



# Regenwasserbewirtschaftung in Neubaugebieten

## Fachinformation

Konzepte Planung Realisierung Betrieb Rechtsgrundlagen Kosten





Regenwasserbewirtschaftung  
in Neubaugebieten  
Fachinformation

**Verfasser**

Martin Bullermann

Peter Moche

2. unveränderte Auflage Oktober 2008

ISBN 978-3-89274-233-3

Hessisches Ministerium für Umwelt,  
ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Referat Öffentlichkeitsarbeit

Postfach 3109

65021 Wiesbaden

<b>1</b>	<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Planungsrechtliche Grundlagen</b>	<b>5</b>
3.1	Bundesebene	7
3.2	Landesebene	8
3.3	Kommunale Ebene	9
<b>4</b>	<b>Grundlagendaten zur Planung</b>	<b>9</b>
4.1	Natürlicher Wasserkreislauf im Planungsgebiet	11
4.2	Niederschlagsdaten	11
4.3	Hydrogeologische Grundlagen	12
4.3.1	Qualitative Aspekte	13
4.3.2	Quantitative Aspekte	14
4.4	Hydrologische Daten	16
4.5	Städtebauliche Grundlagen	17
4.6	Bestehende Anlagen zur Ortsentwässerung	17
<b>5</b>	<b>Konzeptentwicklung</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Planungsabwicklung in Neubaugebieten</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Elemente der Wasserbewirtschaftung</b>	<b>21</b>
7.1	Dachbegrünung	22
7.2	Wasserdurchlässige Flächenbefestigungen	24
7.3	Regenwassernutzungsanlagen	26
7.4	Offene Ableitung in Rinnen oder flachen Gräben	28
7.5	Versickerung von Niederschlagswasser	30
7.6	Kombinationen von Regenwassernutzung und Versickerung von Niederschlagswasser	32
7.7	Retention von Niederschlagsabflüssen	34
7.7.1	Retentionsspeicher	34
7.7.2	Retentionsbecken	36
<b>8</b>	<b>Beispiele von Anlagen zur Wasserbewirtschaftung in Neubaugebieten</b>	<b>38</b>
8.1	Stadt Rüsselsheim, Wohngruppenprojekt Max-Beckmann-Weg	38
8.2	Gemeinde Trebur, Gewerbegebiet-Astheim	40
8.3	Gemeinde Wabern, Baugebiet »Opferhof«	42
8.4	Stadt Mörfelden-Walldorf, Baugebiet »Plassage/Lange Äcker«	44
8.5	Gemeinde Biebertal, Baugebiet »Vor dem Niesenberg«	46
8.6	Gemeinde Ginsheim-Gustavsburg, Baugebiet »Ginsheim-Nord«	48
8.7	Stadt Frankfurt am Main, Baugebiet Michael- und McNair-Kasernen	50
8.8	Stadt Fulda, Baugebiet »Am Lagerfeld«	52
<b>9</b>	<b>Hinweise zur Planung, Umsetzung und Instandhaltung</b>	<b>54</b>
	Literaturverzeichnis	55
	Impressum	

# 1 Vorwort

Die Planung von Neubaugebieten bietet die Möglichkeit, neue Zielsetzungen im Umweltschutz in die Praxis umzusetzen.

Dies gilt auch für den Umgang mit Niederschlagswasser. Das Hessische Wassergesetz empfiehlt die Nutzung und Versickerung von Niederschlagswasser, wenn wasserwirtschaftliche oder gesundheitliche Belange dem nicht entgegenstehen.

Die Bewirtschaftung von Regenwasser ist jedoch von einer ganzen Reihe von Randbedingungen abhängig. Zu beachten sind unter anderem hydrogeologische Gegebenheiten, Niederschlagsdaten und die städtebaulich vorgesehene Entwicklung. Auch muss sichergestellt werden, dass Boden und Grundwasser vor schädlichen Verunreinigungen geschützt werden.

Bei der Wasserbewirtschaftung können die verschiedensten Elemente eingesetzt und kombiniert werden: Dachbegrünung, wasserdurchlässige Flächenbefestigung, Regenwassernutzungsanlagen, Ableitung in Rinnen oder flachen Gräben, Versickerung, Retention von Niederschlagsabflüssen usw.

Das Heft informiert über alle mit Planung und Realisierung zusammenhängenden Themen und will Fachplaner, Verwaltungsmitarbeiter und Kommunalpolitiker dazu anregen, bei der Planung von Neubaugebieten im Bereich Wasserbewirtschaftung neue Wege zu gehen.

Erleichtert werden soll dies durch einen ausführlichen Teil mit Beispielen aus hessischen Kommunen, in denen bereits Erfahrungen mit Praxisbeispielen vorliegen.



A handwritten signature in black ink, which appears to read 'W. Dietzel'.

Wilhelm Dietzel  
Hessischer Minister für Umwelt,  
ländlichen Raum und Verbraucherschutz

In den Novellierungen der Wassergesetze in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre wurden Forderungen erhoben, die auf eine Schonung des Wasserhaushaltes abzielen. Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) [U 2] fordert zum Beispiel die sparsame Verwendung von Wasser, Erhalt der Leistungsfähigkeit des Wasserhaushaltes und Vermeidung einer Vergrößerung und Beschleunigung des Wasserabflusses. Das Hessische Wassergesetz empfiehlt die Nutzung und Versickerung von Niederschlagswasser, wenn wasserwirtschaftliche oder gesundheitliche Belange dem nicht entgegenstehen. Somit sind rechtliche Vorgaben vorhanden, die in ihrer Zielsetzung nicht mehr der klassischen Abwasserbeseitigung im Mischsystem entsprechen.

Die vorliegende Broschüre hat das Ziel, die Möglichkeiten der Regenwasserbewirtschaftung speziell in Neubaugebieten aufzuzeigen. Fachplaner aus der Bauleitplanung, dem Straßenbau, der Freiflächenplanung und der Siedlungsentwässerung sind ebenso angesprochen wie Mitarbeiter aus der Verwaltung und Kommunalpolitiker.

Nach einer Einführung in die rechtlichen Grundlagen werden die planerischen Randbedingungen erläutert, die ausschlaggebend für die Konzeptentwicklung sind. Da

die Berücksichtigung der Aspekte der Regenwasserbewirtschaftung schon in einer sehr frühen Phase der Bauleitplanung notwendig ist, werden die erforderlichen Arbeitsschritte bis hin zur rechtlichen Sicherung einzelner Maßnahmen in ihrer Abfolge beschrieben.

In Kapitel 7 werden die einzelnen Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung dargestellt, wobei hier jeweils der wasserwirtschaftliche Nutzen und die erforderlichen rechtlichen Regelungen dokumentiert werden.

Eine Auswahl von Neubaugebieten in Hessen in denen die beschriebenen Maßnahmen realisiert wurden, sind in Kapitel 8 dokumentiert. Es wurden Projekte mit unterschiedlichsten Randbedingungen ausgewählt, um die Flexibilität der Bausteine zur Wasserbewirtschaftung zu belegen und um die Kreativität der Leser oder Besucher anzuregen ähnliche Projekte umzusetzen.

## 3 Planungsrechtliche Grundlagen

In der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) [U 1] werden als Kernziele der Schutz und die Verbesserung der aquatischen Ökosysteme und die nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen definiert.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen zur Umsetzung dieser Ziele müssen von den Mitgliedsstaaten geschaffen werden. In der Bundesrepublik werden diese Regelungen auf Bundes-, Länder- und Gemeindeebene konkretisiert. Die wesentlichen Regelungen bezüglich der Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung in Hessen werden im Folgenden wiedergegeben.

### 3.1 Bundesebene

Die Gesetze auf Bundesebene bilden den Rahmen und die rechtliche Grundlage für die Gesetze der Länder. Im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) [U 2] werden im Zusammenhang mit der Regenwasserbewirtschaftung folgende Ziele und Zuständigkeiten definiert:

§ 1a Abs. 2: *Jedermann ist verpflichtet, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Verunreinigung des Wassers oder eine nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu verhüten, um eine mit Rücksicht auf den Wasserhaushalt gebotene sparsame Verwendung des Wassers zu erzielen, um die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushaltes zu erhalten und um eine Vergrößerung und Beschleunigung des Wasserabflusses zu vermeiden.*

Eine Verunreinigung eines Gewässers wird z. B. durch Mischwasserentlastungen hervorgerufen, die somit zukünftig soweit wie möglich reduziert werden sollen. Ebenso sind bei Einleitungen aus einem Trennsystem die qualitativen Auswirkungen und die Höhe des Maximalabflusses zu berücksichtigen bzw. auf das Gewässer abzustimmen. Darüber hinaus soll Wasser sparsam verwendet werden.

Grundsätzlich ist nach § 2 Abs. 1 eine Benutzung der Gewässer erlaubnispflichtig, wozu nach § 3 Abs. 1 auch die Versickerung zählt. Die einzelnen Länder können

jedoch nach § 33 Abs. 2 eine Erlaubnisfreiheit für die schadlose Regenwasserversickerung ermöglichen.

Das Baugesetzbuch (BauGB) [U 3] regelt u. a. die Grundsätze der Bauleitplanung und die Inhalte von Flächennutzungsplänen und Bebauungsplänen. Folgende Inhalte sind bezüglich des Wasserhaushaltes relevant:

§ 1 Abs. 5: *... Bei der Aufstellung der Bauleitpläne sind insbesondere zu berücksichtigen... (Nr. 7) ... gemäß § 1a die Belange des Umweltschutzes, auch durch die Nutzung erneuerbarer Energien, des Naturschutzes und der Landschaftspflege, insbesondere des Naturhaushaltes, des Wassers, der Luft und des Bodens einschließlich seiner Rohstoffvorkommen, sowie das Klima.*

§ 1a Abs. 1: *Mit Grund und Boden soll sparsam und schonend umgegangen werden, dabei sind Bodenversiegelungen auf das notwendige Maß zu begrenzen.*

§ 1a Abs. 2: *In der Abwägung nach § 1 Abs. 6 sind auch zu berücksichtigen... (Nr. 1) ... die Darstellung von Landschaftsplänen und sonstigen Plänen, insbesondere des Wasser-, Abfall- und Immissionsschutzrechtes.*

Die Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Belange im Rahmen der Bauleitplanung ist nach den o.g. Regelungen bindend. In Hessen wird dies durch einen gemeinsamen Erlass des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung und dem Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit aus dem Jahr 1997 untermauert [U 8] (siehe Kapitel 6).

Die Möglichkeiten zur Festsetzung von Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen werden in den folgenden Paragraphen geregelt:

§ 5 Abs. 2: *Im Flächennutzungsplan können insbesondere dargestellt werden:*

*(Nr. 1) ... die für die Bebauung vorgesehenen Flächen nach der allgemeinen Art ihrer baulichen Nutzung (Bauflächen), nach der besonderen Art ihrer baulichen Nutzung (Baugebiete) sowie nach dem allgemeinen Maß der baulichen Nutzung; Bauflächen, für die eine zentrale Abwasserbeseitigung nicht vorgesehen ist, sind zu kennzeichnen;*

*(Nr. 4) ... die Flächen für Versorgungsanlagen, für die Abfallentsorgung und Abwasserbeseitigung, für Ablagerungen sowie für Hauptversorgung Hauptabwasserleitungen;*

*(Nr. 7) ... die Wasserflächen, Häfen und die für die Wasserwirtschaft vorgesehenen Flächen sowie die Flächen, die im Interesse des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses freizuhalten sind.*

§ 9 Abs. 1: *Im Bebauungsplan können aus städtebaulichen Gründen festgesetzt werden:*

*(Nr. 14) ... die Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser, sowie für die Ablagerungen.*

*(Nr. 16) ... die Wasserflächen sowie die Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses.*

Weiterhin wird festgelegt, dass weitere Festsetzungen in die Bebauungspläne aufgenommen werden können, wenn dies in den Gesetzen der Länder so vorgesehen ist:

§ 9 Abs. 4: *Die Länder können durch Rechtsvorschriften bestimmen, dass auf Landesrecht beruhende Regelungen in den Bebauungsplan als Festsetzungen aufgenommen werden können und insoweit auf diese Festsetzungen die Vorschriften dieses Gesetzbooks Anwendung finden.*

Durch die Novellierung des BauROG vom 1998 [U 4] wurden durch den Wegfall der Subsidiaritätsklausel in § 9 Abs. 1 Nr. 16 und 20 die Festsetzungsmöglichkeiten in Bebauungsplänen erweitert. Es wird dadurch möglich, bauplanungsrechtliche Festsetzungen auch dann vorzunehmen, wenn dies durch wasserrechtliche Vorschriften ebenfalls möglich ist, wie z.B. nach § 51 HWG [U 5].

### 3.2 Landesebene

Auf Grundlage der HBO § 81 Abs. 1 können Gemeinden Satzungen erlassen, in denen Maßnahmen zur Wasserbewirtschaftung geregelt werden [U6]. Hierin heißt es:

*Abs. 1: Die Gemeinden können durch Satzung Vorschriften erlassen über*

*(1) die äußere Gestaltung baulicher Anlagen und Warenautomaten zur Durchführung baugestalterischer Absichten oder zur Verwirklichung von Zielen des rationalen Umgangs mit Energie und Wasser in bestimmten, genau abgegrenzten bebauten oder unbebauten Teilen des Gemeindegebietes; ...*

Im Hessischen Wassergesetz (HWG) wird in § 51 Abs. 3 ein Versickerungs- und Verwertungsgebot definiert.

Hierin heißt es:

*Abs. 3: Abwasser, insbesondere Niederschlagswasser, soll von demjenigen, bei dem es anfällt, verwertet werden, wenn wasserwirtschaftliche und gesundheitliche Belange nicht entgegen stehen. Niederschlagswasser soll darüber hinaus in geeigneten Fällen versickert werden. Die Gemeinden können durch Satzung regeln, dass im Gemeindegebiet oder in Teilen davon Anlagen zum Sammeln und Verwenden von Niederschlagswasser oder zum Verwenden von Grauwasser vorgeschrieben werden, um die Abwasseranlagen zu entlasten, Überschwemmungsgefahren zu vermeiden oder den Wasserhaushalt zu schonen, soweit wasserwirtschaftliche oder gesundheitliche Belange nicht entgegenstehen. ...*

Im gleichen Absatz wird weiter ausgeführt, dass die Satzungsregelung als Festsetzung in den Bebauungsplan aufgenommen werden kann:

*Abs. 3: ... Die Satzungsregelung kann als Festsetzung in den Bebauungsplan aufgenommen werden. § 10 Abs. 3 des Baugesetzes findet unter Ausschluss der übrigen Vorschriften des Baugesetzes auf diese Weise Anwendung.*

In Absatz 4 wird festgelegt, dass durch eine Rechtsverordnung Maßnahmen und Anforderungen zur erlaubnisfreien Versickerung von Niederschlagswasser definiert werden können:

*Abs. 4: Durch Rechtsverordnung der für die Wasserwirtschaft zuständigen Ministerin oder des hierfür zuständigen Ministers können Maßgaben für Anforderungen an das Einleiten von Niederschlagswasser in das Grundwasser zum Zwecke der schadlosen Versickerung festgelegt und Regelungen zur Erlaubnisfreiheit nach*

*§ 33 Abs. 2 Nr.3 des Wasserhaushaltsgesetzes getroffen werden.*

Hierdurch wird die Grundlage für eine Rechtsverordnung zur erlaubnisfreien Versickerung von Niederschlagswasser geschaffen. Für Hessen wird eine entsprechende Rechtsverordnung zur Zeit erarbeitet. Die jeweils geltende Rechtsgrundlage ist bei der zuständigen Unteren Wasserbehörde zu erfragen.

Ebenfalls nicht genehmigungspflichtig sind nach § 50 Abs. 3 Nr.6 Anlagen zur Verwertung von Niederschlagswasser.

Hinsichtlich der Beseitigung des Abwassers kann der Betreiber der Abwasseranlagen nach § 52 Abs. 2 festlegen, wie ihm das Abwasser zu übergeben ist:

*Abs. 2: Anfallendes Abwasser ist dem Beseitigungspflichtigen zu übergeben. Die Beseitigungspflichtigen können bestimmen, wie ihnen das angefallene Abwasser zu überlassen ist. ...*

Durch diese Regelung kann auch bestimmt werden, welche maximale Einleitungsmenge in den öffentlichen Kanal zulässig ist.

Darüber hinaus sind die Betreiber nach § 52 Abs. 3 nicht verpflichtet, Niederschlagswasser von öffentlichen Verkehrsflächen oder Niederschlagswasser, welches verwertet oder versickert wird, zu beseitigen:

*Abs. 3: Die Pflicht zur Abwasserbeseitigung nach Abs. 1 und zur Überlassung des Abwassers nach Abs. 2 entfällt (1.) für Niederschlagswasser, das von öffentlichen Verkehrsflächen abfließt, (2.) für Niederschlagswasser, das verwertet oder versickert wird, ...*

Danach kann z.B. ein Entwässerungsbetrieb auf den Bau eines Regen- oder Mischwasserwasserkanals verzichten, wenn eine vollständige Verwertung oder Versickerung des Niederschlagswassers in dem betreffenden Gebiet vorgesehen und möglich ist.

### 3.3 Kommunale Ebene

Städte und Gemeinden können durch entsprechende Gestaltung ihrer Satzungen wesentlichen Einfluss auf die Regenwasserbewirtschaftung nehmen.

Auf Grundlage des HWG § 51 Abs. 3 ist es möglich, eine Niederschlagswassersatzung für ein Gemeindegebiet oder einen Teilbereich zu erstellen. In dieser Satzung werden die Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung im privaten und öffentlichen Bereich festgelegt. Neben der Definition des Geltungsbereiches und der detaillierten Beschreibung der Maßnahmen sowie deren Betrieb und Instandhaltung werden Ordnungswidrigkeiten definiert und Geldbußen bei Nichteinhaltung festgesetzt.

In einer Stellplatzsatzung auf Grundlage der Hessischen Gemeindeordnung (HGO) [U9] kann u.a. festgelegt werden, dass im Gemeindegebiet oder in Teilbereichen davon ausschließlich wasserdurchlässige Oberflächenbefestigungen verwendet werden dürfen. Im Bezug auf die entwässerungstechnische Planung in Neubaugebieten bzw. deren rechtlicher Absicherung ist eine solche Satzung dann sinnvoll, wenn andere Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung nicht erforderlich sind und /oder eine mittel- bis längerfristige hydraulische Entlastung des öffentlichen Kanalnetzes angestrebt wird. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass die o.g.

Satzungen auch in bestehenden Siedlungsgebieten wirksam werden, wenn Neu- oder Umbaumaßnahmen einen Bauantrag erfordern.

Die Festlegung von gesplitteten Abwassergebühren für Schmutz- und Regenwasser im Rahmen einer Abwasserbeitrags- und -gebührensatzung ist nicht nur nach geltender Rechtsprechung »gerecht«, sondern motiviert auch Grundstückseigentümer Anlagen zur Regenwasser-entwässerung und/oder Versickerung zu erstellen, da die Höhe der Niederschlagswassergebühr zumeist auf den abflusswirksamen Anteil der Flächenbefestigung bezogen wird, der in den öffentlichen Kanal entwässert.

In der Abwassersatzung selbst kann der Beseitigungspflichtige die Bedingungen und Anforderungen an die Einleitung entsprechend definieren. In der Musterentwässerungssatzung (ESW) des Hessischen Städte- und Gemeindebundes [U10] heißt es unter § 7 »Allgemeine Einleitungsbedingungen«

*Abs. 1: In die Abwasseranlage darf kein Abwasser eingeleitet werden, welches - den Bauzustand und die Funktionsfähigkeit der Abwasseranlage stört, ...*

Da die Gemeinde nach § 3 »Anschluss- und Benutzungszwang« Abs. 3 den Anschluss genehmigen muss, kann in dem entsprechenden Bescheid eine maximale Einleitungsmenge auf Grundlage des o. g. § 7 Abs. 1 festgelegt werden.

## 4 Grundlagen zur Planung

Die Möglichkeiten zur Bewirtschaftung von Regenwasser in einem Neubaugebiet sind wesentlich von den örtlichen Randbedingungen abhängig. Neben den natürlichen Bedingungen wie die örtlichen Niederschlagsverhältnisse, die gegebenenfalls vorhandenen Oberflächengewässer und die Wasserdurchlässigkeit der Böden sind die städtebaulichen Aspekte und die vorhandenen entwässerungstechnischen Anlagen zu berücksichtigen.

In einem Konzept zur Regenwasserbewirtschaftung werden die natürlichen Randbedingungen erfasst und ausgewertet sowie parallel zur Bauleitplanung zu einer genehmigungsfähigen Entwurfsplanung entwickelt.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Planungsgrundlagen und deren Abhängigkeiten näher beschrieben.

### 4.1 Natürlicher Wasserkreislauf im Planungsgebiet

Die Regenwasserbewirtschaftung in Baugebieten hat das Ziel, den Wasserkreislauf im Bereich einer Bebauung den zuvor bestehenden Verhältnissen anzugleichen. Ein Optimum bei der Planung von Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung wird dann erreicht, wenn diese Verhältnismäßigkeit nach der Bebauung wieder erreicht wird.

Da der kleinräumige Wasserkreislauf von den örtlichen Verhältnissen geprägt wird, d. h. die Anteile der Verdunstung, Versickerung und die des Oberflächenabflusses von den meteorologischen und geologischen Verhältnissen sowie der Vegetation abhängig sind, ist es zunächst notwendig, die jeweiligen Anteile festzustellen bzw. abzuschätzen. Relativ genaue Bilanzen bezüglich des örtlichen Wasserhaushaltes können zum Beispiel durch Lysimeterversuche erstellt werden. Da solche Versuche in der Regel jedoch nicht vorliegen und deren Durchführung zeit- und kostenintensiv ist, sollte in diesem Zusammenhang eine Abschätzung anhand von Niederschlagsdaten (siehe Kapitel 4.2) und der hydrogeologischen Eigenschaften der Böden durchgeführt werden.

Die in Tabelle 1 dargestellten Werte aus Versuchen in Mittelhessen über einen Zeitraum von 8 bis 18 Jahren können zur Abschätzung der Verdunstung genutzt werden [U 11], wenn keine ortsspezifischen Daten vorhanden sind.

	Sandboden	Lehmiger Sand	Humoser Boden	Löss, unbewachsen	Löss, bewachsen
Verdunstungsanteil [%]	26	54	50	65	71
Anteil Versickerung u. Oberflächenabfluss [%]	74	46	50	35	29

Tab. 1: Ergebnisse von Messungen in einer Lysimeteranlage in Mittelhessen [U 11]

Die Anteile der Verdunstung, Versickerung und des Oberflächenabflusses können mit vereinfachten Bemessungsverfahren abgeschätzt werden, oder lassen sich mit einer hydrologischen Simulationsberechnung mit Niederschlagsreihen mehrerer Jahre (Langzeitsimulation) relativ genau berechnen.

Die Abbildung 1 verdeutlicht für eine beispielhafte Situation qualitativ die Veränderung des kleinräumigen Wasserkreislaufes aufgrund einer Bebauung mit unterschiedlichen Maßnahmen.

Im natürlichen Zustand ist wie oben beschrieben der jeweilige Anteil von Verdunstung, Versickerung und Oberflächenabfluss von den natürlichen Verhältnissen im Plangebiet abhängig (vgl. Tabelle 1). Nach der Besiedlung mit einer herkömmlichen Ableitung im Misch- oder Trennsystem reduziert sich der Anteil der Versickerung und Verdunstung aufgrund der versiegelten Flächen und der Anteil des Abflusses erhöht sich entsprechend. Wird der Niederschlagsabfluss von den versiegelten Flächen vollständig und konzentriert in Anlagen zur Versickerung eingeleitet, erhöht sich die Grundwasserneubildung gegenüber dem natürlichen Zustand, da ein Oberflächenabfluss nicht mehr vorhanden ist und die Verdunstung gegenüber dem natürlichen Zustand reduziert wird. Die Verdunstung kann durch Maßnahmen wie wasserdurchlässige Befestigungen und Dachbegrünungen erhöht werden, da die in diesem Zusammenhang verwendeten Materialien Regenwasser zwischenspeichern. Wird in einem Neubaugebiet eine Nutzung des Regenwassers z. B. für die Toilettenspülung oder zum Wäsche waschen realisiert und nur das Überlaufwasser aus den Speichern versickert, kann die ursprüngliche Verhältnismäßigkeit von Verdunstung, Versickerung und Abfluss am ehesten wiederhergestellt werden.

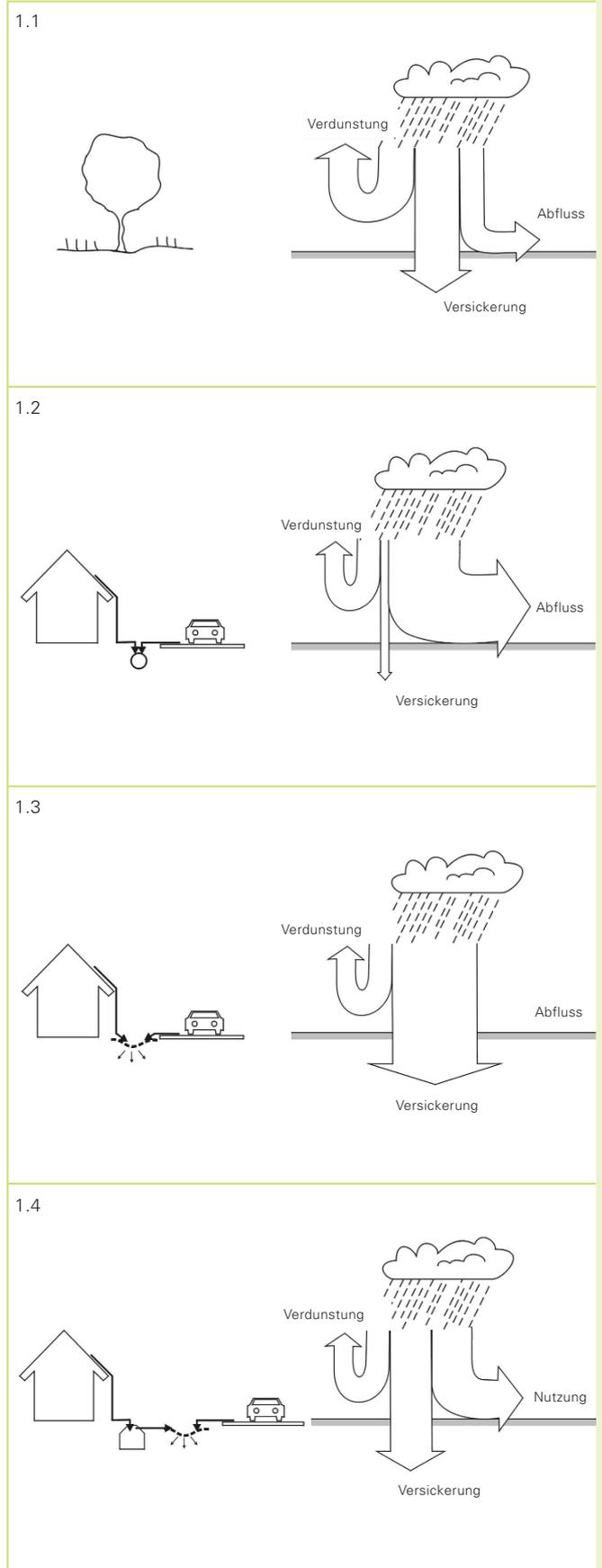


Abb. 1: Qualitative Veränderung des natürlichen kleinräumigen Wasserhaushaltes infolge unterschiedlicher Entwässerungsmaßnahmen [U 12]

- 1.1: Natürlicher Zustand
- 1.2: Besiedlung mit Kanalisation
- 1.3: Besiedlung mit Regenwasserversickerung
- 1.4: Besiedlung mit Regenwassernutzung und -versickerung

## 4.2 Niederschlagsdaten

Angaben zu den Niederschlagshöhen und -intensitäten im Planungsgebiet können vom Deutschen Wetterdienst in Offenbach oder durch Auswertung örtlicher Regenschreiber erhalten werden.

Die mittlere Jahresniederschlagshöhe liegt in Hessen zwischen 550 und 850 Millimeter pro Jahr. Für eine Dimensionierung von Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung werden darüber hinaus Niederschlagsdaten benötigt, welche die Charakteristik, also die Intensität und Dauer der örtlichen Niederschläge beschreibt. Diese Daten können z. B. anhand des Kostra Atlas [U 13] für ein Rasterfeld von 5 mal 5 Kilometer ermittelt werden. Bei großflächigen Projekten ist ein Überstaunachweis mit kontinuierlichen Regendaten über einen Zeitraum von mindestens zehn Jahren erforderlich. Bei dieser sogenannten Langzeitsimulation (LZS) werden Daten im fünf-Minuten Intervall benötigt, die ebenfalls vom Deutschen Wetterdienst oder vorhandenen örtlichen Wetterstationen bezogen werden können.

## 4.3 Hydrogeologische und bodenkundliche Grundlagen

Die Ermittlung von hydrogeologischen und bodenkundlichen Grundlagendaten ist erforderlich, wenn als Element zur Regenwasserbewirtschaftung die gezielte Versickerung von Niederschlagswasser möglich erscheint bzw. realisiert werden soll.

In einem ersten Schritt ist es erforderlich, die qualitativen Aspekte zum Schutz des Bodens und des Grundwassers zu prüfen (siehe Kapitel 4.3.1). Ergeben sich hierzu keine grundsätzlichen Ausschlusskriterien, sind die quantitativen Grundlagen respektive die Durchlässigkeit des Bodens zu ermitteln (siehe Kapitel 4.3.2).

#### 4.3.1 Qualitative Aspekte

Oberstes Gebot bei der Versickerung von Niederschlagswasser ist der Schutz des Bodens und des Grundwassers vor schädlichen Verunreinigungen. In diesem Zusammenhang sind folgende Punkte zu beachten und mit der zuständigen Genehmigungsbehörde abzustimmen:

- Es ist zu prüfen, ob das Baugebiet in einem Trinkwasserschutzgebiet liegt und welche Einschränkungen bezüglich der Versickerung von Niederschlagswasser vorgeschrieben sind. Auskunft hierüber geben die entsprechenden Verordnungen zu den Trinkwasserschutzgebieten.
- Liegt in einem Plangebiet ein Altlastenverdacht oder ein Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung vor bzw. wurde eine Altlast oder eine schädliche Bodenveränderung festgestellt, so ist eine Versickerung von Niederschlagswasser ohne vorherige abschließende Klärung der Situation bzw. Sanierung grundsätzlich ausgeschlossen.

Auch bei bereits erfolgten Sanierungen ist mit der zuständigen Fachbehörde vorab zu klären, ob eine gezielte Versickerung von Niederschlagswasser zulässig ist. Die Konzeptentwicklung und Planung entsprechender Anlagen ist in enger Abstimmung mit den Fachgutachtern für Altlasten und der beteiligten Fachbehörde durchzuführen.

- Die Lage des mittleren höchsten Grundwasserstandes muss ermittelt werden, da die Möglichkeiten zur Versickerung von Niederschlagswasser bei geringen Flurabständen aus Gründen des Grundwasserschutzes eingeschränkt sind.

Zur Feststellung der Lage des mittleren höchsten Grundwasserstandes ist das arithmetische Mittel der Jahreshöchststände zu berechnen [U 39]. Liegen keine Aufzeichnungen von öffentlichen Grundwasserpegeln oder Brunnen von Trinkwasserversorgungsunternehmen in unmittelbarer Nähe des Plangebietes vor, kann der Grundwasserflurabstand anhand von Grundwassergleichenplänen ermittelt werden.

Zu berücksichtigen sind in diesem Zusammenhang auch anthropogene Einflüsse auf die örtlichen Grundwasser-

stände, die von vorhandenen Brunnen mit relevanter Fördermenge ausgehen, und die Auswirkungen von Planungen, wie z.B. Maßnahmen nach dem Grundwasserbewirtschaftungsplan für das hessische Ried [U 16]. In Abstimmung mit der zuständigen Oberen Wasserbehörde bzw. mit den Betreibern der Grundwasserentnahmestellen sind die zukünftigen Grundwasserstände zu prognostizieren.

Bei der Versickerung von Niederschlagswasser wird gezielt die Filter- und Pufferfunktion des Bodens zum Schutz des Grundwassers genutzt. Daher sind auch die Belange des Bodenschutzes zu beachten, insbesondere die Pflicht der Betreiber zur Vorsorge gegen das Entstehen von schädlichen Bodenveränderungen. Auf das Bundes-Bodenschutzgesetz und die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung [U 7] mit Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmewerten für Schadstoffe wird verwiesen. Der Niederschlag von großflächigen unbeschichteten Metalldächern, darf nicht einer Versickerungsanlage zugeführt werden, da sich die gelösten Metallionen im Boden anreichern bzw. in das Grundwasser vordringen können.

Auch bei kleineren Dachflächen aus unbeschichtetem Metall, etwa bei Einfamilienhäusern, kann es in den Versickerungsflächen zu Schwermetallanreicherungen kommen. Daher sollte auf diesen Flächen in größerem Turnus (z.B. nach zehn Jahren) und unbedingt vor einer Umnutzung als Kinderspielfläche oder Nutzgarten eine Bodenuntersuchung erfolgen.

Im Merkblatt ATV-DVWK M 153 der Abwassertechnischen Vereinigung [U17] wurde ein Punktesystem entwickelt, um Niederschlagsabflüsse bezüglich ihrer möglichen Verunreinigungen zu bewerten. Die erforderlichen Reinigungsmaßnahmen wie Absetzeinrichtungen oder die Schichtdicke der belebten Bodenzone einer Versickerungsmulde können in Abhängigkeit von der beabsichtigten Einleitung in das Grundwasser oder in ein Oberflächengewässer ermittelt werden.

Darüber hinaus gibt die zuständige Wasserbehörde Auskunft über die jeweils geltende Rechtslage und neue anerkannte Behandlungsmaßnahmen zur Reduzierung von Schadstoffen im Niederschlagsabfluss.

### 4.3.2 Quantitative Aspekte

Sind im Zusammenhang mit der qualitativen Bewertung der Niederschlagsabflüsse und der erforderlichen Maßnahmen zum Grundwasser- und Bodenschutz keine Restriktionen zu erwarten, müssen die quantitativen Randbedingungen für eine entwässerungstechnische Versickerung festgestellt werden.

Zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes sollten Feldversuche in einem abgestuften Untersuchungsprogramm parallel zum Entwicklungsstand der Bauleitplanung durchgeführt werden. In einer ersten Stufe sollten gemäß der DIN 4021 [U 19] Sondierungen durchgeführt werden, um die vorliegenden Bodenarten und deren Schichtung ansprechen zu können (DIN 4022 [U 20]). Durch Versickerungsversuche wird gezielt die Wasserdurchlässigkeit bestimmter Bodenschichten ermittelt, d. h. es müssen diejenigen Schichten beurteilt werden, die augenscheinlich am geringsten durchlässig sind. Empfohlen wird in diesem Zusammenhang die Durchführung von Schurfversuchen, wenn die relevanten Schichten oberflächennah in einer Tiefe bis zirka 1,5 Meter unter der Geländeoberkante liegen. Bei tieferliegenden Bodenschichten sollte der Versickerungsversuch über einen Pegel, einen sogenannten »in-situ«-Versuch durchgeführt werden. Ausführlich werden die Verfahren z. B. in der Schriftenreihe des BDG Heft Nr.15 [U 21] und im BVB Band 2 [U 22] beschrieben.

In einem zusammenfassenden Bericht sollten Aussagen zu folgenden Themen enthalten sein:

- Ansprache der Böden einschließlich Schichtenverzeichnisse und Lageplan
- Angabe von erteufter Grund- bzw. Schichtenwasser und Recherche der mittleren höchsten Grundwasserstände z. B. aus Aufzeichnungen der Landesmessstellen oder von örtlichen Wasserversorgungsunternehmen
- Dokumentation der ermittelten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte  $k_f$  mit Versuchsprotokollen
- Kurzbericht zu den durchgeführten Untersuchungen mit einer Einschätzung bezüglich der Homogenität der Bodenschichten, der ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte im gesättigten Zustand und der Grund- bzw. Schichtenwasserhältnisse

Für eine erste Untersuchung bzw. Bewertung ist in der Regel eine Sondierung und ein Versickerungsversuch pro Hektar Planungsfläche ausreichend.

Wenn das Ergebnis der ersten Untersuchung hinsichtlich einer Versickerung von Niederschlagswasser positiv ausfällt, müssen in der Regel weitere Feldversuche durchgeführt werden, um eine ausreichend belastbare Datengrundlage zu erhalten. Die Anzahl weiterer Untersuchungen ist im wesentlichen von der Homogenität der vorhandenen Daten und dem angestrebten Entwässerungskonzept abhängig. Wird z. B. eine vollständige dezentrale Versickerung auf privaten Grundstücken gewünscht, muss dies durch eine entsprechende Datendichte abgesichert werden. In diesem Zusammenhang sind zwei bis vier Versuche pro Hektar durchaus realistisch.

Eine erste Einschätzung der zu verwendenden Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser kann mit Hilfe der Abbildung 2 vorgenommen werden. Dargestellt sind unterschiedliche Verfahren der Regenentwässerung, die bei bestimmten Durchlässigkeitsbeiwerten in Abhängigkeit vom Verhältnis der Versickerungsfläche  $A_s$  zur angeschlossenen befestigten Fläche  $A_{red}$  geeignet sind. Steht z. B. für eine angeschlossene befestigte Fläche von 100 Quadratmetern nur eine 6 Quadratmeter große Versickerungsfläche zur Verfügung und ist gleichzeitig der Durchlässigkeitsbeiwert des Untergrundes kleiner  $k_f < 1 \cdot 10^{-5}$  m/s kann eine vollständige Versickerung nach den Regeln der Technik nicht mehr realisiert werden. Im folgenden Arbeitsschritt sollte dann geprüft werden, ob die angeschlossene befestigte Fläche durch Dachbegrünungen (vgl. Kapitel 7.1) oder wasserdurchlässige Befestigungen (vgl. Kapitel 7.2) weiter reduziert werden kann.

Da es im Rahmen der Bautätigkeit zu einer großflächigen Verdichtung des Baugrundes kommen kann, sollte bei einer geplanten dezentralen Versickerung auf den einzelnen Grundstücken eine entsprechende Abnahme der Wasserdurchlässigkeit berücksichtigt werden, oder es sollten Maßnahmen aufgezeigt werden, dies zu vermeiden. Eine Sicherheit ist durch eine Nachuntersuchung nach Fertigstellung der Hochbaumaßnahmen zu erzielen.

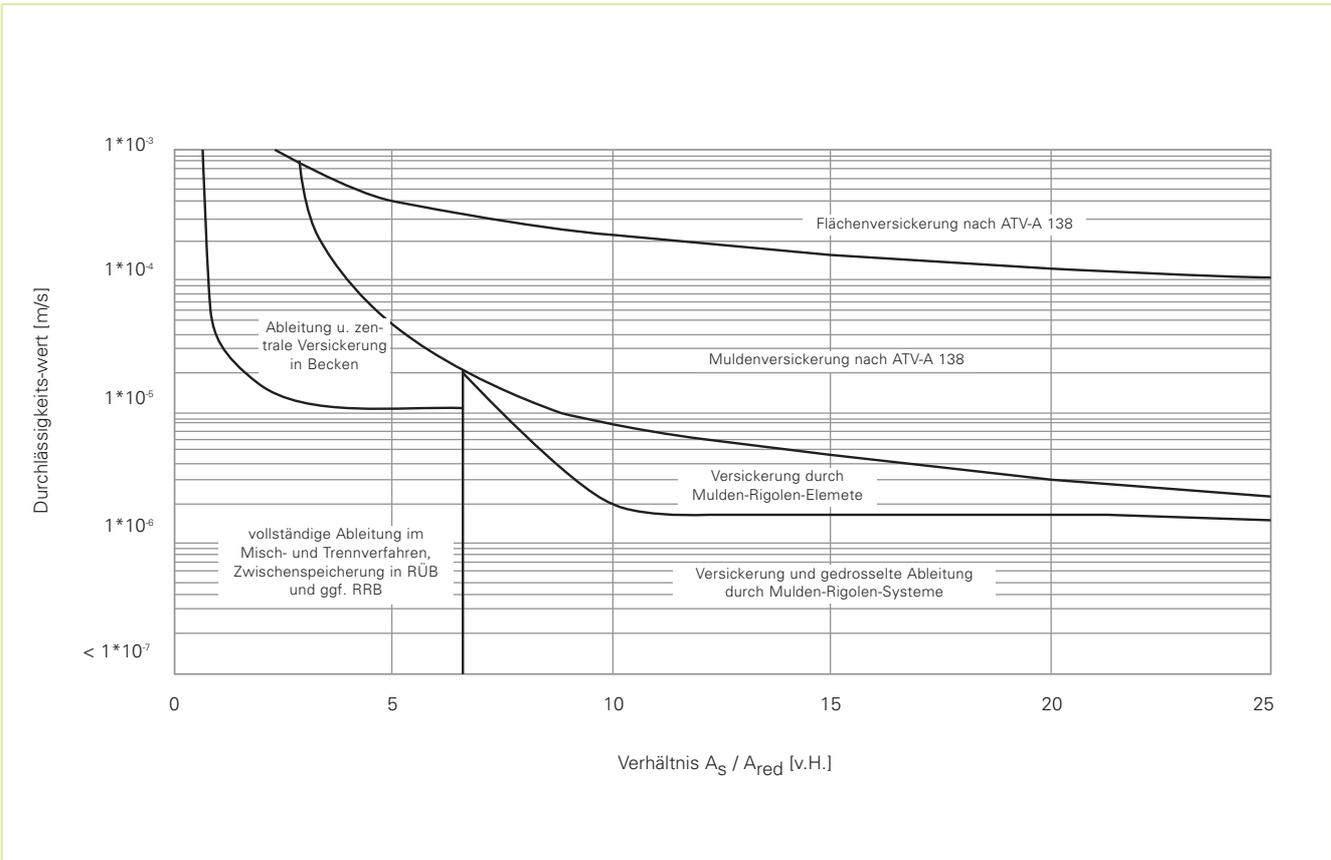


Abb. 2: Verfahren der Regenentwässerung, Anwendungsmöglichkeiten und -grenzen [U 40]

#### 4.4 Hydrologische Daten

Kann in einem Baugebiet das anfallende Niederschlagswasser nicht vollständig versickert werden, ist zu prüfen, ob die Restabflüsse einem nächstgelegenen Oberflächengewässer zugeführt werden können.

Im Sinne der europäischen Wasserrahmenrichtlinie [U 1] muss eine Einleitung so gestaltet werden, dass die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes nicht eingeschränkt wird. Eine überschlägige Bewertung der hydraulischen und stofflichen Belastung der Niederschlagsabflüsse für ein typisiertes Gewässer ist mit dem in Kapitel 4.3.1 genannten ATV-DVWK Merkblatt M 153 [U 17] möglich. Darüber hinaus steht mit dem Merkblatt 3/BWK [U 18] des Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e. V. ein weiteres Regelwerk zur Verfügung, um eine immissionsbezogene Bewertung durchführen zu können.

Sollte aus den o. g. Regelwerken keine Reduzierung der Einleitungswassermengen in das Oberflächengewässer abzuleiten sein, sollte im Sinne der Erhaltung des ursprünglichen kleinräumigen Wasserkreislaufs die Abflussmenge dem ehemals gegebenen Oberflächenabfluss angeglichen werden. Der natürliche

Oberflächenabfluss ist abhängig von der Geländeneigung und den anstehenden Böden. Die in Tabelle 2 angegebenen Werte beziehen sich auf den natürlichen Spitzenabfluss eines Einzugsgebietes  $[l/(s \cdot ha)]$  der zirka einmal in fünf Jahren überschritten wird ( $n=0,2/a$ ) [U 14]. Die angegebenen Abflüsse können in Absprache mit der zuständigen Genehmigungsbehörde als erste Anhaltswerte bei der Planung der entwässerungstechnischen Anlagen verwendet werden.

Bei der Ermittlung der zulässigen Einleitungsmenge in ein Oberflächengewässer ist zusätzlich zu prüfen, ob durch vorhandene Bewirtschaftungspläne weitere Randbedingungen einzuhalten sind. Insbesondere ist bezüglich der Entwässerungssicherheit der Hochwasserpegel der Gewässer zu berücksichtigen.

Gefällegruppe 1	Gefällegruppe 2	Gefällegruppe 3	Gefällegruppe 4
$J_s < 1\%$	$1\% < J_s < 4\%$	$4\% < J_s < 10\%$	$J_s > 10\%$
0 bis 5,0	5,0 bis 10,0	10,0 bis 15,0	15,0 bis 20,0

Tab. 2: Natürlicher Gebietsabfluss  $[l/(s \cdot ha)]$  in Abhängigkeit von der Geländeneigung

#### 4.5 Städtebauliche Grundlagen

Die Möglichkeiten zur Bewirtschaftung von Regenwasser sind im erheblichen Maß auch von den städtebaulichen Randbedingungen abhängig.

Ist es z. B. aus wasserwirtschaftlicher Sicht sinnvoll, den Niederschlagsabfluss aus einem Baugebiet zu sammeln und dann zentral zu versickern, muss gewährleistet sein, dass am topografischen Tiefpunkt eines Baugebietes eine entsprechende Freifläche zur Verfügung steht.

Ähnlich verhält es sich bei der dezentralen Versickerung auf einem Grundstück. Die Festlegung der Baufensler auf einem Grundstück sollte so vorgenommen werden, dass am tiefsten Punkt auf einem Grundstück eine entsprechende Fläche zur Verfügung steht und dass die vorgegebenen Mindestabstände [U 39] zu den Gebäuden (auch der Nachbarschaft) eingehalten werden können.

Eine oberflächige Ableitung von Niederschlagswasser z. B. in straßenbegleitenden Rinnen oder Gräben kann nur dann realisiert werden, wenn durch die Anordnung der öffentlichen Verkehrs- und Freiflächen ein entsprechendes durchgängiges Gefälle zum Tiefpunkt des Baugebiets vorhanden ist.

Bezüglich der Nutzung von Regenwasser in einem Baugebiet sind wirtschaftliche Grenzen zu beachten. So ist z. B. eine generelle Pflicht zum Einbau solcher Anlagen in einem Baugebiet nicht sinnvoll, wenn größere Mehrfamilienhäuser vorgesehen werden. Oft ist dann die zur Verfügung stehende Fläche zur Sammlung des Regenwassers zu klein, um den Bedarf in den Wohneinheiten weitgehend wirtschaftlich zu decken. In wieweit eine Teilversorgung sinnvoll ist, muss im Einzelfall geprüft werden.

#### 4.6 Bestehende Anlagen zur Ortsentwässerung

Bestehende Anlagen zur Ortsentwässerung, wie z. B. die Kanalisation selbst oder die Anlagen zur Regenwasserbehandlung im Mischsystem, sind häufig im Laufe der Bautätigkeit vergangener Jahre aus- bzw. überlastet, so dass die Abwasserentsorgung aus geplanten Neubaugebieten häufig nicht ohne einen entsprechenden Ausbau gewährleistet ist.

In diesem Zusammenhang sind oft Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung auch unter schwierigen Randbedingungen die einzige Möglichkeit eine wirtschaftliche Erschließung zu gewährleisten. Sind z. B. die Randbedingungen für eine entwässerungstechnische Versickerung oder eine gedrosselte Einleitung des Niederschlagsabflusses in ein Oberflächengewässer nicht gegeben, kann u. U. die erforderliche Entwässerungssicherheit bei den öffentlichen Anlagen durch den Bau von dezentralen Anlagen zur Regenwasserrückhaltung auf den Grundstücken erreicht werden.

Grundlage für eine qualifizierte Bewertung von Entwässerungsvarianten in Neubaugebieten ist ein hinreichender Kenntnisstand über die hydraulische Leistungsfähigkeit des bestehenden Entwässerungssystems, dessen baulicher Zustand und bei Mischsystemen die vorhandene Kapazität der Regenwasserbehandlungsanlagen.

## 5 Konzeptentwicklung

Durch die rechtlichen Vorgaben des WHG und des HWG lassen sich die Ziele einer Entwässerungsplanung in folgenden Prioritätsstufen definieren.

Priorität	Maßnahme
1	Abflussreduzierung durch wasserdurchlässige Befestigungen und Dachbegrünung
2	Regenwassernutzung
3	Dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser auf den Grundstücken
4	Semizentrale bzw. zentrale Versickerung von Niederschlagswasser
5	Einleitung von Niederschlagswasser in ein Oberflächengewässer
6	Einleitung von Niederschlagswasser in einen öffentlichen Regenwasserkanal
7	Einleitung von Niederschlagswasser in einen öffentlichen Mischwasserkanal

In der Regel werden in einem Konzept mehrere Varianten der Wasserbewirtschaftung entwickelt und diskutiert. Die Varianten bestehen in der Regel aus unterschiedlichen Kombinationen der o. g. Maßnahmen. Werden Maßnahmen höherer Priorität nicht in ein Konzept aufgenommen, sollte dies entsprechend begründet werden. Diese Aufgabe übernimmt in der Regel ein qualifiziertes Ingenieurbüro für Siedlungswasserwirtschaft ggf. in Zusammenarbeit mit einem Büro für Bodenkunde, Geologie bzw. Hydrogeologie.

Die Konzeptentwicklung sollte folgende Leistungen beinhalten:

- Auswertung der vorhandenen Grundlagendaten
- Veranlassung weiterer Untersuchungen, z. B. hydrogeologisches Gutachten, Bodenaufnahme, Schadstoffuntersuchung
- Erstellung von Entwässerungsvarianten inkl. hydraulischer Vorbemessung und qualitativer Bewertung nach ATV-DVWK Merkblatt M 153 [U 17] bzw. Merkblatt 3/BWK [U 18]
- bei hohen Grundwasserständen Konfliktbetrachtung der Versickerungsanlagen und Beeinflussung der Grundwasserströmung durch die Bebauung
- Kostenschätzung und Betriebshinweise
- Empfehlungen zur Systemauswahl und zum weiteren Vorgehen

## 6 Planungsabwicklung in Neubaugebieten

Mit dem Beschluss einer Stadt oder Gemeinde zur Erstellung eines Bebauungsplanes, muss parallel auch der Planungsablauf zur Regenwasserbewirtschaftung im Planungsgebiet begonnen werden.

Das in Kapitel 5 beschriebene Konzept zur Regenwasserbewirtschaftung muss zeitgleich mit der städtebaulichen Rahmenplanung entwickelt werden, da sich diese Planungen ggf. stark beeinflussen. Wesentlich ist hierbei die topografische Lage und Größe der öffentlichen Grünflächen, die angestrebte Grundflächenzahl für die einzelnen Nutzungsarten und die verkehrliche Erschließung. Die im Konzept entwickelten Maßnahmen haben zudem Einfluss auf die erforderlichen landespflegerischen Ausgleichsmaßnahmen, da sie sich positiv auf die Bilanzierung auswirken.

Im darauf folgenden Planungsabschnitt muss das Konzept mit dem Vorentwurf des Bebauungsplanes im Detail abgestimmt werden. Wesentlich ist hierbei die Festlegung des Flächenbedarfs z. B. für semizentrale oder zentrale Versickerungsanlagen in öffentlichen Grünflächen oder der Flächenbedarf zur Ableitung von Niederschlagswasser in den einzelnen Straßenquerschnitten. Unabhängig davon sind textliche Festsetzungen zur rechtlichen Absicherung der Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung zu formulieren und mit anderen Fachplanern abzustimmen. So ist z. B. die Festsetzung von wasserdurchlässigen Befestigungen im Fahrbahnbereich öffentlicher Flächen nur realisierbar, wenn im Bereich der Verkehrsflächenplanung die hierfür geltenden Regel-

werke in Abhängigkeit der unterschiedlichen Bauklassen eingehalten werden können. Da für die Regenwasserbewirtschaftung und die Verkehrsflächenplanung zahlreiche technische Vorschriften einzuhalten sind, die sich bereichsweise wechselseitig beeinflussen, hat es sich bewährt, beide Aufgabenbereiche durch ein qualifiziertes Büro für Erschließungsplanung vornehmen zu lassen. Die aus dem Konzept entwickelte Vorplanung zur Regenwasserbewirtschaftung sollte nach der Festlegung auf eine Variante mit den zuständigen Wasserbehörde abgestimmt werden.

Zur rechtlichen Absicherung der Umsetzung von geplanten Maßnahmen im privaten Bereich sollte eine Niederschlagswassersatzung (siehe Kapitel 3.3) erstellt werden, die zeitgleich mit der Beschlussfassung des Bebauungsplanes verabschiedet wird.

Auf der Grundlage des gemeinsamen Erlasses von 1997 [U 8] muss im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens eine »Wasserwirtschaftliche Stellungnahme« erstellt werden, in der nachzuweisen ist, dass die Wasserversorgung und Entwässerung des betreffenden Gebietes gesichert sind und ein ausreichender Grund- und Hochwasserschutz gegeben ist. Wird das Regenwasser im Planungsgebiet bewirtschaftet, ist dieser Aspekt ausführlich darzustellen.

Die zeitliche Abfolge der Planungsabschnitte und deren Verknüpfung mit der Bauleitplanung ist in Abbildung 3 dargestellt.

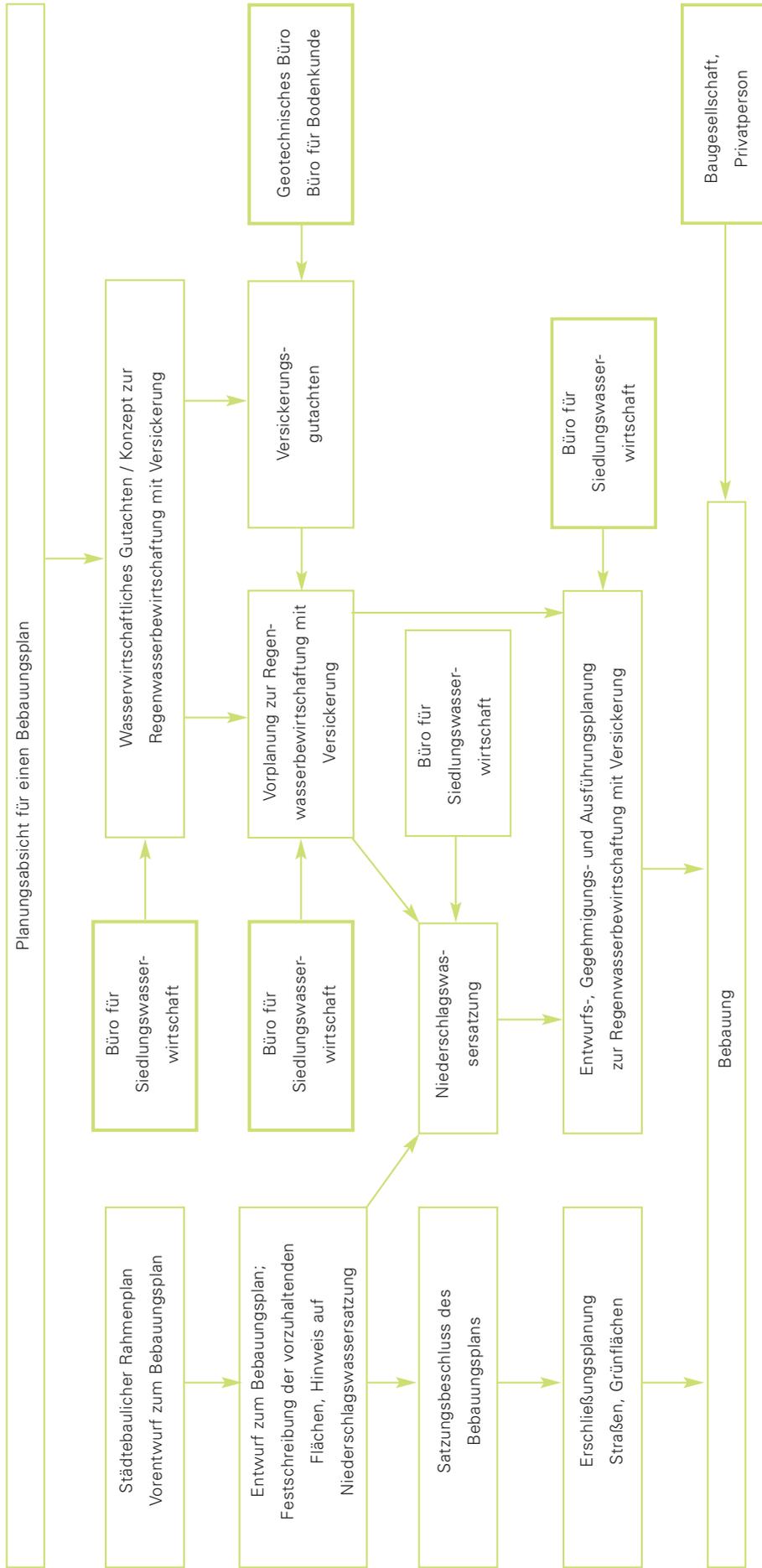


Abb. 3: Einbindung des Planungsverlaufs von Maßnahmen zur Wasserbewirtschaftung in die Bauleitplanung

## 7 Elemente der Wasserbewirtschaftung

Die Bewirtschaftung von Wasser in Neubaugebieten stellt den Planer zunächst vor die Aufgabe, die richtigen Elemente bzw. Kombinationen zu finden, deren Effektivität in der örtlichen Situation zu beurteilen und die rechtlichen Konsequenzen abzuschätzen.

Hinsichtlich der Bewertung der Qualität der Niederschlagsabflüsse und der notwendigen Maßnahmen zur Reinigung werden im Merkblatt ATV-DVWK 153 [U 17] entsprechende Hinweise gegeben. Es wird empfohlen, vor der Erstellung eines Entwässerungskonzeptes die Mindestanforderungen zur Regenwasserbehandlung anhand dieses Merkblattes zu ermitteln.

Aus dem Konzept zur Regenwasserbewirtschaftung ergeben sich Schnittstellen zur Architektur sowie zur Straßen- und Freiraumplanung, die konstruktiv abgestimmt und planungsrechtlich definiert werden müssen.

In den folgenden Kapiteln werden diese Aspekte als Grundlage für eine Auswahl von Elementen zur Regenwasserbewirtschaftung dargestellt.

Detailliertere Angaben zur technischen Ausführung der einzelnen Elemente sind u. a. den Publikationen des Hessischen Umweltministeriums [U 28] [U 32] zu entnehmen. In der Literaturliste sind darüber hinaus zu den einzelnen Bereichen zahlreiche weitere Veröffentlichungen dokumentiert.

## 7.1 Dachbegrünung

### Kurzbeschreibung

Bei der Dachbegrünung wird auf Dächer eine Substratschicht mit einer Initialansaat oder Fertigvegetation verlegt. Der Erdkörper wirkt unter anderem als Wasserspeicher, von dem über die Vegetation das gespeicherte Wasser wieder verdunstet. Er wirkt somit feuchtigkeits- als auch klimaregulierend. Darüber hinaus sind begrünte Dächer Lebensraum für Insekten und tragen zur Wärmedämmung der Gebäude bei.

Extensive Gründächer werden so aufgebaut, dass sie keine zusätzliche Bewässerung zum natürlichen Niederschlag benötigen.

Das Ausmaß der Wasserrückhaltung und Speicherung ist unter anderem von der Ausbildung der Substratschicht, von der Jahreszeit und nur geringfügig von der Vegetation abhängig. Die Abflussspitze bei Starkregenereignissen wird durch die Dachbegrünung um zirka 50 Prozent reduziert. Die Jahresabflussmenge wird um etwa 50 bis 80 Prozent verringert.

In Tabelle 3 sind die nach dem derzeitigen Erkenntnis- und Untersuchungsstand bei Dachbegrünungen in Abhängigkeit von der Aufbaudicke bis 5 Prozent Gefälle anzusetzenden Abflussbeiwerte  $\Psi$  wiedergegeben [U 23]. Die angegebenen Werte können zur Dimensionierung von Ableitungselementen und von Speicherelementen genutzt werden.

Das von Gründächern mit herkömmlichem Substrataufbau ablaufende Regenwasser ist häufig durch organische Stoffe gelb-bräunlich gefärbt. Durch Beimengungen von Ton, Zeolithen oder Aktivkohle kann die Verfärbung deutlich reduziert werden, so dass die Nutzbarkeit des Dachablaufwassers in Regenwassernutzungsanlagen aus ästhetischen Gründen nicht eingeschränkt ist [U 27]. Durch die Reduzierung der ablaufenden Menge an Regenwasser von Gründächern ist jedoch das Dargebot an Niederschlagswasser deutlich vermindert.

### Technische Voraussetzungen

Bei der Realisation von Gründächern sind in erster Linie die statischen Belange des Hochbaus zu berücksichtigen. In der Regel sind die Dachaufbauten bei einer extensiven Begrünung nicht schwerer als die eines Kiesdaches. Bei geneigten Dachflächen sind herstellerspezifische Schub-sicherungen einzubauen.

### Wasserwirtschaftliche Funktion

Je nach Höhe des Substrataufbaus reduziert sich der Dachflächenabfluss um 10 bis 70 Prozent, d. h. 30 bis 90 Prozent des Jahresniederschlags verdunstet. Im Hinblick auf den kleinräumigen Wasserkreislauf kann mit dieser Maßnahme der ursprüngliche Verdunstungsanteil der unbebauten Fläche annähernd erreicht werden.

Art der Fläche	Abflussbeiwert $\Psi$
Dächer mit Abdichtung	1,0
Kiesdächer	0,8
Begrünte Dächer	
> 50 cm Aufbaudicke	0,1
25–50 cm Aufbaudicke	0,2
15–25 cm Aufbaudicke	0,3
6–10 cm Aufbaudicke	0,4
4–6 cm Aufbaudicke	0,5
2–4 cm Aufbaudicke	0,6
Stärker geneigte Dächer mit erhöhtem Oberflächenabfluss unabhängig von der Dicke	0,7

Tab. 3: Abgeleitete Abflussbeiwerte für Dachbegrünungen in Abhängigkeit von der Aufbaudicke bis 5 % Gefälle

### Schnittstellen/Synergien

Die Reduzierung der Niederschlagsabflüsse um den o.g. Anteil hat zur Folge, dass die Dimensionierung aller nachgeschalteten entwässerungstechnischen Anlagen, also Leitungs- bzw. Kanalquerschnitte und erforderliche Speicherbauwerke bzw. Versickerungsanlagen in der Regel um 50 Prozent reduziert werden kann. Vorteilhaft ist dies z. B. in Gewerbegebieten bei denen der Dachflächenanteil entsprechend groß ist und z. B. der Bedarf an Niederschlagswasser für die Betriebs- und Regenwassernutzung im Einzelfall relativ gering ist. Außerdem können Dachbegrünungen in der Regel bei der Bilanzierung von naturschutzrechtlichen Ausgleichsmaßnahmen für ein Neubaugebiet angesetzt werden. Da Dachbegrünungen sichtbare und damit gestaltungsrelevante Elemente in einem Baugebiet sind, die direkt den geplanten Hochbau betreffen, ist dieses Element der Regenwasserbewirtschaftung mit der Stadtplanung abzustimmen.

### Rechtliche Sicherung zur Umsetzung

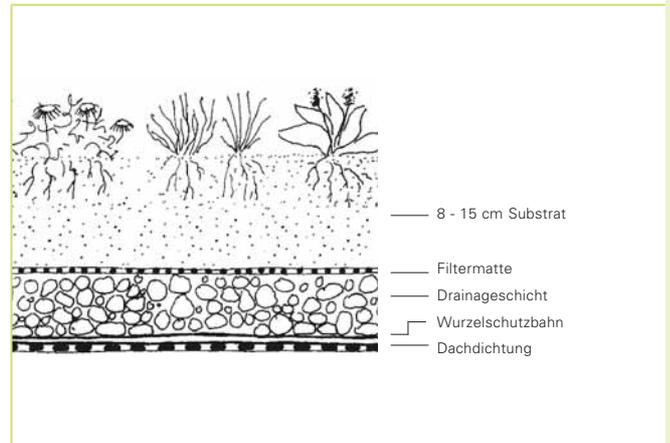
Die Festsetzung von Dachbegrünungen kann über den Bebauungsplan erfolgen und für bestimmte Dachtypen (Differenzierung nach Neigung), oder auf die Funktion der Gebäude (Gartenlaube, Carport, Gewerbe etc.) begrenzt werden.

Bei der Formulierung der Festsetzungen ist darauf zu achten, dass eine Mindestsubstratdicke von z.B. zirka 10 Zentimetern angegeben wird, die flächendeckend und dauerhaft begrünt sein muss.

Die Kontrolle erfolgt grundstücksbezogen im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens.

### Kosten

Die Kosten für Dränschicht, Substrat und Vegetationsmatte liegen mit zirka 15 bis 30 € pro Quadratmeter (ohne Einbau) etwa 10 € pro Quadratmeter über den Kosten für eine konventionelle Dachdeckung.



4



5



6

Abb. 4: Aufbau einer extensiven Dachbegrünung

Abb. 5: Extensive Dachbegrünung

Abb. 6: Satteldächer mit Dachbegrünung

## 7.2 Wasserdurchlässige Flächenbefestigungen

### Kurzbeschreibung

Verkehrsflächen wie Straßen, Wege und Stellplatzflächen sowie Hof- und Terrassenflächen können mit verschiedensten Materialien wasserdurchlässig befestigt werden. Prinzipiell ist hierbei zwischen geschütteten, gepflasterten und gebundenen Befestigungsmaterialien mit oder ohne Vegetationsanteil zu unterscheiden.

Befestigungssysteme mit einem Vegetationsanteil (z. B. Schotterrasen, Rasengittersteine, Rasenwaben) sind aus ökologischer und wasserwirtschaftlicher Sicht grundsätzlich höher zu bewerten, da ein Rückhalte- und Abbaupotenzial gegenüber vielen Schadstoffen vorhanden ist und ein gewisser Bodenluftaustausch stattfinden kann.

Empfehlenswert sind diese Beläge speziell bei Stellplatzflächen mit geringer Frequentierung im öffentlichen und privaten Bereich.

Oberflächenbefestigungen ohne Vegetationsanteil (z. B. Kies- oder Splittdecken, Pflaster mit Fugen- oder Lochanteil, Porenpflaster, wasserdurchlässiger Asphalt) sollten insbesondere in Bezug auf die vorgesehenen Nutzungen im Plangebiet ausgewählt werden.

Porenpflaster und wasserdurchlässiger Asphalt haben eine geschlossene ebene Oberfläche und eignen sich besonders für öffentliche und private Bereiche, die befahren werden (Kfz, Fahrrad, Rollstuhl etc.) oder stark von Fußgängern frequentiert werden.

Pflaster mit Lochanteil können für Stellplätze verwendet werden oder auch bei gering frequentierten Fahrbahnen oder Gehwegen wenn die Wasserdurchlässigkeit z. B. durch schmale Fugen hergestellt wird und ein entsprechender Nutzungskomfort gegeben ist.

Der Aufwand für die Wartung und Pflege hängt wesentlich von der Nutzung ab. Wasserdurchlässige Befestigungen dürfen im Winter nicht mit Salz abgestreut werden.

### Technische Voraussetzungen

Nach den geltenden Regeln der Technik ist bei Extremniederschlägen nicht von einer vollständigen Versickerung des Niederschlagswassers auszugehen. Der erwartete Oberflächenabfluss liegt zwischen 15 Prozent bei Rasengittersteinen und 60 Prozent bei einem verdichteten Kiesbelag [U 17]. Auf ein Ableitungssystem für die Restabflüsse kann verzichtet werden, wenn es möglich ist, das Regenwasser über ein entsprechendes Gefälle in angrenzende Grünflächen zu leiten. Auf Privatflächen ist dies in der Regel ohne weiteres realisierbar, bei den öffentlichen Flächen muss eine Pflaster- oder Kastenrinne mit Kanalanschluss oder nachgeschalteten Versickerungsmulden angeordnet werden (vgl. Kapitel 7.4).

Bei der Verwendung von wasserdurchlässigen Befestigungen sollte das Niederschlagswasser dauerhaft ohne Rückstau bis in den Untergrund versickern, d. h. Oberbau und Unterbau sollten so durchlässig sein, dass ein ortsspezifischer Starkniederschlag nicht zum Einstau in der Tragschicht führt. Ist diese Durchlässigkeit beim Unterbau nicht gegeben, muss für Extremniederschläge eine entsprechende Entwässerungseinrichtung vorgesehen werden (z. B. Drainagen, seitlich angeordnete Pflanzflächen, etc.) [U 29].

### Wasserwirtschaftliche Funktion

Von wasserdurchlässig befestigten Flächen kommt theoretisch 15 bis 60 Prozent des Jahresniederschlags zum Abfluss und der Spitzenabfluss wird um 40 bis 50 Prozent vermindert (s. Tabelle 4). Zu den Anteilen der Verdunstung bzw. Versickerung des Niederschlagswassers von wasserdurchlässigen Belägen sind derzeit keine belastbaren Daten vorhanden. Bei gut durchlässigen Belägen mit einem geringen Jahresabflussbeiwert kann jedoch davon ausgegangen werden, dass der Verdunstungsanteil zwischen 25 und 50 Prozent beträgt (vgl. Tabelle 1).

	Asphalt, fugenloser Boden	Fester Kiesbelag	Rasengittersteine; Schotterrasen; Rasenwaben	Poren-Pflaster; Splittfugen-Pflaster
Jahresabflussbeiwert $\Psi_m$ [-], [U 40]	0,9	0,6	0,15; 0,3; 0,15	0,25
	Schwarzdecken	Wassergebundene Decke	Pflaster mit Fugenanteil > 15 %	
Abflussbeiwert C [-], [U 32]	1,0	0,50	0,6	

Tabelle 4: Abflussbeiwerte verschiedener Befestigungsmaterialien

### Schnittstellen/Synergien

Durch die Reduzierung des Oberflächenabflusses von 40 bis 50 Prozent können alle nachgeschalteten Anlagen zur Ableitung und Versickerung oder Speicherung entsprechend reduziert werden.

Die Anordnung von wasserdurchlässigen Belägen im öffentlichen Bereich ist mit der Straßenplanung abzustimmen, da hier hinsichtlich der Regeln der Technik besondere Bestimmungen bezüglich des Fahrbahnaufbaus einzuhalten sind [U29].

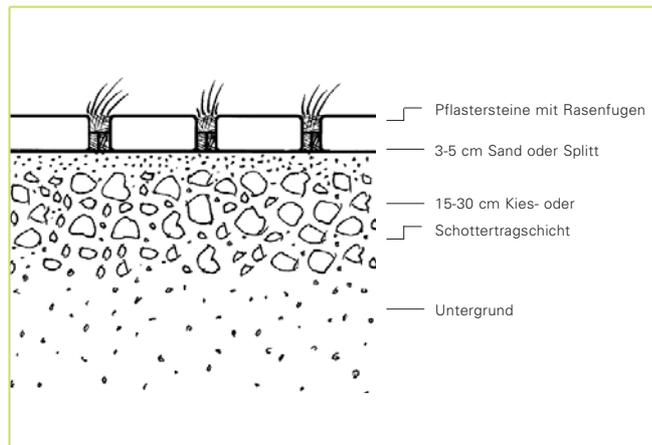
Wasserdurchlässige Befestigungen können im Rahmen einer landschaftspflegerischen Bewertung einer Baumaßnahme in Abstimmung mit den unteren Naturschutzbehörden in der Eingriffs- und Ausgleichsbilanzierung positiv in Ansatz gebracht werden.

### Rechtliche Sicherung zur Umsetzung

Wasserdurchlässige Befestigungen werden im Textteil zu einem Bebauungsplan festgesetzt. In der Regel werden hierin die Flächen beschrieben und der Begriff »wasserdurchlässig« genauer definiert. Bei Pflasterbelägen kann z. B. ein Mindestloch- oder Fugenanteil definiert werden, wobei Porenpflaster und in diesem Sinne auch wasserdurchlässiger Asphalt direkt benannt werden. Darüber hinaus sollten die Formulierungen so gewählt werden, dass andere Beläge wie Splittdecken oder Schotterrassen nicht ausgeschlossen sind.

### Kosten

Die Kosten dieser Befestigungen schwanken stark je nach Ausgestaltung und Größe der Fläche. Sie belaufen sich im Mittel auf zirka 10 bis 20 € pro Quadratmeter für Schüttungen und zirka 30 bis 50 € pro Quadratmeter für Pflasterungen.



7



8



9

Abb. 7: Aufbau Rasenfugenpflaster

Abb. 8: Rasenfugenpflaster

Abb. 9: Splittfugenpflaster

### 7.3 Regenwassernutzungsanlagen

#### Kurzbeschreibung

Bei der Nutzung von Regenwasser wird das Ablaufwasser von Dachflächen nach einer Vorfilterung gespeichert und kann zur Toilettenspülung, zur Gartenbewässerung und ggf. zum Wäsche Waschen verwendet werden.

Der Speicher der Regenwassernutzungsanlagen kann innerhalb der Gebäude im Keller oder auch außerhalb liegen. Wesentlich für Dimensionierung und Effektivität einer Regenwassernutzungsanlage ist das Verhältnis zwischen angeschlossener Dachfläche und dem Wasserbedarf. Zirka 30 bis 40 Prozent des häuslichen Trinkwasserverbrauchs kann durch Regenwasser substituiert werden.

Die Anlagen zur Regenwassernutzung sollten gemäß DIN 1989 [U 38] Regenwassernutzungsanlagen geplant, gebaut und betrieben werden.

#### Technische Voraussetzungen

Regenwassernutzungsanlagen sind in der Regel bei jeder Wohneinheit in einem Baugebiet realisierbar. Zwangspunkte, die bei der Planung des Überlaufs solcher Anlagen zu berücksichtigen sind, ergeben sich durch die Anschlusshöhe bzw. die Rückstauenebene des öffentlichen Kanals, wenn eine dezentrale Versickerung des Überlaufwassers nicht möglich ist.

Die Kombinationen von Regenwassernutzungsanlagen und dezentralen Versickerungseinrichtungen oder Retentionsspeichern werden in den Kapiteln 7.6 und 7.7.1 beschrieben.

#### Wasserwirtschaftliche Funktion

Durch die Nutzung von Regenwasser kommt es im Allgemeinen zu einer Reduzierung des Jahresniederschlagsabflusses von den Dachflächen um zirka 80 Prozent und zu einer Dämpfung der Abflussspitze um zirka 30 Prozent [U 12]. Inwieweit diese Reduzierung bei der Dimensionierung nachgeschalteter Entwässerungseinrichtungen also bei Kanälen, Versickerungsanlagen und Regenrückhaltebecken, angesetzt werden kann, muss im Einzelfall untersucht werden.

#### Schnittstellen/Synergien

Neben der dargestellten planerischen Schnittstelle zur öffentlichen Entwässerung und den positiven Auswirkungen auf deren Dimensionierung ergeben sich innerhalb der Bauleitplanung keine weiteren Schnittstellen.

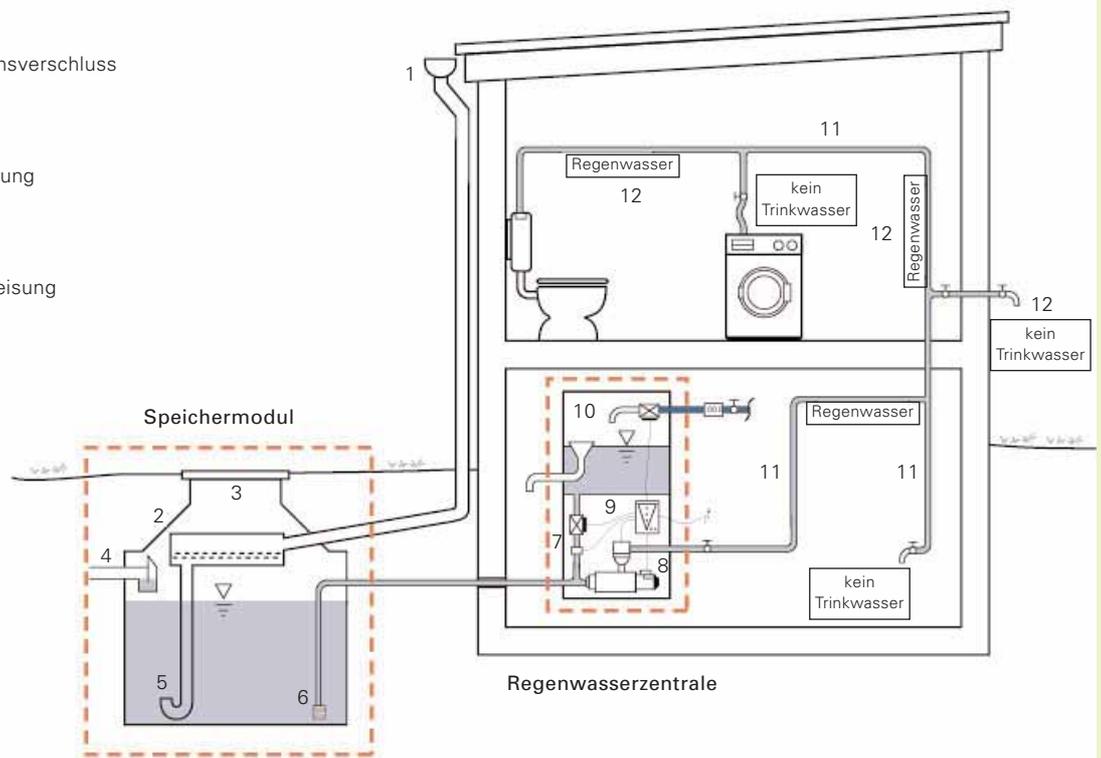
#### Rechtliche Sicherung zur Umsetzung

Laut HWG können die Gemeinden durch Satzung bestimmen, dass im Gemeindegebiet oder Teilen davon Anlagen zur Verwendung von Regenwasser gebaut werden müssen. In den Bebauungsplan können diese Vorschriften als Festsetzungen aufgenommen werden. Eine alleinige Festsetzung im Bebauungsplan auf Grundlage des BauGB ist nicht möglich.

#### Kosten

Die Kosten für eine Regenwassernutzungsanlage mit Erdspeicher betragen bei Einfamilienhäusern zirka 3.000 bis 5.000 €. Die Wirtschaftlichkeit einer Anlage hängt im Wesentlichen von der Höhe der Wasser- und Abwassergebühren ab.

- 1 Dachrinne/Fallrohr
- 2 Zentraler Filter
- 3 Speicher
- 4 Überlauf mit Geruchsverschluss
- 5 Beruhigter Zulauf
- 6 Entnahmeleitung
- 7 Wasserstandsmessung
- 8 Pumpe
- 9 Anlagesteuerung
- 10 Trinkwassernachspeisung
- 11 Verteilnetz
- 12 Kennzeichnung



10



11



12

Abb. 10: Aufbau einer Regenwassernutzungsanlage

Abb. 11: Regenwassernutzungsanlagen in einem Neubaugebiet

Abb. 12: Regenwassernutzungsanlage mit Wirbelfilter

## 7.4 Offene Ableitung in Rinnen oder flachen Gräben

### Kurzbeschreibung

Die Ableitung von Regenwasser in offenen Rinnen oder flachen Gräben im Bereich öffentlicher Verkehrsflächen stellt eine kostengünstige Alternative zur Ableitung in der Kanalisation dar und ermöglicht die oberirdische Zuleitung des Niederschlagsabflusses zu Mulden, Mulden-Rigolen oder Retentionsbecken auch bei geringerem Geländegefälle.

Die oberflächigen Ableitungselemente werden vielerorts bewusst als Gestaltungselemente im Straßenraum bzw. in Freiflächen verwendet. Fehlanschlüsse werden ausgeschlossen, da das Wasser sichtbar wahrzunehmen ist.

### Technische Voraussetzungen

Entscheidend für eine konsequente Umsetzung oberflächiger Ableitungssysteme ist ein durchgängiges und ausreichendes Gefälle von den zu entwässernden Flächen bis zu den Einleitungsstellen am Tiefpunkt eines Planungsgebietes. Die Planung der Verkehrsflächen, d. h. die Festlegung von Hoch- und Tiefpunkten sowie die Gestaltung des Quergefälles insbesondere in Kreuzungsbereichen ist diesen Anforderungen anzupassen.

### Wasserwirtschaftliche Funktion

Die oberflächennahe Ableitung von Niederschlagswasser hat in Bezug auf den kleinräumigen Wasserhaushalt keine signifikanten direkten Auswirkungen. Indirekt sind diese Ableitungssysteme jedoch Voraussetzung für die Versickerung und Verdunstung von Niederschlagswasser in Mulden oder Retentionsbecken. Qualitativ haben diese Systeme den Vorteil, dass möglicherweise in Havariefällen auftretende verunreinigte Niederschlagsabflüsse sofort lokalisiert und deren Ursachen beseitigt werden können.

### Schnittstellen/Synergien

Gegenüber der klassischen Regenwasserableitung im Kanal ist die oberflächennahe Ableitung flächenwirksam, so dass bei der Planung der öffentlichen Flächen diese entsprechend berücksichtigt werden müssen. Wie in Kapitel 6 beschrieben, ist es empfehlenswert, den Bebauungsplanentwurf zeitgleich mit den Planungen zur Entwässerung, der Verkehrsflächen und der Freiräume abzuwickeln, um Zwangspunkte z. B. durch unzureichendes Gefälle frühzeitig zu entschärfen.

Durch die oberflächennahe Anordnung der Rinnen oder flachen Gräben ist es speziell bei geringem Geländegefälle nur möglich, Niederschlagsabflüsse von privaten Grundstücken aufzunehmen, wenn die Übergabestellen ebenfalls oberflächennah vorhanden sind. In der Praxis heißt das, dass entweder bei allen Hochbauten ein ausreichendes Gefälle von den Fallrohren zu den öffentlichen Verkehrsflächen vorhanden sein muss, oder das Niederschlagswasser ist vollständig auf den privaten Flächen zu verwerten und/oder zu versickern.

### Rechtliche Sicherung zur Umsetzung

Neben den ebenfalls bei Kanälen ggf. festzulegenden Leitungsrechten im Bebauungsplan ist keine weitere Absicherung zur Umsetzung möglich und auch nicht erforderlich.

### Kosten

Die Kosten für flache Ableitungsrinnen betragen je nach Querschnitt 25 bis 35 € pro laufenden Meter. Für gepflasterte Ableitungsmulden liegen die Kosten bei 45 bis 80 € pro laufenden Meter, bei Kastenrinnen bei 50 bis 150 € pro Meter.



13



14



15

Abb. 13: Kastenrinne im Bereich einer öffentlichen Verkehrsfläche

Abb. 14: Ableitungsgraben in öffentlicher Grünfläche

Abb. 15: Straßenbegleitende Rinne zur gezielten Einleitung in Versickerungsmulden

## 7.5 Versickerung von Niederschlagswasser

### Kurzbeschreibung

Grundsätzlich unterscheidet man bei den Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser oberirdisch und unterirdisch angeordnete Anlagen.

Oberirdisch und damit sichtbar sind Versickerungsmulden und -becken. Solche Anlagen haben immer eine ebene horizontale Sohlfläche mit einer Mutterbodenschicht von mindestens 20 bis 30 Zentimetern, die flächendeckend bepflanzt wird. Der Niederschlagsabfluss wird oberflächlich eingeleitet und sickert durch die oben beschriebene bewachsene Bodenschicht in den Untergrund. Bei Mulden wird in der Regel ein maximaler Einstau nach Starkniederschlägen von 30 Zentimetern zugelassen. Bei Versickerungsbecken, die in der Regel den Abfluss größerer Einzugsgebiete bei geringer Flächenverfügbarkeit aufnehmen, wird ein höherer Einstau zugelassen, wobei dann entsprechende Sicherungsmaßnahmen z.B. durch eine Zaunanlage erforderlich sind. Je nach Größe und Verschmutzungspotenzial der angeschlossenen Fläche wird im Zulauf ggf. ein Absetzraum als Reinigungszone integriert.

Die Rigolen- und die Schachtversickerung sind unterirdische Anlagen. Es handelt sich um künstlich hergestellte Hohlräume im Untergrund, in denen das Niederschlagswasser zwischengespeichert wird und dann in den Untergrund sickert. Der künstliche Hohlraum wird durch verschiedenste Baustoffe und Konstruktionen hergestellt. Rigolen sind Speicherräume mit vornehmlich horizontaler Ausdehnung aus Kunststoffelementen, Kies oder Schotter, Schächte hingegen werden als Beton- oder Kunststofffertigteile hergestellt und binden ggf. tiefer in das Erdreich ein, so dass in diesem Zusammenhang der erforderliche Abstand zum Grundwasserspiegel bei der Planung besonders zu beachten ist.

In der Regel werden die unterirdischen Versickerungsanlagen mit einem Geotextil gegen das Eindringen des umgebenden Untergrundes in den Speicher geschützt. Im Zulauf muss durch geeignete Filter oder Absetzeinrichtungen gewährleistet werden, dass keine Sedimente, Pflanzenreste oder sonstiger Unrat eingespült wird. Bei größeren zugänglichen Schächten kann darauf verzichtet werden, wenn eine turnusgemäße Reinigung der Sickerflächen sichergestellt ist.

### Technische Voraussetzungen

Grundsätzlich darf nur nicht schädlich verunreinigtes Niederschlagswasser versickert werden. Da Niederschlagsabflüsse von unterschiedlichen Flächen verschiedene Verschmutzungspotenziale aufweisen, werden diesbezüglich entsprechend abgestimmte Versickerungsanlagen empfohlen. Die Auswahl der Anlagen ist nach den Vorgaben des ATV-DVWK Arbeitsblattes A138 [U 39] und des ATV-DVWK Merkblattes M153 [U 17] vorzunehmen. Eine Versickerung von Niederschlagsabflüssen von großflächigen unbeschichteten Metalldächern ist nicht zulässig, da sich gelöste Metallionen im Boden anreichern bzw. in das Grundwasser vordringen können.

Neben den qualitativen Aspekten sind die hydrogeologischen Randbedingungen aus Kapitel 4.3 zu berücksichtigen.

### Wasserwirtschaftliche Funktion

Die Versickerung von Niederschlagswasser ist diejenige Maßnahme, mit der die Grundwasserneubildung in einem Neubaugebiet entsprechend den Verhältnissen vor der Bebauung wiederhergestellt werden kann. Ist in einem Baugebiet der Anteil der abflusswirksamen Flächen z. B. Dachflächen und wasserundurchlässige Verkehrsflächen entsprechend hoch und sind diese Flächen direkt an Versickerungsanlagen angeschlossen, kann der Anteil der Versickerung geringfügig höher sein als vor der Bebauung dieser Flächen.

Zum Ausgleich des kleinräumigen Wasserkreislaufes gemäß Kapitel 4.1 können z. B. Dachbegrünungen oder Regenwassernutzungsanlagen in das Gesamtsystem integriert werden.

### Schnittstellen/Synergien

Eine Voraussetzung für den Bau von Versickerungsanlagen ist eine entsprechende Flächenverfügbarkeit an topografischen Tiefpunkten. Dies gilt bezogen auf das Baugebiet, aber auch für die einzelnen Grundstücke sowie für die Verkehrsflächen.

Insofern sind diese Anlagen schon bei den Entwürfen der Bebauungspläne einzubeziehen (siehe Kapitel 4.5) und im weiteren Planungsverlauf mit der Freiraum- und Verkehrsflächenplanung abzustimmen.

### Rechtliche Sicherung zur Umsetzung

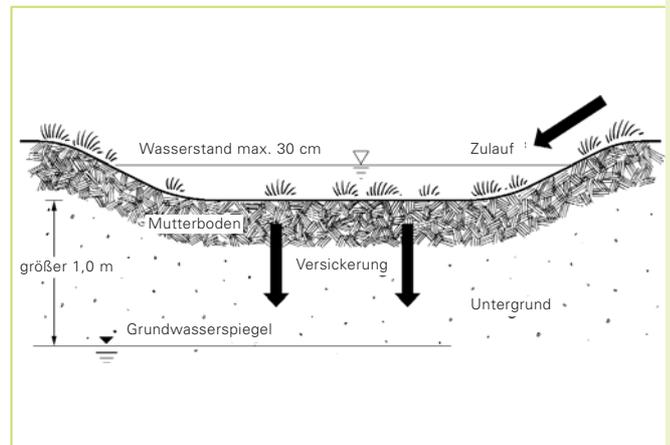
Kann in einem Baugebiet das anfallende Niederschlagswasser nachweislich vollständig dezentral versickert werden, kann auf den Bau einer Regenwasserkanalisation verzichtet werden. Da in den noch zu verlegenden Schmutzwasserkanal definitions- bzw. satzungsgemäß nur Schmutzwasser eingeleitet werden darf, ergibt sich kein weiterer Bedarf für eine rechtliche Absicherung. Zur Sicherstellung der ordnungsgemäßen Ausführung der dann zu bauenden dezentralen Anlagen im Sinne des Grundwasserschutzes ist es jedoch sinnvoll, eine Niederschlagswassersatzung (siehe Kapitel 3.3) zu verabschieden, auf die wiederum im Bebauungsplan hingewiesen wird.

Darüber hinaus kann der Bau und der dauerhafte Betrieb privater Versickerungsanlagen im Rahmen von Grundstückskaufverträgen gesichert werden.

Flächen für Versickerungsanlagen im öffentlichen Bereich müssen im Bebauungsplan entsprechend gekennzeichnet und damit gesichert werden (vgl. Kapitel 3).

### Kosten

Die Kosten für Versickerungsanlagen betragen für Mulden zwischen 25 und 40 € pro Quadratmeter, bei Becken zwischen 30 und 100 € pro Kubikmeter Speichervolumen, bei Kunststoffrigolen zwischen 100 und 250 € pro Kubikmeter Speichervolumen, und bei Schächten zwischen 100 und 300 € pro Kubikmeter Speichervolumen.



16



17



18

Abb. 16: Aufbau einer Versickerungsmulde

Abb. 17: Dezentrale Versickerungsmulde im privaten Bereich

Abb. 18: Kunststoffrigole zur Versickerung von Dachflächenwasser in einem Wohngebiet

## **7.6 Kombinationen von Regenwassernutzung und Versickerung von Niederschlagswasser**

### **Kurzbeschreibung**

Bei Regenwassernutzungsanlagen, wie sie in Kapitel 7.3 beschrieben werden, ist immer ein Überlauf erforderlich, über den bei Vollfüllung des Speichers das Überlaufwasser abgeleitet wird. Vorteilhaft und wasserwirtschaftlich sinnvoll ist es, dieses Wasser direkt vor Ort zu versickern, wenn die hydrogeologischen Randbedingungen dies zulassen. Die Versickerung wird bei kombinierten Anlagen in der Regel über einen Rigolenkörper aus Kies oder Schotter erreicht, der im Arbeitsraum des Speichers liegt und mit einem Geotextil ummantelt ist. Bei anderen Kombinationen werden Rigolenelemente aus Kunststoff an den Überlauf angeschlossen.

### **Technische Voraussetzungen**

Eine wesentliche technische Voraussetzung zur Realisierung solcher Anlagen ist eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit des Bodens und ein entsprechender Abstand der Sohle des Versickerungselementes zum höchsten mittleren Grundwasserspiegel.

### **Wasserwirtschaftliche Funktion**

Wasserwirtschaftlich ist die Kombination von Regenwassernutzung und Versickerung eine sinnvolle Lösung [U 34]. Trinkwasser wird eingespart und der Versickerungsanteil der Niederschlagsabflüsse ist geringer als bei herkömmlichen Anlagen, so dass eine Erhöhung der Grundwasserneubildung gegenüber dem natürlichen unbebauten Grundstück nicht zu erwarten ist.

### **Schnittstellen/Synergien**

Wie bei herkömmlichen Regenwassernutzungs- und Versickerungsanlagen auf privaten Grundstücken muss eine gewisse Freifläche zur Realisierung solcher Anlagen vorhanden sein. Bei den im Bebauungsplan festzusetzenden Baufenstern ist dies zu berücksichtigen.

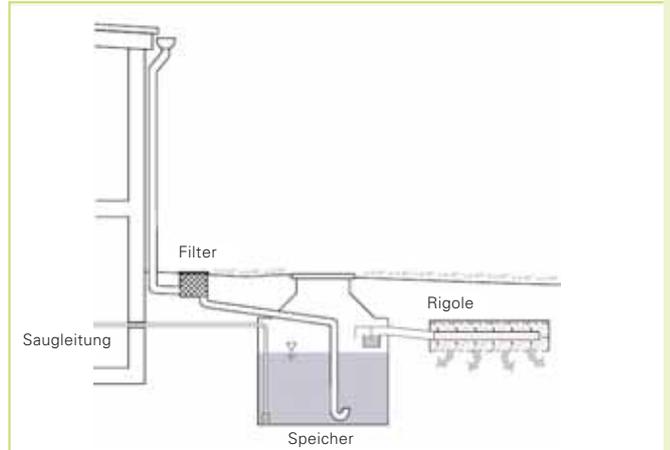
### **Rechtliche Sicherung zur Umsetzung**

Kombinierte Anlagen zur Regenwassernutzung und Versickerung müssen entsprechend ihrer Funktion separat behandelt werden. Regenwassernutzungsanlagen können wie in Kapitel 7.3 beschrieben über eine Niederschlagswassersatzung festgesetzt werden. In der gleichen Satzung kann der Bau von dezentralen Versickerungsanlagen gefordert werden.

Ebenso ist es möglich, den Bau und den dauerhaften Betrieb solcher Anlagen im Rahmen von Grundstückskaufverträgen privatrechtlich zu sichern.

### **Kosten**

Die Kosten für eine Kombinationsanlage betragen je nach Speichergröße und Durchlässigkeit des Untergrundes bei einem Einfamilienhaus zirka 5.000 bis 7.000 €.



19



20



21

Abb. 19: Regenwassernutzungsanlage mit Rigolenversickerung

Abb. 20: Regenwasserspeicher mit Kunststoffrigole

Abb. 21: Regenwasserspeicher mit Rigole im Arbeitsraum

## 7.7 Retention von Niederschlagsabflüssen

### 7.7.1 Retentionsspeicher

#### Kurzbeschreibung

Retentionsspeicher sind Bauteile unterschiedlichster Form, in denen Niederschlagsabflüsse von privaten Grundstücken zwischengespeichert und zeitlich verzögert in die öffentliche Kanalisation oder ein Oberflächengewässer abgeleitet werden. In ihrer Funktion unterscheiden sie sich nicht von Regenrückhaltebecken im öffentlichen Entwässerungssystem. Verwendung finden diese dezentralen Speicher vornehmlich dann, wenn eine Versickerung des Niederschlagswassers auf den privaten Grundstücken nicht möglich ist und eine ungedrosselte Ableitung zu hydraulischen Problemen in der öffentlichen Kanalisation oder dem Oberflächengewässer führen würde.

Die Zwischenspeicherung erfolgt in der Regel durch Schachtbauwerke aus Beton oder Kunststoff, die beschriebene Funktion kann jedoch auch durch Rigolenkörper aus Kunststoff, Kies oder Schotter mit entsprechendem Drosselement realisiert werden. Die Höhe des Drosselabflusses ist dabei grundsätzlich variabel, wird jedoch üblicherweise auf den Gebietsabfluss oder die hydraulische Kapazität der Kanalisation bzw. des Oberflächengewässers eingestellt.

Bei entsprechendem Bedarf ist es sinnvoll, das Volumen von Retentionsspeichern zu vergrößern und diesen Anteil für die Regenwassernutzung bereitzustellen. Werden in einem Plangebiet z. B. aus Gründen des Ressourcenschutzes Regenwassernutzungsanlagen generell gefordert, können diese Anlagen mit relativ geringem finanziellem Aufwand auch die Funktion von Retentionsspeichern erfüllen.

#### Technische Voraussetzungen

Wesentliche Voraussetzung bei der Realisierung von Retentionsspeichern ist eine auskömmliche rückstaufreie Anschlusshöhe an das öffentliche Entwässerungssystem. Bei der Festlegung des spezifischen Drosselabflusses, der sich in der Regel auf die angeschlossene abflusswirksame Fläche bezieht, muss berücksichtigt werden, dass Abflüsse unter 0,1 Liter pro Sekunde kaum von den handelsüblichen Drosselementen eingehalten werden können. In Baugebieten mit Reihenhäusern, bei denen die Dachflächen etwa 80 Quadratmeter betragen, sollte der geforderte Drosselabfluss demnach größer als 10 Liter pro Sekunde und Hektar abflusswirksamer Fläche sein.

#### Wasserwirtschaftliche Funktion

Die Abflussspitzen aus den Hausanschlüssen werden je nach Drosseinstellung um zirka 80 bis 90 Prozent vermindert. Bei der Ermittlung des Gesamtabflusses aus einem Baugebiet sind die übrigen abflusswirksamen Flächen, wie z. B. Verkehrsflächen entsprechend zu berücksichtigen.

#### Schnittstellen/Synergien

Bei der Realisation von Retentionsspeichern sind im Rahmen der Bauleitplanung keine weiteren Schnittstellen zu anderen Planungen vorhanden.

#### Rechtliche Sicherung zur Umsetzung

Retentionsspeicher auf privaten Grundstücken können durch eine Niederschlagswassersatzung festgesetzt werden.

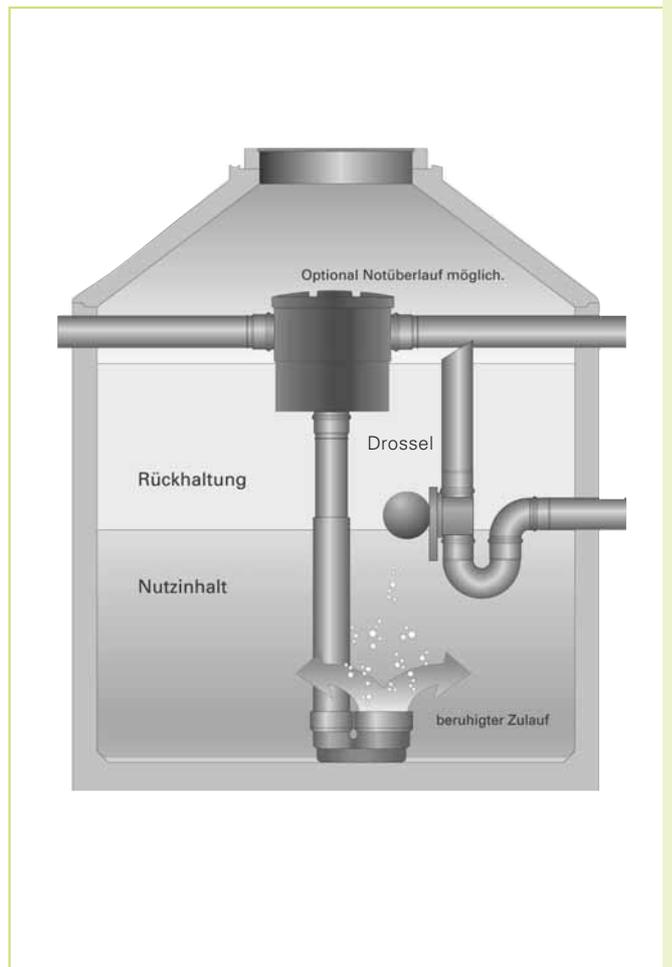
Wie in Kapitel 3.3 beschrieben, können die Gemeinden die maximale Einleitung in das öffentliche Entwässerungssystem auf Grundlage der bestehenden Entwässerungssatzung begrenzen, um die Funktionsfähigkeit der Abwasseranlagen zu gewährleisten.

#### Kosten

Die Kosten für Retentionsspeicher liegen bei etwa 100 bis 250 € pro Kubikmeter Speichervolumen zuzüglich der Kosten für Erdarbeiten und Einbau. Die Kosten für die erforderliche Drosseleinrichtung inkl. Notüberlauf betragen für eine Schlauchdrossel zirka 150 €, bei einem Anstauregelorgan mit separatem Schacht sind Kosten von zirka 300 bis 500 € anzusetzen.



22



23

Abb. 22: Technische Ausstattung eines Retentionspeichers mit Filter, Schlauchdrossel und Notüberlauf

Abb. 23: Aufbau eines Retentionspeichers mit Nutzvolumen für die Regenwassernutzung

## 7.7.2 Retentionsbecken

### Kurzbeschreibung

Retentionsbecken haben die Funktion Niederschlagsabflüsse von privaten Grundstücken oder aus einem Siedlungsgebiet zwischenspeichern und gedrosselt in ein Oberflächengewässer oder in die öffentliche Kanalisation weiterzuleiten. Retentionsbecken können im Dauerstau betrieben werden oder nach Niederschlagsereignissen trocken fallen. Becken mit Dauerstau werden oftmals als Gestaltungselement in öffentliche Freiflächen integriert und erfüllen hier eine Doppelfunktion. Eine angepasste Vegetation, z. B. amphibische Pflanzen, kann die Attraktivität der Becken erhöhen. Werden naturnah gestaltete Becken mit Dauerstau ausgeführt, sollte die Sohle vorzugsweise mit natürlichen Materialien wie Ton oder Bentonitbahnen abgedichtet werden.

Wesentlich bei allen Ausführungen ist die Drosseleinrichtung, mit der der Ablauf aus dem Becken auf das geforderte Maß eingestellt wird und ein kontrollierter Überlauf bei Vollfüllung gewährleistet wird. Darüber hinaus muss der Zulaufbereich so gestaltet werden, dass im Niederschlagsabfluss enthaltene Schmutzstoffe separiert werden können. In der Regel handelt es sich hierbei um Feststoffe, die sich z. B. in einen definierten Ruhigungsbereich absetzen lassen.

### Technische Voraussetzungen

Wesentliche Voraussetzung für die Realisierbarkeit einer solchen Anlage sind die topografischen Verhältnisse im Plangebiet. Die Anlage sollte am Tiefpunkt, möglichst in einer öffentlichen Grünfläche liegen, und es muss möglich sein, den Abfluss im freien Gefälle in ein Oberflächengewässer oder den öffentlichen Kanal einzuleiten, wobei die entsprechende Rückstauenebene zu berücksichtigen ist. Bei geringem Geländegefälle ist es teilweise notwendig, die Niederschlagsabflüsse über oberflächige Pflaster- oder Kastenrinnen einzuleiten, was wiederum bei der Lage bzw. Vernetzung der öffentlichen Flächen berücksichtigt werden muss.

Zu beachten ist ebenfalls der Grundwasserflurabstand, d. h. bei nicht gedichteten Becken, aus denen ein gewisser Anteil des Niederschlagswassers in den Untergrund versickert, sollte entsprechend den Regeln der Technik für Versickerungsanlagen ein Mindestabstand von der Sohle zum mittleren höchsten Grundwasserabstand von einem Meter eingehalten werden.

### Wasserwirtschaftliche Funktion

Die Niederschlagsabflüsse aus einem Siedlungsgebiet werden auf ein definiertes Maß reduziert, so dass der Entwässerungskomfort der bestehenden Kanalisation erhalten bleibt oder bei einer Einleitung in ein Oberflächengewässer hydraulische Überlastungen vermieden werden. Der Verdunstungs- und Versickerungsanteil ist bei einer flachen naturnahen Ausführung ohne Dauerstau höher als bei klassischen Regenrückhaltebecken.

### Schnittstellen/Synergien

Im Rahmen der Bauleitplanung müssen die erforderlichen öffentlichen Flächen in topografischer Tieflage bereit gestellt werden. Bei geringer Geländeneigung muss durch eine entsprechende Vernetzung der öffentlichen Verkehrs- und Grünflächen eine oberflächennahe Ableitung des Niederschlagswassers ermöglicht werden. Die Planungen sind diesbezüglich anzupassen.

Durch die Integration der Retentionsbecken in die Freiflächen entsteht ein zusätzliches Gestaltungselement, das den Wohn- bzw. Freizeitwert eines Siedlungsgebietes aufwerten kann.

### Rechtliche Sicherung zur Umsetzung

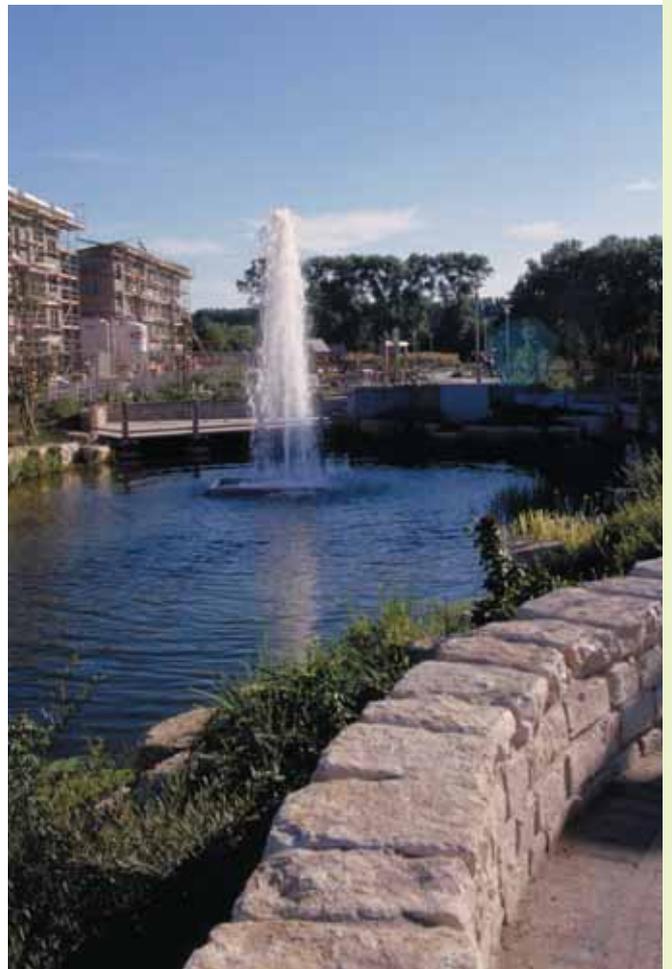
Die erforderlichen Flächen können durch Festsetzung im Bebauungsplan gesichert werden.

### Kosten

Die Kosten für die Herstellung von Retentionsbecken variieren je nach Gestaltung zwischen zirka 30 und 100 € pro Kubikmeter Speichervolumen.



24



25

Abb. 24: Naturnah gestaltetes Retentionsbecken ohne Dauerstau

Abb. 25: Retentionsbecken mit Wasserspiel

## 8 Beispiele von Anlagen zur Wasserbewirtschaftung in Neubaugebieten



26



27



28

Abb. 26: Reihenhausbebauung mit Dachbegrünung,  
Versickerungsmulde

Abb. 27: Versickerungsmulden auf den Privatflächen

Abb. 28: Oberflächige Niederschlagswasserableitung in die  
Versickerungsanlagen

### 8.1 Stadt Rüsselsheim, Wohngruppenprojekt Max-Beckmann-Weg

Das Baugebiet »Max-Beckmann Weg« mit einer Größe von zirka 3,40 Hektar liegt im Südosten von Rüsselsheim westlich der Autobahn A 67 Anschlussstelle Rüsselsheim Ost.

Im Baugebiet wurden in einer Bauzeit von etwa 1,5 Jahren bis Sommer 2001 überwiegend Reihenhäuser mit zirka 100 Wohneinheiten realisiert. Zielsetzung war es, möglichst energiesparende Bauformen zu realisieren, ein alternatives Energie- und Wasserkonzept umzusetzen, und den Eingriff in Natur und Landschaft zu minimieren.

Wesentliche Grundlage des Entwässerungskonzeptes war die Tatsache, dass die angrenzende Mischwasserkanalisation hydraulisch weitestgehend ausgelastet und eine relative geringe Flächenverfügbarkeit für Versickerungsanlagen gegeben war. Um einen ausreichenden Entwässerungskomfort zu gewährleisten, wurden zur Abflussreduzierung im Bebauungsplan extensive Dachbegrünungen und wasserdurchlässige Oberflächenbefestigungen festgesetzt. Dadurch war es möglich den restlichen Niederschlagsabfluss von den privaten Flächen vollständig in den privaten Freiflächen über Mulden oder Rigolen zu versickern. Die Festsetzung der Dachbegrünung hatte wiederum zur Folge, dass der naturschutzrechtliche Ausgleich komplett im Plangebiet realisiert werden konnte. Die Niederschlagsabflüsse von den öffentlichen Flächen werden ebenfalls vollständig in den Grünflächen versickert, so dass lediglich der Schmutzwasserabfluss über den vorhandenen Mischwasserkanal abgeleitet werden muss.

Die Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung wurden durch eine Niederschlagswassersatzung rechtlich abgesichert und zusätzlich in den Bebauungsplan aufgenommen.

<b>Eckdaten</b>	
Nutzung	Wohngebiet
Größe	3,4 ha
Grundstücksgrößen	160 bis 210 m <sup>2</sup>
Entwässerungssystem	Dachbegrünung, wasserdurchlässige Befestigungen und Mulden oder Rigolenversickerung auf privaten Grundstücken wasserdurchlässige Befestigungen und Muldenversickerung auf öffentlichen Flächen
Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes	$k_f = 5 \cdot 10^{-5}$ bis $5 \cdot 10^{-6}$ m/s
Rechtliche Sicherung	Niederschlagswassersatzung, Festsetzungen im Bebauungsplan
Projektträger	Stadtplanungsamt Rüsselsheim
Ansprechpartnerin	Frau Lührke-Fertmann
Telefonnummer	061 42/83-0



29



30



31

## 8.2 Gemeinde Trebur, Gewerbegebiet-Astheim

Das Gewerbegebiet im Ortsteil Astheim der Gemeinde Trebur liegt am östlichen Ortsrand und hat eine Größe von insgesamt 8,5 Hektar, wovon derzeit zirka ein Drittel bis zum Zwischenausbau realisiert ist.

Die Entwässerungsplanung für die Gewerbefläche wurde unter relativ ungünstigen örtlichen Randbedingungen zeitgleich zur Aufstellung des Bebauungsplanes durchgeführt. Das bestehende Trennsystem im betreffenden Ortsteil wäre bei konsequenter Weiterführung in dem Neubaugebiet auf einer Länge von zirka 120 Metern hydraulisch überlastet gewesen. Eine vollständige Versickerung der Niederschlagsabflüsse im Plangebiet konnte aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit des Bodens nicht realisiert werden. Nach einer Variantenuntersuchung, in der auch eine separate Ableitungstrasse zum nächstgelegenen Oberflächengewässer untersucht wurde, ergab sich eine Vorzugsvariante, in der eine Vielzahl von Bewirtschaftungsmaßnahmen zum Ziel führen. Für die privaten Flächen wurde festgelegt, dass mindestens 30 Prozent der Dachflächen begrünt werden müssen und dass der Niederschlagsabfluss von den Grundstücken in das öffentliche Trennsystem 10 Liter pro Sekunde und Hektar nicht überschreiten darf. Des weiteren müssen alle Flächenbefestigungen wasserdurchlässig ausgeführt werden, »wenn eine schädliche Verunreinigung der Niederschlagsabflüsse nicht zu besorgen ist«.

Niederschlagsabflüsse von den öffentlichen Verkehrsflächen werden über ein Mulden-Rigolensystem mit gedrosseltem Abfluss an den Regenwasserkanal angeschlossen. Mit dieser Kombination wird gewährleistet, dass die Niederschlagsabflüsse gereinigt werden und bei geringer hydraulischer Belastung in den Untergrund versickern können.

Abb. 29: Dezentrales Retentionsbecken mit Dauerstau

Abb. 30: Dezentrales Retentionsmulde ohne Dauerstau

Abb. 31: Wasserdurchlässige Befestigung auf privaten Flächen

<b>Eckdaten</b>	
Nutzung	Gewerbegebiet
Größe	8,5 ha
Grundstücksgrößen	2.000 bis 5.000 m <sup>2</sup>
Entwässerungssystem	Dachbegrünung auf 30% der Dachflächen, wasserdurchlässige Befestigungen und Abflussreduzierung auf 10 l/(s·ha), Mulden-Rigolensystem zur Reinigung und Drosselung der Niederschlagsabflüsse von öffentlichen Flächen
Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes	$k_f = 5 \cdot 10^{-6}$ bis $5 \cdot 10^{-7}$ m/s
Rechtliche Sicherung	Kaufverträge, Baugenehmigung
Projektträger	Gemeinde Trebur
Ansprechpartner	Herr Raas
Telefonnummer	061 47/2 08-29

Der Gesamtabfluss bei Starkniederschlägen in das bestehende Trennsystem konnte durch die beschriebenen Maßnahmen von zirka 640 Liter pro Sekunde auf 47 Liter pro Sekunde reduziert werden.

Für die Bauherren wurde ein Katalog von Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung erstellt, um die genannten Anforderungen in Bezug auf die örtlichen Randbedingungen des Gewerbebetriebes optimal abstimmen zu können. Außerdem können die Bauherren eine individuelle Beratung in Anspruch nehmen.

Die erforderlichen Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung wurden in die Kaufverträge der Grundstücke aufgenommen und im Bebauungsplan erwähnt. Im Rahmen der Bauanträge werden die Maßnahmen von der Gemeinde geprüft. Für genehmigungspflichtige Anlagen wie Versickerungsmulden, die aufgrund der geringen Flächenverfügbarkeit mit Drosseleinrichtungen ausgeführt werden, ist jeweils eine Erlaubnis der Unteren Wasserbehörde einzuholen.



32



33



34

### 8.3 Gemeinde Wabern, Baugebiet »Opferhof«

Das Baugebiet »Opferhof«/ Borkener Ring in der Gemeinde Wabern im Schwalm-Eder-Kreis ist ein reines Wohngebiet mit einer Gesamtfläche von zirka 2,1 Hektar. Es wurden ab 1996 Einfamilienhäuser und Reihenhäuser auf Grundstücken mit einer Größe von 600 bis 800 Quadratmetern gebaut.

Das Niederschlagswasser von den privaten Grundstücken wird vollständig dezentral bewirtschaftet, also genutzt und /oder versickert. Im gesamten Baugebiet steht nur ein Schmutzwasserkanal zur Ableitung des häuslichen Abwassers zur Verfügung.

Zur Abflussreduzierung wurden ausschließlich wasser-durchlässige Oberflächenfestigungen verwendet. Die Mehrzahl der privaten Versickerungsanlagen wurden als Mulden, oft auch in Verbindung mit Teichanlagen realisiert. Bei Grundstücken mit Regenwassernutzungsanlagen wurden zur Versickerung des Überlaufwassers meist flache Rigolen gewählt.

Die Niederschlagsabflüsse von den öffentlichen Flächen werden oberflächlich in Pflasterrinnen gesammelt und in straßenbegleitenden Mulden versickert bzw. in ein nahegelegenes Oberflächengewässer abgeleitet.

Die rechtliche Sicherung der Maßnahmen zu Regenwasserbewirtschaftung erfolgt über eine Niederschlagswassersatzung. Zur Sicherstellung der ordnungsgemäßen Ausführung der Anlagen erfolgt eine Abnahme durch die Bauverwaltung. Diese Abnahme wird im Bescheid zum Bauantrag festgelegt und ist somit Bestandteil der Baugenehmigung.

Abb. 32: Entwässerung öffentlicher Verkehrsflächen in Grünflächen

Abb. 33: Regenwassernutzung und unterirdische Versickerung auf den Privatflächen

Abb. 34: Wasserdurchlässige Befestigungen auf den Privatflächen

<b>Eckdaten</b>	
Nutzung	Wohngebiet
Größe	2,1 ha
Grundstücksgrößen	600 bis 800 m <sup>2</sup>
Entwässerungssystem	vollständige dezentrale Regenwasserversickerung auf Privatflächen ggf. mit Bodenaustausch, mit Gebot zur Regenwassernutzung, oberflächige Regenwasserableitung für öffentliche Flächen und Einleitung in Oberflächengewässer
Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes	$k_f = 5 \cdot 10^{-5}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s
Rechtliche Sicherung	Niederschlagswassersatzung
Projektträger	Gemeinde Wabern
Ansprechpartner	Herr Koch
Telefonnummer	0 56 83/50 09-50



35



36



37

#### 8.4 Stadt Mörfelden-Walldorf, Baugebiet »Plassage/Lange Äcker«

Das ausschließlich zu Wohnzwecken genutzte Neubaugebiet befindet sich am Südrand des Stadtteils Walldorf und hat eine Größe von zirka 17,5 Hektar. Die Erschließungsarbeiten wurden im Zwischenausbau 1998 abgeschlossen, der Hochbau ist weitgehend fertiggestellt.

Im Rahmen der Bauleitplanung wurde ein Wasserkonzept mit entsprechenden hydrogeologischen Untersuchungen erstellt, woraus hervorging, dass die entwässerungstechnische Erschließung im qualifizierten Trennsystem möglich ist. Der Bebauungsplan wurde daraufhin auf die Erfordernisse der Regenwasserableitung und Versickerung angepasst.

Im Plangebiet werden alle Niederschlagsabflüsse von den privaten Grundstücken über Mulden dezentral versickert. Ein Überlauf mit Anschluss an die öffentliche Kanalisation ist nicht vorgesehen und bedarf einer Ausnahmegenehmigung. Anlagen zur Regenwassernutzung wurden empfohlen, jedoch nicht zwingend vorgeschrieben.

Generell werden im gesamten Plangebiet die Niederschlagsabflüsse von befestigten Flächen durch wasserdurchlässige Beläge reduziert. Die Restabflüsse von den öffentlichen Verkehrsflächen werden über straßenbegleitende Mulden versickert oder über Rinnen im Straßenraum semizentralen Versickerungsmulden in den öffentlichen Grünflächen zugeleitet. Das Gesamtsystem der öffentlichen Mulden ist miteinander vernetzt und wurde mit Hilfe einer Langzeitsimulation dimensioniert und optimiert.

Zur rechtlichen Absicherung der Entwässerungsanlagen wurde eine Niederschlagswassersatzung verabschiedet, auf die im Bebauungsplan nachrichtlich hingewiesen wird.

Abb. 35: Regenwasserableitung in Kastenrinnen zur Versickerung in öffentlichen Grünflächen

Abb. 36: Dezentrale Versickerungsmulden

Abb. 37: Oberflächige Ableitung von Dachflächenwasser

<b>Eckdaten</b>	
Nutzung	Wohngebiet
Größe	17,5 ha
Grundstücksgrößen	zirka 250 bis 500 m <sup>2</sup>
Entwässerungssystem	Qualifiziertes Trennsystem mit dezentraler Muldenversickerung auf Privatgrundstücken und semizentraler Muldenversickerung in öffentlichen Grünflächen in Wasserschutzzone IIIB
Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes	$k_f = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
Rechtliche Sicherung	Niederschlagswassersatzung
Projektträger	Stadtwerke Mörfelden-Walldorf
Ansprechpartner	Herr Kniehase
Telefonnummer	0 61 05/93 88 77



38



39



40

Abb. 38: Neubaugebiet im Ortsteil Frankenbach

Abb. 39: Wasserdurchlässige Befestigung im privaten Bereich

Abb. 40: Retentionsspeicher mit Regenwassernutzung im Bau

### 8.5 Gemeinde Biebental, Baugebiet »Vor dem Niesenberg«

Das Wohngebiet »Vor dem Niesenberg« im Ortsteil Frankenbach umfasst insgesamt 22 Bauplätze, die im Jahr 1997 erschlossen wurden.

Im Vorfeld der Entwässerungsplanung wurde festgestellt, dass das vorhandene Mischsystem in Frankenbach hydraulisch ausgelastet ist und den zusätzlichen Niederschlagsabfluss aus dem Neubaugebiet nicht mit ausreichendem Entwässerungskomfort aufnehmen kann. Für die entwässerungstechnische Erschließung wurden daraufhin weitere Varianten untersucht. Eine Vergrößerung der Ortskanalisation und die Entwässerung im Trennsystem wurden aus Kostengründen nicht weiter verfolgt. Eine Versickerung des Niederschlagswassers auf den Grundstücken oder zentral in öffentlichen Grünflächen war aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes nicht realisierbar, so dass letztlich nur eine gedrosselte Ableitung in den öffentlichen Mischwasserkanal zielführend war. Aus Kostengründen wurde die dezentrale Rückhaltung mit Retentionsspeichern auf den Grundstücken favorisiert, da eine zentrale Rückhaltung z.B. über einen Stauraumkanal nur in Verbindung mit der Umlegung einer Stark- und Niederspannungstrasse möglich gewesen wäre.

Es wurde festgelegt, dass das Nutzvolumen der Retentionsspeicher mindestens 25 Liter pro Quadratmeter Dachfläche betragen soll, für das zusätzliche Rückhaltungsvolumen wurden 30 Liter pro Quadratmeter Dachfläche gefordert, die mit einem maximalen Drosselabfluss von einem Liter pro Sekunde in das öffentliche Kanalnetz entwässern.

Die rechtliche Sicherung der dezentralen Anlagen wurde über die Kaufverträge der Grundstücke geregelt.

<b>Eckdaten</b>	
Nutzung	Wohngebiet
Größe	22 Einfamilienhäuser
Grundstücksgrößen	zirka 400 bis 600 m <sup>2</sup>
Entwässerungssystem	dezentrale Retentionsspeicher, die einen vorhandenen Mischwasserkanal entlasten
Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes	$k_f < 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$
Rechtliche Sicherung	Privatrechtlich über Kaufverträge
Projektträger	Gemeinde Biebental
Ansprechpartner	Herr Müller
Telefonnummer	0 64 09/96 31



41



42



43

Abb. 41: Semizentrale Versickerungsmulde

Abb. 42: Ableitung von Oberflächenwasser in Versickerungsmulden

Abb. 43: Wasserdurchlässige Befestigung im öffentlichen Bereich

## 8.6 Gemeinde Ginsheim-Gustavsburg, Baugebiet »Ginsheim-Nord«

Das Baugebiet »Ginsheim-Nord« im sogenannten Mainspitzdreieck wurde in unmittelbarer Nähe zum Rhein als Wohngebiet mit einer Gesamtfläche von zirka 19,8 Hektar erschlossen. Die Bebauung mit zirka 440 Wohneinheiten besteht zu zwei Dritteln aus Einfamilien- und Reihenhäusern, auf den übrigen Flächen wurde Geschosswohnungsbau realisiert. Die Erschließung wurde 1994 abgeschlossen, der Hochbau wurde 2003 annähernd fertiggestellt.

Im Rahmen der Bauleitplanung wurde festgestellt, dass das bestehende Entwässerungssystem der Gemeinde hinsichtlich der Anlagen zur Regenwasserbehandlung fast ausgelastet ist. Auf der Grundlage einer Variantenuntersuchung wurde entschieden, im Plangebiet ein modifiziertes Trennsystem zu realisieren.

Auf den Privatflächen wird der Niederschlagsabfluss von den Dachflächen in Speichern zur Regenwassernutzung bereitgestellt. Das Überlaufwasser wird über Mulden oder Rigolen versickert, so dass lediglich Schmutzwasser über einen neuen Kanal an das bestehende Entwässerungssystem der Gemeinde angeschlossen werden musste.

Der Niederschlagsabfluss von den öffentlichen Flächen wird über ein oberflächiges Rinnensystem in die öffentlichen Grünflächen geleitet und dort über Mulden versickert. In einem Teilbereich wurde ein Retentionsbecken mit Dauerstau in die Freifläche integriert.

Der Bau der dezentralen Anlagen auf den privaten Grundstücken wurde in den Kaufverträgen vereinbart. Es wurde festgelegt, dass mindestens 30 Prozent der Niederschlagsabflüsse in Regenwassernutzungsanlagen zwischengespeichert werden müssen und mindestens 50 Prozent über die Versickerungsanlagen zu versickern sind. Überschüssiges Regenwasser kann unter Beachtung der Rückstauenebene in die Anlagen der Straßenentwässerung eingeleitet werden. Die Regelungen wurden zusätzlich in den Bebauungsplan aufgenommen.

<b>Eckdaten</b>	
Nutzung	Wohngebiet
Größe	18,5 ha
Grundstücksgrößen	150 bis 250 m <sup>2</sup>
Entwässerungssystem	Regenwassernutzung und Versickerung auf den privaten Flächen, oberflächige Regenwasserableitung von öffentlichen Verkehrsflächen und Versickerung in semizentralen Mulden in öffentlichen Grünflächen
Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes	$k_f = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
Rechtliche Sicherung	Regelung über Kaufverträge und Hinweis in Bebauungsplan
Projektträger	Gemeinde Ginsheim-Gustavsburg
Ansprechpartner	Herr Weiler
Telefonnummer	0 61 44/2 01 64



44



45



46

Abb. 44: Semizentrale Mulden mit Bodenaustausch im Bau

Abb. 45: Oberflächennahe Regenwasserableitung

Abb. 46: Semizentrale Versickerungsmulden in öffentlicher Grünfläche

## 8.7 Stadt Frankfurt am Main, Baugebiet Michael- und McNair-Kasernen

Das Baugebiet im Bereich der ehemaligen Michael- und McNair Kasernen liegt im Stadtteil Höchst und umfasst eine Gesamtfläche von zirka 17,7 Hektar. Es handelt sich hierbei um eine ehemalige militärische Liegenschaft, die bis auf die Hauptgebäude der McNair Kaserne zurückgebaut wurde und nun zu Wohnzwecken genutzt wird.

Wesentliche Grundlage der entwässerungstechnischen Planung war die begrenzte hydraulische Leistungsfähigkeit der öffentlichen Mischwasserkanalisation im Randbereich des Plangebietes, so dass eine herkömmliche Entwässerung ohne Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung nicht realisierbar gewesen wäre. Die durchgeführte hydrogeologische Untersuchung hat ergeben, dass unter der bestehenden Oberflächenbefestigung mit Auffüllbereichen meist feinsandige Schluffe mit geringer Wasserdurchlässigkeit anzutreffen sind. Gut wasserdurchlässige Sande und Kiese wurden in Tiefen zwischen 3,9 und 9,1 Meter unter Geländeoberkante angetroffen.

Realisiert wurde ein modifiziertes Trennsystem mit unterschiedlichen Kombinationen von Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen. Eine wesentliche Abflussreduzierung wurde über Dachbegrünungen und wasserdurchlässige Befestigungen erzielt. Restabflüsse werden größtenteils über oberflächige Pflasterrinnen und Ableitungsmulden in semizentrale Versickerungsmulden geleitet und versickert bzw. gedrosselt in das bestehende Mischsystem abgeführt. Bei drei großflächigen Mulden im zentralen Grünzug wurden die oberflächennahen gering durchlässigen Bodenschichten ausgetauscht, so dass hier eine vollständige Versickerung realisiert werden konnte.

<b>Eckdaten</b>	
Nutzung	Wohngebiet
Größe	17,7 ha
Grundstücksgrößen	ab 150 m <sup>2</sup>
Entwässerungssystem	Modifiziertes Trennsystem mit gedrosselter Einleitung in bestehendes Mischsystem, bereichsweise mit vollständiger Versickerung
Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes	oberflächennah $k_f = 8 \cdot 10^{-9}$ bis $2 \cdot 10^{-7}$ m/s darunter $k_f = 2 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-5}$ m/s
Rechtliche Sicherung	Festlegung von Maximaleinleitungen auf Grundlage der bestehenden Abwassersatzung
Projektträger	Stadtentwässerung Frankfurt am Main
Ansprechpartner	Herr Meyer
Telefonnummer	0 69/21234458

Da in einem Teilbereich des Plangebietes eine Grundwassersanierung erforderlich war, die sich zeitlich mit dem Neubau überschneidet, wurden in einem zusätzlichen hydrogeologischen Gutachten die Grundwasserströmungen unter dem Einfluss der Versickerungsanlagen untersucht. Auf der Grundlage zahlreicher Pegelmessungen im Plangebiet konnte mit Hilfe eines dreidimensionalen Strömungsmodells nachgewiesen werden, dass die punktuelle Grundwasseraufhöhung durch die Versickerungsanlagen unter den gegebenen Randbedingungen im Bereich von wenigen Zentimetern liegt und eine nur geringe flächige Ausdehnung hat. Somit wurde nachgewiesen, dass die laufende Grundwassersanierung nicht negativ beeinflusst wurde.

Sämtliche Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung wurden auf der Grundlage der bestehenden Entwässerungssatzung der Stadt Frankfurt am Main durch die sogenannten »Amtlichen Angaben« geregelt. Hierin legt der Entwässerungsbetrieb fest, welche Abwassermengen in einen bestimmten öffentlichen Kanalabschnitt eingeleitet werden dürfen.



47



48



49

Abb. 47: Regenwasserableitung von öffentlichen Verkehrsflächen  
 Abb. 48: Regenwasserableitung in straßenbegleitenden Gräben  
 Abb. 49: Semizentrale Retention und Versickerung nach Rohplanum 1994

### 8.8 Stadt Fulda, Baugebiet »Am Lagerfeld«

Das Baugebiet mit einer Größe von zirka 4,7 Hektar liegt im Norden des Stadtteils Johannesberg und grenzt östlich an die Landesstraße L 3418. Es handelt sich ausschließlich um Wohnbebauung mit insgesamt 41 Einfamilienhäusern deren Realisierung im Jahr 1993 begann.

In sämtlichen Gebäuden werden Regenwassernutzungsanlagen betrieben. Die Überläufe der Speicher entwässern in ein Grabensystem, das straßenbegleitend in allen öffentlichen Verkehrsflächen angeordnet wurde. Das Ableitungssystem entwässert in zwei öffentliche Grünflächen, in denen das Niederschlagswasser in flachen Mulden zwischengespeichert wird. Bei Starkniederschlägen werden diese Flächen maximal 30 Zentimeter eingestaut. Da der Boden nur eine geringe Wasserdurchlässigkeit aufweist, wird bei einem Einstau gleichzeitig Niederschlagswasser über zentrale Drosseleinrichtungen in ein Grabensystem abgeleitet, welches in die Fuldaauen entwässert.



50

Abb. 50: Semizentrale Retention und Versickerung nach Fertigstellung 2003

<b>Eckdaten</b>	
Nutzung	Wohngebiet
Größe	4,7 ha
Grundstücksgrößen	zirka 400 bis 700 m <sup>2</sup>
Entwässerungssystem	Modifiziertes Trennsystem, Regenwassernutzung mit Überlauf in semizentrale Retentions- und Versickerungsmulden
Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes	$k_f = 8 \cdot 10^{-8}$ bis $2 \cdot 10^{-7}$ m/s
Rechtliche Sicherung	Festsetzung der Regenwassernutzung im Bebauungsplan
Projektträger	Abwasserverband Fulda
Ansprechpartner	Herr Geffe
Telefonnummer	06 61/8 39 70

## 9 Hinweise zur Planung, Umsetzung und Instandhaltung

Bei der Planung von Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung in Neubaugebieten ist es wie in den Kapiteln 4.3.1, 5 und 6 beschrieben, sinnvoll, schon während der ersten Phasen der Projektentwicklung bzw. Bauleitplanung Untersuchungen bezüglich der örtlichen Entwässerungssituation und der hydrogeologischen und bodenkundlichen Randbedingungen durchzuführen. Ein völliger Ausschluss von Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung ohne fundierte Untersuchungen und eine qualifizierte Kostenvergleichsrechnung auch unter Berücksichtigung von Betriebskosten der öffentlichen Anlagen ist rechtlich unzulässig und kann zu Kostensteigerungen führen, die letztlich alle Beteiligten mittragen müssen. Anzuregen ist in diesem Zusammenhang bei größeren Baugebieten die Durchführung eines »Entwässerungstechnischen Wettbewerbes« wie es zum Beispiel Praxis in der städtebaulichen Planung ist.

Im Rahmen der Realisierung der Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen im privaten Bereich wird den Kommunen empfohlen, einen Leitfaden für die Bauherren bzw. deren Architekten mit entsprechenden Musterdarstellungen und -bemessungen auszuarbeiten und vorhandene Randbedingungen für einen Anschluss an das öffentliche Entwässerungssystem zu erläutern.

Alle Anlagen im privaten Bereich sind gemäß empfohlener Satzung (siehe Kapitel 3.3) zu erhalten und zu betreiben. Für Regenwassernutzungsanlagen wird auf die DIN 1989 Teil 1 [U 38] bzw. Herstellerangaben verwiesen.

Naturnah gestaltete öffentliche Entwässerungsanlagen bedürfen einer gärtnerischen Pflege, die in der Regel von der Kommune durchgeführt werden kann. Vielerorts werden diese Aufgaben auch von Garten- oder Land-

schaftsbauunternehmen übernommen. Anlagen, die z. B. den Abfluss regeln, insbesondere Drosselbauwerke sollten mehrmals im Jahr und nach Starkregenereignissen vom Entwässerungsbetrieb begutachtet werden oder an eine Fernwirkanlage angeschlossen sein.

Bei der Realisierung von Versickerungsanlagen hat es sich bewährt, den dafür vorgesehenen Bereich während der Bauphase zum Beispiel mit einem Zaun zu sichern, da es ansonsten durch Materiallagerung oder durch Befahrung mit Baumaschinen zu einer Reduzierung der Wasserdurchlässigkeit kommen kann. Generell sollten Bauherren vor dem Aufbringen des Oberbodens in ihren Gärten darauf bestehen, dass die Fläche vollständig von Unrat geräumt wird und dass der durch die Bautätigkeit verdichtete Untergrund entsprechend aufgelockert wird.

Werden Versickerungsmulden zeitnah nach deren Herstellung mit Niederschlagsabflüssen beaufschlagt, sollte ausschließlich Rollrasen für den Sohlbereich verwendet werden. Im Rahmen der Herstellung der Mulden sollten mindestens 3 Jahre zur Fertigstellungspflege angesetzt werden. Da diese Anlagen oft schon vor dem Hochbau in einem Baugebiet realisiert werden, müssen sie bis zur endgültigen Fertigstellung aller Baumaßnahmen gegen Befahrung gesichert und turnusmäßig von Unrat befreit werden.

Bei Versickerungsanlagen, die nicht mehr als solche genutzt werden, insbesondere zentrale Anlagen, sollte eine Bodenuntersuchung im Sohlbereich der Anlagen durchgeführt werden. Falls relevante Schadstoffanreicherungen entsprechend der gültigen Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung [U 7 ] festgestellt werden, ist der Boden zu sanieren.

- U 1 Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik
- U 2 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 12.11.1996, zuletzt geändert am 30.04.1998
- U 3 Baugesetzbuch (BauGB) vom 27. August 1997 berichtigt am 16.01.1998
- U 4 Bau- und Raumordnungsgesetz 1998 (BauROG) vom 18. August 1997
- U 5 Hessisches Wassergesetz (HWG) vom 18. Dezember 2002
- U 6 Hessische Bauordnung 2002 (HBO) vom 18. Juni 2002
- U 7 Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG) BGBl I 17. März 1998 und Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) BGBl I 12. Juli 1999
- U 8 Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Belange in der Bauleitplanung und bei Prüfung der Zulässigkeit von Vorhaben sowie Regelungen für die Prüfung und Zulassung von Maßnahmen nach wasserrechtlichen und baurechtlichen Vorschriften, Gemeinsamer Erlass des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung und dem Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit, Staatsanzeiger für das Land Hessen 25/1997
- U 9 Hessische Gemeindeordnung (HGO) vom 1. April 1993
- U 10 Entwässerungssatzung (EWS), Muster des Hessischen Städte- und Gemeindebundes, Mühlheim am Main, 12/90
- U 11 Hydrogeologie, Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie, Bernward Hölting, Ferdinand Enke Verlag, 4. Auflage, 1992
- U 12 Kombination der Regenwassernutzung mit der Regenwasserversickerung, fbr-Hinweisblatt H101, Entwurf, Hrsg. Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e. V., Darmstadt, Dezember 2003
- U 13 Starkniederschlagshöhen für Deutschland KOSTRA, Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, 1997
- U 14 Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten zur Angleichung an natürliche Abflussverhältnisse, ATV-Arbeitsgruppe 1.2.6 »Hydrologie der Stadtentwässerung«, Korrespondenz Abwasser Nr.4, 1999
- U 15 Umweltschutz durch Bebauungspläne; Ein praktischer Leitfaden; G. Roller, B. Gebers, R. Jülich; 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Öko-Institut, Institut für angewandte Ökologie e.V., Februar 2000
- U 16 Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessische Ried, Hrsg. Regierungspräsidium Darmstadt, Darmstadt den 09.04.1999
- U 17 Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser, Merkblatt ATV-DVWK-M 153, GFA-Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., Februar 2000
- U 18 Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen am Misch- und Niederschlagswasser-einleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse, Merkblatt 3/BWK, Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V., April 2001
- U 19 DIN 4021, Aufschluß durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Oktober 1990
- U 20 DIN 4022, Benennen und Beschreiben von Boden und Fels, Teil 1, Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernteten Proben im Boden und im Fels, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., September 1987
- U 21 Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht; Schriftenreihe des Berufsverbandes Deutscher Geologen, Heft Nr. 15, Dipl.-Geol. Max Wiederspahn, 1. Auflage, Bonn 1997

- U 22 Regenwasserversickerung und Bodenschutz, BVB-Materialien Band 2, Herausgegeben vom Bundesverband Boden (BVB) e. V., 1999
- U 23 Das Retentionsvermögen von Dachbegrünungen; Hans-Joachim Liesecke, Stadt und Grün 1/1998
- U 24 Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen; Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V., FLL, 1995
- U 25 Regenwassermanagement- natürlich mit Dachbegrünung, Hrsg. Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e. V. (BGL), 1998
- U 26 Dachbegrünung, Veitshöchheimer Berichte aus der Landespflege Heft 39, Hrsg. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veröffentlichungen von Dr. W. Kolb von 1986 bis 1998
- U 27 Färbung und Nährstoffgehalt von Sickerwässern aus extensiven Dachbegrünungen, I. Marx, Dach+Grün, März 2003
- U 28 Praxisratgeber Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, 3. Auflage, Januar 2000
- U 29 Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen; Forschungsgesellschaft für Straßen-Verkehrswesen e. V., Köln 1998;
- U 30 Die Versickerung auf Pflasterflächen als Methode der Entwässerung von minderbelasteten Verkehrsflächen, Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsarchitektur und Umweltentwicklung der Universität Hannover, Heft 41, Sönke Borgwardt, Hannover 1995
- U 31 DIN 1986, Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 100: Zusätzliche Bestimmungen zu DIN EN 752 und DIN EN 12056 DIN Deutsches Institut für Normung e. V., März 2002
- U 32 Nutzung von Regenwasser in Haus und Garten, Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz, 1. Auflage: Januar 2004
- U 33 Regenwassernutzung und -bewirtschaftung im internationalen Kontext; Internationale Regenwassertage 2001 in Mannheim, Hrsg. Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e. V., Darmstadt 2001
- U 34 Kombination von Regenwassernutzung und Versickerung – warum?, fbr-top 3, Hrsg. Fachvereinigung Betriebs- und Regenwasserbutzung e. V.; Darmstadt Stand 02/2001
- U 35 Regenwassernutzung von A-Z, Klaus W. König, Mall-Beton GmbH, 5. Auflage, 2000
- U 36 Regenwasser in der Architektur, Klaus, W. König, ökobuch Verlag, 1996
- U 37 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen, DIN 1988, 1988
- U 38 DIN 1989-1 »Regenwassernutzungsanlagen, Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung«, Beuth Verlag GmbH, Berlin, April 2002
- U 39 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138, GFA Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V., Hennef, Januar 2002
- U 40 Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung, (Hrsg.) Friedhelm Sieker; Berlin: Analytica Verlagsgesellschaft, 1998
- U 41 Neue Wege für das Regenwasser, Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten; W. Geiger, H. Dreiseitl, Oldenbourg-Verlag, 1995
- U 42 Bauen mit dem Regenwasser: aus der Praxis von Projekten; (Hrsg.) D. Londong/A. Nothnagel; München, Wien, Oldenbourg 1999
- U 43 Waterscapes, Planen, Bauen und Gestalten mit Wasser; (Hrsg.) H. Dreiseitl, D. Grau, K.H.C. Ludwig; Birkhäuser-Verlag, Basel 2001

## **Hinweis**

Die Verwendung von Begriffen wurde zum Verständnis der Benutzer/innen der Fachinformation an der Umgangssprache orientiert. Es ergeben sich hierdurch zum Teil Abweichungen zu bestehenden Normen bzw. Regelungen.

## **Impressum**

2. unveränderte Auflage Oktober 2008

ISBN 978-3-89274-233-3

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

## **Herausgeber**

Hessisches Ministerium

für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Referat Öffentlichkeitsarbeit

Postfach 3106

65021 Wiesbaden

[www.hm.ulv.hessen.de](http://www.hm.ulv.hessen.de)

## **Idee, Konzeption, Text und Fotos**

Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH, Darmstadt

## **Gestaltung**

Nana Merz, Darmstadt

## **Druck**

mww.druck und so ... GmbH, Anton-Zeeh-Straße 8, 55252 Mainz-Kastel

## **Anmerkung zur Anwendung**

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel.

Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

HESSEN



Hessisches Ministerium für Umwelt,  
ländlichen Raum und Verbraucherschutz

[www.hmulv.hessen.de](http://www.hmulv.hessen.de)