

DWA- Regelwerk

Arbeitsblatt DWA-A 117

Bemessung von Regenrückhalteräumen

Dezember 2013

DWA- Regelwerk



Arbeitsblatt DWA-A 117

Bemessung von Regenrückhalteräumen

Dezember 2013



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:

Bonner-Universität-Buchdruckerei

ISBN:

978-3-944328-39-3 (Print)
978-3-88721-919-2 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© 3. Aufl., Nachdruck, Stand: korrigierte Fassung Februar 2014, Hennef 2019

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Arbeitsblattes 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

In der Wasserwirtschaft setzt sich die Erkenntnis durch, dass niederschlagsbedingte Abflüsse möglichst bereits an der Stelle bzw. in unmittelbarer Nähe ihres Anfalls zu vermeiden oder zu reduzieren sind. Ist das nicht möglich, wird in vielen Fällen zur Abflussdämpfung die vorübergehende Speicherung (Rückhaltung) von Regenwasser und Mischwasser in Regenrückhalteräumen notwendig, um Abflusssysteme vor Überlastung zu schützen bzw. deren Dimensionen zu begrenzen.

Angesichts der Investitionen, die für den Bau von Abflusssystemen und Rückhalteräumen erforderlich sind, kommt einer nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten ausgerichteten Konzeption und Bemessung von Rückhalteräumen große Bedeutung zu. Dabei sollten nicht nur eigens zur Rückhaltung angelegte Rückhaltebecken, sondern auch großvolumige Kanal- und Gewässerstrecken im Einklang mit dem Entwicklungsziel für das Gewässer als Rückhalteräume in die Betrachtung einbezogen werden.

Die Bemessung und der Nachweis von Rückhalteräumen erfolgen nach dem im Jahr 2001 herausgegebenen Arbeitsblatt DWA-A 117. Hierfür wurden Verfahren eingeführt, die den heutigen Erkenntnissen entsprechen. In dem Arbeitsblatt werden keine Standards hinsichtlich Bemessungshäufigkeit und Anforderungen aus dem Gewässerschutz definiert. Diese ergeben sich aus den einschlägigen Richtlinien, auf die in Abschnitt 1 hingewiesen wird.

2006 erfolgte eine redaktionelle Überarbeitung, insbesondere im Hinblick auf die Anpassung der Kurzzeichen an die Anforderungen des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 198 „Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen“. 2012 wurde die redaktionelle Überarbeitung zum vorliegenden Arbeitsblatt aufgenommen, insbesondere im Hinblick auf die inzwischen bezüglich Niederschlags- und Flächendaten deutlich verbesserte Datenlage. Die redaktionelle Überarbeitung wurde durch den DWA-Fachausschuss ES-3 „Anlagenbezogene Planung“ begleitet, dem das Fachgebiet nach der Umstrukturierung der Fachausschüsse nun zugeordnet ist.

Das Arbeitsblatt unterscheidet zwischen einfachem Verfahren und Nachweisverfahren. Während in der Vergangenheit vielfach das einfache Verfahren angewendet wurde, liegt heute aufgrund der inzwischen hohen Verfügbarkeit der Niederschlagsdaten und der ausreichend vorhandenen Rechnerkapazitäten der Schwerpunkt auf dem Nachweisverfahren. Da das Nachweisverfahren die realen Gegebenheiten besser abbildet, entsteht in der Planungsphase ein höherer Kostenaufwand durch die Erhebung der erforderlichen Grundlagendaten und den Modellaufbau. Dieser ist aber gerechtfertigt, da für den Betreiber gleichermaßen das Risiko unkalkulierbarer Schäden infolge Unterbemessung, wie auch kostspieliger Überbemessungen reduziert wird. Diese Risiken sind generell kostenmäßig höher einzuschätzen als der zusätzliche Aufwand für die Erhebung der Grundlagendaten und die Planung.

Einflüsse auf das Bemessungsergebnis könnten sich aus möglichen Auswirkungen des Klimawandels ergeben. Die heute vorliegenden Niederschlagsprojektionen weisen eine sehr große Variabilität auf. Für die Bemessung von Rückhalteräumen ist dabei insbesondere die Zunahme von lokalen Starkregenereignissen von Bedeutung, die zu einer Erhöhung der erforderlichen Rückhaltevolumina führen könnten. Aufgrund der großen regionalen Variabilität und der großen Unsicherheiten der prognostizierten Niederschlagsentwicklung wird jedoch von einem Klimawandelzuschlag im Bemessungsgang abgeraten. Vielmehr sind bei der Planung – auch im Hinblick auf die Ziele einer integralen Siedlungsentwässerung – Möglichkeiten zur späteren Erweiterbarkeit des Rückhalteraaums und zur Verringerung des Niederschlagswasseranfalls zu berücksichtigen. Eine detaillierte Darstellung der möglichen Auswirkungen ist auch im DWA-Themenband „Klimawandel – Herausforderungen und Lösungsansätze für die deutsche Wasserwirtschaft“ (DWA 2010) enthalten.

Frühere Ausgaben

Arbeitsblatt DWA-A 117 (04/2006)

Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 117 (03/2001)

Arbeitsblatt ATV-A 117 (11/1977)

Verfasser

Das Arbeitsblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe ES-2.9 „Regenrückhaltebecken“ im DWA-Fachausschuss ES-2 „Planung von Entwässerungsanlagen“ erstellt, der folgende Mitglieder angehören:

BECKER, Michael	Dipl.-Ing., Essen
BEUCHHOLD, Eberhard	Dipl.-Ing., Cottbus
CLEMENS, F.H.L.R.	ir. AE Deventer (Niederlande)
HUHN, Volker	Dr.-Ing., Hannover, (†)
KLEY, Johann	Dipl.-Ing., Stuttgart
LEHMANN, Ralf	Dipl.-Ing., Halle (Saale)
PECHER, Klaus Hans	Dr. Ing., Erkrath
PFEIFFER, Ekkehard	Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing, Essen
RAUNECKER, Peter	Dipl.-Ing., Burghausen
RICHTER, Wolfgang	Dipl.-Ing., Warendorf
TOLLE, Fritz	Dipl.-Ing., Hannover
VERWORN, Hans-Reinhard	Dr.-Ing., Hannover
VOIGT, Dieter	Dipl.-Ing., Bremen (Sprecher)
WEGNER, Harald	Dr.-Ing., Erfstadt
WELP, Bernhard	Dipl.-Ing., Wetzlar
WILLEMS, Gilbert	Dipl.-Ing., Essen

Der Redaktionsgruppe – gebildet durch den FA ES-2 – gehören folgende Mitglieder an:

BECKER, Michael	Dipl.-Ing., Essen
GERETSHAUSER, Guido	Bau. Ass. Dipl.-Ing, Essen
HARMS, Richard W.	Dr.-Ing., Hannover
PECHER, Klaus Hans	Dr.-Ing., Erkrath
PFEIFFER, Ekkehard	Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing., Essen
VERWORN, Hans-Reinhard	Prof. Dr.-Ing., Langenhagen
WEGNER, Harald	Dr.-Ing., Erfstadt

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

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

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	4
Bilderverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	6
Benutzerhinweis	7
1 Anwendungsbereich	7
2 Verweisungen	9
3 Definitionen	9
3.1 Allgemeine Begriffe.....	9
3.2 Flächen	9
3.3 Niederschlag	9
3.4 Abfluss	10
3.5 Abflusssimulation.....	10
3.6 Volumen	10
3.7 Abkürzungen.....	10
4 Konzeption	12
5 Ermittlung des Volumens von Regenrückhalteräumen	13
5.1 Verfahren	13
5.2 Berechnungsgrundlagen.....	13
5.3 Berechnungsvorgaben	14
5.4 Einfaches Verfahren	14
5.4.1 Allgemeines	14
5.4.2 Anwendungsbereich.....	15
5.4.3 Vorgehensweise	15
5.5 Langzeitsimulation.....	18
5.5.1 Allgemeines	18
5.5.2 Modelltechnische Anforderungen.....	18
5.5.3 Ergebnisse der Langzeitsimulation	19
Anhang A (normativ) Zuschlagsfaktor f_Z	22
Anhang B (normativ) Abminderungsfaktor f_A	23
Anhang C (informativ) Berechnungsbeispiel	24
Grundlagen	24
C.1 Anwendung des einfachen Verfahrens für RRB 1	29
C.2 Anwendung des einfachen Verfahrens für RRB 5	30
C.3 Anwendung des einfachen Verfahrens für RRB 4	31
C.4 Ergebnisse des Nachweisverfahrens	33
Anhang D (informativ) Anwendung des einfachen Verfahrens für ein vorentlastetes Becken	35
Technische Regeln	37
Literatur	37

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Stellung des Arbeitsblattes DWA-A 117 im DWA-Regelwerk	8
Bild 2:	Prinzipskizze zur Ermittlung des Volumens	16
Bild 3:	Abminderungsfaktor f_A	17
Bild 4:	Beispiel einer tabellarischen und grafischen Auswertung	20
Bild 5:	Auswertung bei Sonderfällen	21
Bild A.1:	Empirische Funktion des Zuschlagsfaktors f_Z	22
Bild C.1:	Systemskizze Berechnungsbeispiel	25
Bild C.2:	Speichervolumen in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit mit Ausgleichsgerade	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Empfohlene mittlere Abflussbeiwerte ψ_m in Abhängigkeit von Flächentyp und -neigung.....	15
Tabelle 2:	Zuschlagsfaktor f_Z in Abhängigkeit vom Risikomaß.....	17
Tabelle C.1:	Kenndaten der Einzugsgebiete	26
Tabelle C.2:	Kenndaten der Transportsammler	27
Tabelle C.3:	Kenndaten der Mischwasserbehandlung.....	27
Tabelle C.4:	Kenndaten der Regenrückhaltebecken.....	27
Tabelle C.5:	Statistische Niederschlagshöhen Bochum-DMT	28
Tabelle C.6:	RRB 1 – Anwendung des einfachen Verfahrens für ausgewählte Dauerstufen	29
Tabelle C.7:	RRB 5 – Anwendung des einfachen Verfahrens für ausgewählte Dauerstufen	30
Tabelle C.8:	RRB 4 – Anwendung des einfachen Verfahrens für ausgewählte Dauerstufen	32
Tabelle C.9:	Ergebnisse einer Langzeitsimulation.....	33
Tabelle C.10:	Mittlere durch Langzeitsimulationen ermittelte erforderliche Volumina der Rückhaltebecken	34
Tabelle D.1:	Anwendung des einfachen Verfahrens für ein vorentlastetes Becken – a) 1. Becken	36
Tabelle D.2:	Anwendung des einfachen Verfahrens für ein vorentlastetes Becken – b) 2. Becken	36

Benutzerhinweis

Dieses Arbeitsblatt 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 sowie allgemein anerkannt ist.

Jedermann steht die Anwendung des Arbeitsblattes frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Arbeitsblatt 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 Arbeitsblatt aufgezeigten Spielräumen.

1 Anwendungsbereich

Das Arbeitsblatt DWA-A 117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen“ ist im Bereich der gesamten Abwasserableitung zwischen der Grundstücksentwässerung und dem Gewässer anwendbar.

Die Anwendung der Verfahren nach dem Arbeitsblatt DWA-A 117 kann grundsätzlich auch im Bereich der Grundstücksentwässerung bzw. Gewässer erfolgen, falls die hierfür geltenden Normen im Bereich der Grundstücksentwässerung, die DIN 1986 bzw. im Bereich von Gewässern, die DIN 19700 Teile 10 bis 12 nicht verletzt werden.

Das Arbeitsblatt DWA-A 117 reiht sich als Regel zur Bemessung einzelner Maßnahmen unter den „Oberzielen“ des Arbeitsblattes DWA-A 100 ein. Der Anwendungsbereich innerhalb des DWA-Regelwerkes ist im Flussdiagramm dargestellt (siehe Bild 1).

Das vorliegende Arbeitsblatt ist für einzelne Regenrückhalteräume und komplexe Regenrückhaltesysteme sowohl im Trenn- als auch im Mischsystem anwendbar.

Vorhandene Regenrückhalteräume sollten nur dann neu dimensioniert werden, wenn sich durch Hinweise (Risikobetrachtungen, Beobachtungen, Messreihen etc.) ergibt, dass Überlastungen zu einem nicht vertretbaren Schadensrisiko führen oder wenn bedeutende Veränderungen im Einzugsgebiet vorgenommen werden. Dazu sind in jedem Fall die ursprünglichen Eingangsdaten zu überprüfen.

Für die Bemessung von Regenentlastungsanlagen im Mischsystem ist das Arbeitsblatt ATV-A 128 anzuwenden. Die Bemessung von dezentralen Anlagen zur Regenwasserversickerung wird im Arbeitsblatt DWA-A 138 geregelt. Für die Bewirtschaftung von mehreren zusammenhängenden Speicherräumen liefert der Arbeitsbericht „Abflusssteuerung“ der DWA-Arbeitsgruppe ES-2.4 Hinweise (DWA 2009a).

Standards hinsichtlich der Bemessungshäufigkeit ergeben sich aus DIN EN 752 und Arbeitsblatt DWA-A 118. Für Anforderungen an den Gewässerschutz kann das Merkblatt DWA-M 153 oder das BWK-Merkblatt M3/M7 herangezogen werden. Eine pauschale Vorgabe/Festlegung von Drosselabflussspenden und Überschreitungshäufigkeiten zum Beckeneinstau wird nicht für sinnvoll erachtet, da sich diese im konkreten Fall aus Emissions-/Immissions- und Risikobetrachtungen ergeben.

Richtlinien und Empfehlungen für den Bau, die konstruktive Gestaltung und Ausrüstung von Rückhalteräumen sind den Arbeitsblättern DWA-A 166, DWA-A 138 sowie dem Merkblatt DWA-M 176 zu entnehmen. Hinweise und Richtlinien zum Betrieb von Rückhalteräumen als Teil eines Kanalisationssystems sind im Arbeitsblatt DWA-A 199-2 enthalten.

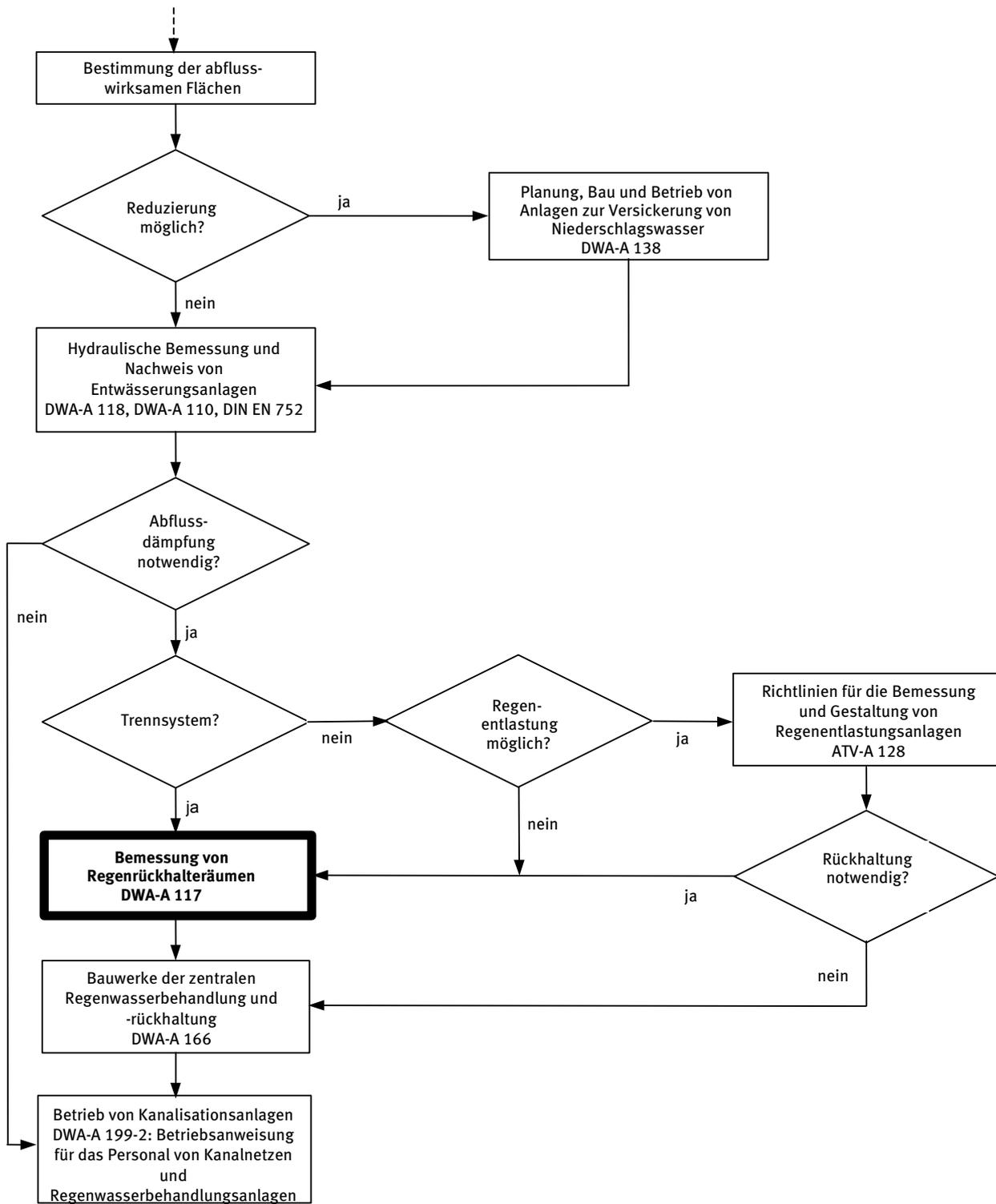


Bild 1: Stellung des Arbeitsblattes DWA-A 117 im DWA-Regelwerk

2 Verweisungen

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

DIN EN 752, Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden

DWA-A 118, Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen; Arbeitsblatt

DWA-A 531, Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer; Arbeitsblatt

DWA-M 153, Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser; Merkblatt

ATV-DVWK-M 165, Anforderungen an Niederschlagsabfluss-Berechnungen in der Siedlungsentwässerung; Merkblatt

3 Definitionen

3.1 Allgemeine Begriffe

Überschreitungshäufigkeit n in 1/a

Anzahl der Ereignisse, die im langjährigen statistischen Mittel innerhalb eines Jahres einen Wert erreichen oder überschreiten (Kehrwert der Wiederkehrzeit).

Wiederkehrzeit T_n in a

Mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert erreicht oder überschreitet (Kehrwert der Häufigkeit).

Vorentlastung

Im Entwässerungssystem oberhalb der betrachteten Stelle befindliche hydraulische Entlastung.

3.2 Flächen

Einzugsgebietsfläche A_E in ha

Fläche des Einzugsgebiets, z. B. Fläche eines Abwasserentsorgungsgebiets.

Kanalisierte Einzugsgebietsfläche $A_{E,k}$ in ha

Fläche des kanalisierten bzw. durch ein Entwässerungssystem erfassten Einzugsgebiets.

Befestigte Fläche $A_{E,b}$ in ha

Summe aller befestigten Flächen im Einzugsgebiet.

Nicht befestigte Fläche $A_{E,nb}$ in ha

Differenz aus Gesamtfläche und befestigter Fläche des betrachteten Einzugsgebiets.

$$A_{E,nb} = A_E - A_{E,b} \quad (1)$$

Rechenwert „undurchlässige Fläche“ A_u in ha

Anwendungsbezogener Rechenwert zur Quantifizierung des Anteils einer Einzugsgebietsfläche im einfachen Verfahren, von der Niederschlagsabfluss nach Abzug aller Verluste vollständig zum Abfluss in ein Entwässerungssystem gelangt.

$$A_u = A_{E,b} \cdot \psi_{m,b} + A_{E,nb} \cdot \psi_{m,nb} \quad (2)$$

mit

$\psi_{m,b}$ mittlerer Abflussbeiwert der befestigten Fläche

$\psi_{m,nb}$ mittlerer Abflussbeiwert der nicht befestigten Fläche

Mittlerer Abflussbeiwert ψ_m

Quotient aus Abflussvolumen und Niederschlagsvolumen für einen definierten Zeitraum.

3.3 Niederschlag

Regenspende r in l/(s·ha)

Quotient aus dem Volumen des Regens und dem Produkt aus Zeit und Fläche.

Bemessungsregenspende $r_{D,n}$ in l/(s·ha)

Für die Bemessung verwendete Regenspende einer bestimmten Dauer D mit der Überschreitungshäufigkeit n .

Niederschlagskontinuum

Mehrjährige Niederschlagsdaten einschließlich aller Trockenzeiten in hoher zeitlicher Auflösung.

3.4 Abfluss

Abflussdämpfung (Drosselung)

Verringerung der Abflussscheitel durch vorübergehende Speicherung (Rückhaltung).

Drosselabfluss Q_{Dr} in l/s

Reduzierter Abfluss unterhalb eines Regenrückhalte-raums.

Mittlerer täglicher Trockenwetterabfluss $Q_{T,d,aM}$ in l/s

Quotient aus Summe des Abflusses aller Trockenwetter-tage und der Anzahl der Trockenwettertage eines Jahres.

Drosselabflussspende q_{Dr} in l/(s·ha)

Drosselabfluss bezogen auf eine Fläche.

$$q_{Dr} = \frac{Q_{Dr}}{A} \quad (3)$$

Regenanteil der Drosselabflussspende $q_{Dr,R}$ in l/(s·ha)

Regenanteil des Drosselabflusses bezogen auf eine Fläche.

$$q_{Dr,R} = \frac{Q_{Dr} - Q_{T,d,aM}}{A} \quad (4)$$

Zur Kennzeichnung der gewählten Bezugsfläche ist zusätzlich der entsprechende Flächenindex zu verwenden, z. B.:

$$q_{Dr,R,u} \quad \text{Regenanteil der Drosselabflussspende der undurchlässigen Fläche } A_u$$

3.5 Abflusssimulation

Hydrologisches Modell

Hydrologische Modelle verwenden Übertragungsfunktionen, um den Transportprozess zu beschreiben.

Hydrodynamisches Modell

Hydrodynamische Modelle bauen direkt auf den physikalisch-hydraulischen Gesetzmäßigkeiten des Fließvorgangs im Entwässerungssystem auf, mathematisch beschrieben durch die Saint-Venant'schen Differentialgleichungen.

Abflussbildung

Physikalische Vorgänge zur Umwandlung des gefallenen Niederschlags in einen Abfluss von der Oberfläche (abflusswirksamer Niederschlag).

Abflusskonzentration

Umwandlung des abflusswirksamen Niederschlags in die am Tiefpunkt der betrachteten Teilfläche entstehende Abflussganglinie.

Abflusstransport

Berechnung der beim Abflussvorgang im Entwässerungssystem auftretenden Wellenverschiebung (Translation) und -dämpfung (Retention).

Niederschlag-Abfluss-Langzeitsimulation (kurz: Langzeitsimulation)

Modellierung von Abflussvorgängen in einem Entwässerungssystem mit einem langjährigen Niederschlagskontinuum.

Langzeit – Seriensimulation

Modellierung von Abflussvorgängen in maßgebenden Belastungsphasen eines Entwässerungssystems.

3.6 Volumen

Volumen des Rückhalteraus V in m³

Volumen ohne Überstau.

Spezifisches Volumen des Rückhalteraus V_s in m³/ha

Volumen, bezogen auf eine definierte (Einzugsgebiets-) Fläche.

Zur Kennzeichnung der gewählten Bezugsfläche ist der entsprechende Flächenindex zu verwenden, z. B.:

$$V_{s,u} \quad \text{spezifisches Volumen bezogen auf die undurchlässige Fläche } A_u$$

3.7 Abkürzungen

Kurzzeichen	Einheit	Benennung
A_E	ha	Einzugsgebietsfläche
$A_{E,b}$	ha	befestigte Fläche des Einzugsgebiets
$A_{E,k}$	ha	kanalisierte Einzugsgebietsfläche
$A_{E,nb}$	ha	nicht befestigte Fläche des Einzugsgebiets
A_u	ha	„undurchlässige“ Fläche (Rechenwert für die Anwendung im einfachen Verfahren nach Arbeitsblatt DWA-A 117)

Kurzzeichen	Einheit	Benennung
$A_{u,G}$	ha	„undurchlässige“ Fläche gewerblich
$A_{u,H}$	ha	„undurchlässige“ Fläche häuslich
C_{CSB}	mg/l	Konzentration des chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB) in der homogenisierten Probe
D	min	Dauerstufe
D_{ue}	min	Überlaufdauer
$D_{RÜB}$	min	Fülldauer des Regenüberlaufbeckens (RÜB)
h_N	mm	Niederschlagshöhe
f_A	–	Abminderungsfaktor
f_Z	–	Zuschlagsfaktor
k	–	Rang des Elements der Stichprobe
k_b	mm	betriebliche Rauheit
L	–	Anzahl der Werte der Stichprobe
M	a	Simulationszeitraum
n	1/a	Häufigkeit (Überschreitungshäufigkeit)
Q_{Dr}	l/s	Drosselabfluss
$Q_{Dr,V}$	l/s	Summe der Drosselabflüsse aller oberhalb liegenden Vorentlastungen
q_{Dr}	l/(s·ha)	Drosselabflussspende
$q_{Dr,k}$	l/(s·ha)	Vorgegebene Drosselabflussspende bezogen auf das kanalisierte Einzugsgebiet
$Q_{Dr,max}$	l/s	Maximal zulässiger Drosselabfluss
$q_{Dr,R}$	l/(s·ha)	Regenanteil der Drosselabflussspende
$Q_{Dr,RÜB}$	l/s	Vorgegebener Drosselabfluss des Regenüberlaufbeckens
$q_{Dr,R,u}$	l/(s·ha)	Regenanteil der Drosselabflussspende der undurchlässigen Fläche A_u
Q_F	l/s	Fremdwasserabfluss
q_F	l/(s·ha)	Fremdwasserabflussspende
$Q_{G,d,aM}$	l/s	Mittlerer täglicher gewerblicher Schmutzwasserabfluss im Jahresmittel
$q_{G,d,aM}$	l/(s·ha)	Mittlere tägliche gewerbliche Schmutzwasserabflussspende im Jahresmittel
$Q_{G,h,max}$	l/s	Maximaler stündlicher gewerblicher Schmutzwasserabfluss

Kurzzeichen	Einheit	Benennung
$Q_{H,d,aM}$	l/s	Mittlerer täglicher häuslicher Schmutzwasserabfluss im Jahresmittel
$Q_{H,h,max}$	l/s	Maximaler stündlicher häuslicher Schmutzwasserabfluss
Q_{krit}	l/s	Kritischer Mischwasserabfluss
Q_M	l/s	Mischwasserabfluss zur Kläranlage
$Q_{T,d,aM}$	l/s	Mittlerer täglicher Trockenwetterabfluss im Jahresmittel
$Q_{T,h,max}$	l/s	Maximaler stündlicher Trockenwetterabfluss
$Q_{ue,max}$	l/s	Maximaler Überlauf
r	l/(s·ha)	Regenspende
$r_{D,n}$	l/(s·ha)	Regenspende der Dauerstufe D und der Häufigkeit n (Bemessungsregenspende)
t_f	min	Rechnerische Fließzeit im Kanalnetz bei Vollfüllung
T_n	a	Wiederkehrzeit
V	m ³	Volumen des Rückhalteraums
V_{erf}	m ³	Erforderliches Speichervolumen
V_{max}	m ³	Maximales Speichervolumen
$V_{RÜB}$	m ³	Volumen des Regenüberlaufbeckens (RÜB)
V_s	m ³ /ha	spezifisches Volumen des Rückhalteraums
$V_{s,u}$	m ³ /ha	Spezifisches Volumen, bezogen auf die undurchlässige Fläche A_u
V_{ue}	m ³	Überlaufvolumen
w_s	l/(E·d)	Spezifischer Wasserverbrauch
ψ_m	–	Mittlerer Abflussbeiwert
$\psi_{m,b}$	–	Mittlerer Abflussbeiwert der befestigten Fläche
$\psi_{m,nb}$	–	Mittlerer Abflussbeiwert der nicht befestigten Fläche

Abkürzung	Benennung
EZG	Einzugsgebiet
KA	Kläranlage
MS, TS	Mischsystem, Trennsystem
NG	Neigungsgruppe
RRB	Regenrückhaltebecken
RRR	Regenrückhalteraum
RÜ	Regenüberlauf
RÜB	Regenüberlaufbecken
S	Sammler

Alternativ zur Darstellung als Index ist auch eine Darstellung mit Tiefstrich möglich, z. B.:

$A_{E,b} \rightarrow A_{E,b}$

$Q_{T,d,aM} \rightarrow Q_{T,d,aM}$

4 Konzeption

Regenrückhalteräume im Sinne dieses Arbeitsblattes können als Becken in offener, geschlossener, technischer oder naturnaher Bauweise, als Rückhaltekanäle, Rückhaltegräben oder -teiche und in Kombination mit Versickerungsanlagen gestaltet werden. In die Betrachtung sind grundsätzlich auch großvolumige Teile des Abflusssystems (Kanäle, Gräben, Ausleitungsstrecken) einzubeziehen, soweit sie planmäßig eingestaut werden können.

Alternativ oder ergänzend zur Schaffung von zentralen Rückhalteräumen ist bei den unten aufgeführten Zielsetzungen immer zu prüfen, ob es ökonomisch und ökologisch vertretbare Möglichkeiten zur Vermeidung oder Reduzierung des Regenabflusses an seiner Anfallstelle oder in unmittelbarer Nähe gibt (siehe auch Arbeitsblatt DWA-A 100), z. B. durch:

- Beschränkung der Oberflächenversiegelung auf das nutzungsbedingt notwendige Maß bzw. Entsiegelung oder durch
- Versickerung oder Teilversickerung von Niederschlagswasser.

Häufige Zielsetzungen zur Abflussdämpfung durch Rückhalteräume sind:

- **Begrenzung von Gebietsabflüssen**
Aus übergeordneter wasserwirtschaftlicher Sicht kann die Drosselung von Gebietsabflüssen notwendig sein. Diese Forderung kann durch die Anordnung von Rückhalteräumen erfüllt werden.
- **Kosteneinsparungen beim Bau von Entwässerungssystemen**
Durch den Einsatz kleinerer Abflussquerschnitte unterhalb des Rückhalteriums können wirtschaftliche Vorteile erzielt werden. In einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind neben den Baukosten auch die Kosten für den Betrieb, die Wartung und die Instandhaltung für Rückhalteräume den Einsparungen gegenüberzustellen, die sich bei der Kanalisation durch die kleineren Rohrdurchmesser und bei nachgeschalteten Pumpwerken aus der geringeren Anlagengröße ergeben (dieser Aspekt ist insbesondere für die beiden folgenden Punkte zu beachten).
- **Anschluss von Neubaugebieten an vorhandene, ausgelastete Entwässerungssysteme**
Beim Anschluss von neuen Baugebieten an eine vorhandene Kanalisation besteht die Möglichkeit, Spitzenabflüsse durch Rückhalteräume zwischenzuspeichern und so Erweiterungen vorhandener Entwässerungsanlagen zu vermeiden.
- **Sanierung überlasteter Kanalnetze**
Überlastete Kanalnetze können durch Rückhalteräume ohne Querschnittserweiterungen im unterhalb liegenden Netz entlastet werden.
- **Schutz des Gewässers vor hydraulischen Stoßbelastungen**
Durch die Drosselung bzw. den Ausgleich von (Spitzen-)Abflüssen ist es möglich, die hydraulische Belastung des Gewässers zu reduzieren. Hydraulische Belastungen (hydraulischer Stress) sind neben stofflichen Belastungen Hauptursache von Gewässerschädigungen.
- **Schutz der Kläranlage vor Überlastung**
Zur Stabilisierung der Reinigungsleistung von Kläranlagen ist im Mischsystem eine starke Drosselung der Zuflüsse notwendig. Hierzu werden in der Regel Regenüberlaufbauwerke angeordnet. Sofern keine Entlastung möglich ist, können auch Rückhalteräume notwendig sein. Die Auswirkungen langer Entleerungszeiten auf die Reinigungsleistung der Kläranlage sind zu überprüfen.

In Rückhalteräumen ist immer mit dem Eintrag und der Ablagerung von sedimentierbaren Stoffen zu rechnen. Es ist zu berücksichtigen, dass das Sediment und die darin enthaltenen Schadstoffe durch hohe hydraulische Belastungen remobilisiert und teilweise in das Gewässer ausgetragen werden können und somit Gewässerbeeinträchtigungen möglich sind. Dem kann durch konstruktive Gestaltung (siehe Merkblatt ATV-DVWK-M 176) und/oder betriebliche Vorkehrungen entgegen gewirkt werden.

Das erforderliche Volumen von Rückhalteräumen wird maßgeblich durch die Festlegung:

- der zulässigen Überschreitungshäufigkeit,
- des Regenanteils der Drosselabflussspende

und

- der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche

beeinflusst.

Die Überschreitungshäufigkeit ist in Abhängigkeit vom Schutzziel unter allen Planungsbeteiligten festzulegen. Die Schadensrisiken infolge von Überstau- oder Überflutungsvorgängen sind zu analysieren und zu bewerten.

Der Drosselabfluss beeinflusst das erforderliche Volumen stark und ist möglichst genau zu ermitteln. Er ist aus den gegebenen Randbedingungen des Abflusssystems, der Kläranlage oder des Gewässers schlüssig herzuleiten.

Bei der Ermittlung der einzelnen Flächenanteile ist mit großer Sorgfalt vorzugehen und die zukünftige Flächenentwicklung mit Augenmaß abzuschätzen.

5 Ermittlung des Volumens von Regenrückhalteräumen

5.1 Verfahren

Zur Ermittlung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens stehen grundsätzlich zwei Verfahren zur Verfügung:

1. Die **Bemessung** von Regenrückhalteräumen (RRR) mittels statistischer Niederschlagsdaten und dem einfachen Verfahren. Dieses Verfahren ist nur für kleine und einfach strukturierte Entwässerungssysteme anwendbar.
2. Der **Nachweis** der Leistungsfähigkeit des RRR mittels einer Niederschlag-Abfluss-Langzeit-Simulation für alle Anwendungsfälle.

Bei der **Bemessung** wird mit den Systemgrößen (Fläche, Fließzeit etc.) und einem Belastungsansatz für den Niederschlag ein erforderliches Volumen festgelegt. Beim **Nachweis** wird die Leistungsfähigkeit bestimmt, indem bezüglich eines gewählten oder vorhandenen Volumens für einen vorgegebenen Drosselabfluss die Überschreitungshäufigkeit berechnet wird.

Falls zur **Bemessung** kein Berechnungsverfahren vorgeschrieben ist, darf bei Einzugsgebieten bis $A_{E,k} = 200$ ha oder bei Fließzeiten bis $t_f = 15$ min das einfache Verfahren angewendet werden. Weitere Randbedingungen zur Anwendung des einfachen Verfahrens sind in 5.4 beschrieben.

5.2 Berechnungsgrundlagen

Alle Berechnungsgrundlagen und Kenngrößen müssen sorgfältig erhoben bzw. gewählt und mit Auftraggebern bzw. zuständigen Behörden abgestimmt werden. Neben der Erhebung der Kenngrößen des Entwässerungsnetzes und der Festlegung einer geeigneten Niederschlagsbelastung kommt der Ermittlung der abflusswirksamen Fläche maßgebliche Bedeutung zu.

Das zum Rückhalteraum entwässernde Einzugsgebiet kann z. B. durch digitale Höhenmodelle unter Berücksichtigung der Entwässerungsstrukturen ermittelt werden. Die früher hierfür üblichen Musterflächenauswertungen zur Ermittlung der abflusswirksamen Flächen im Einzugsgebiet werden heute zunehmend durch Verfahren wie die Luftbildauswertung oder Informationen aus der kommunalen Gebührenermittlung ersetzt. Liegen Niederschlags- und Abflussmessungen vor, können diese zur Plausibilisierung herangezogen werden

(Arbeitsbericht „Bewertung der hydraulischen Leistungsfähigkeit bestehender Entwässerungssysteme“ der DWA-Arbeitsgruppe ES-2.1 (DWA 2004)).

Für die Dimensionierung eines Regenrückhalteraums müssen die zum Entwässerungssystem gelangenden Abflüsse sowohl von der befestigten Fläche $A_{E,b}$ als auch von der nicht befestigten Fläche $A_{E,nb}$ berücksichtigt werden.

Im einfachen Verfahren werden dazu die befestigten Flächen (Dächer, Straßen, Wege, Plätze) und die nicht befestigten Flächen (Böschungen, Gräben, Gärten, Weiden etc.) mit Abflussbeiwerten gemäß Tabelle 1 multipliziert und zu einem Rechenwert A_u zusammengefasst:

$$A_u = A_{E,b} \cdot \psi_{m,b} + A_{E,nb} \cdot \psi_{m,nb} \quad (5)$$

Die Abflussbeiwerte $\psi_{m,b}$ und $\psi_{m,nb}$ sind anzusetzen als Mittelwerte, die nach den jeweiligen Anteilen der einzelnen Flächentypen gewichtet sind.

In der Nachweisrechnung mittels Langzeitsimulation sind die Flächentypen mit ihren jeweiligen Abflussbildungseigenschaften getrennt zu berücksichtigen. Entsprechende Parameter zur Berechnung des Abflussbildungsprozesses müssen definiert werden:

- Benetzungsverluste,
- Muldenverluste,
- Parameter zur Berücksichtigung der Infiltrations- bzw. Versickerungsleistung.

Bei sehr inhomogener Verteilung der Abflussbildungsparameter innerhalb eines Teilgebiets sollte die befestigte Fläche möglichst in Teilflächen untergliedert werden.

5.3 Berechnungsvorgaben

Das erforderliche Volumen des Regenrückhalteraumes (RRR) ist abhängig vom zulässigen Drosselabfluss sowie der gewählten Überschreitungshäufigkeit und der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche. In der Praxis kann eine optimierte Lösung im gesamtwasserwirtschaftlichen Zusammenhang nur durch eine systematische Variantenuntersuchung gefunden werden. Im Nachweisverfahren wird für die vorgegebenen Größen Volumen und Drosselabfluss die zugehörige Überschreitungshäufigkeit ermittelt. Die Wahl der Drosselkennlinie hat wesentlichen Einfluss auf das erforderliche Speichervolumen.

Pauschale Angaben von Drosselabflussspenden und Überschreitungshäufigkeiten schließen sich aus. Viel-

mehr sind individuelle Überlegungen anzustellen, für die nachfolgend einige Hinweise gegeben werden:

- **RRR im Kanalnetz:**
Der Drosselabfluss wird aufgrund technischer und wirtschaftlicher Überlegungen festgelegt. Bei der Wahl der Überschreitungshäufigkeiten sind DIN EN 752 und Arbeitsblatt DWA-A 118 zu beachten.
- **RRR vor Einleitung in das Gewässer:**
Kriterien für die Wahl des Drosselabflusses und der Überschreitungshäufigkeit ergeben sich aus den Schutzziele für das aufnehmende Gewässer sowie der im Einzelfall zu erwartenden Belastung des jeweiligen Fließgewässers. Der Drosselabfluss und die Überschreitungshäufigkeit müssen entsprechend den Gewässerverhältnissen zwischen dem Betreiber der Abwasseranlage und der zuständigen Behörde festgelegt werden. Hinsichtlich des ebenfalls zu beachtenden Hochwasserschutzes ist das Schadenspotenzial der durch Überflutung betroffenen Gebiete maßgebend.

Die für den Einzelfall vorgenommene Festlegung der Berechnungsvorgaben muss unter Abwägung der Zielgrößen Entwässerungskomfort, Gewässerschutz und Wirtschaftlichkeit getroffen werden.

5.4 Einfaches Verfahren

5.4.1 Allgemeines

Die Bemessung von Regenrückhalträumen (RRR) mit dem einfachen Verfahren erfolgt unter der Vorgabe von Regenspenden. Hierbei wird vereinfachend vorausgesetzt, dass die Häufigkeit der Regenspende der Überschreitungshäufigkeit des RRR entspricht.

Für die Ermittlung der Regenspenden in Abhängigkeit von Häufigkeit und Dauer ist auf „KOSTRA-DWD 2000“ (itwh 2009) oder gegebenenfalls auch auf örtliche Niederschlag-Starkregenauswertungen gemäß Arbeitsblatt DWA-A 531 zurückzugreifen.

Außerdem wird vereinfachend angenommen, dass der Drosselabfluss von der Füllhöhe des Beckens nicht abhängig ist. Ist keine geregelte Drossel vorgesehen, sollte er als arithmetisches Mittel zwischen dem Abfluss bei Speicherbeginn und Vollfüllung angesetzt werden. Hiervon abweichende Vorgaben sind in begründeten Fällen möglich. Eine genaue Berücksichtigung beliebiger Drossel- und Speicherkennlinien und ihres Einflusses auf das erforderliche Volumen kann mit dem Verfahren der Langzeitsimulation und entsprechenden Modellen erfasst werden.

Tabelle 1: Empfohlene mittlere Abflussbeiwerte ψ_m in Abhängigkeit von Flächentyp und -neigung
(Merkblatt DWA-M 153)

Flächentyp	Art der Befestigung	Mittlerer Abflussbeiwert ψ_m
Schrägdach	• Metall, Glas, Schiefer, Faserzement,	0,9 – 1,0
	• Ziegel, Dachpappe	0,8 – 1,0
Flachdach (Neigung bis 3° oder ca. 5 %)	• Metall, Glas, Faserzement	0,9 – 1,0
	• Dachpappe	0,9
	• Kies	0,7
Gründach (Neigung bis 15° oder ca. 25 %)	• humusiert < 10 cm Aufbau	0,5
	• humusiert ≥ 10 cm Aufbau	0,3
Straßen, Wege, Plätze (flach)	• Asphalt, fugenloser Beton	0,9
	• Pflaster mit dichten Fugen	0,75
	• fester Kiesbelag	0,6
	• Pflaster mit offenen Fugen	0,5
	• lockerer Kiesbelag, Schotterrasen	0,3
	• Verbundsteine mit Fugen, Sickersteine	0,25
	• Rasengittersteine	0,15
Böschungen, Bankette und Gräben mit Regenabfluss in das Entwässerungssystem	• toniger Boden	0,5
	• lehmiger Sandboden	0,4
	• Kies- und Sandboden	0,3
Gärten, Wiesen und Kulturland mit möglichem Regenwasserabfluss in das Entwässerungssystem	• flaches Gelände	0,0 – 0,1
	• steiles Gelände	0,1 – 0,3

5.4.2 Anwendungsbereich

Für die Anwendung des einfachen Verfahrens gelten in Übereinstimmung mit der DIN EN 752 und unter Beachtung wirtschaftlicher und ingenieurtechnischer Aspekte für das gesamte Einzugsgebiet bis zur Stelle des betrachteten RRR die folgenden Bedingungen:

- Das Einzugsgebiet $A_{E,k}$ hat eine Fläche von maximal 200 ha oder die Fließzeit bis zum RRR beträgt maximal 15 Minuten. Dies entspricht in der Regel einem Einzugsgebiet mit einer befestigten Fläche $A_{E,b}$ von maximal 60 ha bis 80 ha. Das Einzugsgebiet ist damit als klein zu bezeichnen.
- Die gewählte bzw. zulässige Überschreitungshäufigkeit des Speichervolumens V des Regenrückhalte-raums beträgt $n \geq 0,1/a$ bzw. $T_n \leq 10$ a.
- Der Regenanteil der Drosselabflusspende ist $q_{Dr,R,u} \geq 2$ l/(s·ha).

Ist das einfache Verfahren nicht anwendbar, wird zur Ermittlung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens das Nachweisverfahren mittels Langzeitsimulation angewendet (siehe 5.5).

5.4.3 Vorgehensweise

Das erforderliche Speichervolumen wird aus der maximalen Differenz der in einem Zeitraum gefallenen Niederschlagsmenge und dem in diesem Zeitraum über die Drossel weitergeleiteten Abflussvolumen ermittelt (Bild 2).

Das spezifische Volumen kann für den vorgegebenen Regenanteil der Drosselabflusspende aufgrund der Zusammenhänge zwischen Regenspense und Dauerstufe analytisch ermittelt werden. Für die praktische Anwendung ist es jedoch ausreichend, in Abhängigkeit

vom vorgegebenen Regenanteil der Drosselabflusspende $q_{Dr,R,u}$ das jeweilige spezifische Volumen für die in einer Starkniederschlagstabelle üblicherweise angegebenen Dauerstufen zu errechnen.

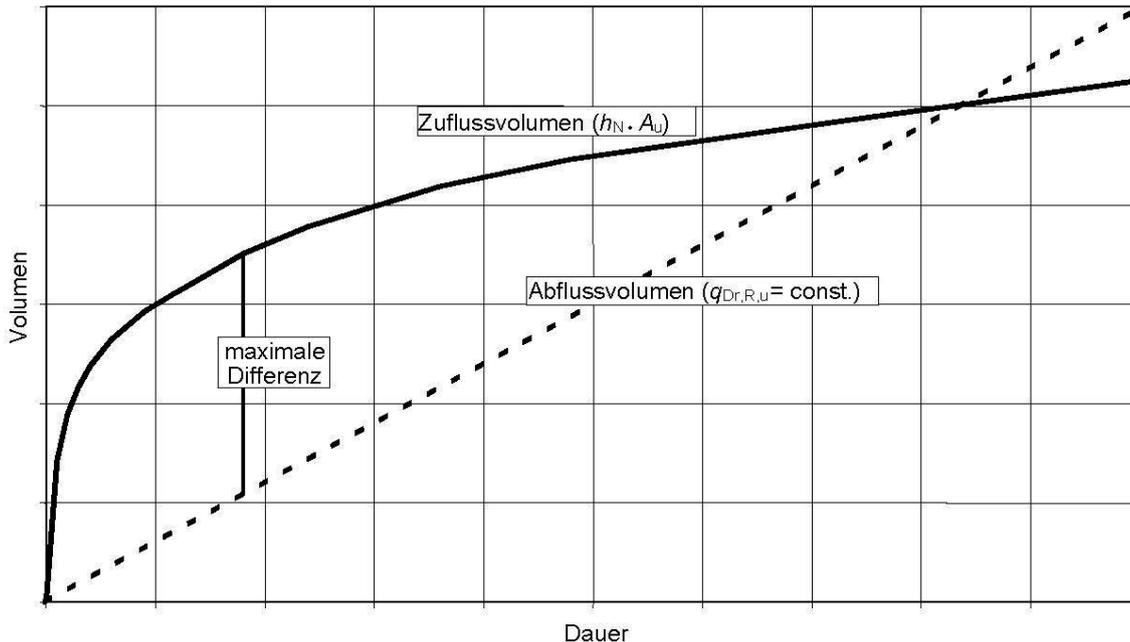


Bild 2: Prinzipskizze zur Ermittlung des Volumens

Für die jeweilige Dauerstufe ergibt sich das spezifische Volumen zu:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06 \text{ (m}^3/\text{ha)} \quad (6)$$

mit

- $V_{s,u}$ Spezifisches Speichervolumen, bezogen auf A_u in m^3/ha
- $r_{D,n}$ Regenspende der Dauerstufe D und der Häufigkeit n in $\text{l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$
- $q_{Dr,R,u}$ Regenanteil der Drosselabflusspende, bezogen auf A_u in $\text{l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$
- D Dauerstufe in min
- f_z Zuschlagsfaktor (-) nach Tabelle 2
- f_A Abminderungsfaktor (-) in Abhängigkeit von t_p , $q_{Dr,R,u}$ und n nach Bild 3 bzw. nach Anhang B
- 0,06 Dimensionsfaktor zur Umrechnung von l/s in m^3/min

Das erforderliche Volumen des RRR wird durch Multiplikation des maximalen spezifischen Volumens $V_{s,u}$ mit der undurchlässigen Fläche A_u berechnet:

$$V = V_{s,u} \cdot A_u \text{ (m}^3\text{)} \quad (7)$$

mit

- V erforderliches Speichervolumen des RRR in m^3
- $V_{s,u}$ spezifisches Speichervolumen nach Gleichung (6) in m^3/ha
- A_u undurchlässige Fläche in ha (siehe 5.2)

Da als Niederschlagsbelastung im einfachen Verfahren statistisch ausgewertete Niederschlagshöhen bzw. Regenspenden mittlerer Intensität zugrunde gelegt werden, ist das erforderliche Volumen eines RRR im Allgemeinen etwas geringer, als es sich im Rahmen eines detaillierten Nachweises unter Vorgabe des Niederschlagskontinuums ergibt. Zur Berücksichtigung des Einflusses der Intensitätsvariabilität natürlicher Ereignisse wird daher ein empirischer Zuschlagsfaktor f_z angesetzt, der diesen verfahrensbedingten Unterschieden in den Ergebnissen Rechnung trägt.

Der Zuschlagsfaktor basiert auf Auswertungen einer Vielzahl kontinuierlicher Langzeitsimulationen (HUHN 1999) und ist als Risikomaß im Hinblick auf eine mögliche Unterbemessung nach Tabelle 2 festzulegen. Hierbei entspricht z. B. der Faktor 1,15 einem Risikomaß von ca. 11 % (vgl. Anhang A). Dieser Wert sagt aus, dass das mit dem einfachen Verfahren bemessene Volumen mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 11 % kleiner und mit einer Wahrscheinlichkeit von 89 % größer ist als das Volumen, das bei Vorgabe derselben Berechnungsgrundlagen durch eine Langzeitsimulation als erforderlich nachgewiesen würde.

Tabelle 2: Zuschlagsfaktor f_z in Abhängigkeit vom Risikomaß (vgl. Anhang A)

Risikomaß	Zuschlagsfaktor f_z
gering	1,20
mittel	1,15
hoch	1,10

Durch Abflusskonzentrations- und Transportprozesse werden Zuflussganglinien zu RRR gedämpft. Dieser Dämpfungsprozess beeinflusst das erforderliche Volumen in Abhängigkeit von der Fließzeit, der Drosselabflussspende und der Überschreitungshäufigkeit und wird durch den Abminderungsfaktor f_A berücksichtigt. Er wird mithilfe von Bild 3 oder nach Anhang B bestimmt (HUHN 1999).

Für Drosselabflussspenden $q_{Dr,R,u} > 40 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ müssen die zugehörigen Werte für f_A sinnvoll ausschließlich grafisch extrapoliert werden.

Wird der Drosselabfluss eines vorgeschalteten Entlastungsbauwerks dem zu bemessenden RRR zugeleitet, so kann das einfache Verfahren angewendet werden, indem die Drosselabflussspende für Gleichung (6) berechnet wird zu:

$$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} - Q_{Dr,V} - Q_{T,d,aM})/A_u \text{ (l/(s}\cdot\text{ha))} \quad (8)$$

mit

- Q_{Dr} Drosselabfluss des RRR in l/s
- $Q_{T,d,aM}$ Trockenwetterabfluss des direkten Einzugsgebiets in l/s
- $Q_{Dr,V}$ Summe der Drosselabflüsse aller oberhalb liegenden Vorentlastungen in l/s
- A_u undurchlässige Fläche des direkten Einzugsgebiets in ha

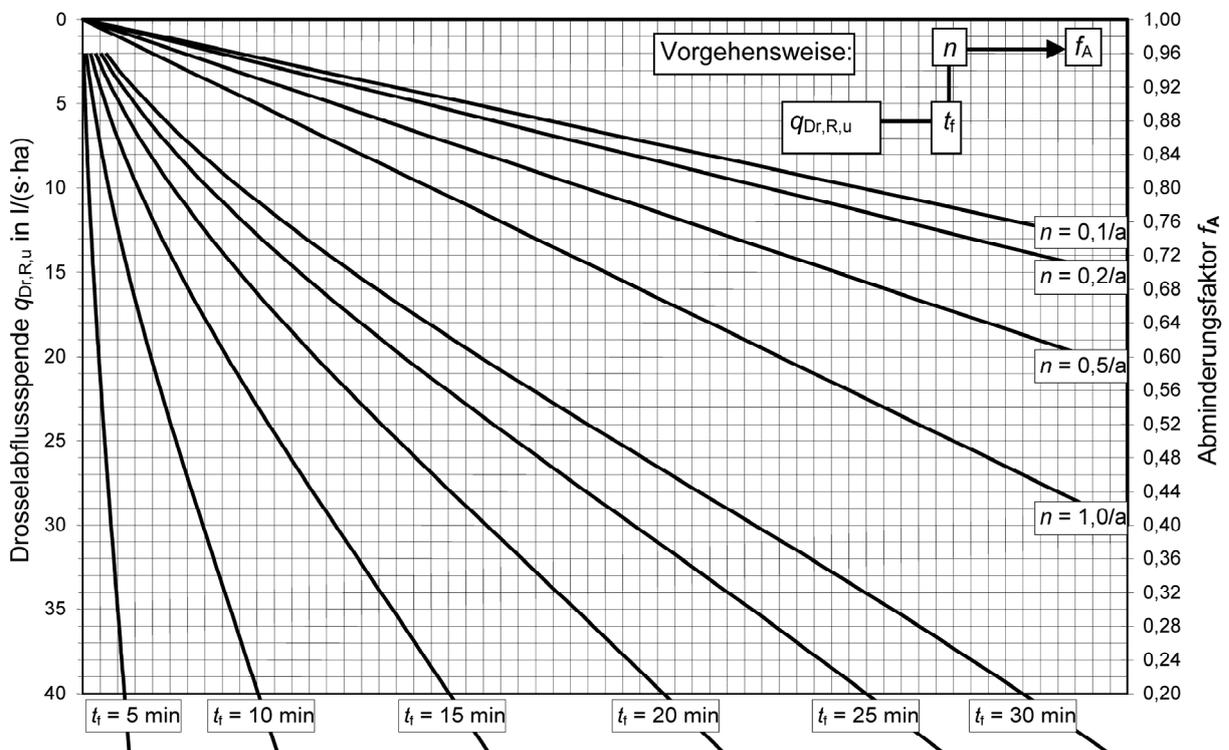


Bild 3: Abminderungsfaktor f_A (vgl. Anhang B)

Der Drosselabfluss oberhalb liegender Entlastungsbauwerke ist während der für die Bemessung des RRR verwendeten Dauerstufe D als konstante Zuflusspende zum RRR anzusetzen. Ist dieser Wert größer als die statistische Regenspende der verwendeten Dauerstufe, ist die statistische Regenspende zu verwenden.

Fließt dem RRR der Überlauf eines Entlastungsbauwerkes zu (z. B. nach einem RÜ oder RÜB vor Einleitung in ein Gewässer), so kann das Volumen des vorgeschalteten Entlastungsbauwerkes berücksichtigt werden (siehe Anhang C.3, RRB 4).

5.5 Langzeitsimulation

5.5.1 Allgemeines

Durch die Langzeitsimulation kann die natürliche Abfolge von Niederschlagsereignissen und die mögliche Überlagerung von Füll- und Entleerungsvorgängen in Rückhalteräumen rechnerisch erfasst werden. Zusätzlich können bei diesem Verfahren befestigte und nicht befestigte Flächen in ihrem ereignisabhängigen Abflussverhalten simuliert werden. Sind wesentliche Abflüsse von nicht befestigten Flächen in das Entwässerungssystem zu erwarten, darf nur ein Modell genutzt werden, welches diese Berechnungsoption bietet. Die Sensitivität der Abflüsse von nicht befestigten Flächen ist gegebenenfalls aufzuzeigen. Auf dieser Basis ist auch eine Entscheidung über eine getrennte Ableitung von diesen Flächen möglich.

Beim Nachweis wird für ein vorgegebenes Volumen die Überschreitungshäufigkeit des RRR bestimmt. Wird das Verfahren zur Ermittlung des erforderlichen Volumens angewendet, ist das Volumen zunächst sinnvoll abzuschätzen (Größenordnung der Rückhaltevolumina: ca. $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ bis $300 \text{ m}^3/\text{ha}$ befestigte Fläche $A_{e,b}$) und die Überschreitungshäufigkeit zu ermitteln. Das Volumen ist iterativ zu verändern bis die ermittelte Überschreitungshäufigkeit der geforderten entspricht.

Für Vorbemessungen und Plausibilitätsbetrachtungen kann das vereinfachte Verfahren auch über die hier gesetzten Grenzen hinaus angewendet werden.

Den Langzeitsimulationen sollte das vollständige Niederschlagskontinuum einschließlich aller Trockenzeiten zugrunde gelegt werden. Das verwendete Niederschlag-Abfluss-Modell muss unter Verarbeitung des Niederschlagskontinuums die Prozesse der Abflussbildung, der Abflusskonzentration, des Abflusstransportes sowie der Abflussspeicherung nachbilden können. Wenn zuverlässige Niederschlags- und Abflussmessungen für das untersuchte Einzugsgebiet vorliegen, sollten sie zur Kalibrierung des Modells herangezogen

werden (Arbeitsbericht „Bewertung der hydraulischen Leistungsfähigkeit bestehender Entwässerungssysteme“ der DWA-Arbeitsgruppe ES 2.1 (DWA 2004)).

Bei flachen, rückstaubehafteten Entwässerungssystemen kann durch den Einsatz eines hydrodynamischen Niederschlag-Abfluss-Modells die Retentionswirkung realistischer erfasst werden. Hierzu kommen in der Regel Langzeit-Seriensimulationen zur Anwendung.

Die nachfolgend dargelegten modelltechnischen Anforderungen an die Simulation der Niederschlag-Abfluss-Prozesse sind als Mindestanforderungen zu verstehen. In Ergänzung des Merkblattes ATV-DVWK-M 165 sind lediglich diejenigen Aspekte genannt, die hinsichtlich des Nachweises von RRR besondere Bedeutung besitzen.

5.5.2 Modelltechnische Anforderungen

Niederschlagsdaten

Niederschlagsdaten müssen als Niederschlagskontinuum mit ausreichender Länge vorliegen. Die Länge sollte die Wiederkehrzeit T_n , für die eine Aussage getroffen werden soll, nicht unterschreiten und nicht kürzer als 10 Jahre sein. Anzustreben ist ein Zeitraum von mindestens $3 T_n$. Unabhängig von der Wiederkehrzeit steigt die Zuverlässigkeit der Ergebnisse mit zunehmender Länge des Niederschlagskontinuums an.

Die statistische Extrapolation von Ergebnissen der Berechnungen wie sie z. B. für die Auslegung von Hochwasserrückhaltebecken in Flussgebietssystemen erforderlich wird, ist mit den vorliegenden Regeln nicht abgedeckt. Hierfür sind besondere Kenntnisse in Bezug auf statistische Verfahren der Extrapolation insbesondere inhomogener Datenmengen erforderlich.

Eine Verkürzung vorliegender Zeitreihen ist zu begründen. Niederschlagszeitreihen sollten lückenlos sein.

Sollten mehrjährige Aufzeichnungen des Niederschlags nicht zur Verfügung stehen, kann eine Übertragung von Niederschlagszeitreihen aus anderen vergleichbaren Regionen erforderlich sein (DRECHSEL 1988, VERWORN 1991). Vergleichskriterien sind z. B. statistische Parameter (aus KOSTRA) und die mittlere Jahresniederschlagshöhe.

Abflussbildung

Bei der Abflussbildung sind für befestigte Flächen $A_{e,b}$ die Benetzung der Oberfläche, Füllung von Mulden sowie Verdunstung von der Oberfläche nachzubilden.

Bei nicht befestigten Flächen $A_{e,nb}$ ist zusätzlich zu Benetzungs- und Muldenverlusten die Infiltration in

Abhängigkeit von der Bodenart und der Bodenfeuchte zu berücksichtigen. Abflüsse von nicht befestigten Flächen sind in der Regel nicht zu vernachlässigen bei:

- einem Nachweis auf Wiederkehrzeiten von $T_n > 3$ Jahre und
- steilen Einzugsgebieten (Neigungsgruppe > 2 , ($> 4\%$), vgl. Arbeitsblatt DWA-A 118).

Abflusskonzentration

Der Ansatz der Abflusskonzentration muss am Gebietsausgang einer betrachteten Teilfläche eine charakteristische Abflussganglinie zur Verfügung stellen.

Abflusstransport

Der Modellbaustein Abflusstransport sollte die dynamischen Abflussprozesse in einem Entwässerungssystem nachbilden.

Bei den hydrologischen Verfahren ist der Abflusstransport in der Regel im Konzentrationsprozess enthalten. Besteht das Entwässerungssystem aus mehreren Teilgebieten, so wird der Abflusstransport von einem Gebiet zum anderen üblicherweise durch reine Translation berücksichtigt.

Sofern keine Möglichkeit besteht, ein hydrologisches Modell zu kalibrieren, sind die Berechnungsparameter innerhalb ihrer Plausibilitätsgrenzen sinnvoll zu wählen. Insbesondere hierzu liefert das Merkblatt ATV-DVWK-M 165 ausführliche Hinweise.

Modelltechnische Abbildung des Regenrückhalte-raums

Das Modell muss alle Kenngrößen und Funktionen des RRR (Volumen, Drosselabfluss, Überlauf und gegebenenfalls Versickerung) nachbilden können.

Beim hydrologischen Modell werden in der Regel wasserstandsabhängige Beziehungen verwendet, während hydrodynamische Modelle die baulichen Gegebenheiten detaillierter geometrisch und hydraulisch berücksichtigen können.

5.5.3 Ergebnisse der Langzeitsimulation

Der Bemessung bzw. dem Nachweis von Rückhalte-räumen liegt in der Regel eine Wiederkehrzeit zugrunde, die geringer ist als die Länge der verwendeten Niederschlagsreihe. Somit besteht keine Notwendigkeit zur Extrapolation der Ergebnisse. Sollte diese trotzdem erforderlich werden, so sind zusätzlich zu den mit jeder Extrapolation verbundenen Unsicherheiten insbesondere die Nichtlinearitäten bei extremen Ereignissen in städtischen Entwässerungssystemen zu beachten. In

Kanalnetzen treten mitunter Abflussverhältnisse auf, die sich von einer Verteilung natürlicher Abflüsse verschiedener Wiederkehrzeit stark unterscheiden. Es wird daher grundsätzlich erforderlich, die Ergebnisse der Langzeitsimulation nach gängigen empirischen Verfahren aufzutragen und auszuwerten, gegebenenfalls zwischen den Einstauereignissen zu interpolieren (CHOW 1964, Arbeitsblatt DWA-A 531).

Als Ergebnis der Langzeitsimulation liegen für alle Niederschlag-Abfluss-Ereignisse die maßgeblichen Bemessungswerte z. B.: Zufluss, Abfluss und Speichervolumen und – soweit aufgetreten – Überlaufschneitel und -volumen vor.

Zur Ermittlung der Beziehung zwischen Volumen und Häufigkeit werden für jedes Ereignis die Summen von Speicher- und Überlaufvolumen gebildet und diese Werte der Größe nach geordnet (Stichprobe). Zur Plausibilitätsprüfung sollten die Zuflüsse zu RRR in gleicher Weise ausgewertet werden.

Für die Auswertung sind die folgenden Arbeitsschritte notwendig:

1. Feststellung, mit welcher Anzahl von Jahren M (abzüglich eventuell vorhandener Lücken) in der Langzeitsimulation gerechnet worden ist.
2. Festlegung, welche Anzahl L von Elementen der sortierten Stichprobe zur Auswertung genutzt werden. Es sollte eine partielle Serie mit dem Umfang L von zwei bis drei Mal der Anzahl der Simulationsjahre M gebildet werden.
3. Zuteilung eines Rangs k von 1 (Maximalereignis) bis L (Anzahl der Elemente der Stichprobe).
4. Die Wiederkehrzeit T_n wird für die einzelnen Stichprobenelemente z. B. nach Gleichung (9) ermittelt.

$$T_n = \frac{L+1}{k} \cdot \frac{M}{L} \quad (9)$$

mit

- T_n Wiederkehrzeit (Jahre)
- M Simulationszeitraum (Anzahl der Jahre)
- L Anzahl der Werte der Stichprobe (Anzahl)
- k Rang des Elements der Stichprobe von 1 bis L (Zahl)

Bild 4 zeigt sowohl die tabellarische Auswertung als auch die grafische Darstellung. Es ist erkennbar, dass zur Ermittlung der Volumina für vorgegebene Wiederkehrzeiten die Punkte ausgleichend verbunden werden können. Bei logarithmischer Auftragung der Wiederkehrzeiten wie in Bild 4 ergibt sich dieser Ausgleich in vielen Fällen zu einer Geraden. Beispielsweise ergibt sich für ein Volumen von 3000 m^3 die Wiederkehrzeit zu 3 bis 4 Jahren.

Bei der Auswertung können Sonderfälle auftreten, die beispielhaft in Bild 5 grafisch verdeutlicht sind.

• **Fall 1:**

Gelegentlich treten in Stichproben außergewöhnlich große Werte (Ausreißer) auf, deren Wiederkehrzeit augenscheinlich die Länge des Beobachtungszeitraums erheblich überschreitet. Gründe hierfür können z. B. sein:

- Es sind in der Niederschlagsreihe extreme Werte enthalten, die nicht repräsentativ für die Länge der Zeitreihe sind.
- Es sind in der Niederschlagsreihe extreme Werte enthalten, die nicht repräsentativ für das gesamte Einzugsgebiet sind (z. B. Gewitterzellen geringer Ausdehnung).
- Es gibt im System Elemente, die erst bei Ereignissen mit sehr großer Wiederkehrzeit sprunghaft zu einer Veränderung des Abflussverhaltens führen. Dies kann z. B. ein RRR im oben liegenden System sein, der erst bei sehr großen Wiederkehrzeiten überlastet ist und dessen Überlauf in das Kanalnetz führt.

In diesen Fällen ist die Auswertung grundsätzlich auf den homogenen Bereich der Verteilung beschränkt. Im vorliegenden Beispiel ist die Bemessung für $T_n = 10$ a auf einen Wert von 8000 m^3 noch vertretbar.

• **Fall 2:**

Es sind innerhalb der Reihe Inhomogenitäten zu erkennen. Gründe hierfür können z. B. sein:

- Die Grundgesamtheit wird durch die Stichprobe nur unzureichend repräsentiert. Da derartige Inhomogenitäten mit der Verlängerung der Reihe und damit umfangreicherer Stichprobe ausgeglichen werden, ist eine in etwa geradlinige Interpolation in diesem Bereich sinnvoll.
- Es gibt Elemente im Entwässerungssystem, die zu einer sprunghaften Änderung des Abflussverhaltens im Bereich kleiner und mittlerer Wiederkehrzeiten führen. Dies ist z. B. bei einem RRR im Oberlauf der Fall. Dieses Element beginnt im Beispiel ca. einjährig einzustauen und ist ab Wiederkehrzeiten von ca. 2,5 a überlastet mit einem Überlauf. In diesem Fall kann bei der Auswertung dem Verlauf der Stichprobenwerte gefolgt werden.

• **Fall 3:**

Ein RRR hat eine relativ hohe Drosselabflusspende und staut nur selten ein. In diesem Fall umfasst die Stichprobe nur wenige Werte größer Null. Auch in diesem Fall kann bei der Auswertung dem Verlauf der Stichprobenwerte gefolgt werden.

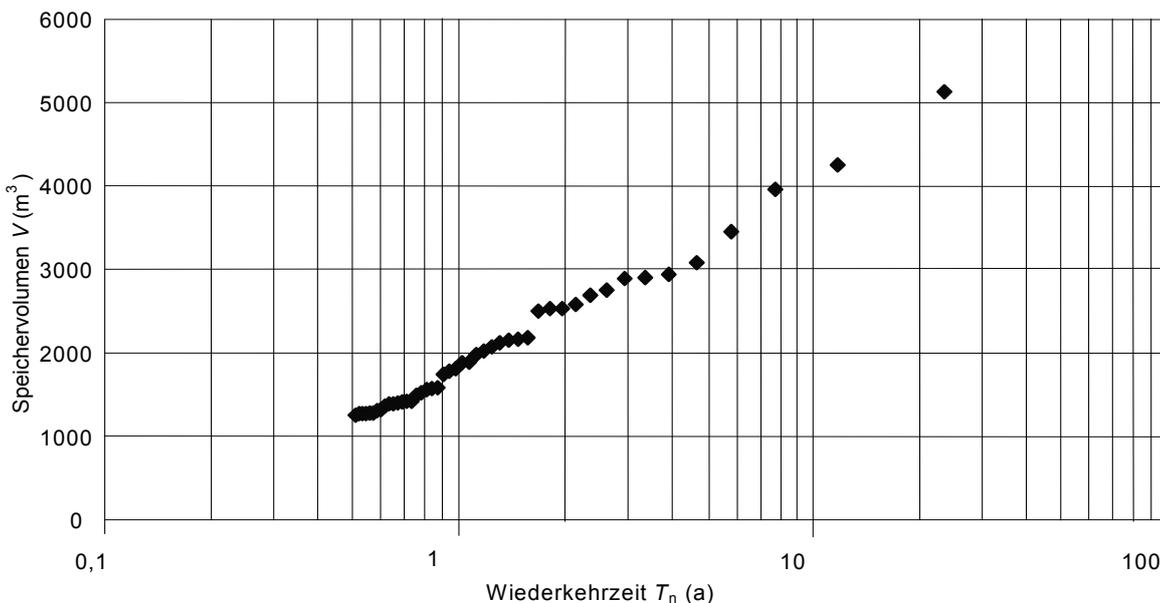


Bild 4: Beispiel einer tabellarischen und grafischen Auswertung

Anzahl der Stichproben: 46 Anzahl der Jahre: 23			
Rang –	Wiederkehrzeit T_n a	Häufigkeit n 1/a	Volumen V Tsd. m ³
1	23,50	0,04	5,13
2	11,75	0,09	4,25
3	7,83	0,13	3,96
4	5,88	0,17	3,45
5	4,70	0,21	3,08
6	3,92	0,26	2,94
7	3,36	0,30	2,90
8	2,94	0,34	2,89
9	2,61	0,38	2,75
10	2,35	0,43	2,69
11	2,14	0,47	2,58
	•		
	•		
	•		
39	0,60	1,66	1,32
40	0,59	1,70	1,31
41	0,57	1,74	1,28
42	0,56	1,79	1,28
43	0,55	1,83	1,27
44	0,53	1,87	1,27
45	0,52	1,91	1,27
46	0,51	1,96	1,25

Bild 4 (Ende)

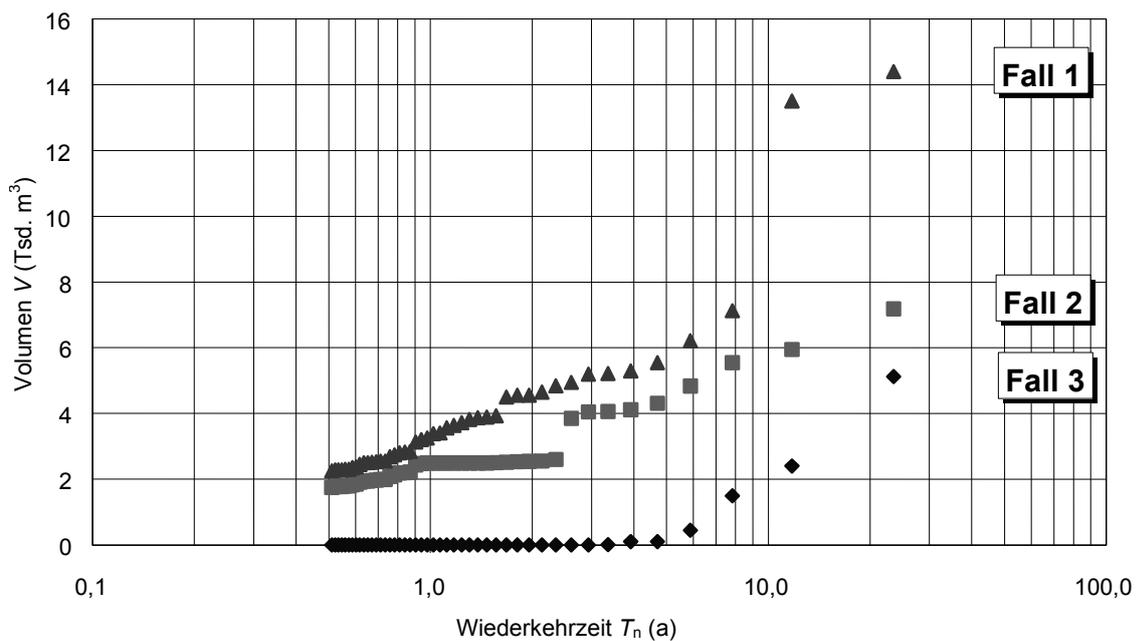


Bild 5: Auswertung bei Sonderfällen

Anhang A (normativ) Zuschlagsfaktor f_z

(vgl. Tabelle 2)

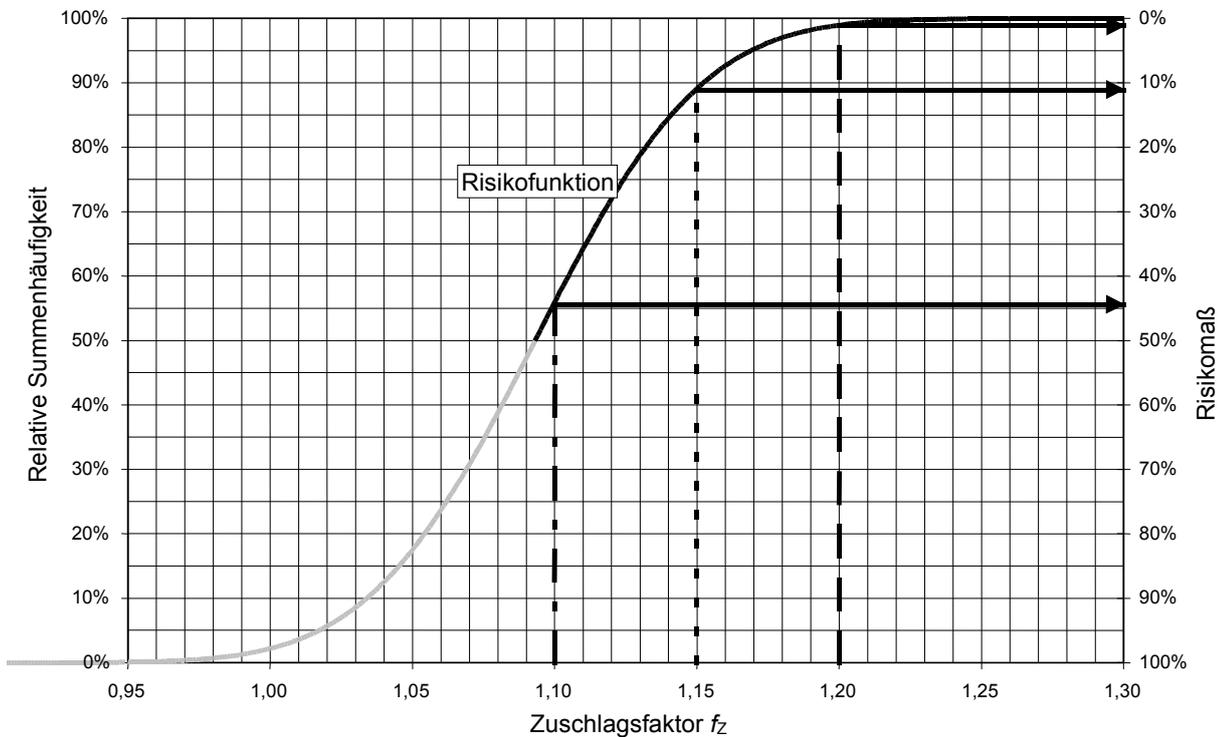


Bild A.1: Empirische Funktion des Zuschlagsfaktors f_z

Datenbasis bzw. Untersuchungsspektrum (HUHN 1999):

- 10 verschiedene Niederschlagsreihen:
Bochum, Hamburg, Marsberg, Oberstdorf, Chemnitz, Berlin, Fuhrberg, Dortmund, Leipzig, Tübingen
- 4 verschiedene Häufigkeiten:
 $0,1/a \leq n \leq 1,0/a$
- 15 verschiedene Regenanteile der Drosselabflusspende
 $2 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)} \leq q_{\text{Dr,R,u}} \leq 40 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$

⇒ insgesamt 600 Wertpaare

Anhang B (normativ) **Abminderungsfaktor f_A** (vgl. Bild 3)

empirische Funktion $f_A = (0,6134 \cdot n + 0,3866) \cdot f_1 - (0,6134 \cdot n - 0,6134)$ (B.1)

mit n Überschreitungshäufigkeit in 1/a

f_1 Hilfsfunktion

$$f_1 = 1 - (1,00 \cdot 10^{-10} \cdot t_f^3 - 8,00 \cdot 10^{-9} \cdot t_f^2 + 1,00 \cdot 10^{-8} \cdot t_f) \cdot q_{Dr,R,u}^3 \\ + (1,60 \cdot 10^{-8} \cdot t_f^3 - 9,15 \cdot 10^{-7} \cdot t_f^2 + 1,14 \cdot 10^{-6} \cdot t_f) \cdot q_{Dr,R,u}^2 \\ + (1,80 \cdot 10^{-7} \cdot t_f^3 - 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot t_f^2 + 1,56 \cdot 10^{-5} \cdot t_f) \cdot q_{Dr,R,u}$$

t_f Fließzeit in min

$q_{Dr,R,u}$ Regenanteil der Drosselabflussspende der undurchlässigen Fläche

Gültigkeitsbereich $0 \text{ min} \leq t_f \leq 30 \text{ min}$

$$2 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)} \leq q_{Dr,R,u} \leq 40 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$$

$$0,1/a \leq n \leq 1,0/a$$

Außerhalb des Gültigkeitsbereichs ist die Anwendung der empirischen Funktion nicht zulässig!

Anhang C (informativ) Berechnungsbeispiel

Grundlagen

Das Beispiel wurde so gewählt, dass möglichst viele Varianten in einem System zur Anwendung kommen. Die Grundlage des Systems, welches in Bild C.1 skizziert ist, bildet ein Mischsystem mit vier Teilgebieten (EZG 1 bis EZG 4). Dazu kommt ein separates Trenngebiet (EZG 5).

Die in dem System erforderliche Mischwasserbehandlung mit den Regenüberlaufbecken RÜB 3, RÜB 4 und dem Regenüberlauf RÜ 2 wurde nach den Grundsätzen des Arbeitsblattes ATV-A 128 bemessen. Die hierzu erforderlichen und verwendeten Daten sind in den nachfolgenden Datentabellen enthalten.

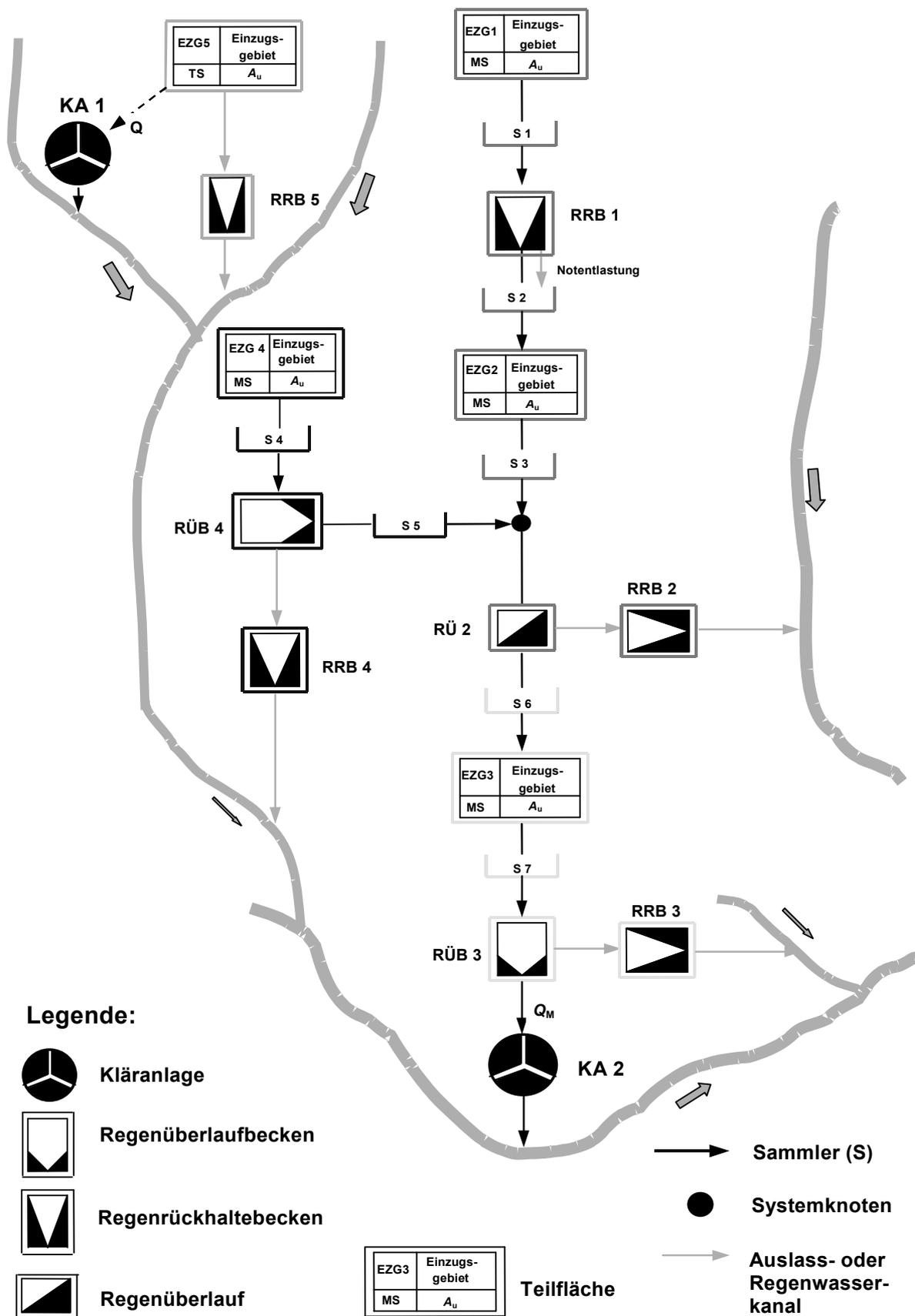
Die Regenrückhaltebecken RRB 1 und RRB 5 sind nicht vorentlastet. Das RRB 4 ist durch ein Regenüberlaufbecken (RÜB 4) vorentlastet. Die Becken RRB 2 und RRB 3 sind jeweils mehrfach vorentlastet. Bei RRB 1 handelt es sich um einen Rückhalt im Kanal, bei dem neben dem Drosselabfluss auch der Notüberlauf in den weiterführenden Transportsammler TS 2 geleitet wird. Bei den anderen Rückhaltebecken werden Drosselabflüsse und Überläufe in ein Gewässer geleitet.

Die Bandbreite der Kenndaten wurde bewusst groß gewählt. Die Drosselabflussspenden $q_{Dr,k}$ variieren zwischen 2 l/(s·ha) und 10 l/(s·ha), die Überschreitungshäufigkeiten n liegen zwischen 0,1/a und 1,0/a.

Die Regenrückhaltebecken RRB 1, RRB 4 und RRB 5 erfüllen die Kriterien für die Anwendung des einfachen Verfahrens und können daher auch mit diesem berechnet werden. Der entsprechende Berechnungsgang wird dargestellt. Für alle anderen Becken müssen die erforderlichen Volumina mit dem Nachweisverfahren ermittelt werden.

Für die Anwendung des einfachen Verfahrens und die Durchführung der Langzeitsimulation wurde beispielhaft die 30-jährige Niederschlagszeitreihe der Station Bochum-DMT (1951-1980)¹⁾ verwendet. Die Ergebnisse der statistischen Auswertung entsprechend Arbeitsblatt DWA-A 531 sind in Tabelle C.5 aufgeführt.

1) Zu beziehen bei: DMT GmbH, Geschäftsbereich GeoTec, Am Technologiepark 1, 45307 Essen.



Legende:



Kläranlage



Regenüberlaufbecken



Regenrückhaltebecken



Regenüberlauf

EZG3	Einzugsgebiet
MS	A_u

Teilfläche

→ Sammler (S)

● Systemknoten

→ Auslass- oder Regenwasserkanal

Bild C.1: Systemskizze Berechnungsbeispiel

Tabelle C.1: Kenndaten der Einzugsgebiete

EZG	Einheit	1	2	3	4	5
MS oder TS		MS	MS	MS	MS	TS
$A_{E,k}$	ha	6,0	12,0	27,0	25,0	4,0
NG		1	1	1	1	3
t_f	min	5,0	7,0	10,	8,0	3,0
C_{CSB} Schmutzwasser	mg/l	600	600	728	829	
$A_{E,b}$	ha	6,0	3,7	11,8	11,5	3,1
$\psi_{m,b}$	-	0,833	0,81	0,85	0,87	0,81
$A_{u,H}$	ha	5,0	3,0	6,0	4,0	2,5
$A_{u,G}$	ha			4,0	6,0	
$A_{E,nb}$	ha		8,3	15,2	13,5	0,9
$\psi_{m,nb}$			0,06	0,06	0,06	0,2
A_u	ha	5,0	3,5	10,9	10,8	2,7
$Q_{H,d,aM}$	l/s	1,1	0,6	1,7	0,9	
$Q_{H,h,max}$	l/s	1,9	1,0	2,9	1,5	
$Q_{G,d,aM}$	l/s			0,8	1,2	
$Q_{G,h,max}$	l/s			2,8	4,2	
Q_F	l/s	0,5	0,3	1,0	1,0	
$Q_{T,d,aM}$	l/s	1,6	0,9	3,5	3,1	
$Q_{T,h,max}$	l/s	2,4	1,3	6,7	6,7	

ERLÄUTERUNGEN

- $A_{E,b}$ befestigte Fläche im Einzugsgebiet
- $A_{E,k}$ Fläche des kanalisierten Einzugsgebiets
- $A_{E,nb}$ unbefestigte Fläche = $A_{E,k} - A_{E,b}$ (Für Simulationsrechnungen mit Modellen: Von den mit (*) gekennzeichneten nicht befestigten Flächen kann nur von 30 % der Fläche Regenabfluss in das Entwässerungssystem gelangen)
- A_u „undurchlässige“ Fläche gesamt (= $A_{u,H} + A_{u,G} + A_{E,nb} \cdot \psi_{m,nb}$)
- $A_{u,H}/A_{u,G}$ „undurchlässige“ Fläche häuslich/gewerblich
- C_{CSB} Konzentration des CSB in der homogenisierten Probe
- EZG Einzugsgebiet
- MS/TS Mischsystem/Trennsystem
- NG Neigungsgruppe
- t_f rechnerische Fließzeit im Kanalnetz bei Vollfüllung
- Q_F Fremdwasserabfluss
- $Q_{G,d,aM}$ mittlerer täglicher gewerblicher Schmutzwasserabfluss im Jahresmittel
- $Q_{G,h,max}$ maximaler stündlicher gewerblicher Schmutzwasserabfluss
- $Q_{H,d,aM}$ mittlerer täglicher häuslicher Schmutzwasserabfluss im Jahresmittel
- $Q_{H,h,max}$ maximaler stündlicher häuslicher Schmutzwasserabfluss
- $Q_{T,d,aM}$ mittlerer täglicher Trockenwetterabfluss im Jahresmittel
- $Q_{T,h,max}$ maximaler stündlicher Trockenwetterabfluss
- $\psi_{m,b}$ mittlerer Abflussbeiwert der befestigten Fläche

Alle weiteren Werte bezüglich des Trockenwetterabflusses sind ebenso wie die nachfolgenden Angaben nur für die Mischwasserbehandlung und Schmutzfrachtberechnung nach Arbeitsblatt ATV-A 128 relevant.

Spezifischer Wasserverbrauch: $w_s = 130 \text{ l/(E}\cdot\text{d)}$ $x = 14$ (Spitzenfaktor)

Gewerbliches Schmutzwasser: $q_{G,d,aM} = 0,20 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ $x = 10$
 $CSB = 1000 \text{ mg/l}$ 250 d/a

Fremdwasser-Abflussspende: $q_F = 0,10 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$

mittlere jährliche Niederschlagshöhe: $h_N = 782 \text{ mm}$

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:10

Tabelle C.2: Kenndaten der Transportsammler

Kennwerte		Transportsammler								
Einheit		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	Sammler im EZG 2	Sammler im EZG 3
Länge	m	140	210	70	10	300	200	250	350	800
DN	mm	900	400	800	1200	300	500	1200	800	1200
Gefälle	‰	1,5	1,5	1,0	1,5	1,0	1,5	1,5	1,0	1,5
Fließzeit	min	2	5	1	0	10	4	3	7	10
k_b -Wert	mm	0,75	0,75	0,75	1,50	0,75	0,75	0,75	1,50	1,50

Tabelle C.3: Kenndaten der Mischwasserbehandlung

Regenüberlaufbecken/ Regenüberlauf	Kenndaten		
	Volumen m^3	Drosselabgaben	
		Q_{Dr} l/s	Q_{krit} l/s
RÜB 4	150,0	20,0	
RÜ 2			126,0
RÜB 3	500,0	34,0	

Tabelle C.4: Kenndaten der Regenrückhaltebecken

Regenrückhaltebecken	$A_{E,k}$ ha	Kenndaten	
		$q_{Dr,k}$ l/(s·ha)	n 1/a
RRB 1	6	10	0,2
RRB 2	18 ^{*)}	10	0,1
RRB 3	27	5	0,5
RRB 4	25	2	1
RRB 5	4	2	0,5

ANMERKUNG
*) Einschließlich EZG 1, da Notentlastung von RRB 1 im System verbleibt.

Tabelle C.5: Statistische Niederschlagshöhen Bochum-DMT (aus Zeitreihe 1951-80)

Niederschlagshöhen in mm					
Wiederkehrzeit T_n (a): Häufigkeit n (1/a):	1 1	2 0,5	5 0,2	10 0,1	20 0,05
Dauer					
5 min	7,3	9,0	11,2	13,0	14,7
10 min	9,6	11,9	15,0	17,3	19,6
15 min	11,0	13,7	17,2	19,9	22,5
20 min	12,0	14,9	18,8	21,7	24,6
30 min	13,4	16,7	21,0	24,2	27,5
45 min	14,8	18,4	23,2	26,8	30,4
60 min	15,8	19,6	24,8	28,6	32,5
90 min	17,2	21,4	27,0	31,2	35,4
120 min	19,0	23,5	29,5	34,0	38,6
150 min	20,4	25,2	31,5	36,3	41,1
3 h	21,6	26,6	33,2	38,2	43,2
4 h	23,4	28,8	35,9	41,3	46,7
6 h	26,0	32,0	39,8	45,8	51,7
8 h	27,9	34,3	42,7	49,1	55,5
12 h	30,5	37,5	46,9	53,9	61,0
18 h	33,1	40,9	51,2	59,0	66,8
24 h	34,9	43,3	54,4	62,7	71,1

Von der DWA lizenziert für ID: <f6095d73-2d92-11eb-8e0a-000c29c74a16>, IP 204.104.55.4, 27.09.2021 04:10

C.1 Anwendung des einfachen Verfahrens für RRB 1

1. Bemessungsgrundlagen:

Fläche des kanalisierten Einzugsgebiets	$A_{E,k}$	= 6 ha
befestigte Fläche	$A_{E,b}$	= 6 ha
mittlerer Abflussbeiwert	$\psi_{m,b}$	= 0,833
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d,aM}$	= 1,6 l/s
Vorgegebene Drosselabflusspende	$q_{Dr,k}$	= 10 l/(s·ha)
vorgegebene Überschreitungshäufigkeit	n	= 0,2/a

2. Ermittlung der für die Berechnung maßgebenden „undurchlässigen“ Fläche A_u :

$$A_u = A_{E,b} \cdot \psi_{m,b}$$

$$A_u = 6,0 \cdot 0,833 = 5,0 \text{ ha}$$

3. Ermittlung der Drosselabflusspenden:

$$Q_{Dr,max} = q_{Dr,k} \cdot A_{E,k} = 10 \cdot 6 = 60 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr} - Q_{T,d,aM}) / A_u = (60 - 1,6) / 5,0 = 11,7 \text{ l/(s·ha)}$$

4. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

Mit der Fließzeit	$t_f = 5 + 2 = 7 \text{ min}$
und der Häufigkeit	$n = 0,2/a$
ergibt sich aus Bild 3 der Abminderungsfaktor zu	$f_A = 1,0$
bzw. mit den Formeln des Anhangs B zu	$f_A = 0,995$

5. Festlegung des Zuschlagsfaktors f_Z :

Der Zuschlagsfaktor wird gewählt für ein geringes Risikomaß zu $f_Z = 1,20$

6. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden für die Überschreitungshäufigkeit $n = 0,2/a$ aus Tabelle C.5 (alternativ: Ermittlung nach KOSTRA-DWD 2000 (itwh 2009)).

7. Anwendung von Gleichung (6) für ausgewählte Dauerstufen:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) \cdot D \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06 \text{ (m}^3/\text{ha)}$$

Tabelle C.6: RRB 1 – Anwendung des einfachen Verfahrens für ausgewählte Dauerstufen

Dauerstufe D	Niederschlagshöhe h_N für $n=0,2/a$	Zugehörige Regenspende r	Drosselabflusspende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zwischen r und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speichervolumen $V_{s,u}$
min	mm	l/(s·ha)	l/(s·ha)	l/(s·ha)	m ³ /ha
45	23,2	85,9	11,7	74,2	239
60	24,8	68,9	11,7	57,2	246
90	27,0	50,0	11,7	38,3	247
120	29,5	41,0	11,7	29,3	252
150	31,5	35,0	11,7	23,3	250
180	33,2	30,7	11,7	19,0	246
240	35,9	24,9	11,7	13,2	227

Größtwert bei $D = 120$ min: Erforderliches spezifisches Volumen $V_{s,u} = 252 \text{ m}^3/\text{ha}$

8. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach Gleichung (7):

$$V = V_{s,u} \cdot A_u = 252 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot 5 \text{ ha} = 1260 \text{ m}^3$$

C.2 Anwendung des einfachen Verfahrens für RRB 5

1. Bemessungsgrundlagen:

- Fläche des kanalisiertem Einzugsgebiets $A_{E,k} = 4$ ha
- befestigte Fläche $A_{E,b} = 3,1$ ha
- mittlerer Abflussbeiwert $\psi_{m,b} = 0,81$
- nicht befestigte Fläche $A_{E,nb} = 0,9$ ha
- mittlerer Abflussbeiwert $\psi_{m,nb} = 0,2$
- (Kulturland, steiles Gelände)
- Trockenwetterabfluss $Q_{T,d,aM} = 0$ l/s
- vorgegebene Drosselabfluss-spende $q_{Dr,k} = 2$ l/(s·ha)
- vorgegebene Überschreitungs-häufigkeit $n = 0,5/a$

2. Ermittlung der für die Berechnung maßgebenden „undurchlässigen“ Fläche A_u :

$$A_u = A_{E,b} \cdot \psi_{m,b} + A_{E,nb} \cdot \psi_{m,nb}$$

$$A_u = 3,1 \cdot 0,81 + 0,9 \cdot 0,2 \approx 2,7$$
 ha

3. Ermittlung der Drosselabflussspenden:

$$Q_{Dr,max} = q_{Dr,k} \cdot A_{E,k} = 2 \cdot 4 = 8$$
 l/s
$$q_{Dr,R,u} = q_{Dr,u} = 8/2,7 = 3,0$$
 l/(s·ha)

4. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

- Mit der Fließzeit $t_f = 3$ min
- und der Häufigkeit $n = 0,5/a$
- ergibt sich aus Bild 3
- der Abminderungsfaktor zu $f_A = 1,0$
- bzw. mit den Formeln des Anhangs B der Abminderungsfaktor zu $f_A \approx 1$

5. Festlegung des Zuschlagsfaktors f_z :

- Der Zuschlagsfaktor wird gewählt für ein geringes Risikomaß zu $f_z = 1,20$

6. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden für die Überschreitungshäufigkeit $n = 0,5/a$ aus Tabelle C.5 (alternativ: Ermittlung nach KOSTRA-DWD 2000 (itwh 2009)).

7. Anwendung von Gleichung (6) für ausgewählte Dauerstufen:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) \cdot D \cdot f_z \cdot f_A \cdot 0,06$$
 (m³/ha)

Tabelle C.7: RRB 5 – Anwendung des einfachen Verfahrens für ausgewählte Dauerstufen

Dauerstufe D	Niederschlags-höhe h_N für $n=0,5/a$	Zugehörige Regenspende r	Drosselabflussspende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zwischen r und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speichervolumen $V_{s,u}$
h	mm	l/(s·ha)	l/(s·ha)	l/(s·ha)	m³/ha
3	26,6	24,6	3,0	21,6	280
4	28,8	20,0	3,0	17,0	294
6	32,0	14,8	3,0	11,8	306
8	34,3	11,9	3,0	8,9	308
10	36,0	10,0	3,0	7,0	302
12	37,5	8,7	3,0	5,7	294

Größtwert bei $D = 8$ h: Erforderliches spezifisches Volumen $V_{s,u} = 308$ m³/ha

8. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens nach Gleichung (7):

$$V = V_{s,u} \cdot A_u = 308 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot 2,7 \text{ ha} = 832 \text{ m}^3$$

C.3 Anwendung des einfachen Verfahrens für RRB 4

Bei dem RRB 4 und dem RÜB 4 handelt es sich um eine übliche Kombination von Regenüberlaufbecken zur Mischwasserbehandlung und einem Regenrückhaltebecken zur Dämpfung der Spitzenabflüsse vor der Einleitung in ein Gewässer. Das Regenrückhaltebecken kann unter Berücksichtigung des RÜB näherungsweise mit dem einfachen Verfahren bemessen werden.

1. Bemessungsgrundlagen:

Fläche des kanalisierterten Einzugsgebiets	$A_{E,k}$	= 25,0 ha
befestigte Fläche	$A_{E,b}$	= 11,5 ha
mittlerer Abflussbeiwert	$\psi_{m,b}$	= 0,87
nicht befestigte Fläche	$A_{E,nb}$	= 13,5 ha
mittlerer Abflussbeiwert	$\psi_{m,nb}$	= 0,06
vorgelagertes RÜB-Volumen	$V_{RÜB}$	= 150 m ³
vorgegebener RÜB-Drosselabfluss	$Q_{Dr,RÜB}$	= 20 l/s
Trockenwetterabfluss im EZG 4:	$Q_{T,d,aM}$	= 3,1 l/s
vorgegebene RRB-Drosselabflussspende	$q_{Dr,k}$	= 2 l/(s · ha)
vorgegebene Überschreitungshäufigkeit	n	= 1,0/a

2. Ermittlung der für die Berechnung maßgebenden „undurchlässigen“ Fläche A_u :

$$A_u = A_{E,b} \cdot \psi_{m,b} + A_{E,nb} \cdot \psi_{m,nb}$$

$$A_u = 11,5 \cdot 0,87 + 13,5 \cdot 0,06 \approx 10,8 \text{ ha}$$

3. Ermittlung der Drosselabflussspenden:

$$q_{Dr,R,u,RÜB} = (Q_{Dr,RÜB} - Q_T) / A_u = (20 - 3,1) / 10,8$$

$$= 1,56 \text{ l/(s · ha)}$$

$$Q_{Dr,RRB} = q_{Dr,k} \cdot A_{E,k} = 2,0 \cdot 25 = 50 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u,RRB} = Q_{Dr,RRB} / A_u = 50 / 10,8$$

$$= 4,63 \text{ l/(s · ha)}$$

4. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A
 Mit der Fließzeit $t_f = 8 \text{ min}$
 und der Häufigkeit $n = 1,0/a$
 ergibt sich aus Bild 3
 der Abminderungsfaktor zu $f_A = 1,0$
 bzw. mit den Formeln des Anhangs B zu $f_A = 0,995$

5. Festlegung des Zuschlagsfaktors f_Z :
 Der Zuschlagsfaktor wird gewählt für ein hohes Risikomaß (RRB im Außenbereich vor Einleitung ins Gewässer) zu $f_Z = 1,10$.

6. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden für die Überschreitungshäufigkeit $n = 1,0/a$ aus Tabelle C.5 (alternativ: Ermittlung nach KOSTRA-DWD 2000 (itwh 2009)).

7. Anwendung von Gleichung (6) für ausgewählte Dauerstufen:

Bei der Anwendung von Gleichung (6) ist das RÜB zu berücksichtigen. Da das RRB erst nach Vollfüllung des RÜB beaufschlagt wird, sind die Dauerstufen bei der Berechnung um die Fülldauer des RÜB zu verringern. Als Drosselabflussspende ist die Summe der Regenanteile in den Drosselabflussspenden von RÜB und RRB einzusetzen.

$$q_{Dr,R,u} = q_{Dr,R,u,RÜB} + q_{Dr,R,u,RRB}$$

$$= 1,56 + 4,63 = 6,2 \text{ l/(s · ha)} \quad (6)$$

Gleichung (6) erweitert sich damit zu

$$V_{su} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) \cdot (D - D_{RÜB}) \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06 \text{ (m}^3/\text{ha)}$$

mit

$$D_{RÜB} = V_{RÜB} / ((r_{D,n} - q_{Dr,R,u,RÜB}) \cdot A_u \cdot 0,06)$$

Tabelle C.8: RRB 4 – Anwendung des einfachen Verfahrens für ausgewählte Dauerstufen

Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n=1,0/a$	Zugehörige Regen- spende r	Summe der Drosselabfluss- spenden $q_{Dr,R,u}$	Differenz zwischen r und $q_{Dr,R,u}$	Fülldauer des RÜB $D_{RÜB}$	spezifisches Speicher- volumen $V_{s,u}$
min	mm	l/(s·ha)	l/(s·ha)	l/(s·ha)	min	m ³ /ha
10	9,6	160,0	6,2	153,8	1,5	86
20	12,0	100,0	6,2	93,8	2,4	108
30	13,4	74,4	6,2	68,3	3,2	120
45	14,8	54,8	6,2	48,6	4,3	130
60	15,8	43,9	6,2	37,7	5,5	135
90	17,2	31,9	6,2	25,7	7,6	139
120	19,0	26,4	6,2	20,2	9,3	147
180	21,6	20,0	6,2	13,8	12,6	152
240	23,4	16,3	6,2	10,1	15,8	149
360	26,0	12,0	6,2	5,8	22,1	129
480	27,9	9,7	6,2	3,5	28,5	104

Größtwert bei $D = 180$ min: Erforderliches spezifisches
Volumen $V_{s,u} = 152$ m³/ha

8. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens
nach Gleichung (7):

$$V = V_{s,u} \cdot A_u = 152 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot 10,8 \text{ ha} = 1640 \text{ m}^3$$

C.4 Ergebnisse des Nachweisverfahrens

Das Gesamtsystem des Bemessungsbeispiels mit allen Anlagen der Mischwasserbehandlung und den Regenrückhaltebecken wurde als kontinuierliche Langzeitsimulation über 30 Jahre (1951 bis 1980) durchgerechnet, um die erforderlichen Volumina der Rückhaltebecken zu ermitteln.

Beim Nachweisverfahren müssen für alle Becken Volumenwerte vorgegeben werden. Für die Becken RRB 1 und RRB 5 wurden die mit dem einfachen Verfahren ermittelten Volumina als Eingangswerte für die Langzeitsimulation verwendet, für die anderen Becken wurden Startwerte auf der Basis eines spezifischen Volumens von $150 \text{ m}^3/\text{ha}$ (bezogen auf die befestigte Fläche $A_{e,b}$) geschätzt.

Die Ergebnisse der Langzeitsimulation sind exemplarisch für RRB 1 in Tabelle C.9 dargestellt.

Für jedes Einstauereignis wird neben Beginn und Dauer das maximale Speichervolumen (V_{\max}) ermittelt. In allen Fällen, bei denen ein Überstau auftritt, werden zusätzlich Überlaufvolumen (V_{ue}), Überlaufdauer (D_{ue}) und maximaler Überlauf ($Q_{ue,\max}$) ermittelt und ausgegeben. Für die statistischen Auswertungen sind außerdem die Summen von Einstau- und Überlaufvolumen angegeben ($V_{\max} + V_{ue}$). Für die tabellarische Ausgabe wurden alle Einstauereignisse nach der Größe von Einstau- plus Überlaufvolumen sortiert.

Tabelle C.9: Ergebnisse einer Langzeitsimulation (Ausschnitt für RRB 1)

Beginn	Dauer	V_{\max}	V_{ue}	$V_{\max} + V_{ue}$	D_{ue}	$Q_{ue,\max}$
	min	m^3	m^3	m^3	min	l/s
30.08.68 14:45	525	1249	573	1822	105	464
15.06.68 19:35	420	1245	443	1688	35	410
30.09.56 23:20	360	1241	280	1521	25	345
25.08.60 19:35	320	1215	27	1242	10	78
11.07.58 22:10	340	1208	7	1215	15	15
11.07.59 15:45	300	1164	0	1164	0	0
15.09.64 15:00	375	1141	0	1141	0	0
14.06.99 14:25	375	1063	0	1063	0	0
29.07.70 00:55	285	1019	0	1019	0	0
03.09.75 17:45	270	1012	0	1012	0	0
13.07.79 16:15	455	963	0	963	0	0
19.05.60 11:30	485	918	0	918	0	0
20.07.80 21:55	480	824	0	824	0	0
22.06.59 23:20	295	772	0	772	0	0
...

Für die Darstellung in Bild C.2 wurden den Ereignissen entsprechend Gleichung (9) geschätzte Wiederkehrzeiten zugeordnet. Mithilfe der Ausgleichsgeraden kann das erforderliche Speichervolumen für RRB 1 für $n = 0,2$ ($T_n = 5$ a) zu 1160 m^3 abgelesen werden.

Bei der Durchführung der Langzeitsimulation für das Beispielsystem von verschiedenen Anwendern mit verschiedenen Niederschlag-Abfluss-Modellen ergaben sich im Mittel die in Tabelle C.10 angegebenen erforderlichen Volumina in einer Bandbreite von weniger als $\pm 10 \%$.

Die Ergebnisse für das Becken RRB 2 sind für zwei unterschiedliche Berechnungsannahmen angegeben. Die Notentlastung des Beckens RRB 1 führt in den weitergehenden Kanal. Werden die Spitzenabflüsse, die durch Drosselabfluss plus Notentlastung entstehen, durch den Sammler 2 auf einen Wert $Q_{\text{max}} = 103 \text{ l/s}$ begrenzt, treten am RÜ 2 Abflüsse über dem Drosselabfluss von 125 l/s nur durch die Regenabflüsse des relativ kleinen EZG 2 auf (Fall: mit Begrenzung). Werden im Sammler 2 dagegen größere Spitzenabflüsse zugelassen bzw. ohne Begrenzung gerechnet, so wird der Drosselabfluss am RÜ entsprechend stärker und länger überschritten, und für das nachgeschaltete RRB 2 ergeben sich größere erforderliche Volumina (Fall: ohne Begrenzung).

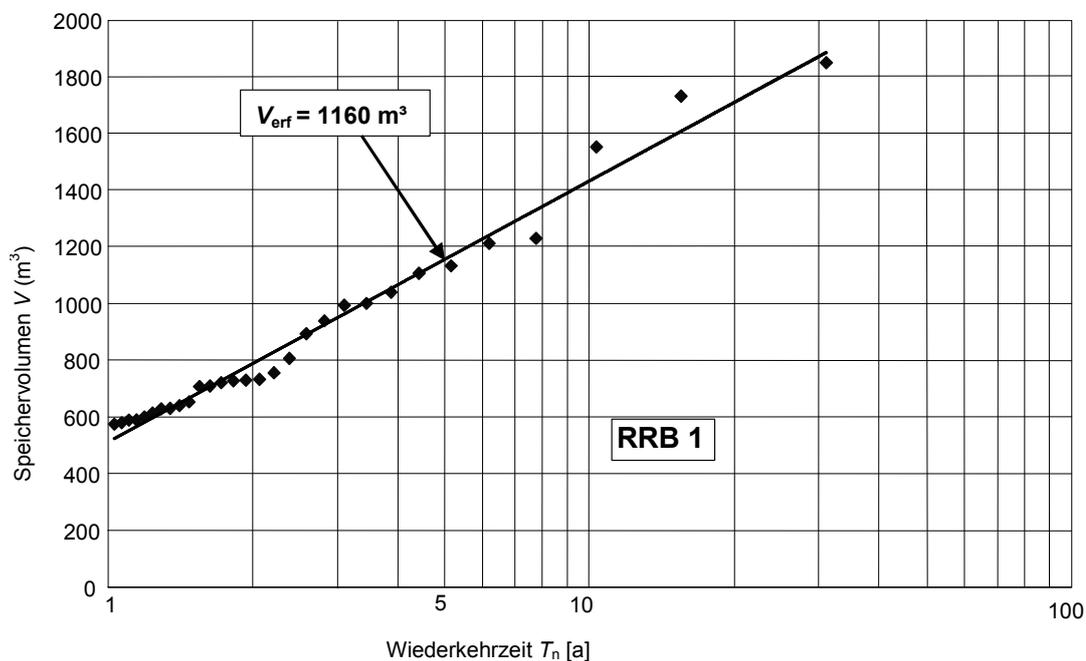


Bild C.2: Speichervolumen in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit mit Ausgleichsgerade

Tabelle C.10: Mittlere durch Langzeitsimulationen ermittelte erforderliche Volumina der Rückhaltebecken

Rückhaltebecken	Erforderliches Volumen in m^3
RRB 1	1210
RRB 2 mit Begrenzung	280
RRB 2 ohne Begrenzung	530
RRB 3	2110
RRB 4	1600
RRB 5	700

Anhang D (informativ) Anwendung des einfachen Verfahrens für ein vorentlastetes Becken

Für ein einfaches System mit zwei hintereinander liegenden Becken sollen die erforderlichen Volumina bestimmt werden.

1. Bemessungsgrundlagen:

vorgegebene Drosselabflussspende $q_{Dr,k} = 5 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$

vorgegebene Überschreitungshäufigkeit $n = 0,2/a$

a) 1. Becken

Fläche des Einzugsgebiets $A_{E,k} = 10 \text{ ha}$

„undurchlässige“ Fläche $A_u = 4,0 \text{ ha}$

Trockenwetterabfluss $Q_{T,d,aM} = 2 \text{ l/s}$

Fließzeit $t_f = 5 \text{ min}$

b) 2. Becken

Fläche des direkten Einzugsgebiets $A_{E,k} = 28 \text{ ha}$

„undurchlässige“ Fläche $A_u = 10,0 \text{ ha}$

Trockenwetterabfluss $Q_{T,d,aM} = 4 \text{ l/s}$

Fließzeit $t_f = 8 \text{ min}$

2. Ermittlung der Drosselabflussspenden:

a) 1. Becken:

$$Q_{Dr,1} = q_{Dr,k} \cdot A_{E,k} = 5 \cdot 10 = 50 \text{ l/s}$$

$$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr,1} - Q_{T,d,aM})/A_u = (50 - 2)/4,0 = 12,0 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$$

b) 2. Becken

$$Q_{Dr,2} = q_{Dr,k} \cdot A_{E,k,2} + Q_{Dr,1} = 5 \cdot 28 + 50 = 190 \text{ l/s}$$

Nach Gleichung (8):

$$q_{Dr,R,u} = (Q_{Dr,2} - Q_{Dr,1} - Q_{T,d,aM})/A_u = (190 - 50 - 4)/10,0 = 13,6 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$$

3. Ermittlung des Abminderungsfaktors f_A :

Mit den Fließzeiten t_f und der Häufigkeit $n = 0,2/a$ ergibt sich der Abminderungsfaktor aus Bild 3 zu $f_A = 1,0$ bzw. mit den Formeln des Anhangs B zu:

$$\text{a) 1. Becken: } f_A = 0,998$$

$$\text{b) 2. Becken: } f_A = 0,993$$

4. Festlegung des Zuschlagsfaktors f_Z :

Der Zuschlagsfaktor wird gewählt für ein geringes Risikomaß zu $f_Z = 1,20$

5. Bestimmung der statistischen Niederschlagshöhen und Regenspenden für die Überschreitungshäufigkeit $n = 0,2/a$ aus Tabelle C.5 (alternativ: Ermittlung nach KOSTRA-DWD 2000 (itwh 2009)).

6. Anwendung von Gleichung (6) für ausgewählte Dauerstufen:

$$V_{s,u} = (r_{D,n} - q_{Dr,R,u}) \cdot D \cdot f_Z \cdot f_A \cdot 0,06 \text{ (m}^3\text{/ha)}$$

Tabelle D.1: Anwendung des einfachen Verfahrens für ein vorentlastetes Becken – a) 1. Becken

Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n=0,2/a$	Zugehörige Regenspende r	Drosselabfluss- spende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zwischen r und $q_{Dr,R,u}$	spezifisches Speicher- volumen $V_{s,u}$
min	mm	l/(s·ha)	l/(s·ha)	l/(s·ha)	m ³ /ha
45	23,2	85,9	12,0	73,9	239
60	24,8	68,9	12,0	56,9	245
90	27,0	50,0	12,0	38,0	246
120	29,5	41,0	12,0	29,0	250
150	31,5	35,0	12,0	23,0	248
180	33,2	30,7	12,0	18,7	242
240	35,9	24,9	12,0	12,9	223

Größtwert bei $D = 120$ min: Erforderliches spezifi-
sches Volumen $V_{s,u} = 250$ m³/ha

Tabelle D.2: Anwendung des einfachen Verfahrens für ein vorentlastetes Becken – b) 2. Becken

Dauerstufe D	Niederschlags- höhe h_N für $n = 0,2/a$	Zugehörige Regenspende r	Drosselabfluss- spende $q_{Dr,R,u}$	Differenz zwischen r und $q_{Dr,R,u}$	Spezifisches Speicher- volumen $V_{s,u}$
min	mm	l/(s·ha)	l/(s·ha)	l/(s·ha)	m ³ /ha
20	18,8	156,7	13,6	143,1	205
30	21,0	116,7	13,6	103,1	221
45	23,2	85,9	13,6	72,3	233
60	24,8	68,9	13,6	55,3	237
90	27,0	50,0	13,6	36,4	234
120	29,5	41,0	13,6	27,4	235
150	31,5	35,0	13,6	21,4	230

Größtwert bei $D = 60$ min: Erforderliches spezifisches
Volumen $V_{s,u} = 237$ m³/ha

7. Bestimmung des erforderlichen Rückhaltevolumens

1. Becken

$$V = V_{s,u} \cdot A_u = 250 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot 4,0 \text{ ha} = 1000 \text{ m}^3$$

2. Becken

$$V = V_{s,u} \cdot A_u = 237 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot 10,0 \text{ ha}$$

$$= 2370 \text{ m}^3$$

Technische Regeln

DIN-Normen

DIN 1986, Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke; alle Teile

DIN 19700, Stauanlagen

- Teil 10: Gemeinsame Festlegungen
- Teil 11: Talsperren
- Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken

DWA-Regelwerk

DWA-A 100, Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE); Arbeitsblatt

DWA-A 110, Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen; Arbeitsblatt

ATV-A 128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen; Arbeitsblatt

DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; Arbeitsblatt

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

ATV-DVWK-A 198, Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen; Arbeitsblatt

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

DWA-A 400 (Januar 2008): Grundsätze für die Erarbeitung des DWA-Regelwerkes; Arbeitsblatt

DWA-M 176, Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung; Merkblatt

Sonstige technische Regeln

BWK-M3, Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse; Merkblatt. Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart

BWK-M7, Detaillierte Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK-Merkblatt 3; Merkblatt. Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart

Literatur

ATV (1995): Wirtschaftlichkeit der Abflusssteuerung. Arbeitsbericht AG 1.2.4: In: KA – Korrespondenz Abwasser, 8/1995, S. 1373 ff.

ATV (1996): Untersuchung zum Steuerungspotential von Kanalnetzen. Arbeitsbericht AG 1.2.4. In: Korrespondenz Abwasser, 1/1996, S. 103 ff.

ATV (1998): Bemessung von Regenrückhalteräumen. Arbeitsbericht AG 1.2.9. In: KA – Korrespondenz Abwasser, 1/1998, S. 114 ff.

CHOW, V.-T. (1964): Handbook of Applied Hydrology. Mc Grawhill, New York

DRECHSEL, U. (1988): Repräsentanz und Übertragbarkeit von Niederschlagsreihen. In: Korrespondenz Abwasser, 35, 11/1988, S. 1174

DWA (2004): Bewertung der hydraulischen Leistungsfähigkeit bestehender Entwässerungssysteme. Arbeitsbericht AG ES-2.1. In: KA – Abwasser, Abfall, 1/2004, S. 152 ff.

DWA (2009a): Risiko- und Störungsanalysen bei Einsatz von Abflusssteuerungen in Kanalnetzen. Gemeinsamer Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppen ES-2.4 „Integrale Abflusssteuerung“ und ES-7.3 „Betrieb und Unterhalt von Kanalnetzen“. In: KA – Korrespondenz Abwasser, Abfall, 02/2009, S. 139 ff.

DWA (2009b): Ermittlung abflusswirksamer Flächen für Niederschlag-Abfluss-Berechnungen in der Siedlungsentwässerung. Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe ES-2.6. In: KA – Korrespondenz Abwasser, Abfall, 7/2009, S. 668 ff.

DWA (2010): Klimawandel – Herausforderungen und Lösungsansätze für die deutsche Wasserwirtschaft. DWA-Themen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) e. V., Hennef

DWA (2013): Beispiele zur Gestaltung von Regenbecken. DWA-Themen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) e. V., Hennef

HUHN, V. (1999): Nachweis und Bemessung von Regenrückhalteräumen in Siedlungsgebieten. Schriftenreihe für Stadtentwässerung und Gewässerschutz, Band 19. SuG-Verlag, Hannover

itwh (2009): KOSTRA-DWD 2000, Version 2.2: Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen. itwh Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH (Hrsg.), Hannover

VERWORN, H.-R. (1991): Regionalisierung von Niederschlagsdatenreihen – Untersuchung zur Übertragbarkeit von langjährig gemessenen Niederschlagsdaten zum Zwecke der Langzeitsimulation in der Stadtentwässerung. Schlussbericht zum Vorhaben Lotto – 2106 – BV4b – 3/87, Institut für Wasserwirtschaft, Universität Hannover

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

Arbeitsblatt DWA-A 100

Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE)

Da für den Bereich der Siedlungsentwässerung keine erschöpfenden, umfassenden rechtlichen Regelungen existieren, kommt hier den technischen Regelwerken besondere Bedeutung zu. Das Arbeitsblatt DWA-A 100 soll als übergeordneter Handlungsrahmen einer ganzheitlichen Betrachtungsweise in der Siedlungsentwässerung Rechnung tragen und die Anwender bei der Auswahl der im konkreten Anwendungsfall zu treffenden Einzelregelungen unterstützen. Die Handlungsempfehlungen sollen gezielt Freiräume für eine flexible Auswahl von technischen Lösungsansätzen, Maßnahmen und baulichen Anlagen schaffen.

Darüber hinaus soll das Arbeitsblatt helfen, Ziele, Strategien und Prioritäten für zukünftige Maßnahmen der Siedlungsentwässerung festzulegen und die Betreiber unterstützen, eine solide Grundlage für die Finanzplanung zu bilden und die Werterhaltung der Entwässerungsanlagen zu sichern. Dabei wird die notwendige Verzahnung mit benachbarten Aufgabengebieten und Teilsystemen (Einzugsgebiet, Grundstücksentwässerung, Kläranlage, oberirdische Gewässer, Grundwasser) besonders herausgestellt.

Die Leitlinien ermöglichen eine fallspezifische Anwendung von Einzelregelungen und bleiben deshalb auf allgemeine Grundsätze der Siedlungsentwässerung beschränkt. Sie sollen Verknüpfungen aufzeigen zwischen den Grundaufgaben („Zielen“) der Siedlungsentwässerung, etwaigen Defiziten der Gewässerqualität und möglichen Maßnahmen mit ihren spezifischen Wirkungen zur Behebung oder Reduzierung dieser Defizite. Die Ausarbeitung, Bemessung und konstruktive Gestaltung sowie der Betrieb von Maßnahmen und Anlagen wird dann in den Einzelrichtlinien des DWA-Regelwerkes behandelt.

Zielgruppe des Arbeitsblattes sind die mit der Entwässerungsplanung befassten Fachleute in Kommunen, Verbänden, Planungsbüros und Behörden.

Weitere Informationen finden Sie unter: www.dwa.de/shop



41,00 €/32,80 €*

Dezember 2006, 43 Seiten, A4, ISBN 978-3-939057-70-3
auch als E-Book im PDF-Format zum gleichen Preis erhältlich

Preise inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

* Preis für fördernde DWA-Mitglieder

Bestellung

Ja, wir bestellen das Arbeitsblatt DWA-A 100

gegen Rechnung • per Kreditkarte: Visa Mastercard

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Kundenzentrum
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef

Vor- und Zuname, Titel

Firma/Behörde

Straße

PLZ/Ort

E-Mail (freiwillig)

Telefon

DWA-Mitgliedsnummer

Datum/Unterschrift

Ja, ich willige ein, künftig Informationen über Produkte der DWA/GFA per E-Mail zu erhalten. Diese Einwilligung kann ich jederzeit widerrufen.

Arbeitsblatt DWA-A 166, Merkblatt DWA-M 176 und begleitender Themenband T3/2013

Konstruktion und Gestaltung von Anlagen der zentralen Regenwasserbehandlung

Arbeitsblatt DWA-A 166 „Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung“

November 2013, 78 Seiten, A4, ISBN 978-3-942964-50-0

74,00 € / 59,20 €*

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.

Merkblatt DWA-M 176 „Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung“

November 2013, 105 Seiten, A4, ISBN 978-3-942964-99-9

85,00 € / 68,00 €*

Das Merkblatt zeigt, wie die Festlegungen des Arbeitsblattes DWA-A 166 im Einzelfall umgesetzt werden können. Es enthält weitergehende Ausführungen zu bautechnischen und konstruktiven Details, zur Bauwerksausrüstung und Checklisten für die Planung. Es enthält Hinweise zu Schrägklärern, Schmutzfangzellen und zur Abwasserwärmenutzung sowie zum Einsatz von Notentleerungen. Dabei konnten Erfahrungen, die aus einer Vielzahl durchgeführter Projekte gewonnen wurden, einfließen.

DWA-Themen T3/2013 „Beispiele zur Gestaltung von Regenbecken“

November 2013, 69 Seiten, A4, ISBN 978-3-944328-00-3

74,00 € / 59,20 €*

Für die mehr als 45.000 Regenwasserbehandlungsanlagen und Regenrückhalteanlagen in Deutschland hat sich eine Vielfalt von Bauformen, Ausrüstungsstandards und Sicherheitsmaßnahmen herausgebildet. Der Themenband enthält zahlreiche 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.

Im Paket bieten wir Ihnen die drei Publikationen zum Sonderpreis von 149,00 € / 119,20 €* an. Sie sparen gegenüber dem Einzelerwerb 84,00 € / 67,20 €*.



auch als E-Book im PDF-Format zum gleichen Preis erhältlich

Preise inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

* Preis für fördernde DWA-Mitglieder

Bestellung

Ja, wir bestellen

- Arbeitsblatt DWA-A 166 Merkblatt DWA-M 176
 DWA-Themen T3/2013 Paket mit allen 3 Publikationen

gegen Rechnung • per Kreditkarte: Visa Mastercard

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Kundenzentrum
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef

Vor- und Zuname, Titel

Firma/Behörde

Straße

PLZ/Ort

E-Mail (freiwillig)

Telefon

DWA-Mitgliedsnummer

Datum/Unterschrift

Ja, ich willige ein, künftig Informationen über Produkte der DWA/GFA per E-Mail zu erhalten. Diese Einwilligung kann ich jederzeit widerrufen.

Das Arbeitsblatt DWA-A 117 „Bemessung von Regenrückhalteräumen“ ist im Bereich der gesamten Abwasserableitung zwischen der Grundstücksentwässerung und dem Gewässer anwendbar. Es regelt die Bemessung und den Nachweis von Regenrückhalteräumen. Gründe für die Anordnung von Regenrückhalteräumen sind z. B. die Begrenzung von Gebietsabflüssen, Kosteneinsparungen beim Bau von Entwässerungssystemen, der Anschluss von Neubaugebieten an ausgelastete Entwässerungssysteme oder die Sanierung überlasteter Kanalnetze.

Angesichts der Investitionen, die für den Bau von Abflusssystemen und Rückhalteräumen erforderlich sind, kommt einer nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten ausgerichteten Konzeption und Bemessung von Rückhalteräumen große Bedeutung zu. Das Arbeitsblatt DWA-A 117 unterscheidet zwischen dem einfachen Verfahren und dem Nachweisverfahren. Während in der Vergangenheit vielfach das einfache Verfahren angewendet wurde, liegt heute aufgrund der inzwischen hohen Verfügbarkeit der Niederschlagsdaten und der ausreichend vorhandenen Rechnerkapazitäten der Schwerpunkt auf dem Nachweisverfahren.

Da das Nachweisverfahren die realen Gegebenheiten besser abbildet, entsteht zwar in der Planungsphase ein höherer Kostenaufwand durch die Erhebung der erforderlichen Grundlagendaten und den Modellaufbau. Dieser ist aber gerechtfertigt, da für den Betreiber gleichermaßen das Risiko unkalkulierbarer Schäden infolge Unterbemessung, wie auch kostspieliger Überbemessungen reduziert wird. Diese Risiken sind generell kostenmäßig höher einzuschätzen als der zusätzliche Planungsaufwand für die Erhebung der Grundlagendaten und die Planung.

Einflüsse auf das Bemessungsergebnis könnten sich aus möglichen Auswirkungen des Klimawandels ergeben. Die heute vorliegenden Niederschlagsprojektionen weisen eine sehr große Variabilität auf. Für die Bemessung von Rückhalteräumen ist dabei insbesondere die Zunahme von lokalen Starkregenereignissen von Bedeutung, die zu einer Erhöhung der erforderlichen Rückhaltevolumina führen könnten. Aufgrund der großen regionalen Variabilität und der großen Unsicherheiten der prognostizierten Niederschlagsentwicklung wird jedoch von einem Klimawandelzuschlag im Bemessungsgang abgeraten.

Vielmehr sind bei der Planung – auch im Hinblick auf die Ziele einer integralen Siedlungsentwässerung – Möglichkeiten zur späteren Erweiterbarkeit des Rückhalteriums und zur Verringerung des Niederschlagswasseranfalls zu berücksichtigen. Eine detaillierte Darstellung der möglichen Auswirkungen ist auch im DWA-Themenband „Klimawandel – Herausforderungen und Lösungsansätze für die deutsche Wasserwirtschaft“ (DWA 2010) enthalten.

Das Arbeitsblatt richtet sich insbesondere an planende Ingenieure, Aufsichtsbehörden und Kommunen.

ISBN 978-3-944328-39-3



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