

## Inhalt

Zum Kommentar .....	3
Zusammenarbeit DWA und BWK – Emissions- und immissionsorientiertes Regelwerk – .....	4
<b>Korrekturen im Text des Arbeitsblatts DWA-A 102-2/ BWK-A 3-2: Stand April 2022 .....</b>	<b>5</b>
Vorwort zur korrigierten Fassung – Stand: Oktober 2021 .....	5
Vorwort .....	6
Verfasserinnen und Verfasser .....	9
Bilderverzeichnis .....	14
Tabellenverzeichnis .....	15
Hinweis für die Benutzung .....	16
<b>1 Anwendungsbereich .....</b>	<b>16</b>
<b>2 Verweisungen.....</b>	<b>19</b>
<b>3 Begriffe.....</b>	<b>21</b>
3.1 Definitionen.....	21
3.2 Abkürzungen und Formelzeichen .....	25
<b>4 Berechnungsgrundlagen für Regenwasserabflüsse .....</b>	<b>31</b>
4.1 Allgemeines .....	31
4.2 Flächenkennwerte .....	31
4.2.1 Vorbemerkungen .....	31
4.2.2 Flächenarten.....	31
4.2.3 Differenzierte Flächenermittlung.....	34
4.2.4 Pauschale Flächenermittlung .....	35
4.2.5 Berücksichtigung von Maßnahmen der Flächenabkopplung .....	35
4.3 Wasserhaushalt und Abflusswirksamkeit von Flächen .....	37
4.3.1 Vorbemerkung .....	37
4.3.2 Wasserhaushaltsgrößen von Flächen .....	37
4.3.3 Jahresregenwasserabfluss .....	38
4.3.4 Abflussbeitrag und Stoffabtrag von nicht befestigten Flächen.....	38
4.3.5 Ersatz der Rechengröße $A_v$ .....	39
<b>5 Beurteilungskriterien für Niederschlagswasser.....</b>	<b>40</b>
5.1 Betrachtung des lokalen Wasserhaushalts .....	40
5.2 Stoffbezogene Beurteilungs- und Nachweiskriterien für Niederschlagswasser .....	42
5.2.1 Flächenkategorisierung und Behandlungserfordernis .....	42
5.2.2 Ableitung eines zulässigen flächenspezifischen Stoffaustrags.....	46
5.2.2.1 Vorbemerkungen .....	46
5.2.2.2 Datengrundlage .....	46
5.2.2.3 Standardisierte Berechnungsgrößen zum Stoffabtrag.....	48
5.2.2.4 Zielgröße zulässiger Stoffaustrag AFS63.....	50

5.2.3	Bilanzierung des Stoffabtrags durch Niederschlagswasser .....	50
5.2.3.1	Vorbemerkungen .....	50
5.2.3.2	Erforderliche Wirksamkeit des Stoffrückhalts für AFS63 .....	51
5.2.3.3	Behandlung von Flächen mit spezifischer stofflicher Belastung .....	54
5.2.3.4	Bezugsflächen der Bilanzierung des Stoffabtrags.....	55
5.2.4	Messtechnischer Nachweis.....	56
5.2.5	Anwendungsbeispiel.....	56
<b>6</b>	<b>Behandlung von Niederschlagswasser im Trennsystem .....</b>	<b>57</b>
6.1	Anlagen zur Behandlung von Niederschlagswasser .....	57
6.1.1	Allgemeines .....	57
6.1.2	Dezentrale Anlagen .....	57
6.1.3	Zentrale Anlagen .....	59
6.1.3.1	Vorbemerkungen .....	59
6.1.3.2	Regenklärbecken und Schrägklärer .....	60
6.1.3.3	Retentionsbodenfilteranlagen .....	61
6.1.3.4	Sonderformen.....	62
6.2	Bemessung von Regenklärbecken.....	63
6.2.1	Vorbemerkungen .....	63
6.2.2	Wirksamkeit des Stoffrückhalts .....	63
6.2.3	Erforderliche sedimentationswirksame Oberfläche.....	66
6.2.4	Abmessungen .....	67
6.2.5	Bauwerksbezogene Nachweise und Hinweise.....	68
6.3	Hinweise für Schrägklärer .....	69
<b>7</b>	<b>Behandlung von Mischwasserabflüssen .....</b>	<b>70</b>
7.1	Allgemeines .....	70
7.2	Anlagen der Mischwasserbehandlung .....	71
7.2.1	Vorbemerkungen .....	71
7.2.2	Regenüberlaufbecken .....	71
7.2.3	Stauraumkanäle .....	72
7.2.4	Retentionsbodenfilteranlagen.....	72
7.2.5	Regenüberläufe .....	73
7.2.6	Sonstige Maßnahmen .....	73
7.2.6.1	Erhöhte Mischwasserbehandlung in Kläranlagen .....	73
7.2.6.2	Verfahrenstechnische Ansätze.....	74
7.3	Bemessung und Nachweise der Mischwasserbehandlung .....	75
7.3.1	Vorbemerkungen .....	75
7.3.2	Ermittlung des erforderlichen Gesamtspeichervolumens .....	78
7.3.2.1	Vorbemerkungen .....	78
7.3.2.2	Zulässige Entlastungsrate $e_0$ .....	78
7.3.2.3	Ableitung des erforderlichen Gesamtspeichervolumens .....	81
7.3.3	Hinweise zum Berechnungsergebnis.....	83
7.3.3.1	Vorbemerkungen .....	83
7.3.3.2	Berücksichtigung von Maßnahmen zum gezielten Stoffrückhalt.....	84
7.3.3.3	Berücksichtigung von vorhandenem Kanalspeichervolumen .....	84
7.3.3.4	Berücksichtigung weitergehender Mischwasserbehandlung auf Kläranlagen .....	84

## Kommentar zum DWA-A 102-2/BWK-A 3-2

7.3.4	Bauwerksbezogene Nachweise für Mischsysteme.....	85
7.3.4.1	Mindestspeichervolumen .....	85
7.3.4.2	Regenüberlaufbecken .....	85
7.3.4.3	Stauraumkanäle mit oben liegender Entlastung (SKO).....	86
7.3.4.4	Stauraumkanäle mit unten liegender Entlastung (SKU) .....	86
7.3.4.5	Regenüberläufe .....	87
7.3.4.6	Hinweise zur Betrachtung bestehender Systeme.....	89
<b>8</b>	<b>Anwendung von Nachweisverfahren .....</b>	<b>90</b>
8.1	Allgemeines .....	90
8.2	Schmutzfrachtsimulation für Regenwetterabflüsse in Siedlungen.....	90
8.2.1	Niederschlagsbelastung.....	90
8.2.2	Abbildung des Entwässerungssystems im Nachweisverfahren .....	91
8.2.3	Ansätze zur Abflussberechnung für befestigte und nicht befestigte Flächen .....	92
8.2.3.1	Vorbemerkungen .....	92
8.2.3.2	Befestigte Flächen.....	92
8.2.3.3	Nicht befestigte Flächen.....	93
8.2.4	Berücksichtigung dezentraler Maßnahmen der Bewirtschaftung von Niederschlagswasser .....	93
8.2.4.1	Vorbemerkungen .....	93
8.2.4.2	Berücksichtigung von Abkoppelungsmaßnahmen im Nachweisverfahren.....	94
8.2.4.3	Drosselabflüsse dezentraler Maßnahmen der Bewirtschaftung von Niederschlagswasser .....	94
8.2.4.4	Auswirkung von Regenwassernutzungsanlagen .....	94
8.2.5	Modellansätze zum Stofftransport im Regenwasserabfluss.....	95
8.2.6	Modellansätze zur Nachbildung klärtechnischer Maßnahmen .....	96
8.2.7	Verbesserung der Aussagefähigkeit von Modellen.....	97
8.2.7.1	Vorbemerkungen .....	97
8.2.7.2	Plausibilitätsprüfung .....	97
8.2.7.3	Modellkalibrierung .....	97
8.3	Anwendung von Nachweisverfahren im Trennverfahren .....	98
8.3.1	Stoffrückhalt in Regenklärbecken und Schrägklärern.....	98
8.3.1.1	Vorbemerkungen .....	98
8.3.1.2	Teilströme und Wirkmechanismen des Stoffrückhalts .....	99
8.3.1.3	Modellansätze zur Simulation des Stoffrückhalts .....	100
8.3.2	Anwendung von Nachweisverfahren bei Retentionsbodenfiltern im Trennsystem .....	103
8.4	Schmutzfrachtsimulation für Mischwasserabflüsse .....	103
8.4.1	Vorbemerkungen .....	103
8.4.2	Simulation der Wirksamkeit des Stoffrückhalts .....	104
8.4.2.1	Vorbemerkungen .....	104
8.4.2.2	Durchlaufbecken .....	104
8.4.2.3	Retentionsbodenfilteranlagen.....	105
8.4.3	Berücksichtigung angeschlossener Trennsysteme.....	105
8.4.4	Schmutzfrachtnachweis als „relativer Vergleich“ .....	107
8.4.4.1	Methodischer Ansatz („fiktives Zentralbecken“ ).....	107
8.4.4.2	Ermittlung des zulässigen, modellabhängigen Gesamtstoffaustrags .....	109
8.4.4.3	Schmutzfrachtnachweis „reales System“ .....	111

8.4.5	Bauwerksbezogene Nachweisgrößen .....	113
8.4.5.1	Berechnung des mittleren Mischverhältnisses $m$ .....	113
8.4.5.2	Nachweiskriterien nach Arbeitsblatt DWA-A 166 .....	114
8.4.6	Ergänzende bauwerksbezogene Beurteilungskriterien .....	114
8.4.6.1	Überlaufhäufigkeit und Überlaufdauer .....	114
8.4.6.2	Weitere Ergebniswerte .....	115
<b>9</b>	<b>Hinweise zum Betrieb der Behandlungsanlagen .....</b>	<b>116</b>
9.1	Allgemeine Gesichtspunkte .....	116
9.2	Eigenüberwachung – Erfolgskontrolle .....	116
9.3	Wartung .....	117
9.4	Entsorgung von Abfällen .....	117
<b>10</b>	<b>Kosten- und Umweltauswirkungen .....</b>	<b>118</b>
10.0	Vorbemerkungen .....	118
10.1	Generelle Aspekte .....	119
10.2	Besondere Aspekte bei der Bewirtschaftung von Niederschlagswasser.....	119
10.3	Besondere Aspekte bei der Behandlung von Niederschlagswasser.....	120
10.4	Besondere Aspekte bei der Mischwasserbehandlung.....	120
10.5	Besondere Aspekte bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	121
<b>Anhang A (normativ) Zuordnung von Belastungskategorien für Niederschlagswasser von bebauten oder befestigten Flächen nach Flächentyp und Flächennutzung ....</b>		<b>122</b>
<b>Anhang B (normativ) Eingangsgrößen und abgeleitete Rechenwerte zur Bemessung zentraler Anlagen der Behandlung von Misch- und Niederschlagswasser .....</b>		<b>130</b>
Einleitung .....		130
B.1	Eingangs- und Berechnungsgrößen zur Bemessung zentraler Behandlungsanlagen im Misch- und Trennverfahren .....	130
B.1.1	Angeschlossene befestigte Fläche $A_{b,a}$ .....	130
B.1.2	Kritische Regenspende $r_{krit}$ .....	130
B.1.3	Kritischer Regenabfluss $Q_{R,krit}$ .....	132
B.1.4	Fremdwasserabfluss $Q_F$ .....	133
B.1.5	Restverschmutzung im Kläranlagenablauf $C_{KA,AFS63}$ und $C_{KA,CSB}$ .....	134
B.2	Eingangs- und Bemessungsgrößen für die Bemessung zentraler Behandlungsanlagen im Trennverfahren .....	135
B.2.1	Bemessungszufluss $Q_{Bem,Tr}$ .....	135
B.2.2	Bemessungswert für die Oberflächenbeschickung $q_{A,Bem}$ .....	135
B.2.3	Sedimentationswirkungsgrad $\eta_{sed}$ .....	135
B.2.4	Gesamtwirkungsgrad $\eta_{ges}$ .....	137
B.3	Eingangs- und Berechnungsgrößen für Anlagen der Mischwasserbehandlung .....	137
B.3.1	Vorbemerkungen .....	137
B.3.2	Eingangsgrößen im Berechnungsverfahren zur Mischwasserbehandlung .....	138
B.3.2.1	Jahresniederschlagshöhe $h_{Na}$ .....	138
B.3.2.2	Abminderungswert $f_D$ .....	138
B.3.2.3	Mischwasserabfluss zur Kläranlage $Q_M$ .....	139
B.3.2.4	Regenwasserabfluss aus Trenngebieten $Q_{R,Tr}$ (Anschluss von Trenngebieten).....	140
B.3.2.5	Verschmutzung des Trockenwetterabflusses $C_{T,aM,CSB}$ .....	141

## Kommentar zum DWA-A 102-2/BWK-A 3-2

B.3.2.6	Flächenanteile der Belastungskategorien I bis III im Einzugsgebiet .....	141
B.3.2.7	Mittlere CSB-Konzentration im Regenwasserabfluss $C_{R,CSB}$ .....	142
B.3.3	Abgeleitete Rechenwerte und Hilfsgrößen im Berechnungsgang des erforderlichen Gesamtspeichervolumens .....	142
B.3.3.1	Regenwasserabfluss im Drosselabfluss zur Kläranlage $Q_{R,Dr}$ .....	142
B.3.3.2	Regenabflussspende $q_{R,Dr}$ .....	143
B.3.3.3	Trockenwetterabflussspende im Gesamtgebiet $q_{T,aM}$ .....	143
B.3.3.4	Einflussfaktor Fließzeit $a_f$ .....	143
B.3.3.5	Mittlerer Regenwasserabfluss während der Entlastungen $Q_{R,e}$ .....	144
B.3.3.6	Mittleres Mischverhältnis im Entlastungsabfluss $m$ .....	144
B.3.3.7	Bemessungskonzentration im Trockenwetterabfluss $C_{b,CSB}$ .....	145
B.3.3.8	Einflusswert $a_{c,CSB}$ .....	145
B.3.3.9	Einflusswert $a_n$ .....	145
B.3.3.10	Einflusswert $a_a$ .....	146
B.3.3.11	Flächenspezifischer Stoffabtrag $b_{R,a,AFS63}$ .....	147
B.3.3.12	Einflusswert $a_{R,AFS63}$ .....	147
B.3.3.13	Mittlere Entlastungskonzentration $C_{e,CSB}$ .....	148
<b>Anhang C (informativ) Empfohlene Abminderungswerte <math>f_D</math> .....</b>		<b>149</b>
<b>Anhang D (informativ) Auszug aus dem Hydrologischen Atlas von Deutschland (HAD) .....</b>		<b>150</b>
<b>Quellen und Literaturhinweise .....</b>		<b>154</b>

## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Schematisierung unterschiedlicher Flächenarten im Einzugsgebiet und ihre Verwendung im vorliegenden Arbeitsblatt .....	31
Bild 2:	Datengrundlage „Kataster befestigte Flächen“ und „Flächennutzung“ (Liegenschaftsbuch) zur parzellenscharfen Kategorisierung von Flächen; farbliche Abstufung verweist auf unterschiedliche Flächenarten und -nutzungen.....	34
Bild K.1:	Größenordnungen des Feststoffanfalls in den Fraktionen T+U (< 63 µm) und S+G (≥ 63 µm) an unterschiedlichen Punkten des Entwässerungssystems.....	47
Bild K.2:	Feststoffpartikel in den Fraktionen Ton und Schluff (T+S), Sand (S) und Kies (G) .....	47
Bild K.3:	Prozentuale Anteile unterschiedlicher Partikelgrößen an verschiedenen Punkten des Entwässerungssystems .....	48
Bild K.4:	Flächenanteile und Stoffabträge in den Belastungskategorien I bis III mit zentral ausgerichteter Anschlusssituation.....	52
Bild 3:	Schemadarstellung zur Bilanzierung des resultierenden Stoffaustrags für Behandlungsanlagen mit Zuflussbegrenzung („Teilstrombehandlung“).....	53
Bild 4:	Gesamtwirkungsgrade $\eta_{ges}$ von Regenklärbecken für AFS63 in Abhängigkeit von der in der Bemessung zugrunde liegenden maximalen Oberflächenbeschickung $q_{A,Bem}$ , $r_{krit} = 15 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ , Beckentiefe 2 m .....	63
Bild K.5:	Abhängigkeit der Speicherwirkungsgrade AFS63 vom Bemessungswert $q_{A,Bem}$ aus der Langzeitsimulation mit Regenreihen unterschiedlicher Niederschlagsstationen.....	64
Bild K.6:	Gesamtwirkungsgrade in Abhängigkeit der Bemessungswerte $q_{A,Bem}$ im betrachteten Untersuchungsspektrum für drei Niederschlagsstationen.....	65

Bild 5:	Teilströme mit ihren Volumina und Konzentrationen an einem Regenklärbecken mit Entleerung zur Kläranlage.....	99
Bild K.7:	Differenzierte Flächenermittlung mit Bezug auf die Grundstücksentwässerung .....	127
Bild B.1:	Anteil des Regenwasserabflusses unterhalb der kritischen Regenspende ( $V_{R,krit}$ ) bezogen auf das Jahresregenwasserabflussvolumen $V_{R,aM}$ .....	131
Bild K.8:	Aufteilung der Teilströme Abflussvolumen ( $V_{zu,RKB}$ ) und Fracht ( $B_{zu,RKB}$ ) am Beckenzulauf für drei Niederschlagsstationen (langjährige Jahresmittelwerte).....	132
Bild B.2:	Sedimentationswirkungsgrade für Schrägklärer im Misch- und Trennsystem und für Straßenabflüsse .....	136
Bild K.9:	Zahlenbeispiel zur Illustration der Auswirkungen des Einflusswerts $a_{R,AFS63}$ im Rechengang zur Ermittlung des erforderlichen Gesamtspeichervolumens .....	148
Bild K.10:	Karte 2.5 aus HAD „Mittlere korrigierte jährliche Niederschlagshöhe“ .....	150
Bild K.11:	Karte 2.13 aus HAD „Mittlere jährliche tatsächliche Verdunstungshöhe“ .....	151
Bild K.12:	Karte 3.5 aus HAD „Mittlere jährliche Abflusshöhe“ .....	152
Bild K.13:	Karte 5.5 aus HAD „Mittlere jährliche Grundwasserneubildung“ .....	153

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Abkürzungen .....	25
Tabelle 2:	Formelzeichen .....	26
Tabelle K.1:	Wertespektrum der Wasserhaushaltsgrößen für Deutschland nach HAD .....	41
Tabelle K.2:	Ausgewählte Kenngrößen im Wasserhaushalt der Kulturlandschaft unterschiedlicher naturräumlicher Einheiten.....	42
Tabelle 3:	Behandlungsbedürftigkeit von unterschiedlich belastetem Niederschlagswasser .....	44
Tabelle 4:	Rechenwerte zu mittleren Konzentrationen im Regenwasserabfluss und flächenspezifischem jährlichem Stoffabtrag $b_{R,a,AFS63}$ für AFS63 der Belastungskategorien I bis III .....	49
Tabelle K.3:	Aufschlüsselung der Flächen mit Zuordnung zu Belastungskategorien und Flächengruppen .....	52
Tabelle 5:	Rechenwerte zur Wirksamkeit des Stoffrückhalts AFS63 der einzelnen Abflusskomponenten bei Retentionsbodenfilteranlagen für Niederschlagswasser .....	61
Tabelle 6:	Zahlenbeispiel zur Ermittlung des erforderlichen Gesamtspeichervolumens (zulässige Entlastungsrate nach CSB-Zielfunktion, Regenwasserbelastung angepasst nach AFS63-Belastung).....	82
Tabelle K.4:	Bilanzwerte der Abfluss- und Stoffabtragssimulation als Vorberechnung zum Schmutzfrachtnachweis.....	108
Tabelle A.1:	Kategorisierung des Niederschlagswassers bebauter oder befestigter Flächen (in Verbindung mit nachstehenden Anwendungshinweisen).....	122
Tabelle B.1:	Oberflächenbeschickungsklassen und Sedimentationswirkungsgrade für AFS63 .....	136
Tabelle C.1:	Empfohlene Abminderungswerte $f_D$ für Dachflächen und Flächenbeläge mit erhöhtem Rückhalt von Niederschlagswasser (siehe B.3.2.2) .....	149