

Inhalt

Zum Kommentar	3
Zusammenarbeit DWA und BWK – Emissions- und immissionsorientiertes Regelwerk –	4
Korrekturen im Text des Arbeitsblatts DWA-A 102-2/ BWK-A 3-2: Stand April 2022	5
Vorwort zur korrigierten Fassung – Stand: Oktober 2021	5
Vorwort	6
Verfasserinnen und Verfasser	9
Bilderverzeichnis	14
Tabellenverzeichnis	15
Hinweis für die Benutzung	16
1 Anwendungsbereich	16
2 Verweisungen	19
3 Begriffe	21
3.1 Definitionen	21
3.2 Abkürzungen und Formelzeichen	25
4 Berechnungsgrundlagen für Regenwasserabflüsse	31
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
5 Beurteilungskriterien für Niederschlagswasser	40
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
6	Behandlung von Niederschlagswasser im Trennsystem	57
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
7	Behandlung von Mischwasserabflüssen	70
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
8	Anwendung von Nachweisverfahren	90
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
9	Hinweise zum Betrieb der Behandlungsanlagen	116
9.1	Allgemeine Gesichtspunkte	116
9.2	Eigenüberwachung – Erfolgskontrolle	116
9.3	Wartung	117
9.4	Entsorgung von Abfällen	117
10	Kosten- und Umweltauswirkungen	118
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
Anhang A (normativ) Zuordnung von Belastungskategorien für Niederschlagswasser von bebauten oder befestigten Flächen nach Flächentyp und Flächennutzung		122
Anhang B (normativ) Eingangsgrößen und abgeleitete Rechenwerte zur Bemessung zentraler Anlagen der Behandlung von Misch- und Niederschlagswasser		130
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 η_{sed}	135
B.2.4	Gesamtwirkungsgrad η_{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
Anhang C (informativ) Empfohlene Abminderungswerte f_D		149
Anhang D (informativ) Auszug aus dem Hydrologischen Atlas von Deutschland (HAD)		150
Quellen und Literaturhinweise		154

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 η_{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