

DWA- Regelwerk

Merkblatt DWA-M 153

Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser

August 2007

DWA- Regelwerk

Merkblatt DWA-M 153

Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser

August 2007



Herausgeber und Vertrieb:
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: kundenzentrum@dwa.de · Internet: www.dwa.de

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) ist in Deutschland Sprecher für alle übergreifenden Wasserfragen und setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasserwirtschaft 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 Normung, beruflicher Bildung und Information der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14.000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten liegt auf der Erarbeitung und Aktualisierung eines einheitlichen technischen Regelwerkes sowie der Mitarbeit bei der Aufstellung fachspezifischer Normen auf nationaler und internationaler Ebene. Hierzu gehören nicht nur die technisch-wissenschaftlichen Themen, sondern auch die wirtschaftlichen und rechtlichen Belange des Umwelt- und Gewässerschutzes.

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: kundenzentrum@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Korrigierte Fassung:

August 2012

Satz:

DWA

Druck:

DCM • Druckcenter Meckenheim

ISBN-13: 978-3-939057-98-7

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2007

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblattes darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Siedlungsentwässerung bedeutete bisher, Regenwasser so schnell und vollständig wie möglich aus Siedlungsgebieten entweder in einem Mischwasser- oder in einem Regenwasserkanalnetz abzuleiten. Dieses traditionelle Entwässerungskonzept befindet sich im Umbruch. Seit einigen Jahren wird versucht, mit neuen Ansätzen unter Beachtung ökologischer Erfordernisse die bisherigen Systeme zu verändern. Hauptkritikpunkte an den konventionellen Entwässerungskonzepten sind:

- starker Rückgang der Verdunstung und Bodenspeicherung durch Versiegelung ursprünglich bewachsener Flächen von rund zwei Dritteln auf ein Drittel der Jahresniederschlagshöhe,
- erhöhter und beschleunigter Regenabfluss von versiegelten Flächen gegenüber Grünflächen,
- Verschiebung des natürlichen Gleichgewichts im Wasserkreislauf mit Auswirkungen auf das Kleinklima und die örtliche Grundwasserneubildung,
- hydraulische Belastung von Kläranlagen und Regenwasserbehandlungsanlagen durch gering verschmutztes Regenwasser in großer Menge,
- hydraulische und qualitative Beeinträchtigung der Gewässer durch hohe Abflüsse an punktuellen Einleitungen.

Als eine Alternative zur konventionellen Ableitung wird in den letzten Jahren immer häufiger die Rückhaltung und Versickerung von Regenwasser diskutiert und als Regenwasserbewirtschaftung propagiert (VSA 2002, Arbeitsblatt ATV-A 105, SIEKER 2003). Sie entschärfen die wesentlichen Nachteile des Ableitungsprinzips und unterstützen das Gleichgewicht des natürlichen Wasserkreislaufs. Grundsätzliche Überlegungen zur Regenwasserbewirtschaftung müssen bereits im Rahmen der Bauleitplanung beginnen.

Das Merkblatt liefert Handlungsempfehlungen für Kommunen, Abwasserbeseitigungspflichtige und Planer, die grundsätzliche Überlegungen im Rahmen von Bauleitplanung oder Generalentwässerungsplanung treffen wollen.

Das im April 2003 erschienene Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198 „Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen“ machte eine Anpassung der verwendeten Kurzzeichen notwendig, so dass das Merkblatt in der vorliegenden Fassung redaktionell überarbeitet ist, die Inhalte aber denen der Version Februar 2000 entsprechen.

Verfasser

Dieses Merkblatt wurde von der Arbeitsgruppe 1.4.3 „Regenwasserbehandlung“ erarbeitet; nach Umstrukturierung der Fachausschüsse gehört diese Arbeitsgruppe nun zum Fachausschuss ES-3 „Anlagenbezogene Planung“. Folgende Personen haben an der Erstellung des Merkblattes mitgearbeitet:

BRUNNER, Paul Georg	Prof. Dr.-Ing., Karlsruhe
DREISEITL, Herbert	Überlingen
GEIGER, Wolfgang F.	Prof. Dr.-Ing., Essen
GROTTKER, Matthias	Prof. Dr.-Ing., Lübeck
JACOBI, Dieter	Dipl.-Ing., Berlin
JONASSON-SCHMIDT, Anja	Dipl.-Ing., Kamen
KAUL, Gerhard	Dipl.-Ing., Erkrath
LANGER, Gerd	Prof. Dr.-Ing., Oyten
MEIßNER, Erhard	Dr.-Ing., München (Sprecher)
MICHELBAACH, Steven	Dipl.-Geogr., Bad Mergentheim
RICHTER, Jürgen	Dipl.-Ing., Münster
ROTH, Hartmut	Dipl.-Ing., Karlsruhe
SCHMITT, Theo G.	Prof. Dr.-Ing., Kaiserslautern
SOPPERT, Hubertus	Dipl.-Ing., Berlin
UHL, Mathias	Prof. Dr.-Ing., Münster

Als Gäste haben mitgewirkt:

HÜBNER, Martin	Dr.-Ing., Essen
KUTZNER, Ralf	Dipl.-Ing., Essen
PFEIFER, Rüdiger	Dr.-Ing., Ludwigshafen
WELKER, Antje	Dr.-Ing., Kaiserslautern

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BERGER, Christian	Dipl.-Ing., Hennef
-------------------	--------------------

Abteilung Abwasser und Gewässerschutz

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	4
Bilderverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	6
Benutzerhinweis	7
1 Anwendungsbereich	7
2 Definitionen	8
3 Grundsätze der Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungen	9
3.1 Wasserbilanz in Siedlungen	9
3.2 Naturnaher Umgang mit Regenwasser	10
3.3 Maßnahmen für eine ökologisch orientierte Siedlungsentwässerung	10
4 Flächenermittlung	11
4.1 Pauschale Flächenermittlung	11
4.2 Differenzierte Flächenermittlung	12
5 Bewertung des Regenabflusses	13
5.1 Einstufung der Gewässer	13
5.2 Einflüsse aus der Luft	13
5.3 Verschmutzung der Oberflächen	13
5.3.1 Allgemeines	13
5.3.2 Kupfer-, zink- oder bleigedekte Dachflächen	14
5.3.3 Gewerbe- und Industriegebietsflächen	14
5.3.4 Mischflächen	14
6 Notwendigkeit einer Regenwasserbehandlung	15
6.1 Bagatellgrenzen	15
6.2 Qualitative Gewässerbelastung	15
6.2.1 Bewertungsverfahren	15
6.2.2 Hintereinanderschaltung von Behandlungsanlagen	16
6.3 Hydraulische Gewässerbelastung	16
6.3.1 Drosselabfluss	17
6.3.2 Maximalabfluss	18
6.3.3 Mittelwasserabfluss	18
6.3.4 Speichervolumen	19
7 Maßnahmen	19
7.1 Wirkung der Maßnahmen	19
7.2 Bodenpassagen	19
7.3 Filteranlagen	20
7.4 Sedimentationsanlagen	20
7.5 Chemisch-physikalische Verfahren	21

8	Planung der Regenentwässerung in Siedlungen	21
8.1	Ausweisung von Bauflächen	21
8.2	Hinweise zum Planungsablauf	22
8.2.1	Aufstellung des Bebauungs- und Generalentwässerungsplanes	22
8.2.2	Planung der Gebietsentwässerung	23
9	Bemessung von Regenwasserbehandlungsanlagen	23
10	Kostenauswirkungen	24
Literatur	25
Technische Regeln	25
Weiterführende Literatur	25
Anhang A	Tabellen zum Bewertungsverfahren	27
Anhang B	Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153	32
Anhang C	Beispiele	33
C.1	Beispiel 1: Einleitung in die Gräfte des Schlosses der Stadt Münster	33
C.2	Beispiel 2: Neubaugebiet mit zentraler Versickerungsanlage	34
C.3	Beispiel 3: Neubaugebiet mit Einleitung in einen kleinen Bach	36

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Qualitative Änderung der Wasserbilanz einer Siedlung bei zunehmender Bebauung	9
---------	---	---

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Definition wesentlicher Begriffe.....	8
Tabelle 2:	Empfohlene mittlere Abflussbeiwerte ψ_m von Einzugsgebietsflächen für Berechnungen im Rahmen dieses Merkblattes	12
Tabelle 3:	Zulässige Regenabflussspenden von undurchlässigen Flächen.....	17
Tabelle 4:	Einleitungswert e_w in Abhängigkeit von der Korngröße	18
Tabelle 5:	Literatur zur Bemessung von Regenwasserbehandlungsanlagen	24
Tabelle A.1a:	Bewertungspunkte für Gewässer (G) mit normalen Schutzbedürfnissen	27
Tabelle A.1b:	Bewertungspunkte für Gewässer (G) mit besonderen Schutzbedürfnissen	28
Tabelle A.2:	Bewertungspunkte für Einflüsse aus der Luft (L)	28
Tabelle A.3:	Bewertungspunkte des Regenabflusses in Abhängigkeit von der Herkunftsfläche (F)	29
Tabelle A.4a:	Durchgangswerte (D) bei flächenhafter Versickerung	30
Tabelle A.4b:	Durchgangswerte (D) von Filteranlagen	31
Tabelle A.4c:	Durchgangswerte (D) von Sedimentationsanlagen	31

Benutzerhinweis

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem ATV-DVWK-A 400) zustande gekommen ist. Für dieses besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

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

Dieses Merkblatt 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 Merkblatt aufgezeigten Spielräumen.

1 Anwendungsbereich

Das Merkblatt richtet sich an Kommunen, Abwasserbeseitigungspflichtige und Planer, die grundsätzliche Überlegungen im Rahmen von Bauleitplanung oder Generalentwässerungsplanung treffen wollen.

Das Merkblatt enthält Empfehlungen zur mengen- und gütemäßigen Behandlung von Regenwasser in modifizierten Entwässerungssystemen oder in Trennsystemen. Es analysiert und strukturiert folgende komplexe Zusammenhänge:

- Verschmutzung und Menge des Regenwassers je nach Nutzung und Belag der Herkunftsfläche,
- Schutzbedürfnis des Grundwassers,
- Schutzbedürfnis der oberirdischen Gewässer,
- daraus abgeleitet die gegebenenfalls erforderliche Regenwasserbehandlung vor einer Versickerung oder vor einer Einleitung in oberirdische Gewässer.

Während das Arbeitsblatt ATV-A 128 die Behandlung von Mischwasser regelt, macht das vorliegende Merkblatt Vorschläge für die Behandlung von Regenwasser ohne Vermischung mit Schmutzwasser.

Es beinhaltet ein vereinfachtes Bewertungsverfahren, das es ermöglicht, die Belastung von unter- und oberirdischem Wasser durch Regenwasser von Dachflächen und von Verkehrsflächen für Fußgänger, Radfahrer und Kraftfahrzeuge qualitativ und quantitativ zu berücksichtigen.

Das Verfahren kann auch auf Flugplätze übertragen werden, wenn das Verkehrsaufkommen der unterschiedlich genutzten Flächen sinngemäß einem Flächentyp des Merkblattes zugeordnet wird. Im Winterbetrieb sind bei Einsatz von Enteisungsmitteln zusätzliche Überlegungen erforderlich (FGSV-912 1998, BMU 1999). Nicht enthalten sind Kriterien für Flächen, auf denen mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird, sowie für Bahnanlagen.

Ein wirkungsvoller Schutz der Gewässer vor übermäßigen Belastungen ist zu erwarten, wenn die notwendige Regenwasserbehandlung nach Maßgabe dieses Merkblattes erfolgt. Werden detailliertere Untersuchungen zur Beurteilung des notwendigen Gewässerschutzes erforderlich, so müssen über den Rahmen dieses Merkblattes hinausgehende Nachweise mit Niederschlag-Abfluss-Modellen, Schmutzfracht- oder Gewässergütemodellen erbracht werden.

Die Koordinierung der Einzelthemen im Bereich der Siedlungsentwässerung erfolgt im Arbeitsblatt DWA-A 100 „Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE)“. Weiterführende Vorgaben zu Niederschlags-Abfluss-Berechnungen sind im Merkblatt ATV-DVWK-M 165, zu Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser im Arbeitsblatt DWA-A 138 und zu Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung im Arbeitsblatt ATV-A 166 zu finden.

2 Definitionen

Für die Anwendung dieses Merkblattes gelten die folgenden Definitionen.

Tabelle 1: Definition wesentlicher Begriffe

Zeichen	Einheit	Begriff	Definition
A_E	ha	Einzugsgebiet	Fläche des Einzugsgebietes; z. B. Fläche eines Abwasserentsorgungsgebietes
$A_{E,b}$	ha	Befestigte Fläche	Summe aller befestigten Flächen eines Einzugsgebietes
$A_{E,k}$	ha	Kanalisiertes Einzugsgebiet	Fläche des kanalisierten bzw. durch ein Entwässerungssystem erfassten Einzugsgebietes
A_S	ha	Versickerungsfläche	die für die Versickerung notwendige Fläche
A_u	ha	Rechenwert undurchlässige Fläche	Anwendungsbezogener Rechenwert zur Quantifizierung des Anteils einer Einzugsgebietsfläche, von der Niederschlagsabfluss nach Abzug aller Verluste vollständig in das Entwässerungssystem gelangt
B	-	Abflussbelastung	Flächengewichtete Stoffbelastung des Niederschlagsabflusses
b_{Sp}	m	Wasserspiegelbreite	Mittlere Wasserspiegelbreite bei <i>MQ</i>
D	-	Durchgangswert	Kenngroße zur vergleichenden Wertung einzelner Behandlungsmaßnahmen
E	-	Emissionswert	Emissionswert der abflusswirksamen Flächen
e_w	-	Einleitungswert	Dimensionsloser Einleitungswert in Abhängigkeit von der Korngröße der Sedimente
F	-	Herkunftsflächentyp	Typisierung abflusswirksamer Flächen nach ihrer stofflichen Belastung
f	-	Flächenanteil	Flächenanteil einer undurchlässigen Teilfläche an der undurchlässigen Gesamtfläche
G	-	Gewässertyp	Typisierung von Gewässern nach ihrem Schutzbedürfnis
HQ_1	m^3/s	Einjähriger Hochwasserabfluss	Höchster Wert der Abflüsse in einem Jahr (DIN 4049-3)
h	m	Wassertiefe	Mittlere Wassertiefe bei <i>MQ</i>
k_f - Wert	m/s	Durchlässigkeitsbeiwert	Fließgeschwindigkeit einer Flüssigkeit durch einen Einheitsquerschnitt eines porösen Stoffes bei einem Einheitsgrundwassergerfälle und einer festgelegten Temperatur (DIN EN ISO 772)
L	-	Luftverschmutzungstyp	Typisierung der Luft nach ihrer stofflichen Belastung
<i>MNQ</i>	m^3/s	Niedrigwasserabfluss	Arithmetischer Mittelwert der niedrigsten Abflüsse (DIN 4049-3)
<i>MQ</i>	m^3/s	Mittelwasserabfluss (Mittlerer Abfluss)	Arithmetischer Mittelwert der Abflüsse in einer Zeitspanne (DIN 4049-3)
<i>Mq</i>	$l/(s \cdot ha)$	mittlere Abflusssspende	Abflusssspende: Quotient aus Abfluss und Fläche des zugehörigen Einzugsgebietes (DIN 4045)
Q_{Dr}	l/s	Drosselabfluss	Begrenzung des Abflusses aus einem Rückhalteraum auf einen vorgegebenen Höchstwert
q_A	$m^3/(m^2 \cdot h)$; m/h	Oberflächenbeschickung	Volumen, das pro Zeiteinheit und bezogen auf die Oberfläche die Anlage passiert
q_R	$l/(s \cdot ha)$	Regenabflusssspende	Regenabfluss eines Gebietes bezogen auf eine zugehörige Fläche
$r_{(D,n)}$	$l/(s \cdot ha)$	Regenspende	Regenspende für die Dauer D und die Häufigkeit n
v	m/s	Fließgeschwindigkeit	Mittlere Fließgeschwindigkeit bei <i>MQ</i>
ψ_m	-	mittlerer Abflussbeiwert	Quotient aus Abflussvolumen und Niederschlagsvolumen für einen definierten Zeitraum

3 Grundsätze der Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungen

3.1 Wasserbilanz in Siedlungen

Die Verteilung des mittleren Jahresniederschlags auf die Anteile Verdunstung, oberirdischer Abfluss und Grundwasserneubildung wird in Bild 1 beispielhaft an der Wasserbilanz eines Ortes nordwestlich von München mit einem mittleren Jahresniederschlag von etwa 840 mm gezeigt. Durch die Bebauung des ursprünglich bewachsenen Gebietes (linker Balken in Bild 1) wird der Oberflächenabfluss von den privaten und oft auch von den öffentlichen Grünflächen durch Auffüllung, Abtrag, Zäune, Mauern, Wege, Bordsteine u. a. von den oberirdischen Gewässern abgeschnitten. Die Garten- und Grünflächen sind dann nicht mehr an Wasserläufe angeschlossen, in der Regel aber auch nicht an die Kanalisation. Der ursprüngliche Abfluss von bewachsenen Flächen wird aufgrund der Siedlungsbildung zurückgehalten und kann insbesondere in flachen Einzugsgebieten nur noch versickern.

Der ursprüngliche Abfluss von den bewachsenen Flächen (in diesem Beispiel 13 % des mittleren Jahresniederschlags) wird durch die Siedlungsbildung behindert, so dass die ursprüngliche Grundwasserneubildungsrate mit beginnender

Bebauung deutlich über 24 % ansteigt. Mit zunehmender Versiegelung geht die erhöhte Grundwasserneubildung wieder zurück, da auf versiegelten Flächen kein Niederschlagswasser versickern kann. Gleichzeitig nimmt mit der Umwandlung von Wald-, Wiesen und Feldflächen in befestigte Flächen die Verdunstung deutlich ab.

Der mittlere Versiegelungsgrad innerhalb der Siedlungen liegt in der Regel bei etwa einem Drittel bis zur Hälfte der erschlossenen Flächen. Für diesen Bereich können aus Bild 1 folgende Aussagen entnommen werden:

- die Verdunstung geht deutlich zurück,
- der Oberflächenabfluss aus dem gesamten Siedlungsgebiet steigt gegenüber dem ursprünglichen Wert an,
- die Grundwasserneubildungsrate ist bei Versiegelungsgraden in dieser Größenordnung noch recht hoch.

Die Wasserbilanz kann an jedem einzelnen Ort mehr oder weniger stark von Bild 1 abweichen. Dennoch treffen die Grundaussagen zu, wie zum Beispiel eine Untersuchung in Berlin bestätigt, wo die Grundwasserneubildungsrate in etwa dem natürlichen Wert entspricht (GLUGLA 1999). Unter Berücksichtigung dieser Zusammenhänge lassen sich wesentliche Grobziele einer erstrebenswerten Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungen ableiten.

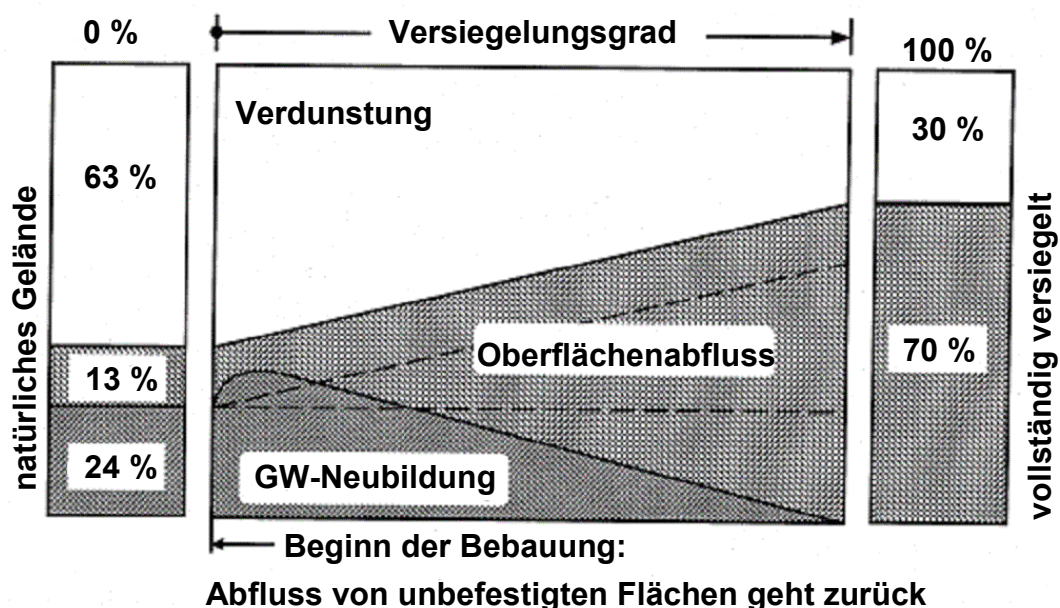


Bild 1: Qualitative Änderung der Wasserbilanz einer Siedlung bei zunehmender Bebauung

3.2 Naturnaher Umgang mit Regenwasser

Die Kunst der naturnahen Planung besteht darin, sich dem Gleichgewicht des natürlichen Wasserkreislaufes und der Größe und Häufigkeit von Abflussspitzen aus unbebauten Gebieten möglichst weitgehend anzunähern und zugleich den Erstellungs- und Pflegeaufwand für Anlagen der Siedlungsentwässerung so gering wie möglich zu halten. Die wirksamste Maßnahme der Regenwasserbewirtschaftung besteht darin, Siedlungsflächen so wenig wie möglich zu versiegeln und so durchlässig wie möglich zu gestalten. Dadurch kann Regenwasser auch weiterhin am Ort des Anfalls flächenhaft versickern.

Ist eine Versiegelung unumgänglich, z. B. bei Straßen- oder Dachflächen, sollte versucht werden, das Wasser von dem Ort, an dem es konzentriert anfällt, wieder auf einer größeren Fläche zu verteilen. Oft steht allerdings für eine solche Verteilung und flächenförmige Versickerung nur noch eine kleinere als die ursprüngliche Fläche zur Verfügung. In solchen Fällen muss durch geeignete Rückhaltemaßnahmen bewirkt werden, dass der Ablauf dosiert und damit auch auf einer kleineren Fläche versickert werden kann.

Auf einem Grundstück kann die flächenhafte Versickerung über bewachsenen Oberboden durch geeignete Gestaltung der Gartenfläche erreicht werden, zum Beispiel durch Rasenmulden. Das Regenwasser von Wegen, Straßen und Plätzen sollte möglichst weitgehend ohne Sammlung am Rande der versiegelten Fläche versickern. Lassen die örtlichen Gegebenheiten, die Beschaffenheit des Untergrundes oder die Menge des anfallenden Wassers eine flächenhafte Versickerung nicht zu, ist in Abhängigkeit von den hydrogeologischen Verhältnissen die Versickerung über andere Versickerungsanlagen in Betracht zu ziehen.

Neben der wünschenswerten, möglichst großflächigen Versickerung ist auch das Einleiten von Regenwasser in ein ausreichend leistungsfähiges Oberflächengewässer möglich. Eine besondere Bedeutung kommt dabei dem Rückhalten und gedrosselten Einleiten zu. Dies gilt auch für den Abfluss von unbefestigten Flächen, wenn dieser bei intensiven Regenereignissen in das Entwässerungssystem gelangen kann. Abflüsse von befestigten, verdichteten oder gesättigten Siedlungsflächen wirken sich auf Hochwasserspitzen umso stärker aus, je kleiner das Einzugsgebiet des Gewässers ist; bei großen Flüssen ist der Einfluss versiegelter Flächen geringer.

Versickern und Rückhalten von Niederschlägen in und auf der Fläche können einer „hausgemachten“ Abflussverschärfung in kleinen Gewässern wirksam begegnen. Auch der Einzelne hat die Möglichkeit, Wasser auf seinem Grundstück zurückzuhalten. Jeder Kubikmeter Wasser, der zurückgehalten wird, ist ein Gewinn für die Natur und entschärft die ortsnahe Hochwassersituation.

Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sind im Arbeitsblatt DWA-A 138 beschrieben. Die Bemessung von Regenrückhalteräumen regelt das Arbeitsblatt DWA-A 117.

3.3 Maßnahmen für eine ökologisch orientierte Siedlungsentwässerung

Ein naturnaher Umgang mit Regenwasser wird beispielhaft mit folgenden Maßnahmen erreicht:

- gering verschmutztes Wasser von Dächern an Ort und Stelle möglichst über bewachsenen Oberboden versickern,
- den Bau von Erschließungsstraßen in Wohngebieten auf Mindestmaße beschränken,
- Grünstreifen, Vegetationsflächen und Gehölzpflanzungen neben den Fahrbahnen zur Erhöhung der Verdunstung und zur Versickerung anlegen,
- Entwässerungseinrichtungen möglichst naturnah ausbilden und lebende Baustoffe verwenden,
- gering verschmutzte Verkehrsflächen durch Verwendung teildurchlässiger Oberflächenbefestigungen wie zum Beispiel Pflaster ohne Fugenverguss, Rasengittersteine, Rasenpflaster usw. durchlässig gestalten (Beispiele: Spiel- und Anliegerstraßen, Innenhöfe, wenig benutzte Park- und Stellplätze, Grundstückszufahrten),
- breitflächiges Versickern über bewachsene Seitenstreifen an Straßen, Wegen oder Plätzen,
- Überleiten des Regenwassers durch einfache Rinnen und Gräben auf nicht unmittelbar benachbarte Bodenbereiche zur Rückhaltung und Verdunstung in Teichen und Pflanzenbeeten oder zur Versickerung in Grünanlagen,
- zentrale Versickerungsanlagen einrichten, wenn ein dezentrales Versickern nicht möglich ist,

- ist das Sammeln von Regenwasser unvermeidlich, dann geschieht dies am besten oberirdisch in bewachsenen Rinnen, Mulden und Gräben, um Rückhalt, Verdunstung und Versickerung zu fördern,
- Regenwasser durch Gründächer, Einstaudächer, Teiche, Pflanzenbeete, Mulden, Gräben mit Querriegeln usw. zurückhalten,
- nicht versickertes Regenwasser in Teichen, Mulden, Gräben oder Zisternen speichern und gedrosselt in oberirdische Gewässer einleiten,
- Regenwasser speichern, um es für vielfältige Zwecke zu nutzen (Beispiele: Bewässerung in Gärten, öffentlichen Parkanlagen, Gärtnereien, Baumschulen, Friedhöfen, Befeuchtung von Tennisplätzen, Reitanlagen, Besprengen von Fußballfeldern, Golf- und Eislaufplätzen, Regenwassernutzung in Haus und Gewerbe).

Die gestalterischen Möglichkeiten zur Förderung der flächenhaften Versickerung sind mannigfaltig. Sie sollten durch Bauherren, Architekten, Ingenieure und Planer mit Fantasie und Ideenreichtum in die Praxis umgesetzt werden.

Speicher zur Regenwassernutzung können in der Jahresbilanz den Regenabfluss und entsprechend den Verbrauch von Trinkwasser vermindern (BULLERMANN 1996). Hierzu zählen die Regentonne und die Zisterne. Eine offene Wasserfläche z. B. ein Teich, kann einen Teil des eingeleiteten Regenwassers verdunsten und damit die Wassermengenbilanz positiv beeinflussen. Alle Speicher benötigen einen Überlauf in eine Versickerungsanlage oder ein Ableitungssystem. Der Einfluss auf die Abflussspitze im Ableitungssystem ist von der spezifischen Größe des Speichers und seiner Nutzung abhängig. Speicher im Hauptschluss können eine mechanische Reinigung wie in einem Regenrückhaltebecken bewirken.

4 Flächenermittlung

Als Grundlage für die Berechnung des Abflusses von befestigten Flächen dient der Abflussbeiwert ψ_m . Mit steigender Rauheit des Belages nimmt der Abflussbeiwert ab und die Verdunstungsmenge zu. Bei Plätzen, Wegen, Gärten, Wiesen und Kulturland hat die spezifische Versickerleistung des anstehenden Untergrundes einen entscheidenden Einfluss auf den Abflussbeiwert.

Die maßgebende undurchlässige Fläche ergibt sich aus der Summe aller angeschlossenen Teilflächen, multipliziert mit dem zugehörigen mittleren Abflussbeiwert:

$$A_{u,i} = A_{E,i} \cdot \psi_{m,i} \quad (4.1)$$

Der Flächenanteil f_i der undurchlässigen Teilflächen an der Gesamtfläche beträgt:

$$f_i = \frac{A_{u,i}}{\sum_{i=1}^n A_{u,i}} \quad (4.2)$$

4.1 Pauschale Flächenermittlung

Im Allgemeinen genügt für die wasserwirtschaftliche Beurteilung einer Einleitung von Regenwasser in das Grundwasser oder in oberirdische Gewässer eine pauschale Erhebung der an der Einleitungsstelle angeschlossenen befestigten Flächen in der Horizontalprojektion (z. B. aus der maximal zulässigen Befestigung gemäß Bebauungsplan). In hohem Maße durchlässig gestaltete Flächen (z. B. Pkw-Stellplätze mit Rasengittersteinen) können unberücksichtigt bleiben

Die Summe aller übrigen angeschlossenen Teilflächen $A_{E,i}$ ergibt die gesuchte Größe der undurchlässigen Fläche A_u . Hierbei wird stillschweigend ein Abflussbeiwert von $\psi_m = 1$ angenommen. Dies ist insofern hinnehmbar, als bei sehr großen Niederschlagshöhen auch von Grünflächen oder anderen durchlässig gestalteten Flächen Abflussanteile der Einleitungsstelle zufließen, die in der pauschalen Ermittlung nicht berücksichtigt werden.

4.2 Differenzierte Flächenermittlung

Besteht bei Einzelbauvorhaben oder in anderen besonderen Fällen Bedarf nach einer genaueren Bestimmung der undurchlässigen Flächen, so muss die Art der Befestigung aller Teilflächen bekannt sein (siehe Tabelle 2 und VSA 2002). Die Größe der undurchlässigen Teilflächen ergibt sich aus Gleichung (4.1).

Hinweis:

Die mittleren Abflussbeiwerte ψ_m nach Tabelle 2 sind niedriger als die Spitzenabflussbeiwerte ψ_s . Sie sind nicht für die Dimensionierung von Kanälen oder größeren Rückhalteräumen geeignet, die für seltene Überlastungshäufigkeiten ausgelegt werden.

Tabelle 2: Empfohlene mittlere Abflussbeiwerte ψ_m von Einzugsgebietsflächen für Berechnungen im Rahmen dieses Merkblattes

Flächentyp	Art der Befestigung	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 \geq 10 cm Aufbau	0,3
Straßen, Wege und 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 Regenabfluss in das Entwässerungssystem	flaches Gelände	0,0 - 0,1
	steiles Gelände	0,1 - 0,3

5 Bewertung des Regenabflusses

Die Beschaffenheit des Regenabflusses von befestigten Flächen ist je nach Staubbelastung aus der Luft, Flächennutzung und Niederschlagsdynamik sehr unterschiedlich. Wollte man den örtlichen und zeitlichen Verlauf der Abflussbelastung genau erfassen, um rechnerisch eine möglichst wirklichkeitsnahe Gewässerbelastung vorherzusagen, stünde der damit verbundene Aufwand in keinem vertretbaren Verhältnis zur erreichbaren Genauigkeit solcher Prognosen.

Dennoch ist es wünschenswert, bereits im Planungsstadium eines Entwässerungskonzeptes die Verschmutzung des zu erwartenden Regenabflusses und die Belastbarkeit des betroffenen Gewässers grob einstufen zu können. Hierzu wird ein Bewertungsverfahren eingeführt, mit dessen Hilfe die Notwendigkeit und der Umfang einer sinnvollen Regenwasserbehandlung hergeleitet werden können. Dadurch wird es möglich, örtliche Gegebenheiten zumindest pauschal zu berücksichtigen. Bewertungskriterien sind dabei:

- Einstufung der Gewässer,
- Einflüsse aus der Luft,
- Verschmutzung der Oberflächen,
- Wirkung der Regenwasserbehandlung.

5.1 Einstufung der Gewässer

Nach § 1a WHG sind die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushaltes so zu bewirtschaften, dass sie dem Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit ihm dem Nutzen Einzelner dienen. Wie verschiedene Untersuchungen gezeigt haben (BORCHARDT, FISCHER, MAUCH 1998), wirken sich die stofflichen und hydraulischen Belastungen der Regenwassereinleitungen aus Siedlungen in Gewässer abhängig von der Gewässertypologie unterschiedlich aus. Im Hinblick auf ihre qualitative und hydraulische Empfindlichkeit ist es daher erforderlich, zumindest eine grobe Einstufung der verschiedenen Gewässertypen vorzunehmen. Sie entspricht nicht der Typisierung nach EG-WRRL sondern gilt nur im Rahmen dieses Merkblattes und ersetzt andere naturwissenschaftliche Typisierungen nicht. Weitergehende Erläuterungen zur Gewässertypisierung nach EG-WRRL sind beispielsweise zu finden in FELD, RÖDIGER, SOMMERHÄUSER, FRIEDRICH (2005).

Zur Unterscheidung werden die Einstufungen in den Tabellen A.1a und A.1b unter allgemeinen Gesichtspunkten, wie zum Beispiel Wasserspiegelbreite, Fließgeschwindigkeit, Mittelwasserabfluss oder besondere Schutzbedürfnisse vorgenommen. Nicht aufgeführte Gewässertypen sind sinngemäß einzuordnen. Trockenfallende Gewässer sind mit den Punkten für Grundwasser aus den Tabellen A.1a und A.1b zu versehen. Wird in ein Gewässer eingeleitet, das in ein anderes Gewässer mündet, bevor die Belastungen weitgehend abgebaut wurden, ist auch dieses Gewässer zu betrachten.

Quellregion

Unter Quellregion wird die Quelle und deren unmittelbare Umgebung verstanden. Es handelt sich um besonders schützenswerte Bereiche, deren Abgrenzung im Einzelfall mit der Wasserbehörde abzustimmen ist.

5.2 Einflüsse aus der Luft

Je nach örtlicher Situation ist der fallende Niederschlag mehr oder weniger stark verunreinigt. Die stoffliche Belastung kann in gelöster Form, z. B. als „saurer Regen“, oder in partikulärer Form, z. B. als Ruß, enthalten sein. Im Bereich von Gewerbe und Industrie kommt die Staubentwicklung durch Produktion, Bearbeitung, Lagerung und Transport hinzu. Eine differenzierte Bewertung ist zur Gesamtbeurteilung des abfließenden Regenwassers aus Siedlungsgebieten im Allgemeinen nicht notwendig. Es genügt die pauschale Zuordnung von Bewertungspunkten entsprechend Tabelle A.2. In begründeten Fällen sind Zwischenwerte möglich.

5.3 Verschmutzung der Oberflächen

5.3.1 Allgemeines

Die Verschmutzung von Oberflächen wird in Abhängigkeit von ihrer Nutzung und bei Dachdeckungen nach dem Werkstoff pauschal bewertet. Zur Begrenzung der Voruntersuchungen im Rahmen eines Entwässerungsplanes wird eine einfache Zuordnung von Bewertungspunkten vorgenommen. Bei besonderen örtlichen Gegebenheiten müssen die Bewertungspunkte entsprechend modifiziert werden. Für inhomogene, größere Gebiete kann über den Flächenanteil der jeweiligen Oberfläche ein gemittelter Verschmutzungsgrad bestimmt werden.

In Tabelle A.3 sind für die einzelnen Oberflächen Nutzungen und Beschaffenheiten aufgelistet, die im Allgemeinen einen bestimmten Verschmutzungsgrad zur Folge haben. Grundlage für die Zuordnung sind die tatsächlichen und die geplanten Nutzungen der Flächen, ggf. auch die Merkmale des Einzugsgebietes anhand der Bauleitplanung. Begründete abweichende Zuordnungen sind zulässig. Zur groben qualitativen Bewertung können drei Bereiche unterschieden werden:

- geringe Belastung = 1 bis 15 Punkte
- mittlere Belastung = 16 bis 30 Punkte
- starke Belastung = 31 bis 45 Punkte

5.3.2 Kupfer-, zink- oder bleigedeckte Dachflächen

Dachflächen in Wohngebieten sind im Allgemeinen gering belastet. Eine Ausnahme bilden unbeschichtete kupfer-, zink- und bleigedeckte Dachflächen, die besonders bei saurem Regen hohe Metallkonzentrationen im ersten Regenabfluss aufweisen können. Bis zum Vorliegen anerkannter Behandlungsmaßnahmen zur ausreichenden Reduzierung dieser Metalle im einzuleitenden Regenwasser wird auch für diese Dachdeckungen das Bewertungsverfahren nach Anhang A angewandt. Kupfer-, zink- und bleigedeckte Dachflächen werden dem Flächentyp F6 mit 35 Punkten zugeordnet.

Versickern

Soll das Regenwasser versickert werden, so ist es für einen ausreichenden Grundwasserschutz erforderlich, eine Behandlungsmaßnahme entsprechend dem Bewertungsverfahren nach Anhang A Tabelle A.4a oder A.4b vorzusehen. Sind von einem Gebäude nur kleinere Dachflächenanteile bis zu maximal 50 m² der Gesamtdachfläche kupfer-, zink- oder bleigedeckt, wie z. B. Eingangsüberdachungen, Gauben oder Erker, so können diese Anteile bei der qualitativen Bewertung wie die übrige Dachfläche eingestuft werden. Das Gleiche gilt für Dachrinnen und Fallrohre.

Einleiten in oberirdische Gewässer

Bei einer Einleitung des Regenwassers in oberirdische Gewässer ist es tolerierbar, innerhalb eines Gewässer- oder Uferabschnittes von 1000 m Länge den Abfluss von kupfer-, zink- oder bleigedekten Dachflächen bis zu einer Größe von 500 m² nichtmetallischen Dachflächen gleichzusetzen. Die mittlere Abflusspende von Dachflächen liegt im Jahresmittel bei wenigen Litern pro Sekunde und Hektar. Damit ist auch bei kleinen Gewässern eine ausreichende Verdünnung gegeben, um ökologische Schädigungen zu vermeiden (WACHS 1998).

Für die Einleitung des Regenabflusses von kupfer-, zink- oder bleigedekten Dachflächen größer 500 m² bedarf es einer ausreichenden Vorbehandlung entsprechend dem vorliegenden Bewertungsverfahren nach Anhang A.

5.3.3 Gewerbe- und Industriegebietsflächen

Gewerbe- und Industriegebietsflächen können entsprechend ihrer Nutzung in Tabelle 3 eingeordnet werden, solange nicht zu besorgen ist, dass dort mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird. Bei allen anderen Flächen wird eine Ableitung des Regenwassers zu einer Kläranlage empfohlen, sofern mit der Wasserbehörde für den Einzelfall keine besondere Behandlungsmaßnahme vor dem Versickern oder vor dem Einleiten in ein oberirdisches Gewässer festgelegt wird.

5.3.4 Mischflächen

Ein Ziel der modifizierten Entwässerungsverfahren ist es, Regenwasser von stark unterschiedlich verschmutzten Flächen nicht zu mischen, sondern gering verschmutztes Wasser ohne weitere Behandlung dezentral in den Wasserkreislauf zurückzuführen und stärker verschmutztes Wasser je nach Bedarf vor einer Einleitung zu behandeln.

Das Bewertungsverfahren könnte dazu verleiten, den Abfluss von stark belasteten Flächen mit dem Abfluss von weniger stark belasteten Flächen zu verdünnen. Die Verdünnung oder Vermischung von Abwasser mit deutlich unterschiedlicher Verschmutzung ist unerwünscht und ersetzt nicht eine eventuell notwendige Vorbehandlung. Bei der Ermittlung der Behandlungsbedürftigkeit darf sie nur eingeschränkt berücksichtigt werden. Im Bewertungsverfahren dürfen daher grundsätzlich nur vier benachbarte Flächentypen, z. B. F2, F3, F4 und F5 miteinander kombiniert werden, wenn das Wasser derselben Regenwasserbehandlungsanlage zugeführt werden soll (siehe Tabelle A.3). Bei der Feststellung der maßgebenden Abflussbelastung einer Mischfläche, in der auch „stark“ verschmutzte Flächen F6 enthalten sind, müssen die „gering“ belasteten Flächen F1 und F2 außer Acht bleiben. Dies gilt auch bei der Ermittlung der Einzelflächenanteile und der Summenbildung nach Gleichung (4.2).

6 Notwendigkeit einer Regenwasserbehandlung

6.1 Bagatellgrenzen

Bagatellgrenzen für kupfer-, zink- oder bleigedachte Dachflächen werden in Abschnitt 5.3.2 behandelt. Darüber hinaus gelten folgende Bedingungen.

Versickern

Qualitativ

Unabhängig von der Größe der angeschlossenen undurchlässigen Fläche ist bei jeder Versickerungsanlage zu prüfen, ob eine Regenwasserbehandlung entsprechend Abschnitt 6.2 erforderlich ist.

Quantitativ

Die Vorgaben des Arbeitsblattes DWA-A 138 sind zu beachten.

Einleiten in oberirdische Gewässer

Qualitativ

Bei der Einleitung in oberirdische Gewässer kann von einer Regenwasserbehandlung abgesehen werden, wenn gleichzeitig folgende drei Bedingungen eingehalten sind:

- A: das zur Verfügung stehende Gewässer entspricht den Gewässertypen G1 bis G8 (siehe Anhang A Tabelle A.1a),
- B: die undurchlässigen Flächen entsprechen den Flächentypen F1 bis F4 (siehe Anhang A Tabelle A.3),
- C: innerhalb eines Gewässer- oder Uferabschnittes von 1000 m Länge wird das Regenwasser von insgesamt nicht mehr als 0,2 ha (2.000 m²) undurchlässiger Fläche eingeleitet.

Quantitativ

Auf die Schaffung von Rückhalteräumen kann verzichtet werden, wenn mindestens eine der drei folgenden Bedingungen eingehalten ist:

- D: es wird in einen Teich oder einen See mit einer Oberfläche von mindestens 20 % der undurchlässigen Fläche oder in einen Fluss entsprechend Abschnitt 5.1 eingeleitet,
- E: die undurchlässigen Flächen betragen innerhalb eines Gewässerabschnittes von 1000 m Länge insgesamt nicht mehr als 0,5 ha (5.000 m²),
- F: das erforderliche Gesamtspeichervolumen nach Abschnitt 6.3.4 ist kleiner als 10 m³.

6.2 Qualitative Gewässerbelastung

6.2.1 Bewertungsverfahren

Grundgedanke des Bewertungsverfahrens ist, dass die Emission aus Trenngebieten dem Schutzbedürfnis des Grundwassers oder des oberirdischen Gewässers angepasst wird. Ist der Regenabfluss aus der Summe der Einleitungen eines Siedlungsgebietes stärker belastet, als dem Schutzbedürfnis des aufnehmenden Gewässers angemessen ist, so muss er vor der Einleitung ausreichend gereinigt werden. Auch beim Versickern wird von einer Behandlungsmaßnahme gesprochen, wenn das Niederschlagswasser ausreichend mächtige Bodenschichten passiert.

Ein Verfahren zur immissionsorientierten Bewertung von Regenwassereinleitungen aus Trenn- und insbesondere Mischsystemen enthält beispielsweise das BWK-Merkblatt M3.

Bei jeder Behandlungsmaßnahme wird nur ein Teil der stofflichen Belastung zurückgehalten. Außerdem treten bei der Passage durch einen bewachsenen Oberboden andere Reinigungsvorgänge auf als bei einem Regenklärbecken oder bei einem mechanischen Filter. Je nach Art des betrachteten Stoffes und der gewählten Behandlung ist die verbleibende Restbelastung unterschiedlich hoch.

Aus diesem Grunde wurden im vorliegenden Bewertungsverfahren in pauschaler Vereinfachung so genannte Durchgangswerte für die einzelnen Behandlungsmaßnahmen festgelegt. Die Durchgangswerte sind Kenngrößen, mit deren Hilfe eine vergleichende Wertung einzelner Behandlungsmaßnahmen möglich wird. Sie haben keine physikalische oder chemisch-biologische Grundlage, mit der auf eine messbare Reinigungsleistung einer Behandlungsanlage geschlossen werden könnte. Dazu ist die Wirkung beim Rückhalt einzelner Stoffe zu unterschiedlich (GOLWER 1991). Ein ausreichender Gewässerschutz kann mit diesem Bewertungsverfahren nicht nachgewiesen, sondern nur angenommen werden. Sofern besondere stoffliche Belastungen zu erwarten sind, die durch dieses pauschale Verfahren nicht erfasst werden können, sind weiter gehende Untersuchungen vorzunehmen oder das Wasser ist einer Kläranlage zuzuführen.

Im Anhang B ist ein Formblatt beigefügt, mit dem die Notwendigkeit und der Umfang einer Behandlungsmaßnahme abgeschätzt werden kann. Ziel

des Bewertungsverfahrens ist es, die erforderliche Regenwasserbehandlungsmaßnahme zu finden, um verunreinigtes Regenwasser vor der Einleitung in das Grundwasser oder in ein oberirdisches Gewässer so weit zu reinigen, dass dem angenommenen Schutzbedürfnis des Gewässers näherungsweise Rechnung getragen wird:

Emissionswert $E \leq$ Gewässerpunktzahl G .

Der Emissionswert E von abflusswirksamen Flächen ergibt sich aus der Verschmutzung des abfließenden Regenwassers (Abflussbelastung B) multipliziert mit dem Durchgangswert D der Behandlungsmaßnahme. Findet keine Regenwasserbehandlung statt, wird der Durchgangswert $D = 1$:

$$E = B \cdot D$$

mit:

E	Emissionswert
B	Abflussbelastung
D	Durchgangswert

Die Abflussbelastung B setzt sich aus Einflüssen aus der Luft L_i und der Verschmutzung der befestigten Flächen F_i zusammen. Unterschiedlich genutzte Flächen $A_{u,i}$ werden entsprechend ihrem Anteil f_i an der Gesamteinzugsfläche A_u einer Behandlungsanlage gewichtet:

$$B = \sum f_i (L_i + F_i) \quad (6.1)$$

mit

$$f_i = A_{u,i} / \sum A_{u,i}$$

Die so ermittelte Abflussbelastung B des Regenwassers wird mit den Gewässerpunkten G verglichen. Ist B größer als G , so ist die Notwendigkeit einer Regenwasserbehandlung i. d. R. gegeben:

$B > G$ in der Regel ist eine Behandlung erforderlich,

$B \leq G$ keine Behandlung erforderlich.

Die Durchgangswerte D von Behandlungsmaßnahmen sind unterschiedlich hoch (siehe Anhang A, Tabellen A.4a, A.4b und A.4c).

Wird die maximal zulässige Restverschmutzung nach einer Behandlung auf das angenommene Schutzbedürfnis des Grundwassers oder oberirdischen Gewässers abgestimmt, so ergibt sich für den größten zulässigen Durchgangswert:

$$D_{\max} = \text{Gewässerpunkte } G / \text{Abflussbelastung } B.$$

6.2.2 Hintereinanderschaltung von Behandlungsanlagen

Die Durchgangswerte D_i hintereinander geschalteter Behandlungsanlagen werden bei folgenden Kombinationen miteinander multipliziert:

- Filteranlage (Tabelle A.4b) und nachgeschaltete Bodenpassage (Tabelle A.4a),
- Sedimentationsanlage (Tabelle A.4c) und nachgeschaltete Bodenpassage (Tabelle A.4a),
- Versickerung durch mehrere Deckschichten (Tabelle A.4a).

Bei der Kombination mehrerer Sedimentationsanlagen zählt nur der niedrigste Durchgangswert D_i der besten Einzelanlage.

Hinweise zu Abschnitt 6.2:

In begründeten Fällen sind Abweichungen von den vorgegebenen Durchgangswerten möglich. Für nicht aufgeführte Anlagen und Verfahrenstechniken sind Durchgangswerte mit der Wasserbehörde abzustimmen.

Eine Versickerung in Schächten, Rohren oder Rigolen ohne vorherige Reinigung durch bewachsene Oberbodenpassagen oder Filteranlagen ist nur in begründeten Ausnahmefällen zulässig, auch wenn in der Kombination mit einer vorgeschalteten Sedimentationsanlage ein ausreichend niedriger Durchgangswert errechnet werden kann. Solche Ausnahmefälle wären z. B. bei nachgewiesener geringer Stoffbelastung der Niederschlagsabflüsse oder bei besonders hohem Stoffrückhaltevermögen gegeben (DWA-A 138).

6.3 Hydraulische Gewässerbelastung

Der rasche Regenwasserabfluss von befestigten, verdichteten oder gesättigten Oberflächen kann die Hochwasserspitzen in Oberflächengewässern vergrößern. Mit geeigneten Maßnahmen zum Zurückhalten, Speichern und gedrosselten Weiterleiten des Wassers können diese unerwünschten Auswirkungen verringert werden.

Der eingeleitete Abfluss darf nicht zum Ausufer des Gewässers führen. Im Zweifelsfall ist die zu wählende Regenabflussspende q_R zu verringern und der zu erwartende Wasserspiegel sowohl in stehenden als auch in fließenden Gewässern rechnerisch zu überprüfen. Ein angemessenes Freibordmaß von 20 cm bis 100 cm je nach Ge-

wässergröße ist zu berücksichtigen. Bei Einleitung in Teiche ist außerdem eine ausreichende Entlastungsmöglichkeit vorzusehen.

Werden Regen- oder Mischwasserabflüsse aus Siedlungen in größeren Rückhalteräumen zwischengespeichert, so kann es vorkommen, dass bis zur Entleerung des Speicherraums der gedrosselte Abfluss deutlich länger als 30 Minuten in einen Bach eingeleitet wird. In diesem Fall muss der erforderliche Abstand von aufeinander folgenden Einleitungen oder der maximal zulässige Drosselabfluss jeder einzelnen Einleitung gesondert untersucht werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn mehr als 5 % des natürlichen Einzugsgebietes des Gewässers an dieser Stelle bereits versiegelt sind. In diesen Fällen ist das Prüfverfahren der ATV-Arbeitsgruppe 2.1.1 zu beachten (ATV 1993, ATV 1997).

Der Nachweis des maximal zulässigen Drosselabflusses und des erforderlichen Speichervolumens an einer Einleitungsstelle kann nach den folgenden Vorgaben erbracht werden. Genauere Aussagen zur hydraulischen Gewässerbelastung können durch weiter gehende Erhebungen am und im Gewässer und Niederschlag-Abfluss-Simulationen ermittelt werden. Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn die im Folgenden vorgegebenen Werte nicht eingehalten werden können.

6.3.1 Drosselabfluss

Zur Vermeidung von Spitzenabflüssen kann für jede einzelne Einleitung in ein oberirdisches Gewässer die Drosselung des Regenabflusses erforderlich werden. Drossleinrichtungen haben die Aufgabe, aus Staueinrichtungen eine vorgegebene Wassermenge pro Zeit abfließen zu lassen. Stauräume wie Flachdächer, Teiche, Gräben, Regenbecken, Staukanäle usw. werden dadurch verzögert entwässert und die Abflussspitze aus einem Einzugsgebiet wird begrenzt. Der maximal zulässige Drosselabfluss muss auf die Erodierbarkeit der Gewässersedimente abgestimmt sein.

Nach dem Emissionsprinzip ist bei Überschreiten der quantitativen Bagatellgrenze (Abschnitt 6.1) an jeder einzelnen Einleitungsstelle die Regenabflussspende von den undurchlässigen Flächen je nach Typ des Vorflutgewässers zu begrenzen (siehe Tabelle 3). Für kleine Fließgewässer bedeutet dies, dass die „natürliche“ Abflussspende des ursprünglich unbebauten Gebietes in der Regel nicht überschritten wird. Bei größeren Fließgewässern werden deren hydraulische Belastbarkeit und die Verhältnismäßigkeit von kostspieligen Rückhaltmaßnahmen berücksichtigt.

Der Drosselabfluss Q_{Dr} zur Begrenzung der eingeleiteten Abflussspitzen an jeder Einleitungsstelle wird aus der zulässigen Regenabflussspende q_R und der undurchlässigen Gesamtfläche A_u ermittelt:

$$Q_{Dr} = q_R \cdot A_u \text{ in l/s} \quad (6.2)$$

mit

$$q_R \text{ in l/(s}\cdot\text{ha)}$$

$$A_u \text{ in ha}$$

Tabelle 3: Zulässige Regenabflussspenden von undurchlässigen Flächen

Typ des Vorflutgewässers		Regenabflussspende q_R in l/(s · ha)
kleiner Flachlandbach	$b_{Sp} < 1 \text{ m}, v < 0,3 \text{ m/s}$	15
kleiner Hügel- und Berglandbach	$b_{Sp} < 1 \text{ m}, v \geq 0,3 \text{ m/s}$	30
großer Flachlandbach	$b_{Sp} = 1 - 5 \text{ m}, v < 0,5 \text{ m/s}$	120
großer Hügel- und Berglandbach	$b_{Sp} = 1 - 5 \text{ m}, v \geq 0,5 \text{ m/s}$	240
Flüsse	$b_{Sp} > 5 \text{ m}$	nicht begrenzt
kleine Teiche	Oberfläche < 20 % von A_u	Einzelfallbetrachtung
Teiche und Seen	Oberfläche \geq 20 % von A_u	nicht begrenzt

6.3.2 Maximalabfluss

An Bächen entsprechend Abschnitt 5.1 soll weder an einer Einzeleinleitungsstelle noch als Summe von mehreren Einzeleinleitungen ein maximaler Abfluss $Q_{Dr,max}$ wesentlich überschritten werden. Dies lässt sich annähernd erreichen, wenn innerhalb einer Fließstrecke von etwa der 1.000fachen mittleren Wasserspiegelbreite b_{sp} insgesamt nicht mehr als $Q_{Dr,max}$ eingeleitet wird. Die Laufzeit von einzelnen Abflussspitzen bei Gewitterregen von 10 bis 30 Minuten Dauer ist bei dieser Entfernung in den Bächen so groß, dass eine Überlagerung mit den Abflussspitzen aus weiter unterstrom folgenden Einleitungen unwahrscheinlich wird.

Bei Bauvorhaben an diesen Bächen, die über die Bagatellgrenzen nach Abschnitt 6.1 hinausgehen, ist daher der maximal zulässige Abfluss $Q_{Dr,max}$ von versiegelten Flächen zu beachten. Er wird über den Einleitungswert e_w (Tabelle 4) in Abhängigkeit von der Korngröße der Gewässersedimente und dem Mittelwasserabfluss MQ mit folgender Formel berechnet (MICHELBAACH, MEIßNER 1999):

$$Q_{Dr,max} = e_w \cdot MQ \cdot 1000 \text{ in l/s} \quad (6.3)$$

mit

e_w dimensionsloser Einleitungswert in Fließgewässern in Abhängigkeit von der Korngröße der Sedimente,

MQ Mittelwasserabfluss an der Einleitungsstelle in m^3/s .

Tabelle 4: Einleitungswert e_w in Abhängigkeit von der Korngröße

Gewässersediment	Einleitungswert e_w
überwiegend lehmig-sandig	2 - 3
kiesig (< faustgroß)	4 - 5
steinig (> faustgroß)	6 - 7

Bei nachgewiesenermaßen sehr leistungsfähigen Gewässern mit stabiler Sohle, intaktem Interstitial und hohem Wiederbesiedlungspotenzial sind Einleitungsabflüsse auch über dem 7fachen MQ zulässig. Der einjährige Hochwasserabfluss (HQ_1) sollte in der Regel jedoch nicht überschritten werden.

In begründeten Fällen, wenn zum Beispiel seltene oder empfindliche Arten im Gewässer dies erfordern, muss der maximal zulässige Einleitungsab-

fluss trotz erosionswiderstandsfähiger Sohle entsprechend verringert werden. In Einzelfällen kann es auch notwendig werden, den maximal zulässigen Drosselabfluss am Niedrigwasserabfluss (MNQ) eines Gewässers zu orientieren. Hierfür sind Berechnungen mit Modellen erforderlich.

6.3.3 Mittelwasserabfluss

Ist der örtlich maßgebende Mittelwasserabfluss MQ für die Bestimmung des maximal zulässigen Drosselabflusses $Q_{Dr,max}$ nicht bekannt, so kann MQ geschätzt werden. Ein einfaches und oft angewendetes Verfahren ist die Ermittlung der mittleren Abflussspende Mq aus hydrologischen Karten und die Berechnung des mittleren Abflusses MQ durch Multiplikation der Spende mit der Fläche des Einzugsgebietes des Vorflutgewässers bis zur Einleitungsstelle.

Liegen Angaben zu mittleren Abflussspitzen oder zur Größe des Einzugsgebietes nicht vor, wird der Abfluss messtechnisch ermittelt. Dazu ist zunächst nach mehreren regenfreien Tagen der Abfluss Q des Baches an der Einleitungsstelle zu bestimmen:

$$Q = v \cdot h \cdot b_{Sp} \text{ in } m^3/s \quad (6.4)$$

mit

v mittlere Fließgeschwindigkeit in m/s ,

h mittlere Wassertiefe in m ,

b_{Sp} mittlere Wasserspiegelbreite in m .

Anschließend wird noch am selben Tag an dem nächsten bachabwärts gelegenen Abflusspegel ebenfalls der Abfluss Q_{Pegel} gemessen oder er wird für diesen Tag nachträglich den Pegelaufzeichnungen entnommen. Bildet man nun den Quotienten aus dem langjährigen Mittelwasserabfluss MQ_{Pegel} am Pegel und dem Abfluss Q_{Pegel} am Tag der Messung und multipliziert den Abfluss Q an der Einleitungsstelle mit diesem Verhältnis, so erhält man für die Einleitungsstelle annähernd den Mittelwasserabfluss MQ .

Fehlt in sinnvoller Entfernung von der Messstelle ein Abflusspegel, so wird der mit Gleichung (6.4) berechnete Abfluss Q näherungsweise als maßgebender Mittelwasserabfluss MQ angenommen.

6.3.4 Speichervolumen

In Abhängigkeit vom zulässigen Drosselabfluss ist ein mehr oder weniger großes Speichervolumen zur Verfügung zu stellen, um hohe Niederschlagsabflüsse zwischenspeichern zu können. Das erforderliche Volumen hängt von vier Faktoren ab:

- örtliche Niederschlagsverhältnisse,
- Größe der undurchlässigen Fläche,
- zulässiger Drosselabfluss des Speichers,
- gewünschte Sicherheit gegen Überstau.

Es kann nach den Vorgaben des Arbeitsblattes DWA-A 117 errechnet werden.

7 Maßnahmen

7.1 Wirkung der Maßnahmen

Unter Regenwasserbehandlung wird jeder natürliche oder künstlich herbeigeführte Vorgang verstanden, der eine Verminderung der stofflichen Belastung bewirkt. So ist zum Beispiel auch das breitflächige Versickern über die Schultern einer Landstraße eine Behandlung, da das Regenwasser nach dem Durchsickern der bewachsenen Deckschicht mehr oder weniger stark gereinigt wird.

In den Tabellen A.4a, A.4b und A.4c wurden Versickerungs-, Filter- und Sedimentationsanlagen so genannte Durchgangswerte zugeordnet. Sie bewerten relativ den Anteil der nicht zurückgehaltenen Abflussbelastung, die sowohl in gelöster als auch in partikulärer Form vorliegen kann. Ein messbarer Wirkungsgrad für einen beliebigen Stoff kann daraus nicht abgeleitet werden, da Stoffe unterschiedlicher Erscheinungsform ungleich zurückgehalten werden, z. B. gelöste Salze, organische Verbindungen oder mineralische Sedimente. Die Durchgangswerte dienen lediglich einer qualitativen Reihung der Behandlungsanlagen, um eine angemessene Reinigung zu erzielen, bevor das Regenwasser versickert oder eingeleitet wird.

7.2 Bodenpassagen

Bei der Passage von Bodenschichten werden durch physikalische, chemische und ggf. auch biologische Vorgänge Schmutzstoffe aus dem durchströmenden Regenwasser zurückgehalten und gespeichert oder abgebaut (DWA-A 138). Entscheidend für die Reinigungsleistung sind die Adsorptionskapazität

und die Homogenität der wirksamen Bodenschicht sowie die biologische Aktivität. Bleiben die hydraulische und frachtmäßige Belastung gering, so können ein Verschlammen, Staunässe und eine Überforderung der Abbaukapazität vermieden werden. Eine Rückspülung und damit gezielte Regeneration ist bei Bodenpassagen nicht möglich.

Eine Passage durch bewachsenen Oberboden ist wesentlich wirksamer als durch eine unbewachsene Bodenzone. Bewachsener Oberboden wird im Wurzelbereich natürlich aufgelockert. Dort findet ein erhöhter Abbau und eine Adsorption verschiedener Schmutzstoffe statt. Ein unbewachsener oder mit Mulch abgedeckter Boden allein genügt nicht für einen ausreichenden Schutz des Grundwassers vor belastetem Regenabfluss.

Für die dezentrale Versickerung wird allgemein ein k_f -Wert $> 1 \cdot 10^{-6}$ m/s, für die Versickerung in den Seitenräumen befestigter Flächen $k_f > 2 \cdot 10^{-5}$ m/s benötigt. Für zentrale Versickerungsanlagen sollte ein k_f -Wert $> 1 \cdot 10^{-5}$ m/s nicht unterschritten werden.

Der Boden, durch den versickert wird, darf nicht vorbelastet sein (z. B. durch Altlasten). Eine ausreichende Reinigung wird erreicht, wenn der natürliche Oberboden folgende Werte aufweist:

- pH-Wert 6-8,
- Humusgehalt 1 % bis 3 % und
- Tongehalt unter 10 %.

Alle geforderten Eigenschaften des Oberbodens sollten vor der Lieferung gutachterlich bestätigt werden.

Die Versickerung über bewachsenen Oberboden ist die bevorzugte Lösung. Einer hydraulischen Überlastung kann durch konstruktive Maßnahmen begegnet werden. Bewachsener Oberboden kann u. a. bei der breitflächigen Versickerung in Grünflächen, bei der Muldenversickerung und bei Versickerungsbecken ohne Dauerstau eingebaut werden. Die Mächtigkeit der ungesättigten Bodenschicht zwischen Oberkante des Oberbodens und dem mittleren Grundwasserstand soll bei der Flächen- und Muldenversickerung in der Regel mindestens 1 m betragen. Die Forderung nach einem Mindestabstand von 1 m des Grundwassers von der Fläche, durch die versickert wird, sichert die Nutzung des Bodens als Filter zur Regenwasserbehandlung.

Unterirdische Versickerungsanlagen (Rigolen-, Rohr- oder Schachtversickerung) können nur in stark eingeschränkten Einsatzbereichen, z. B. für

unproblematische Dachflächen in Wohngebieten mit geringer Luftverschmutzung, toleriert werden. Vorgaben für den Mindestabstand der Sohle unterirdischer Versickerungsanlagen bis zum Grundwasser sind in DWA-A 138 zu finden.

Die Mächtigkeit einer Deckschicht über dem Grundwasser bestimmt die Betriebssicherheit einer Versickerungsanlage und die Dauer bis zum Durchbruch nennenswerter Schmutzanteile. Mit zunehmender Durchlässigkeit nimmt die erforderliche Mächtigkeit der Bodenschicht zu, um die Funktion über eine ausreichende Dauer zu erfüllen.

Hinweis:

Durch den Bau von Versickerungsanlagen dürfen keine stauenden, das Grundwasser schützende Deckschichten (z. B. ausgeprägte Lehmschichten) durchstoßen werden.

7.3 Filteranlagen

Filteranlagen dienen der Vorbehandlung und Filtration von Regenwasser (Kombination von Regenklär- und Filterbecken). Zwingend erforderlich ist die Entfernung von absetzbaren Stoffen und Leichtstoffen in der vorgeschalteten Sedimentationsanlage. Eine Filteranlage entfernt im einfachsten Fall partikuläre Stoffe. Durch das Filtermaterial, die Filterstärke und durch Beeinflussung der Durchflusszeit können neben den partikulären Stoffen mittels biologischer Prozesse und Adsorption zusätzlich gelöste Stoffe entfernt werden (Bodenfilter). Außerdem wird durch die Retentionswirkung der Filteranlage ein Gewässer hydraulisch entlastet, hydrobiologischer Stress gemindert und infolge des langen Nachlaufs der Niedrigwasserabfluss erhöht.

Filteranlagen werden in der Regel in Erdbauweise ausgeführt. Die Sohle wird gegen den Untergrund abgedichtet und erhält eine Dränung. Der Abfluss wird gedrosselt zum Gewässer geführt. Über der Dränung liegt eine Filterschicht, die in der Regel bepflanzt wird. Zusätzlich ist ein Retentionsraum vorzusehen (BRUNNER 1998). Hinweise zu Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfilteranlagen enthält das Merkblatt DWA-M 178.

7.4 Sedimentationsanlagen

Anlagen mit einem Absetzraum, in dem die Strömungsverhältnisse es zulassen, dass spezifisch schwerere Stoffe als Wasser nach unten sinken und spezifisch leichtere Stoffe aufschwimmen, werden hier als Sedimentationsanlagen bezeichnet. Konstruktive Hinweise sind im Arbeitsblatt ATV-A 166 zu finden, Beispiele enthält das Merkblatt ATV-DVWK-M 176.

Zurückgehaltene Feststoffe sollten nach Möglichkeit nicht wieder mit einem anderen Abwasserstrom (z. B. mit kommunalem Schmutzwasser) vermischt werden, um die Ausbreitung der in der Sedimentationsanlage aufkonzentrierten Feststoffe und damit auch Schadstoffe zu vermeiden. Als spezifische Behandlung geeignet ist zum Beispiel die Entwässerung und Klassierung sowie die anschließende Ablagerung oder Verwertung der Feststoffe (vgl. Entsorgung von Feststoffen der Gullyreinigung oder von Straßenkehricht). Die wasserwirtschaftlich und wirtschaftlich optimale Lösung muss im Einzelfall unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten gefunden werden.

Regenklärbecken sind für den Gewässerschutz besonders wirksam, wenn auch möglichst feine Fraktionen weitgehend abgeschieden werden, bevor das so mechanisch behandelte Regenwasser über den Klärüberlauf abfließt. Das abgesetzte Sediment sollte auch bei hohen hydraulischen Belastungen nicht wieder aufgewirbelt und mit dem Durchfluss vermischt werden. Nur so wird ein Austrag über den Klärüberlauf vermieden.

Regenklärbecken ohne Dauerstau (ATV-A 166) werden nach jedem Einstauereignis entleert und gereinigt. Hierzu ist eine vorübergehend geöffnete Verbindung zu einem Schmutz- bzw. Mischwasserkanal erforderlich.

Regenklärbecken mit Dauerstau (ATV 1995a, ATV-A 166) werden nur in großen Zeitabständen für die Reinigung und Inspektion entleert.

Teiche (GEIGER, DREISEITL 2001) sind eine naturnah als Erdbecken gestaltete Ausführungsart von Regenklärbecken mit Dauerstau. Sie bewirken auch eine biologische Reinigung. Ein vorgeschalteter Schlammfang ist für den Betrieb zweckmäßig.

Hydrodynamische Abscheider (BROMBACH, WEIß 1997; HÜBNER 1997) sind eine besondere Ausführungsform von als Massivbecken ausgeführten Regenklärbecken ohne Dauerstau. Es handelt sich um runde Becken mit tangentialem Zulauf. Dadurch wird eine stabile Drehströmung erzeugt, die zu einer Reinigung der Beckensohle und einer Sammlung der Sedimente in einem in Beckenmitte angeordneten Schlamm-speicher

führt. Hydrodynamische Abscheider sind damit weniger empfindlich für eine Resuspendierung abgesetzter Feststoffe als andere Ausführungsformen von Regenklärbecken ohne Dauerstau. Sie sind besonders gut geeignet für kleine Einzugsgebiete (WEIß, BROMBACH 2000).

Regenrückhalteanlagen (DWA-A 117) können in Beckenform bei günstiger Gestaltung der Zu- und Abläufe bei meist großem spezifischen Volumen eine gute Reinigungsleistung erbringen, wenn ein Austrag mit der Entleerung verhindert wird. Verbleibt nach Regenende ein Dauerstau in einem Teil des Beckens, dann können Schwimmstoffe und Leichtflüssigkeiten mit einer Tauchwand zurückgehalten werden. Bei Regenrückhaltebecken, die nach Regenende vollständig entleeren, kann ein nachgeschalteter Abscheider mit dem gedrosselten Beckenablauf beschickt werden.

Absetzanlagen (FGSV-539) werden zweckmäßigerweise vor Versickerungsmulden und -becken errichtet, um den Schlammanfall auf den Sickerflächen zu reduzieren und so die Betriebsfähigkeit der Sickeranlagen möglichst lange aufrecht zu erhalten. Absetzanlagen dienen der Sedimentation von absetzbaren Stoffen über etwa 0,1 mm Korndurchmesser.

Leichtstoffabscheider (FGSV-514) dienen überwiegend dem Rückhalt von wassergefährdenden Stoffen. Leichtstoffabscheider nach RiStWag (FGSV-514) können in der Regenwasserbehandlung in Kombination mit Regenrückhalteanlagen eingesetzt werden.

7.5 Chemisch-physikalische Verfahren

Der Rückhalt an gelösten und feinstpartikulären Stoffen wird durch den Einsatz von Fällungs- und Flockungschemikalien verbessert. Während es sich bei der Fällung um einen Phasenübergangsprozess handelt, werden bei der Flockung Feststoffe mit kleinem Korndurchmesser in größere Feststoffverbände überführt. Die Fällung und Flockung erfordert definierte Prozessbedingungen, die in vielen Anwendungen mit relativ geringem Aufwand einzuhalten sind.

Die durch Fällung und Flockung entstandenen Feststoffaggregate können durch Sedimentation, Flotation oder Filtration abgetrennt werden. In bestehenden Regenklärbecken ermöglicht die Fällung und Flockung eine deutliche Erhöhung des Schmutzstoffrückhalts. Der Vorteil der chemisch-physikalischen Anlagen liegt im hohen Stoffrückhalt und in der kontrollierten, hohen Ablaufstabilität.

Untersuchungen in Berlin (HEINZMANN 1995) und Karlsruhe (PFEIFER 1998) belegen die Einsetzbarkeit auch zur Behandlung von Regenwasser. Der gegenüber anderen Verfahren erhöhte finanzielle und betriebstechnische Aufwand rechtfertigt den Einsatz dann, wenn besondere Gewässergüteanforderungen einen hohen Stoffrückhalt aus Trenngebieten erforderlich machen. Durchgangswerte müssen im Einzelfall mit der Wasserbehörde abgestimmt werden.

8 Planung der Regenentwässerung in Siedlungen

Die Planung der Regenentwässerung von Siedlungsgebieten ist von der reinen Entsorgungsaufgabe zur Bewirtschaftungsaufgabe geworden, die in frühzeitiger, enger Abstimmung mit anderen planungsbeteiligten Fachdisziplinen sorgsam zu lösen ist. Für eine erfolgreiche Integration in die Bauleitplanung hat sich die folgende Vorgehensweise bewährt.

8.1 Ausweisung von Bauflächen

Die Festlegung von Erweiterungsflächen (Flächennutzungsplanung) sollte unter besonderer Beachtung des notwendigen technischen Erschließungsaufwandes und der vorhandenen Gewässersituation erfolgen. Die Flächen für Bebauung, Regenwasserbehandlung oder andere Zwecke müssen zuvor mit den Belangen der Stadt-, Umwelt-, Landschafts- und Verkehrsplanung sowie der Siedlungswasserwirtschaft und Wasserwirtschaft abgestimmt sein. Insbesondere eine der Topographie gerechte oberflächennahe Wasserführung und Anordnung von Versickerungsanlagen ist sorgsam mit den anderen Planungsinteressen abzustimmen. Bei größeren Baugebieten kann es eher sinnvoll sein, musterhafte Lösungen zu erarbeiten, die Erschließungsträgern, Bauherren und Architekten als Arbeitshilfe oder Rahmenvorgabe in einer Baufibel zur Verfügung gestellt werden.

Folgende Aspekte sind u. a. zur Eignungsbewertung und Auswahl der Flächen mit heranzuziehen:

- Topografie,
- Grund- und Oberflächengewässer,
- hydrogeologische Situation,
- Schutzgebiete,
- Altlastenpotenzial,

- Verschmutzung der Oberflächenabflüsse,
- vorhandene Entwässerungseinrichtungen,
- mögliche Entwässerungskonzeptionen,
- mögliche Regenwasserbehandlung,
- Erschließungskosten.

8.2 Hinweise zum Planungsablauf

Nach dem Aufstellungsbeschluss gemäß § 2 Abs. 1 BauGB ist ein Startgespräch mit Beteiligung aller betroffenen Behörden, z. B. Liegenschaftsamt, Stadtplanungsamt, Amt für Wohnungswesen, Amt für Wirtschaftsförderung, Umweltamt, Hochbauamt, Tiefbauamt, Stadtentwässerungsamt, Grünflächenamt und den Trägern öffentlicher Belange unabdingbar.

Die Rahmenbedingungen für Gebietsentwässerung und Gewässerschutz sollten in einer siedlungswasserwirtschaftlichen Studie in Anlehnung an das Merkblatt ATV-M 101 dargelegt werden. Teil der Studie muss eine hydrogeologische Bewertung über die Boden- und Grundwasserverhältnisse im Bereich der geplanten Bebauung sein. Sorgfältig zu klären sind unter anderem die Möglichkeiten der Umsetzung des Retentionsprinzips durch

- dezentrale oder zentrale Versickerung,
- verzögernde, naturähnliche Ableitung.

Die Ergebnisse der siedlungswasserwirtschaftlichen Studie sind Teil der Vorgaben für den städtebaulichen Entwurf. Die Vorgaben können beispielsweise umfassen:

- Aussagen zu wasserwirtschaftlich empfindlichen Bereichen (Oberflächengewässer, Grundwasser),
- Entwässerungskonzeption,
- siedlungswasserwirtschaftliche Fixpunkte,
- bevorzugte Lage für Bauungsstruktur und Erschließung,
- Aussagen zu Baukörperform und Gruppierung im Hinblick auf eine günstige oberflächige Wasserführung im Gebiet.

Bei städtebaulichen Wettbewerben und Vorentwürfen hat es sich als günstig erwiesen, Fachleute folgender Bereiche hinzuzuziehen:

- Siedlungswasserwirtschaft,

- Verkehr,
- Energie,
- Immissionsschutz/Lärmschutz,
- Grünflächenplanung.

Dies gewährleistet, dass die verschiedenen Belange frühzeitig argumentativ in die Planung Eingang finden. Der städtebauliche Entwurf wird sodann mit den kommunalen Dienststellen und Trägern öffentlicher Belange abgestimmt und ggf. modifiziert.

8.2.1 Aufstellung des Bebauungs- und Generalentwässerungsplanes

Parallel zum Bebauungsplan ist ein Generalentwässerungsplan (GEP) auf der Grundlage der siedlungswasserwirtschaftlichen Studie aufzustellen. Gegenstand des Generalentwässerungsplanes sind:

- Konzept der Gebietsentwässerung,
- Nachweis der Umsetzbarkeit im städtebaulichen Kontext,
- Ausweisung von Lage und Größe erforderlicher Flächen für Versickerung, Rückhalt oder verzögernde Ableitung sowie Behandlung des Regenabflusses,
- Vorschläge für erforderliche Festsetzungen, Hinweise und Erläuterungen im Bebauungsplan,
- Variantenvergleich und Kosten.

Die Konformität des Generalentwässerungsplanes zum kommunalen Satzungsrecht, Wasserrecht und ggf. Privatrecht ist abzusichern. Sind detaillierte Regelungen zur Niederschlagsentwässerung im Bebauungsplan nicht erwünscht, so können die für die Versickerung oder verzögernde Ableitung erforderlichen Flächen und/oder Verfahren abgesichert werden durch:

- Ausweisung der Flächen als Gemeinschaftseigentum,
- Zusatzvereinbarungen in Grundstückskaufverträgen,
- Eintragung von Grunddienstbarkeiten im Grundbuch,
- Nachweis im Rahmen der Baugenehmigung.

In jedem Fall sollte im Bebauungsplan auf die beabsichtigte Regelungsart hingewiesen werden.

8.2.2 Planung der Gebietsentwässerung

Nach Abschluss des B-Plan-Verfahrens wird die Entwurfs- und Ausführungsplanung für die Gebietsentwässerung (Schmutzwasser und Regenwasser) erarbeitet. Die Planungen sind in allen Fällen abzustimmen mit

- Aufsichtsbehörde (z. B. untere Wasserbehörde, staatliches Umweltamt, untere Landschaftsbehörde),
- Liegenschaftsamt (Erwerb oder Verkauf von Grundstücken, ggf. erforderliche Zusatzvereinbarungen in Grundstückskaufverträgen),
- Amt für kommunale Abgaben (Gebühren, Erschließungsbeiträge),
- Versorgungsträgern (Trassierungen, Bauabläufe).

Für die erfolgreiche Umsetzung von Versickerung oder verzögernder Ableitung empfiehlt es sich, die Planungen in enger Zusammenarbeit abzustimmen mit

- Freiraumplanern,
- Verkehrsplanern,
- Architekten,
- Erschließungsträgern/Bauherren.

Regenwasser kann als belebendes Element in interessante Freiraumgestaltung einbezogen werden. Planerisch und konstruktiv ist dabei darauf zu achten, dass die Grundstücks- bzw. Gebietsentwässerung mit üblichem Komfort langfristig funktionsstüchtig ist. Der für die Gebietsentwässerung verantwortliche Planer hat dafür zu sorgen, dass die Beiträge anderer Planungsbeteiligter der Umsetzung wasserwirtschaftlicher Zielsetzungen dienlich sind.

9 Bemessung von Regenwasserbehandlungsanlagen

Aus wirtschaftlichen Gründen werden Regenwasserbehandlungsanlagen nicht für den maximalen Zufluss aus der Regenwasserkanalisation oder der Entwässerungsfläche dimensioniert. Die Differenz zwischen dem maximalen Zufluss und der zulässigen Belastung muss in einem Regenrückhaltespeicher ausgeglichen oder in einem Umlauf ohne weitere Behandlung an der Anlage vorbei zum Gewässer abgeleitet werden.

Dabei können, z. B. in einer Versickerungsanlage, Speicher und Filter in einem Bauwerk vereint sein. Die Regenwasserbehandlungsanlage wird durch einen vorgeschalteten Regenrückhaltespeicher bei wirtschaftlicher Auslegung besser genutzt als bei einer Anlage ohne Speicher. Der Abflussweg bei Überlastung der gesamten Anlage muss geprüft werden, um mögliche Überflutungsgefahren abschätzen zu können.

Absetzbecken und Filteranlagen werden für kritische Regenspenden von mindestens 15 l/s je Hektar undurchlässiger Fläche dimensioniert. Der Durchfluss liegt im Jahresmittel mit 3 (l/s-ha) bis 5 (l/s-ha) deutlich unter diesem Wert. Eine Dimensionierung mit dem Ziel, vorgegebene stoffliche Grenzwerte einzuhalten, ist für die beschriebenen Maßnahmen bisher kaum möglich. Ersatzweise werden Bemessungswerte vorgegeben, wie Aufenthaltszeit, Oberflächenbeschickung, Schichtstärken und Durchlässigkeiten. Dabei sollten die Randbedingungen der Versuchsanlagen und großtechnischen Untersuchungen, aus denen die Bemessungswerte abgeleitet wurden, bei der Übertragung auf geplante Baumaßnahmen berücksichtigt werden.

So bezieht sich die Oberflächenbeschickung auf den gleichmäßig horizontal durchströmten Bauwerksteil mit mehr oder weniger konstantem Fließquerschnitt, die bewachsene Bodenzone auf eine aktive Schicht, die sich in kurzer Zeit regeneriert ohne zu verstopfen oder größere anaerobe Zonen zu bilden und die Dicke einer Filterschicht auf den homogenen, störungsfreien Filterkörper. Hinsichtlich der Bemessung einzelner Behandlungsanlagen wird auf die Literatur in Tabelle 5 verwiesen.

Tabelle 5: Literatur zur Bemessung von Regenwasserbehandlungsanlagen

Behandlungsanlage	Bemessung nach Literatur
breitflächige Versickerung	DWA-A 138, GEIGER/DREISEITL (1995)
Muldenversickerung	DWA-A 138, GEIGER/DREISEITL (1995)
Versickerungsbecken	DWA-A 138, RAS-Ew, LANGE/SCHEUFELE (1987)
Retentionsbodenfilteranlagen	DWA-M 178, BRUNNER (1998)
Vegetationspassage, Gräben	BUWAL (1996)
Straßenablauf	FGSV-539 (RAS-Ew)
Leichtflüssigkeitsabscheider	FGSV-514 (RiStWag)
Hydrodynamische Abscheider	BROMBACH/WEIß (1997), GEIGER/USTOHAL (1998)
Absetzanlagen	ATV (1995b), FGSV-539 (RAS-Ew)
Regenklärbecken	ATV-A 166, ATV (1995a)
Regenrückhalteanlagen	DWA-A 117

10 Kostenauswirkungen

Im Vergleich zu den bestehenden Regeln der einzelnen Bundesländer sind durch diese Handlungsempfehlungen keine zusätzlichen Kosten zu erwarten. Die Vielfalt der vorgeschlagenen Behandlungsmöglichkeiten eröffnet vielmehr die Möglichkeit einer wirtschaftlich günstigen Planung.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass modifizierte Verfahren den Kostenvergleich mit konventionellen Lösungen nicht zu scheuen brauchen. Modifizierte Entwässerungssysteme weisen zusätzliche Vorteile auf, die monetär schwer bewertbar sind. Hierzu zählen zum Beispiel:

- Minderung siedlungsbedingter Abflussspitzen in Gewässern,
- gegebenenfalls weitere Reduzierung von Schmutzfrachten im Gewässer,
- Verbesserung des Kleinklimas in Siedlungsräumen,
- Erhöhung der Lebensqualität, wenn Regenwasser in Rinnen, Mulden und Teichen wieder sichtbar und erlebbar wird.

Die Baukosten für einen umweltgerechten Umgang mit Regenwasser schwanken in einem großen Bereich, je nachdem, was im Einzelnen zu tun ist. Einflussfaktoren sind zum Beispiel:

preisgünstiger	kostspieliger
Mehrfachnutzung vorhandener Grünflächen	zusätzlicher Grunderwerb
Einzelanlage für jedes Grundstück	vernetzte Anlage für ein ganzes Baugebiet
Erschließung von Neubaugebieten	nachträglicher Umbau in altem Baubestand
Ausführung mit Eigenleistungen	Ausführung nur durch Fachfirmen
Regenwasser nur vom Kanalnetz abkoppeln	Regenwasser auch als Brauchwasser nutzen
usw.	usw.

Um die Kosten für einen umweltgerechten Umgang mit Regenwasser mit den Kosten für herkömmliche Ableitungssysteme vergleichbar zu machen, ist aufgrund der örtlichen Gegebenheiten für jeden Einzelfall eine Kostenermittlung notwendig.

Literatur

Gesetze

Baugesetzbuch (BauGB) – Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004. BGBl. I S. 2414

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. ABl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1–73

Wasserhaushaltsgesetz – Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. August 2002. BGBl. I S. 3245

Technische Regeln

DWA-Regelwerk

DWA-A 100 (Dezember 2006): Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE)

DWA-A 105 (Dezember 1997): Wahl des Entwässerungssystems

DWA-A 117 (April 2006): Bemessung von Regenrückhalteräumen

ATV-A 128 (April 1992): Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen

DWA-A 138 (April 2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser

ATV-A 166 (November 1999): Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung

ATV-DVWK-A 198 (April 2003): Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen

ATV-DVWK-A 400 (Juli 2000): Grundsätze für die Erarbeitung des ATV-DVWK-Regelwerkes

ATV-M 101 (Mai 1996): Planung von Entwässerungsanlagen, Neubau-, Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen

ATV-DVWK-M 165 (Januar 2004): Anforderungen an Niederschlag-Abfluss-Berechnungen in der Siedlungsentwässerung

ATV-DVWK-M 176 (Februar 2001): Hinweise und Beispiele zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung

DWA-M 178 (Oktober 2005): Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem

DVWK-Regel 136 (1999): Bodenkundliche Untersuchungen im Felde zur Ermittlung von Kennwerten zur Standortcharakterisierung; Teil III: Ableitungen zum Wasser- und Lufthaushalt von Böden

Weitere technische Regeln

BWK M 3 (Juli 2004): Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse. Pfullingen: Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e. V.

DIN 4049-3 (Oktober 1994): Hydrologie – Teil 3: Begriffe zur quantitative Hydrologie

FGSV-514 (2002): RiStWag-Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten

FGSV-539 (2005): RAS-Ew-Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung mit RAS-Ew-Bemessungshilfen auf CD-ROM

FGSV-912 (1998): Merkblatt für die Entwässerung von Flugplätzen

VSA (2002): Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten. Zürich: Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute

Weiterführende Literatur

ATV (1993): Weitergehende Anforderungen an Mischwasserentlastungen. 1. Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 2.1.1: Grundlagen und Vorprüfung. In: KA – Korrespondenz Abwasser (1993), Heft 5, S. 802–806

ATV (1995a): ATV-Handbuch: Bau und Betrieb der Kanalisation. 4. Aufl., Ernst & Sohn, Berlin 1995

ATV (1997): Weitergehende Anforderungen an Mischwasserentlastungen, Grundlagen und Vorprüfung (2. Teil) sowie Hinweise zur biologische Beurteilung mischwasserbelasteter Gewässer. 2. Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 2.1.1. In: KA – Korrespondenz Abwasser (1997), Heft 5, S. 922–927

- BMU (1999): Enteisungsabwasser von Flughäfen – Hinweise. Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV). Stuttgart: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- BORCHARDT, D.; FISCHER, J.; MAUCH, E. (1998): Auswirkungen von Mischwasserentlastungen auf den Stoffhaushalt und die Biozönose von Fließgewässern. Ökologische und wasserwirtschaftliche Folgerungen. In: GWF Wasser Abwasser (1998), Heft 7, S. 418–423
- BROMBACH, H.; WEIß, G. (1997): Wirbelabscheideranlagen. Handbuch Wasser 4, Band 5. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
- BRUNNER, P. G. (1998): Bodenfilter zur Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem. Handbuch Wasser 4, Band 10. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
- BULLERMANN, M.; KLEIN, B. (1996): Regenwassernutzung in privaten und öffentlichen Gebäuden – Qualitative Aspekte. Schriftenreihe fbr, Band 2, Darmstadt
- BUWAL (1996): Gewässerschutzmaßnahmen beim Straßenbau – Grundlagenbericht. Schriftenreihe Umwelt Nr. 263 – Gewässerschutz. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
- FELD, C. K.; RÖDIGER, S.; SOMMERHÄUSER, M.; FRIEDRICH, G. (2005): Typologie, Bewertung, Management von Oberflächengewässern – Stand der Forschung zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller)
- GEIGER, W. F.; DREISEITL, H. (2001): Neue Wege für das Regenwasser: Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten. 2. Auflage, München: Oldenbourg
- GEIGER, W. F.; USTOHAL, P.: Ermittlung des rechnerischen Speichervolumens eines hydrodynamischen Abscheiders. Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft, Universität-GH Essen. Forschungsbericht (1998). ATV-Forschungsfond, Projekt-Nr. 10/97
- GLUGLA, G. et al. (1999): Langjährige Abflussbildung und Wasserhaushalt im urbanen Gebiet Berlin. In: Wasserwirtschaft (1999), Heft 1, S. 34–42
- GOLWER, A. (1991): Belastung von Böden und Grundwasser durch Verkehrswege. Forum Städte-Hygiene 42 (1991), Heft 5, S. 266–275
- HEINZMANN, B. (1995): Weitergehende Aufbereitung von städtischen Regenabflüssen durch Flockung. In: GWF Wasser, Abwasser (1995), Heft 2, S. 67 ff.
- HÜBNER, M. (1997): Beurteilung und Ermittlung der Wirkungsweise von Anlagen zur Regenwasserbehandlung. Heft 10, Forum Siedlungswasserwirtschaft und Abfallwirtschaft Universität Essen
- LANGE, G.; SCHEUFELE, G. (1987): Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Versickerungsleistung von Versickerungsbecken und die Möglichkeiten einer Beeinflussung. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik (1987), Heft 515
- MICHELBACH, S.; MEIßNER, E. (1999): Begrenzung des Regenabflusses aus Siedlungen. In: KA – Korrespondenz Abwasser (1999), Heft 6, S. 910–918
- PFEIFER, R. (1998): Schmutzstoffrückhalt durch chemisch-physikalische Regenwasserbehandlung im Trennsystem. Schriftenreihe des Instituts für Siedlungswasserwirtschaft, Universität Karlsruhe Bd. 92. München: Verlag Oldenburg
- SIEKER, F. et al. (2003): Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten: Grundlagen und Anwendungsbeispiele; Neue Entwicklungen. 3. Aufl. Renningen: expert-Verlag, S. 228
- WACHS, B.: Ökobewertung der Schwermetallbelastung von Fließgewässern mittels Pflanzen- und Zoobenthon-Arten. In: Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie (1998), Band 51, S. 534–585
- WEIß, G.; BROMBACH, H: Regenwasserbehandlung mit Wirbelabscheidern. In: KA – Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall (2000), Heft 12, S. 1793–1800

Bezugsquellen:

DWA-Publikationen (vormals ATV-DVWK):
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V., Hennef

DIN-Normen: Beuth Verlag GmbH, Berlin

FGSV-Regelwerk: Verlag der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

Anhang A Tabellen zum Bewertungsverfahren

Tabelle A.1a: Bewertungspunkte für Gewässer (G) mit normalen Schutzbedürfnissen

Gewässerpunkte			
Gewässertyp	Beispiele	Typ	Punkte
Meer	offene Küstenregion	G1	33
Fließgewässer	großer Fluss ($MQ > 50 \text{ m}^3/\text{s}$)	G2	27
	kleiner Fluss ($b_{\text{Sp}} > 5 \text{ m}$)	G3	24
	großer Hügel- und Berglandbach ($b_{\text{Sp}} = 1\text{-}5 \text{ m}$; $v \geq 0,5 \text{ m/s}$)	G4	21
	großer Flachlandbach ($b_{\text{Sp}} = 1\text{-}5 \text{ m}$; $v < 0,5 \text{ m/s}$)	G5	18
	kleiner Hügel- und Berglandbach ($b_{\text{Sp}} < 1 \text{ m}$; $v \geq 0,3 \text{ m/s}$)		
	kleiner Flachlandbach ($b_{\text{Sp}} < 1 \text{ m}$; $v < 0,3 \text{ m/s}$)	G6	15
stehende und gestaute Gewässer	abgeschlossene Meeresbucht großer See (über 1 km^2 Oberfläche) gestauter großer Fluss ($MQ > 50 \text{ m}^3/\text{s}$)	G7	18
	gestauter kleiner Fluss ¹⁾ Marschgewässer	G8	16
	gestauter großer Hügel- und Berglandbach ¹⁾	G9	14
	gestauter großer Flachlandbach ¹⁾ (siehe auch G24)	G10	12
	kleiner See, Weiher (unter 500 m^2 Oberfläche)	G11	10
	gestaute kleine Bäche ¹⁾		
Grundwasser	außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G12	10
	Karstgebiete ohne Verbindung zu Trinkwassergewinnungsgebieten (Nachweis erforderlich)	G13	8

1) Die Einstufung gestauter Gewässer erfolgt i. d. R. oberhalb der Stauwurzel

Tabelle A.1b: Bewertungspunkte für Gewässer (G) mit besonderen Schutzbedürfnissen

Gewässerpunkte			
Gewässertyp	Beispiele	Typ	Punkte
Fließgewässer	weniger als 2 h Fließzeit bei MQ bis zum nächsten Wasserschutzgebiet mit Uferfiltratgewinnung	G21	14
	weniger als 2 h Fließzeit bei MQ bis zum nächsten kleinen See		
	Einleitung innerhalb eines Wasserschutzgebietes mit Uferfiltratgewinnung	G22	11
	Badegewässer		
stehende und sehr langsam fließende Gewässer	Einleitung in Seen in unmittelbarer Nähe von Erholungsgebieten	G23	11
	Fließgeschwindigkeit bei MQ unter 0,10 m/s, ausgenommen Marschgewässer (siehe G8)	G24	10
Grundwasser	Wasserschutzzone III B	G25	≤ 8 ¹⁾
	Wasserschutzzone III A	G26	≤ 5 ¹⁾
	Karstgebiete (siehe auch G13)	G27	≤ 3 ¹⁾
	Wasserschutzzone II ²⁾		
besonders empfindliche Gewässer	Wasserschutzzone I	G28	0
	in Gewässer mit Güteklasse I und in Quellregionen soll grundsätzlich nicht eingeleitet werden		

1) Einzelfallregelung erforderlich (siehe auch FGSV-514: RiStWag)
 2) Versickerung in der Wasserschutzzone II ist in der Regel nicht tragbar

Tabelle A.2: Bewertungspunkte für Einflüsse aus der Luft (L)

Einfluss aus der Luft			
Luftverschmutzung	Beispiele	Typ	Punkte
gering	Siedlungsbereiche mit geringem Verkehrsaufkommen (durchschnittlicher täglicher Verkehr unter 5000 Kfz/24h)	L1	1
	Straßen außerhalb von Siedlungen		
mittel	Siedlungsbereiche mit mittlerem Verkehrsaufkommen (durchschnittlicher täglicher Verkehr 5000 bis 15000 Kfz/24h)	L2	2
stark	Siedlungsbereiche mit starkem Verkehrsaufkommen (durchschnittlicher täglicher Verkehr über 15000 Kfz/24h)	L3	4
	Siedlungsbereiche mit regelmäßigem Hausbrand (z. B. Holz, Kohle)		
	im Einflussbereich von Gewerbe und Industrie mit Staubemission durch Produktion, Bearbeitung, Lagerung und Transport	L4	8

Tabelle A.3: Bewertungspunkte des Regenabflusses in Abhängigkeit von der Herkunftsfläche (F)

Belastung aus der Fläche			
Flächen- verschmutzung	Beispiele	Typ	Punkte
gering	Gründächer, Gärten, Wiesen und Kulturland mit möglichem Regenabfluss in das Entwässerungssystem	F1	5
	Dachflächen ¹⁾ und Terrassenflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	F2	8
	Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereichs von Straßen (Abstand über 3 m)	F3	12
	Hofflächen und Pkw-Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten		
	wenig befahrene Verkehrsflächen (bis zu 300 Kfz/24h) in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten, z. B. Wohnstraßen		
mittel	Straßen mit 300 bis 5000 Kfz/24h, z. B. Anlieger-, Erschließungs-, Kreisstraßen	F4	19
	Hofflächen und Pkw-Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten ²⁾	F5	27
	Straßen mit 5000 - 15000 Kfz/24h, z. B. Hauptverkehrsstraßen		
stark	Pkw-Parkplätze mit häufigem Fahrzeugwechsel, z. B. von Einkaufszentren	F6	35
	Straßen und Plätze mit starker Verschmutzung, z. B. durch Landwirtschaft, Fuhrunternehmen, Reiterhöfe, Märkte		
	Straßen über 15000 Kfz/24h, z. B. Hauptverkehrsstraßen mit überregionaler Bedeutung, Autobahnen		
	stark befahrene Lkw-Zufahrten in Gewerbe-, Industrie oder ähnlichen Gebieten z. B. Deponien	F7	3)
	Lkw-Park- und Stellplätze		45

1) kupfer-, zink- oder bleigedekte Dachflächen sind nach Abschnitt 5.3.2 zu regeln
2) Umschlagflächen in Gewerbe- und Industriegebieten sind im Einzelfall zu regeln
3) Versickerung nur mit Kontrollmöglichkeit nach der Reinigung zulässig

Tabelle A.4a: Durchgangswerte (D) bei flächenhafter Versickerung

Durchgangswerte bei Bodenpassagen					
Beispiele	Typ	Flächenbelastung ¹⁾			
		$A_u : A_s$			
		a	b	c	d
Versickerung durch 30 cm bewachsenen Oberboden	D1	0,10	0,20	0,45	²⁾
Versickerung durch 20 cm bewachsenen Oberboden	D2	0,20	0,35	0,60	²⁾
Versickerung durch 10 cm bewachsenen Oberboden	D3	0,45	0,60	0,80	²⁾
Pflaster und Rasengittersteine mit bewachsenem Oberboden ³⁾					
Bodenpassage unter Mulden, Rigolen ³⁾ , Schächten o. Ä. durch flächenhaft durchgehende Deckschichten von mindestens <ul style="list-style-type: none"> • 3 m Mächtigkeit, Durchlässigkeit $k_f = 10^{-4}$ bis 10^{-6} m/s (z. B. Feinsand, schluffiger Sand, sandiger Schluff) • 5 m Mächtigkeit, Durchlässigkeit $k_f = 10^{-3}$ bis 10^{-4} m/s (z. B. sandiger Kies, Grobsand, Mittelsand) 	D4	0,35	0,45	0,60	0,80
Flächenversickerung über durchlässige Beläge auf einem mindestens 30 cm dicken frostsicheren Oberbau, wie z. B. <ul style="list-style-type: none"> • Pflaster mit nicht bewachsenen, durchlässigen Fugen • poröse Deckbeläge (z. B. Dränbetonsteine) • mit Brechsand gefüllte Gittersteine oder Waben 	D5	0,80	1,00		
Flächenversickerung <u>ohne</u> Berücksichtigung weiterer Bodenpassagen über <ul style="list-style-type: none"> • geringere Deckschichten als in der Gruppe D4 genannt • Rigolen, Versickerungsschächte, Schotterpackungen o. Ä. 	D6	1,00			
<p>1) Erläuterungen zur Flächenbelastung $A_u : A_s$ in den Spalten a bis d (Verhältnis der undurchlässigen Fläche A_u zur Sickerfläche A_s)</p> <p>a: $\leq 5:1$ in der Regel breitflächige Versickerung</p> <p>b: $> 5:1$ bis $\leq 15:1$ in der Regel dezentrale Flächen- und Muldenversickerung</p> <p>c: $> 15:1$ bis $\leq 50:1$ in der Regel zentrale Mulden- und Beckenversickerung</p> <p>d: $> 50:1$</p> <p>2) Bewachsener Oberboden dieser Mächtigkeit ist ohne unzulässig hohe Sandbeimischung für die vorgesehene hydraulische Belastung nicht ausreichend durchlässig. Eine Reduzierung der hydraulischen Belastung und damit eine Einstufung in die Spalte c ist durch ausreichende Regenrückhaltung möglich.</p> <p>3) Bei Pflaster- und Gittersteinen zählt als Versickerungsfläche der durchlässige Anteil, bei Rohr- und Rigolenversickerung ist die Flächenbelastung im Einzelfall zu ermitteln.</p>					

Tabelle A.4b: Durchgangswerte (D) von Filteranlagen

Durchgangswerte von bewachsenen Filterbecken mit Vorreinigung und Retentionsraum		
Beispiele	Typ	Wert
Retentionsbodenfilteranlagen zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Trennsystem nach Merkblatt DWA-M 178	D11	0,15
Sedimentationsanlage ¹⁾ mit nachgeschaltetem Filterbecken ²⁾ aus 60 cm Sand der Körnung 0/2	D12	0,25
Sedimentationsanlage ¹⁾ mit nachgeschaltetem Filterbecken ²⁾ aus 60 cm Kiessand der Körnung 0/4	D13	0,30

1) Filteranlagen erfordern zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit zusätzlich zum Stauraum im Filterbecken die Vorschaltung einer Sedimentationsanlage. Diese ist mindestens für eine Oberflächenbeschickung $q_A = 10 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ bei einer Regenspende $r_{\text{krit}} = 15 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$ zu bemessen. Ihre Wirkung ist in den Durchgangswerten bereits enthalten.

2) Filterbecken werden hydraulisch auf folgende Werte je m^2 Filterfläche bemessen:
 hydraulische Flächenbelastung $\leq 40 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,
 Regenabfluss der Drossel $\leq 0,015 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{m}^2) = 0,015 \text{ mm}/\text{s} = 0,054 \text{ m}/\text{h}$

Tabelle A.4c: Durchgangswerte (D) von Sedimentationsanlagen

Durchgangswerte von Sedimentationsanlagen					
Beispiele	Typ	kritische Regenabflussspende $r_{\text{krit}}^{1)}$			
		a	b	c	d
Anlagen mit maximal $9 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ Oberflächenbeschickung beim Bemessungsregen mit der Regenspende $r_{(15,1)}$, z. B. Abscheider für Leichtflüssigkeiten nach RiStWag (FGSV-514)	D21	2)	2)	2)	0,20
Anlagen mit Leerung und Reinigung nach Regenende und maximal $10 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ Oberflächenbeschickung bei r_{krit} , z. B. Regenklärbecken ohne Dauerstau, hydrodynamische Abscheider	D22	0,50	0,40	0,35	2)
Anlagen mit maximal $10 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ Oberflächenbeschickung und maximal $0,05 \text{ m}/\text{s}$ Horizontalgeschwindigkeit bei r_{krit} , z. B. trockenfallende, bewachsene Seitengräben oder Vegetationspassagen (Länge > 50 m)	D23	0,60	0,50	0,45	0,25
Anlagen mit Dauerstau oder ständiger Wasserführung und maximal $10 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ Oberflächenbeschickung bei r_{krit} , z. B. Regenklärbecken, Teiche	D24	0,65	0,55	0,50	2)
Anlagen mit Dauerstau und maximal $18 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ Oberflächenbeschickung bei r_{krit} , z. B. Absetzanlagen vor Versickerungsbecken oder Regenrückhalteanlagen (siehe Abschnitt 7.4)	D25	0,80	0,70	0,65	0,35
Straßenabläufe für Nass-Schlamm	D26	2)	2)	2)	0,9
Standardstraßenabläufe	D27	2)	2)	2)	1,0

1) Erläuterungen zur kritischen Regenabflussspende r_{krit} in den Spalten a bis d
 a: $15 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$
 b: $30 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$
 c: $45 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$
 d: $r_{(15,1)}$ (Regenspende mit 15 min Regendauer und jährlicher Wiederkehr)

2) Die Bemessung dieser Anlagen ist für die angegebenen Regenabflussspenden unüblich

Anhang B Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Projekt:

Gewässer (Tabellen A.1a und A.1b)	Typ	Gewässerpunkte G
	G__	G =

Flächenanteil f_i (Abschnitt 4)		Luft L_i (Tabelle A.2)		Flächen F_i (Tabelle A.3)		Abflussbelastung B_i
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
		L__		F__		
		L__		F__		
		L__		F__		
		L__		F__		
$\Sigma =$	$\Sigma = 1,0$	Abflussbelastung $B = \Sigma B_i$:				B =

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$:	$D_{max} =$
---	-------------

vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c)	Typ	Durchgangswerte D_i
	D__	
	D__	
	D__	
Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i (Abschnitt 6.2.2):		D =

Emissionswert $E = B \cdot D$:	E =
---------------------------------	-----

E = ; G = ; Anzustreben: $E \leq G$
 Behandlungsbedürftigkeit genauer prüfen, wenn: $E > G$

Anhang C Beispiele

C.1 Beispiel 1: Einleitung in die Gräfte des Schlosses der Stadt Münster

Wohnbebauung mit Kliniken:
 $A_E = 52,85$ ha, $A_U = 32,4$ ha;
 48 % Dachflächen (Ziegel), 44 % Anliegerstraßen,
 8 % Hauptstraßen;

Vorflut: Schlossgräfte, Stillgewässer ohne natürlichen Zufluss;

Regenwasservorbehandlung: wenig Platz,

eine Variante: Öl- und Sandfang im Nebenschluss für $r_{krit} = 5$ l/(s·ha).

Gewässer (Tabellen A.1a und A.1b)	Typ	Gewässerpunkte G
Gräfte, stehendes Gewässer	G11	G = 10

Flächenanteil f_i (Abschnitt 4)		Luft L_i (Tabelle A.2)		Flächen F_i (Tabelle A.3)		Abflussbelastung B_i
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
15,6	0,48	L2	2	F2	8	4,8
14,2	0,44	L2	2	F3	12	6,16
2,6	0,08	L3	4	F5	27	2,48
$\Sigma = 32,4$	$\Sigma = 1,0$	Abflussbelastung $B = \Sigma B_i$:				B = 13,4

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G / B$:	$D_{max} = 10/13,4 = 0,74$
---	----------------------------

vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c)	Typ	Durchgangswerte D_i
Öl- und Sandfang mit $r_{krit} = 5$ l/(s·ha) (Bemerkung: Absetzanlagen für den Bemessungsabfluss 5 l/(s·ha) reinigen schlechter als für 15 l/(s·ha) entsprechend D24a)	D24	0,85 (geschätzt)
Durchgangswert D = Produkt aller D_i (Abschnitt 6.2.2)		D = 0,85

Emissionswert $E = B \cdot D$:	$E = 13,4 \cdot 0,85 = 11,4$
---------------------------------	------------------------------

Ergebnis:

Der Emissionswert $E = 11,4$ liegt über der Gewässerpunktezah $G = 10$. Das Bewertungsverfahren zeigt, dass ein Öl- und Sandfang nicht ausreichend ist. Es handelt sich hier um einen kritischen Bereich, der näher überprüft werden muss.

Die Platzverhältnisse sind äußerst schwierig, so dass höchstens ein Öl- und Sandfang ausführbar wäre. In den Sommermonaten und auch im Winter bei Eis kam es bereits zu erheblichen Problemen (z. T. Fischsterben) durch starke Sauerstoffzehrung. Diese wurden ausgelöst durch organische

Stoffe in den Abflüssen von versiegelten Flächen, durch Laub und Totholz der alten angrenzenden Bäume und durch Entenfütterung. Es fanden über diese Einleitung Gespräche zwischen der Stadt Münster, dem Staatlichen Umweltamt und der Bezirksregierung statt.

Folgende Lösungen sollten weiter untersucht und geplant werden:

- Bau eines Trennbauwerkes in Form eines Regenüberlaufes oberhalb der Einleitungsstelle. Ein Teilstrom von $Q_{krit} = 15 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)} \cdot A_u$ soll in einer eigenen Leitung durch die Gräfte in das fließende Gewässer Aa abgeleitet werden. Die Gräfte würde dann nur bei größeren Abflüssen beaufschlagt. Eine Behandlung vor Einleitung in die Aa ist nicht erforderlich.
- Entschlammung der Gräfte.
- Verringerung des Eintrags von Laub und Totholz durch Baumpflege.

**C. 2 Beispiel 2:
Neubaugebiet mit zentraler
Versickerungsanlage**

In einem Neubaugebiet für Wohnhäuser soll das Regenwasser aus verschiedenen Gründen gesammelt und zentral versickert werden. Der Ort liegt im Karstgebiet. Nach Absprache mit der Wasserbehörde ist das Regenwasser so zu reinigen, dass eine Gewässerpunktezahl $G = 2$ erreicht wird. Es ist zu prüfen, welche Behandlungsmaßnahme für den Regenabfluss von Dachflächen und Erschließungsstraßen vor der Einleitung in das Grundwasser erforderlich ist.

Es ist beabsichtigt, folgende Flächen an die Versickerungsanlage anzuschließen:

Flächen	Art der Befestigung	$A_{E,k}$
Steildächer der Wohngebäude	Ziegel	0,40 ha
kaum befahrene Verkehrsflächen	Verbundsteine mit Fugen	0,24 ha
Anliegerstraßen	Verbundsteine mit Fugen	0,16 ha
Pkw-Stellplatzflächen	Rasengittersteine	0,05 ha
Summe		0,85 ha

Flächenermittlung

a) Pauschale Flächenermittlung

Die pauschale Flächenermittlung kann auch angewendet werden, wenn die Art der Befestigung einzelner Teilflächen bereits feststeht. **Nach der pauschalen Ermittlung mit $\psi_m = 1,0$ ergeben sich 0,85 ha undurchlässige Fläche.**

b) Differenzierte Flächenermittlung

Eine differenzierte Flächenermittlung mit Hilfe von Abflussbeiwerten nach Tabelle 2 ist nur möglich, wenn die Befestigungsart bereits festliegt.

Flächen	Art der Befestigung	$A_{E,k}$	ψ_m	A_u	f_i
Steildächer der Wohngebäude	Ziegel	0,40 ha	0,90	0,36 ha	0,77
kaum befahrene Verkehrsflächen	Verbundsteine mit Fugen	0,24 ha	0,25	0,06 ha	0,13
Anliegerstraßen	Verbundsteine mit Fugen	0,16 ha	0,25	0,04 ha	0,08
Pkw-Stellplatzflächen	Rasengitter (durchlässig)	0,05 ha	0,15	0,0075 ha	0,02
Summe		0,85 ha		0,4675 ha	1,00

Nach der differenzierten Ermittlung ergeben sich 0,47 ha undurchlässige Fläche.

Qualitative Gewässerbelastung

Gewässer (Tabellen A.1a und A.1b)	Typ	Gewässerpunkte G
Grundwasser im Karstgebiet (lt. Wasserbehörde)	G27	G = 2

Flächenanteil f_i (Abschnitt 4)		Luft L_i (Tabelle A.2)		Flächen F_i (Tabelle A.3)		Abflussbelastung B_i
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
0,36	0,77	L1	1	F2	8	6,93
0,06	0,13	L1	1	F3	12	1,69
0,04	0,08	L1	1	F4	19	1,6
0,0075	0,02	L1	1	F3	12	0,26
$\Sigma = 0,47$	$\Sigma = 1,0$	Abflussbelastung $B = \Sigma B_i :$				B = 10,5

Zwischenergebnis:

Das gesammelte Niederschlagswasser darf in Gewässer mit mindestens 11 Punkten eingeleitet

werden. Für die vorgesehene Einleitung in das Karstgrundwasser mit 2 Punkten werden die qualitativen Anforderungen somit nicht erfüllt. Eine Regenwasserbehandlung ist erforderlich.

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{\max} = G / B:$		$D_{\max} = 2/10,5 = 0,19$
vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a , A.4b und A.4c)	Typ	Durchgangswerte D_i
Retentionsbodenfilteranlage nach Merkblatt DWA-M 178	D11	0,15
Emissionswert $E = B \cdot D:$		$E = 10,5 \cdot 0,15 = 1,6$

Ergebnis:

Die geplante Filteranlage reicht als Behandlungsmaßnahme aus, da $E = 1,6$ den Wert $G = 2$ nicht überschreitet.

**C.3 Beispiel 3:
Neubaugebiet mit Einleitung
in einen kleinen Bach**

In einem Neubaugebiet für Wohnhäuser soll das Regenwasser aus verschiedenen Gründen weitestgehend gesammelt und nicht versickert werden. Als Gewässer steht ein kleiner Wiesenbach zur Verfügung. Etwa 500 m unterhalb der geplanten Einleitung mündet der Regenwasserkanal aus einem anderen Ortsteil in den Bach. Dort werden maximal 220 l/s eingeleitet. Es ist zu prüfen, unter welchen Bedingungen der Regenabfluss von den Dachflächen und Erschließungsstraßen des Neubaugebietes in den Bach eingeleitet werden darf.

Der Bach hat auf einer Länge von einigen hundert Metern ober- und unterhalb der vorgesehenen Einleitungsstelle eine mittlere Wasserspiegelbreite von etwa 80 cm und eine Fließgeschwindigkeit von 0,3 m/s bis 0,4 m/s. Seine Wassertiefe beträgt etwa 30 cm. Nach Abschnitt 5.1 handelt es sich damit um einen kleinen Hügel- und Berglandbach. Das Sediment im Bach hat Korndurchmesser bis etwa 15 mm und kann als sandig bis mittelkiesig eingestuft werden.

In diesem Beispiel werden die gleichen Flächen an die Einleitungsstelle angeschlossen wie im Beispiel 2. Nach der pauschalen Flächenermittlung sind dies 0,85 ha und nach der differenzierten Ermittlung 0,47 ha undurchlässige Gesamtfläche.

Prüfung der Bagatellgrenzen

Qualitativ

Eine Regenwasserbehandlung kann entfallen, wenn die drei Bedingungen A, B und C nach Abschnitt 6.1 gleichzeitig eingehalten werden:

- A: eingehalten: der Wiesenbach entspricht dem Typ G5.
- B: eingehalten: die befestigten Flächen entsprechen den Flächentypen F2 bis F4.
- C: nicht eingehalten: innerhalb eines Gewässerabschnittes von 1000 m Länge wird das Regenwasser von mehr als 0,2 ha undurchlässiger Fläche eingeleitet.

Ergebnis:

Es ist zu prüfen, in welchem Umfang eine Behandlung des Regenwassers erforderlich ist.

Quantitativ

Auf die Schaffung von Rückhalteraum kann nur verzichtet werden, wenn mindestens eine der drei Bedingungen D, E oder F nach Abschnitt 6.1 eingehalten wird:

- D: nicht eingehalten: die Einleitung erfolgt in einen kleinen Bach.
- E: nicht eingehalten: die undurchlässigen Flächen betragen innerhalb eines Gewässerabschnittes von 1000 m Länge mehr als 0,5 ha.
- F: um F prüfen zu können, muss das erforderliche Speichervolumen errechnet werden.

Qualitative Gewässerbelastung

Gewässer (Tabelle A.1a und A.1b)	Typ	Gewässerpunkte G
kleiner Hügel- und Berglandbach	G5	G = 18

Flächenanteil f_i (Abschnitt 4)		Luft L_i (Tabelle A.2)		Flächen F_i (Tabelle A.3)		Abflussbelastung B_i
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
0,36	0,77	L1	1	F2	8	6,93
0,06	0,13	L1	1	F3	12	1,69
0,04	0,08	L1	1	F4	19	1,6
0,0075	0,02	L1	1	F3	12	0,26
$\Sigma = 0,47$	$\Sigma = 1,0$	Abflussbelastung $B = \Sigma B_i$:				B = 10,5

Ergebnis:

Das gesammelte Niederschlagswasser darf in Gewässer mit mindestens 11 Punkten eingeleitet werden. Für den vorgesehene Wiesenbach mit 18 Punkten werden die Anforderungen somit erfüllt. Eine Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.

Hydraulische Gewässerbelastung**Drosselabfluss**

Aus Tabelle 3 folgt als zulässige Abflussspende für den Wiesenbach $q_R = 30 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$. Wird ein Rückhalteraum erforderlich, so ist sein gedrosselter Abfluss bei einer undurchlässigen Fläche von 0,47 ha entsprechend Gleichung (6.2) auf

$$Q_{Dr} = 30 \cdot 0,47 = 14 \text{ l/s}$$

zu begrenzen. Zu prüfen ist, ob dieser geplante Einleitungsabfluss in den Bach zu einer Schädigung der Biozönose führen könnte.

Maximalabfluss

Als Einleitungswert wird nach Tabelle 4 der Wert $e_w = 3$ gewählt. Nach Gleichung (6.3) darf insgesamt das e_w -fache, in diesem Fall also das 3fache des Mittelwasserabflusses MQ eingeleitet werden.

Der maßgebende mittlere Abfluss MQ im Bach kann im vorliegenden Fall nicht aus Pegelaufzeichnungen abgeleitet werden. Auch Angaben über die mittlere Abflussspende Mq im Einzugsgebiet des Baches fehlen. Der mittlere Abfluss MQ wird daher mit Hilfe der Gleichung (6.4) auf

$$\begin{aligned} MQ &= (0,30 \text{ bis } 0,40) \cdot 0,30 \cdot 0,80 \\ &= 0,072 \text{ m}^3/\text{s} \text{ bis } 0,096 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

geschätzt. Der zulässige Maximalabfluss beträgt somit nach Gleichung (6.3)

$$\begin{aligned} Q_{Dr,max} &= 3 \cdot (0,072 \text{ bis } 0,096) \cdot 1000 \\ &= 215 \text{ l/s} \text{ bis } 290 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Nach Abschnitt 6.3.2 soll innerhalb einer Fließstrecke von etwa der 1.000fachen mittleren Wasserspiegelbreite b_{sp} insgesamt nicht wesentlich mehr als $Q_{Dr,max}$ eingeleitet werden. In diesem Fall würden auf einer Bachstrecke von $1000 \cdot 0,80 \text{ m} = 800 \text{ m}$ insgesamt an der geplanten Stelle 14 l/s und etwa 500 m weiter bachabwärts 220 l/s , zusammen also 234 l/s eingeleitet werden. Das Neubaugebiet mit einem errechneten Drosselabfluss von $Q_{Dr} = 14 \text{ l/s}$ kann somit schadlos angeschlossen werden. Die gewählte Regenabflussspende muss nicht herabgesetzt werden.

Speichervolumen

Das erforderliche Volumen wird nach DWA-A 117 errechnet. Das dort aufgezeigte Schätzverfahren ergibt zum Beispiel für München bei einem Drosselabfluss von 14 l/s ein Volumen von rund 125 m^3 , wenn man eine Überlaufhäufigkeit von einmal in 5 Jahren zugrunde legt. Nach dem KOSTRA-Atlas 1997 des Deutschen Wetterdienstes Offenbach ist von der Station München-Riem mit der Stationsnummer 92095 der 60-Minutenregen mit 33 mm Niederschlagshöhe maßgebend.

Ergebnis:

Das erforderliche Volumen ist größer als die Bagatellgrenze von 10 m^3 nach Abschnitt 6.1 Buchstabe F, bis zu der auf den Bau der Rückhaltemaßnahme verzichtet werden könnte. Der Rückhalteraum mit insgesamt 125 m^3 mit einem gedrosselten Abfluss von 14 l/s ist zu errichten. Das Volumen kann auch auf dezentrale Speicherräume aufgeteilt werden, wenn das Entwässerungssystem dies zulässt.

Das Merkblatt enthält Empfehlungen zur mengen- und gütemäßigen Behandlung von Regenwasser in modifizierten Entwässerungssystemen oder in Trennsystemen. Es analysiert und strukturiert folgende komplexe Zusammenhänge:

- Verschmutzung und Menge des Regenwassers je nach Nutzung und Belag der Herkunftsfläche,
- Schutzbedürfnis des Grundwassers,
- Schutzbedürfnis der oberirdischen Gewässer,
- daraus abgeleitet die gegebenenfalls erforderliche Regenwasserbehandlung vor einer Versickerung oder vor einer Einleitung in oberirdische Gewässer.

Während ATV-A 128 die Behandlung von Mischwasser regelt, macht das vorliegende Merkblatt Vorschläge für die Behandlung von Regenwasser ohne Vermischung mit Schmutzwasser. Es beinhaltet ein vereinfachtes Bewertungsverfahren, das es ermöglicht, die Belastung von unter- und oberirdischem Wasser durch Regenwasser von Dachflächen und von Verkehrsflächen für Fußgänger, Radfahrer und Kraftfahrzeuge qualitativ und quantitativ zu berücksichtigen.

Das Merkblatt richtet sich an Kommunen, Abwasserbeseitigungspflichtige und Planer, die grundsätzliche Überlegungen im Rahmen von Bauleitplanung oder Generalentwässerungsplanung treffen wollen.



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: kundenzentrum@dwa.de · Internet: www.dwa.de