei großen Anlagen und bei wasserwirtschaftlich empfindlichen Standorten ist vorzusehen und in der Ausschreibung darauf hinzuweisen, dass die Arbeiten am Dichtungssystem durch eine vom Bauherrn beauftragte anerkannte Fremdüberwachungsstelle überprüft werden. Die Fremdüberwachungsstelle (z. B. eine Technische Überwachungsorganisation oder ein qualifizierter

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Sachverständiger) muss ihre Qualifikation als Inspektionsstelle Typ A/B nach DIN EN ISO/IEC 17020 für diesen Fachbereich durch einen gültigen Akkreditierungsnachweis belegen.

Alle geosynthetischen Tondichtungsbahnen und alle Kunststoffdichtungsbahnen müssen ober- und unterseitig gegen Beschädigung geschützt werden.

Bei als Erdbecken ausgebildeten Regenbecken wird in der Regel als Dichtungsschutzschicht mineralisches Material (Kies/Sand) mit einer Mindestdicke von 0,30 m, bei Kunststoffdichtungsbahnen von 0,15 m verwendet. Zusätzlich sind für die geplante Bepflanzung oder für den Bewuchs infolge natürlicher Sukzession ausreichende Wurzelräume aus Oberboden vorzusehen.

Regenklärbecken und Regenrückhalteanlagen können als Regenbecken mit oder ohne Dauerstau erstellt werden. Die örtlichen Grundwasser- und Baugrundverhältnisse sowie das Gefährdungspotenzial des dem Regenbecken zufließenden Abwassers (in der Regel behandeltes oder nicht behandlungsbedürftiges Abwasser) bestimmen die Art der Abdichtung. Die Mindestdicke der Wurzelraumschicht (Oberboden) hängt von der Art der Pflanzen ab und beträgt bei:

- Rasen 0,10 m,
- Stauden, Binsen, Sumpflilien u. Ä. 0,30 m,
- Schilf 0,40 m.

Als Erdbecken ausgebildete Retentionsbodenfilterbecken, Regenklärbecken sowie Regenrückhaltebecken mit Dauerstau müssen immer abgedichtet werden.

5.2.3 Spezielles zur Planung von Dichtungssystemen

5.2.3.1 Mineralische Abdichtungen (bindige Böden und Bodengemische)

In der Regel eignen sich alle natürlichen oder technisch aufbereiteten Böden, deren Durchlässigkeitsbeiwert nach DIN 18130-1 im eingebauten Zustand $k_f \leq 10^{-8}$ m/s ist, zur Verwendung als mineralische Abdichtung.

Der Einbau mineralischer Böden und Bodengemische ist sehr problematisch, weil die Konsistenz des Bodenmaterials stark witterungsabhängig ist. Bei zu trockenen Witterungsverhältnissen entstehen in den verdichteten Einbaulagen häufig Risse; bei feuchter Witterung ist kein Einbau möglich. Nach dem Merkblatt DWA-M 512-1 sollte aus arbeitstechnischen Gründen die Mindestdicke der bindigen Abdichtung bei einlagigem Einbau 0,20 m betragen. Bei mehrlagigem Aufbau sollte die Einzellage mindestens 0,15 m stark sein. Im Bereich der Bauwerksanschlüsse wird die Mächtigkeit der Dichtungslage keilförmig erhöht, um eine größere Kontaktfläche zum Bauwerk herbeizuführen. Bauwerksanschlüsse sind dennoch problematisch, da gerätebedingt direkt am Bauwerk nicht immer eine ausreichende Verdichtung (z. B. in Eckbereichen) möglich ist. Außerdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass infolge thermischer Längenänderung des Bauwerks eine Fuge zur mineralischen Abdichtung entsteht. Über der mineralischen Abdichtung ist eine in der Regel 0,30 m starke Dichtungsschutzschicht aufzubringen. Auf der Dichtungsschutzschicht wird im trocken fallenden Bereich des Regenbeckens für den Bewuchs ein Oberboden aufgebracht.

Der Einsatz dieser Dichtungsart bei Erdbecken setzt voraus, dass der Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels immer unterhalb der Beckensohle liegt. Die Einhaltung des geforderten Durchlässigkeitsbeiwerts von mineralischen Abdichtungen ist unmittelbar nach dem Einbau (gegebenenfalls durch eine geotechnische Fremdüberwachungsstelle) nachzuweisen. Unabhängig hiervon ist in der Regel zusätzlich ein Nachweis der Dichtheit des Regenbeckens in Form einer Dichtheitsprüfung nach 5.2.5.1 und 5.2.5.2 erforderlich. Entsprechende Vorgaben sind in den Ausschreibungsunterlagen festzulegen.

Für Retentionsbodenfilterbecken mit deren hoher Anforderung an die Dichtheit sind mineralische Abdichtungen wenig geeignet, weil derartig abgedichtete Regenbecken im Betrieb, infolge von Durchwurzelungen durch Tiergänge und durch Fugenbildung, an den Bauwerksanschlüssen undicht werden können.

5.2.3.2 Geosynthetische Tondichtungsbahnen (Bentonitmatten)

Geosynthetische Tondichtungsbahnen (GTB) müssen nach den „Grundsätzen für die Eignungsbeurteilung von geosynthetischen Tondichtungsbahnen (Bentonitmattengrundsätze)“ der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall Adhoc-Arbeitsgruppe (LAGA Ad-hoc-AG) „Deponietechnische Vollzugsfragen“ eine herstellerbezogene gültige Eignungsbeurteilung dieser Arbeitsgruppe aufweisen.

Bei Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Einbau von geosynthetischen Tondichtungsbahnen sind die in der jeweiligen Eignungsbeurteilung festgelegten Kennwerte und Maßnahmen einzuhalten. Bei einlagigem Einbau darf die Flächenmasse von 4.000 g/m² nach DIN EN 14196 nicht unterschritten werden. Die Konformität der gelieferten Produkte mit der gültigen Eignungsbeurteilung ist durch eine fortlaufende Kennzeichnung nach DIN EN ISO 10320 und eine CE-Zertifikation nach DIN EN 13492 in einem Abnahmeprüfzeugnis gemäß DIN EN 10204 zu dokumentieren.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Beim Einbau dürfen nur absolut trockene, nicht gequollene geosynthetische Tondichtungsbahnen auf dem trockenen und entsprechend den Angaben des Herstellers und der Eignungsbeurteilung ertüchtigten Planum verlegt werden. Unmittelbar nach dem Verlegen der geosynthetischen Tondichtungsbahnen sind diese mindestens 0,30 m dick durch die plangemäße Mineralstoffschicht (Dichtungsschutzschicht) zu überdecken. Deshalb müssen im Regelfall die Bentonitmatten abschnittsweise eingebaut und sofort deren endgültige Überdeckung hergestellt werden.

Auf der Dichtungsschutzschicht wird im trocken fallenden Bereich des Regenbeckens für den Bewuchs ein Oberboden aufgebracht. In diesem Bereich kann es bei längeren Trockenzeiten auch zu einer Austrocknung der Tondichtungsbahn und dadurch zu einer vorübergehenden Wasserdurchlässigkeit der Abdichtung kommen. Diesen Vorgang kann man vermeiden, beispielsweise durch eine Überdeckung der Tondichtungsbahn $\geq$ 0,60 m.

Für den Einbau in Böschungen oder geneigten Sohlenflächen ist die Standsicherheit sowohl der geosynthetischen Tondichtungsbahnen (innere Standsicherheit) als auch der angrenzenden Schichten (äußere Standsicherheit) nach der Empfehlung 7 der Gruppe 2 der Arbeitsgemeinschaft Geotechnik der Deponien und Altlasten (GDA E 2-7) in der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), für den Bau- und Betriebszustand nachzuweisen. Die Scherfestigkeiten sind im Bedarfsfall nach DIN EN ISO 25619-1 bzw. nach den Empfehlungen GDA E 3-8 nach den LAGA-„Bentonitmattengrundsätzen“ projektbezogen nachzuweisen. Bentonitmatten dürfen keiner Zugbelastung ausgesetzt werden; die Ableitung der Kräfte erfolgt ausschließlich über Reibung. An der Böschungsoberkante sind die Bahnenden in Einbindegräben gemäß den Ausführungen in 5.2.4.1 zu verwahren.

Überlappungen, Bauwerksanschlüsse und Rohrdurchdringungen haben nach den Festlegungen der jeweiligen herstellerbezogenen Eignungsbeurteilung zu erfolgen. Beispiele für die beim Einbau von geosynthetischen Tondichtungsbahnen produktspezifisch vorgegebenen und einzuhaltenden Überlappungen beim Verlegen der Dichtungsbahnen sind in den Bildern 17 und 18 dargestellt.

Bauwerksanschlüsse werden in 5.2.4.3 behandelt; Rohrdurchdringungen in 5.2.4.5. Die Prüfung der Dichtheit von geosynthetischen Tondichtungsbahnen erfolgt nach den Ausführungen gemäß 5.2.5.1 und 5.2.5.2.

Der Transport, die Lagerung und der Einbau von geosynthetischen Tondichtungsbahnen haben durch geschulte Mitarbeiter eines Fachbetriebs zu erfolgen. Die personenbezogene fachtechnische Unterweisung der Mitarbeiter über den Inhalt und die Anforderungen der jeweiligen herstellerbezogenen Eignungsbeurteilung ist vom Fachbetrieb zu dokumentieren. Eine diesbezügliche Zertifikation kann auch durch eine relevante Gütegemeinschaft eines Fachverbands erfolgen. Aufgrund der Komplexizität der geosynthetischen Tondichtungsmaßnahmen sind sowohl an die ausführenden Firmen als auch an die Überwachung der Ausführung (Fachbauleitung) besondere Anforderungen zu stellen; dieses ist bereits in den Ausschreibungsunterlagen mit vorzugeben.

Wegen der hohen Anforderung an die Beständigkeit der Dichtheit von Retentionsbodenfilterbecken ist eine Abdichtung mit geosynthetischen Tondichtungsbahnen nur bedingt geeignet. Dies wird begründet mit der Gefahr von Durchwurzelungen und der Wahrscheinlichkeit von die Abdichtung durchdringenden Tiergängen. Aus Umweltschutzgründen ist der Einsatz von geosynthetischen Tondichtungsbahnen mit Kupfereinlagen als Durchwurzelungsschutz grundsätzlich abzulehnen.

Zur Verhinderung ihrer Durchwurzelung werden seit einigen Jahren PE-beschichtete geosynthetische Tondichtungsbahnen angeboten. Die 0,2 mm bis 0,5 mm starke PE-Beschichtung ist mattenoberseitig auf den Bentonitmatten aufgebracht und dort entweder thermisch mit dem Mattengewebe verbunden oder mit diesem kaschiert oder auch vernadelt. Alternativ kann auch eine dünne PE-Folie in die Matte eingearbeitet sein. Um auch einen Wurzeleinwuchs durch die Überlappungsstöße der Matten zu verhindern, werden die Überlappungsstöße zusätzlich mit einem Dichtungsklebestreifen (z. B. selbstklebender Aluminium-Bitumenstreifen) verschlossen. Zur Wurzelfestigkeit dieser Matten sind bisher jedoch noch keine ausreichenden Erfahrungen bekannt.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

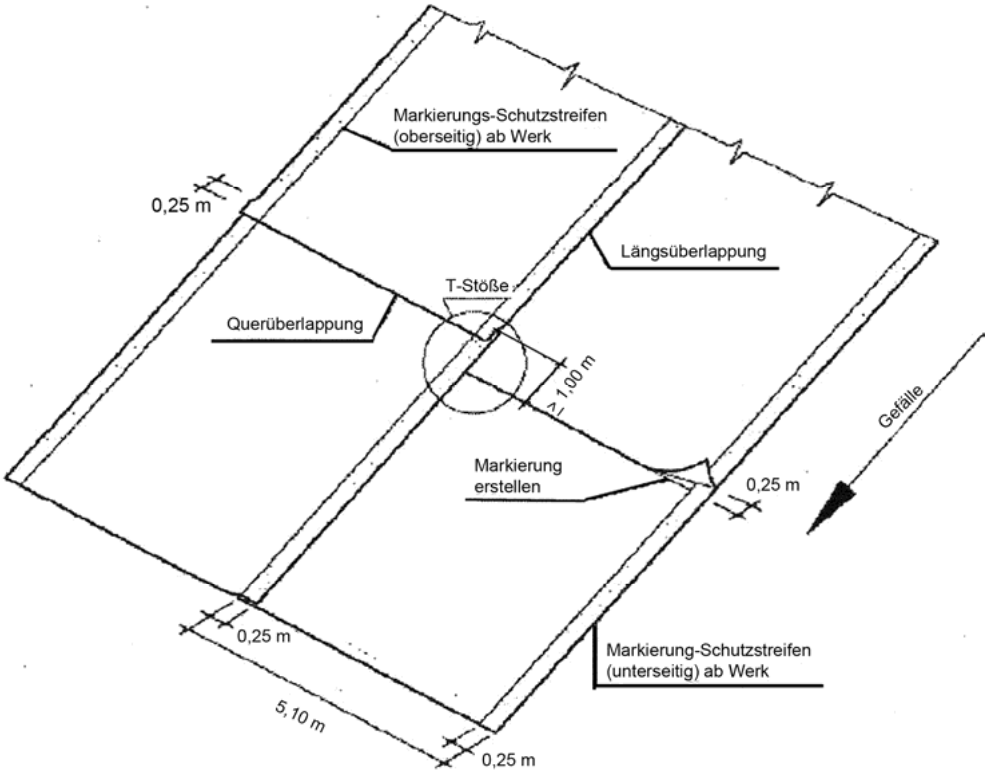


Bild 17: Beispiel für die Ausbildung der Überlappungen beim Einbau von geosynthetischen Tondichtungsbahnen (Quelle: HUESKER Synthetic GmbH, modifiziert)

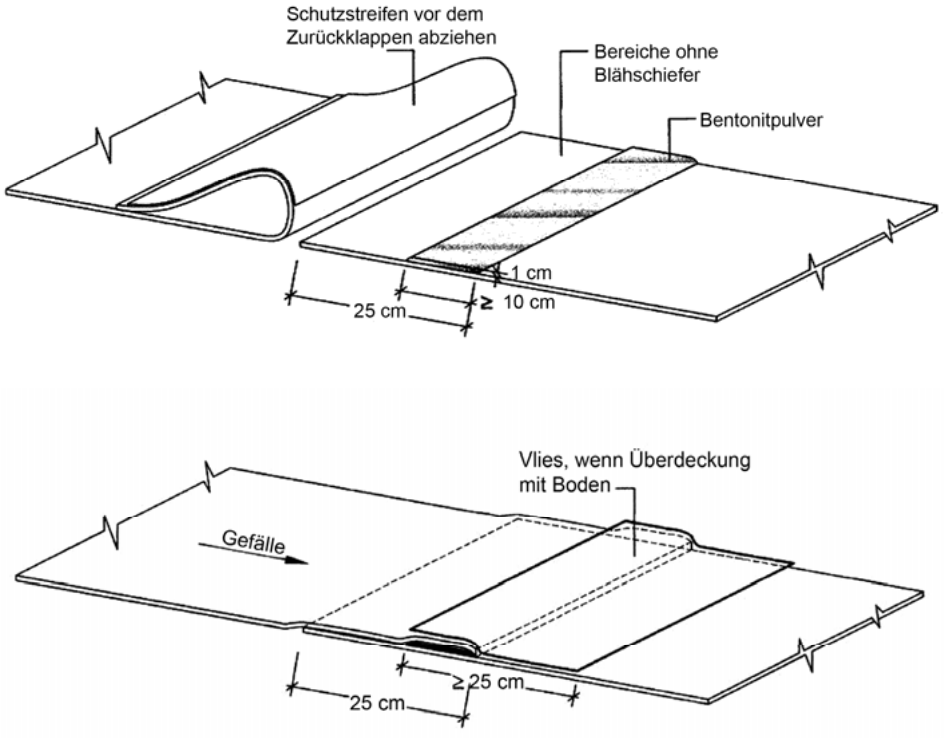


Bild 18: Beispiel für die Überlappung von zwei geosynthetischen Tondichtungsbahnen (Quelle: HUESKER Synthetic GmbH)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

5.2.3.3 Kunststoffdichtungsbahnen

Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) für Erdbecken in der Siedlungsentwässerung werden in der Regel aus Polyethylen nach DIN EN ISO 1872 mit glatter oder strukturierter Oberfläche hergestellt. Ihre Mindest-Nenndicke beträgt $d \geq 2{,}0$ mm. Die Dichtungsbahn muss beidseitig geschützt sein. Die Schutzwirksamkeit ist von der KDB-Verträglichkeit des Materials (Bodengutachter, Herstellerangaben) unter und über der Dichtungsbahn abhängig. Wenn eine technische Schutzmaßnahme ergriffen werden muss, wird je nach Verfügbarkeit im Einzelfall festgelegt, ob die Kunststoffdichtungsbahn mit mineralischem Material, das in der Regel im Körnungsbereich 0 mm bis 8 mm liegt oder durch eine Geotextil-Vliesstofflage nach DIN EN 13254 aus Polypropylen-(PP)- oder Polyethylen(PE)-Fasermaterial zu schützen ist. Die Vliesstofflage sollte in Abhängigkeit der Auflast und der Bodenkörnung ein Mindestflächengewicht von 400 g/m² bis 800 g/m² aufweisen. Darüber ist eine Dichtungsschutzschicht von ≥ 0,15 m (Bild 20) aufzubringen. Auf der Dichtungsschutzschicht wird im trocken fallenden Bereich des Regenbeckens für den Bewuchs ein Oberboden aufgebracht.

Zur Vermeidung von Böschungsrutschungen können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein (z. B. Einsatz von Geogitterlagen).

Der statische Nachweis der Gleitsicherheit des Dichtungssystems einschließlich sämtlicher Einzelelemente ist – unabhängig von den Vorgaben der Planung – nochmals durch den Auftragnehmer vor der Ausführung zu erbringen. Der Ansatz der Reibungs- und Adhäsionsparameter ist durch Ergebnisse geeigneter Scherversuche nach DIN EN ISO 12957-1 nachzuweisen. Zusätzlich sind die Scherparameter aller gegen das Dichtungssystem anstehenden Böden zu berücksichtigen. Diese können einem bodenmechanisch-geotechnischen Gutachten entnommen werden, welches zwingend den Ausschreibungsunterlagen beizufügen ist. Weiterhin ist die Lieferqualität durch eine CE-Zertifikation nach DIN EN 13492 bzw. DIN EN 13493 und durch ein Abnahmeprüfzeugnis gemäß DIN EN 10204 zu dokumentieren.

Für die Qualität der Dichtungsbahnen ist im Leistungsverzeichnis der Ausschreibung zu fordern, dass für sie eine gültige allgemeine bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) in Berlin vorliegt.

Des Weiteren ist zu verlangen, dass die Verlege- und Schweißarbeiten nur durch einen hierfür qualifizierten Fachbetrieb nach der bundesrechtlichen Verordnung „Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)“ durchgeführt werden.

Ferner ist zu verlangen, dass die Verlege-, Schweiß- und Prüfarbeiten nach der Richtlinie DVS 2225-4 des Deutschen Verbands für Schweißen und verwandte Verfahren (DVS) auszuführen sind und dass der ausführende Fachbetrieb als „Verlegefachbetrieb“ im Sinne dieser DVS-Richtlinie seine Qualifikation durch ein gültiges Zertifikat einer Güteüberwachungsgemeinschaft eines relevanten Fachverbands nachweist. Alternativ kann der ausführende Verlegefachbetrieb seine Qualifikation auch durch ein gültiges Zertifikat nach der Richtlinie „Einbau-Fachbetrieb“ der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) nachweisen.

Kunststoffdichtungsbahnen müssen spannungs- und faltenfrei auf dem zum Einbau vorbereiteten Planum verlegt und verschweißt werden. Hierbei ist die Verlegeanleitung des Herstellers zu beachten. Das Verschweißen von zwei Kunststoffdichtungsbahnen ist als Überlappungsnaht entweder mit Prüfkanal oder mit Auftragsnaht auszuführen. Die Einbausituation und die Schweißnähte sind im Zuge der Eigenüberwachung und zusätzlich durch eine zertifizierte Fremdüberwachung zu prüfen. Hinweise zur Qualifikation der Fremdüberwachung sind 5.2.2 zu entnehmen.

Für die konstruktiven Details wie die Ausbildung des Einbindegrabens an der Böschungsoberkante (siehe 5.2.4.1), der Bahnanschluss am Böschungsfuß (siehe 5.2.4.2) oder die Ausführung von Bauwerksanschlüssen (siehe 5.2.4.3) und Rohrdurchdringungen (siehe 5.2.4.5) hat der Arbeitskreis Grundwasserschutz (AK GWS, Berlin), verbindliche Empfehlungen herausgegeben.

Ein Beispiel für die Überlappung von zwei Kunststoffdichtungsbahnen mit Darstellung der unterschiedlichen Schweißnahtausbildung entsprechend DVS-Richtlinie 2225-4 bzw. entsprechend den Empfehlungen des AK GWS ist in Bild 19 wiedergegeben.

Die Prüfung der Dichtheit von Kunststoffdichtungsbahnen erfolgt nach den Ausführungen gemäß 5.2.5.1 und 5.2.5.3.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

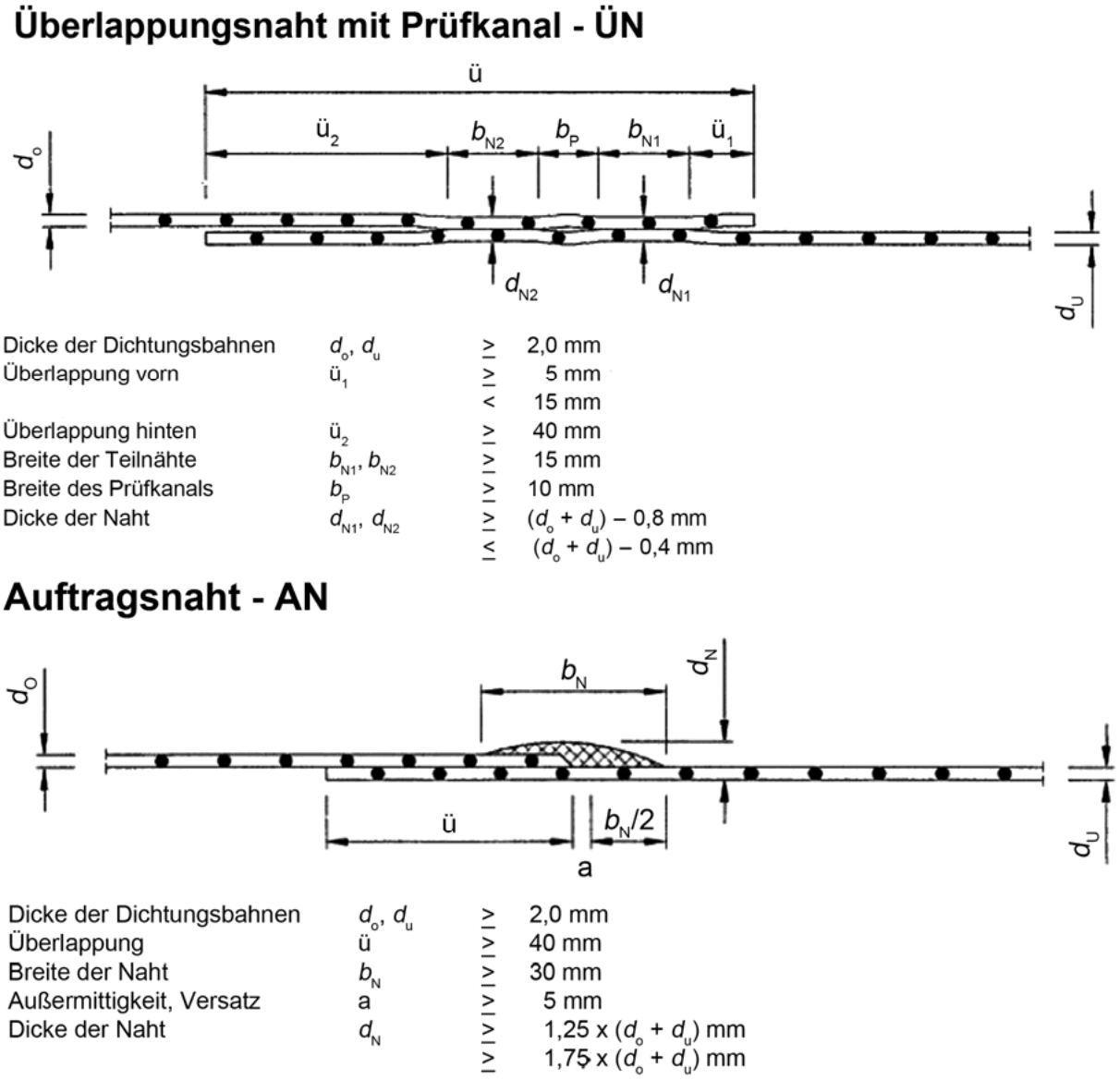


Bild 19: Beispiel für die Überlappungsnähte von zwei Kunststoffdichtungsbahnen (Quelle: AK GWS, modifiziert)

5.2.4 Konstruktive Hinweise für den Einsatz von Dichtungssystemen

5.2.4.1 Einbindegräben

Um eine Hinterläufigkeit des Dichtungssystems am Böschungskopf zu verhindern, sind die Bahnenden sowohl von geosynthetischen Tondichtungsbahnen als auch von Kunststoffdichtungsbahnen in Einbindegräben zu sichern. Die Einbindegräben dienen dabei ausschließlich zur Verwahrung der Bahnen und nicht – wie z. B. bei Geogittern – zur Verankerung, weshalb die Dichtungsbahnen nicht auf der Grabensohle verlegt und auf keinen Fall auf der Rückseite des Einbindegrabens hochgezogen werden dürfen. Die Einbindemaßnahmen dürfen somit keinesfalls als Lastabtragung benutzt werden. Im „Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungsbescheid“ werden herstellerseitige Ausführungsempfehlungen auch für die Einbindemaßnahmen vorgegeben; diese sind einzuhalten.

In Bild 20 ist beispielhaft die Verwahrung einer Kunststoffdichtungsbahn in einem Einbindegraben entsprechend den Empfehlungen des AK GWS dargestellt. Über dem Planum von Einbindegraben und Böschung befindet sich eine Geotextil-Vliesstofflage zum Schutz der Kunststoffdichtungsbahn.

Die Verwahrung von geosynthetischen Tondichtungsbahnen erfolgt in einem sinngemäß ausgebildeten Einbindegraben unter Berücksichtigung einer Dichtungsschutzschicht von mindestens 0,30 m (siehe 5.2.3.2).

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

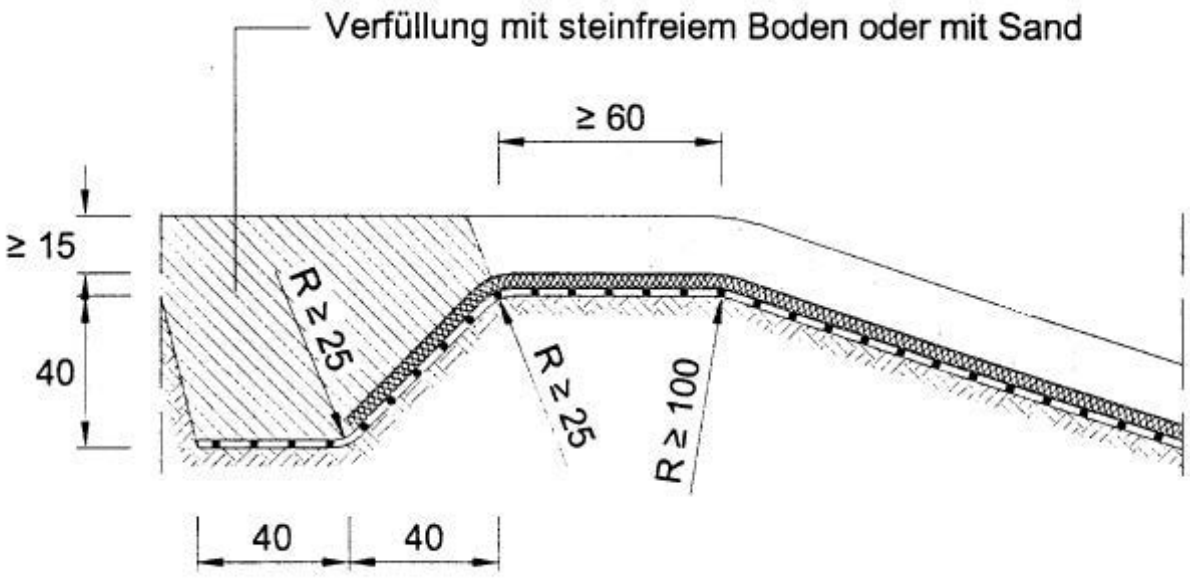


Bild 20: Empfehlung für die Verwahrung einer Kunststoffdichtungsbahn in einem Einbindegraben; Oberboden nicht dargestellt, alle Maße und Biegeradien in cm (Quelle: AK GWS)

In der Empfehlung nach Bild 20 wird die Tiefe des Einbindegrabens mit 0,40 m angegeben. Bei der konkreten Planung können sich aufgrund des Standsicherheitsnachweises und/oder aus den Vorgaben „Allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungsbescheid“ abweichende Tiefen für die verwendete Dichtungsbahn ergeben. Für Bauwerke im Wasserbau werden im Merkblatt DWA-M 512-1 in Abhängigkeit von der Böschungslänge entsprechende Empfehlungen für die Ausführung des Einbindegrabens genannt.

Wasseransammlungen im Einbindegraben können zur Hinterläufigkeit der Dichtungsbahnen führen. Sie können durch Verfüllung mit bindigem Boden und/oder eine Entwässerung über eine zum Verfüllmaterial filterstabile Dränschicht an der Sohle des Einbindegrabens mit freiem Abfluss vermieden werden.

5.2.4.2 Übergang von der Böschung zur Beckensohle

Bei Böschungen besteht die Gefahr, dass sich infolge ungünstiger Scherparameter an den Schichtgrenzen von Böschungsplanum, Dichtungssystem und Überschüttung der Abdichtung Gleiten einstellt. Abhängig davon, an welcher Schichtgrenze die Scherfestigkeit überschritten wird, kann entweder die Überschüttung auf dem Dichtungssystem abgleiten oder aber das Dichtungssystem selbst kann mitsamt der Überschüttung auf dem Böschungsplanum abgleiten. Dies muss in jedem Fall verhindert werden.

Bereits im Rahmen der Planung ist daher zwingend für das gewählte Dichtungssystem im Böschungsbereich ein Gleitsicherheitsnachweis zu führen. Auch sollte die Böschungsneigung nicht zu steil gewählt werden. Bei einer Abdichtung mit geosynthetischen Tondichtungsbahnen darf die Böschungsneigung nicht steiler als 1:2,5 sein; bei Kunststoffdichtungsbahnen nicht steiler als 1:1,5. Ergibt der Standsicherheitsnachweis bei diesen Neigungen kritische Scherparameter mit der Gefahr des Gleitens, kann dieses durch den Einsatz von Geogitterlagen oder durch das Einbringen eines Betonwiderlagers gegen den Überschüttungs-Lastvektor am Übergang von der Böschung zur Beckensohle verhindert werden (Bild 21).

Bild 21 zeigt beispielhaft die Verlegung einer Kunststoffdichtungsbahn am Übergang von der Böschung zur Beckensohle ohne und mit Betonwiderlager entsprechend den Empfehlungen des AK GWS.

Anstelle eines Widerlagers am Böschungsfuß ist auch das Verlegen einer Geogitterlage im gesamten Böschungsbereich auf dem Dichtungssystem möglich, welches die erforderlichen Zugkräfte sicher aufnehmen muss. Das Geogitter ist deshalb im Bereich der Böschungsoberkante in einem als Verankerungsgraben ausgebildeten Einbindegraben gesondert zu sichern (Bild 22). Die Standsicherheit des mit einer Geogitterlage bewehrten Dichtungssystems und der Verankerungsgraben sind unter Berücksichtigung der örtlichen Randbedingungen, des Dichtungssystems, der Geometrie des Verankerungsgrabens und der Bodenkennwerte nachzuweisen. Hierbei ist die Sicherheit gegen Bruch des Verankerungsgrabens nachzuweisen und der Nachweis gegen Bruch der Böschungsoberkante zu führen.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

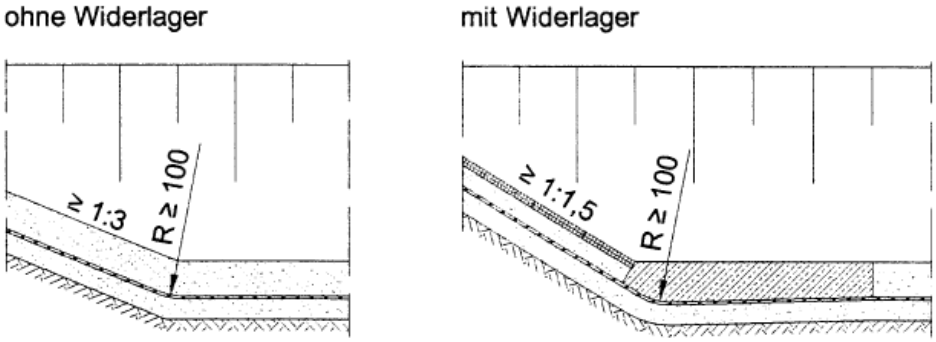
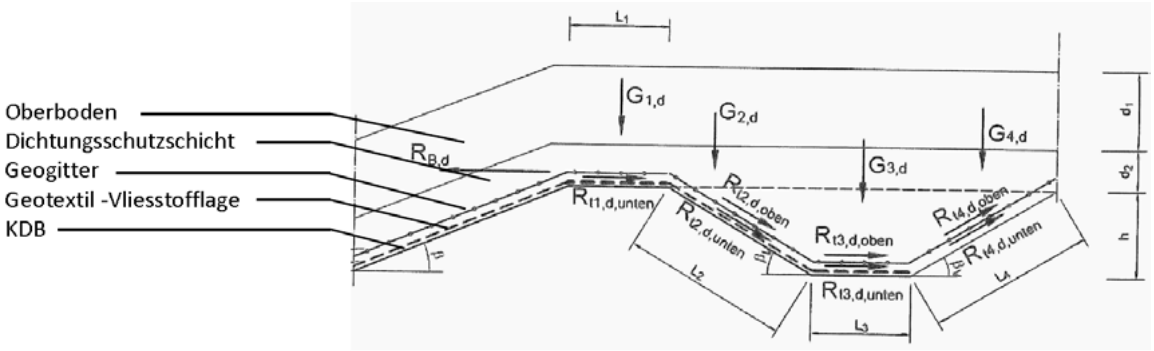


Bild 21: Empfehlungen für die Verlegung einer Kunststoffdichtungsbahn am Übergang von der Böschung zur Beckensohle ohne und mit Betonwiderlager; eventuell erforderliche Vliesstofflagen sind nicht dargestellt, alle Biegeradien in cm (Quelle: AK GWS)



Kurzzeichen	Einheit	Beschreibung
Legende Geometrie		
L	m	Länge
β	°	Böschungsneigung
βV	°	Böschungsneigung Verankerungsgraben
h	m	Tiefe Verankerungsgraben
d	m	Dicken Überdeckungsschicht
Legende Kräfte		
G	kN/m	Gewichtskraft
$R_{t,d}$	kN/m	Reibungswiderstand
$R_{B,d}$	kN/m	Bemessungsfestigkeit der Geokunststoffbewehrung für den Endzustand

Bild 22: Systemskizze eines als Verankerungsgraben ausgebildeten Einbindegrabens mit Darstellung der Geometrie und der wirksamen Kräfte (Quelle: DGGT e. V., modifiziert)

5.2.4.3 Bauwerksanschlüsse

Für die Bauwerksanschlüsse werden im Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungsbescheid oder in der Eignungsbeurteilung „Bentonitmattengrundsätze“ herstellerseitig Ausführungsempfehlungen vorgegeben, die einzuhalten sind. Unabhängig davon muss der Planer den Ausschreibungsunterlagen detaillierte Ausführungszeichnungen beifügen. Bei geosynthetischen Tondichtungsbahnen erfolgt der Anschluss der Flächenabdichtung an einen Baukörper aus Beton (Bauwerksanschluss) grundsätzlich durch mechanischen Verbund. Hierbei wird die geosynthetische Tondichtungsbahn mit einem Flachstahl durch Schraubbolzen an der Betonwand in Anlehnung an DIN 18195 befestigt. Bild 23 zeigt beispielhaft eine herstellerspezifische Empfehlung für die Ausbildung des Bauwerksanschlusses einer geosynthetischen Dichtungsbahn an eine Betonwand.

Bild 24 zeigt beispielhaft die Ausführung eines flüssigkeitsdichten Bauwerksanschlusses einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand durch mechanischen Verbund mit Edelstahlklemmleisten (Stahlflanschen), Schraubenbolzen und elastomeren Abdichtungsstreifen entsprechend den Empfehlungen des AK GWS.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

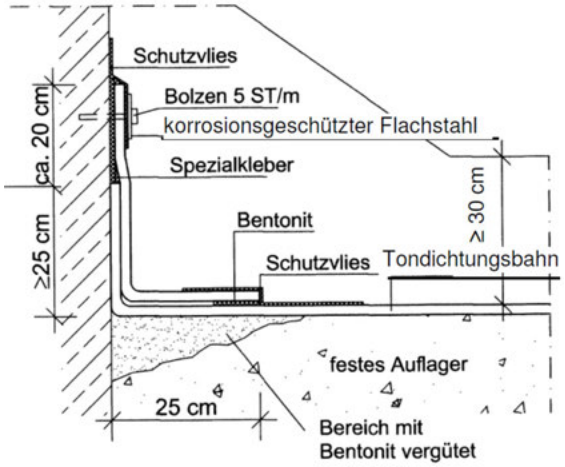
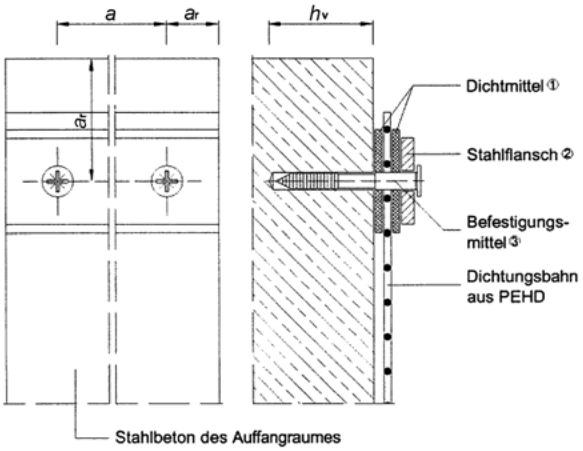


Bild 23: Empfehlung für die Ausbildung des Bauwerksanschlusses einer geosynthetischen Tondichtungsbahn an eine Betonwand durch mechanischen Verbund (Quelle: HUESKER Synthetic GmbH, modifiziert)



Achsabstand	$a \geq$	100 mm
	$\leq$	300 mm
Randabstand	$a_r \geq$	50 mm
	$\leq$	100 mm
Verankerungstiefe	$h_V \geq$	50 mm

① Dichtmittel (dauerelastisch), beständig gegenüber den Lagermedien

② Stahlflansch aus nicht rostendem Stahl gemäß Zulassung Z-30.3-6 des DIBt

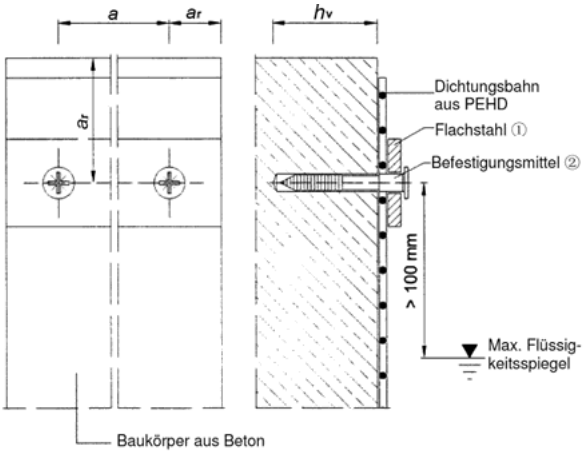
Abmessungen in mm: 40 × 8, 50 × 8 oder 60 × 6

③ mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung des DIBt unter Einhaltung der Zulassungsbedingungen des DIBt: Korrosionsschutz, Verankerungstiefe, Achs-, Rand- und Endabstand

Bild 24: Empfehlung für einen flüssigkeitsdichten Bauwerksanschluss einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand durch mechanischen Verbund mit Stahlflanschen (Quelle: AK GWS, modifiziert)

Bild 25 zeigt beispielhaft die Ausführung eines nur bedingt flüssigkeitsdichten Bauwerksanschlusses einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand durch mechanischen Verbund mit Klemmleiste entsprechend den Empfehlungen des AK GWS. Liegt der maximale Flüssigkeitsspiegel mindestens 100 mm unterhalb der Klemmleistenanordnung, dann gilt dieser Bauwerksanschluss als flüssigkeitsdicht.

Bauwerksanschlüsse durch mechanischen Verbund können mit Edelstahl-Klemmleisten im Sinne der DIN 18195 absolut flüssigkeitsdicht ausgeführt werden. Die Klemmleisten sollten nicht als Flachmaterial sondern als Profilleiste ausgeführt werden, um deren Biegesteifigkeit zu erhöhen und damit die Anzahl der Bohrlöcher und Dübel gering zu halten. Die Dichtungsstreifen sollten aus einem geeigneten Elastomer (z. B. Ethylen-Propylen-Dien-Monomer (EPDM)) bestehen.



Achsabstand	$a \geq$	100 mm
	$\leq$	300 mm
Randabstand	$a \geq$	50 mm
	$\leq$	100 mm
Verankerungstiefe	$h_V \geq$	50 mm

① Flachstahl aus nicht rostendem Stahl gemäß Zulassung/-30.3-6 des DIBt

Abmessungen in mm: 30 × 4, 40 × 3 oder 40 × 4

① Befestigungsmittel mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung des DIBt unter Einhaltung der Zulassungsbedingungen des DIBt: Korrosionsschutz, Verankerungstiefe, Achs-, Rand- und Endabstand

Bild 25: Empfehlung für einen nicht flüssigkeitsdichten Bauwerksanschluss einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand durch mechanischen Verbund mit Flachstahl (Quelle: AK GWS)

Ein kostengünstiger Bauwerksanschluss einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand ist durch schweißtechnischen Anschluss der Dichtungsbahn an ein schon vor den Betonierungsarbeiten in die Schalung eingebautes PE-Anschlussprofil oder einen Streifen

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

einer PE-Betonschutzplatte möglich. Die Lage der Anschlussprofile oder des Betonschutzplattenstreifens ist vor dem Einlegen in die Schalung durch den Planer exakt vorzugeben, wobei auch der erforderliche Platzbedarf für das spätere Verschweißen mit der Kunststoffdichtungsbahn zu berücksichtigen ist. Anschlussprofile bzw. Betonschutzplattenstreifen und Wandoberfläche müssen für die Schweißarbeiten durchgängig plan verlaufen. Das Schweißen der Dichtungsbahnen muss nach der Richtlinie DVS 2225-4 als Warmgas-Extrusionsauftragsnaht (WE-Naht) erfolgen. Wegen der Gefahr einer möglichen Hinterläufigkeit ist diese Art des Bauwerksanschlusses nicht absolut flüssigkeitsdicht. Wenn möglich sollte deshalb das Anschlussprofil oberhalb des Einstaubereichs liegen.

Die Eigenkontrolle des ausführenden zertifizierten Fachbetriebs hat der Richtlinie DVS 2225-4 zu entsprechen.

Bild 26 zeigt systematisch die Ausbildung eines bedingt flüssigkeitsdichten Bauwerksanschlusses einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand durch thermischen (schweißtechnischen) Verbund mit PE-Anschlussprofilen entsprechend den Empfehlungen des AK GWS und verweist auf die gängigen Steg- und Profilformen der PE-Anschlussprofile.

Bild 27 zeigt ergänzend hierzu die Ausbildung eines bedingt flüssigkeitsdichten Bauwerksanschlusses einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand durch thermischen (schweißtechnischen) Verbund mit einem PE-Betonschutzplattenstreifen entsprechend den Empfehlungen des AK GWS.

Bei großen Bauwerken, die aus statischen Gründen Dehnfugen enthalten (z. B. sehr lange Beschickungsgerinne oder Betontrennwände zwischen zwei nebeneinander angeordneten Retentionsbodenfilterbecken), sind Bauwerksanschlüsse besonders kritisch. Die gewollte Bewegung des Bauwerks im Bereich der Dehnfuge widerspricht dem Ziel eines dichten Bauwerksanschlusses und erfordert daher eine aufwendige Sonderkonstruktion, die bis über den maximalen Wasserspiegel im Retentionsraum reichen muss, um Hinterläufigkeiten auszuschließen. Die Sonderkonstruktion berücksichtigt die Bauwerksbewegungen, die zuvor an jeder Dehnfuge berechnet werden müssen.

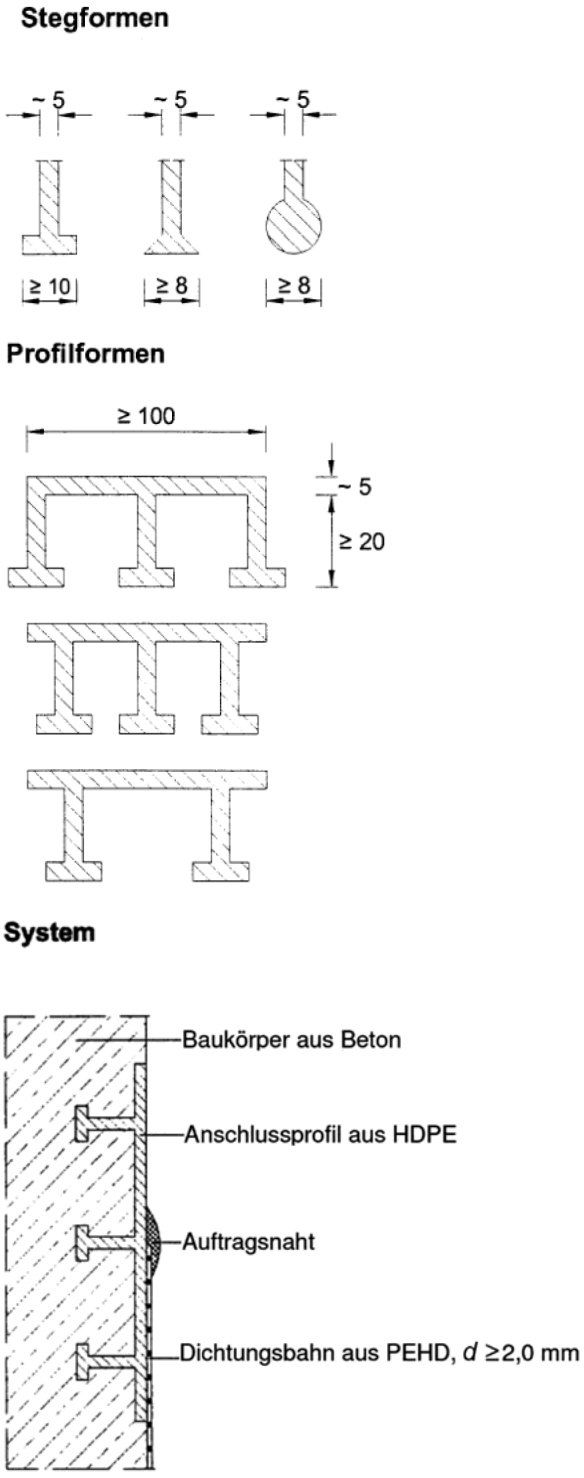


Bild 26: Empfehlung für einen bedingt flüssigkeitsdichten Bauwerksanschluss einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand durch thermischen (schweißtechnischen) Verbund mit PEHD –Anschlussprofilen; alle Maße in mm (Quelle: AK GWS, modifiziert)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

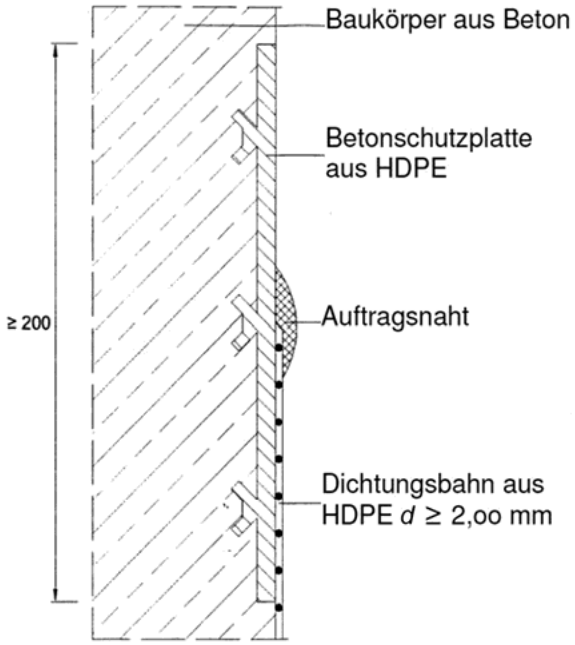


Bild 27: Empfehlung für einen bedingt flüssigkeitsdichten Bauwerksanschluss einer Kunststoffdichtungsbahn an eine Betonwand durch thermischen (schweißtechnischen) Verbund mit einem PE-Betonschutzplattenstreifen; alle Maße in mm
(Quelle: AK GWS, modifiziert)

5.2.4.4 Eckausbildungen bei Bauwerksabdichtungen

Wenn Bauwerke in die Abdichtung von Regenbecken einzubinden sind, werden Eckausbildungen bei der Bauwerksabdichtung erforderlich. Hinsichtlich der Eckausbildung von Bauwerksabdichtungen mit geosynthetischen Tondichtungsbahnen oder mit Kunststoffdichtungsbahnen ist zu unterscheiden zwischen Außeneckabdichtungen und Inneneckabdichtungen.

Für **Außeneckabdichtungen** müssen grundsätzlich alle Bauwerksaußenkanten abgeschrägt (gebrochen) ausgeführt werden. Dies erfordert, dass bereits beim Betonieren eine rechtwinklige Dreiecksleiste von mindestens 50 mm Kathetenlänge in die Schalungsecke eingelegt wird. Infolge der dadurch 2-fach gebrochenen Bauwerksaußenkante wird beim späteren Anbringen der Abdichtung der Mindestbiegeradius der Dichtungsbahn nicht unterschritten.

Die Ausführung einer Inneneckabdichtung mit geosynthetischen Tondichtungsbahnen kann entweder durch nachträgliches Einbringen einer Keilkonstruktion mit Kantenlänge ≥ 50 mm × 50 mm in das Inneneck (z. B. aus Beton oder Mörtel) oder durch eine nachträgliche Eckausrundung in diesem Bereich mit Radius $R \geq$ 100 mm erfolgen (ebenfalls aus Beton oder Mörtel). In beiden Fällen spricht man von einer „Inneneckabdichtung mit Fabion“.

Bei Kunststoffdichtungsbahnen ist nur die Konstruktion mit Fabion zulässig. Bei geosynthetischen Tondichtungsbahnen besteht jedoch auch die Möglichkeit, eine „Inneneckabdichtung ohne Fabion“ auszuführen; der Eckbereich hinter der Dichtungsbahn ist dann mit Bentonit zu hinterfüllen (analog 5.2.4.3: Bild 23).

Grundsätzlich sind Kunststoffdichtungsbahnen durch eine Geotextil-Vliesstofflage gegen den Bauwerkskörper zu schützen.

5.2.4.5 Dichtungsdurchdringungen mit Rohrleitungssystemen

Nach Möglichkeit sollten Rohrdurchführungen im Dichtungsbereich vermieden werden. Ist dies nicht möglich, müssen sie mit großer Sorgfalt ausgeführt werden. Rohrdurchführungen können sowohl bei Bauwerksanschlüssen als auch im Böschungsbereich auftreten. Die Art des Dichtungssystems – Geosynthetische Tondichtungsbahnen (Bentonitmatten) oder Kunststoffdichtungsbahnen (KDB) – bestimmt die Ausführungsart der Rohrdurchführung, die vom Planer der Anlage als Regelzeichnung bereits bei der Ausschreibung vorgegeben werden muss.

Bei geosynthetischen Tondichtungsbahnen können dichte Rohrdurchführungen mit geringem Aufwand direkt an der Einbaustelle hergestellt werden. Ein Beispiel einer Rohrdurchführung durch eine geosynthetische Tondichtungsbahn ist in Bild 28 dargestellt.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

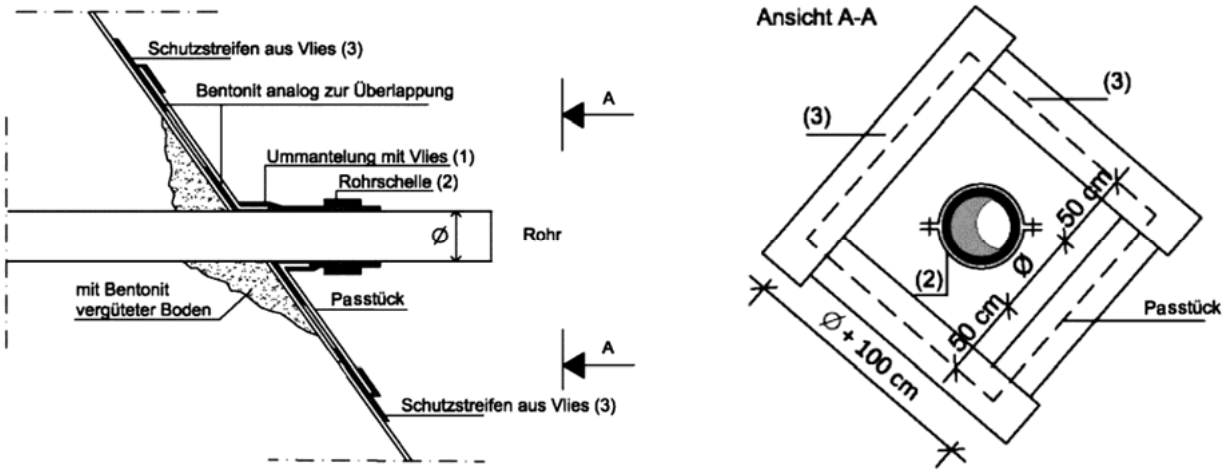


Bild 28: Beispiel für eine Rohrdurchführung durch eine geosynthetische Tondichtungsbahn
(Quelle: HUESKER Synthetic GmbH)

Bei Kunststoffdichtungsbahnen werden die einzelnen Rohrdurchführungen in der Regel separat vorgefertigt, vor Ort eingebaut und dann mit der großflächig ausgebreiteten Dichtungsbahn verschweißt. Von großer Bedeutung ist die flüssigkeitsdichte Ausführung der Rohrdurchführung. Üblicherweise werden hierzu Rohre aus PE nach DIN 8074/DIN 8075 entweder glattwandig oder mit profilierter Außenwandung verwendet. Ihre Rohrdurchführung durch eine Kunststoffdichtungsbahn erfordert – insbesondere im Böschungsbereich – eine besondere Konstruktion, um die Dichtungsbahnen schweißtechnisch fachgerecht anschließen zu können. Im Regelfall ist an die Durchdringungseinheit (Rohrstück) ein plattenförmiger Anschlusskragen aus PE mit einer Mindestnenndicke nach Tabelle 2 in einer Größe von mindestens 300 mm umlaufender Überlappung um das Rohr im jeweiligen Böschungsgefällewinkel schweißtechnisch mit einer Warmgas-Extrusionsnaht (WE-Naht) nach der Richtlinie DVS 2207-4 so anzuschließen, dass der Anschlusskragen planparallel auf dem Böschungsplanum aufliegt.

Bild 29 stellt als Systemskizze die Durchdringung einer Abdichtung aus Kunststoffdichtungsbahnen mit einer PE-Rohrleitung dar. An die Plattenkonstruktion wird die Dichtungsbahn durch eine WE-Auftragnaht umlaufend angeschlossen Die untere Fußplatte ist bezüglich ihrer Länge so auszuführen, dass die Handhabung des eingesetzten Handextruders vom herausragenden Rohrstutzen nicht beeinträchtigt wird. Die erforderliche Plattenstärke ist abhängig vom Rohrdurchmesser des durch die Kunststoffabdichtung zu führenden Rohrs und ergibt sich aus Tabelle 2.

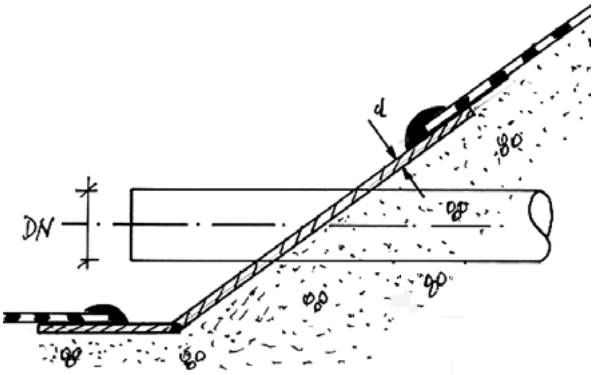


Bild 29: Systemskizze der Durchdringung einer Abdichtung aus Kunststoffdichtungsbahnen mit einer PE-Rohrleitung (Quelle: DVS 2225-4)

Tabelle 2: Anschlussplattendicke für Dichtungsdurchdringungen (Quelle: DVS 2225-4)

Rohrdurchmesser DN	Anschlussplattendicke *d* (mm)
≤ 160	≥ 5,0
160 – 315	≥ 10,0
315 – 1000	≥ 20,0

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Da PE und PP infolge der unterschiedlichen Materialeigenschaften nicht miteinander verschweißt werden dürfen und können, ist darauf zu achten, dass für die Durchführung von Polypropylen-Rohren (PP) durch PE-Kunststoffdichtungsbahnen (z. B. bei Ausführung des Dränsystems eines Retentionsbodenfilterbeckens mit PP-Rohren) Sonderkonstruktionen (z. B. Zwischenschaltung eines PE-Adapterrohres) ausgeschrieben und angefertigt werden müssen.

5.2.4.6 Auftriebssicherheit von mit Dichtungsbahnen gedichteten Erdbecken

Der Bau von Erdbecken ist bei hohen Grundwasserständen nur bedingt möglich. In der Bauphase ist drückendes Grundwasser durch eine geeignete Grundwasserabsenkung von der Abdichtung fern zu halten. In der Betriebsphase muss die Auftriebssicherheit bei leerem Regenbecken und maximal möglichem Grundwasserstand gewährleistet sein.

Bei Erdbecken kann die Auftriebssicherheit durch eine Grundwasserdränage oder durch Auflast erreicht werden. Bei Erdbecken, bei denen die Auftriebssicherung nur bei Dauerstau gegeben ist, kann die Auftriebssicherheit bei leerem Regenbecken nur erreicht werden, wenn über eine Dränage eine Grundwasserabsenkung betrieben wird. Hierzu ist eventuell für den Einsatz von Pumpen ein Pumpenschacht vorzusehen.

Bild 30 zeigt beispielhaft ein mit geosynthetischen Tondichtungsbahnen gedichtetes Regenrückhaltebecken ohne Beeinflussung durch Grundwasser.

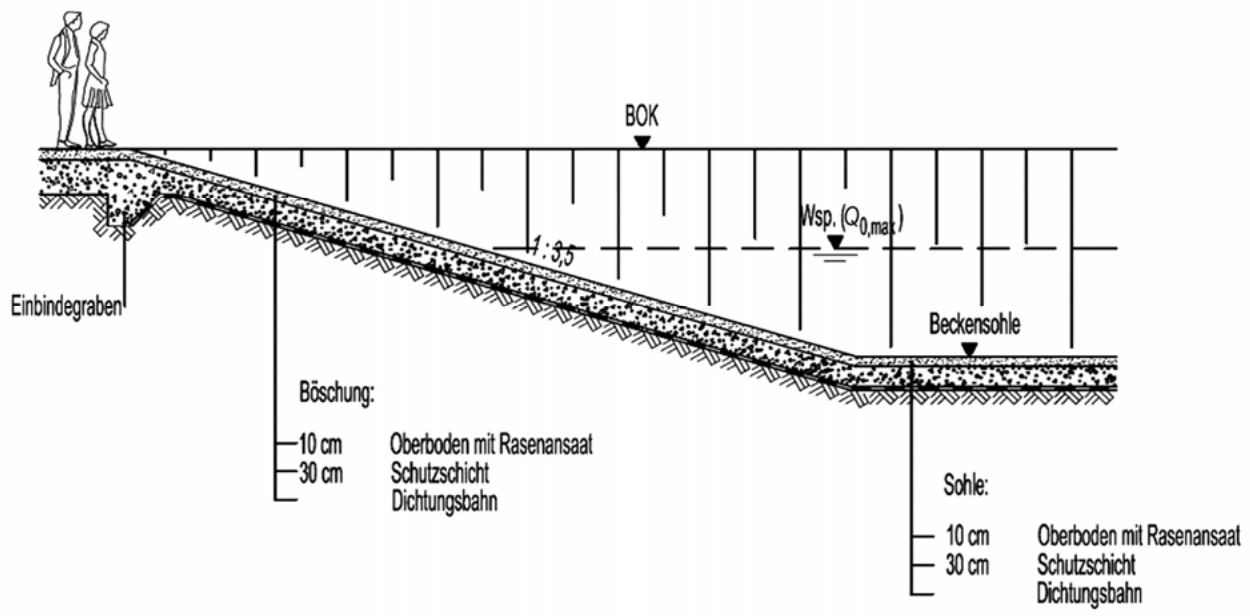


Bild 30: Beispiel für die Befestigung von Sohle und Böschung bei einem mit Dichtungsbahnen gedichteten Regenrückhaltebecken ohne Beeinflussung durch Grundwasser

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Bild 31 zeigt beispielhaft ein mit geosynthetischen Tondichtungsbahnen gedichtetes Regenrückhaltebecken bei hohem Grundwasserstand. Die erforderliche Auftriebssicherheit wird durch eine Schutz- und Auflastschicht erreicht.

Bild 32 zeigt ebenfalls ein Beispiel für ein mit Dichtungsbahnen gedichtetes Regenrückhaltebecken bei hohem Grundwasserstand. Die erforderliche Auftriebssicherheit wird durch den Betrieb einer Grundwasserdränage erreicht. Eine solche Lösung wird häufig bei Regenbecken angewendet, deren Auftriebssicherheit nur durch einen Dauerstau gewährleistet wird, dessen Wasserspiegel über dem Grundwasserstand liegt. Bei vorübergehender Absenkung oder vollständigem Ablassen des Dauerstaus, z. B. für Wartungsarbeiten, muss die Auftriebssicherheit durch den Betrieb der Grundwasserdränage sichergestellt werden.

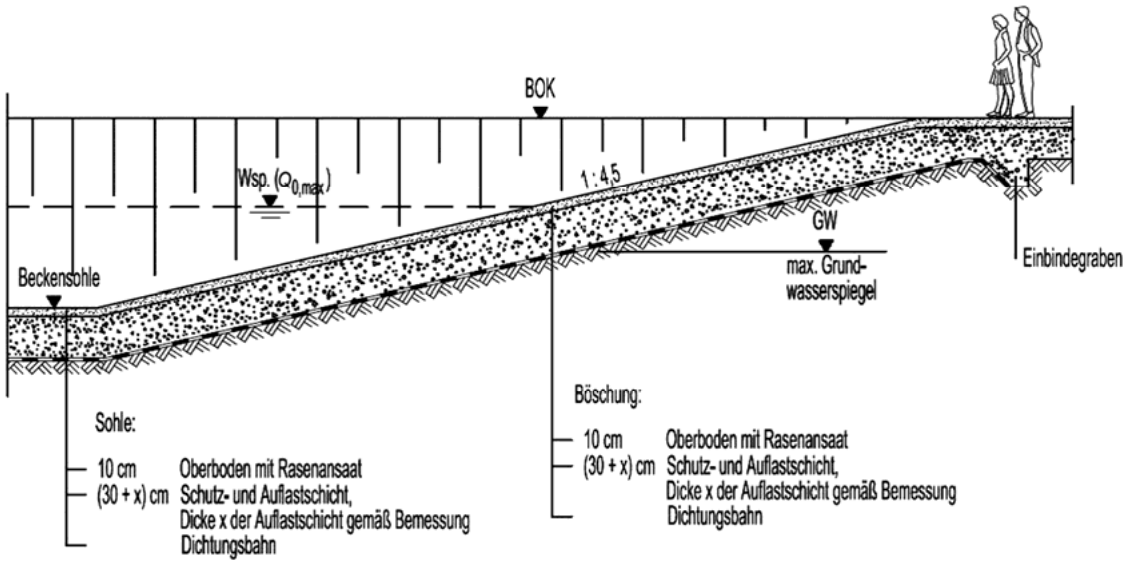


Bild 31: Beispiel für die Befestigung von Sohle und Böschung bei einem mit Dichtungsbahnen gedichteten Regenrückhaltebecken mit Beeinflussung durch Grundwasser

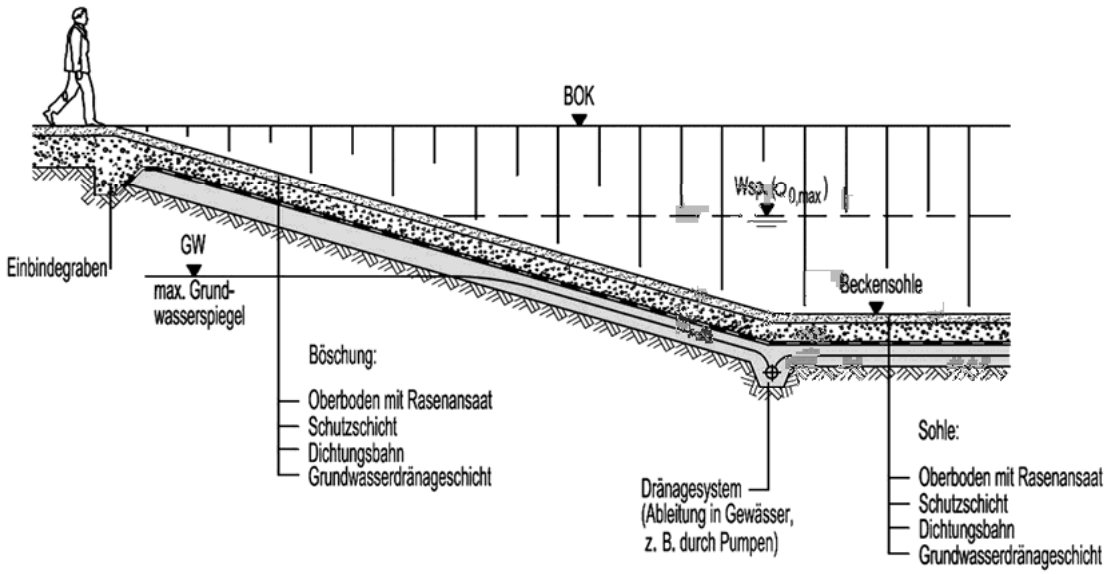


Bild 32: Beispiel für den Befestigungsaufbau mit Grundwasserdränage bei einem mit Dichtungsbahnen gedichteten Regenrückhaltebecken

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

5.2.5 Prüfung der Dichtheit von Erdbecken

5.2.5.1 Allgemeines zur Dichtheitsprüfung von Erdbecken

Nach DIN EN 122551-1 Abschnitt 5 wird die Dichtheit von Erdbecken gemäß nationaler Gepflogenheit geprüft. Deshalb kann die Prüfung der Dichtheit in Anlehnung an das DVGW-Arbeitsblatt W 300 erfolgen.

Ein Erdbecken ist dann als dicht anzusehen, wenn sein Wasserspiegel über die Dauer einer definierten Kontrollzeit nicht oder nur soweit absinkt, wie dies durch unvermeidbare Wasserverluste (z. B. infolge von Verdunstung oder Kapillarwirkung der Böschungen) erklärbar ist. Der Referenzwert für den Verdunstungsverlust über die freie Wasseroberfläche kann durch Messen der Wasserspiegeländerung in einem Verdunstungsmessgerät (z. B. Penman-Class-A-Pfanne nach Merkblatt DVWK-M 238) oder in einem neben dem Regenbecken bereitgestellten, nachweislich dichten Vergleichsbecken (z. B. Wanne mit mindestens 5 m² Oberfläche) ermittelt werden. Die zusätzlichen Wasserverluste durch Kapillarwirkung und Verdunstung über die freien Böschungsflächen können dagegen nur qualitativ beurteilt werden.

Um diese vorgenannten, unvermeidbaren Wasserverluste zu minimieren, sollte die Dichtheitsprüfung mit einer empfohlenen Kontrollzeit von 12 Stunden nachts erfolgen; d. h. Nullmessung der Wasserspiegel im zu prüfenden Erdbecken und Vergleichsbecken abends um 20:00 Uhr und Kontrollmessung am nächsten Morgen um 8:00 Uhr. Wenn die Differenz der Absenkung der Füllhöhen von Erd- und Vergleichsbecken im Millimeterbereich liegt (bei großem Böschungsanteil bis ca. 20 mm, bei kleinem Böschungsanteil bis ca. 10 mm), gilt die Dichtheit des Regenbeckens als nachgewiesen. Andernfalls ist eine erneute Dichtheitsprüfung in beschriebener Vorgehensweise durchzuführen. Liegt auch dann die Wasserstandsdifferenz > 20 mm bzw. > 10 mm, kann die Dichtheit nicht bestätigt werden. Eine Nachbesserung ist bis zum Nachweis der geforderten Dichtheit durchzuführen.

Für die Durchführung der vorgenannten Dichtheitsprüfungen durch Einstau sollte vorab der Wasserbedarf ermittelt und der Wasserbezug geklärt werden (kein Schmutz- oder Mischwasser). Weiter ist zu klären, welche Hilfsmittel für den Wasserbezug vorzusehen sind (z. B. Pumpen und Leitungen) und wer die Kosten des Wasserbezugs trägt. Die Befüllung des Regenbeckens hat so zu erfolgen, dass keine Erosionsschäden auftreten. Bei Retentionsbodenfilterbecken wird deshalb eine Befüllung über das Dränsystem (z. B. vom Ablaufbauwerk aus) empfohlen. Die Vorgaben und Anforderungen zur Prüfung der Dichtheit sind in den Ausschreibungsunterlagen detailliert anzugeben.

5.2.5.2 Dichtheitsprüfung von Erdbecken mit Abdichtung mittels mineralischer Böden und Bodengemischen oder mittels geosynthetischer Tondichtungsbahnen

Die Dichtheitsprüfung darf nicht unmittelbar nach dem Einbau von Schutzschicht und Oberboden erfolgen, da infolge des Regenbeckeneinstaus der wassergesättigte und noch nicht bewachsene Boden von den Böschungen abrutschen kann. Es wird daher empfohlen, die Dichtheitsprüfung erst dann durchzuführen, wenn ein Einstau des Nutzvolumens unbedenklich ist. Dies ist der Fall, wenn die Böschungen flächig bewachsen sind und der Böschungsboden durchwurzelt ist. Entsprechende Vorgaben für die Abnahme der Dichtheitsprüfung und für den Beginn der Gewährleistung sind deshalb schon in der Ausschreibung zu regeln.

5.2.5.3 Dichtheitsprüfung von Erdbecken mit Abdichtung mittels Kunststoffdichtungsbahnen

In der Regel erfolgt die Dichtheitsprüfung von Erdbecken mit Abdichtung mittels Kunststoffdichtungsbahnen in zwei Schritten.

Die **erste Dichtheitsprüfung** erfolgt durch die Prüfung aller Schweißnähte. Diese müssen hierzu frei zugänglich sein. Die Prüfung der Nähte der Dichtungsbahnen erfolgt nach DVS 2225-2 als Luftdruck- oder Vakuumprüfung. Bei Schweißnähten mit Prüfkanal kommt die Luftdruckprüfung zum Einsatz, wobei der zu prüfende Abschnitt des Prüfkanals beidseitig verschlossen wird. Die Dichtheit wird über eine vorgegebene Standzeit mit Druckluft nachgewiesen. Bei Auftragsnähten erfolgt die Prüfung als Vakuumprüfung mithilfe einer Saugglocke. Bei Rohrdurchführungen und Bauwerksanschlüssen mit PE-Profilen oder PE-Betonschutzplattenstreifen wird über eine Hochspannungsprüfung mit hinterlegter Gegenelektrode (z. B. Kupferdraht) geprüft. Alternativ oder ergänzend hierzu kann die Prüfung über einen Einstau des Regenbeckens unmittelbar nach Fertigstellung der Abdichtung erfolgen.

Die **zweite Dichtheitsprüfung** erfolgt durch Einstau des Regenbeckens nach der Stabilisierung der Böschungen und erfasst damit auch Schäden, die nach der ersten Prüfung entstanden sind.

Entsprechende Vorgaben für die Abnahme der Dichtheitsprüfung und für den Beginn der Gewährleistung sind deshalb schon in der Ausschreibung zu regeln.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

5.2.6 Anmerkungen zur Wurzelfestigkeit von Dichtungssystemen aus geosynthetischen Tondichtungsbahnen und aus Kunststoffdichtungsbahnen

Regenklärbecken und Retentionsbodenfilterbecken sind Abwasseranlagen und müssen deshalb dauerhaft dicht sein. Abhängig vom Anwendungsfall müssen auch als Erdbecken ausgebildete Regenrückhaltebecken dicht ausgeführt werden. Dies setzt voraus, dass auch keine vegetationsbedingten Schäden am Dichtungssystem auftreten dürfen.

Vegetationsbedingte Beanspruchungen des Dichtungssystems treten auf durch unterschiedlich aggressives Wachstum von Wurzeln und Rhizomen der verschiedenen Pflanzenarten, mit denen die gedichteten Regenbecken bepflanzt werden oder die sich selbsttätig in den Regenbecken ansiedeln.

Bei mit Gras bewachsenen Regenbecken genügt der Nachweis der Wurzelfestigkeit des Dichtungssystems gemäß DIN CEN/TS 14416 „Geosynthetische Dichtungsbahnen – Prüfverfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Wurzeln“ als Lupinentest mit Lupinensamen.

Bei rhizombildenden Pflanzen (z. B. Schilf, Rohrkolben, Quecke, Binsen) sollte der Nachweis der Wurzelfestigkeit des Dichtungssystems durch die Rhizomfestigkeit gemäß Anhang 12/2008 der Empfehlungen zu „Planung, Bau und Instandhaltung von Dichtungssystemen für Gewässer im Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau“ der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL) geführt werden.

Generell gilt, dass Kunststoffdichtungsbahnen mit Dicke ≥ 2 mm sowohl wurzel- als auch rhizomfest sind, da der Wurzelspitzendruck nachweislich nicht ausreicht, die Dichtungsbahn und deren fachgerecht ausgebildete Schweißnähte aufzusprengen.

Bei der Unterhaltung von gedichteten Regenbecken ist darauf zu achten, dass sich keine Pflanzen ansiedeln, die die Wurzelfestigkeit übersteigen und das Dichtungssystem schädigen können. Unabhängig hiervon dürfen in Regenbecken keine Gehölze oder Bäume aufwachsen.

5.3 Freibord bei Erdbecken

Mit Freibord wird bei Erdbecken der Abstand von der höchsten Wasserspiegellage Wsp ($Q_{0,max}$) bis zur Böschungsoberkante bezeichnet. Die Ermittlung des Zuflusses $Q_{0,max}$ erfolgt entsprechend den Ausführungen des Arbeitsblattes DWA-A 166: 8.5.

Der Freibord ist ein wesentliches Element zur Gewährleistung der Sicherheit eines Erdbeckens. Er soll verhindern, dass es infolge Überströmung der Böschungsoberkante zu Zerstörungen durch rückschreitende Erosion kommt. Der Freibord sollte mit ausreichender Sicherheit unter Berücksichtigung des Dichtungssystems und der Höhe der geschätzten Windwellenwirkung festgelegt werden. Dies kann mithilfe der Tabelle 3 erfolgen. Bei Erdbecken mit großen, dem Wind ausgesetzten Wasseroberflächen kann die Höhe der Windwellenwirkung nach dem Merkblatt DVWK-M 246 ermittelt werden. Bei gedichteten Erdbecken sollte die durch Windwellenwirkung zu erwartende Wasserspiegellage mit Sicherheit noch unter der Oberkante der wirksamen Abdichtung liegen.

Bei ungedichteten Regenbecken als Erdbecken setzt sich der Freibord aus folgenden Teilhöhen zusammen:

- Mächtigkeit des Oberbodens,
- die Höhe der zu erwartenden Windwellenwirkung mit einem Sicherheitszuschlag.

Bei gedichteten Regenbecken als Erdbecken kann sich der Freibord aus folgenden Teilhöhen zusammensetzen:

- die Mächtigkeit des Oberbodens,
- die Mächtigkeit der Dichtungsschutzschicht,
- die Höhe der zu erwartenden Windwellenwirkung mit einem Sicherheitszuschlag.

Die kleinsten möglichen Freibordhöhen sind für ungedichtete und gedichtete Regenbecken in Tabelle 3 zusammengestellt. Bei Regenbecken mit großen Wasseroberflächen ist zusätzlich eine Höhe für die Windwellenwirkung zu berücksichtigen.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Tabelle 3: Zusammenstellung der minimalen Freibordhöhen in m von Regenbecken als Erdbecken

Art der Abdichtung / Teilhöhe des Freibords für	Regenbecken ungedichtet			Regenbecken mit mineralischer Abdichtung			Regenbecken mit Dichtungsbahnen als Abdichtung		
	RKB[1)]	RBF[1)]	RRB	RKB	RBF	RRB	RKB	RBF[2)]	RRB
die Oberbodenschicht	–	–	0,10						
die Dichtungsschutzschicht	–	–	–	0,30			0,15[3)] 0,30[4)]	0,15[3)]	0,15[3)] 0,30[4)]
Sicherheitszuschlag	–	–	0,25						
minimale Freibordhöhe aus den Teilhöhen:	**–**	**–**	**0,35**	**0,65**			**0,50[3)] bis 0,65[4)]**	**0,50**	**0,50[3)] bis 0,65[4)]**

ANMERKUNGEN

1) Art der Abdichtung bei diesen Regenbecken nicht zulässig.

2) Geosynthetische Tondichtungsbahnen wurden wegen unzureichender Wurzelfestigkeit als nicht zulässig eingestuft.

3) Höhe bei Kunststoffdichtungsbahnen.

4) Höhe bei geosynthetischen Tondichtungsbahnen.

5.4 Ergänzende Details zu Regenrückhaltebecken als Erdbecken

5.4.1 Komponenten von Regenrückhaltebecken

Zu den wichtigen Komponenten eines Regenrückhaltebeckens zählen:

- Zulaufbauwerk,
- Speicherkammer,
- Drosselbauwerk mit Ablaufkanal,
- Notüberlauf

5.4.2 Zulaufbauwerk

Das Zulaufbauwerk eines Regenrückhaltebeckens als Erdbecken hat die Aufgabe, das zufließende Misch- oder Regenwasser in das Regenbecken zu leiten und zu verteilen. Punktförmige Zuleitungen erfordern einen Erosionsschutz.

Wenn dem Regenrückhaltebecken eine Regenwasserbehandlungsanlage vorgeschaltet ist, sollte der dortige, breitflächige Ablauf von Klär- oder Filterbeckenüberlauf und Beckenüberlauf ebenfalls möglichst flächig dem Regenrückhaltebecken zugeführt werden. Dies kann z. B. über breite Schotterrasenböschungen erfolgen.

Alternativ kann auch vom Zulauf bis hin zum Ablaufbauwerk ein Sohlengraben geführt werden, der häufig befestigt ist und von dem aus sich beim Befüllungsvorgang die Speicherkammer des Regenbeckens beidseitig flächig und gleichmäßig füllt. Der Sohlengraben wirkt dann wie ein Beschickungsgerinne. Die Befestigung kann z. B. mit Steinschüttung, Wasserbaupflaster oder Fertigteilen erfolgen; in seltenen Fällen sind zur Energieumwandlung Kolke, Kaskaden oder Tosbecken im Zulaufbereich erforderlich.

5.4.3 Speicherkammer

Die Formgebung der Speicherkammer eines Regenrückhaltebeckens und seine Einbindung in die Landschaft erlauben eine Fülle von Varianten. Regenrückhaltebecken sollten jedoch grundsätzlich außerhalb des Entwicklungskorridors eines Gewässers liegen. Den Bedürfnissen der Landschaftspflege werden streng geometrische Grundrissformen nicht gerecht. Ähnliche Gesichtspunkte gelten bezüglich der Böschungen. Senkrechte, massive Wände (z. B. von Beschickungsgerinnen oder Trennwänden) erfordern den geringsten Platzbedarf, betonen aber den technischen Charakter der Anlage. Flache, mit Gras eingesäte Böschungen erfordern mehr Platz, sind jedoch wartungsfreundlicher und ermöglichen eine den Erfordernissen der Landschaftspflege angepasste Einbindung des Regenbeckens in die Umgebung.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Forderungen, Regenrückhaltebecken mit einem Dauerstau auszustatten, sind in der Regel aus Gewässerschutzgründen abzulehnen, da der Dauerstau zur Eutrophierung neigt und in der Folge gewässerrelevante Parameter, wie z. B. die Temperatur und der Sauerstoffgehalt, negativ beeinflusst werden.

Die Beckensohle eines als Erdbecken ausgebildeten Regenrückhaltebeckens erhält üblicherweise eine Ansaat mit Feuchtwiesenmischung und wird dann der natürlichen Sukzession überlassen. Die Beckenböschungen werden mit einer standortgerechten Rasensaatmischung eingesät.

Für die Wartung der Speicherkammer ist eine Zufahrtsrampe zweckmäßig. Eine einfache Befestigung mittels Schotterrasen ist meistens ausreichend. Die Tragfähigkeit der Zufahrtsrampe für schwere Wartungsfahrzeuge kann durch Einbau von Geogittern erhöht werden, was insbesondere in der Wasserwechselzone vorteilhaft ist.

Bereiche der Beckensohle, die hingegen regelmäßig befahren oder geräumt werden, sollten generell mit geeignetem Material befestigt werden. Zum Schutz der Abdichtung dürfen unbefestigte Bereiche mit schweren Fahrzeugen nicht befahren werden. Entsprechende Hinweise sind in die Betriebsanweisung aufzunehmen.

Der mögliche Befestigungsaufbau von Sohle und Böschung von mit Dichtungsbahnen gedichteten Regenrückhaltebecken mit und ohne Beeinflussung durch das Grundwasser ist in 5.2.4.6: Bilder 30, 31 und 32 dargestellt.

Wird im Sohlenbereich eines Regenbeckens ein Sohlengraben für die Niedrigwasserführung angeordnet, sollte dieser für Unterhaltungsarbeiten mit Fahrzeugen gequert werden können. Ein Ausführungsbeispiel für eine Furt im Sohlengraben eines ungedichteten Regenrückhaltebeckens ist in Bild 33 dargestellt. Die Wahl von Ausrundung und Neigung erfolgt in Anlehnung an die einer überfahrbaren Dammscharte nach 5.4.5.

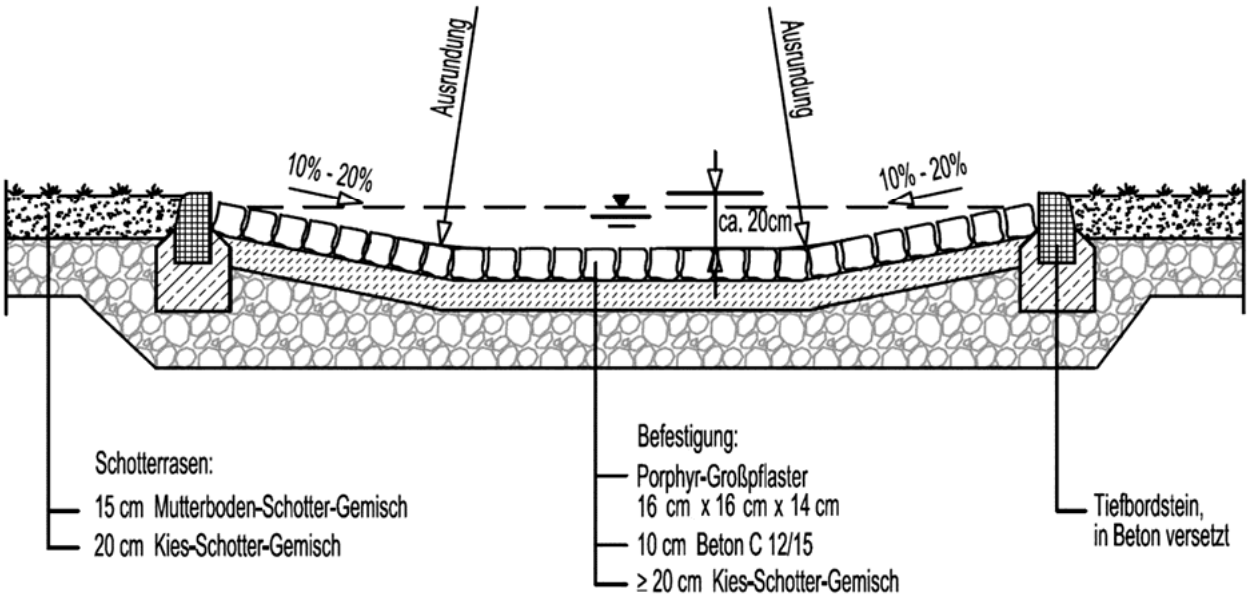


Bild 33: Ausführungsbeispiel einer Furt im Sohlengraben eines ungedichteten Regenrückhaltebeckens

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

5.4.4 Grundablassbauwerk mit Ablaufkanal

Das Drosselbauwerk eines als Erdbecken gebauten Regenrückhaltebeckens wird in Form eines Grundablassbauwerks ausgebildet, in dem der Abfluss des Regenbeckens auf ein für das Gewässer verträgliches Maß $Q_{Dr,RRB}$ gedrosselt und über den Ablaufkanal zum Gewässer abgeleitet wird. Um zu verhindern, dass in das Rückhaltebecken eingetragene Grobstoffe (Äste, Hölzer usw.) die Funktion des Drosselorgans beeinträchtigen, wird vor dem Drosselbauwerk ein Grobrechen angeordnet. Wird vor den Drosselbauwerk ein Vorschacht angeordnet, dessen Sohle tiefer als die Sohle des Regenrückhaltebeckens ist, erfüllt er zusätzlich die Funktion eines Geröllfangs. Um eine vollständige Beckenentleerung zu gewährleisten sollte bei Regenrückhaltebecken ohne Dauerstau der vom Drosselbauwerk zum Gewässer führende Ablaufkanal höchstens auf Höhe der Sohle des Regenrückhaltebeckens oder nach Möglichkeit noch tiefer liegen. Diese Forderung gilt grundsätzlich auch für Regenrückhaltebecken mit Dauerstau. Kann dies aus örtlichen Gründen nicht eingehalten werden, müssen auf jeden Fall die Funktion des Drosselorgans und des Ablaufkanals gewährleistet sein. Deshalb liegt der Drosseleinlauf deutlich unter dem Dauerstauspiegel und der Einlauf des Ablaufkanals so tief, dass der Drosselabfluss und auch der Bemessungsabfluss der Vorentlastung abgeleitet werden kann. Ist im Bedarfsfall die vollkommene Entleerung des Dauerstaubereichs nicht möglich, kann dies mittels Pumpen erfolgen. Liegt das Drosselorgan im Rückstaubereich des Gewässers, sind Vorkehrungen gegen ein rückwärtiges Füllen des Regenrückhaltebeckens vorzusehen.

In den Bildern 34 und 35 sind für Regenrückhaltebecken mit und ohne Dauerstau beispielhaft Schnitte durch das Grundablassbauwerk und den Ablaufkanal dargestellt. In diesen Ausführungsbeispielen wurde das Drosselbauwerk mit einem Geröllfang, einem Rechen und einem Nachschacht kombiniert. Der Nachschacht dient als Zugang zur Ablaufseite des Drosselorgans. Die Trennwand zwischen Drosselbauwerk und Nachschacht kann als Überlaufschwelle ausgebildet werden, die wenige Zentimeter unterhalb der Oberkante des Notüberlaufs liegt (Vorentlastung). Sie entlastet kleine Abflüsse bevor der Notüberlauf anspringt.

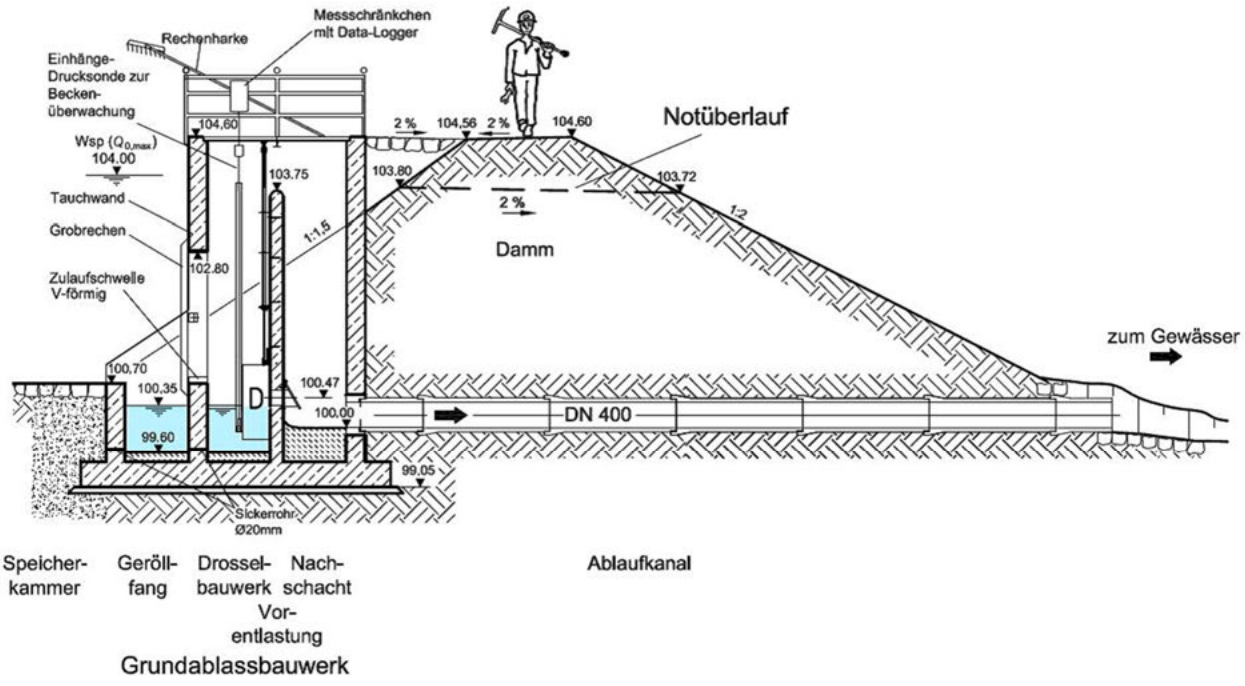


Bild 34: Schnitt durch ein Grundablassbauwerk (mit Geröllfang, Drosselbauwerk mit integrierter Vorentlastung und Nachschacht) sowie den Ablaufkanal eines offenen Regenrückhaltebeckens ohne Dauerstau. Der Notüberlauf ist als Dammscharte ausgebildet (Quelle: UFT)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

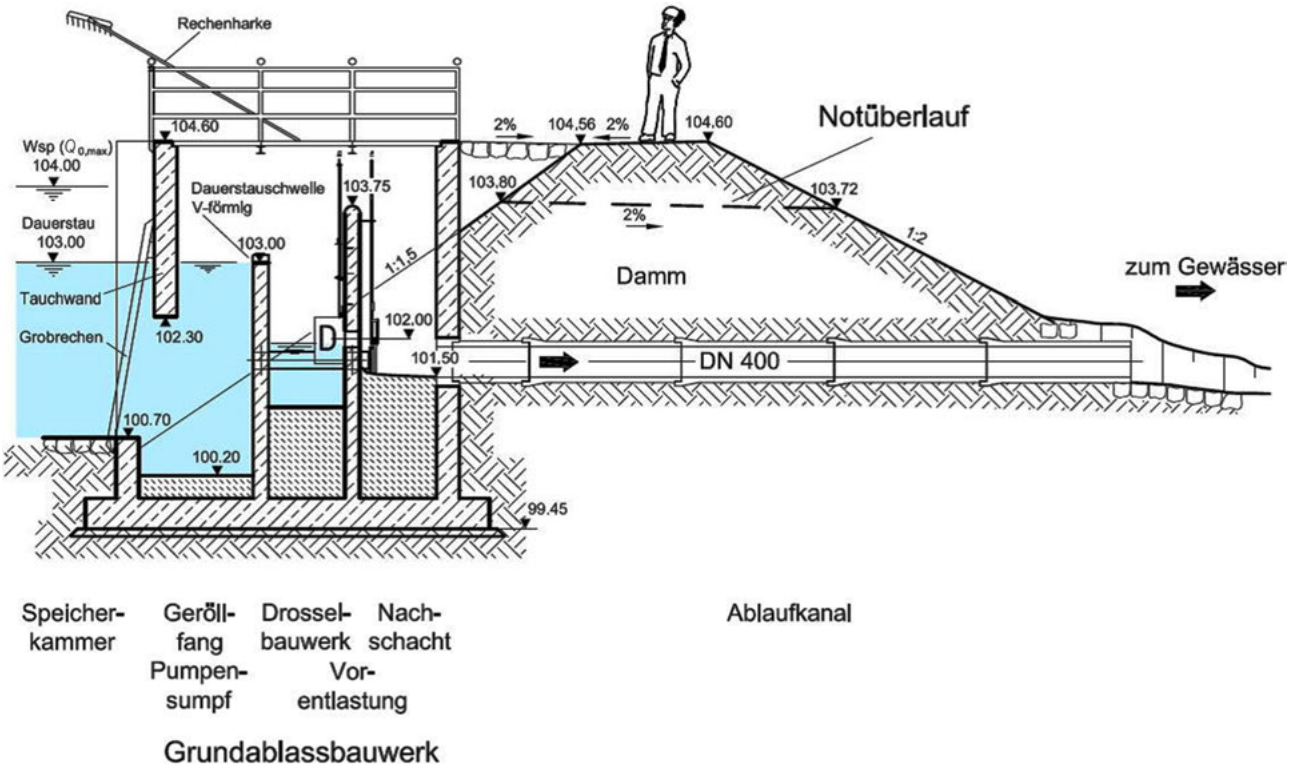


Bild 35: Schnitt durch ein Grundablassbauwerk (mit Geröllfang, Pumpensumpf, Drosselbauwerk mit integrierter Vorentlastung und Nachschacht) sowie den Ablaufkanal eines offenen Regenrückhaltebeckens mit Dauerstau. Der Notüberlauf ist als Dammscharte ausgebildet (Quelle: UFT)

5.4.5 Notüberlauf

Jede Regenrückhalteanlage ist für den Überlastungsfall mit einem Notüberlauf auszustatten, der nach Vollfüllung der Speicherkammer entlastet. Er ist für den maximal möglichen Zufluss $Q_{0,max}$ in das Regenbecken auszulegen und kann vor oder in der Anlage als Entlastungsbauwerk in Massivbauweise oder in der Anlage als Dammscharte angeordnet werden. Bei einer vorgeschalteten Entlastung muss der Zufluss $Q_{0,max}$ nicht durch das Regenbecken geleitet werden; was in der Regel einen höheren Bauwerksschutz für die Regenrückhalteanlage selbst bedeutet.

Wird der Notüberlauf von als Erdbecken gebauten Regenrückhaltebecken in Form einer Dammscharte ausgebildet, ist deren Überlaufbereich gegen Erosion zu befestigen.

Die maximale Wasserspiegellage Wsp ($Q_{0,max}$) wird vom Volumenstrom, der Höhenlage, der Länge und der Ausbildung der Überlaufschwelle des Notüberlaufs bestimmt. Die konstruktive Gestaltung eines als Dammscharte ausgebildeten Notüberlaufs hängt im Wesentlichen von der Fließgeschwindigkeit und Überströmungshöhe im Bereich der Dammscharte, dem Dammaufbau und den luft- und wasserseitigen Dammneigungen ab. Bei der Planung und Bauausführung sind mögliche Setzungen der Dämme zu berücksichtigen.

Für den Feibord sind die Ausführungen gemäß 5.3 zu beachten. Die Windwellenwirkung spielt bei Regenrückhaltebecken in der Regel eine größere Rolle als bei Regenklär- und Retentionsbodenfilterbecken.

Ergänzende Hinweise können der von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg herausgegebenen Veröffentlichung „Überströmbare Dämme und Dammscharten“ (LfU BW 2004), entnommen werden.

Bild 36 zeigt schematisch die Ausbildung einer überfahrbaren Dammscharte für ein sehr großes Regenrückhaltebecken. Wegen hoher Windbeeinflussung und Strömungsdynamik beträgt die Höhe des Freibords in diesem Beispiel 1,0 m und die Dammschartenbefestigung ist seitlich 0,5 m hoch in den Freibord hochgezogen. In der Siedlungswasserwirtschaft sind in der Regel Ausbildungen mit geringeren Abmessungen möglich.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

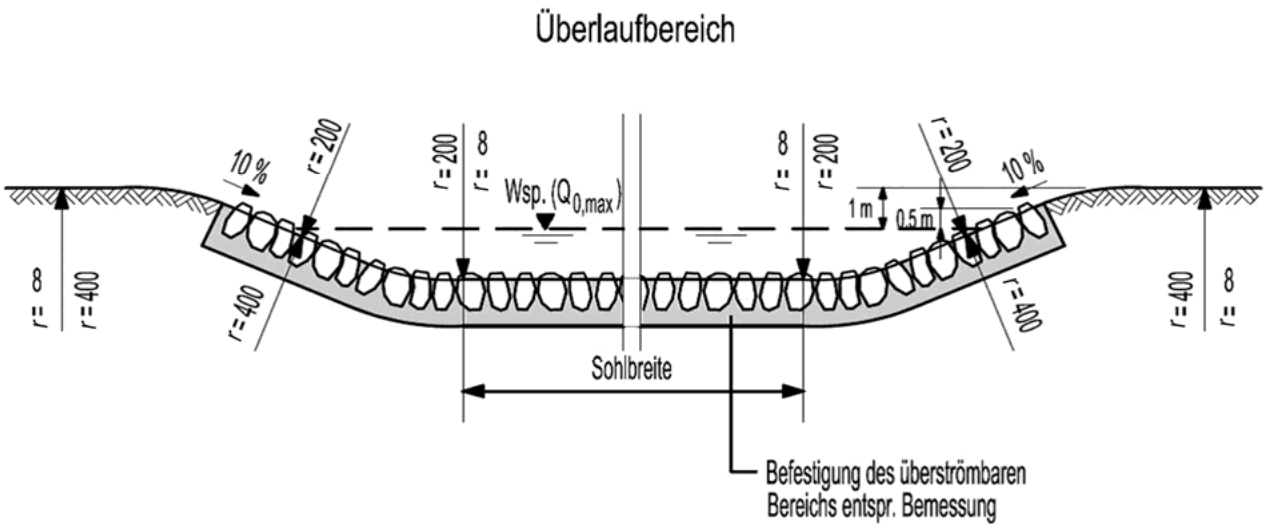


Bild 36: Systemskizze der Ausbildung einer überfahrbaren Dammscharte eines ungedichteten, sehr großen Regenrückhaltbeckens; alle Radien in m (Quelle: LfU)

5.5 Ergänzende Details zu Retentionsbodenfilterbecken

5.5.1 Komponenten von Retentionsbodenfilterbecken

Zu den wichtigen Komponenten eines Retentionsbodenfilterbeckens zählen:

- Einlauf- und Verteilungsbauwerk,
- Retentionsraum/Sedimentationskammer mit Notentleerung,
- Filterbeckenüberlauf,
- Filtervegetation,
- Filterkörper,
- Dränsystem,
- Ablaufbauwerk,
- Notumlauf.

Diese Komponenten werden nachfolgend für bepflanzte, gedrosselte, vertikal durchströmte und nach unten abgedichtete Retentionsbodenfilterbecken mit sandigem Filtermaterial behandelt.

Bild 37 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein Retentionsbodenfilterbecken.

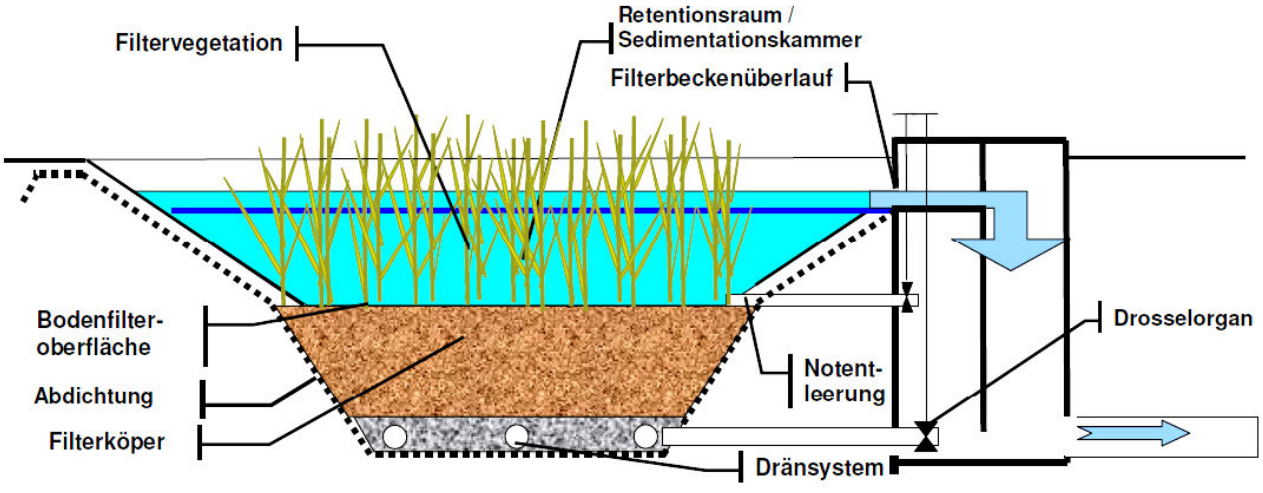


Bild 37: Schematischer Querschnitt durch ein Retentionsbodenfilterbecken

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

5.5.2 Einlauf- und Verteilungsbauwerk

Das Einlauf- und Verteilungsbauwerk eines Retentionsbodenfilterbeckens hat die Aufgabe, das zufließende Misch- oder Regenwasser gleichmäßig über den gesamten Zulaufbereich des Beckens zu verteilen, um eine Erosion der Bodenfilteroberfläche und eine Schädigung der Filtervegetation im Einlaufbereich zu verhindern. Deshalb sind punktförmige Einleitungen (Rohreinläufe ohne zusätzliches Verteilungsbauwerk) zu vermeiden und stattdessen linienförmige Einlaufkonstruktionen vorzusehen. Wird als Vorstufe des Retentionsbodenfilterbeckens ein Durchlaufbecken geplant, ist bei Teilstrombehandlung es sinnvoll, das Retentionsbodenfilterbecken direkt an das Klärüberlaufgerinne der Vorstufe anzubinden. Diese Bauweise hat folgende Vorteile:

- kein gesondertes Einlauf- und Verteilungsbauwerk erforderlich,
- gleichmäßige, linienförmige Einleitung in das Retentionsbodenfilterbecken.

Bild 38: Einlauf- und Verteilungsbauwerk eines Retentionsbodenfilterbeckens, kombiniert mit dem Klärüberlauftrog eines vorgeschalteten Durchlaufbeckens (Foto: RP Karlsruhe)

Da der Klärüberlauf der Vorstufe deutlich über der Bodenfilteroberfläche angeordnet ist, muss diese im unmittelbaren Einlaufbereich gegen Erosion geschützt werden (z. B. durch in Beton verlegte Rasengittersteine mit Aufkantung oder niedrige Drahtschotterkörbe zur Bodenfilteroberfläche). Bild 38 zeigt das Einlauf- und Verteilungsbauwerk eines Retentionsbodenfilterbeckens kombiniert mit dem Klärüberlauf der Vorstufe. In Bild 39 wurden in der Sohle des Klärüberlauftrogs mehrere Auslauföffnungen zum Retentionsbodenfilterbecken angeordnet. Wegen der geringen spezifischen Schwellenbelastung und der geringen Fallhöhe sind außer einer Befestigung der Bodenfilteroberfläche, z. B. mit Rasengittersteinen im Einlaufbereich, keine zusätzlichen Einbauten erforderlich.

Bild 39: Detail zu Bild 38: Klärüberlauftrog mit Öffnungen zur Beschickung des Retentionsbodenfilterbeckens mit Teilstrombehandlung
(Foto: RP Karlsruhe)

Bild 40 zeigt die Beschickung eines Retentionsbodenfilterbeckens über die Überfallschwelle im Außenkreisring eines runden Durchlaufbeckens.

Bild 40: Einlauf- und Verteilungsbauwerk eines Retentionsbodenfilterbeckens in Form einer Schwelle am Außenkreisring eines runden Durchlaufbeckens (Foto: RP Karlsruhe)

Bei größerer Fallhöhe von der Beschickungsschwelle zur Bodenfilteroberfläche und/oder bei hohen Schwellenbelastungen sind Maßnahmen zur Energieumwandlung (z. B. Störsteine, Gabionen oder zusätzliche tiefliegende Einlaufschlitze mit Prallplatten) vorzusehen.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Kann das Retentionsbodenfilterbecken nicht unmittelbar an die Vorstufe angeschlossen werden, ist für das getrennt angeordnete Retentionsbodenfilterbecken ein gesondertes Einlauf- und Verteilungsbauwerk erforderlich. In diesen Fällen können Beschickungsgerinne mit justierbaren Überfallschwellen erstellt werden, um eine gleichmäßige Filterbeschickung zu gewährleisten Die linienförmige Aufteilung des Zulaufvolumenstroms kann z. B. durch Zulaufgerinne mit tiefliegenden Einlauföffnungen mit Prallwänden und/oder durch mit Blechen justierbare Einlaufschwellen erreicht werden (Bild 41und 42).

Bild 41: Zulaufgerinne als Einlauf- und Verteilungsbauwerk eines von der Vorstufe getrennt angeordneten Retentionsbodenfilterbeckens im Mischsystem
(Foto: Weber Ingenieure GmbH)

Bild 42: Zwei getrennt angeordnete Retentionsbodenfilterbecken mit dem Zulaufgerinne nach Bild 41
(Foto: Weber Ingenieure GmbH)

Auch durchsicker- und überströmbare Gabionen oder Steinschüttungen ermöglichen eine gleichmäßige Filterbeschickung und einen Schutz des Bewuchses und der Bodenfilteroberfläche. Bei dem Beispiel nach Bild 43 wird die Aufteilung des Zulaufvolumenstroms über drei Zulaufrohre und einen linienförmigen Querriegel aus Drahtschotterkörben vor der Einleitung in das Retentionsbodenfilterbecken erreicht.

Bild 43: Gabionen als Einlauf- und Verteilungsbauwerk eines von der Vorstufe getrennt angeordneten Retentionsbodenfilterbeckens im Mischsystem **(Foto: RP Karlsruhe)**

Im Mischsystem kann es bei Retentionsbodenfilterbecken je nach Art der Vorstufe im Bereich des Einlauf- und Verteilungsbauwerks zu Ablagerungen (Papier, Hygieneartikel usw.) kommen. Bei diesen Anlagen ist abzuwägen, ob aus ästhetischen Gründen eventuell Maßnahmen zur Rückhaltung dieser Stoffe an der Vorstufe erforderlich sind.

5.5.3 Retentionsraum/Sedimentationskammer mit Notentleerung

Der Retentionsraum dient als Vorlagespeicher des zu filtrierenden Misch- oder Regenwassers. Er ist mit einem Filterbeckenüberlauf nach 5.5.4 und einer Notentleerung auszustatten. Um einen ordnungsgemäßen Filterbetrieb zu gewährleisten, muss das Retentionsbodenfilterbecken gemäß den Ausführungen in 5.2 gedichtet sein.

Mit zunehmender Größe von Retentionsraum und Bodenfilteroberfläche ist es schwierig, eine gleichmäßige stoffliche und hydraulische Belastung des Filterkörpers zu erreichen. Daher sollten größere Retentionsbodenfilterbecken in mehrere Einheiten unterteilt werden. Der Zulauf sollte so gestaltet werden, dass jede Einheit getrennt beschickt werden kann. Hierdurch ergibt sich u. a. die Möglichkeit der alternierenden Beschickung.

Ist außer dem Retentionsraum des Retentionsbodenfilterbeckens zusätzlicher Speicherraum notwendig, kann dieser in Form einer darüberliegenden Regenrückhaltelamelle mit eigener Abflussdrosselung angeordnet werden.

Bei außergewöhnlichen Betriebszuständen (z. B. beginnende Kolmation) kann eine Außerbetriebnahme des Retentionsbodenfilterbeckens und somit u. a. auch die Entleerung des Retentionsraums erforderlich werden. Die Ausgestaltung der Notentleerung ist mit der Auf-

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

sichtsbehörde abzustimmen. Eine fest eingebaute Notentleerung ist so anzuordnen, dass die Zugänglichkeit und Bedienung auch bei eingestautem Filterkörper möglich ist. Die Notentleerung kann auch über mobile Pumpen erfolgen.

5.5.4 Filterbeckenüberlauf

Der Filterbeckenüberlauf entlastet kontrolliert nach Vollfüllung des Retentionsraums. Der Filterbeckenüberlauf sollte bei Durchlauffilterbecken gegenüber dem Einlauf- und Verteilungsbauwerk so angeordnet werden, dass eine gleichmäßige Durchströmung des Retentionsraums und eine Sedimentation von Feststoffen erreicht wird. Er kann in Form von getauchten Entlastungsrohren oder als Dammscharte mit höhenjustierbarer Überlaufschwelle ausgebildet werden.

Für den Feibord sind die Ausführungen nach 5.3 zu beachten. Wichtig ist hierbei auch die Beachtung der erforderlichen Höhen bei den einzelnen Elementen der Abdichtung.

5.5.5 Filtervegetation

Bei normal belasteten Retentionsbodenfilterbecken sprechen die bisherigen Betriebserfahrungen für eine Bepflanzung mit Schilf. Für die Bepflanzung sollten mindestens über die Dauer einer Vegetationsperiode in Erdsubstrat vorkultivierte Schilfpflanzen verwendet werden. Die Schilfballen sollten mehrere kräftige Halme und mindestens ein gut ausgebildetes Rhizom aufweisen. Sie müssen vor dem Pflanzen immer feucht gehalten werden und sind unmittelbar nach dem Pflanzen zu bewässern oder einzustauen. Als Pflanzdichte haben sich 4 bis 8 Pflanzen pro Quadratmeter bewährt. Während der Etablierung des Schilfs, die mindestens eine Vegetationsperiode dauert, muss das Schilf ständig mit Wasser und Nährstoffen versorgt werden.

Das Retentionsbodenfilterbecken sollte – insbesondere im Mischsystem – erst nach vollständiger Etablierung der Filtervegetation in Betrieb genommen werden.

Böschungen mit nährstoffarmen Oberboden mindern deren Wartungsaufwand erheblich. Sie sind mindestens einmal jährlich zu mähen. Das Mähgut muss zwingend abtransportiert werden, damit es nicht als zusätzliche Biomasse den Filterbetrieb beeinträchtigt. Das Schilf wird nicht gemäht; die abgestorbenen Schilfhalme verbleiben auf der Bodenfilteroberfläche und bilden dort mit der Zeit aus Sediment und Streu eine Auflage. Hier findet ein erheblicher Teil der Reinigung statt.

Hydraulisch und stofflich gering belastete Retentionsbodenfilterbecken – insbesondere im Trennsystem – müssen nicht zwingend mit Schilf bepflanzt werden. Eine andere Filtervegetation (z. B. Gräser) muss mit entsprechendem Mehraufwand gepflegt werden und das Mähgut ist zu entfernen.

5.5.6 Filterkörper

Der Filterkörper sollte beim Einbau möglichst wenig verdichtet werden. Bei Standardanforderungen muss die Höhe der Filterschicht im konsolidierten Zustand auch bei geringer Verschmutzung des zu reinigenden Abwassers mindestens 0,50 m betragen, da mit abnehmender Filterstärke der Stress für das Schilf in der Rhizomzone bei langen Trockenperioden zunimmt. Außerdem kann es durch absterbende Pflanzenteile und Tiergänge zu Makroporenfluss und dadurch zu einer Verminderung der Reinigungsleistung kommen.

Personen, die den eingestauten, nicht durchwurzelten Filterkörper betreten, sinken wie bei Fließsand ein, weshalb akute Lebensgefahr besteht. Daher muss das Betreten des Filterkörpers während der Einstauzeiten zwingend vermieden und das Retentionsbodenfilterbecken eingezäunt werden. Zusätzlich zur Einzäunung sollten entsprechende Warnhinweise gut sichtbar angebracht werden.

5.5.7 Dränsystem

Das Dränsystem dient während des Filterbetriebs der Fassung und Ableitung des Filtrats. Es umfasst die Dränsauger, die Dränsammler, den Dränkies und Vorkehrungen zur Inspektion.

Dränsysteme sind horizontal zu verlegen. Deshalb sind Rohplanum und Abdichtung des Retentionsbodenfilterbeckens zwingend horizontal herzustellen.

Für Dränsysteme gelten folgende konstruktive Vorgaben:

- Dränsauger ≥ DN 150 nach DIN 19666,
- Länge der Dränsauger ≤ 40 m bei DN 150,
- Abstand der Dränsauger ≤ 5 m,
- Dränsammler ≥ DN 200,
- Minimierung des Wurzeleinwuchses in die Dränsauger (z. B. durch PE-Folienstreifen zwischen Dränkies und Filtermaterial über dem Dränsauger),
- Entlüftung des Dränsystems oberhalb des Maximaleinstaus, z. B. durch seitliches Hochführen der Dränleitungen.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Das Dränsystem muss zur Kontrolle und Wartung mit Kamera, Spülgerät und Schneidgerät (Beseitigung extremer Einwurzelungen) befahrbar sein. Die Dränsauger sollten von Inspektionszugängen ausgehend durchgängig befahrbar sein und sind deshalb über Kreuzstücke beidseitig an den Dränsammlern anzuschließen. Richtungsänderungen größer 15° sind zu vermeiden.

Die Filterstabilität vom Filtersubstrat zum Dränkies muss eingehalten werden.

5.5.8 Ablaufbauwerk

Ablaufbauwerk und Drosselorgan mit Nebenanlagen sind so zu gestalten, dass folgende Funktionen möglich sind:

- kontrollierte Entleerung des Filterkörpers nach Beschickungsereignissen (je nach Örtlichkeit gegebenenfalls durch Pumpenanlage),
- Überprüfung der betrieblichen hydraulischen Durchlässigkeit (k_{fb}) des Filterkörpers,
- Entnahme von Ablaufproben (z. B. durch Höhendifferenz zwischen Rohr- und Schachtsohle),
- Möglichkeit zur Durchflussmessung,
- temporärer Einstau des Retentionsbodenfilterbeckens (z. B. zur Etablierung der Filtervegetation, zur Unterdrückung von Fremdbewuchs oder zur Dichtheitskontrolle),
- Zugang zum Dränsammler für Inspektion, gegebenenfalls Spülung und Freischnitt,
- Vermeidung von unterwasserseitigem Rückstau (gegebenenfalls Rückstauverschluss bzw. Pumpe einsetzen).

Form und Größe des Ablaufbauwerks richten sich nach dem gewählten Drosselorgan.

Da der Filterablauf feststofffrei ist, besteht keine Verlegungsgefahr des Drosselorgans. Es können daher auch mechanische Drosseln mit kleinen Durchgangsöffnungen verwendet werden.

5.5.9 Notumlauf

Bei einer Außerbetriebnahme des Retentionsbodenfilterbeckens muss die Ableitung des ansonsten dem Retentionsbodenfilterbecken zufließenden Wassers unter Beibehaltung des Betriebs der Vorstufe zum Gewässer möglich sein. Der Notumlauf muss schon während der Etablierungsphase des Schilfs betriebsbereit sein.

5.6 Ergänzende Details zu Regenklärbecken als Erdbecken

5.6.1 Komponenten von Regenklärbecken als Erdbecken

Zu den wichtigen Komponenten eines Regenklärbeckens zählen:

- Beckenüberlauf,
- Einlauf- und Verteilungsbauwerk,
- Sedimentationskammer,
- Klärüberlauf mit Tauchwand.

Regenklärbecken als Erdbecken müssen die gleiche Funktion erfüllen wie Regenklärbecken in Massivbauweise. Sie werden fast ausschließlich als Regenklärbecken mit Dauerstau (RKBmD) betrieben. Deshalb werden nachfolgend nur die oben genannten Komponenten für Regenklärbecken mit Dauerstau behandelt.

5.6.2 Beckenüberlauf

In der Praxis hat es sich bewährt, den Beckenüberlauf von Regenklärbecken als Erdbecken ebenso wie bei Massivbecken als Betonbauwerk zu erstellen. Mit dieser Bauweise können die Vorgaben einer exakten, horizontalen Schwellenoberkante und eines erosionsstabilen Überfallraums am ehesten umgesetzt werden.

Für den Freibord sind die Ausführungen nach 5.3 zu beachten. Wichtig ist hierbei die Beachtung der erforderlichen Höhen bei den einzelnen Elementen der Abdichtung.

5.6.3 Einlauf- und Verteilungsbauwerk

Die Funktion des Einlauf- und Verteilungsbauwerks, d. h. die gleichmäßige Verteilung des Zulaufstroms, muss auch bei Regenklärbecken als Erdbecken gegeben sein, was häufig nicht beachtet wird. Das Bauwerk kann erosionssicher in Massivbauweise oder mit Drahtschotterkörben sowie befestigter Sohle und befestigten Böschungen erstellt werden.

5.6.4 Sedimentationskammer

Der Dauerstau eines eingestauten Regenklärbeckens (RKBmD) hat die Funktion einer Sedimentationskammer. Diese muss gemäß den Ausführungen in 5.2 abgedichtet werden.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Die wirksame Sedimentationskammer, die an das Einlauf- und Verteilungsbauwerk anschließt, muss bei Regenklärbecken mit Dauerstau – wie bei Massivbecken – eine Mindesttiefe von 2 m aufweisen. Dies bedeutet, dass beim Nachweis der erforderlichen Oberfläche nur der Teil der Sedimentationskammer als wirksame Fläche angerechnet werden kann, unter dem die Mindesttiefe eingehalten wird. Somit darf das Volumen im eingestauten Böschungsbereich, in dem diese Tiefe unterschritten wird, nicht als nutzbares Volumen angerechnet werden.

Die Sedimentationskammer sollte einen gleichmäßigen Grundriss und Querschnitt aufweisen, um günstige Strömungsverhältnisse für die Sedimentation zu erwirken.

Unterhalb der Sedimentationskammer muss zusätzlich ein Schlammsammelraum angeordnet werden. Dessen Volumen richtet sich nach dem Reinigungsturnus. Um die Schlammräumung durchführen zu können und zum Schutz der Abdichtung müssen Sohle und Böschungsbereich des Schlammsammelraums massiv befestigt sein. Für die Schlammräumung sollte eine Zufahrtsmöglichkeit und gegebenenfalls auch ein Absaugsumpf angeordnet werden. Des Weiteren ist zu überprüfen, ob vor der Schlammräumung das über dem Schlamm stehende Abwasser des Dauerstaus zu beseitigen ist und wie dies durchgeführt werden kann.

5.6.5 Klärüberlauf

Auch bei Regenklärbecken als Erdbecken müssen die Vorgaben zur spezifischen Schwellenbelastung entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 166 eingehalten werden. Dies kann in der Regel durch die Anordnung von Auslaufschlitzen in einem massiven Bauwerk erreicht werden.

Der Rückhalt von Schwimmstoffen muss gewährleistet sein. Auf 4.10 wird verwiesen.

6 Ausrüstung von Regenbecken

6.1 Allgemeine Bauwerksausrüstung

6.1.1 Grundsätzliches zur allgemeinen Bauwerksausrüstung

Die konstruktive Gestaltung von Regenwasserbehandlungsanlagen steht in einer engen Wechselwirkung mit der Wahl der notwendigen technischen Ausrüstung. Gestaltung und Ausrüstung sind daher planerisch aufeinander abzustimmen.

Die nachfolgenden Ausführungen sind nur im Zusammenhang mit den entsprechenden Abschnitten 9 und 10 des Arbeitsblattes DWA-A 166 vollständig.

Da an Abwasseranlagen und insbesondere an Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung besondere Anforderungen hinsichtlich des Unfallschutzes und der Arbeitssicherheit gestellt werden, sind neben konstruktiven und technischen Angaben auch Aspekte der Arbeitssicherheit zu berücksichtigen.

Grundsätzlich sind für alle Anlagenteile der Abwasseranlage im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung die unterschiedlichen Anforderungen zu ermitteln und die sich daraus ergebenden Maßnahmen im Einzelnen zu berücksichtigen.

Im Hinblick auf zunehmende Diebstähle von Metallen wird empfohlen, für die Beckenausrüstung entsprechende Sicherungsvorkehrungen zu treffen.

6.1.2 Einstiege

Der gefahrlose Zugang zu allen Beckenteilen ist zu gewährleisten und planerisch zu berücksichtigen (BGV C5/GUV-V C5).

Steigeisengänge sollten nur bei Kanalschächten eingesetzt werden. Bei Regenbecken, die öfter begangen werden, sind Steigleitern gegebenenfalls in Verbindung mit Podesten vorzuziehen. Bei Regenbecken ab einem Volumen von ca. 2.000 m³ können feste oder bewegliche Treppen mit Geländer sinnvoll sein. Bei größeren Regenbecken ist die Anordnung einer Kontrollplattform oder Galerie im Zugangsbereich sinnvoll, von der aus eine gute Übersicht über das gesamte Bauwerk möglich ist.

Feste Leitern, Steigeisengänge und Treppen verschmutzen beim Beckeneinstau sehr stark. Es empfiehlt sich daher der Einbau von aufschwimmbaren Leitern oder Treppen, die nicht mit dem Abwasser in Berührung

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

kommen. Transportable Leitern, die nur bei Unterhaltungsarbeiten in das Regenbecken eingebracht werden, sind aus Gründen des Unfallschutzes nicht zulässig. Bei Leitern und Treppen mit Seilzug ist zu prüfen, ob der erforderliche Rettungsweg immer gewährleistet ist.

Da beim Kontakt von Aluminium mit Eisen ein Zündfunke entstehen kann (aluminothermische Reaktion), ist die Verwendung von Aluminium oder Aluminiumüberzügen in explosionsgefährdeten Bereichen, zu denen die Regenbecken zählen, nicht zulässig. Zulässig hingegen sind ausreichend stark antistatisch kunststoffbeschichtete Aluminiumteile.

Bei Schachtdurchmessern größer 1,20 m dürfen aus Gründen der sicheren Begehbarkeit nur einläufige Steigeisengänge nach DIN 19555, Form A oder B, eingebaut werden. Unbedingt zu beachten ist BGR/GUV-R 177.

Zum sicheren Ein- und Ausstieg müssen an Steigleitern und Steigeisengängen geeignete Haltevorrichtungen vorhanden sein. Es kann dazu eine Hülse vorgesehen werden, in die eine mindestens 1 m hohe mittige Haltestange eingesetzt werden kann. Vorteilhafter sind zwei Haltestangen. Die Einsteighilfen können aber auch fest, klapp- oder versenkbar ausgeführt werden. Alternativ können an ein vorhandenes Geländer Haltebügel angebracht werden.

Bei Fallhöhen von mehr als 5 m müssen Absturzsicherungen vorgesehen werden. Dies kann durch einen fest angebrachten Steigschutz mit Verbindungsmittel und Auffanggurt oder durch eine Seilsicherung mit festem Anschlagpunkt und einem Höhensicherungsgerät erreicht werden (BGR/GUV-R 198). Es können auch Steigschutzschienen mit eingearbeiteten Einfach- oder Doppelsprossen jeweils als Steigeisengang oder als Steigleiter eingesetzt werden. Erfahrungsgemäß werden solche Hilfsmittel nicht zwangsläufig beim Einsteigen angelegt bzw. benutzt. Alternativen wie die Anordnung von Zwischenpodesten sind daher zu bevorzugen. Kommen diese Alternativen nicht zur Anwendung wird empfohlen, in der Betriebsanweisung gemäß Arbeitsblatt DWA-A 199-2 entsprechende Regelungen zum Schutz des Betriebspersonals festzulegen. Versetzte Leitern mit Umsteigepodesten aus Beton oder Gitterrosten dürfen nur dann angebracht werden, wenn über diesen Weg keine Rettung erfolgt; d. h. in diesem Fall muss ein zweiter Rettungsweg vorhanden sein. In umschlossenen Räumen sind Einstiege mit Rückenschutz nicht zulässig (BGV C5/GUV-V C5). Bauliche Vorkehrungen zur Absturzsicherung bei geöffneten Schächten können erforderlich werden. Ab 10 m Absturzhöhe ist ein Zwischenpodest als Ruhepodest zwingend erforderlich. Hier eignet sich zur Sicherung des durchgängigen Rettungswegs ein klappbares Podest, das über eine Umlenkrolle von oben geöffnet werden kann.

Außenliegende Betontreppen sind insbesondere in Verbindung mit Drucktüren sehr teuer. Falls sie dennoch angeordnet werden, sind folgende Details zu berücksichtigen:

- abschließbare, feste oder bewegliche Abdeckung über dem Treppenabgang gegen Regen und Verschmutzung (z. B. Laub und Unrat),
- Entwässerung des Treppenabgangs, gegebenenfalls mit Rückstausicherung,
- Drucktür mit Bullauge oder Wasserstandsanzeige zum Regenbecken, falls der Einstieg direkt in den Einstaubereich führt.

Für den Betrieb offener Regenbecken eignen sich befahrbare Rampen.

6.1.3 Rettungs- und Fluchtwege

Bei der Planung von Abwasserbauwerken ist zu berücksichtigen, dass von jedem Bereich der Bauwerke unter Umständen Rettungsarbeiten durchzuführen sind. Die hierzu benötigten Rettungswege müssen bei üblichen Witterungsverhältnissen sicher begangen werden können. Als Mindestbreite sind 0,60 m, bei Lastenbeförderung 1,25 m, und als Mindesthöhe 2,00 m vorzusehen.

Sowohl Rettungs- als auch Fluchtwege sollten immer in Fließrichtung des Abwassers angelegt sein, damit bei beginnendem Regenabfluss nicht gegen die auflaufende Welle angegangen werden muss. Entsprechende Ausstiegsmöglichkeiten sind vorzusehen. Regenbecken müssen in jedem für sich abgeschlossenen Beckenteil an günstigen Stellen mit fest eingebauten Notausstiegen ausgerüstet sein. Anzahl und Lage müssen so gewählt werden, dass die Länge der Schwimmstrecke ≤ 15 m ist.

6.1.4 Montageöffnungen

Montageöffnungen werden in der Regel zum Ein- und Ausbringen von Aggregaten und Arbeitsmaterial sowie zur Entnahme von eingetragenem Sperrgut (Steine, Äste usw.) benötigt. Sie sollten außerhalb von Verkehrsflächen liegen und jederzeit zugänglich sein.

Die Mindestöffnungsmaße richten sich nach den Abmessungen des jeweils größten Einzelteils der Aggregate, wobei der Austausch oder der nachträgliche Einbau weiterer Aggregate zu berücksichtigen ist. Montageöffnungen, die über Jahre hinweg nicht geöffnet werden müssen, können auch in Form von überdeckten, herausnehmbaren Fertigteilen oder Gitterrosten ausgebildet werden.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Bei großen Aggregaten sollte der Hersteller prüfen, ob diese in Teilen geliefert und im Bauwerk zusammenmontiert werden können. Dadurch können eventuell große Montageöffnungen vermieden werden. Im Einzelfall können trotz Mehrkosten für den Montageaufwand insgesamt Einsparungen erzielt werden.

Ist in der Montageöffnung ein Einstieg vorgesehen, sollte in der Abdeckung, sofern diese nicht leicht zu öffnen ist, eine separate Einstiegsöffnung integriert werden.

6.1.5 Hebezeuge

Hebezeuge bei Regenbecken können folgenden Zwecken dienen:

- Rettung von Personen,
- Montage und Wartung von Ausrüstungsgegenständen und Arbeitsmaterial,
- Entnahme von Sperrgut und Reststoffen.

Stationäre Hebezeuge sind nur dort anzuordnen, wo sie häufig benötigt werden oder mobile Geräte nur unter erschwerten Bedingungen eingesetzt werden können (z. B. innerhalb von Gebäuden). Je nach Bedarf haben sich Montagehaken, fest montierte, schwenkbare Galgen und Kranbahnen mit Laufkatzen bewährt. Die maximal zulässige Traglast ist sichtbar anzuzeigen; die wiederkehrenden Prüfungen müssen eingehalten werden.

Geräte zum sicheren Einstieg und zur Rettung von Personen dürfen nicht motorisch betrieben werden. Mobile Hebezeuge, in der Regel Dreiböcke, müssen bei allen Inspektions- und Wartungsarbeiten verwendet werden. Stabile Ausführungen dieser Art können auch für Wartungs- und Montagearbeiten an Aggregaten verwendet werden. Neben dem Dreibock oder Montagehaken können auch stationäre oder mobile Galgen verwendet werden, die in fest montierte Köcher eingesetzt werden. Für Unterhaltungs- und Rettungsarbeiten sollte an Fahrzeugen, die überwiegend in der Kanalunterhaltung eingesetzt werden, auf der Ladefläche ein kleiner Kran montiert werden.

6.1.6 Abdeckungen

Abdeckungen an abwassertechnischen Sonderbauwerken müssen bei Inspektionsgängen und Wartungsarbeiten regelmäßig geöffnet werden. Es sind deshalb solche Abdeckungen zu wählen, die nach Möglichkeit durch eine einzige Person leicht und ohne besondere Geräte zu öffnen sind. Hierzu eignen sich Edelstahlabdeckungen. Für den Bereich des nicht fließenden Verkehrs werden mit Fahrzeugen bis zu 10 t befahrbare, aluminutherisch funkensicher beschichtete Aluminiumabdeckungen angeboten. Ferner gibt es schwere Abdeckungen, die mithilfe eines hydraulischen Systems großflächig angehoben werden können. Die im System integrierte Absturzsicherung richtet sich beim Hochfahren der Abdeckung selbsttätig auf. Bei befahrbaren Abdeckungen in Straßen mit Lkw-Verkehr sind die Abdeckungen gegen Verschieben und Hochschleudern zu sichern.

Die Einstiegsöffnungen sind nach Möglichkeit als großflächige, mit korrosionsbeständigen Gitterrosten ausgestattete Öffnungen und nicht als normale Schachtabdeckungen vorzusehen. Die Gitterroste sollten rutschhemmend (BGR/GUV-R 181), verriegelt und im Einstiegsbereich klappbar sein (BGI/GUV-I 588). Amphibien werden hinreichend geschützt, wenn die Maschenweite der Roste maximal 15 mm/15 mm beträgt. Neben der guten Belichtung der Regenbecken bieten Gitterrostabdeckungen auch den Vorteil einer ständigen Durchlüftung. Bei entsprechender Anordnung der Gitterroste können Sichtkontrollen oft ohne Einstieg in das Regenbecken durchgeführt werden.

Falls Gitterroste aufgrund der örtlichen Verhältnisse nicht gewählt werden können und geschlossene Abdeckungen erforderlich sind, sollten diese ebenso wie die Roste folgenden Anforderungen entsprechen:

- geringes Gewicht,
- Abschließbarkeit,
- leichtes Öffnen durch eine Person,
- Korrosionsbeständigkeit,
- Arretierung der aufgeklappten Abdeckung.

Die lichte Weite von häufig genutzten Einstiegsöffnungen und Rettungswegen muss mindestens 0,80 m betragen. Bei Einstiegsöffnungen, die im Bereich von Verkehrswegen von Fahrzeugen liegen, ist eine lichte Weite von 0,625 m zulässig. Dies erschwert jedoch den Einstieg in die Anlagen.

Die Gitterroste und Abdeckungen sind durch hochgezogene Schachtwandungen oder durch Absperrvorrichtungen wie Bügel, Pfosten, Bepflanzungen usw. gegen Überfahren zu sichern, falls nicht entsprechend belastbare Ausführungen gewählt werden. Ca. 10 cm bis 15 cm über das Gelände hochgezogene Umfassungswände verhindern auch das Eindringen von Oberflächenwasser und Schmutz.

Bei Abdeckungen, die direkt über Ausrüstungsteilen angeordnet werden, ist zu berücksichtigen, dass abtropfendes Kondens- oder Leckagewasser zu Flugrost und Roststellen an den darunter angeordneten Ausrüstungsteilen führen kann. Um dies zu vermeiden, muss der Werkstoff der Abdeckung nichtrostend ausgeführt werden oder es sind zusätzliche Abdeckungen über den Ausrüstungsteilen vorzusehen.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

6.1.7 Geländer und Umfassungswände

Offene und zeitweise leerstehende Regenbecken mit einer Absturzhöhe > 1 m müssen durch geeignete Maßnahmen (Geländer, hochgezogene Umfassungswände, Kombination aus Geländer und Umfassungswand) gesichert werden. Die Höhe der Sicherung beträgt bei Regenbecken mit 1 m bis 12 m Absturzhöhe nach BGV C5/GUV-V C5 mindestens 1 m.

6.1.8 Be- und Entlüftung

In Kanalisationsanlagen ist mit dem Auftreten von toxischen und explosiven Gasen zu rechnen. Es ist deshalb auf eine wirkungsvolle Be- und Entlüftung zu achten.

Bei geschlossenen Regenbecken sind die Be- und Entlüftungsöffnungen so anzuordnen, dass eine wirksame Quer- oder Diagonalströmung erreicht und die Bildung von Kondenswasser verhindert wird. Dies ist z. B. durch an den Stirnseiten über die gesamte Bauwerksbreite angeordnete Gitterroste möglich.

Die Größe der Entlüftungsöffnungen ist so zu wählen, dass die bei Beckenfüllung verdrängte Luft ungehindert entweichen kann. Hohe Luftgeschwindigkeiten führen zu störenden Geräuschen. Diese können vermieden werden, wenn je m^3/s Zufluss eine Entlüftungsöffnung von mindestens 0,1 m^2 zur Verfügung steht.

Im begründeten Einzelfall ist zu prüfen, ob eine stationäre maschinelle Zwangsbelüftung sinnvoll ist. Eine technische Lüftung gilt dann als wirksam, wenn mindestens ein fünffacher Luftwechsel pro Stunde erreicht wird.

6.1.9 Beleuchtung der Bauwerke

Die Beleuchtung der Regenbecken ist den Erfordernissen des Betriebs anzupassen. Während bei großen Regenbecken eine fest montierte Beleuchtung vorgesehen werden sollte, reicht bei kleinen Regenbecken bei sinnvoller Anordnung der Öffnungen meist die natürliche Belichtung aus. Bei Bedarf kann eine mobile Beleuchtung mittels Strahler, Scheinwerfer, Lichtmast usw. erfolgen. Sowohl fest montierte als auch mobile Beleuchtungen müssen den Explosionsschutzbestimmungen entsprechen.

Die Innenbeleuchtung ist so anzubringen, dass das Bauwerk insgesamt ausreichend ausgeleuchtet wird und sie gut gewartet werden kann. Sie darf auch bei gefülltem Regenbecken und maximalem Zufluss nicht eingestaut werden.

Bei Regenbecken wird im Allgemeinen keine Außenbeleuchtung angebracht, da die normalen Unterhaltungsarbeiten bei Tag ausgeführt werden. Für unvorhergesehene Nachteinsätze sollten jedoch transportable Beleuchtungseinrichtungen zur Verfügung stehen.

6.1.10 Zufahrt

In bebauten Bereichen können Regenbecken in der Regel über öffentliche Straßen mit Fahrzeugen problemlos erreicht werden. Im Außenbereich sollten für Regenbecken keine neuen Anbindungen geschaffen werden, sofern die gemeinsame Nutzung vorhandener Wege möglich ist. Falls erforderlich, sollten diese entsprechend den zusätzlichen Anforderungen ausgebaut werden.

Folgende Punkte sollten bei der Planung von Zufahrten beachtet werden:

- anstehende Bodenverhältnisse und vorhandene Befestigungen,
- zu erwartende Belastung (z. B. Gewicht des Spül- oder Kranfahrzeugs),
- erforderliche, möglichst naturnahe Befestigung,
- Trassierung der Zufahrt unter Beachtung der Fahrzeugabmessungen, Wenderadien und der Fahrzeugfrequenz, gegebenenfalls in einsehbaren Abständen mit Ausweichbuchten,
- Entwässerungssituation der befestigten Flächen,
- Anforderungen beim Winterbetrieb.

Führt die Zufahrt zum Regenbecken über öffentliche Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen oder mit schnell fahrenden Fahrzeugen, dürfen beim Anfahren der Anlagen weder die Verkehrsteilnehmer noch das Betriebspersonal einer Gefährdung ausgesetzt sein. In diesen Fällen sollten bei eingezäunten Regenbecken Haltebuchten angeordnet werden oder vor dem Zufahrtstor ausreichend Platz vorhanden sein, auf dem das Fahrzeug vorübergehend gefahrlos abgestellt werden kann, bevor die Toranlage aufgeschlossen wird.

6.1.11 Umzäunung

Nach den Vorgaben der Unfallverhütungsvorschriften bzw. den Forderungen der Unfallversicherungen müssen Regenbecken und eventuell auch die Grundstücke gegen unbefugtes Betreten grundsätzlich gesichert sein.

Bei offenen Massivbecken sind Umzäunungen mit einer Höhe von 1,70 m bis 2,00 m erforderlich. Bei Erdbe-

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

cken ist zu prüfen, ob aufgrund der örtlichen Situation auf eine Umzäunung verzichtet werden kann. Die versicherungsrechtliche Situation sollte mit der zuständigen Versicherung geklärt werden.

Ist ein Regenbecken eingezäunt, sind für die Zufahrt mit Fahrzeugen entsprechende Toranlagen vorzusehen. Während die Zufahrtstore auch gleichzeitig den Zugang des Betriebspersonals gewährleisten, kann es sinnvoll sein, in der Zaunanlage weitere Personentore zur Erleichterung der Unterhaltungsarbeiten vorzusehen (z. B. Zugang zur Einleitungsstelle am Gewässer, Vereinfachung der Mäharbeiten).

Je nach Regenbecken kann es sinnvoll sein, innerhalb der Umzäunung eine Beckenumfahrung anzuordnen. Alternativ kann zusätzlich zum Zufahrts- auch ein Ausfahrtstor vorgesehen werden. Dadurch können Wendemanöver vermieden werden.

6.2 Anlagen zur Abflussbegrenzung

6.2.1 Geltungsbereich

Unter Anlagen zur Abflussbegrenzung werden nachfolgend Drosselorgane im Sinne der Arbeitsblätter DWA-A 111 und DWA-A 166 behandelt. Dabei sind zur Gewährleistung einer ausreichenden Betriebssicherheit Mindestdrosselabflüsse einzuhalten. In der Regel sollten gemäß Arbeitsblatt DWA-A 111 beim Betrieb mit Schmutz- oder Mischwasser bei Abflusssteuerungen 25 l/s und bei Abflussregelungen 10 l/s nicht unterschritten werden. Davon abweichende kleinere Abflüsse sind mit höheren Investitionskosten und einem höherem betrieblichen Aufwand verbunden und sollten deshalb nur in begründeten Einzelfällen vorgesehen werden. In Regenwasserkanälen sind bei guten Randbedingungen gemäß Arbeitsblatt DWA-A 166 Drosselabflüsse ab 5 l/s beherrschbar.

Müssen aus zwingenden Gründen die genannten Mindestabflüsse unterschritten werden, ist der Einsatz von Drosselorganen mit Impuls-Pausen-Betrieb zu erwägen. Das Drosselorgan gibt einen kurzen, kräftigen Wasserstoß frei und stoppt danach den Abfluss. Im zeitlichen Mittel können so Abflüsse erreicht werden, die kleiner als die oben genannten Mindestwerte sind. Durch den Effekt der fließenden Retention wird der stoßweise Abfluss im weiterführenden Kanalsystem wieder vergleichmäßigt. Bei diesen sehr kleinen Drosselabflüssen sind aber heftige und lang anhaltende mechanische Aktivitäten des Verschluss- und Antriebsorgans, lange Entleerungszeiten des Regenbeckens und kleine Schleppkräfte im weiterführenden Kanal die Folge.

6.2.2 Strömungsmechanische Drosselorgane

6.2.2.1 Passive Steuerungen ohne bewegliche Teile und ohne Fremdenergie

Drosselstrecken und feststehende Drosselblenden zählen zu den passiven Abflusssteuerungen. Sie waren lange Zeit herkömmliche Drosselorgane in der Entwässerungstechnik. Sie erzeugen einen Durchfluss, der etwa proportional zur Quadratwurzel des Oberwasserstands ist (Gesetz von Torricelli) und neigen deshalb bei hohen Trockenwetterabflüssen zu Rückstau. Eine selbsttätige Erkennung und Beseitigung von Verlegungen ist mit passiven Steuerungen nicht möglich.

Drosselstrecken sind nachträglich nicht verstellbar. Weil sie unter Druck laufen, sind innerhalb der Drosselstrecke keine Seitenanschlüsse zulässig. Da wegen des Verlegungsrisikos in Mischsystemen die Nennweite nicht kleiner als DN 200 sein darf, können Mischwasserabflüsse mit Drosselstrecken nicht unter 50 l/s gedrosselt werden.

Feststehende Drosselschieber und Drosselblenden werden in der Regel nass an der Oberwasserseite des Drosselschachts angebracht. Sie sollten an der Drosselblende bzw. Schieberplatte eine Skala zum genauen Einstellen der Öffnungsweite haben. Werden Drosselblenden ohne Nachschacht direkt vor eine nachfolgenden Rohrleitung eingebaut, ist eine zusätzliche Belüftung der Blendenrückseite erforderlich, um Saugeffekte zu vermeiden.

Schieberplatten und Drosselblenden sollten horizontale Unterkanten haben (Vermeidung eines Sichelspaltes). Im Gegensatz zu Drosselstrecken sind Drosselschieber nachträglich verstellbar. Ihre Nennweite sollte nicht kleiner als 300 mm sein. Wegen des Verlegungsrisikos sollte die Öffnungsweite 200 mm nicht unterschreiten.

6.2.2.2 Aktive Steuerungen ohne bewegliche Teile und ohne Fremdenergie

Strömungsmechanische Ventile (Wirbelgeräte) sind aktive Abflusssteuerungen ohne bewegliche Teile. Sie arbeiten mit weitgehend verschleißfreien, nicht alternden Strömungseffekten. Sie können bei einem freien Kugeldurchgang von 200 mm bei den üblichen Füllhöhen von Regenbecken im Mischsystem bis auf etwa 25 l/s abdrosseln, benötigen aber eine Strömungsumlenkung zwischen Zu- und Ablauf. Da es keine Verschleißteile gibt und der Kontrollquerschnitt stets offen bleibt, haben sie sich als betriebssicher und langlebig herausge-

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

stellt. Sie erzeugen wegen der s-förmigen Abflusskurve wenig Rückstau bei Trockenwetter. Austauschbare oder einstellbare Blenden erlauben die nachträgliche Verstellung des Sollabflusses. Ihre Aufstellung erfolgt „nass“ oder „halbtrocken“. Bei „halbtrockener“ Aufstellung ist im Drosselbauwerk ein Sohlenversatz von ca. einer Drosselnennweite vorzusehen. Bei einigen Drosselorganen ist im Drosselbauwerk ein Sohlenversatz nach Herstellerangaben erforderlich. Eine selbsttätige Erkennung und Beseitigung von Verlegungen ist bei strömungsmechanischen Ventilen nicht möglich.

6.2.2.3 Aktive Steuerungen und Regelungen mit beweglichen Teilen und ohne Fremdenergie

Bei gesteuerten Drosselorganen, die keine Fremdenergie einsetzen, wird der Auslaufquerschnitt in Abhängigkeit vom Wasserstand im Oberwasser mit steigendem Wasserdruck durch eine Schieberplatte oder drehbare Kurvenscheibe mit steigendem Druck verkleinert. Der Oberwasserspiegel wird in der Regel mittels eines Schwimmers abgetastet. Oberwassergesteuerte Drosselorgane können Verlegungen nicht selbsttätig erkennen und beseitigen. Der Drosselabfluss darf deshalb nicht kleiner als 25 l/s gewählt werden.

Weil es bei starkem Zulaufgefälle zum „Durchschießen“ des Wassers unter der Schieberplatte kommen kann, bevor der Schwimmer aufschwimmt, sind bei den Abflusskurven im Arbeitsblatt DWA-A 166: Bild 34 Abflussspitzen dargestellt.

Bei einigen Drosselorganen ist im Drosselbauwerk ein Sohlenversatz nach Herstellerangaben erforderlich.

Geräte, die den Kontrollquerschnitt innerhalb einer Schlauchmembrane mit Zunahme des Drucks selbsttätig verkleinern, können „nass“, „halbtrocken“ oder „trocken“ aufgestellt werden. Sie sind Zwitter aus Abflusssteuerung und -regelung. Ihr Einsatzbereich liegt bei kleinen Regenbecken und Abflüssen ab 25 l/s. Der Sollabfluss wird verstellt, indem das Drosselrohr mit der Schlauchmembrane ausgetauscht wird.

Bei geregelten Drosselorganen, die keine Fremdenergie einsetzen, wird der Abfluss hinter dem Stellglied gemessen und mit dem Sollabfluss verglichen. Dazu wird ein indirektes Abflusssignal gewonnen, indem beispielsweise der Unterwasserstand mit einem Schwimmer abgetastet wird. Bei anderen Drosselorganen wird die Drehzahl eines Turbinenrads oder das Gewicht oder der Strahldruck des fließenden Volumenstroms ermittelt. Das Messsignal wird in eine Bewegung des Stellglieds umgesetzt, welches den Durchflussquerschnitt so verändert, dass, solange der Zufluss ausreichend ist, der Sollabfluss unabhängig vom Stand des Oberwassers eintritt. Abflussregler ohne Fremdenergie müssen mit einem Minimum an Energie Stellglieder bewegen. Dies verlangt eine aufwendige, leichtgängige und präzise Konstruktion und in der Regel eine turnusmäßige Wartung. Der Sollabfluss lässt sich in der Regel leicht verstellen. Da diese Drosselorgane Verlegungen selbsttätig erkennen und meistens auch frei spülen und beseitigen, kann der Drosselabfluss gemäß Arbeitsblatt DWA-A 111 im Regelfall bis auf 10 l/s abgedrosselt werden (siehe Arbeitsblatt DWA-A 166: Bild 34).

6.2.3 Steuerungen und Regelungen mit Fremdenergie

6.2.3.1 Grundsätzliches zu Drosselorganen mit Fremdenergie

Bei allen Drosselorganen mit Fremdenergie sind Vorkehrungen für die Möglichkeit eines Stromausfalls zu berücksichtigen. Daher ist beispielsweise eine ausreichende Akkupufferung einzuplanen.

6.2.3.2 Oberwassergesteuerte Drosselorgane mit Fremdenergie

Oberwassergesteuerte Drosselorgane mit Fremdenergie haben eine Niveausonde zur Erkennung des Einstaus im Oberwasser. Dieses Messsignal wird in der Steuerung durch eine typenspezifische mathematische Formel oder eine Stützwerttabelle transformiert und an ein Stellglied (z. B. Segment- oder Plattenschütz) weitergeleitet. Bei Erhöhung des Einstaus im Oberwasser resultiert daraus beim Drosselorgan eine Reduzierung des Durchflussquerschnitts über das Stellglied. Diese Drosselorgane können Verlegungen nicht selbsttätig erkennen. Deshalb sollten in der Steuerung Spül-Routinen vorgesehen werden oder – falls möglich – im Unterwasser zusätzliche Verlegungserkennungssensoren mit in die Steuerung eingebunden werden. Der Sollabfluss lässt sich in der Regel leicht durch Umprogrammieren der Steuerung verstellen. Falls noch kein Anschluss des Elektroversorgungsunternehmens (EVU-Anschluss) vorhanden ist, kann auch eine Solarausführung erwogen werden, da diese unter Umständen kostengünstiger ist.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

6.2.3.3 Durchflussgeregelte Drosselorgane mit Fremdenergie

Wird ein Schieber oder ein Schütz mit Motorantrieb mit einem Durchflussmessgerät und einem Regler kombiniert, so ergibt sich ein Regelkreis, welcher unabhängig vom Stand des Ober- und Unterwassers einen annähernd konstanten Durchfluss ermöglicht. Die erzielbare Mess- und Regelgenauigkeit übertrifft die von rein strömungsmechanisch arbeitenden Drosselorganen, ist aber letztendlich abhängig vom Messverfahren, der Reglergenauigkeit und dem Stellgliedspiel (mechanisches Spiel in Schieberspindel und Schiebermutter und im Motorgetriebe).

Derartige Drosselorgane erfordern in der Regel keine Absturzhöhe; der Sollabfluss lässt sich stufenlos verstellen und Schieberverlegungen können meistens mit entsprechendem Regelalgorithmus selbsttätig regeneriert werden. Es steht ein Durchflussmesswert zur Verfügung, der weiterverarbeitet, angezeigt, registriert und fernübertragen werden kann.

Diesen Vorteilen stehen jedoch höhere Investitionskosten gegenüber. Ferner ist zu berücksichtigen, dass Drosselorgane mit Fremdenergie wegen des Verschleißes des Antriebs eine kürzere Lebensdauer als Drosselorgane ohne Fremdenergie haben. Auch die Betriebs- und Wartungskosten sind höher.

Da durch Ablagerungen im Bereich des Drosselorgans und Sielhautbildung im Durchflussmessgerät Messfehler entstehen, ist dessen Sauberkeit regelmäßig zu kontrollieren und durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen (Spülungen).

Das häufigste Verfahren zur Messung von Drosselabflüssen ist die magnetisch-induktive Durchflussmessung (MID). Es stehen mit Vollfüllung und Teilfüllung arbeitende Geräte zur Verfügung. Gemäß DIN EN 29104 ist bei der Gerätekombination MID/Stellglied der Regelschieber stets hinter dem Messgerät anzuordnen.

MID mit Vollfüllung messen prinzipiell genauer und sind unempfindlich gegenüber Rückstau aus dem Unterwasser. Andererseits sind sie empfindlich gegen Verlegungen im Messquerschnitt und durch den Luftanstau vor dem Regelschieber. In Freispiegelleitungen kann Vollfüllung durch Dükerung erreicht werden. Ist die Fließgeschwindigkeit im Messrohr – auch bei Trockenwetterabfluss – ausreichend hoch (Nachweis der Schleppkraft), sodass die Messstrecke ablagerungsfrei bleibt, kann der Durchfluss mit hoher Genauigkeit gemessen werden. Bei kleinen Durchflüssen mit geringen Fließgeschwindigkeiten sind automatische Spülhilfen vorzusehen. Akkumulierte Schwimmstoffe vor der Dükerung können durch kurzes Öffnen des Schiebers der Notentleerung abgezogen werden.

MID mit Teilfüllung messen generell ungenauer und haben höhere Investitionskosten als MID mit Vollfüllung. Da keine Dükerung erforderlich ist, sind sie aber unempfindlicher gegenüber Ablagerungen und Luftanstau. Sie haben ein geringeres Verlegungsrisiko.

Da die Kosten von MID mit dem Durchmesser der Rohrleitung erheblich zunehmen, sind bei größeren Nennweiten oft andere Verfahren der Durchflussmessung kostengünstiger. In der Praxis bewährt haben sich Ultraschall-Verfahren mit digitaler Mustererkennung (Ultraschall-Echobilder). Auch hier sind Messungen in vollgefüllten Rohrleitungen grundsätzlich genauer als Messungen bei Teilfüllung.

Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit jeder Durchflussmessung hängt maßgeblich von der Einbausituation und den daraus resultierenden hydraulischen Bedingungen ab. Es ist daher bereits bei der Bauwerksplanung sicherzustellen, dass die vom jeweiligen Hersteller vorgegebenen Einbaubedingungen eingehalten werden. Wesentliche Randbedingungen sind u. a. die Länge der störungsfreien Zulaufstrecke (Beruhigungsstrecke) und der entsprechenden Auslaufstrecke, der Bereich der auftretenden Geschwindigkeiten und Rückstaufreiheit. Detaillierte Ausführungen zur Genauigkeit verschiedener Verfahren und deren Beeinflussung durch äußere Bedingungen finden sich im Merkblatt DWA-M 181 „Messung von Wasserstand und Durchfluss in Abwasseranlagen“.

6.2.4 Vorgaben für die Überprüfung von Drosselorganen

Drosselorgane sind so zu wählen und Drosselbauwerke so zu gestalten, dass Sichtkontrollen, Funktionsprüfungen sowie Wartungs- und Reparaturarbeiten möglichst leicht durchgeführt werden können. Spezifische Vorgaben für die Funktionsprüfung macht der Hersteller des Drosselorgans. Darüber hinaus sind im laufenden Betrieb auch vergleichende Messungen im weiterführenden Kanal erforderlich, um die Genauigkeit des Drosselorgans im Betrieb zu überprüfen.

Umfang und Häufigkeit von Funktions- und Genauigkeitsprüfungen an Drosselorganen sowie Anforderungen an die Genauigkeit sind landesspezifisch geregelt (z. B. in Eigenkontroll- und Selbstüberwachungsverordnungen). Liegt landesspezifisch keine strengere Anforderung vor, darf entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 166: 9.3.2, der Istabfluss nur um maximal 20 % vom Sollabfluss abweichen.

In der Praxis kommen für Vergleichsmessungen zum Einsatz:

- kombinierte Höhen- und Fließgeschwindigkeitsmessungen,

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

- transportable Messrohrleitungen mit Vollfüllungsabfluss,
- transportable Messwehre in Schächten mit vorbereiteter Montagevorrichtung.

Andere Verfahren (z. B. Tracermessungen) sind meist mit deutlich höherem Aufwand verbunden.

Im weiterführenden Kanal unterhalb des Drosselbauwerks ist ein Schacht für den Einbau der Messeinrichtung anzuordnen. Es ist sicherzustellen, dass mindestens eines der oben genannten Messverfahren in diesem Schacht einsetzbar ist. Kommen Messrohrleitungen zum Einsatz, ist im Schacht auf ausreichenden Raum für die Zugänglichkeit der Anlage und auf hinreichende Länge für die Messleitung zu achten. Bei Messwehren und sohlengebundenen Sensoren sind die hydraulischen Randbedingungen entscheidend. Es ist eine ausreichend lange Beruhigungsstrecke oberhalb erforderlich und rückstaufreier Abfluss unterhalb. Nähere Angaben zu den maßgebenden Einflüssen auf Messeinrichtungen finden sich im Merkblatt DWA-M 181. Ferner darf von der Messeinrichtung kein Rückstau auf das Drosselorgan ausgehen, wenn sich dies auf dessen Funktion auswirkt. Der Messschacht sollte außerdem möglichst gefahrlos und einfach zugänglich sein. Für den Einbau der Messeinrichtung sollte der Abfluss vorübergehend abgesperrt werden können.

6.2.5 Notentleerungen als Drosselorgan bei Betriebsstörungen

Entsprechend den im Arbeitsblatt DWA-A 166 festgeschriebenen Anforderungen an Drosselorgane ist im Drosselbauwerk wegen des mit Drosselorganen verbundenen Verlegungsrisikos parallel eine mit einem Schieber ausgerüstete Notentleerungsleitung anzulegen. Der Aufwand für die Beseitigung einer Drosselverlegung durch das Betriebspersonal mit Fahrt zum Regenbecken, Öffnen des Notentleerungsschiebers und Wartezeit während der Beckenentleerung bis zur Zugänglichkeit des Drosseleinlaufs ist erheblich.

Werden Regenbecken über eine Fernwirkanlage zentral überwacht und können einzelne Aggregate über die Fernwirkanlage gesteuert werden, wird empfohlen, den Schieber der Notentleerungsleitung motorgetrieben ständig in die Steuerung einzubeziehen. Bei Drosselverlegung kann eine Störmeldung generiert werden und gleichzeitig der Notentleerungsschieber soweit aufgefahren werden, dass annähernd der zulässige Drosselabfluss über die Notenleerungsleitung aus dem Regenbecken abgeleitet wird. Von der Zentrale aus kann der Verlauf des Wasserstands im Regenbecken kontrolliert werden. Das Betriebspersonal braucht erst bei Zugänglichkeit von Drosseleinlauf und Drosselorgan das Regenbecken zur Beseitigung der Störung aufzusuchen.

6.2.6 Notentleerungen zur beschleunigten Beckenentleerung

Besteht in Entwässerungsnetzen Bedarf für eine Beckenbewirtschaftung mittels einer beschleunigten Entleerung von Regenbecken, kann diese kostengünstig über die Notentleerung umgesetzt werden.

Dazu ist es erforderlich, den Schieber der Notentleerung motorgetrieben auszubilden. Außerdem ist eine Überwachung über eine Fernwirkanlage erforderlich. Damit steht zusätzlich zum Drosselorgan eine weitere steuerbare Entleerungsvorrichtung zur Verfügung, die zur beschleunigten Beckenentleerung eingesetzt werden kann.

Eine solche Einrichtung kommt auch für Regenbecken in Frage, die mit strömungsmechanischen Drosselorganen ohne Fremdenergie ausgerüstet sind. Während der beschleunigten Phase der Beckenentleerung ist sicherzustellen, dass sie bei einem nachfolgenden Regenereignis unterbunden wird und keine unzulässige Entlastung erfolgt.

Es ist darauf zu achten, dass bei netzabschließenden Regenbecken der Bemessungszufluss zu nachfolgenden Kläranlagen oder Hebewerken nicht überschritten werden darf.

6.3 Anlagen zur Wasserstandsbegrenzung

6.3.1 Allgemeines zu Anlagen zur Wasserstandsbegrenzung

Beckenüberläufe, ungedrosselte Klärüberläufe, Stauraumüberläufe, Kaskadenbauwerke, Notüberläufe und Trennbauwerke sind Anlagen zur Wasserstandsbegrenzung. Diese Vorrichtungen lassen beim Anstieg des Wasserstands über ein fest eingestelltes Maß hinaus das zufließende überschüssige Wasser in das Gewässer oder in eine Beckenkammer überlaufen. Sie reagieren auf kleine Wasserstandsänderungen mit großen Änderungen des Überfallstroms. Gedrosselte Klärüberläufe sind Anlagen zur Abflussbegrenzung.

Das an Beckenüberläufen überfließende Wasser muss – ohne schädlichen Rückstau im oberstrom liegenden Kanalnetz zu erzeugen – über das Auslaufbauwerk in den Entlastungskanal/Entlastungsgraben abfließen können. Dabei ist der maßgebende Unterwasserstand im Gewässer zu berücksichtigen. Die spezifische Schwellenbelastung von Beckenüberläufen, Stauraumüberläufen und Klärüberläufen ist zu begrenzen. Entsprechende Nachweise sind nach dem Arbeitsblatt DWA-A 166, Abschnitte 7, 8 und 12 zu führen. Diese

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Überläufe sollten möglichst hoch angeordnet werden. Bei Hochwasser im Gewässer dürfen die Überläufe nicht rückwärts überströmt werden; gegebenenfalls sind Rückstausicherungen oder Pumpen vorzusehen.

6.3.2 Feste Wehre

Beckenüberläufe, Notüberläufe, Stauraumüberläufe und Trennbauwerke werden in der Regel als feste Wehre ausgebildet. Zur Ausbildung der Wehrkronen wird auf 4.9 verwiesen. In Einzelfällen kann der Einsatz von vorgefertigten, hydraulisch optimierten und zur Abschätzung des Entlastungsabflusses sowie der Entlastungswassermenge gut geeigneten Schwellenprofilen sinnvoll sein. In diesen Fällen sollten jedoch die Vorgaben der in Frage kommenden Hersteller schon in der Planungsphase berücksichtigt werden.

6.3.3 Selbstregulierende Entlastungsorgane

Selbstregulierende Entlastungsorgane bzw. Wasserstandsbegrenzer in Form von beweglichen Klappen kommen dann zum Einsatz, wenn mit festen Wehren der Rückstau nach Oberwasser unzulässig groß wird oder die erforderliche Länge der Entlastungsschwelle nicht realisiert werden kann. Diese Geräte verwenden Gegengewichte, Federn oder motorische Antriebe zur Erzeugung von Rückstellkräften. Dabei treten große Kräfte auf, welche vom Bauwerk aufgenommen werden müssen. Dies muss bei der Planung und der statischen Auslegung berücksichtigt werden.

Gegengewichte sind so anzuordnen, dass sie im Entlastungsfall nicht in den Entlastungsstrom eintauchen.

6.3.4 Heberwehre

Luftregulierte Heberwehre arbeiten mit Zweiphasenströmungen (Wasser-Luft). Diese können nur im hydraulischen Labor optimiert und kalibriert werden. Die Hersteller übernehmen die hydraulische Auslegung.

6.4 Absperrorgane

Bei Regenwasserbehandlungsanlagen kommen als Absperrorgane insbesondere zum Einsatz:

- gehäuselose Schieber zum Andübeln (nach DIN 19569-4),
- flanschlose Plattenschieber (Zwischenflanschschieber).

Gehäuselose Schieber sind zwar einfach anzudübeln, erfordern jedoch eine genaue Bauwerksvorbereitung (z. B. ebene Wände, fluchtende und maßgenaue Aussparungen). Die Schieber sind in unterschiedlichen Dichtheitsklassen erhältlich (DIN 19569-4). Sie haben eine Spindel bzw. eine Betätigungsstange, die mit dem oberhalb des maximalen Wasserspiegels anzuordnenden Antrieb verbunden ist.

Plattenschieber besitzen eine in einem Gehäuse verschiebbare, glatte Platte mit weicher Dichtung. Sie werden in kurzer Bauform ohne Flansche (d. h. zum Einklemmen oder als „Vorkopfschieber“) in Verbindung mit einer Rohrleitung eingebaut und lassen sich tropfdicht einstellen. Sie sind aber relativ schwergängig.

Die Schieber können manuell (Bedienvierkant, gegebenenfalls in Straßenkappe, oder Handrad auf Bock) oder maschinell (Elektromotor oder Hydraulik- oder Pneumatikzylinder) betätigt werden. Weit verbreitet sind elektrische Stellantriebe, welche Elektromotor, Getriebe, Not-Handrad, Endschalter, Drehmomentüberwachungsschalter sowie optional Motorschutzeinrichtung und optische Störungsanzeige in einem Gehäuse vereinen. Die Stellgeschwindigkeit ist aufgabenabhängig zu wählen.

Schieber mit elektrischem Stellantrieb können überflutbar ausgeführt werden. Die Funktionsfähigkeit ist jedoch bei Überflutung nur für begrenzte Zeiträume und Wasserdruckhöhen gegeben und erlaubt keinen Dauerein- oder -überstau.

Für Sicherheitsarmaturen sind pneumatische oder hydraulische Antriebe mit Druckspeicher sinnvoll. Für große Armaturen haben sich Hydraulikantriebe bewährt.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

6.5 Reinigungseinrichtungen

6.5.1 Arten von Reinigungseinrichtungen

Für die automatische Reinigung von Regenbecken werden bevorzugt folgende Einrichtungen eingesetzt:

- Schwallspüleinrichtungen,
- Strömungserzeuger.

In den nachfolgenden Abschnitten werden daher nur diese behandelt und in ihrer Wirkungsweise skizzenhaft dargestellt.

6.5.2 Schwallspüleinrichtungen

6.5.2.1 Allgemeines zu Schwallspüleinrichtungen

Das Arbeitsblatt DWA-A 166 unterscheidet zwischen Schwallspüleinrichtungen mit kippenden Spülwasserbehältern, Kammerspüleinrichtungen mit immobilen Spülwasserbehältern sowie Kanalvolumen aktivierenden Schwallspüleinrichtungen.

Die Reinigung von Regenbecken mit Schwallspüleinrichtungen erfolgt grundsätzlich nach dem Regenereignis im Anschluss an die Beckenentleerung. Hierbei wird in Spülwasserbehältern oder Spülwasserkammern bereitgehaltenes Spülwasservolumen spontan freigegeben. Der dadurch erzeugte Spülstoß löst die sedimentierten Feststoffe von der Beckensohle und transportiert diese zusammen mit dem Spülwasser in der Regel in einen Spülwassersumpf am Ende der Spülbahn. Nach Möglichkeit wird das gesammelte Schlamm-Wasser-Gemisch unmittelbar über das Drosselorgan in den zur Kläranlage weiterführenden Kanal abgeleitet. Der Einsatz von Schwallspüleinrichtungen ist nur dann sinnvoll, wenn in diesem Ablaufkanal für den Transport des Schlamm-Wasser-Gemisches ausreichend große Schleppspannungen vorliegen, die verhindern, dass sich die Feststoffe wieder absetzen, ein Abflusshindernis bilden und dadurch weitere Ablagerungen aus dem Trockenwetterabfluss begünstigen.

Das Volumen des Spülwassersumpfes sollte das 1,5-fache Volumen der Spülwassermenge betragen. Sind in einem Regenbecken mehreren Spülbahnen parallel angeordnet, wird empfohlen, die Spülbahnen zeitlich gestaffelt zu reinigen. In diesen Fällen reicht es aus, wenn der Spülwassersumpf für das 1,2-fache Volumen eines Spülvorgangs ausgelegt ist.

Der Wirkungsgrad von Schwallspüleinrichtungen ist im Wesentlichen von der Fallhöhe und dem Volumen des eingesetzten Spülwassers abhängig. Je weniger Fallhöhe zur Verfügung steht, desto größer muss die eingesetzte Spülwassermenge sein, um eine vorgegebene Länge zuverlässig zu reinigen. Geringere Spülvolumina können – sofern technisch möglich – durch Mehrfachspülungen kompensiert werden. Einen weiteren Einfluss haben Breite und Gefälle der Spülbahn sowie Art und Umfang der zu entfernenden Ablagerungen. Um die Reibungsverluste beim Spülvorgang möglichst gering zu halten, sollte die Oberfläche der Spülbahn glatt und verschleißfest ausgebildet sein und ein Gefälle von mindestens 1,0 % zur Vermeidung von Pfützen haben. Ist in den Ablagerungen ein hoher Ton- und Schluffanteil zu erwarten, sollte das Sohlengefälle der Spülbahn keinesfalls größer 5 % gewählt werden, damit das Spülwasser nicht über die Ablagerungen abfließt, ohne diese zu lösen. Bei diesem Gefälle kann die Beckensohle noch gefahrlos begangen werden.

Zum Spülen wird üblicherweise Abwasser (Misch- und Regenwasser) verwendet. Als Spülmedium kann auch Grundwasser und Wasser aus einer Zisterne oder aus einem Gewässer verwendet werden. Werden Schwallspüleinrichtungen im Ausnahmenfall mit Trinkwasser befüllt, sind die Anforderungen nach DIN 1988-100 und DIN EN 1717 zu berücksichtigen. Hierzu zählt auch ein sicherer freier Auslauf mit 2-facher Nennweite der Wasserzuleitung. Ist der freie Auslauf in dieser Größenordnung nicht möglich, wird ein Rohrunterbrecher Typ A 1 erforderlich.

Beim Einsatz von Schwallspüleinrichtungen in Rechteckbecken sollte der Übergang von Längswand bzw. Leitprofil einer Spülbahn zur Sohle rechtwinklig ohne Voute gestaltet werden. Dies ist erforderlich, weil ansonsten das Spülwasser durch die Vouten mit zunehmender Spülbahnlänge zu deren Mitte hin abgedrängt wird und dadurch in den Randbereichen am Ende der Spülbahn Restverschmutzungen verbleiben. Bei breiten Regenbecken sollte das Leitprofil zwischen den Spülbahnen im Spülbereich zwischen 0,3 m und 0,5 m hoch sein. Am Beginn der Spülbahn orientiert sich die Höhe nach dem eingesetzten Spülsystem. Bei Regenbecken mit mehreren Spülbahnen sollte der Spülwassersumpf selbst eine Schwallspüleinrichtung besitzen oder mit einem Strömungserzeuger ausgestattet sein. Alternativ sollte seine Reinigung mit dem letzten Spülvorgang gewährleistet sein. Wenn das Schlamm-Wasser-Gemisch nach dem Spülvorgang über Pumpen gehoben werden muss, ist sicherzustellen, dass es zur Pumpe fließt und diese in der Lage ist, das Gemisch zu fördern. In der Praxis haben sich für die Förderung Einkanalradpumpen oder Freistromwirbelkanalradpumpen mit großem Kugeldurchgang (≥ 100 mm) oder Rohrschnecken – jeweils in Kombination mit einem starren Strömungserzeuger im Spülwassersumpf – bewährt.

Werden Schwallspüleinrichtungen in Regenbecken unmittelbar vor kleinen Kläranlagen eingesetzt, ist zu gewährleisten, dass der Schmutzstoß der Beckenreinigung die mechanische Stufe nicht überlastet.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Im Einzelfall kann eine Kombination von Schwallspüleinrichtungen mit Strömungserzeugern nach 6.5.3 sinnvoll sein. Bei dieser Anordnung erfolgt der Schmutzaustrag schon während der Beckenentleerung zusammen mit dem Abwasser. Dadurch verringert sich die Gefahr, dass sich im weiterführenden Kanal die ausgespülten Feststoffe wieder ablagern.

6.5.2.2 Hoch gehängte, kippende Spülwasserbehälter

Bei Schwallspüleinrichtungen mit hoch gehängten, kippenden Spülwasserbehältern (Spülkippen – Bild 44) sollten diese, damit sie nicht verschmutzen und infolge dessen ihren Schwerpunkt verändern, möglichst oberhalb des höchsten Beckenwasserstands angeordnet werden. Die Fallhöhe des Spülwassers, gemessen von der Drehachse bis zur Beckensohle, beträgt bis zu 7,0 m. Hierbei sollte beachtet werden, dass das Spülwasser gleitend an die Wand gekippt wird.

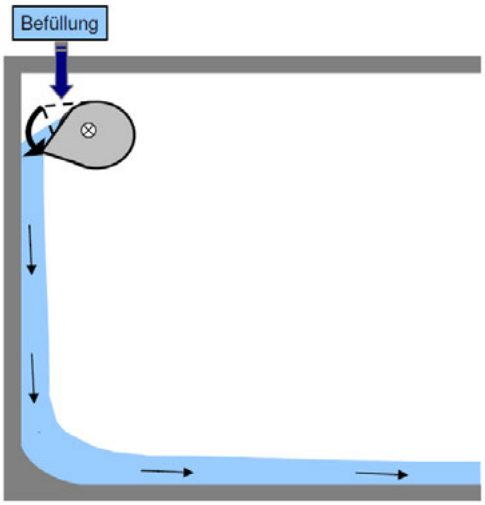


Bild 44: Schematische Darstellung (Schnitt) einer Schwallspüleinrichtung mit hoch gehängtem, kippendem Spülwasserbehälter (Quelle: J. DETTMAR, modifiziert)

6.5.2.3 Tief gehängte, kippende Spülwasserbehälter

Schwallspüleinrichtungen mit tief gehängten, kippenden Spülwasserbehältern (Bild 45) können bei ausreichend hoher Beckenfüllung vom Abwasser eingestaut und somit fremdenergiefrei befüllt werden. Alternativ ist eine Befüllung mittels Pumpenbetrieb möglich. Die Fallhöhe des Spülwassers, gemessen von der Drehachse bis zur Beckensohle, sollte mindestens 1 m betragen.

Beim Überstau der tief gehängten, kippenden Spülwasserbehälter ist darauf zu achten, dass Ablagerungen aus dem Abwasser die Funktionssicherheit nicht beeinträchtigen.

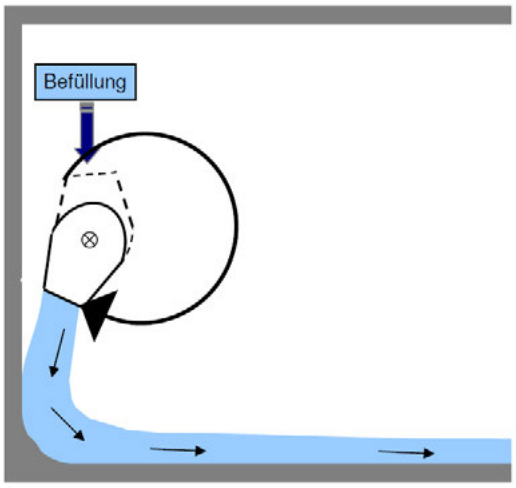


Bild 45: Schematische Darstellung (Schnitt) einer Schwallspüleinrichtung mit tief gehängtem, kippendem Spülwasserbehälter (Quelle: J. DETTMAR, modifiziert)

6.5.2.4 Unterdruckkammer-Anlagen

Bei Schwallspüleinrichtungen mit immobiler Spülwasserkammer als Unterdruckkammer-Anlage (Bild 46) werden keine beweglichen Teile vom Abwasser eingestaut. Die Einstauhöhe des Spülwassers beträgt bis zu 7 m.

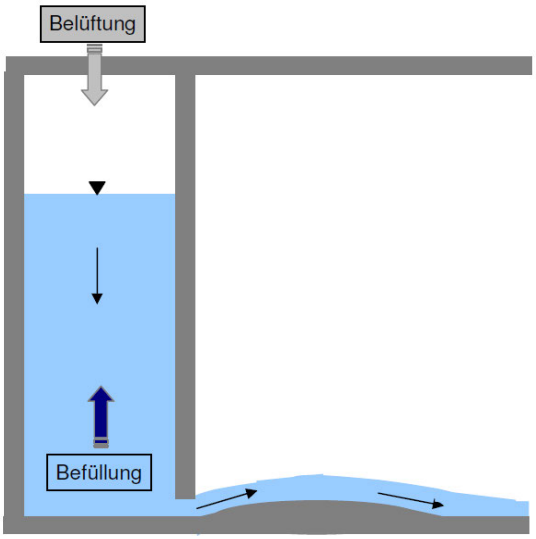


Bild 46: Schematische Darstellung (Schnitt) einer Schwallspüleinrichtung mit immobiler Spülwasserkammer als Unterdruckkammer-Anlage (Quelle: J. DETTMAR, modifiziert)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

6.5.2.5 Klappenkammer-Anlagen

Bei Schwallspüleinrichtungen mit immobiler Spülwasserkammer als Klappenkammer-Anlage (Bild 47) werden bewegliche Teile vom Abwasser eingestaut. Alternativ ist eine Befüllung mittels Pumpenbetrieb möglich. Die Einstauhöhe des Spülwassers beträgt bis ca. 3 m.

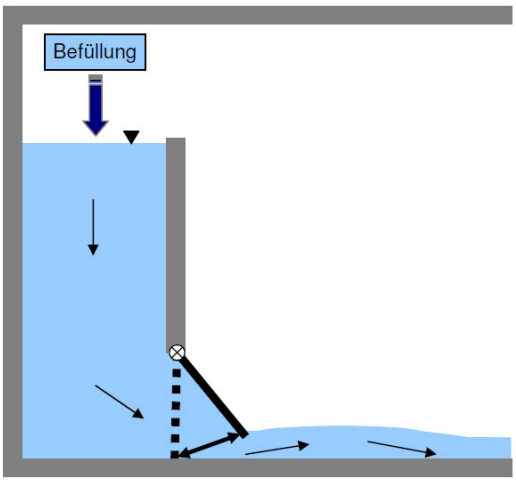


Bild 47: Schematische Darstellung (Schnitt) einer Schwallspüleinrichtung mit immobiler Spülwasserkammer als Klappenkammer-Anlage
(Quelle: J. DETTMAR, modifiziert)

6.5.2.6 Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtungen

Kanalvolumen aktivierende Schwallspüleinrichtungen mit Stauorganen in Form von beweglichen Klappen (Bild 48), Wehren oder schnelllaufenden Schiebern arbeiten ohne separaten Spülwasserbehälter und ohne Spülwassersumpf. Sie werden in Stauraum- und Regenrückhaltekanälen eingesetzt. Als Spülmedium dient ausschließlich Abwasser.

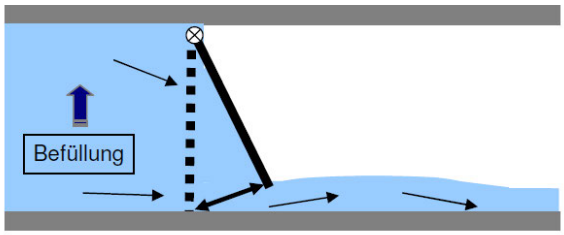


Bild 48: Schematische Darstellung (Schnitt) einer Kanalvolumen aktivierenden Spüleinrichtung mit unterströmtem Stauorgan (Quelle: J. DETTMAR, modifiziert)

6.5.3 Strömungserzeuger

6.5.3.1 Allgemeines zu Strömungserzeugern

Das Arbeitsblatt DWA-A 166 unterscheidet bei den Strömungserzeugern zwischen starr oder schwenkend betriebenen Rührwerken und starr, schwenkend oder pulsierend betriebenen Stahlreinigern sowie Umpumpsystemen.

Rührwerke oder Strahlreiniger bringen bei der Regenbeckenentleerung mittels Flügelrad oder Wasserstrahlpumpe das eingestaute Abwasser so in Bewegung, dass die abgesetzten Feststoffe aufgewirbelt und zusammen mit dem Abwasser ausgetragen werden. Nur schwenkende Strömungserzeuger reinigen die umlaufenden Beckenwände. Bei Umpumpsystemen wird gegen Ende des Entleerungsvorgangs Abwasser mittels einer Pumpe an den Anfang des zu reinigenden Kanalstauraums gefördert. Der Volumenstrom wird hierbei so gewählt, dass er zusammen mit dem Trockenwetterabfluss die Ablagerungen löst und diese zusammen mit dem Abwasser ausgetragen werden.

Bei der Reinigung von rechteckigen und runden Regenbecken mit Strömungserzeugern werden Steine und grobe Sande nur bedingt mobilisiert, verbleiben häufig auf der Beckensohle und müssen von Zeit zu Zeit aus dem Regenbecken manuell entnommen werden. Dies widerspricht dem Reinigungsziel, kann aber bei geringem Geschiebeaufkommen durchaus akzeptabel sein, weil diese Stoffe Ablagerungen im nachfolgenden Kanalnetz begünstigen und zu Schäden an Förderorganen führen können. Grundsätzlich sollte in diesen Fällen geprüft werden, ob die Anordnung eines Geschiebeschachts vorteilhafter ist.

Die durch Strömungserzeuger bei der Beckenentleerung ausgetragenen Feststoffe können unter Umständen bei unterstrom liegenden Entlastungsanlagen zum Schmutzaustrag führen. Dies kann durch eine Beckenbewirtschaftung mittels Fernwirkanlage vermieden werden, indem die Rührwerke nur dann betrieben werden, wenn am Regenbecken unterhalb keine Entlastung stattfindet.

Bei Durchlaufbecken besteht die Gefahr, dass durch Strömungserzeuger aufgewirbelter Schmutz bei einem Folgeregen über den Klärüberlauf ausgetragen wird. Deshalb dürfen Strömungserzeuger nur bei sinkendem Wasserstand (Niveau-Tendenz-Kontrolle erforderlich) in Betrieb sein und erst dann anlaufen, wenn der Beckenwasserstand mindestens 1 m unter der Schwelle des Klärüberlaufs liegt. Bei großen, tiefen Regenbecken können – um Energie zu sparen – Strömungserzeuger fast immer im Intervallbetrieb arbeiten; sie sollten jedoch, um die Restverschmutzung zu minimieren, im unteren Einstaubereich im Dauerbetrieb laufen. In Bild 49 ist beispielhaft der konkrete Betrieb von Rührwerken in einem Durchlaufbecken dargestellt.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

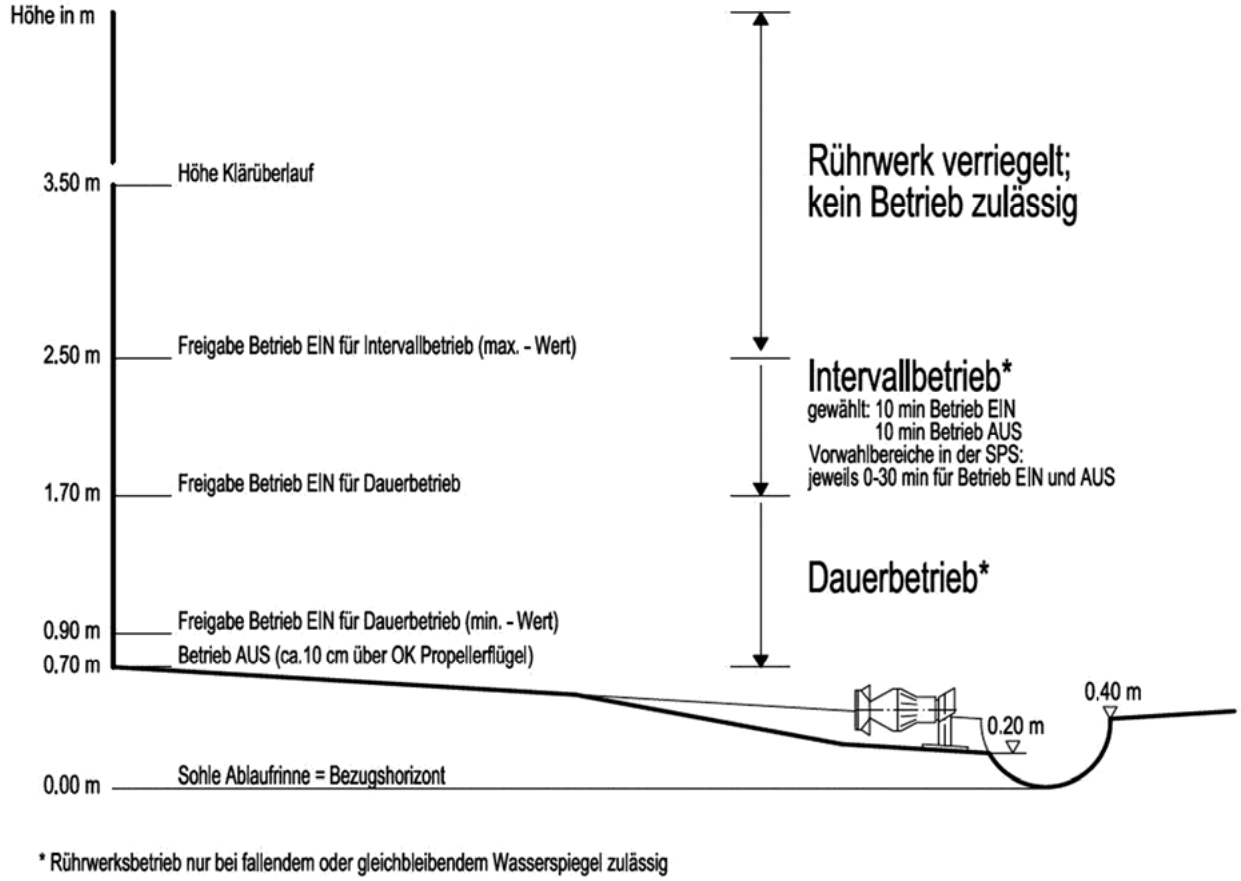


Bild 49: Beispielhafter Betrieb von Rührwerken in einem Durchlaufbecken

Bei kleinen Fangbecken mit kurzer Entleerungszeit kann es zur Erzielung eines befriedigenden Reinigungsergebnisses erforderlich sein, dass die abgesetzten Schmutzstoffe schon vor Beginn der eigentlichen Entleerung in Schwebe gebracht werden müssen. Bei kleinen Durchlaufbecken muss in diesen Fällen der Entleerungsvorgang zu Beginn des Betriebs der Strömungserzeuger (z. B. 1 m unter Schwelle KÜ) unterbrochen werden.

Sind in einem Regenbecken mehrere Strömungserzeuger installiert, sollten diese zur Minderung der Leistungsspitzen zeitversetzt anlaufen. Dies gilt insbesondere für Strahlreiniger.

Kabelschutzrohre zur Aufnahme der Strom- und Steuerleitungen sind so zu verlegen, dass sie auf kurzem Weg in den nicht eingestauten Bereich oberhalb des maximalen Wasserspiegels führen. Sie sollten vorzugsweise im Bereich einer Einstiegs- oder Montageöffnung angeordnet werden. Die Kabel der Aggregate sind möglichst direkt im Schaltschrank anzuschließen. Falls dies nicht möglich ist, sollten die Kabel vom Aggregat bis außerhalb des Ex-Bereichs geführt werden, bevor ein Klemmkasten gesetzt wird. Unabhängig hiervon müssen immer explosionsgeschützte Aggregate zum Einsatz kommen.

Aggregatkabel werden im Wand- und Sohlenbereich problemloser unter Edelstahl-Kabelabdeckhauben verlegt als durch im Beton geführte Leerrohre.

Strömungserzeuger können in der Regel ohne besonderen baulichen Aufwand nachträglich in bestehende Regenbecken eingebaut werden.

Es sollte immer überprüft werden, ob bei rechteckigen Regenbecken durch den Einsatz eines oder mehrerer schwenkender Aggregate die Anschlussleistung und die Investitionskosten gegenüber dem Einsatz von vielen starren Aggregaten reduziert werden können. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Rührwerke gegenüber Strahlreinigern einen erheblich geringeren Energieverbrauch haben.

Rechteckbecken mit einem Sohlengefälle sowohl in Längs- als auch in Querrichtung zur Trockenwetterrinne hin können nur mit schwenkenden Aggregaten befriedigend gereinigt werden. Größere Regenbecken erfordern gegebenenfalls mehrere Aggregate, deren Wirkungsbereiche sich überschneiden. Auch bei Regenbecken mit unregelmäßigen Grundrissen sind schwenkende Aggregate vorteilhaft.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

6.5.3.2 Starre Rührwerke

Starre Rührwerke werden bevorzugt in runden Regenbecken eingesetzt. Ein Aggregat mit einer Motorleistung von ca. 2 kW reicht für Regenbecken mit einem Durchmesser < 10 m aus (Bild 50). Bei Rundbecken mit einem Durchmesser > 10 m oder bei Rundbecken mit gegliederter Sohle sind mehrere starre Rührwerke erforderlich. Aggregate mit kleinem Propellerdurchmesser und hoher Drehzahl haben sich bewährt.

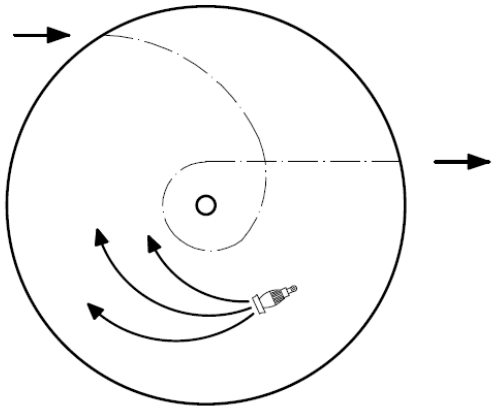


Bild 50: Schematische Darstellung (Grundriss) der Anordnung eines starren Rührwerks in einem Rundbecken

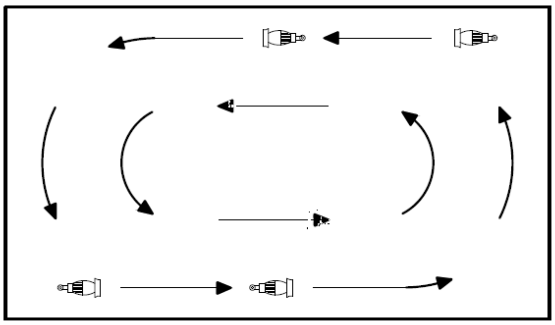


Bild 51: Schematische Darstellung (Grundriss) der Anordnung mehrerer starrer Rührwerke in einem Rechteckbecken

Nur in Einzelfällen werden mehrere starre Rührwerke in Rechteckbecken nach Bild 51 eingesetzt. Hierbei sammeln sich im nicht durchströmten Zentralbereich ("Teetasseneffekt") vermehrt Feststoffe an, die bei der Entleerung oft im Regenbecken verbleiben. Mit einer anderen Anordnung der Aggregate kann dieses Problem nicht immer behoben werden. Abhilfe kann ein wechselnder Intervallbetrieb der einzelnen Aggregate schaffen.

Werden starre Rührwerke auf einer verstellbaren Grundplatte montiert, sind nachträgliche Richtungskorrekturen zur Betriebsoptimierung (z. B. während des Probebetriebs) mit geringem Aufwand möglich.

6.5.3.3 Schwenkende Rührwerke

Schwenkende Rührwerke werden bevorzugt in Rechteckbecken eingesetzt. Mit einem schwenkenden, annähernd zentral installierten Rührwerk von ca. 5,5 kW lässt sich z. B. eine quadratische Sohlenfläche von ca. 15 m × 15 m oder eine rechteckige Sohlenfläche von ca. 10 m × 20 m (Bild 52) zufriedenstellend reinigen.

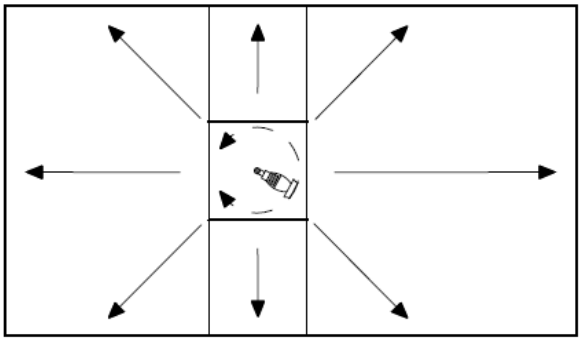


Bild 52: Schematische Darstellung (Grundriss) der Anordnung eines schwenkenden Rührwerks in einem Rechteckbecken

6.5.3.4 Starre Strahlreiniger

Ein Strahlreiniger ist eine Einheit aus Pumpe und Strahlrohr. Mit einem starren Strahlreiniger (Bild 53) lässt sich bei einer Motorleistung von ca. 9 kW in Rechteckbecken eine Sohlenfläche von ca. 7 m × 20 m reinigen. Wird das Spülwasser aus einer tiefer als die Beckensohle liegenden Rinne (z. B. Trockenwetterrinne) oder einem tiefer liegendem Pumpensumpf entnommen, können die Aggregate gegenüber Rührwerken so lange betrieben werden bis die Beckensohle nicht mehr eingestaut ist. Dies kann eine geringere Restverschmutzung der Sohle zur Folge haben.

Wie starre Rührwerke können auch starre Strahlreiniger auf einer verstellbaren Grundplatte montiert werden.

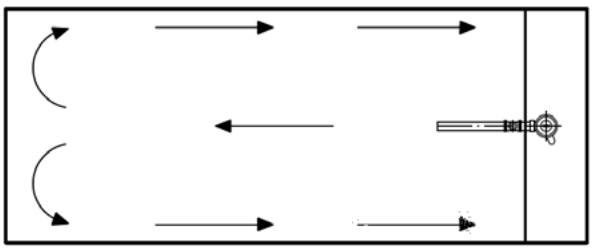


Bild 53: Schematische Darstellung (Grundriss) der Anordnung eines starren Strahlreinigers in einem Rechteckbecken

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

6.5.3.5 Schwenkende Strahlreiniger

Gegenüber starren Strahlreinigern kann mit schwenkenden Strahlreinigern – bei günstiger Positionierung – eine erheblich größere Fläche gereinigt werden. Sie eignen sich für große Regenbecken, insbesondere bei ungünstigen Sohlenneigungen oder ungünstigem Längen-/Breitenverhältnis.

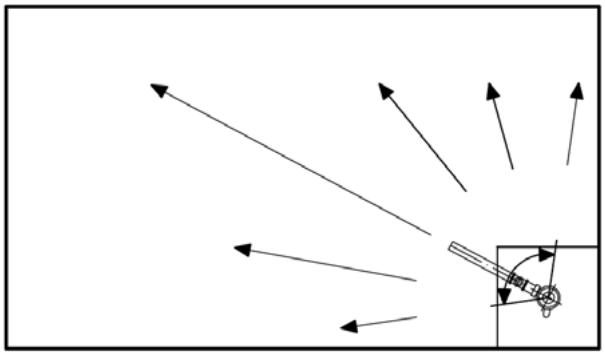


Bild 54: Schematische Darstellung (Grundriss) der Anordnung eines schwenkenden Strahlreinigers in einem Rechteckbecken

6.5.3.6 Strahlreiniger mit pulsierender Betriebsweise

In Stauraumkanälen können starre Strahlreiniger mit pulsierender Betriebsweise von ca. 16 kW bei günstigen Randbedingungen (glatte Wände) und bei einem Sohlengefälle von ca. 3 ‰ Längen bis 100 m bzw. bei einem Sohlengefälle von 5 ‰ Längen bis 130 m reinigen. Bei längeren Kanälen, größeren Sohlengefällen oder Richtungsänderungen des Kanals werden mehrere hintereinander geschaltete Aggregate erforderlich, die zwingend gestaffelt anlaufen müssen. Starre Strahlreiniger mit pulsierender Betriebsweise sollten in Stauraumkanälen immer seitlich angeordnet werden (Bild 55), damit die Rückströmung und der Trockenwetterabfluss nicht behindert werden.

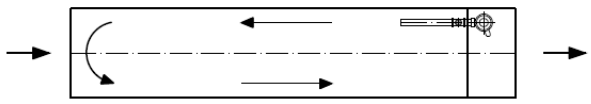


Bild 55: Schematische Darstellung (Grundriss) der Anordnung eines starren Strahlreinigers mit pulsierender Betriebsweise in einem Stauraumkanal

6.5.3.7 Umpumpsysteme

Wird in Stauraumkanälen oder Regenrückhaltekanälen durch den Trockenwetterabfluss oder den Entleerungsvolumenstrom Q_{Dr} für den Austrag der abgesetzten Feststoffe keine ausreichende Schleppspannung erreicht, kann diese durch den Einsatz eines Umpumpsystems (Bild 56) bedarfsgerecht erhöht werden. Umpumpsysteme kommen auch zur Reinigung von eingestauten Zulaufkanälen von Regenbecken in Frage. Hierbei wird bei der Beckenentleerung das Abwasser aus dem Regenbecken an den Anfang des flachen Zulaufkanals gepumpt und über das Drosselorgan abgeleitet.

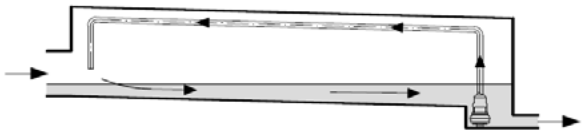


Bild 56: Schematische Darstellung (Schnitt) der Anordnung eines Umpumpsystems in einem Regenrückhaltekanal im Mischsystem

6.5.4 Anwendungsübersicht für Schwallspüleinrichtungen und Strömungserzeuger in Regenüberlaufbecken

In Abhängigkeit von der Beckengeometrie wird nachfolgend in der Tabelle 4 die Eignung unterschiedlicher Schwallspüleinrichtungen und in der Tabelle 5 die Eignung unterschiedlicher Strömungserzeuger bewertet.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Tabelle 4: Übersicht zum Einsatz von Schwallspüleinrichtungen in Regenbecken

Reinigungseinrichtung / Beckengeometrie	Schwallspüleinrichtungen					
	Kippende Spülwasserbehälter[1)]		Kammerspüleinrichtungen mit immobilen Spülwasserkammern[1)]		Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtungen	
	hoch gehängt (Spülkippen)	tief gehängt (Spültrommeln)	Unterdruckkammer-Anlagen	Klappenkammer-Anlagen	Spülklappen	Spülwehre
Rechteckbecken $2\ m > h < 3\ m$	+	+	+	+	○	○
Rechteckbecken $h > 3\ m$	++	+	+	+	○	○
Rechteckbecken $V < 200\ m^3$	+	+	-	-	○	○
Rechteckbecken V 200 m³ bis 1000 m³	++	+	+	+	○	○
Rechteckbecken $V > 1000\ m^3$	++	+	--	--	○	○
Stauraumkanäle	+	+	+	+	+	++
kleine Rundbecken $d < 6\ m$	○	○	○	○	○	○
mittlere Rundbecken (mit Mittelsäule) $d < 10\ m$	○	○	○	○	○	○
große Rundbecken (mit Mittelsäule und zusätzlichen Stützen) $d > 10\ m$	○	○	○	○	○	○
Regenbecken mit unregelmäßigem Grundriss	○	○	○	○	○	○

ANMERKUNGEN

1) Bei hohem Schlammanfall und Entleerung über Pumpen und bei flachem, ablagerungsbehafteten Kanalnetz unterstrom wird die Kombination mit Strömungserzeugern empfohlen.

LEGENDE

++ empfehlenswert
+ gut
- weniger gut
-- ungeeignet
○ keine Anwendung

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Tabelle 5: Übersicht zum Einsatz von Strömungserzeugern in Regenbecken

Reinigungseinrichtung / Beckengeometrie	Strömungserzeuger				
	Rührwerke		Strahlreiniger		
	starr	schwenkend	starr	schwenkend	pulsierend
Rechteckbecken $2\ m > h < 3\ m$	-	+	-	+	○
Rechteckbecken $h > 3\ m$	-	+	-	+	○
Rechteckbecken $V < 200\ m^3$	+	+	+	-	○
Rechteckbecken V 200 m^3 bis 1000 m^3	--	++	++	++	○
Rechteckbecken $V > 1000\ m^3$	--	++	-	++	○
Stauraumkanäle	-	○	+	○	++
kleine Rundbecken $d < 6\ m$	++	+	-	-	○
mittlere Rundbecken (mit Mittelsäule) $d < 10\ m$	++	-	-	-	○
große Rundbecken (mit Mittelsäule und zusätzlichen Stützen) $d > 10\ m$	++	+	-	+	○
Regenbecken mit unregelmäßigem Grundriss	-	++	-	++	○

LEGENDE
++ empfehlenswert
+ gut
- weniger gut
-- ungeeignet
○ keine Anwendung

6.6 Rückhaltung unästhetischer organischer Grob- und Schwebstoffe in Durchlaufbecken und Durchlauffilterbecken sowie mit Rechen und Sieben an Becken- und Stauraumüberläufen

Unästhetische organische Grob- und Schwebstoffe können in den Sedimentationskammern von Durchlaufbecken und Retentionsbodenfilterbecken sowie mit Rechen und Sieben wirkungsvoll zurückgehalten werden.

Der Grobstoffrückhalt hat für die biologische und chemische Gewässergüte nur eine geringe Bedeutung. Vor dem Einbau von Anlagen zum Grobstoffrückhalt ist daher grundsätzlich zu prüfen, ob das Einleitungsgewässer überhaupt einen Grobstoffrückhalt erfordert. Große Flüsse und Gewässer mit künstlichen Abflussquerschnitten erfordern in der Regel keinen Grobstoffrückhalt.

Durchlaufbecken halten – bei ordnungsgemäßer konstruktiver Ausbildung – in der Sedimentationskammer wegen der geringen Horizontalgeschwindigkeiten wirkungsvoll Grobstoffe am Klärüberlauf aus dem Teilstrom $\leq Q_{krit}$ zurück. In Abhängigkeit vom Bemessungsansatz und der Anordnung der einzelnen Komponenten können auch in Durchlauffilterbecken Grobstoffe zurückgehalten werden. Ist das Retentionsbodenfilterbecken mit Schilf bepflanzt, hat dieses eine zusätzliche Kammwirkung, welche den Grobstoffrückhalt wirkungsvoll erhöht. Diese Art der Rückhaltung von Grob-

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

stoffen führt zu keinen zusätzlichen Investitions- und Betriebskosten; jedoch sind die zurückgehaltenen organischen Grobstoffe über eine längere Zeit im Retentionsbodenfilterbecken sichtbar. Es ist daher zuvor zu prüfen, ob aufgrund der ästhetischen Probleme Beanstandungen zu erwarten sind.

Je nach System können an Becken- und Stauraumüberläufen Rechen und Siebe über, vor oder nach der festen Überlaufschwelle angeordnet werden (Bild 57). Die Rechen- oder Siebflächen werden hierbei horizontal, vertikal oder geneigt eingebaut.

Bei horizontaler Anordnung sind die Druckverhältnisse auf der gesamten Rechenfläche zwar in Abhängigkeit von Einstauhöhe oder Volumenstrom zeitlich variabel; jedoch ist die hydraulische Beaufschlagung über die Fläche gleich verteilt. Die Siebfläche wird immer vollständig genutzt. Die horizontale Anordnung erfordert eine vertikale Stauwand (Bild 57), die Tauchwandfunktion hat.

Bei vertikaler Anordnung ist bei kleinen Entlastungsereignissen lediglich die untere Teilfläche wirksam. Flächenbelastung und Druckverhältnisse sind unterschiedlich und nehmen über die Höhe der Durchgangsfläche ab; somit werden auch die zurückgehaltenen Grobstoffe unterschiedlich belastet. Dadurch besteht die Gefahr, dass durch den Wasserdruck Grobstoffe durch die Rechen- oder Siebfläche gedrückt werden und/oder durch die Beanspruchung beim Reinigungsvorgang in das Gewässer gelangen. Diese Wirkung kann durch eine unterstromseitig angeordnete Stauwand gemindert werden.

Bei den hinter der Schwelle schräg nach unten angeordneten Anlagen erfolgt eine verminderte Zerkleinerung der zurückgehaltenen Grobstoffe. Diese müssen daher mit einem zusätzlichen Aggregat (Pumpe) wieder in den Abwasserstrom zurückgefördert werden.

Erfahrungsgemäß ist es nicht notwendig, bei der hydraulischen Bemessung der Rechen und Siebe eine Regenspende über 80 l/(s·ha) und eine Belegung der Durchgangsfläche über 25 % zu berücksichtigen. Unabhängig von der Bemessung der Anlage muss zusätzlich der Nachweis geführt werden, welche Auswirkungen auf die Rückstauebene im Kanal zu erwarten ist, wenn die Anlage bei voller Belegung ausfällt und der Volumenstrom $Q_{0,max}$ über die Anlage abgeleitet werden muss. Bild 57 zeigt skizzenhaft, wie unterschiedlich sich der Ausfall der Anlagen auf die Rückstauebenen im Kanal und zum Gewässer auswirkt. Alternativ zur Überströmung kann die Erhöhung der Rückstauebene durch eine parallel angeordnete bewegliche Klappe vermieden werden. Bei Überschreitung eines vorgegebenen Wasserstands öffnet die Klappe und leitet bei konstantem Wasserstand den Volumenstrom ab, der nicht durch die Rechen- oder Siebanlage abgeführt wird.

Zur Begrenzung der Rückstauebene bei Ausfall der Anlage (Notüberströmungshöhe) gibt es Systeme, welche optional mit einer entriegelbaren Rechen-/Siebfläche ausgestattet sind. Diese entriegeln bei hydraulischer Überlastung die Rechen-/Siebfläche und schwenken diese aus dem Strömungsquerschnitt.

Organische Grobstoffe, die als Rechen- oder Siebgut anfallen, bestehen im Wesentlichen aus Hygieneartikeln und aufgeweichtem Papier, das bei mechanischer und hydraulischer Belastung zerfasert und dann leicht ins Gewässer ausgetragen wird. Die Reinigung von Rechen und Sieben sollte deshalb möglichst schonend erfolgen. Näheres ist im Arbeitsblatt DWA-A 166 beschrieben.

Im Allgemeinen ist eine Entnahme der Schwimm- und Schwebstoffe aus dem Kanal wegen des hiermit verbundenen Betriebsaufwands und der hygienischen Probleme unerwünscht. Stattdessen sind sie mit dem Mischwasser der Kläranlage zuzuleiten.

Bei Trommelsieben mit regelbarer Umdrehungsgeschwindigkeit kann sich auf der Trommel eine Siebgutschicht anlagern, die bei der Reinigung über dem Wasserspiegel ohne Wirkung der Wasseranströmung von einer rotierenden Bürste abgetragen wird. Bei dieser Art der Entfernung des Siebguts ist die Stoffrückhaltung hoch; jedoch ist der Weitertransport des Siebguts oft aufwendiger.

Rechen und Siebe können bei der Reinigung so betrieben werden, dass sich auf der hydraulisch wirksamen Durchflussfläche eine Schicht aus Schweb- und Schwimmstoffen aufbaut, die als zusätzlicher Filter wirkt. Durch diese Betriebsweise wird auch die Zerkleinerung des Siebguts bei der Räumung gemindert; sie setzt jedoch eine geringe hydraulische Belastung voraus.

Es wird deshalb empfohlen, in Abhängigkeit vom Wasserstand die Reinigung von Sieben und Rechen wie folgt zu betreiben:

- Bei Einstau nur des unteren Teilbereichs wird die Reinigungsvorrichtung der Anlage nicht betrieben. Es erfolgt lediglich ein Abräumen der Grobstoffe, nachdem der Wasserstand wieder unter den Einstaubereich der Anlage gesunken ist,
- im mittleren Teilbereich erfolgt die Reinigung im Intervallbetrieb. Ziel des Intervallbetriebs ist es, die Reinigung in Abhängigkeit vom Zufluss so durchzuführen, dass sich der Wasserspiegel in diesem mittleren Bereich stabilisiert.

Im oberen Teilbereich der Anlage erfolgt die Räumung der Grobstoffe aus hydraulischen Gründen im Dauerbetrieb.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

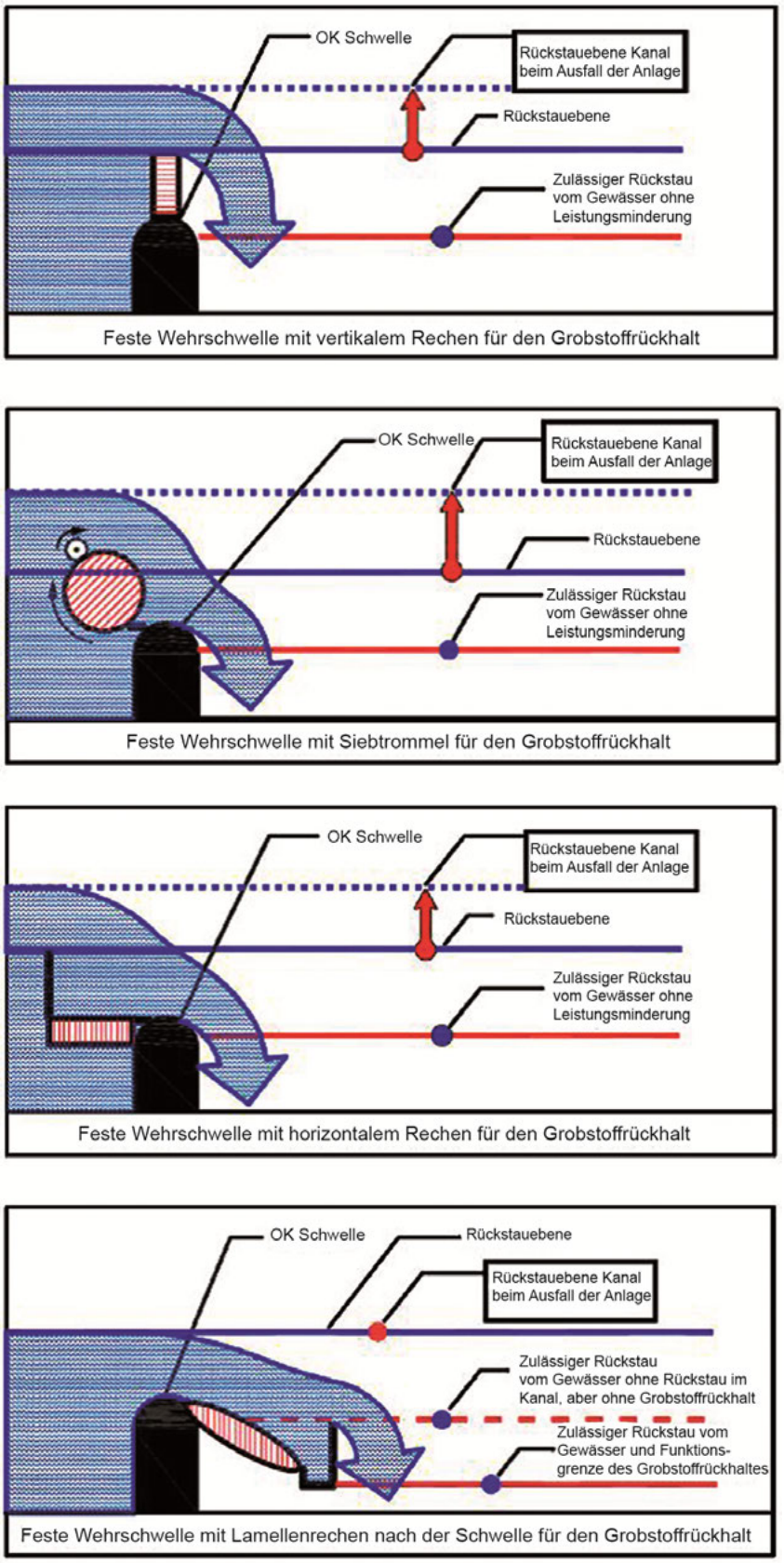


Bild 57: Auswirkung der unterschiedlichen Anordnung von Rechen und Sieben auf die Rückstauebenen bei Ausfall der Anlage und maximaler hydraulischer Belastung

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

6.7 Tauchwände

Tauchwände an als Streichwehr ausgebildeten Becken- und Stauraumüberläufen eignen sich nur bedingt zur Rückhaltung von Schwimmstoffen, die auf dem Abwasser schwimmen (Dichte $\rho < 1000$ kg/m³), und nicht für den Rückhalt von unästhetischen Schwebstoffen. Bei beengten Platzverhältnissen kann sich die Anordnung einer Tauchwand sogar nachteilig auf den Feststoffaustrag auswirken, weil durch Sogwirkung und direkte Anströmung des Abflussquerschnitts zwischen Tauchwand und Schwelle der besonders stark verschmutzte sohlennahe Abfluss (*bed load*) ausgetragen wird. Für Tauchwand-Anordnungen an Streichwehren gibt es Sonderbauarten. Die hydraulische Bemessung dieser Sonderbauformen erfolgt für jeden Einsatzfall durch den Hersteller, der auch für die Funktionsfähigkeit der Anlage verantwortlich ist. Insbesondere bei Ertüchtigungen von Regenbecken ist abzuwägen, ob eine Nachrüstung des Beckenüberlaufs mit einer Tauchwand Vorteile bringt.

Tauchwände an senkrecht angeströmten Wehren und an Klärüberläufen tangential angeströmter Rundbecken sind für den Schwimmstoffrückhalt zweckmäßig, sofern die Vorgaben des Arbeitsblattes DWA-A 111 eingehalten werden.

6.8 Schrägklärer

In der kommunalen Misch- und Regenwasserbehandlung sind Schrägklärer bisher nur vereinzelt im Einsatz. Im Bereich von Nachklärbecken auf Kläranlagen und im industriellen Bereich werden Schrägklärer zum Trennen von Feststoff-Flüssigkeits-Gemischen durch Sedimentation eingesetzt. Verschiedene Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, dass diese Technik auch wirkungsvoll im Bereich der Misch- und Regenwasserbehandlung eingesetzt werden kann, wenn bestimmte Vorgaben bei der Bemessung und Konstruktion der Anlagen berücksichtigt werden.

Beim Schrägklärer wird zur Optimierung der Sedimentationswirkung in der Beckenkammer ein Sedimentationskörper mit Sedimentationselementen eingebaut, der die Aufgabe hat, das zu behandelnde Abwasser so zu führen, dass eine verbesserte Absetzwirkung erreicht wird. Dieser besteht beim Lamellenklärer aus schräg gestellten Platten oder Scheiben und beim Röhrenklärer aus schräg gestellten Röhren mit unterschiedlichen, herstellerspezifischen Querschnittsformen. Durch die schräg gestellten Platten oder Röhren wird – je nach Neigung – bei gleicher realer Grundfläche die projizierte Fläche um das 5- bis 10-fache vergrößert. Für die Sedimentation bewirkt diese vergrößerte Fläche bei gleichbleibendem Volumenstrom eine Verbesserung des Wirkungsgrads oder bei gleichbleibendem Wirkungsgrad eine Erhöhung des Volumenstroms.

Bei Entwässerungsgebieten, die im Mischsystem entwässert werden, füllt sich bei Regenbeginn die Beckenkammer eines Schrägklärers bis auf Höhe der gedrosselten Auslaufschlitze des Klarwasserüberlaufs, der in der Klarwasserzone über dem Sedimentationskörper angeordnet ist. Bei Anspringen des Klarwasserüberlaufs wird dieser bei entsprechendem Zufluss auf $Q_{krit} - Q_{Dr}$ gedrosselt. Über das Drosselorgan wird Q_{Dr} abgeleitet; der Zufluss $> Q_{krit}$ wird über den vorgeschalteten Beckenüberlauf entlastet. Die Bemessung sieht vor, dass das zu behandelnde Abwasser mit einer Oberflächenbeschickung von ≤ 4 m³/(m²·h) die schräg gestellten Sedimentationselemente durchströmt.

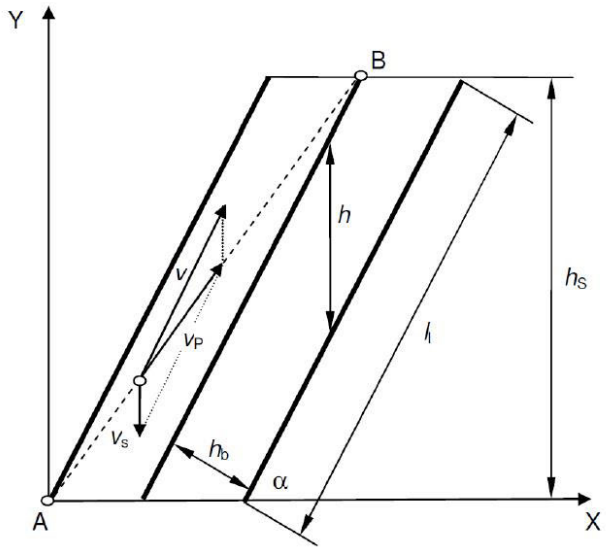
Hierbei erfolgt die Behandlung durch Sedimentation nach dem sog. Gegenstromprinzip, indem das Abwasser in den schräg angeordneten Sedimentationselementen aufwärts strömt (Bild 58). Die dabei sedimentierten Partikel rutschen auf der Unterseite der Röhren oder der Lamellen nach unten in den Bereich der Schlammsammelzone unter den Sedimentationskörper ab und werden dort zwischengespeichert. Je nach Reinigungsvorrichtung wird der abgesetzte Schlamm während oder nach der Entleerung des Schrägklärers in einen Misch- oder Schmutzwasserkanal in Richtung Kläranlage abgeleitet.

Zur Unterstützung der Selbstreinigung der Schrägklärerelemente können diese während der Entleerung einzeln oder der Sedimentationskörper in Teilen oder insgesamt durch Drehen so abgesenkt werden, dass die Schrägklärerelemente steiler stehen und dadurch der noch in den Elementen befindliche Schlamm nach unten zur Schlammsammelzone absinkt. Alternativ kann die Reinigung durch Abspritzen erfolgen.

Bei Entwässerungsgebieten, die im Trennsystem entwässert werden, ist die Funktionsweise des Schrägklärers bis auf die Drosselung im Drosselbauwerk identisch. Die Verbindung zum Misch- oder Schmutzwasserkanal in Richtung Kläranlage wird ausschließlich zur Entleerung und Reinigung der Anlage nach Regenende benötigt.

Über dem Sedimentationskörper ist der Klarwasserüberlauf angeordnet, der flächig das durch Sedimentation gereinigte Wasser abzieht und in das Gewässer ableitet.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19



v	Geschwindigkeitsvektor des Misch- oder Regenwassers
v_s	Sinkgeschwindigkeitsvektor
v_P	Geschwindigkeitsvektor Partikel
l_S	Länge des Schrägklärerelements
h_b	Abstand/Durchmesser des Schrägklärerelements
h	maximaler Absetzweg
h_S	Höhe des Sedimentationskörper
α	Neigungswinkel des Schrägklärerelements

Bild 58: Vektoren und geometrische Angaben zum Sedimentationsvorgang im Sedimentationselement eines Sedimentationskörpers

Der Klarwasserüberlauf kann in Form von Rinnen mit seitlich angeordneten gedrosselten Einlaufschlitzen oder getauchten Rohren mit seitlichen, kreisrunden Zulauföffnungen ausgebildet werden. In den Rinnen oder Rohren des flächenhaft angeordneten Klarwasserüberlaufs muss Freispiegelabfluss gewährleistet sein.

In Bild 59 sind die baulichen Komponenten eines Schrägklärers für den Einsatz im Trennsystem schematisch dargestellt.

Im Vergleich zu herkömmlichen Durchlaufbecken wird in Schrägklärern die Sedimentationswirkung verbessert durch:

- Vergrößerung der Absetzfläche um ein Vielfaches der Beckengrundfläche (projizierte Absetzfläche),
- stabileres Durchströmungsmuster,
- Sedimentation in einem Strömungsfeld mit gedämpfter Turbulenz zwischen den parallelen Schrägklärerelementen,
- verminderte Absetzwege, da der maximale Absetzweg auf den vertikalen Abstand im Schrägklärerelement reduziert ist.

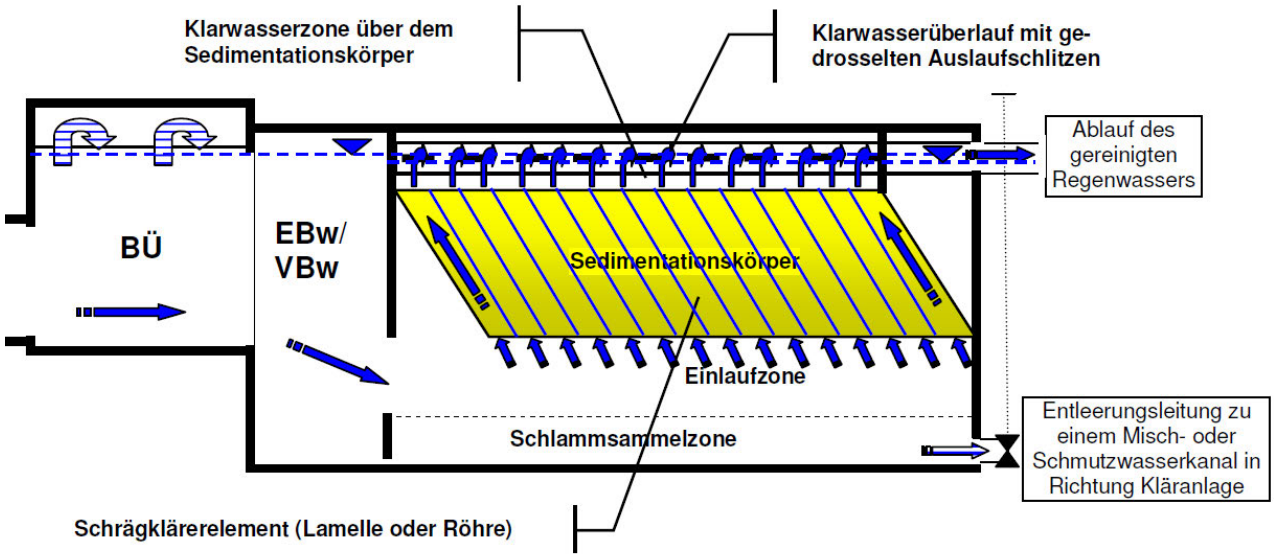


Bild 59: Schematischer Schnitt durch einen im Hauptschluss angeordneten Schrägklärer im Trennsystem
(Quelle: RP KARLSRUHE)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Der Einsatz von Schrägklärern kann folgende Vorteile bringen:

- Reduzierung des Flächenbedarfs aufgrund der kompakten Bauweise,
- Verringerung der stofflichen Gewässerbelastung bei gleich bleibenden Zuflüssen,
- zusätzliche Anschlussmöglichkeit für weitere Einzugsgebiete an ein vorhandenes Durchlaufbecken unter Beibehaltung der stofflichen Gewässerbelastung,
- Verringerung des spezifischen Speichervolumens ohne Erhöhung der stofflichen Gewässerbelastung,
- optimierter Feststoffrückhalt in einem kompakten, technischen Bauwerk,
- eindeutige und gut vermittelbare Vorgaben für den Betrieb der Anlage.

Für die Bemessung und die konstruktive Gestaltung von Schrägklärern werden vorläufig folgende Vorgaben empfohlen:

- Bemessung analog der von Durchlaufbecken, jedoch mit einer Oberflächenbeschickung von $q_A \leq 4$ m³/(h·m²) bei durch den Niederschlag bestimmter Zuströmung und $q_A \leq 2$ m³/(h·m²) bei konstanter Belastung, jeweils bezogen auf die projizierte Fläche,
- Drosselung des hydraulischen Durchsatzes auf $Q_{krit} - Q_{Dr}$,
- Neigung der Schrägklärerelemente $45° \leq \alpha \leq 60°$,
- Länge der Schrägklärerelemente $l_l \geq 1{,}0$ m,
- Lamellenabstand bzw. Röhrendurchmesser bei Regen- oder Mischwasser $h_b = 80$ mm,
- Klarwasserüberlauf zur Abnahme des behandelten Abwassers aus der Klarwasserzone möglichst flächenhaft und gleichmäßig angeordnet (z. B. Rinnen mit gedrosselten Auslaufschlitzen oder getauchte Rohre mit gedrosselten Zulauföffnungen),
- Abstand der Drosselöffnungen des Klarwasserüberlaufs zur Oberfläche des Sedimentationskörpers ca. 0,5 m,
- Gegenseitiger Abstand der abziehenden Rinnen bzw. Rohre des Klarwasserüberlaufs ca. 3,0 m,
- Anordnung von Trennwänden unter den Rinnen des Klarwasserüberlaufs bis zur Oberfläche des Sedimentationskörpers, um Querströmungen in der Klarwasserzone zu unterbinden,
- Nachweis und Gestaltung hydraulisch günstiger Anströmverhältnisse mit dem Ziel einer gleichmäßigen Beschickung des Sedimentationskörpers,
- Höhe der Einlauf- und Schlammsammelzone unter dem Sedimentationskörper ≥ 0,8 m,
- beim Trennsystem: Betrieb ohne Dauerstau, sonst Algenbildung,
- beim Mischsystem: Rückhaltung von organischen Grobstoffen vor der Behandlung; daher wird bei Schrägklärern die Anordnung im Nebenschluss empfohlen.

6.9 Pumpen in Regenbecken

6.9.1 Allgemeines zu Pumpen in Regenbecken

Grundlegende Aussagen zu Pumpen enthält das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 134.

Hochwasserpumpwerke und Pumpanlagen, welche in längere Druckleitungen über größere Entfernungen fördern, werden hier nicht behandelt. Die nachfolgenden Ausführungen enthalten Hinweise für den Einsatz von Pumpen zur Beschickung und Entleerung von Regenbecken. Pumpen dienen in erster Linie zum Heben des Abwassers; sie können aber auch im Sinne eines Drosselorgans wirken.

In Regenbecken werden eingesetzt:

- Kreiselpumpen,
- Schneckenpumpen.

Unabhängig von der Pumpenart ist mögliche Frosteinwirkung zu berücksichtigen.

Beim Einsatz von Pumpen als Durchflussbegrenzer ist aus der Pumpenkennlinie (Drosselkurve) und den Fließwiderständen (Rohrkennlinie) der Betriebsbereich zu berechnen. Auf die Problematik von kleinen Kugeldurchgängen und kleinen Fließgeschwindigkeiten wird hingewiesen (Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 134). Kleine Abflüsse lassen sich über intermittierend arbeitende Pumpen mit ausreichend großem Pumpensumpf erreichen. Alternativ kann bei Pumpen ein konstanter Förderstrom durch eine MID-gesteuerte Frequenzregelung erreicht werden.

6.9.2 Kreiselpumpen

Als Beckenentleerungspumpen werden üblicherweise Kreiselpumpen vorgesehen. Nach ihrer Anordnung unterscheidet man:

- Nassaufstellung (Bild 60, links),
- Trockenaufstellung (Bild 60, rechts).

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

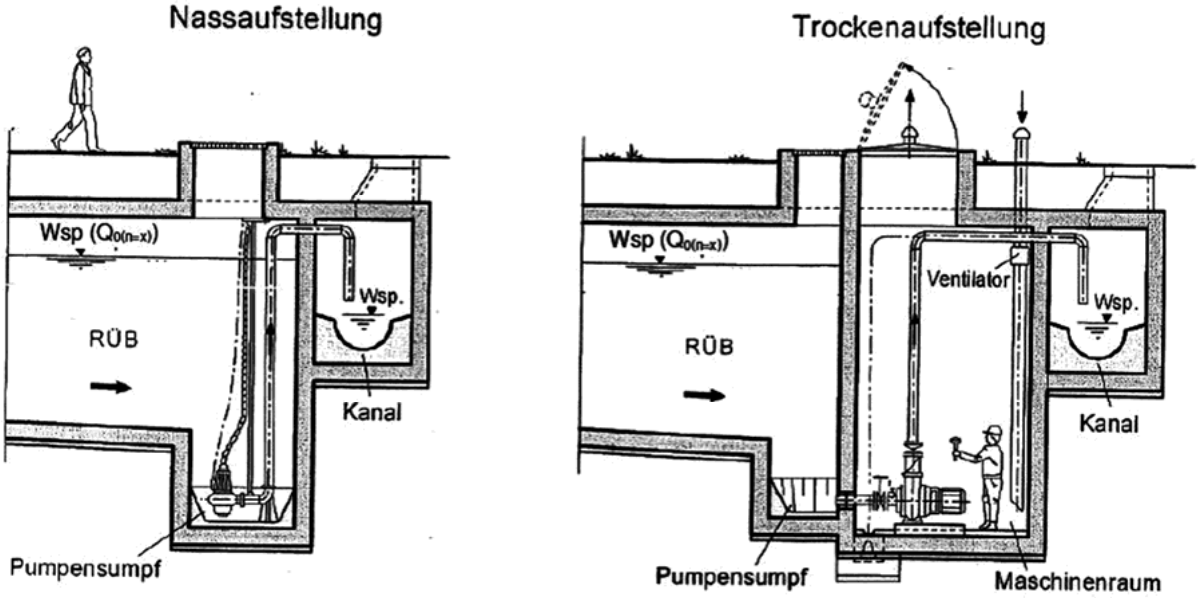


Bild 60: Beispiel für eine nass und trocken aufgestellte Pumpe

Pumpen werden in Regenbecken stationär eingebaut. Sie sollten paarweise angeordnet (Redundanz) und wechselweise betrieben werden.

Die Nassaufstellung ist die baulich kostengünstigere Lösung. Nass aufgestellte Tauchmotorpumpen müssen sowohl in geschlossenen als auch in offenen Regenbecken nach ATEX-Richtlinie 94/9/EG explosionsgeschützt sein.

Mit trocken aufgestellten Pumpen konnten für die ständige Hebung des Trockenwetterabflusses bei Regenbecken die besten Betriebserfahrungen gewonnen werden (Bild 60 rechts). Dienen die Pumpen jedoch ausschließlich zur Beckenentleerung, können nass aufgestellte Pumpen zum Einsatz kommen. Mit Rücksicht auf das Betriebspersonal sind bei dieser Lösung Vorrichtungen zum einfachen Ziehen der Pumpen und ausreichend große Montageöffnungen zwingend erforderlich, die auch in der Winterzeit leicht bedient werden können. Des Weiteren ist ein Wasseranschluss vorzuhalten, der das Abspritzen der Pumpe noch während des Zugvorgangs über dem Pumpensumpf ermöglicht, bevor das Aggregat vor Ort gewartet oder zur Wartung abtransportiert wird.

Bei Trockenaufstellung sind die Wartungsarbeiten unproblematischer und hygienischer. Bei dieser Aufstellung ist das Überflutungsrisiko des Pumpenschachts zu überprüfen; gegebenenfalls sind Pumpen mit überflutbaren Motoren vorzusehen. Bei trocken aufgestellten Pumpen kann zwischen Blockpumpen mit direkt angeflanschtem Motor (kurzer Bauraum) und horizontal aufgestellten Kreiselpumpen mit aufgesatteltem Motor sowie Lagerblockpumpen, die belastbarer sind, unterschieden werden.

Der Pumpeneinlauf sollte immer so tief liegen, dass das Regenbecken entleert ist, bevor die Entleerungspumpen abgeschaltet werden. Andererseits muss noch so viel Wasser oberhalb des Pumpeneinlaufs vorhanden sein, dass das Ansaugen von Luft sicher vermieden wird.

Der Pumpensumpf sollte zur Pumpe hin Gefälle haben, damit das Abwasser möglichst zügig dem Pumpeneinlauf zufließen kann. Die Seitenwände im unteren Bereich des Pumpeneinlaufs sollten einen Neigungswinkel von mindestens 60° haben. Sind in sehr großen Pumpensümpfen von mehreren Pumpen nur einzelne Aggregate in Betrieb, kann der Einbau eines Strömungserzeugers zum Remobilisieren des abgesetzten Schlamms sinnvoll sein.

Bei trocken aufgestellten Pumpen sollte die Sohle des Pumpensumpfs tiefer angeordnet werden als das Pumpenansaugrohr, damit große Steine dort liegen bleiben und nicht in die Pumpe geraten. Die Wartung dieser Vertiefung ist obligatorisch; daher sollte im Zuge der Planung überprüft werden, ob ein Geschiebeschacht im Zulaufbereich des Regenbeckens nicht die vorteilhaftere Lösung ist.

Um eine gute Betriebssicherheit zu erreichen, sollte ein freier Kugeldurchgang der Pumpe von ≥ 100 mm angestrebt werden; in begründeten Ausnahmefällen sind auch kleinere Nennweiten möglich. Eine Fördergeschwindigkeit in der Steigleitung von 2,4 m/s ist anzustreben.

Beim Einsatz in Regenbecken sollten zur Erhöhung der Betriebssicherheit bei Pumpen im Leistungsbereich bis ca. 3 kW der nächst größere Motor gewählt werden, um bei Verstopfungen größere Sicherheitsreserven zu haben.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Werden die Druckleitungen mehrerer Pumpen vereinigt, sind Absperrschieber auf der Druck- und Saugseite und Rückschlagklappen erforderlich, die eine Kreisförderung verhindern. Rückschlagklappen sollten möglichst nahe der waagrechten Sammelleitung angeordnet werden. Der direkte Anschluss der Pumpendruckleitung von unten an die Sammelleitung (wie in Bild 61 links) ist zu vermeiden. Damit kann verhindert werden, dass Grobstoffe, Sand und Steine, die von der in Betrieb befindlichen Pumpe in die Sammelleitung gefördert werden, rückwärts in die Leitung der stillstehenden Pumpe absinken und sich hinter der Rückschlagklappe ansammeln. Beim nächsten Anspringen der Pumpe würde die Rückschlagklappe dann teilweise oder ganz verklemmen. Der seitliche Anschluss oder die Einführung von oben verringern diese Gefahr. Bei einem zu weit ausholenden Anschluss von oben kann sich jedoch im Krümmer ein Luftpolster bilden, welches die Förderleistung der Pumpe wesentlich mindert (Bild 61 rechts).

Um eine gute Zugänglichkeit der Armaturen zu gewährleisten, sollten bei trocken aufgestellten Pumpen die senkrechten Druckleitungen direkt hinter den Pumpen nicht länger als 1,5 m gestaltet werden, sofern keine Arbeitsbühne an den Armaturen vorgesehen ist. Bei mehreren Pumpen sollten in dieser Höhe die einzelnen Druckleitungen über strömungsgünstige Bögen zu einer gemeinsamen Sammelleitung geführt werden (Bild 62). Durch den Einbau von Kompensatoren nach der Pumpe und vor der Wanddurchführung ist sicherzustellen, dass Schwingungen von Pumpen und Leitungen aufgefangen werden. In Verbindung mit einer richtigen Bemessung von Pumpen und Druckleitung werden dadurch Schäden an diesen vermieden.

Die hydraulische Auslegung der Entleerungspumpe muss gewährleisten, dass diese bei allen Füllzuständen im Regenbecken innerhalb ihres zulässigen Betriebsbereichs arbeitet. Ist dies nicht der Fall, wird der Einsatz von Pumpen mit Drehzahlregelung durch Frequenzumformer empfohlen.

In offenen Bauwerken mit Frostgefahr haben sich kurze, getrennte Druckleitungen bewährt, die sich nach dem Fördervorgang unter Schwerkraft selbsttätig entleeren. Dann kann auf Rückschlagklappen verzichtet werden.

Bei Kreiselpumpen werden für die vorliegenden Bedarfsfälle bisher bevorzugt folgende Laufradformen eingesetzt:

- Einkanalrad (Einschaufelrad),
- Freistromrad (Wirbelrad),
- Schneckenrad.

Für die Entleerung von Regenbecken werden meist Einkanalrad- oder Freistromradpumpen gewählt.

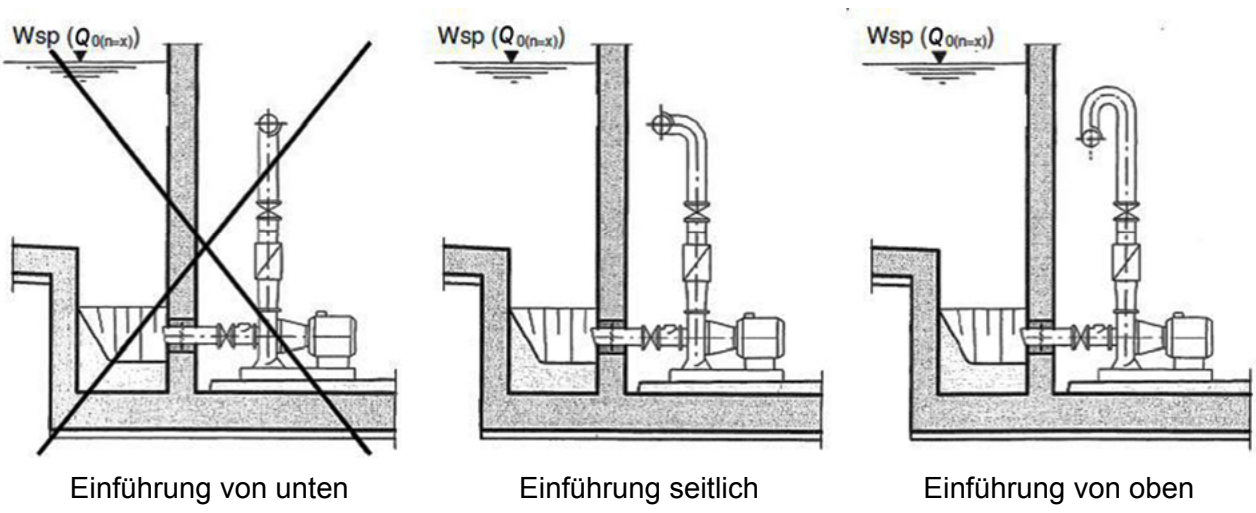


Bild 61: Beispiele für die Druckleitungseinführung in die Sammelleitung von Pumpen mit Geröllfang

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

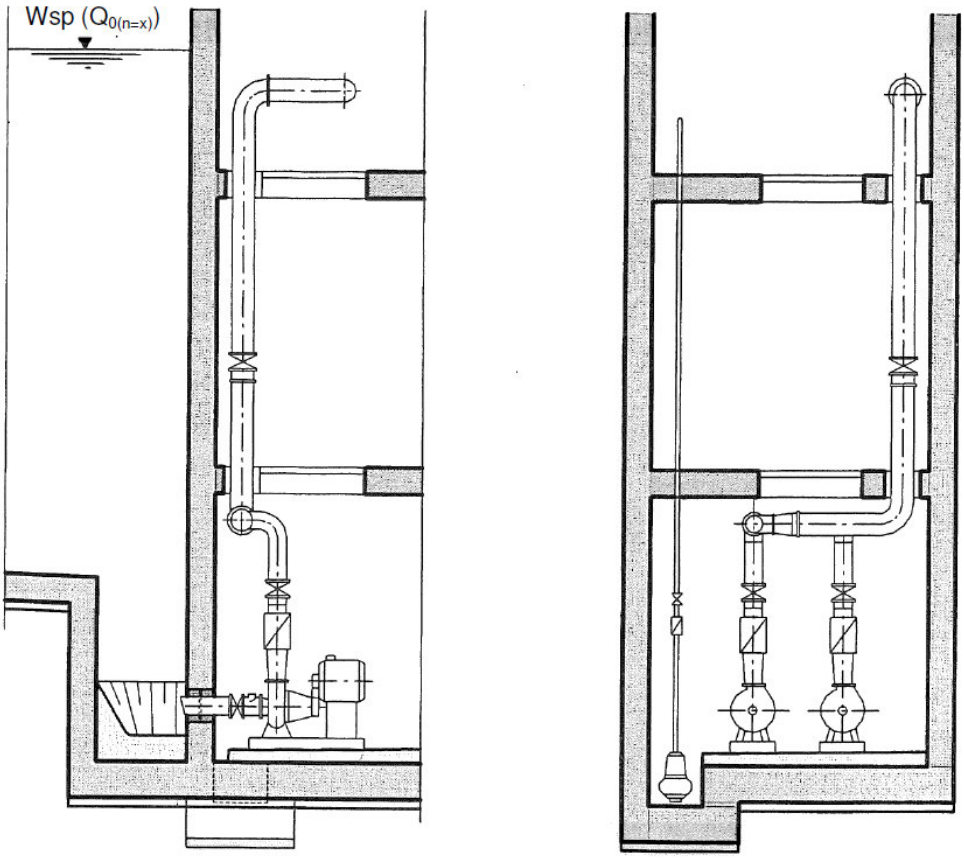


Bild 62: Beispiel einer günstig gestalteten Pumpensteigleitung

Offene Einkanalräder haben geringere Wirkungsgrade, neigen aber weniger zu Verstopfungen. Geschlossene Einkanalradpumpen besitzen einen guten Wirkungsgrad. Verschleiß entsteht zwischen Laufrad und Deckel im Spaltring (Schleißring).

Freistromradpumpen sind unempfindlicher gegen Verstopfung durch verzopfende Faserstoffe. Aufgrund des geringeren Wirkungsgrads kann aber eine höhere Motorleistung erforderlich werden. Verschleiß entsteht an Laufrad und Gehäuse.

Für die Förderung von Entlastungsabflüssen können Axialpumpen (z. B. Propellerpumpen) oder Halbaxialpumpen (z. B. Axialpropeller oder entsprechende Francisräder) verwendet werden, da sie große Förderströme bei geringen Förderhöhen gut bewältigen. Bei diesen Pumpen ist jedoch zu beachten, dass sie nicht dafür geeignet sind, Inhaltsstoffe im Medium mit zu fördern, und dazu neigen, leicht zu verstopfen.

Ist sandhaltiges Abwasser zu erwarten, ist eine Ausführung in verschleißfestem Material zu empfehlen und dem Pumpwerk ein Geschiebeschacht vorzuschalten.

6.9.3 Schneckenpumpen

Wenn hochliegende Regenbecken mit großem Volumenstrom beschickt werden müssen, eignen sich Förderschnecken in Trögen (Bild 63). Für die Entleerung von kleineren Regenbecken werden Rohrschnecken eingesetzt. Aus wirtschaftlichen Gründen sollte die Förderhöhe 6 m nicht überschreiten.

Förderschnecken bieten folgende Vorteile:

- gute Anpassung an schwankende Zulaufvolumenströme,
- keine Rohrreibungsverluste, dadurch guter Wirkungsgrad und geringe Motorleistung,
- langsame Drehzahl, dadurch geringer Verschleiß,
- geringe Verstopfungsgefahr,
- einfache Kontrollmöglichkeit bei offenen Schneckentrögen.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

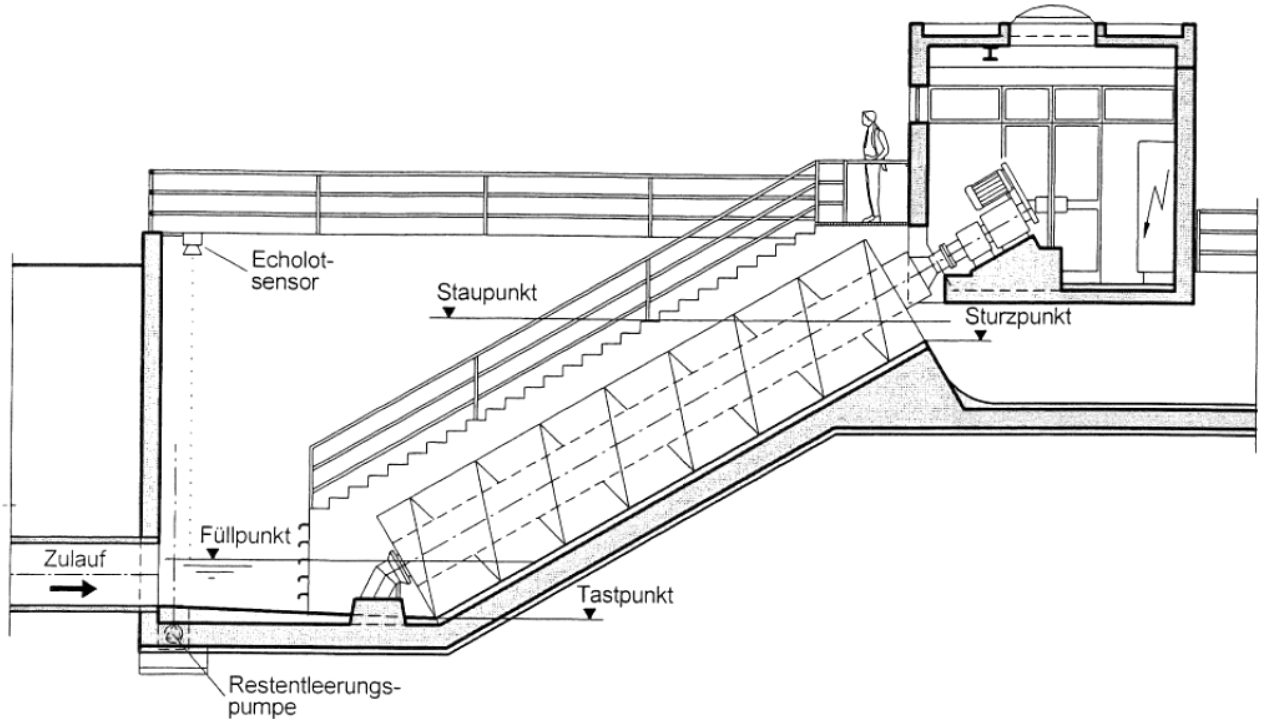


Bild 63: Beispiel eines Schneckenpumpwerks mit offenem Trog

7 Sonstige Bauwerke und Bauwerksausrüstung

7.1 Geschiebeschächte ohne Sammeleinsatz zur Rückhaltung mineralischer Grobstoffe

Mineralische Grobstoffe treten bei der Ableitung von Misch- und Regenwasser im Sohlenbereich der Kanäle als Geschiebe in Form von Steinen, Kies, Sand und Splitt auf. Sie können zu temporären oder dauerhaften Ablagerungen in der Kanalisation führen und dadurch insbesondere bei Trockenwetterabfluss in Mischwasserkanälen den Transport von feinpartikulären Feststoffen und von organischen Grob- und Schwebstoffen (z. B. Toilettenpapier und Hygieneartikel) behindern. Bei der Ableitung nachfolgender Regenereignisse kann die Schleppspannung im Sohlenbereich der Rohre so hoch ansteigen, dass die Ablagerungen remobilisiert und stoßartig abgeleitet werden. Dieser Vorgang kann zu Funktionsstörungen und erhöhtem Verschleiß an Feinrechen, Pumpen und Drosselorganen führen, den Reinigungsvorgang in Regenbecken massiv behindern und die Nutzungsdauer von Aggregaten und Rohren deutlich verringern.

Das Auftreten von Geschiebe ist zurückzuführen auf:

- unvermeidbare Einleitungen von Außengebietsabflüssen, die zuvor nicht in einem Sand- bzw. Geröllfang behandelt wurden,
- fehlende oder unzureichend gewartete Schmutzfänger von Straßeneinläufen und Schachtabdeckungen,
- Bodenerosionen sowie Abschwemmungen von Aushub und Baumaterialen (z. B. Sand und Kies) bei der Erschließung und Bebauung von Neubaugebieten,
- Winterstreudienst mit Sand und Splitt,
- Straßenabrieb,
- Missbrauch der Kanalisation als Entsorgungsweg.

Können die Ursachen des Geschiebeeintrags nicht beseitigt werden, ist es sinnvoll, in der Kanalisation an geeigneten Stellen Geschiebeschächte anzuordnen und dort das Geschiebe zurückzuhalten, zu sammeln, gezielt zu entnehmen und zu entsorgen. Geschiebeschächte können nach bisherigen Erfahrungen mineralische Sedimente ab der Kornfraktion Feinkies gut zurückhalten.

Temporär betriebene Geschiebeschächte können bei der Erschließung von großen oder steilen Baugebieten oder bei Großbaustellen sinnvoll sein. Wird während der

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Bauzeit noch kein Schmutzwasser über die Kanalisation abgeleitet, kann auf eine Belüftung des temporär angeordneten Geschiebeschachts verzichtet werden. Der Geschiebesammelraum kann geschaffen werden, indem bei einem ohnehin erforderlichen Schacht während der Bauarbeiten die Schachtsohle deutlich tiefer als die Kanalsohle angelegt wird. Die endgültige Profilierung des Schachtgerinnes erfolgt erst zum Abschluss der Bauarbeiten.

Dauerhaft betriebene Geschiebeschächte sollten zweckmäßigerweise an folgenden Stellen angeordnet werden:

- am Beginn von flachen Transportkanälen,
- im Zulaufbereich von Regenbecken,
- vor Pumpwerken und Durchflussmessstellen,
- vor Feinrechen,
- vor Sonderbauwerken (z. B. vor Dükern, Energieumwandlungsbauwerken und Anlagen zur Abwasserwärmegewinnung).

Im Mischsystem werden Geschiebeschächte mit einer grobblasigen Intervallbelüftung zur Trennung von organischen und mineralischen Stoffen ausgerüstet. Bei Anordnung in Regenwasserkanälen ist die Belüftung nur dann erforderlich, wenn aus dem Einzugsgebiet eine erhöhte organische Belastung (z. B. durch Laubfall und Tierkot) zu erwarten ist.

Kenngrößen eines herkömmlichen Geschiebeschachts nach Bild 64 können der nachfolgenden Tabelle 6 entnommen werden.

Als Belüftungsaggregat wird in der Regel ein Seitenkanalverdichter eingesetzt, der mit Wetterschutz und im Bedarfsfall mit Schalldämpfung auszustatten ist.

Geschiebeschächte ohne Sammeleinsatz, die mit stationären oder mobilen Schalengreifern oder mit Kanalsaugwagen entleert werden, können mit großen Geschiebesammelräumen ausgestattet werden. Dadurch werden Entleerungskosten eingespart. Bei Entleerung mit Schalengreifern kommen in der Regel als Transportcontainer Behälter mit 6 m³ Fassungsvermögen zum Einsatz. Bei der Entleerung mit Kanalsaugwagen, die möglichst mit einer Wasserrückgewinnung ausgestattet sein sollten, ist das Transportvolumen vom Fahrzeug abhängig. Aus wirtschaftlichen Gründen sollte bei jeder Entleerung das zur Verfügung stehende Transportvolumen vollständig genutzt werden. Deshalb sollte das Volumen des zurückgehaltenen Geschiebes über eine Geschiebefüllstandsmessung, die an eine Fernwirkanlage anzuschließen ist, ermittelt werden. Dadurch wird auch die rechtzeitige Entleerung des Geschiebesammelraums gewährleistet und gleichzeitig bei erhöhten Abflüssen und gefülltem Geschiebesammelraum ein Austrag des zurückgehaltenen Geschiebes infolge Überschreitens der kritischen Erosionsschubspannung vermieden.

Tabelle 6: Kenngrößen eines Geschiebeschachts ohne Sammeleinsatz

Bauwerksmaße und Anlagenkomponenten	Kenngrößen
Lichte Länge	l_G von 1,80 m bis 2,50 m
Lichte Breite	$b_G \geq 1{,}70$ m bei Zulaufkanälen < DN 1.000 l_B = DN + 2 · 0,4 m bei Zulaufkanälen ≥ DN 1.000
Lichte Tiefe (Abstand Sohle Geschiebeschacht zu Sohle Kanal)	$h_G \geq 1{,}20$ m
Abstand obere Höhe des nutzbaren Geschiebesammelraums zu Sohle Kanal	$h_F \geq 0{,}30$ m
Tiefe des nutzbaren Geschiebesammelraums	$h_N = h_G - h_F \geq 0{,}90$ m
Abstand Sohle Geschiebeschacht zur Belüftungsleitung (fest montiert)	h_B = 0,40 m bis 0,50 m
Belüftungsleitung	DN 50 Edelstahl (horizontal angeordnet)
Belüftungsleistung (bezogen auf einen Meter der horizontalen Belüftungsleitung und $Q_{T,h}$)	40 m³/(h·m)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Kommt bei der Entleerung des Geschiebeschachts ein Kanalsaugwagen zum Einsatz, sollte der Trockenwetterabfluss während der Entleerung in einem stationären Bypass um oder in einem transportablen Bypass durch die Anlage geführt werden.

Als Einsteighilfen in den Schacht werden Steigkästen verwendet, die mit der Wand bündig sind und deshalb bei der Geschiebeentleerung des Schachts nicht stören. Aus demselben Grund wird das Belüftungsrohr in einer Wandaussparung geführt.

Die Luftzuführung verläuft, vom Belüftungsaggregat kommend, innerhalb einer Wandaussparung der Schachtwand senkrecht nach unten. Ca. 40 cm über der Sohle schließt die horizontale, über die gesamte Breite der ablaufseitigen Schachtwand in einer Wandaussparung geführte Belüftungsleitung an. Bei zulaufseitiger Anordnung der Belüftungsleitung werden organische Stoffe besser ausgetragen, jedoch werden gleichzeitig auch Feinsande mobilisiert. Für die grobblasige Belüftung werden in der Belüftungsleitung Belüftungslöcher im Abstand von ca. 5 cm mit einem Durchmesser von 4 mm angeordnet. Es muss durch eine entsprechende Einrichtung (z. B. automatisch angetriebener Kugelhahn) gewährleistet sein, dass zu Beginn der Belüftungsphase der in der Belüftungspause in die Belüftungsleitung eingedrungene Schlamm und Feinsand wieder ausgeblasen werden. Bei der Entleerung des Geschiebeschachts sollte gleichzeitig auch die Belüftungsleitung freigespült werden. Hierzu sollte ein Kugelhahn zum Absperren der Zuluft und ein Anschluss für externe Druckluft oder Spülwasser (z. B. von einem Wartungsfahrzeug) vorgesehen werden.

Der Trockenwetterabfluss verdrängt kontinuierlich die während der Belüftungsphase flotierten, organischen Stoffe in den weiterführenden Kanal. Bisherige Betriebserfahrungen zeigen, dass Belüftungsphasen von ca. 30 Minuten, unterbrochen von Belüftungspausen von tagsüber 60 Minuten und nachts von 120 Minuten Dauer als Grundeinstellung sinnvoll sind. Diese Zeiten sollten aufgrund der örtlichen Erfahrungen so optimiert (in der Regel verkürzt) werden, dass der Glühverlust im zurückgehaltenen Geschiebematerial in der Größenordnung von 5 gew.-% liegt.

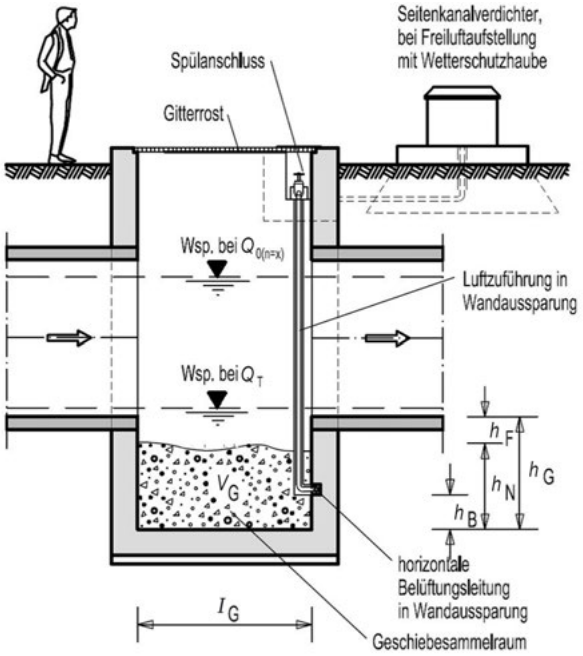


Bild 64: Schematische Darstellung eines Geschiebeschachts ohne Sammeleinsatz

Die Belüftung von Geschiebeschächten kann unter Umständen bei Regenwetterabfluss ausgesetzt werden. Die Belüftung muss jedoch immer dann unterbrochen werden, wenn Gefahr besteht, dass flotierte Feststoffe über eine unterstrom liegende Entlastungsanlage in das Gewässer ausgetragen werden können.

Bei geringem, fremdwasserfreien Trockenwetterzufluss kann – insbesondere während der Nachtstunden – der vollständige Austrag der organischen Stoffe in der Belüftungsphase nicht immer gewährleistet werden. Dies hat eine Anreicherung der organischen Stoffe im Geschiebeschacht zur Folge, was zu Geruchsproblemen führen kann. Deshalb sollte in diesen Fällen ein weitgehender Wasseraustausch im Geschiebeschacht innerhalb von ca. 4 Stunden gewährleistet sein. Dies kann über eine Zwangsverdrängung mittels luftbefüllbarer Verdrängungskörper oder durch eine im Geschiebesammelraum geschützt angeordnete Entleerungspumpe erfolgen.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

7.2 Schmutzfangzellen

Schmutzfangzellen sind Regenklärbecken ohne Dauerstau. Sie kommen in Regenwasserkanälen im Trennsystem bei kleinen, abgegrenzten, stark belasteten Flächen zum Einsatz. Der Erstabfluss eines Regenereignisses wird durch eine Bodenöffnung im Ablaufkanal in einen tiefer liegenden Speicherraum eingeleitet und dadurch der erste Schmutzstoß und die abgeschwemmten Leichtstoffe gespeichert. Nach Vollfüllung der Schmutzfangzelle werden die nachfolgenden Abflüsse direkt weiter geleitet. Um die Bodenöffnung ist ein umlaufender Kragen mit Tauchwandfunktion angeordnet, welcher die zwischengespeicherten Leichtstoffe in der Schmutzfangzelle zurückhält (Bild 65).

Mehrere Stunden nach dem Regenereignis wird die Schmutzfangzelle mit einer Pumpe oder über einen Entleerungsschieber in die Schmutzwasserkanalisation entleert. Durch eine Tendenzerkennung ist sicherzustellen, dass bei einem Nachfolgeregen und somit steigendem Wasserstand der Entleerungsvorgang abgebrochen wird. Alternativ zur Tendenzerkennung kann die Entleerung der Schmutzfangzelle kostengünstig über eine Zeitschaltuhr gesteuert werden. Da in diesem Fall bei einem Folgeregen der Entleerungsvorgang nicht abgebrochen wird, setzt dies voraus, dass durch den Entleerungsvorgang beim weiterführenden Mischwassernetz keine schadhafte Gewässerverschmutzung zu befürchten ist. Bei der Entleerung von Schmutzfangzellen sind die Leistungsfähigkeit der weiterführenden Kanalisation sowie der maximal zulässige Kläranlagenzufluss zu berücksichtigen.

Schmutzfangzellen werden bei stark verschmutzten Flächen (ohne angeschlossene Dachflächen) eingesetzt.

Beispiele dafür sind:

- Flächen mit hoher Verschmutzung wie Märkte mit Verkaufsständen,
- Lkw- und Wohnmobilstellplätze, Tank- und Rastanlagen,
- Umschlag- und Rangierflächen (z. B. vor Verladerampen),
- verschmutzte Teilflächen, bei denen für die Gesamtfläche keine Niederschlagswasserbehandlung erforderlich ist,
- verschmutzte Teilflächen, bei denen eine Vorbehandlung des Niederschlagswassers die Behandlungsanlage für das Gesamtgebiet und somit das Gewässer wesentlich entlastet,
- Schmutzfangzellen haben den positiven Nebeneffekt, dass sie in Regenwasserkanälen Fehleinschüttungen zwischenspeichern.
- Im Einzelfall ist zu prüfen, ob zur Reinigung der Schmutzfangzelle z. B. der Einsatz eines Tauchmotorrührwerks erforderlich ist. Da der Entleerungsvorgang i. d. R. nur wenige Minuten dauert, sollte das Rührwerk mit entsprechender Vorlaufzeit vor dem Beginn der Entleerung eingeschaltet werden.
- Schmutzfangzellen können kostengünstig als Fertigteil erstellt werden.

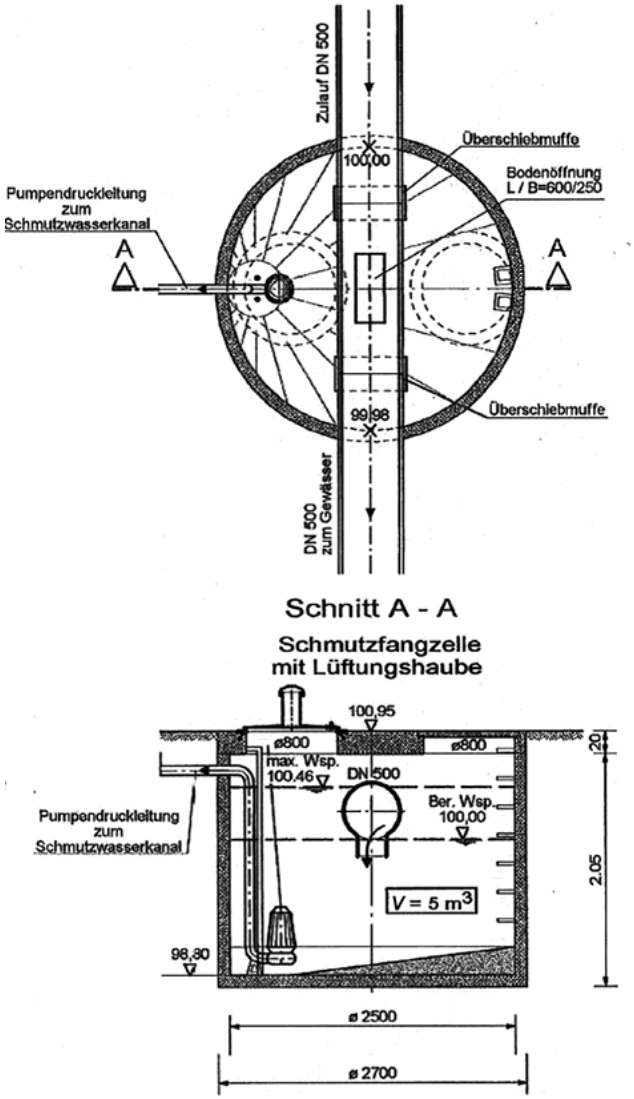


Bild 65: Beispiel für eine Schmutzfangzelle mit Pumpenentleerung in einen Schmutzwasserkanal
(Quelle: RP Karlsruhe)

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

7.3 Wärmeaustauscher zur Energiegewinnung aus Abwasserwärme in Regenbecken

Die Abwasserwärmenutzung in Mischwassernetzen kann aufgrund neuer Technologien und steigender Energiekosten rentabel betrieben werden. Regenbecken mit ständigem Trockenwetterabfluss können sich wegen der guten Zugänglichkeit, des vorhandenen Grundstücks und der bestehenden Infrastruktur zur Nutzung der Abwasserwärme eignen. Deshalb wird empfohlen, zukünftig Regenbecken hinsichtlich ihrer Energieeffizienz und der möglichen Energiepotenziale zu überprüfen.

Die Energiegewinnung aus Abwasserwärme kann bei ausreichend großem mittleren Trockenwetterabfluss durch den Einbau eines Wärmetauschers in der Sohle des Bauwerks sinnvoll sein, wenn Abnehmer mit einem ganzjährigen hohen Energiebedarf in der unmittelbaren Nähe langfristig vorhanden sind.

Nach heutigem Kenntnisstand setzt eine wirtschaftliche Abwasserwärmenutzung folgende Bedingungen voraus:

- Wärmebedarf ≥ 120 kW,
- Wärmepumpenleistung ≥ 150 kW,
- Trockenwetterabfluss ≥ 10 l/s,
- Länge der TW-Rinne ≥ 100 m.

Weitere Hinweise können dem Merkblatt DWA-M 114 „Energie aus Abwasser – Wärme- und Lageenergie“ entnommen werden.

7.4 Auslaufbauwerke

Je nach den örtlichen Gegebenheiten kann ein Gewässer naturnah oder künstlich mit zum Teil befestigten Ufer- und Sohlenbereichen ausgebaut sein. Dieser Ausbauzustand in Verbindung mit der Lage des Beckenstandorts zum Gewässer bestimmt wesentlich die Gestaltung des Auslaufbauwerks.

Grundsätzlich werden zwei Arten der Gestaltung des Auslaufbauwerks unterschieden:

- dynamisches Auslaufbauwerk,
- statisches Auslaufbauwerk.

Entlastungskanäle sind ab DN 400 mit einem Schutzgitter oder einer Lamellenklappe zu versehen. Der Stababstand des verschließ- und aufklappbaren Gitters ist kleiner als 120 mm zu wählen.

Das **dynamische Auslaufbauwerk** (Bild 66) wird nicht unmittelbar in der Uferböschung platziert, sondern landseitig in den Uferbereich verschoben (Einleitung über eine Ausleitungsstrecke). Dadurch kann eine Eigendynamik der Gewässerentwicklung zugelassen werden. Die Einleitung erfolgt über einen „Naturkolk“ mit anschließender Aufweitung. Dadurch wird eine Energieumwandlung und Beruhigung des Abflusses vor der Einleitung ins Gewässer erreicht, wodurch morphologischen Schäden am Gewässerbett (z. B. einer Sohlenerosion) vorgebeugt wird. Das im Kolk verbleibende Abwasser neigt insbesondere bei Mischwassereinleitungen zur Eutrophierung und kann daher zu Geruchsbelästigungen führen. In solchen Fällen sind Vorkehrungen zu treffen, dass der Kolk verzögert leerlaufen kann. Ist dies infolge der örtlichen Höhenverhältnisse nicht möglich, sollte auf den Kolk verzichtet werden. Für die dann fehlende Energieumwandlung sind gegebenenfalls entsprechende Ersatzvorkehrungen zu treffen.

Darüber hinaus ist bei der Planung eines Auslaufbauwerks auf das potenziell natürliche Laufverlagerungsvermögen des Gewässers Rücksicht zu nehmen, um einer Schädigung des Bauwerks durch Hochwassereinwirkungen vorzubeugen. Die freie eigendynamische Gewässerentwicklung darf durch bauliche Sicherungsmaßnahmen nicht unterbunden werden, sodass der morphologische Charakter des Gewässers bei allen baulichen Eingriffen im und am Gewässer weitgehend erhalten bleibt. Auf aufwendige massive, naturferne Befestigungen des Gewässerprofils sollte zugunsten ingenieurbiologischer Bauweisen möglichst verzichtet werden.

Beim **statischen Auslaufbauwerk** (Bild 67) wird das Auslaufprofil starr unmittelbar in das Gewässerprofil eingebunden und befestigt (Einleitung ohne eine Ausleitungsstrecke). Dies ist in der Regel innerhalb von dicht bebauten Gebieten der Fall, in denen eine Eigendynamik des Gewässers unerwünscht ist. Auch bei

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

statischen Auslaufbauwerken ist zu prüfen, ob das Gewässerbett Maßnahmen zur Energieumwandlung erfordert.

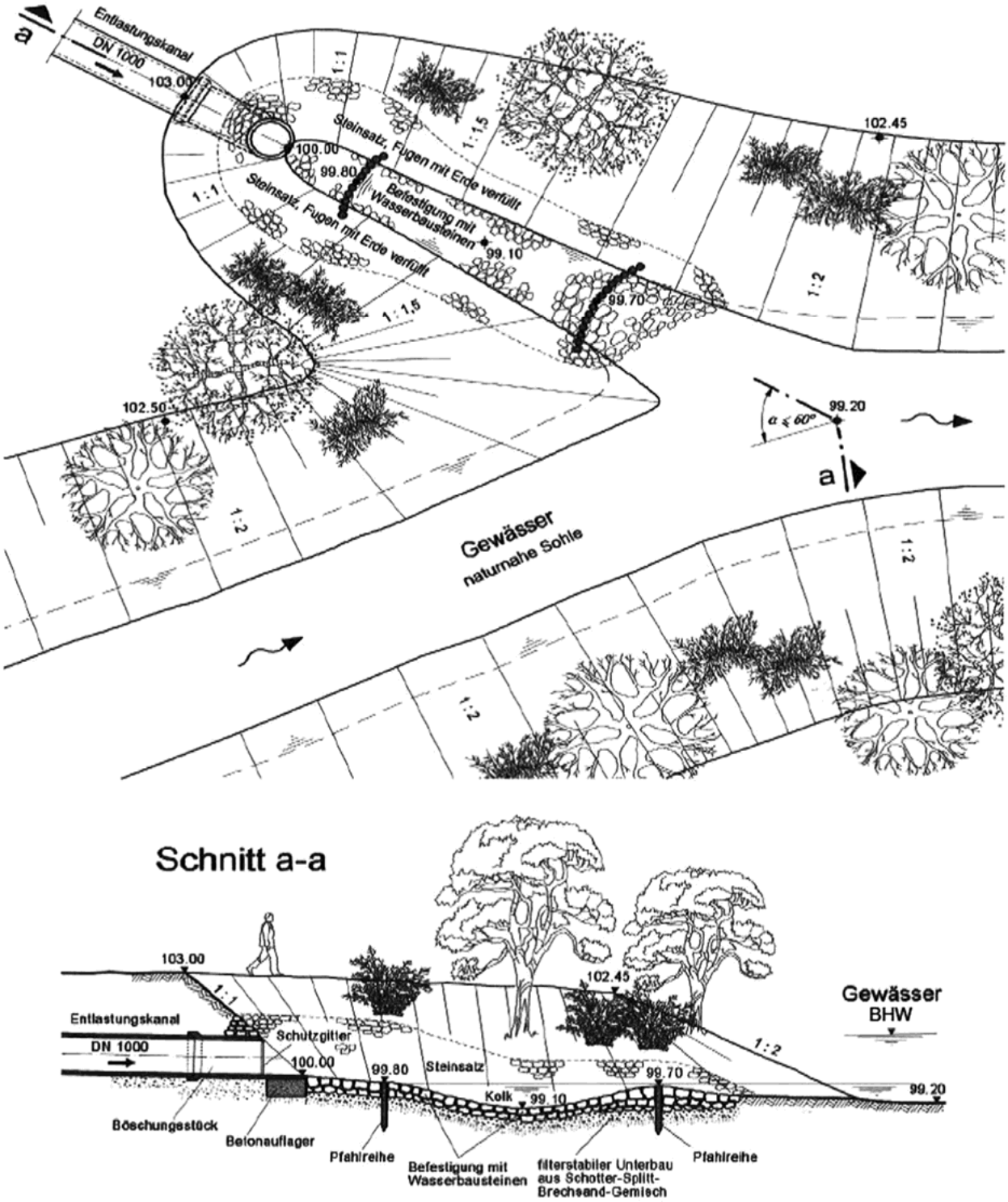


Bild 66: Dynamisches Auslaufbauwerk, in den landseitigen Uferbereich zurückgesetzt

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

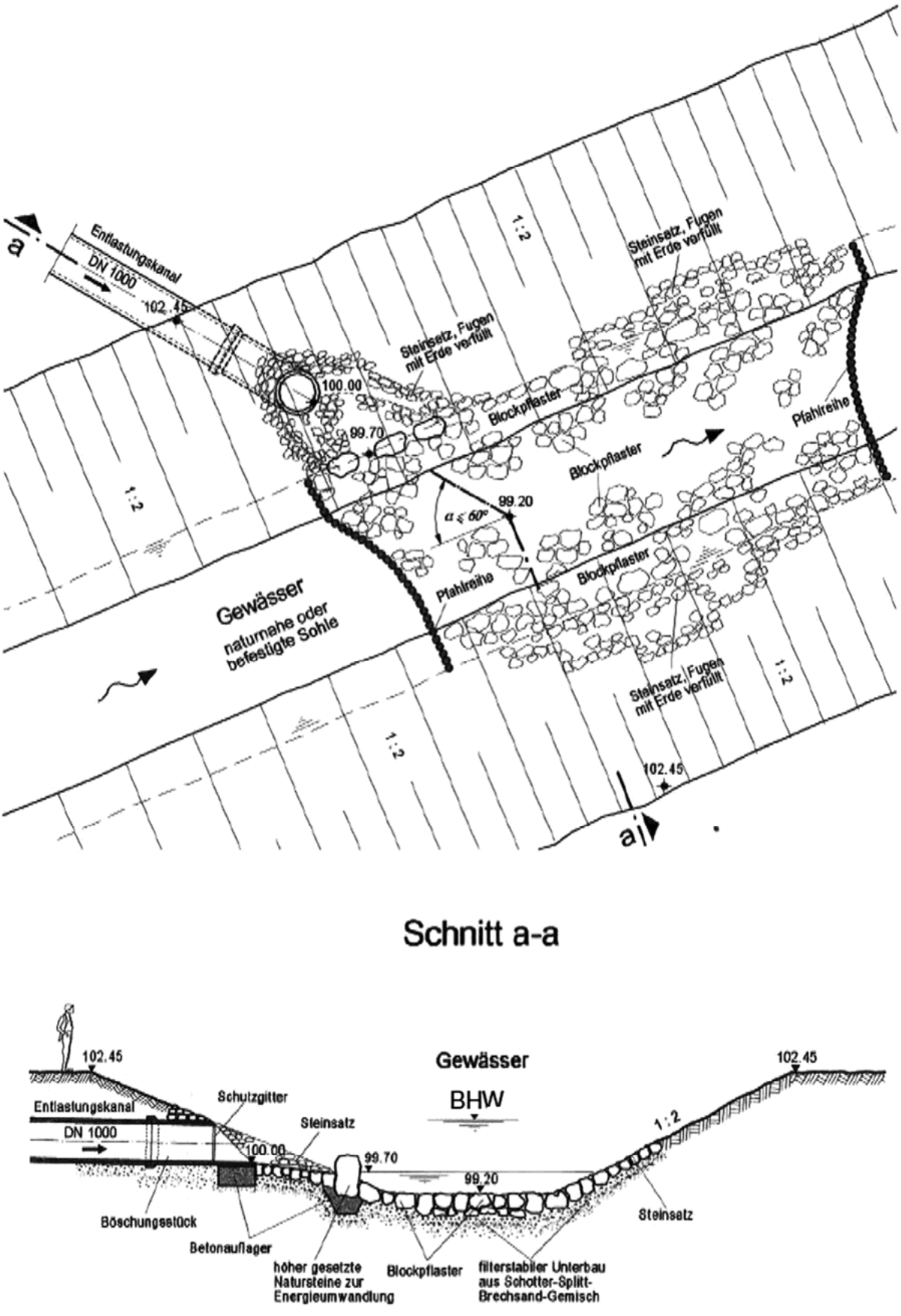


Bild 67: Statisches Auslaufbauwerk, starr unmittelbar in das Gewässerprofil eingebunden

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Anhang A (informativ) Checklisten zum Planungsablauf bei der Gestaltung von Regenbecken

In den nachfolgenden Checklisten sind Fragen und Hinweise zur Anlagenplanung systematisch entsprechend dem Planungsablauf aufgeführt. Sie können bei der Erbringung der Ingenieurleistungen als Gedächtnisstütze und zur Dokumentation des projektspezifischen Ablaufs mit Darstellung der Ergebnisse und deren Abstimmung mit dem Auftraggeber verwendet werden.

A.1 Checkliste zur Grundlagenermittlung ... 93

A.2 Checkliste zur Vorplanung ... 94
A.2.1 Ergebnisse der Grundlagenauswertung ... 94
A.2.2 Variantenuntersuchungen ... 95
A.2.3 Tragwerksplanung und technische Ausrüstung von Regenbecken im Rahmen der Variantenuntersuchung (ggf. unter Beteiligung von Fachplanern) ... 96
A.2.4 Vorzugsvariante ... 96

A.3 Checkliste zur Entwurfsplanung ... 97
A.3.1 Ergebnis der Vorplanung ... 97
A.3.2 Ausarbeitung der Planung ... 97
A.3.3 Tragwerksplanung und technische Ausrüstung, ggf. unter Beteiligung des Fachplaners ... 99
A.3.4 Sonstiges zur Entwurfplanung ... 100
A.3.5 Erläuterungsbericht und Kostenberechnung ... 101

A.4 Checkliste zur Funktionsprüfung ... 101

A.5 Checkliste zum Probebetrieb ... 102

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

A.1 Checkliste zur Grundlagenermittlung

- ☐ Welcher Grund hat zur Planungsveranlassung geführt?
- ☐ In welche Zeitpläne und Fristen ist die Maßnahme eingebunden?
- ☐ Welche alten Planunterlagen, Bestandspläne, Bestandsvermessungen und Rechtsbescheide liegen vor?
- ☐ Liegt eine Dokumentation der Ortsbesichtigung vor (Standort, Gewässersituation, realer Erschließungs- und Befestigungsgrad im Einzugsgebiet, Fremdwasser, vorhandene Infrastruktur wie Verkehrsanbindung, Strom-, Wasser- und Internetanschluss)?
- ☐ Liegt eine mit der Aufsichtsbehörde abgestimmte Volumenberechnung für den Ist- u. Planungszustand und gegebenenfalls Prognosezustand vor?
- ☐ Liegt eine mit der Aufsichtsbehörde abgestimmte Kanalnetzberechnung für den Ist-, Planungs- und Prognosezustand vor?
- ☐ Liegt eine Hochwasserrisikobewertung gemäß dem Merkblatt DWA-M 103 vor?
- ☐ Welche wasserrechtlichen und/oder baurechtlichen Verfahren sind erforderlich (z. B. Genehmigung, wasserrechtliche Erlaubnis, Planfeststellung)?
- ☐ Welche Vorgaben an die Planung bestehen von Seiten der Aufsichtsbehörden?
- ☐ Welche Beschlüsse der Entscheidungsgremien des Auftraggebers sind zu beachten?
- ☐ Welche sonstige Vorgaben (Vermerke, Beschlüsse, Vereinbarungen, Standards, interne Satzungen und Vorschriften) sind zu beachten?
- ☐ Welche Planungen (z. B. Bebauungspläne oder sonstige Planungen) müssen bei der Bearbeitung beachtet werden?
- ☐ Welche Kartenunterlagen sind verfügbar?
- ☐ Sind aufgrund der Lage einer Maßnahme in einem besonderen Gebiet (Wasserschutz-, Heilquellenschutz- oder Überschwemmungsgebiet, Bergsenkungs- oder Bergbaugebiet, Naturschutz- oder Landschaftsschutzgebiet) besondere Vorgaben zu beachten?
- ☐ Liegen Hinweise auf Altlasten, Kampfmittel oder Bodendenkmale vor?
- ☐ Müssen im Umfeld bei der Planung bestehende oder geplante Zwangspunkte beachtet werden (z. B. Betriebe, die der Störfallverordnung unterliegen (z. B. Anlagen mit explosiven Stoffen und schweren Gasen), Ver- und Entsorgungsleitungen, Wohnbebauung)?
- ☐ Welche Gutachten und Untersuchungen (z. B. geologische, hydrogeologische, hydrologische Gutachten, Grundwasseranalysen) liegen vor oder sind noch erforderlich?
- ☐ Welche Fachplanungen sind erforderlich (z. B. Elektrotechnik, Prozess- und Verfahrenstechnik, Tragwerksplanung, landschaftspflegerische Begleitplanung)?
- ☐ Sind Bauwerke/Anpflanzungen auf dem Gelände vorhanden? Liegen hierzu Planunterlagen vor?
- ☐ Sind ober- oder unterirdische Leitungen auf dem Gelände vorhanden? Liegen hierzu Planunterlagen vor?
- ☐ Ist am geplanten Standort des Vorhabens aufgrund der früheren Nutzung des Grundstücks eine historische Erkundung erforderlich?
- ☐ Mit welchen Personen sind betriebliche Belange abzuklären?
- ☐ Welche vergleichbaren Objekte können für die Planung herangezogen werden?
- ☐ Wurden die Grundlagen zusammengestellt, auf Vollständigkeit überprüft und mit dem Auftraggeber abgestimmt?

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

A.2 Checkliste zur Vorplanung

A.2.1 Ergebnisse der Grundlagenauswertung

- ☐ Wurde die Auswertung der nach Teil A.1 zusammengestellten Grundlagen durchgeführt?
- ☐ Welche Folgerungen sind aus der Auswertung der Grundlagen zu ziehen?
- ☐ Welche Festlegungen bestehen gemäß Volumenbemessung für das zu planende Regenbecken hinsichtlich Funktion, Art und Anordnung entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 166?
- ☐ Welche Planungszeiträume sind zu beachten?
- ☐ Sind für einzelne Bauwerkskomponenten aus wirtschaftlichen Gründen oder Gründen der Zweckmäßigkeit unterschiedliche Planungszeiträume zu berücksichtigen?
- ☐ Welche Volumina sind für die einzelnen Planungszeiträume erforderlich?
- ☐ Welche statischen Kanalvolumina können für die einzelnen Planungszeiträume aktiviert werden?
- ☐ Welches Beckenvolumen muss unter Berücksichtigung der statisch aktivierbaren Kanalvolumina für die einzelnen Planungszeiträume zusätzlich bereitgestellt werden?
- ☐ Wie hoch sind die Abflüsse (z. B. $Q_{T,aM}$, $Q_{T(A110)}$, $Q_{T,h,max}$, Q_{Dr}, Q_{krit}, $Q_{KÜ}$, $Q_{BÜ}$, Q_0, $Q_{0(n=1)}$, $Q_{0(n=x)}$, $Q_{0,max}$) für die einzelnen Planungszeiträume?
- ☐ Wie hoch sind die Abflüsse (z. B. $Q_{T,aM}$, $Q_{T(A110)}$, $Q_{T,h,max}$, Q_{Dr}, Q_{krit}, $Q_{KÜ}$, $Q_{BÜ}$, Q_0, $Q_{0(n=1)}$, $Q_{0(n=x)}$, $Q_{0,max}$) für das gewählte Ausbauziel?
- ☐ Welche Erkenntnisse aus der Ortsbesichtigung sind bei der Planung zu berücksichtigen?
- ☐ Welche örtlichen Zwangspunkte bestehen, die nicht oder nur schwer zu beseitigen sind?
- ☐ Welche eventuell vorhandenen Anlagenteile sollen unter Berücksichtigung ihrer Bausubstanz weiterhin genutzt, welche abgebrochen oder lediglich verfüllt werden?
- ☐ Sind die Wasserspiegelhöhen im Gewässer bekannt?
- ☐ Sind bei einer Behandlungsanlage vor der Einleitung in ein Gewässer ergänzende bauliche Maßnahmen zur Abflussreduzierung (z. B. Regenrückhalteanlagen) vorgesehen?
- ☐ Soll das Regenbecken auch als Notfallbecken betrieben werden (Löschwasserzuflüsse, unfallbedingte Schadstoffzuflüsse)?

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

A.2.2 Variantenuntersuchungen

- ☐ Sind alternative Beckenstandorte möglich?
- ☐ Wurden mögliche Beckenvarianten bei den Standorten untersucht?
- ☐ Kann das Regenbecken – gegebenenfalls in Ausbaustufen – auf der verfügbaren Fläche gebaut werden?
- ☐ Wurden die für die Beckenplanung erforderlichen Höhen durch örtliche Vermessung überprüft?
- ☐ Kann ein beanspruchtes Grundstück dauerhaft oder vorübergehend genutzt werden?
- ☐ Wie sind die Eigentumsverhältnisse der beanspruchten Grundstücke? Können die Grundstücke erworben werden?
- ☐ Ist die Zufahrt auch für Schwerlastverkehr gesichert?
- ☐ Welche wasserwirtschaftlich sinnvolle Beckengeometrie ist am Beckenstandort unter Einbeziehung der Lage zum Gewässer und der landschaftlichen sowie technischen Einbindungen möglich?
- ☐ Soll wegen saisonaler Schwankungen von größerem nicht vermeidbarem Fremdwasserzufluss ein als Fangbecken ausgewiesenes Regenüberlaufbecken so ausgebildet werden, dass es bei hohem Fremdwasserzufluss als Durchlaufbecken betrieben werden kann?
- ☐ Soll das Regenbecken als Erd- oder als Massivbecken gebaut werden?
- ☐ Soll das Regenbecken als Rund- oder Rechteckbecken gebaut werden?
- ☐ Soll das Regenbecken offen oder muss es geschlossen gebaut werden?
- ☐ Wurde bei einer Ausbildung als gedichtetes Erdbecken untersucht, welches Dichtungssystem zweckmäßig ist?
- ☐ Wurde bei einer Ausbildung als gedichtetes Erdbecken der Freibord in Abhängigkeit von der Art des Dichtungssystems festgelegt?
- ☐ Wurde bei einem als Erdbecken ausgebildeten Regenrückhaltebecken die Lage und Art des Notüberlaufs festgelegt?
- ☐ Ist die Anordnung eines Geschiebeschachts vor dem Regenbecken erforderlich?
- ☐ Kann aus Kostengründen anstelle eines Entlastungskanals ein Entlastungsgraben gebaut werden?
- ☐ Kann anstelle eines statischen ein dynamisches Auslaufbauwerk angeordnet werden?
- ☐ Sind die Vor- und Nachteile der einzelnen Varianten zusammengestellt und bewertet?
- ☐ Wurden für einzelne Varianten Vorbemessungen durchgeführt (Dimensionierung, Klärbedingungen, Hydraulik)?
- ☐ Wurden für die einzelnen Varianten Skizzen unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten (optimale Anordnung auf dem Grundstück) erarbeitet?

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

A.2.3 Tragwerksplanung und technische Ausrüstung von Regenbecken im Rahmen der Variantenuntersuchung (ggf. unter Beteiligung von Fachplanern)

- ☐ Wurde im Rahmen der Vorplanung für die jeweiligen Varianten eine Vorbemessung der tragenden Bauteile (z. B. Art der Gründung, Boden-, Wand- und Deckenstärken, Auftriebssicherung, Verbau) vorgenommen?
- ☐ Wurde im Rahmen der Vorplanung für die jeweiligen Varianten eine Vorauswahl der maschinentechnischen Ausrüstung (z. B. Reinigungsrichtungen, Drosselorgane, Absperrorgane, selbstregulierende Entlastungsorgane) vorgenommen?
- ☐ Welche Reinigungseinrichtungen sind für das Regenbecken unter Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkte und der Bau- und Betriebskosten vorgesehen?
- ☐ Welche Art von Drosselorgan ist unter Berücksichtigung der Vorgaben aus der Volumenberechnung und der Betriebsweise (z. B. Steuerung oder Regelung, Fernüberwachung, Beckenbewirtschaftung) vorgesehen?
- ☐ Muss der Drosselabfluss gemessen und registriert werden?
- ☐ Ist im Ablaufkanal des Regenbeckens für Funktions- und wiederkehrende Prüfungen des Drosselorgans eine geeignete Messstelle vorgesehen?
- ☐ Erfordert das Gewässer an tangential angeströmten Entlastungsschwellen Rechen oder Siebe?
- ☐ Sind an senkrecht angeströmten Entlastungsschwellen Tauchwände vorgesehen?
- ☐ Wurde im Rahmen der Vorplanung für die jeweiligen Varianten eine Vorauswahl der elektrotechnischen Ausrüstung unter Berücksichtigung der geschätzten Kosten vorgenommen?
- ☐ Ist eine Notstromversorgung oder eine beidseitige Stromeinspeisung erforderlich?
- ☐ Sind Messungen der Entlastungsaktivität vorgesehen?

A.2.4 Vorzugsvariante

- ☐ Wurde für die Varianten eine vergleichende Kostenschätzung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt?
- ☐ Wurde für die Vorzugsvariante eine Kostenschätzung auf der Grundlage einer überschlägigen Massenermittlung durchgeführt?
- ☐ Ist eine detaillierte Kosten-Nutzen-Untersuchung sinnvoll?
- ☐ Welche Gründe führten zur Festlegung der Vorzugsvariante?
- ☐ Sieht die Vorzugsvariante einen Ausbau in Stufen vor?
- ☐ Wurde die Wahl der Vorzugsvariante im Einvernehmen mit dem Auftraggeber getroffen?
- ☐ Werden zur Beckenoptimierung physikalische Modelluntersuchungen oder CFD-Berechnungen empfohlen?

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

A.3 Checkliste zur Entwurfsplanung

A.3.1 Ergebnis der Vorplanung

☐ Wurde mit dem Auftraggeber abgestimmt, für welche Variante der Vorplanung die Entwurfsplanung erstellt werden soll?

☐ Soll die Entwurfsplanung lediglich für einen Teilausbau erfolgen?

A.3.2 Ausarbeitung der Planung

☐ Nach welchen Zeitplänen (Planung, Genehmigung, Finanzierung, Bau, Inbetriebnahme) wird die Maßnahme realisiert?

☐ Werden die in der Kanalnetzberechnung festgelegten Rückstauebenen eingehalten?

☐ Werden die Rückstaubedingungen gegenüber den heutigen Verhältnissen verschlechtert?

☐ Können die Zielgrößen in den hydraulischen Nachweisen gemäß Arbeitsblatt DWA-A 166 eingehalten werden? Wo sind Abweichungen? Warum?

☐ Kann bei Durchlaufbecken im Mischsystem der Beckenüberlauf aufgrund der geringen Überlaufhäufigkeit < 10/a entfallen?

☐ Welche Vorkehrungen sind am Regenbecken bei Frostgefahr zu treffen?

☐ Kann der Entlastungskanal/-graben den Beckenzufluss bei überstautem Kanalnetz aus dem Regenbecken ableiten?

☐ Ist das Gewässer im Bereich der Einleitungsstelle ausreichend befestigt? Ist ein Tosbecken erforderlich?

☐ Welche Flucht-/Rettungswege sind vorgesehen?

☐ Ist ein Schutzgitter am Auslauf des Entlastungskanals erforderlich?

☐ Kann der Entlastungsabfluss vom Gewässer schadlos aufgenommen werden?

☐ Was geschieht bei Hochwasser (Flutung des Regenbeckens, Schieber, Verfügbarkeit der Anlage, Zufluss zur Kläranlage bei Regenwetter)?

☐ Wird bei Durchlaufbecken das Abwasser gleichmäßig verteilt und ohne Dreh- und Kurzschlussströmungen in die Sedimentationskammer eingeleitet?

☐ Wird bei Durchlaufbecken der Querschnitt der Sedimentationskammer gleichmäßig durchströmt?

☐ Welche Art der Abdichtung ist aus welchen Gründen bei Erdbecken vorgesehen?

☐ Wie groß wurde der Freibord bei Erdbecken festgelegt?

☐ Sind die konstruktiven/hydraulischen Randbedingungen des Drosseleinbaus geklärt (evtl. Kontakt mit Hersteller)?

☐ Ist das Drosselorgan auf den Betrieb der gewählten Reinigungseinrichtung abgestimmt?

☐ Ist bei einem trocken aufgestellten Drosselorgan ein Lufttrockner und/oder eine Schachtentwässerungspumpe im Drosselbauwerk vorgesehen?

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

A.3.2 *(Ende)*

- ☐ Ist der Volumenstrom der Entleerung von Regenbecken im Nebenschluss auf den Betrieb des Drosselorgans abgestimmt?
- ☐ Wurde ein eventuell auftretender Rückstau im Ablaufkanal bei der Wahl des Drosselorgans berücksichtigt?
- ☐ Wurden bei der Wahl des Drosselorgans eventuell zu erwartende Ablagerungen im Ablaufkanal berücksichtigt?
- ☐ Ist vorgesehen, die Notentleerung bei Betriebsstörungen als Ersatz für das Drosselorgan einzusetzen?
- ☐ Ist vorgesehen, die Notentleerung zur beschleunigten Beckenentleerung einzusetzen?
- ☐ Ist vorgesehen, die Notentleerung zur Ableitung von Schwimmstoffansammlungen einzusetzen?
- ☐ Ist der vorgesehene Messschacht für die Funktionsprüfung und die wiederkehrenden Prüfungen geeignet?
- ☐ Ist eine bequeme Treppe (fest, hochzieh- oder aufschwimmbar) am bevorzugten Beckeneinstieg vertretbar?
- ☐ Wurden aufschwimmbare Leitern für den Beckeneinstieg gewählt?
- ☐ Wurden aus Kostengründen an untergeordneten Einstiegen bzw. an Notausstiegen Steigeisengänge vorgesehen?
- ☐ Ist die Größe der Montageöffnung(en) für den Einbau von Aggregaten (z. B. Drosselorgane, Schieber, Messgeräte, Reinigungsaggregate) ausreichend bemessen?
- ☐ Kann die Belichtung und Belüftung bei geschlossenen Regenbecken über Gitterrostabdeckungen gewährleistet werden?
- ☐ Ist eine Zwangsventilation des Drosselbauwerks, Pumpenraums oder der Speicherkammer mittels Lüfter erforderlich? Wie weit müssen Entlüftungsschächte hochgezogen werden?
- ☐ Besteht die Gefahr, dass störende Geräusche/Gerüche auftreten? Wo? Wie können sie vermieden werden?
- ☐ Werden die zulässigen Luftgeschwindigkeiten bei der Befüllung nicht überschritten?
- ☐ Ist eine elektrische Beleuchtung erforderlich?
- ☐ Können die Schaltschränke in einer Betriebshütte oder in einem Hochbau untergebracht werden?
- ☐ Sind die Schaltanlagen hochwassersicher untergebracht?
- ☐ Sind im Hochbau sanitäre Einrichtungen erforderlich?
- ☐ Soll eine Außenbeleuchtung angebracht werden?
- ☐ Muss die Anlage eingezäunt werden?
- ☐ Wie kann die Anlage bedarfsgerecht angefahren, begangen und befahren werden?
- ☐ Sind ausreichend Stellflächen vorhanden?
- ☐ Sind Versorgungsleitungen umzulegen, zu sichern oder zu schützen?
- ☐ Sind Notmaßnahmen bei Störfällen oder beim Ausfall wichtiger Komponenten erforderlich?
- ☐ Ist der Einbau von Rechen oder Sieben zur Grobstoffrückhaltung vorgesehen? Kann der Einbau zurückgestellt werden bis Beobachtungen am Gewässer die Notwendigkeit bestätigt?

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

A.3.3 Tragwerksplanung und technische Ausrüstung (ggf. unter Beteiligung des Fachplaners)

- ☐ Ist in der Planung die Vorbemessung aller tragenden Teile berücksichtigt?
- ☐ Wird die Decke von geschlossenen Regenbecken eingestaut? Welche Lastzustände sind dadurch bei der Tragwerksplanung zu berücksichtigen?
- ☐ Welche Verbauart ist geplant und kann diese für den Bauwerkskörper als verlorene Schalung genutzt werden?
- ☐ Müssen bei der Beckenausrüstung vom Hersteller spezielle hydraulisch Nachweise erbracht werden?
- ☐ Kann es bei der Beckenreinigung mit Schwallspüleinrichtungen zu betriebsstörenden Stoßbelastungen der Kläranlage kommen?
- ☐ Sind bei exponierten Anlagen Sicherheitsmaßnahmen zu beachten (Nothandrad bei elektrischem Stellantrieb, Druckluft-Sicherheitsschieber oder Hydraulikschieber, die bei Netzausfall aktiviert werden müssen)?
- ☐ Soll der Trockenwetterabfluss gemessen werden?
- ☐ Ist die Überlaufaktivität (Überlaufhäufigkeit und -dauer) zu messen?
- ☐ Ist eine Messung zur Abschätzung des Entlastungsabflusses vorgesehen?
- ☐ Sind die Messstellen gut zugänglich und messtechnisch richtig gewählt?
- ☐ Ist ein eingemessener Höhenbolzen in unmittelbarer Nähe von Höhenstandssonden vorgesehen?
- ☐ Liegen die Messintervalle im Bereich von ein bis fünf Minuten?
- ☐ Ist der Wasserstand in mehreren Beckenkammern zu messen?
- ☐ Ist bei Wasserstandsmessungen der erforderliche Blockabstand eingehalten?
- ☐ Ist eine Niveau-Tendenz-Kontrolle (z. B. bei mittels Strömungserzeugern gereinigten Durchlaufbecken oder bei Regenbecken mit Entleerungspumpen) erforderlich?
- ☐ Ist der Wasserstand im Gewässer zu messen (z. B. bei Hochwasser-Schiebern oder bei Entlastungspumpen)?
- ☐ Ist eine ständige Verbindung zur Fernwirkzentrale möglich?
- ☐ Welche Folgen hat der Ausfall von Messungen? Sind die Folgen so gravierend, dass eine Redundanz der Messwerterfassung erforderlich wird?
- ☐ Existiert eine Messstellen-, Signal-, Melde- und Verbraucherliste?
- ☐ Ist ein Reserveplatz für evtl. nachzurüstende Geräte vorzuhalten (Messgerät, Fernwirkgerät, Störansager)?
- ☐ Ist das Regenbecken in ein Bewirtschaftungskonzept einzubinden?
- ☐ Ist ein Messdatenmanagementsystem vorgesehen?
- ☐ Ist eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) für Betrieb, Messtechnik oder Fernüberwachung notwendig?
- ☐ Ist die Lage von Schaltschränken und Schaltwarten festgelegt und günstig gelegen? Sind Vorortsteuerungen sinnvoll?
- ☐ Wurde die Unterfluranordnung der Schaltschränke und Schaltwarten vermieden?

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

A.3.3 *(Ende)*

- ☐ Besteht die Möglichkeit, dass über Leerrohre, Kabelschutzrohre oder Kabeldurchführungen Wasser in die Schaltanlage gelangen kann?
- ☐ Sind gasdichte Wanddurchführungen erforderlich?
- ☐ Ist die Erdung für alle Komponenten der Gesamtanlage berücksichtigt?
- ☐ Wie hoch ist der Energiebedarf für den Betrieb der Anlage?
- ☐ Sind Steckdosen (400 V/230 V/24 V) vorgesehen? Wo?
- ☐ Ist der Ex-Schutz im Regenbecken und in den Schächten berücksichtigt?
- ☐ Können Aggregate und Messtechnik außerhalb des Explosionsschutzbereichs angeordnet werden?
- ☐ Sind die Vorschriften für Anschlusswert und Zählerplatzaufbau sowie Schutzmaßnahmen des zuständigen Energieversorgungsunternehmens berücksichtigt?
- ☐ Sind Freiplätze für eventuelle Nachrüstungen von Fernwirkanlagen usw. in der Schaltwarte bzw. im Schaltschrank vorgesehen?

A.3.4 Sonstiges zur Entwurfsplanung

- ☐ Ist eine Beweissicherung erforderlich?
- ☐ Wie ist die Baustellenzufahrt geplant?
- ☐ Welche Arbeitsflächen und Lagerflächen stehen zur Verfügung?
- ☐ Kann trotz vorhandener Freileitungen ein Baukran eingesetzt werden?
- ☐ Ist ein Bodenmanagementsystem erforderlich?
- ☐ Ist ein landschaftspflegerischer Begleitplan erforderlich?
- ☐ Dürfen Bäume im Baufeld gefällt werden?
- ☐ Sind Wasserhaltungsmaßnahmen für die Bauzeit erforderlich?
- ☐ Sind Maßnahmen zur Aufrechterhaltung des Kanalbetriebs während der Bauzeit erforderlich (provisorischer Betrieb)?
- ☐ Kann der für die Prüfung der Dichtheit eines Regenbeckens erforderliche Wasserbedarf bereitgestellt werden?
- ☐ Wurde der Zeitpunkt für die Durchführung der Dichtheitsprüfung eines Regenbeckens sinnvoll in den Bauablauf integriert?

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

A.3.5 Erläuterungsbericht und Kostenberechnung

- ☐ Wurde eine Kostenberechnung erstellt und eine Kostenkontrolle durch Vergleich der Kostenberechnung mit der Kostenschätzung der Vorplanung durchgeführt?
- ☐ Wurde ein Bauzeiten- und Kostenplan erstellt?
- ☐ Wurde ein Finanzierungsplan erstellt?
- ☐ Wurden im Erläuterungsbericht alle wichtigen Komponenten und Aspekte der Anlage behandelt und beschrieben?
- ☐ Wurde die Entwurfsplanung mit den Aufsichtsbehörden und dem Auftraggeber abgestimmt?

A.4 Checkliste zur Funktionsprüfung

- ☐ Wer organisiert die Funktionsprüfung?
- ☐ Wer führt die Funktionsprüfung durch?
- ☐ Wurde die „trockene“ Funktionsprüfung erfolgreich durchgeführt?
- ☐ Wurde die hydraulische („nasse“) Funktionsprüfung erfolgreich durchgeführt?
- ☐ Wurde eine Prüfung der Wasserstandsmessung zur Erfassung der Überlaufaktivität durchgeführt?
- ☐ Wurde die erforderliche Genauigkeit von Drosselorganen eingehalten?
- ☐ Sind die Funktionen der Abflusssteuerungen oder Abflussregelungen stabil und hinreichend genau?
- ☐ Wurden Prüfungsprotokolle verfasst und abgelegt?
- ☐ Sind vorgenommene Nachrüstungen oder Änderungen an Geräten und Einstellparametern dokumentiert?
- ☐ Wurde das Betriebspersonal hinreichend eingewiesen?
- ☐ Liegt die vollständige Betriebsanweisung vor?
- ☐ Wurde die Betriebsanweisung aufgrund der Ergebnisse der Funktionsprüfung gegebenenfalls korrigiert, aktualisiert oder ergänzt?
- ☐ Wurden Wartungsverträge abgeschlossen?
- ☐ Kann die Probebetriebsphase starten?

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

A.5 Checkliste zum Probebetrieb

- ☐ Müssen Teile der „nassen“ Funktionsprüfung nachträglich durchgeführt werden?
- ☐ Wer organisiert den Probebetrieb?
- ☐ Wer führt den Probetrieb durch?
- ☐ Wer protokolliert die einzelnen Phasen während des Probetriebs?
- ☐ Wer ist für die Auswertung der Daten verantwortlich?
- ☐ Wie lange soll der Probebetrieb voraussichtlich dauern?
- ☐ In welchem Umfang ist das geplante Einzugsgebiet an das Regenbecken angeschlossen?
- ☐ Sind reale Betriebsbedingungen gegeben?
- ☐ Sind zusätzliche Messgeräte für die Durchführung des Probebetriebs zu installieren?
- ☐ Wurden mehrere Beckenfüllungen und/oder Entlastungsereignisse vom Betriebspersonal vor Ort beobachtet?
- ☐ Wurden bei Vorortkontrollen besondere Vorkommnisse beobachtet und wurden die Kontrollen protokolliert?
- ☐ Wurden die Messdaten schon nach einigen Beckenfüllungen und Entlastungsereignissen ausgewertet und kritisch auf Auffälligkeiten und Fehler beurteilt?
- ☐ Ist die Funktion der Reinigungseinrichtungen zufriedenstellend?
- ☐ Sind Pumpenschaltspiele und Pumpenlaufzeiten sowie Stromverbrauch plausibel?
- ☐ Ist das Fernwirk- und -überwachungssystem voll funktionsfähig, hinreichend genau und ausreichend schnell?
- ☐ Sind weitere Nachrüstungen, Änderungen oder Optimierungen an Geräten und Einstellparametern erforderlich?
- ☐ Ist das Betriebspersonal mit der Anlage vertraut?
- ☐ Ist die Betriebsanweisung auf dem neuesten Stand?
- ☐ Wurden der Instandhaltungsplan aufgestellt und alle erforderlichen Inspektions-, Genauigkeitsprüfungs- und Wartungsintervalle festgelegt?
- ☐ Wurde die Probebetriebsphase formal beendet, hierüber ein Protokoll erstellt und das Datum für den Beginn der Hauptnutzungsphase festgelegt?

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Recht

Europäisches Recht

EG-Richtlinie 1999/92/EG, Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können. ABl. L 23 vom 28.01.2000, S. 57–64. (Arbeitnehmer-Explosionsschutzrichtlinie)

EG-Richtlinie 2006/42/EG, Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Maschinen. ABl. L 157 vom 9.06.2006, S. 24–86. (Maschinenrichtlinie)

Bundesrecht

BauStellV Baustellenverordnung: Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen

BetrSichV Betriebssicherheitsverordnung: Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes

Technische Regeln

DIN-Normen

DIN 1988-200, Technische Regel für Trinkwasser-Installationen, Planung und Ausführung; Bauteile; Apparate, Werkstoffe – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe

DIN 4020, Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2

DIN 4049-1, Hydrologie – Teil 1: Grundbegriffe

DIN 4049-2, Hydrologie – Teil 2: Begriffe der Gewässerbeschaffenheit

DIN 4049-3, Hydrologie – Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie

DIN 4084, Baugrund – Geländebruchberechnungen

DIN 4084 Beiblatt 1, Baugrund – Geländebruchberechnungen – Beiblatt 1: Berechnungsbeispiele

DIN 18137-3, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Scherfestigkeit – Teil 3: Direkter Scherversuch

DIN 19559-1, Durchflußmessung von Abwasser in offenen Gerinnen und Freispiegelleitungen – Teil 1: Allgemeine Angaben

DIN 19559-2, Durchflußmessung von Abwasser in offenen Gerinnen und Freispiegelleitungen – Teil 2: Venturi-Kanäle

DIN 19569-4, Kläranlagen – Baugrundsätze für Bauwerke und technische Ausrüstungen – Teil 4: Besondere Baugrundsätze für gehäuselose Absperrorgane

DIN 19657, Sicherung von Gewässern, Deichen und Küstendünen; Richtlinien

DIN 19702, Massivbauwerke im Wasserbau – Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit

DIN EN 752, Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden

DIN EN 806-2 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 2: Planung

DIN EN 1085, Abwasserbehandlung – Wörterbuch

DIN EN 1088, Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl

DIN EN 1127-1, Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik

DIN EN 12255-3, Kläranlagen – Teil 3: Abwasservorreinigung

DIN EN 13237, Explosionsgefährdete Bereiche – Begriffe für Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen

DIN EN 13463-1, Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Teil 1: Grundlagen und Anforderungen

DIN EN 13463-3, Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Teil 3: Schutz durch druckfeste Kapselung

DIN EN 13463-5, Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Teil 5: Schutz durch konstruktive Sicherheit „c“

DIN EN 13463-6, Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Teil 6: Schutz durch Zündquellenüberwachung „b“

DIN EN 13463-8, Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen – Teil 8: Schutz durch Flüssigkeitskapselung „k“

DIN EN 29104, Durchflußmessung von Fluiden in geschlossenen Leitungen; Verfahren zur Beurteilung des Betriebsverhaltens von magnetisch-induktiven Durchflußmeßgeräten für Flüssigkeiten

DIN EN 60079-0; VDE 0170-1, Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen

DIN EN 60079-1; VDE 0170-5, Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 1: Geräteschutz durch druckfeste Kapselung „d“

DIN EN 60079-2; VDE 0170-3, Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 2: Geräteschutz durch Überdruckkapselung "p"

DIN EN 60079-5; VDE 0170-4, Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 5: Geräteschutz durch Sandkapselung „q“

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

DIN EN 60079-6; VDE 0170-2, Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 6: Geräteschutz durch Ölkapselung "o"

DIN EN 60079-7; VDE 0170-6, Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 7: Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit „e“

DIN EN 60079-11; VDE 0170-7, Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit „i“

DIN EN 60079-14, Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen

DIN EN 60079-15; VDE 0170-16, Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 15: Geräteschutz durch Zündschutzart „n“

DIN EN 60079-18; VDE 0170-9, Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 18: Geräteschutz durch Vergusskapselung „m“

DIN EN 60079-25; VDE 0170-10-1, Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 25: Eigensichere Systeme

DIN EN 60204 DIN/VDE 0113, Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen; alle Teile

DIN EN 62305-1; VDE 0185-305-1, Blitzschutz – Teil 1: Allgemeine Grundsätze

DIN/VDE 0100 ff.: Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V, Errichten von Niederspannungsanlagen

DWA-Regelwerk

DWA-A 110, Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen

DWA-A 112, Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Sonderbauwerken in Abwasserleitungen und -kanälen

DWA-A 118, Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen

ATV-A 128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen

DWA-A 400, Grundsätze für die Erarbeitung des DWA-Regelwerkes

ATV-DVWK-M 177, Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen

DWA-M 178, Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem

DWA-M 180, Handlungsrahmen zur Planung der Abflusssteuerung in Kanalnetzen

DWA-M 207, Informations- und Kommunikationsnetzwerke für die Abwassertechnik

DWA-M 507-1, Deiche an Fließgewässern – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb

Sonstige technische Regeln

DVS 2225-2, Fügen von Dichtungsbahnen aus polymeren Werkstoffen im Erd- und Wasserbau – Baustellenprüfungen

RAS-Ew, Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil Entwässerung

RiStWag, Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten

VDEW, Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz (TAB 2001, Teil B). VDN Verband der Netzbetreiber e. V.

VDMA 24657, Technische Ausrüstung für Anlagen der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Hinweise für Betrieb, Instandhaltung und Erneuerung

Sicherheitsvorschriften

Unfallverhütungsvorschriften sind verbindliche Vorschriften der Berufsgenossenschaften oder der Unfallkassen bezüglich Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Ihre Nummerierung beginnt mit den Buchstaben BGV … oder GUV-V …

BGV A 1/GUV-V A1, UVV Grundsätze der Prävention

BGV A3/GUV-V A3, UVV Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

Regeln für Sicherheit und Gesundheit sind eine Zusammenfassung von tätigkeits- oder betriebsartbezogenen Bestimmungen aus dem staatlichen oder berufsgenossenschaftlichen Regelwerk. Sie erleichtern dem verantwortlichen Planer und Betreiber die Einhaltung der einschlägigen Vorgaben für Sicherheit und Gesundheitsschutz für diesen speziellen Bereich. Ihre Nummerierung beginnt mit den Buchstaben BGR … oder GUV-R …

BGR/GUV-R 126, Sicherheitsregeln für Arbeiten in umschlossenen Räumen von abwassertechnischen Anlagen

BGR/GUV-R 133, Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern

BGR/GUV-R 199, Retten aus Höhen und Tiefen mit persönlichen Schutzausrüstungen

Informationen enthalten Hinweise und Empfehlungen, welche die praktische Anwendung in einem bestimmten Sachgebiet oder zu einem bestimmten Sachverhalt erleichtern sollen. Ihre Nummerierung beginnt mit den Buchstaben BGI … oder GUV-I …

BGI/GUV-I 694, Handlungsanleitung für den Umgang mit Leitern und Tritten

BGI/GUV-I 8521, Arbeitsmedizinische Vorsorge und Beratung im Abwasserbereich

BGI 5033/GUV-I 8594, Beispielsammlung Explosionsschutzmaßnahmen bei der Arbeit im Bereich von abwassertechnischen Anlagen

BGI 5127, Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Literatur

BONFIG, K. W. (1987): Handbuch der Durchflussmessung. 2. Auflage, Vulkan Verlag, Essen

DETTMAR, J. (2005): Beitrag zur Verbesserung der Reinigung von Abwasserkanälen. Aachener Schriften zur Stadtentwässerung, Band 8, Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, Aachen

DGGT (2010): Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen – EBGEO. DGGT Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V., 2. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Berlin

DWA (2013): Beispiele zur Gestaltung von Regenbecken. DWA-Themen. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (Hrsg.), Hennef

FUCHS, St.; MAYER, I.; HALLER, B.; ROTH, H. (2010): Einsatz von Schrägklärern in der Regenwasserbehandlung. In: Korrespondenz Abwasser Abfall, Heft Nr. 11, S. 1109–1117

LUBW (Hrsg.) (2004): Überströmbare Dämme und Dammscharten. Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart; Institut für Geotechnik Universität Stuttgart; Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik, Universität Karlsruhe; Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik, Universität Karlsruhe. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Karlsruhe

IVANYI, G. (1990): Regenbecken; Aspekte zu Entwurf und Konstruktion. Institut für Massivbau, Universität Essen

NAUDASCHER, E. (1987): Hydraulik der Gerinne und Gerinnebauwerke. Springer-Verlag, Berlin

PFEFFERKORN, W.; STEINHILBER, H. (1990): Ausgedehnte fugenlose Stahlbetonbauten. Beton-Verlag, Düsseldorf

Bezugsquellen

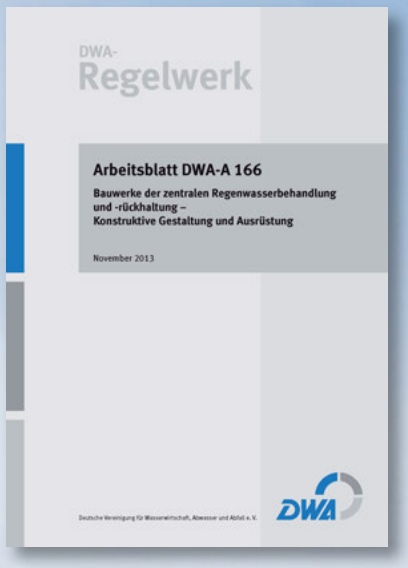
DWA-Publikationen:
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V., Hennef
<www.dwa.de>

DIN-Normen:
Beuth Verlag GmbH, Berlin
<www.beuth.de>

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Arbeitsblatt DWA-A 166

Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung



November 2013, 78 Seiten, DIN A4, ISBN 978-3-942964-50-0 **74,00 €/59,20 €*)**

Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und Regenwasserrückhaltung können hinsichtlich ihrer Funktion, ihrer Art, ihrer Anordnung und ihrer Betriebsweise unterschieden werden. Zu ihren gehören die in Mischsystemen installierten Regenüberlaufbecken und Stauraumkanäle, die Retentionsbodenfilteranlagen und Regenrückhalteanlagen im Misch- und Trennsystem sowie die Regenklärbecken im Trennsystem.

Ziel des Arbeitsblattes ist es, dem Planer von Regenbecken allgemein anerkannte Regeln an die Hand zu geben, die es erlauben, Bauwerke der Regenwasserbehandlung und -rückhaltung nach konstruktiven, ausrüstungstechnischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu gestalten. Die neue Fassung aktualisiert die Ausgabe vom November 1999, wobei eine Anpassung an zwischenzeitlich eingetretene Veränderungen hinsichtlich des DWA-Regelwerks, der DIN-Normen, Unfallverhütungsvorschriften, Gesetze und Verordnungen vorgenommen wurde. Ausführlich wird nunmehr auf die Thematik der Genauigkeit von Drosselabflüssen und Messungen an Regenbecken sowie zu Funktionsprüfung und Probebetrieb der maschinellen und elektrotechnischen Ausrüstung eingegangen. Da die Hälfte der bestehenden Bauwerke zur Regenwasserbehandlung ein Alter von mehr als zwanzig Jahren erreicht hat, wurden Aussagen zur Ertüchtigung bestehender Regenbecken neu aufgenommen. Abschließend werden betriebliche Gesichtspunkte bei der Planung und kostendämpfende Maßnahmen bei der Konstruktion der Bauwerke betrachtet.

Das Arbeitsblatt richtet sich an Kommunen, Betreiber, Genehmigungsbehörden, Ingenieurbüros, Anlagenhersteller und -ausrüster.

*) Preis für fördernde DWA-Mitglieder
Preise inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

Weitere Informationen finden Sie unter: www.dwa.de/shop

Fax-Antwort: 02242 872-100

Ja, **wir bestellen das Arbeitsblatt DWA-A 166**

☐ gegen Rechnung per Kreditkarte: ☐ Visa ☐ Mastercard

DWA
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V.
Kundenzentrum
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef

Absender

Name/Vorname

Firma

Straße

Postleitzahl/Stadt/Land

DWA-Mitgliedsnummer E-Mail

Datum/Unterschrift

☐ Ich bin damit einverstanden, über Angebote der DWA/EWA/GFA per E-Mail informiert zu werden.

10/13

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Themenband T3/2013

Beispiele zur Gestaltung von Regenbecken

November 2013, 69 Seiten, 23 Bilder, DIN A4,
ISBN 978-3-944328-00-3

74,00 €/59,20 €*)

Nach Erhebungen des Statistischen Bundesamtes gibt es in Deutschland mehr als 45.000 Regenwasserbehandlungsanlagen und Regenrückhalteanlagen mit einem Gesamtvolumen von über 50 Mio. m³. Dabei hat sich eine Vielfalt von Bauformen, Ausrüstungsstandards und Sicherheitsmaßnahmen herausgebildet. Es gibt noch Bedarf an neuen Regenüberlaufbecken, Stauraumkanälen, Regenklärbecken, Retentionsbodenfilteranlagen und Regenrückhalteanlagen. Die Hälfte aller Anlagen hat ein Alter von mehr als zwanzig Jahren erreicht, viele davon bedürfen der Ertüchtigung.

Als Ergänzung zum Arbeitsblatt DWA-A 166 „Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung“ sowie zum Merkblatt DWA-M 176 „Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung“ enthält der Themenband Beispiele für die Gestaltung von Regenbecken. Die Darstellungen beschränken sich in ihrer Mehrzahl auf bewährte Standardbauweisen von ausgeführten Regenüberlaufbecken, Stauraumkanälen mit Entlastung, Regenrückhalteanlagen sowie Regenklärbecken. Die Beispiele geben Planern Anregungen zur Gestaltung von Regenbecken. In der Praxis werden ständig Neuentwicklungen und Verbesserungen bei der Gestaltung und insbesondere bei der Ausrüstung von Regenbecken vorgenommen. Die Beispielsammlung erhebt deshalb keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Der Themenband richtet sich an Kommunen, Betreiber, Genehmigungsbehörden, Ingenieurbüros, Anlagenhersteller und -ausrüster.

Der DWA-Themenband richtet sich an Kommunen, Betreiber, Genehmigungsbehörden, Ingenieurbüros, Anlagenhersteller und -ausrüster.

*) Preis für fördernde DWA-Mitglieder
Preise inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

Weitere Informationen finden Sie unter:
www.dwa.de/shop

Fax-Antwort: 02242 872-100

Ja, **wir bestellen den DWA-Themenband T3/2013**

☐ gegen Rechnung per Kreditkarte: ☐ Visa ☐ Mastercard

DWA
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V.
Kundenzentrum
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef

Absender

Name/Vorname

Firma

Straße

Postleitzahl/Stadt/Land

DWA-Mitgliedsnummer E-Mail

Datum/Unterschrift

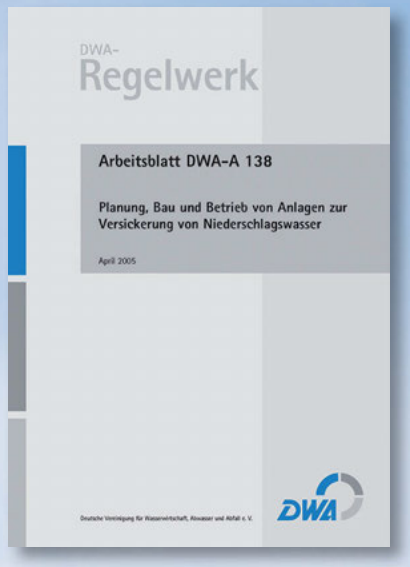
☐ Ich bin damit einverstanden, über Angebote der DWA/EWA/GFA per E-Mail informiert zu werden.

10/13

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Arbeitsblatt DWA-A 138

Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser



DWA-A 138: April 2005, mit Korrekturblatt März 2006, 59 Seiten,
DIN A4, ISBN 978-3-937758-66-4 **43,00 €/34,40 €*)**

Kommentar zum DWA-A 138: Dr.-Ing. Dieter Grotehusmann und
Dr.-Ing. Richard W. Harms, August 2008, 97 Seiten,
DIN A4, ISBN 978-3-940173-76-8 **68,00 €/54,40 €*)**

Software: Versickerungs-Expert, Software zur Bemessung von
Versickerungsanlagen gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138,
PC-Programm, Version 4.0, 2006 **475,00 €/380,00 €*)**

Das Arbeitsblatt DWA-A 138 beschreibt detailliert die qualitativen und quantitativen Planungsgrundsätze und stellt die verschiedener Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser mit den hierfür notwendigen Planungsphasen vor. Behandelt werden auch die rechtlichen und technischen Aspekte. Es gibt Bauingenieuren, Stadtplanern, Architekten und Landschaftsplanern Anleitungen zur Bemessung und Gestaltung der Versickerungsanlagen. Außerdem enthält es Hinweise zum Bau, Betrieb, zur Umsetzung und zu den Kosten von Versickerungsanlagen. Im Anhang werden Berechnungsbeispiele für dezentrale und zentrale/vernetzte Versickerungsanlagen aufgezeigt.

Der Kommentar vermittelt dem Anwender zusätzliche Erkenntnisse über die Maßnahmen und Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, die sich in der Praxis bewährten haben. Der Aufbau des Kommentars ist so gestaltet, dass abschnittsweise zunächst der Originaltext des Arbeitsblattes und anschließend die Erläuterungen wiedergegeben werden. Zur Verdeutlichung wird der Originaltext grau unterlegt.

Das Programm „Versickerungs-Expert“ bietet dem Planer ein praxisnahes Instrument zur schnellen und einfachen Lösung der Bemessungsaufgaben gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 für die Flächenversickerung, Muldenversickerung, Rigolen- und Rohrversickerung, Schachtversickerung, Mulden-Rigolen-Versickerung sowie für Versickerungsbecken. Eine komfortable Benutzeroberfläche und umfassende Hilfefunktionen gewährleisten die einfache Bedienung.

*) Preis für fördernde DWA-Mitglieder
Preise inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

Weitere Informationen finden Sie unter:
www.dwa.de/Shop

Fax-Antwort: 02242 872-100

Ja, wir bestellen

- ☐ **das Arbeitsblatt DWA-A 138**
- ☐ **den Kommentar zum Arbeitsblatt DWA-A 138**
- ☐ **die Software zum Arbeitsblatt DWA-A 138**

☐ gegen Rechnung per Kreditkarte: ☐ Visa ☐ Mastercard

DWA
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V.
Kundenzentrum
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef

Absender

Name/Vorname

Firma

Straße

Postleitzahl/Stadt/Land

DWA-Mitgliedsnummer E-Mail

Datum/Unterschrift

☐ Ich bin damit einverstanden, über Angebote der DWA/EWA/GFA per E-Mail informiert zu werden.

09/13

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

Nach Erhebungen des Statistischen Bundesamtes wurden bis 2010 in Deutschland mehr als 45.000 Regenwasserbehandlungsanlagen und Regenrückhalteanlagen mit einem Gesamtvolumen von über 50 Mio. Kubikmeter gebaut. Dabei hat sich eine Vielfalt von Bauformen, Ausrüstungsstandards und Sicherheitsmaßnahmen herausgebildet. Es gibt noch Bedarf an neuen Regenüberlaufbecken, Stauraumkanälen, Regenklärbecken, Retentionsbodenfilteranlagen und Regenrückhalteanlagen. Die Hälfte aller Anlagen hat ein Alter von mehr als zwanzig Jahren erreicht, viele davon bedürfen der Ertüchtigung.

Der Begriff „Regenbecken“ umfasst dabei Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und der Regenwasserrückhaltung im Misch- und Trennsystem.

Dies sind:

- Regenüberlaufbecken im Mischsystem,
- Stauraumkanäle im Mischsystem,
- Retentionsbodenfilteranlagen im Misch- und Trennsystem,
- Regenrückhalteanlagen im Misch- und Trennsystem,
- Regenklärbecken im Trennsystem.

Das Merkblatt richtet sich an Kommunen, Betreiber, Genehmigungsbehörden, Ingenieurbüros, Anlagenhersteller und -ausrüster.

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:19

ISBN 978-3-942964-99-9

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