

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen	9
1.1	Umrechnung von Einheiten	9
1.1.1	Problemstellung	9
1.1.2	Technische Regeln/Literatur	9
1.1.3	Grundlagen	9
1.1.4	Beispiele zur Umrechnung von Gefälle und Regenspende	11
1.2	Hydraulische Grundlagen – Kontinuitätsgesetz	12
1.2.1	Problemstellung	12
1.2.2	Technische Regeln/Literatur	12
1.2.3	Grundlagen	12
1.2.4	Beispiel zum Kontinuitätsgesetz	13
1.3	Hydraulische Grundlagen – Druck- und Energielinie (Bernoulligleichung)	14
1.3.1	Problemstellung	14
1.3.2	Technische Regeln/Literatur	14
1.3.3	Grundlagen	14
1.3.4	Beispiele zur Anwendung der Bernoulligleichung für ideale Flüssigkeiten	16
1.4	Hydraulische Grundlagen – Reibungsverlustberechnung	20
1.4.1	Problemstellung	20
1.4.2	Technische Regeln/Literatur	20
1.4.3	Grundlagen	20
1.4.4	Beispiel zur Berechnung von Einzel- und Reibungsverlusten in Rohrleitungen	30
1.5	Hydraulische Grundlagen – Strömen und Schießen	34
1.5.1	Problemstellung	34
1.5.2	Technische Regeln/Literatur	34
1.5.3	Grundlagen	34
1.5.4	Beispiel zur Ermittlung der Froudezahl (strömender oder schießender Abfluss)	36
1.6	Durchflussmessung an einem Rechteckwehr	38
1.6.1	Problemstellung	38
1.6.2	Technische Regeln/Literatur	38
1.6.3	Grundlagen	38
1.6.4	Beispiel zur Berechnung des Abflusses an einem Rechteckwehr	39
1.7	Durchflussmessung an einem Dreieckswehr	40
1.7.1	Problemstellung	40
1.7.2	Technische Regeln/Literatur	40
1.7.3	Grundlagen	40
1.7.4	Beispiel zur Durchflussberechnung an einem Dreieckswehr	41

Inhaltsverzeichnis

1.8	Durchflussmessung an einem Venturi	42
1.8.1	Problemstellung	42
1.8.2	Technische Regeln/Literatur	42
1.8.3	Grundlagen	42
1.8.4	Beispiel für die Durchflussberechnung an einem Venturikanal auf der Kläranlage	43
2	Trinkwasserversorgung	44
2.1	Bemessung eines Vertikalfilterbrunnens	44
2.1.1	Problemstellung	44
2.1.2	Technische Regeln/Literatur	44
2.1.3	Grundlagen	44
2.1.4	Beispiel zur Grundwasserentnahme bei Vertikalfilterbrunnen	46
2.2	Bemessung einer Kreiselpumpe	47
2.2.1	Problemstellung	47
2.2.2	Technische Regeln/Literatur	47
2.2.3	Grundlagen	47
2.2.4	Beispiel zur Berechnung der erforderlichen Förderhöhe und der Pumpenleistung	49
2.3	Wasserbedarfsberechnung	53
2.3.1	Problemstellung	53
2.3.2	Technische Regeln/Literatur	53
2.3.3	Grundlagen	53
2.3.4	Beispiel zur Ermittlung des Trinkwasserbedarfs	56
2.4	Bemessung eines Hochbehälters	57
2.4.1	Problemstellung	57
2.4.2	Technische Regeln/ Literatur	57
2.4.3	Grundlagen	57
2.4.4	Beispiel 1 für die Bemessung eines kleinen Hochbehälters	58
2.4.5	Beispiel 2 zur Bemessung eines Hochbehältervolumens	58
2.5	Bemessung von Trinkwassernetzen	61
2.5.1	Problemstellung	61
2.5.2	Technische Regeln/Literatur	61
2.5.3	Grundlagen	61
2.5.4	Beispiel zur Bemessung eines Verästelungsnetzes	65
2.5.5	Beispiel zur Bemessung eines Ringnetzes nach CROSS	67
2.5.6	Beispiel zur Bemessung eines vermaschten Ringnetzes nach CROSS	69
3	Abwasserableitung	72
3.1	Auswertung einer Abflussganglinie	72
3.1.1	Problemstellung	72
3.1.2	Technische Regeln/Literatur	72
3.1.3	Grundlagen	72

3.1.4	Beispiel für die Ermittlung von Abwasserdurchflüssen aus einer mittleren Tagesganglinie	73
3.2	Bestimmung von Fremdwasserzuschlag und Fremdwasseranteil	75
3.2.1	Problemstellung	75
3.2.2	Technische Regeln/Literatur	75
3.2.3	Grundlagen	75
3.2.4	Beispiel zur Fremdwasserermittlung	76
3.3	Modellregenerierung nach EULER	77
3.3.1	Problemstellung	77
3.3.2	Technische Regeln/Literatur	77
3.3.3	Grundlagen	77
3.3.4	Beispiel zur Modellregenerierung	78
3.4	Ermittlung des Trockenwetterabflusses	80
3.4.1	Problemstellung	80
3.4.2	Technische Regeln/Literatur	80
3.4.3	Grundlagen	80
3.4.4	Beispiel für die Ermittlung des Abwasseranfalls nach Pauschalansätzen	82
3.5	Ermittlung des Regenwasserabflusses	85
3.5.1	Problemstellung	85
3.5.2	Technische Regeln/Literatur	85
3.5.3	Grundlagen	85
3.5.4	Beispiel zu Bestimmung des Regenabflusses	90
3.6	Voll- und Teilstellung von Abwasserfreispiegelkanälen	92
3.6.1	Problemstellung	92
3.6.2	Technische Regeln/Literatur	92
3.6.3	Grundlagen	92
3.6.4	Beispiel zur Berechnung von Voll- und Teilstellung in Freispiegelkanälen	96
3.7	Kanalnetzberechnung nach dem Zeitbeiwertverfahren	97
3.7.1	Problemstellung	97
3.7.2	Technische Regeln/Literatur	97
3.7.3	Grundlagen	97
3.7.4	Beispiel 1 zum Zeitbeiwertverfahren	99
3.7.5	Beispiel 2 zum Zeitbeiwertverfahren	103
3.7.6	Beispiel 3 zum Zeitbeiwertverfahren	108
3.8	Berechnung von Regenrückhaltebecken	110
3.8.1	Problemstellung	110
3.8.2	Technische Regeln/Literatur	110
3.8.3	Grundlagen	110
3.8.4	Beispiel 1 zur Bemessung von Regenrückhaltebecken	114
3.8.5	Beispiel 2 zur Bemessung von Regenrückhaltebecken	116
3.8.6	Beispiel 3 zur Bemessung von Regenrückhaltebecken	118

Inhaltsverzeichnis

3.9	Berechnung von Flächenversickerungen	121
3.9.1	Problemstellung	121
3.9.2	Technische Regeln/Literatur	121
3.9.3	Grundlagen	121
3.9.4	Beispiel 1 zur Flächenversickerung	121
3.9.5	Beispiel 2 zur Flächenversickerung	122
3.10	Berechnung einer Muldenversickerung	123
3.10.1	Problemstellung	123
3.10.2	Technische Regeln/Literatur	123
3.10.3	Grundlagen	123
3.10.4	Beispiel 1 zur Muldenversickerung	125
3.10.5	Beispiel 2 zur Muldenversickerung	127
3.11	Berechnung einer Schachtversickerung	129
3.11.1	Problemstellung	129
3.11.2	Technische Regeln/Literatur	129
3.11.3	Grundlagen	129
3.11.4	Beispiel 1 zur Schachtversickerung	130
3.11.5	Beispiel 2 zur Schachtversickerung	131
3.12	Berechnung einer Mulden – Rigolen – Versickerung	133
3.12.1	Problemstellung	133
3.12.2	Technische Regeln/Literatur	133
3.12.3	Grundlagen	133
3.12.4	Beispiel 1 zur Mulden-Rigolen-Versickerung	135
3.12.5	Beispiel 2 zur Mulden – Rigolen – Versickerung	138
3.13	Berechnung einer Mischwasserbehandlung nach dem vereinfachten Aufteilungsverfahren	141
3.13.1	Problemstellung	141
3.13.2	Technische Regeln/Literatur	141
3.13.3	Grundlagen	141
3.13.4	Beispiel 1 zur Mischwasserbehandlung	149
3.13.5	Beispiel 2 zur Mischwasserbehandlung	152
3.14	Beurteilung einer Regenwasserbehandlung nach DWA-M 153	160
3.14.1	Problemstellung	160
3.14.2	Technische Normen/Literatur	160
3.14.3	Grundlagen	160
3.14.4	Beispiel zur Bewertung der Regenwasserbehandlung	166
3.15	Bemessung eines seitlich angeströmten Regenüberlaufes	170
3.15.1	Problemstellung	170
3.15.2	Technische Regeln/Literatur	170
3.15.3	Grundlagen	170
3.15.4	Beispiel für die Bemessung eines Regenüberlaufes	173
3.16	Hydraulischer Nachweis eines Heberwehres	178
3.16.1	Problemstellung	178

3.16.2	Technische Regeln/Literatur	178
3.16.3	Grundlagen	178
3.16.4	Beispiel zur Bemessung eines Heberwehres	179
3.17	Hydraulischer Nachweis eines Dükers	180
3.17.1	Problemstellung	180
3.17.2	Technische Regeln/Literatur	180
3.17.3	Grundlagen	180
3.17.4	Beispiel 1 zur hydraulischen Bemessung eines Dükers	186
3.17.5	Beispiel 2 zur hydraulischen Bemessung eines Dükers	190
3.18	Statischer Nachweis von biegesteifen Abwasserkanälen	192
3.18.1	Problemstellung	192
3.18.2	Technische Regeln/Literatur	192
3.18.3	Grundlagen	192
3.18.4	Beispiel zum Tragfähigkeitsnachweis eines Betonrohrs	194
4	Abwasserbehandlung	205
4.1	Bemessungsdaten	205
4.1.1	Problemstellung	205
4.1.2	Technische Regeln/Literatur	205
4.1.3	Grundlagen	205
4.1.4	Beispiel Ermittlung von Bemessungswerten mit Pauschalansätzen	209
4.2	Bemessung von Pflanzenkläranlagen	211
4.2.1	Problemstellung	211
4.2.2	Technische Regeln/Literatur	211
4.2.3	Grundlagen	211
4.2.4	Beispiel zur Bemessung einer kleinen Pflanzenkläranlage	214
4.3	Bemessung von kleinen Kläranlagen bis 1.000 EW mit aerober biologischer Reinigungsstufe	216
4.3.1	Problemstellung	216
4.3.2	Technische Regeln/Literatur	216
4.3.3	Grundlagen	216
4.3.4	Beispiel Bemessung einer kleinen Kläranlage mit gemeinsamer aerober Schlammtabilisierung und Denitrifikation	222
4.4	Bemessung eines Langsandfanges	224
4.4.1	Problemstellung	224
4.4.2	Technische Regeln/Literatur	224
4.4.3	Grundlagen	224
4.4.4	Beispiel für die Bemessung eines Langsandfanges	225
4.5	Bemessung von Vorklärbecken	227
4.5.1	Problemstellung	227
4.5.2	Technische Regeln/Literatur	227
4.5.3	Grundlagen	227
4.5.4	Beispiel für die Bemessung eines Vorklärbeckens	229

Inhaltsverzeichnis

4.6	Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen	231
4.6.1	Problemstellung	231
4.6.2	Technische Regeln/Literatur	231
4.6.3	Grundlagen	231
4.6.4	Beispiel Bemessung einer einstufigen Belebungsanlage mit gemeinsamer aerober Schlammbestabilisierung für 15.000 EW	243
4.6.5	Beispiel Bemessung einer Belebungsanlage für 55.000 EW mit anaerober Schlammbehandlung	253
4.7	Bemessung von Anlagen zur anaeroben Schlammbehandlung	264
4.7.1	Problemstellung	264
4.7.2	Technische Regeln/Literatur	264
4.7.3	Grundlagen	264
4.7.4	Beispiel zur Bemessung einer anaeroben Schlammbehandlung	269
5	Anhang	276
5.1	Formelzeichen und Abkürzungen	276
5.2	Hydrauliktabellen für die Bemessung von Trinkwasserleitungen	286
5.2.1	Fließgeschwindigkeiten und Druckverlusthöhen, $k_b = 0,1 \text{ mm}$ [DVGW-W302 81]	286
5.2.2	Fließgeschwindigkeiten und Druckverlusthöhen, $k_b = 0,4 \text{ mm}$ [DVGW-W302 81]	287
5.2.3	Fließgeschwindigkeiten und Druckverlusthöhen, $k_b = 1 \text{ mm}$ [DVGW-W302 81]	288
5.3	Hydrauliktabellen Vollfüllung für die Neube-messung von Freispiegelkanalnetzen ($k_b = 0,75$)	289
5.3.1	$k_b = 0,75$; DN 250 bis DN 700; Gefälle 0,05 – 2,0 %	289
5.3.2	$k_b = 0,75$; DN 250 bis DN 700; Gefälle 2,1 – 6,6 %	290
5.3.3	$k_b = 0,75$; DN 250 bis DN 700; Gefälle 6,8 – 26 %	291
5.3.4	$k_b = 0,75$; DN 250 bis DN 700; Gefälle 27 – 120 %	292
5.3.5	$k_b = 0,75$; DN 250 bis DN 700; Gefälle 125 – 400 %	293
5.3.6	$k_b = 0,75$; DN 800 bis DN 1200; Gefälle 0,05 – 2,3 %	294
5.3.7	$k_b = 0,75$; DN 800 bis DN 1200; Gefälle 2,4 – 7,2 %	295
5.3.8	$k_b = 0,75$; DN 800 bis DN 1200; Gefälle 7,4 – 29 %	296
5.3.9	$k_b = 0,75$; DN 800 bis DN 1200; Gefälle 30 – 135 %	297
5.3.10	$k_b = 0,75$; DN 800 bis DN 1200; Gefälle 140 – 400 %	298
5.3.11	$k_b = 0,75$; DN 1400 bis DN 1800; Gefälle 0,05 – 2,3 %	299
5.3.12	$k_b = 0,75$; DN 1400 bis DN 1800; Gefälle 2,4 – 7,2 %	300
5.3.13	$k_b = 0,75$; DN 1400 bis DN 1800; Gefälle 7,4 – 29 %	301
5.3.14	$k_b = 0,75$; DN 1400 bis DN 1800; Gefälle 30 – 135 %	302
5.3.15	$k_b = 0,75$; DN 1400 bis DN 1800; Gefälle 140 – 400 %	303
5.4	Hydrauliktabellen Vollfüllung für die Nachrech-nung von Freispiegelkanalnetzen ($k_b = 1,5\text{mm}$)	304
5.4.1	$k_b = 1,5$; DN 250 bis DN 700; Gefälle 0,05 – 2,0 %	304
5.4.2	$k_b = 1,5$; DN 250 bis DN 700; Gefälle 2,1 – 6,6 %	305
5.4.3	$k_b = 1,5$; DN 250 bis DN 700; Gefälle 6,8 – 26 %	306

5.4.4	$k_b = 1,5$; DN 250 bis DN 700; Gefälle 27 – 120 %o	307
5.4.5	$k_b = 1,5$; DN 250 bis DN 700; Gefälle 125 – 400 %o	308
5.4.6	$k_b = 1,5$; DN 800 bis DN 1200; Gefälle 0,05 – 2,3 %o	309
5.4.7	$k_b = 1,5$; DN 800 bis DN 1200; Gefälle 2,4 – 7,2 %o	310
5.4.8	$k_b = 1,5$; DN 800 bis DN 1200; Gefälle 7,4 – 29 %o	311
5.4.9	$k_b = 1,5$; DN 800 bis DN 1200; Gefälle 30 – 135 %o	312
5.4.10	$k_b = 1,5$; DN 800 bis DN 1200; Gefälle 140 – 400 %o	313
5.4.11	$k_b = 1,5$; DN 1400 bis DN 1800; Gefälle 0,05 – 2,3 %o	314
5.4.12	$k_b = 1,5$; DN 1400 bis DN 1800; Gefälle 2,4 – 7,2 %o	315
5.4.13	$k_b = 1,5$; DN 1400 bis DN 1800; Gefälle 7,4 – 29 %o	316
5.4.14	$k_b = 1,5$; DN 1400 bis DN 1800; Gefälle 30 – 135 %o	317
5.4.15	$k_b = 1,5$; DN 1400 bis DN 1800; Gefälle 140 – 400 %o	318
5.5	Geometriedaten von üblichen Freispiegelkanalprofilen	319
5.6	Teilfüllungswerte für Freispiegelkanäle	322
5.6.1	Kreisquerschnitte in Abhängigkeit von Q_t/Q_v (DWA-A 110, 2006)	322
5.6.2	Eiquerschnitte in Abhängigkeit von Q_t/Q_v (DWA-A 110, 2006)*	324
5.6.3	Maulquerschnitte in Abhängigkeit von Q_t/Q_v (DWA-A 110, 2006) *	326
5.7	Literaturverzeichnis	328