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_u ... 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 Niederschlagwasser 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

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

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_h 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 l/(s·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 Jahresregenwasserabfluss-volumen $V_{R,aM}$	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