

Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung

Hinweise für Gemeinden, Planer und Grundstücksbesitzer

Gründach



Flächenbefestigung



Muldenversickerung



getrennte offene Ableitung



Impressum

Bearbeitung und Redaktion: Landratsamt Freudenstadt
Landratsamt Karlsruhe
Landratsamt Neckar-Odenwald-Kreis
Landratsamt Rhein-Neckar-Kreis
Regierungspräsidium Karlsruhe

Bilder: Regierungspräsidium Karlsruhe, Landratsamt Freudenstadt, Landratsamt Karlsruhe,
Landratsamt Neckar-Odenwaldkreis

Karlsruhe, Februar 2003

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	4
2. Neue Wege zum Umgang mit Regenwasser	5
2.1 Herkömmliche Entwässerungssysteme	5
2.2 Neue Wege zur naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung	6
3. Rechtliche Rahmenbedingungen	8
3.1 Gesetzliche Bestimmungen des Wasserrechts	8
3.2 Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung und Bauleitplanung	12
3.3 Abwassersatzung	13
4. Technische Randbedingungen	14
4.1 Verschmutzung der Niederschlagsabflüsse	14
4.2 Schutz von Boden und Gewässer	16
4.3 Planungsgrundsätze	21
5. Abflussvermeidung und Flächengestaltung	23
5.1 Abflussvermeidung und -verminderung	23
5.1.1 Regenwassernutzung	24
5.1.1.1 Technische Regeln	24
5.1.1.2 Auffangflächen	25
5.1.1.3 Einsatzmöglichkeiten und rechtliche Erfordernisse	25
5.1.1.4 Auslegung der Speichergröße	26
5.1.1.5 Technischer Mindeststandard	26
5.1.1.6 Kosten, Wirtschaftlichkeit und ökologischer Nutzen	27
5.1.2 Dachbegrünung	28
5.1.2.1 Vorteile der Dachbegrünung	29
5.1.2.2 Varianten der Dachbegrünung	29
5.1.2.3 Konstruktion und Aufbau	31
5.1.3 Flächenbefestigung	31
5.1.3.1 Wasserdurchlässige Flächenbefestigungen	32
5.1.4 Versickerung	36
5.1.4.1 Arten der Versickerungsanlagen	36
5.1.4.2 Grenzen der Versickerung	42
5.1.4.3 Betrieb und Unterhaltung	45
5.1.4.4 Kosten der Versickerung	48
5.2 Flächenentsiegelung und Förderprogramme	48
6. Getrennte Ableitung und Retention	48
6.1 Rückhalteinrichtungen zur Dämpfung der hydraulischen Gewässerbelastung	50
7. Weiterführende Informationen	54

1. Einleitung

In den letzten Jahren wurden mit Zielsetzungen, wie

- die Kanalisationen und Kläranlagen hydraulisch zu entlasten,
- punktförmige hydraulische Belastungen für die Fließgewässer durch Retention zu mindern,
- die lokale Grundwasserneubildung zu erhöhen,
- den Oberflächenabfluss aus Siedlungen zu reduzieren,
- das Stadtklima und Wohnumfeld durch einen erhöhten Anteil an Verdunstung zu verbessern,
- den kommunalen Haushalten Kosten zu sparen und nicht zuletzt
- eine möglichst natürliche Bodenfunktion zu erhalten und wiederherzustellen,

dazu übergegangen, Niederschlagswasser - in Abhängigkeit von seiner Verschmutzung ggf. nach Behandlung - von den Entwässerungssystemen fernzuhalten, zu bewirtschaften und möglichst nahe des Anfallortes einem Gewässer (oberirdisches Gewässer oder Grundwasser) zuzuführen. Die oftmals in den Vordergrund gerückte Versickerung stellt nur eines von mehreren Elementen der naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung dar. Beginnend bei der Entstehung von Abflüssen ist der Abflussvermeidung durch eine Reduzierung der abflusswirksamen Flächen oder die Auswahl der Befestigungsart sowie der Regenwassernutzung die erste Priorität einzuräumen. Dann folgt die Versickerung und die getrennte Ableitung mit Retention. Oftmals ist auch ein (gedrosselter) Anschluss von Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung an die Schmutz- oder Mischwasserkanalisation erforderlich, um sinnvolle und wirtschaftliche Lösungen zu erreichen. In der Praxis können in vielen Fällen nur mit viel Engagement entwickelte Kombinationen dieser Elemente zu funktionierenden Lösungen führen. Dies gilt insbesondere, wenn es darum geht Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung auch in bestehenden Baugebieten umzusetzen.

Wasserwirtschaftlich sind eine Vielzahl von Aspekten bei der naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung von Bedeutung. Im wesentlichen handelt es sich dabei im Vergleich mit der herkömmlichen Siedlungsentwicklung und den traditionellen Entwässerungssystemen um die Verbesserung der Komponenten des Wasserkreislaufes. Insbesondere gilt es, die Verdunstung zu erhöhen. Die Stärkung des lokalen Grundwasserspiegels und die kleinräumig wirksame Dämpfung der Oberflächenabflüsse sowie die damit geringere hydraulische Belastung der oberirdischen Fließgewässer sind weitere Aspekte. Wenn durch die Regenwassernutzung die Ressource Grundwasser als Trinkwasserlieferant geschont werden kann, ist dies wasserwirtschaftlich zu begrüßen. Allerdings sind neben diesen Aspekten immer auch Ziele anderer Fachrichtungen, wie des Boden- und Naturschutzes oder des Städtebaus und unabdingbar finanzielle Randbedingungen, zu beachten. Der Gewässerschutz - als wesentlicher wasserwirtschaftlicher Aspekt - darf nicht zugunsten anderer Aspekte abgewogen werden, sondern muss auch bei der Regenwasserbewirtschaftung sichergestellt sein. So gilt es bei der Regenwasserversickerung, wodurch die oberirdischen Gewässer entlastet werden, eine mögliche Gefährdung des Grundwassers auszuschließen.

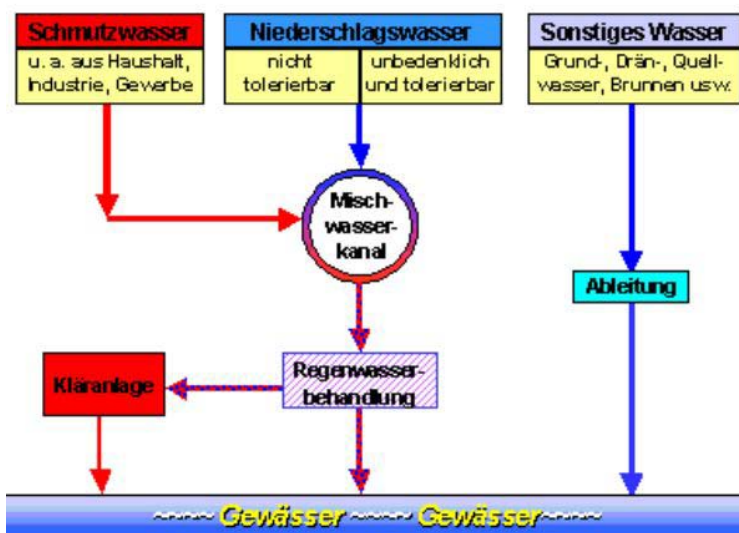
Allerdings erfordert die Umsetzung derartiger Konzepte eine frühzeitige Weichenstellung. Dies muss bereits bei der Bauleitplanung geschehen und setzt neben einem Umdenken bei den politisch Verantwortlichen auch eine innovative Bereitschaft bei Architekten, Ingenieuren und Bauherren voraus.

2. Neue Wege zum Umgang mit Regenwasser

2.1 Herkömmliche Entwässerungssysteme

Systematische Kanalpläne (meist nur für größere Städte) kennt man in Baden-Württemberg seit Ende des 19. Jahrhunderts. Den Kanälen wurde vorwiegend Spül- und Waschwasser zugeleitet, während die Fäkalien noch lange Zeit in Gruben gesammelt und dann landwirtschaftlich verwertet wurden. Die sogenannte **Schwemmkanalisation**, bei der alle Abwässer auch die Niederschlagswasserabflüsse der Siedlungen abgeleitet werden, setzte sich erst langsam durch. Geprägt durch die vorherrschende Lehrmeinung erfolgte die Flächenentwässerung entweder im Misch- oder im Trennsystem. Gesichtspunkte wie Geländetopographie, Lage zum Gewässer, maximaler Grundwasserstand, Tiefenlage der Kanäle und Belastbarkeit des Gewässers standen bei dieser Erstausrüstung noch nicht so sehr im Vordergrund. Die Stadtentwässerung erfolgte im **Ableitungsprinzip**, das die vollständige, schnellstmögliche Ableitung von Schmutzwasser und aller Regenwasserabflüsse unabhängig von ihrer Verschmutzung vorsieht. Dennoch gilt auch in diesen Systemen der Grundsatz, dass der Flächenverbrauch zu minimieren ist.

Mischsystem



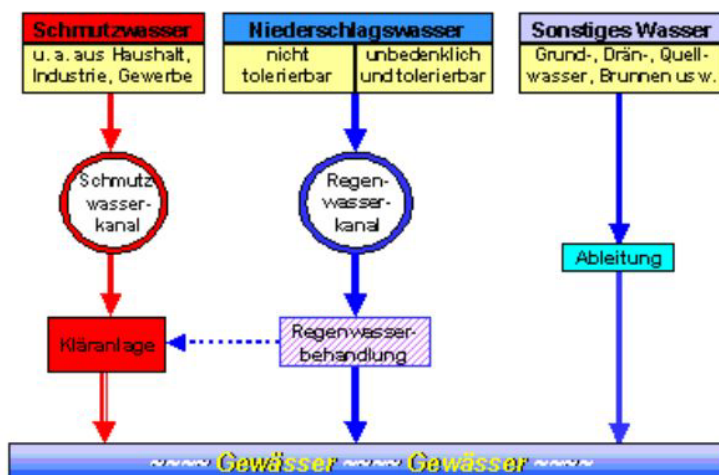
Die traditionelle Abwasserentsorgung erfolgt in Baden-Württemberg im Mischsystem (Anteil ~ 85%). Bei diesem System (Schema s. Abbildung 1) wird häusliches und gewerbliches Schmutzwasser mit gering verschmutztem Regenwasser zusammengeführt. Niederschlagswasser geht dabei dem natürlichen Wasserkreislauf verloren. Groß dimensionierte Kanäle sind nötig, um für wenige Stunden im Jahr das Wasser eines starken Regens ableiten zu können. In Regenüberlaufbecken werden die Mischwassermengen bei Regenereignissen zwischengespeichert und von dort zur Kläranlage weitergeleitet.

Nachfolgende weniger verschmutzte Mischwasserabflüsse werden nach Vollenfüllung der Becken in das Gewässer entlastet.

Trennsystem

Im **Trennsystem** (Schema s. Abbildung 2) wird das Schmutzwasser direkt zur Kläranlage abgeleitet. Das Regenwasser wird in einem zweiten Kanal ins Gewässer eingeleitet. Je nach Verschmutzungsgrad des Regenwassers und der Empfindlichkeit des Gewässers kann eine Behandlung des Regenwassers erforderlich werden.

Allerdings kann das Regenwasser auf Grund der schnellen und direkten Ableitung nicht mehr wie im natürlichen Zustand verdunsten und versickern. Auch bei diesem System wird der natürliche Wasserkreislauf gestört. In der Praxis häufig auftretende Schmutzwasser-einleitungen in den Regenwasserkanal (Fehlanschlüsse) und die erhöhten Kosten für die getrennte Ableitung sind weitere Nachteile dieses Systems.



2.2 Neue Wege zur naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung

Umgang mit Regenwasser

Die Ansätze der naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung haben das Ziel, den natürlichen, örtlichen Wasserkreislauf möglichst wenig zu beeinflussen. Hierzu ist es erforderlich, das anfallende Niederschlagswasser dem direkten Abfluss zu entziehen. Der Grundgedanke besteht darin, Abflüsse am Entstehungsort oder in der näheren Umgebung zu vermeiden, zu verringern oder zumindest stark zu verzögern. Dabei darf die Qualität des Grundwassers und der oberirdischen Gewässer nicht nachteilig beeinträchtigt werden.

Die Elemente der naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung wie reduzierte Versiegelung von Flächen, Regenwassernutzung, Verdunstung, Versickerung, Retention und ortsnahe Einleitung in oberirdische Gewässer dürfen sich nicht nur auf Neuplanungen beschränken, sondern sollen verstärkt auch in der bestehenden Bebauung umgesetzt werden. Die reduzierte Flächenversiegelung zur Verringerung der Niederschlagsabflüsse deckt sich mit dem Ziel einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung. Hier gilt es den hohen Flächenverbrauch (s. Abbildung 3) bis 2020 auf 30ha/Tag zu reduzieren.

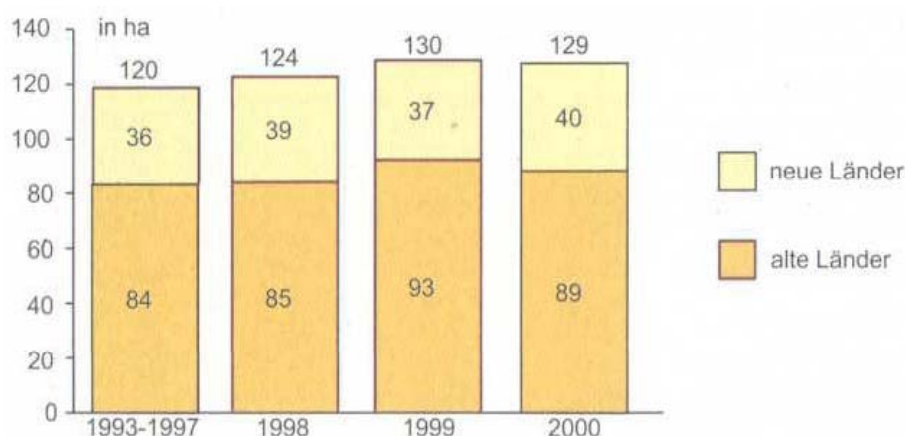
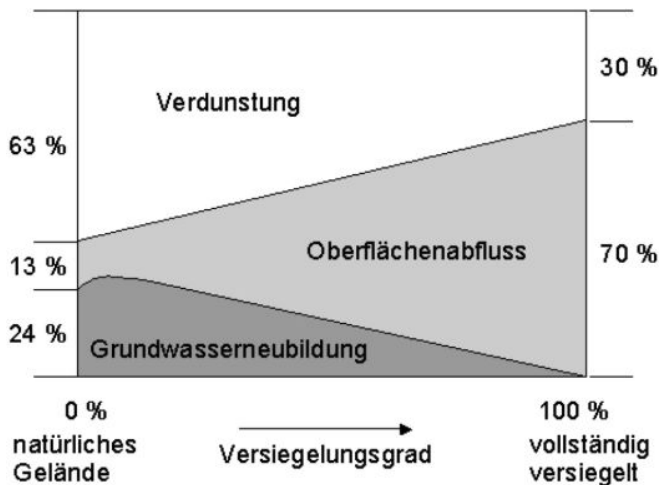


Abb. 3: Täglicher Flächenverbrauch der BRD



Unter natürlichen Verhältnissen kann ein hoher Anteil des Regenwassers verdunsten oder zur Grundwasserneubildung beitragen. Der Oberflächenabfluss ist relativ gering. Mit zunehmender Bebauung nimmt der Oberflächenabfluss von den versiegelten Flächen zu. Die Grundwasserneubildung wird nun deutlich geringer, ebenso die Verdunstung (s. Abbildung 4).

Abb. 4: Änderung der Wasserbilanz einer Siedlung mit zunehmendem Versiegelungsgrad

Die Ansätze und Ziele der naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung werden in modifizierten Misch- und Trennsystemen verwirklicht.

Modifiziertes Trenn- und Mischsystem

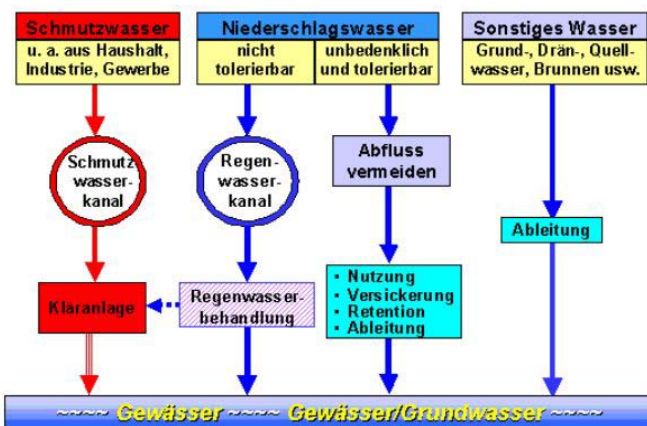


Abb. 5: Modifiziertes Trennsystem (Schemaskizze)

Bei modifizierten Systemen (s. Abbildung 5 und 6) wird das Regenwasser in Teilströme unterschiedlicher Qualität aufgeteilt. Nicht tolerierbares verschmutztes Niederschlagswasser wird beim modifizierten Trennsystem über Regenwasserkanäle einer Behandlungsanlage zugeführt. Beim modifizierten Mischsystem gelangt es zusammen mit häuslichem, gewerblichem und industriellem Schmutzwasser in den Mischwasserkanal.

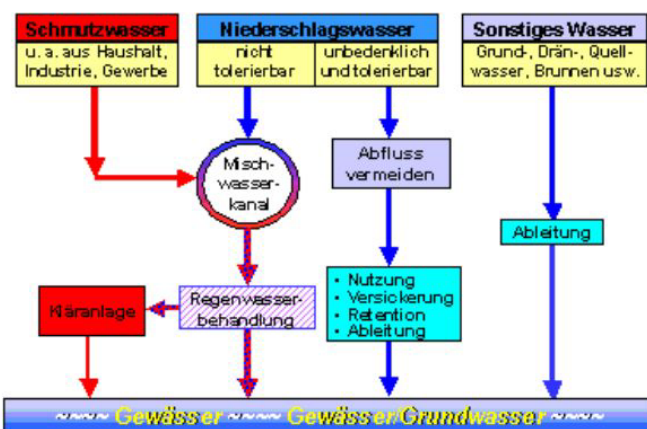


Abb. 6: Modifiziertes Mischsystem (Schemaskizze)

Das nicht zur Kläranlage oder im Trennsystem zu einer konventionellen Behandlungsanlage abgeleitete Niederschlagswasser wird versickert oder in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet.

Versickerung

Wenn die örtlichen Gegebenheiten es zulassen und keine Gefährdung des Grundwassers zu befürchten ist, kann das gesamte abfließende Niederschlagswasser versickert werden. Man unterscheidet zwischen dezentralen und zentralen Versickerungseinrichtungen. Erfolgt die Versickerung auf dem Grundstück, auf dem das Niederschlagswasser anfällt, handelt es sich um eine dezentrale Anlage. Werden Abflüsse von mehreren Grundstücken bzw. Einzugsgebieten zusammengefasst und einer gemeinsamen Versickerungsanlage zugeführt, spricht man von zentralen Anlagen.

Eine breitflächige Versickerung über die bewachsene Bodenschicht ist anzustreben. Durch die dort stattfindenden Filtervorgänge erfolgt ein effektiver Grundwasserschutz. Die lokale Grundwasserneubildung wird erhöht und die oberirdischen Gewässer werden entlastet.

Einleitung in oberirdische Gewässer

Niederschlagswasser, das nicht versickert werden kann, sollte ortsnah und möglichst verzögert dem nächsten Fließgewässer zugeleitet werden. Dadurch werden die Abflüsse länger in der Nähe des Anfallortes gehalten und die Verdunstung begünstigt. Das Gewässer wird hydraulisch geringer belastet und mitgeführte Schmutzstoffe werden - allerdings nicht definiert - zurückgehalten.

In der Praxis ergeben sich Kombinationen einer Vielzahl von Elementen, wie z. B. der Versickerung und der getrennten Ableitung von Niederschlagswasser. Klar ist auch, dass die neuen Wege zum Umgang mit Regenwasser nicht ohne die herkömmlichen Entwässerungssysteme auskommen.

3. Rechtliche Rahmenbedingungen

3.1 Gesetzliche Bestimmungen des Wasserrechts

Nach § 45 b Abs. 3 Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG) soll Niederschlagswasser versickert oder ortsnah in ein oberirdisches Gewässer abgeleitet werden, wenn dies mit vertretbarem Aufwand und schadlos möglich ist. Das gilt für Grundstücke, die nach dem 1. Januar 1999 erstmals bebaut, befestigt oder an die öffentliche Kanalisation angeschlossen werden.

Das Wassergesetz folgt damit § 1 a Wasserhaushaltsgesetz (WHG), in dem auf die Verpflichtung zur sparsamen Verwendung des Wassers und das Vermeiden ökologischer Beeinträchtigungen der Gewässer hingewiesen wird.

Einzelheiten sind in der Verordnung über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser vom 22.03.1999 geregelt. Danach ist für die Versickerung oder ortsnahe Einleitung in ein Gewässer **keine wasserrechtliche Erlaubnis** erforderlich, wenn

- die dezentrale Beseitigung des Niederschlagswassers in bauplanungs- oder bauordnungsrechtlichen Vorschriften festgelegt ist oder
- das Niederschlagswasser von folgenden Flächen herrührt:

- von Dachflächen, mit Ausnahme von Dachflächen in Gewerbe- und Industriegebieten sowie Sondergebieten mit vergleichbaren Nutzungen
- von befestigten Grundstücksflächen, mit Ausnahme von gewerblich, handwerklich und industriell genutzten Flächen
- von öffentlichen Straßen, die als Ortsstraßen der Erschließung von Wohngebieten dienen und öffentlichen Straßen außerhalb der geschlossenen Ortslage mit Ausnahme der Fahrbahnen und Parkplätze von mehr als zweistreifigen Straßen
- von beschränkt öffentlichen Wegen, von Geh- und Radwegen, die Bestandteil einer öffentlichen Straße sind.

Niederschlagswasser nach dieser Verordnung wird dann schadlos beseitigt, wenn es von den oben genannten Flächen stammt und flächenhaft oder in Mulden auf mindestens 30 cm mächtigem bewachsenen Boden versickert wird. Dies gilt auch bei Mulden-Rigolen-Elementen für die Versickerung des Niederschlagswasserabflusses von Dachflächen aus Wohngebieten.

Für Niederschlagswasser, das dezentral beseitigt wird, entfällt nach § 45 b Abs. 2 WG die Abwasserbeseitigungspflicht der Gemeinden.

Erlaubnispflichtig nach der Niederschlagswasserverordnung ist weiter die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser:

- auf Flächen mit schädlichen Bodenveränderungen, Verdachtsflächen, Altlasten sowie altlastverdächtigen Flächen
- in Wasserschutzgebieten und Quellschutzgebieten (Zone I + II)
- von nicht beschichteten oder in ähnlicher Weise behandelten kupfer-, zink- oder bleigedeckten Dächern
- eine Versickerung über eine Bodenpassage mit geringerer Stärke als 30 cm
- Punkt- und linienförmige Versickerung in Schächten oder Rigolen/Rohr-Rigolen.

Einen Überblick zur wasserrechtlichen Situation beim Umgang mit Niederschlagswasser gibt Abbildung 7.

Grundsätzlich stellt aber sowohl die Versickerung von Niederschlagswasser als auch seine Einleitung in Oberflächengewässer eine erlaubnispflichtige Benutzung dar (§§ 2 Abs. 1, 3 Abs. 1 Ziffer 4 und 5 WHG). Nur in den von der Niederschlagswasserverordnung erfassten und oben beschriebenen Fällen ist die Versickerung bzw. ortsnahe Einleitung erlaubnisfrei. In allen anderen Fällen muss ein Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis beim zuständigen Landratsamt gestellt werden. Hinweise zur Antragsstellung finden sich in Kapitel 7.

Auf diesen Antrag hin prüft das Landratsamt, ob fachliche Gründe der beantragten Form der Niederschlagswasserbeseitigung entgegen stehen.

In genanntem § 45 b Wassergesetz ist nicht näher ausgeführt, was unter „vertretbarem Aufwand“ zu verstehen ist. Zunächst sind aber die Möglichkeiten der Niederschlagswasserbeseitigung im Vorentwurfsstadium zu untersuchen und zu kalkulieren. Die Frage, ob Niederschlagswasser bewirtschaftet werden soll, ist am leichtesten dann zu entscheiden, wenn die Kosten hierfür günstiger sind als für eine herkömmliche Entsorgung. Dabei sind die Investitions- und Betriebskosten aller Varianten zu betrachten. Kostenvorteile können sich insbesondere durch Einsparungen an Volumen von Regenüberlaufbecken, geringere Betriebskosten auf der Kläranlage oder durch kleinere Kanalabmessungen ergeben. Damit macht es grundsätzlich keinen Unterschied, inwieweit Kosten für die dezentrale Niederschlagswasserbeseitigung auf privatem oder öffentlichem Grundstück anfallen. Vielfach lässt sich aber durch private Initiative der Unterhaltungsaufwand reduzieren. Bei der Entscheidung müssen auch nicht-monetäre Aspekte in einer Gesamtbetrachtung zusätzlich gewichtet werden. Hierzu zählen städtebauliche und wasserwirtschaftlich höherwertige Lösungen, wie gestalterische Elemente und die Verbesserung des Kleinklimas.

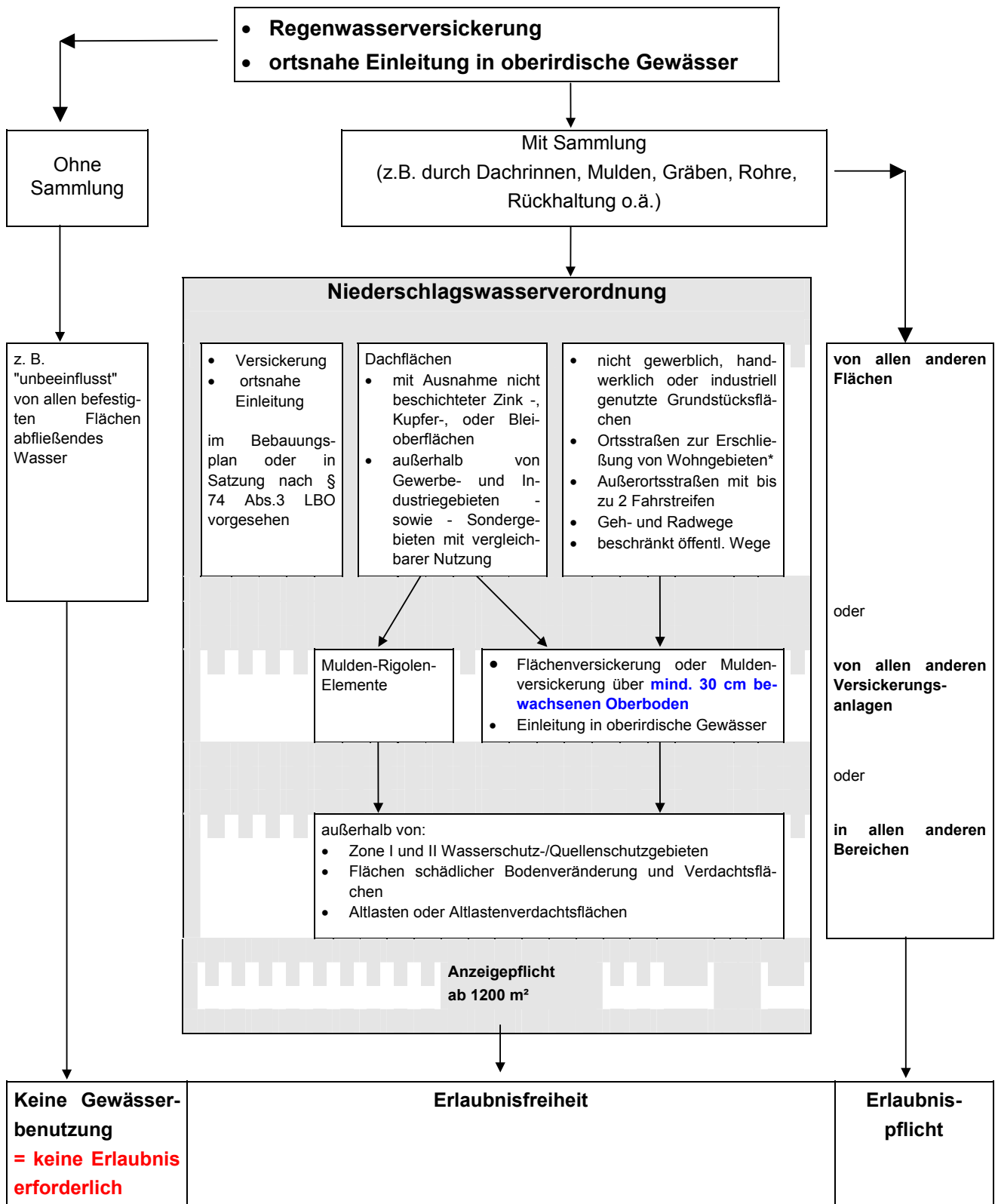


Abb. 7: Überblick zur wasserrechtlichen Situation beim Umgang mit Niederschlagswasser

* Hinweis: Hierbei handelt es sich in der Regel um gering befahrene Straßen zur inneren Erschließung mit einer Verkehrsbelastung < 500 Kfz/d

3.2 Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung und Bauleitplanung

Die Einleitung in ein oberirdisches Gewässer und die Versickerung sind dann erlaubnisfrei möglich, wenn die erforderlichen Maßnahmen zur Regenwasserbeseitigung in bauplanungsrechtlichen oder bauordnungsrechtlichen Vorschriften enthalten sind. Diesen fällt die Aufgabe zu, die technischen Anforderungen für die naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung zu definieren. Um einen nachhaltigen Schutz von Boden, Grundwasser und Oberflächengewässer zu erreichen, müssen entsprechende Festsetzungen im Bebauungsplan (B-Plan) erfolgen.

So ist bereits vor der eigentlichen Aufstellung des B-Planes und nicht erst bei der Erschließung seitens der Kommune zu prüfen, ob die Voraussetzungen nach § 45 b Abs. 3 Wassergesetz für Baden-Württemberg (schadlos und mit vertretbarem Aufwand) für eine Niederschlagswasserbewirtschaftung gegeben sind. Parallel zur städtebaulichen Planung ist ein Konzept zur Regenwasserbewirtschaftung zu erarbeiten. Zuerst ist eine Bestandsaufnahme durchzuführen. Hierzu sind vorhandene Daten zu sammeln und auszuwerten, ggf. hydrogeologische Gutachten sowie weitere Untersuchungen zum Wasserhaushalt zu erarbeiten. Entsprechend den gewonnenen Erkenntnissen ist eine vorläufige Wahl der geeigneten Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung zu treffen und nach der vorgezogenen Anhörung (Bürger, Träger öffentliche Belange) ggf. zu überarbeiten. Ergänzend zum Bebauungsplanentwurf wird ein Vorentwurf des Planungskonzeptes erstellt. Hier werden die technischen Anlagen sowie Flächenbedarf, z. B. für Versickerungen, Wassergräben oder Retentionsflächen, eingearbeitet. Zwingender Flächenbedarf ist vor dem Umlegungsverfahren im Bebauungsplan zu berücksichtigen. Der fertige Entwurf sollte mit dem Bebauungsplan öffentlich ausgelegt werden. Nach Behandlung der Anregungen kann der endgültige Plan zur Regenwasserbewirtschaftung auch als Teil des Bebauungsplanes rechtskräftig werden, soweit im Bebauungsplan Festsetzungen für Flächen für die betreffenden Anlagen, z. B. nach § 9 Abs. 1 Ziffer 14 Baugesetzbuch (BauGB), vorgesehen sind. Weitere Hinweise finden sich unter www.rp.baden-wuerttemberg.de/karlsruhe/broschueren/ind_broschueren.htm. So ist gewährleistet, dass bei Ausführung der Erschließung die vorgesehenen Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung auch akzeptiert und technisch umgesetzt werden können. Ist die Umsetzung auf Grund falscher oder unzureichend geprüfter Festsetzungen nicht möglich, kann der B-plan seine Aufgabe als verbindliche Bauleitplanung nicht erfüllen und ist damit nichtig. Ebenso können sich bei fehlerhaften Festsetzungen im B-Plan Haftungsansprüche auf der Grundlage des § 839 des Bürgerlichen Gesetzbuches gegen die Kommune ergeben. Die Regelungen im B-Plan sind Voraussetzung für sinnvolle und funktionierende Lösungen. Dabei darf der Bebauungsplan durch die eigentlichen Festsetzungen nicht überfrachtet werden (Überregulierungsverbot).

Außerhalb der B-Pläne können die Kommunen auch bei städtebaulichen Verträgen und Grundstückskaufverträgen notwendige Regelungen festschreiben.

Aus § 45 b Abs. 2 Nr. 3 und Abs. 3 WG folgt, dass die Verpflichtung, Niederschlagswasser zu versickern oder ortsnah einzuleiten, den Grundstückseigentümer betrifft. Die Verpflichtung für den Grundstückseigentümer ist nicht zwingend. Ist ihm die dezentrale Niederschlagswasserbeseitigung jedoch mit vertretbarem Aufwand möglich, ist er dazu wasserrechtlich verpflichtet. Bauplanerische Festsetzungen lösen aber die unmittelbare Verpflichtung, z. B. Mulden anzulegen und zu unterhalten, nicht aus. Dazu bedarf

es Nebenbestimmungen einer Baugenehmigung bzw. einer Anordnung nach § 47 Abs. 1 Landesbauordnung (LBO). Eine baurechtliche Verpflichtung besteht auch, wenn die Gemeinde in einer Satzung nach § 74 Abs. 3 Nr. 2 LBO bestimmt, dass bei Neubaumaßnahmen Anlagen zum Sammeln, Verwenden oder Versickern von Niederschlagswasser zu erstellen sind. Einer Gemeinde ist es jedoch nicht verwehrt, Maßnahmen der dezentralen Beseitigung insbesondere dann durchzuführen, wenn diese für den Grundstückseigentümer unzumutbar, weil unverhältnismäßig wären. Auch Anlagen für solche Fälle sind erlaubnis-/genehmigungsfrei, wenn sie im B-Plan enthalten sind.

3.3 Abwassersatzung

Die Gemeinden regeln örtlich in einer Satzung, ob das Niederschlagswasser weiterhin im Rahmen der öffentlichen Einrichtung, zum Beispiel über ein Trennsystem beseitigt wird oder ob der Grundstückseigentümer durch entsprechende baurechtliche Bestimmungen verpflichtet wird, das auf seinem Grundstück anfallende Niederschlagswasser eigenverantwortlich zu beseitigen. Neben dem heute meist noch üblichen Vollanschluss für Schmutz- und Niederschlagswasser wird es künftig vermehrt Teilanschlussmöglichkeiten geben, bei denen nur das Schmutzwasser und kein oder nur ein Teil des Regenwassers der öffentlichen Kanalisation zugeführt werden darf.

Bisher erheben die Kommunen die Abwassergebühren in der Regel nach dem Frischwassermaßstab. Für jeden Kubikmeter bezogener Frischwassermenge zahlt der Grundstückseigentümer eine bestimmte Abwassergebühr. Bei einer gesplitteten Gebühr wird für Schmutz- und Regenwasser eine getrennte Gebühr ermittelt. Bei dieser Gebühr hat jeder nur für die Abwassermenge zu bezahlen, die er in die öffentliche Kanalisation einleitet. Maßstab für den Anteil der Regenwassergebühr ist die versiegelte, angeschlossene Fläche. Die Kommune kann daneben Regelungen für eine gedrosselte Ableitung des Niederschlagswassers treffen. Wird das gesamte Niederschlagswasser dezentral vom Grundstückseigentümer beseitigt und kommt es dabei zu keiner Benutzung der öffentlichen Einrichtungen, so wäre auch dies in der Abwassersatzung zu regeln.

Die gesplittete Gebühr ist gerechter und belohnt ökologisches Verhalten des Bürgers. In diesem Zusammenhang wird auf die Zeitschrift BWGZ Nr. 21/2001 und die dort aufgeführten Beispiele verwiesen.

4. Technische Randbedingungen

4.1 Verschmutzung der Niederschlagsabflüsse

Der Niederschlag nimmt die Verschmutzung in der Atmosphäre, auf der Oberfläche und beim Abflussvorgang auf. Deshalb ist es vor der Einleitung ins Grundwasser oder in ein Oberflächengewässer erforderlich, einen Behandlungsschritt vorzusehen. Bei der Versickerung übernimmt der bewachsene Boden diese Funktion. Bei der getrennten Ableitung des Niederschlagswassers ist eine entsprechende Behandlungsanlage zusätzlich vorzusehen, die sich oftmals gestalterisch gut in die Bewirtschaftungskonzepte integrieren lässt. Eine vereinfachte Darstellung dieser Zusammenhänge enthält Abbildung 8.

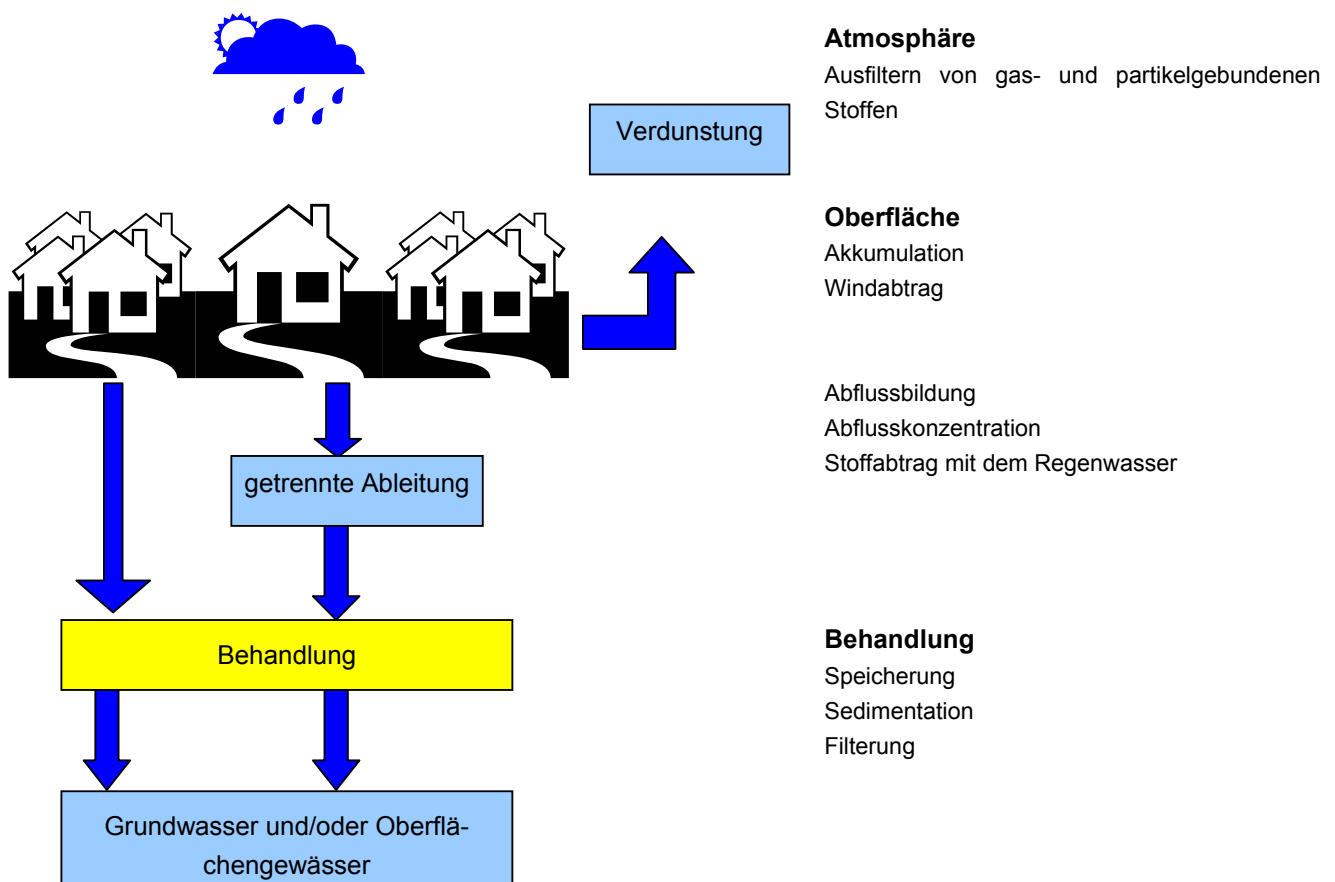


Abb. 8: Vereinfachte Darstellung des Abflussprozesses und der Schadstoffaufnahme bzw. des -rückhalts

Die Belastung aus der Luft resultiert überwiegend aus lokalen und regionalen Emissionen. Faktoren sind u. a. die Nähe zu Straßen, Rückstände aus dem Hausbrand und Einflüsse von Industrie und Gewerbe durch Staubemissionen. Entscheidend ist, dass der Niederschlag durch die Belastung in der Atmosphäre vom neutralen in den leicht sauren pH-Bereich verändert wird.

Die höchste Belastung und das größte Spektrum der Schadstoffe resultiert in der Regel aus der Nutzung und/oder dem Material der abflusswirksamen Fläche. In vielen Fallkonstellationen stehen die Schwermetalle (insb. Kupfer, Cadmium, Zink und Blei) im Vordergrund. Exemplarisch zeigt dies Abbildung 9 anhand der Kupfer- und Cadmumeinträge in die Fließgewässer.

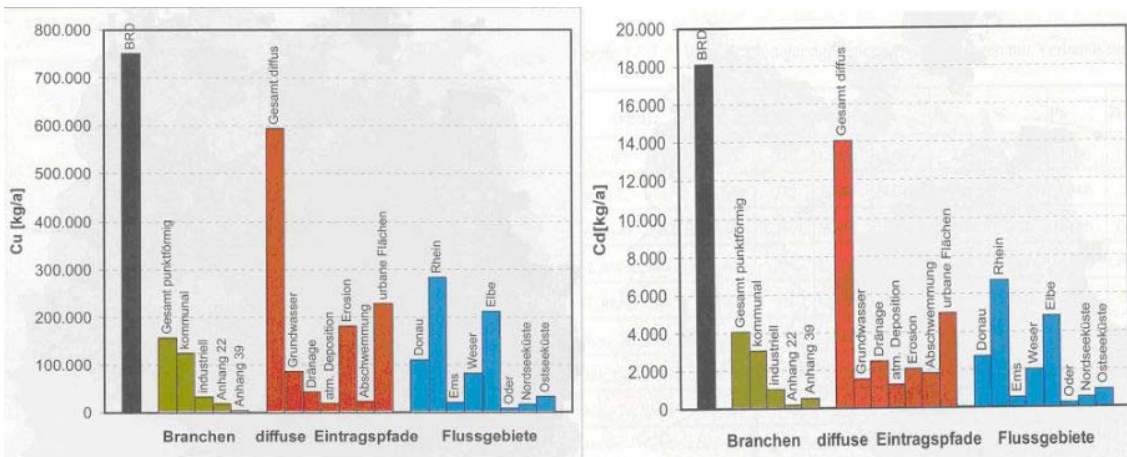


Abb. 9: Kupfer- und Cadmiumeinträge in die deutschen Gewässer unterteilt nach Flusseinzugsgebieten und Eintragspfaden in kg/a

Die Schwermetalleinträge stammen zum überwiegenden Anteil nicht aus Punktquellen, sondern aus diffusen Quellen. Hier stellen urbane Flächen, d.h. Siedlungsflächen, den größten Anteil. Der Transport erfolgt über den Niederschlagsabfluss. Je nach Nutzung der Oberfläche ändert sich dabei das Schadstoffpotenzial. Ein wesentlicher Anteil stammt aus den in der modernen Architektur eingesetzten Baustoffen (s. Abbildung 10). Die für bestimmte Algen bereits in geringen Konzentrationen „toxische“ Wirkung von Schwermetallen wird in Abbildung 11 verdeutlicht.



Abb. 10: Einsatz von unbeschichteten Metallen im Außenbereich (Beispiele)



Abb. 11: Wirkung von Schwermetallen anhand des „Algenwachstums“

Bei Abflüssen von Verkehrsflächen kommen noch organische Belastungen aus Mineralölkohlenwasserstoffen oder polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen sowie die unkalkulierbaren Gefahren bei Unfällen hinzu.

Die Verschmutzung des Abflusses von Dach- und Hofflächen sowie von Verkehrsflächen mit geringer Fahrzeugbewegung - insbesondere im Bereich von Wohngebieten - werden in der Regel als tolerierbar eingestuft und können über geeignete Anlagen ins Grundwasser versickert oder direkt in ein Fließgewässer eingeleitet werden.

4.2 Schutz von Boden und Gewässer

Bei der Regenwasserversickerung übernimmt der Boden die Reinigungsfunktion. Je nach Bodenform kommt es durch Verdunstungs-, Filtrations-, Sorptions- und Adsorptionsvorgänge auf und im Bodenkörper zur Anreicherung von Schadstoffen aus dem Niederschlag, die dort langfristig gespeichert werden müssen. Die Eigenschaften des Filtermaterials bestimmen die Güte des sich neu bildenden Grundwassers. Da der Abbau der Schadstoffe nicht oder nur sehr begrenzt möglich ist, wird bei der Flächenbefestigung der Grundsatz verfolgt, dass Schadstoffe in begrenzten Bereichen zurückgehalten werden. Dies wird in Abbildung 12 am Beispiel der Befestigung eines Großparkplatzes verdeutlicht. **Die in Abbildung 12-1 dargestellte wasserdichte Oberfläche ist auch aus Sicht des Bodenschutzes abzulehnen.**



Abb. 12-1



Abb. 12-2



Abb. 12-3



Abb. 12-4

So ist es ein elementarer Gesichtspunkt des Bodenschutzes, die Funktionen des Bodens als Lebensgrundlage für Mensch und Pflanze zu erhalten oder seine natürlichen Funktionen wieder herzustellen.

Dabei steht die Reduzierung der Flächenbefestigung im Vordergrund (s. auch Kapitel 5.1.3). Dies trifft private Flächen vom Einfamilienhaus bis hin zu Einkaufszentren und öffentliche Flächen. Nicht alle Großparkplätze können wie der in Abb. 12-2 dargestellte gering frequentierte Park- und Rideplatz als Flächenversickerung ausgebildet werden. Bei höher belasteten, das heißt höher frequentierten Flächen erreicht diese Lösung ihre Grenzen. Generell zielt der Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen auf einen möglichst hohen Anteil an bewachsenem Oberboden ab. Dies ist der Vorteil der Varianten in Abb. 12-4 und Abb. 12-5 gegenüber Abb. 12-3. **Bei Flächen mit sehr hoher Frequentierung ist eine wasserundurchlässige Gestaltung der Verkehrsflächen und eine definierte Versickerung der Abflüsse empfehlenswert (Abb. 12-6).**



Abb. 12-5



Abb.12-6

Abb. 12-1 bis 12-6: Unterschiedliche Flächenbefestigung und Schadstoffrückhalt bei Großparkplätzen

Bei der Versickerung von Niederschlagswasser konkurrieren die Ziele zum Schutz des Bodens und des Wassers. Deshalb sind die Flächen, auf denen das Niederschlagswasser versickert wird, zu minimieren. Bei der Auswahl der Böden für Versickerungsanlagen ist darauf zu achten, dass Schadstoffe langfristig zurückgehalten werden können und so ein nachhaltiger Schutz des Grundwassers gewährleistet ist. Der Boden ist bei der Versickerung als Teil der Abwasserbehandlungsanlage einzustufen.

Die Belastung der Niederschlagsabflüsse mit Schadstoffen - auch solcher, die im allgemeinen als unbedenklich eingestuft werden, wie z. B. Abfluss von Dachflächen - liegt in aller Regel über den Sickerwasserprüfwerten der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) (s. Tabelle 1). Zum Schutz des Grundwassers gegen eine Verunreinigung oder einer sonstigen schädlichen bzw. nachteiligen Veränderung seiner Eigenschaften (Besorgnisgrundsatz nach § 34 WHG) sind bei der Versickerung von Niederschlagswasser die Werte der BBodSchV als Maßstab bei der Prüfung heranzuziehen. Die Sickerwasserprüfwerte sind nach einem Beschluss der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser auch als Geringfügigkeitsschwellenwerte für die Beurteilung eines Grundwasserschadens heranzuziehen. Sie wurden unter human- und ökotoxikologischen Kriterien so abgeleitet, dass bei ihrer Einhaltung eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers oder sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften nicht eintreten wird. Daher sind diese Werte sowohl für Fragen der Abwehr von Gefahren für das Grundwasser (z. B. bei Altlasten, Abfallverwertung) als auch bei der Vorsorge gegen Grundwasser-Verunreinigungen (Fallgestaltungen nach § 34 WHG, z. B. Versickerung) heranzuziehen. Die Werte gelten im Sickerwasser am Übergang zum Grundwasser, also von der ungesättigten zur gesättigten Bodenzone. Die Einhaltung dieser Werte bedeutet, dass eine direkte Versickerung (ohne vorherige Reinigung) aus wasserwirtschaftlicher und wasserrechtlicher Sicht nicht zu vertreten ist.

Konzentrationen [mg/l]	entsprechendes Metall nicht in der Dachinstallation verwendet (Mittelwerte [mg/l])	entsprechendes Metall in der Dachinstallation verwendet (Mittelwerte [mg/l])	Anhang 2 Ziffer 3 BBodSchV (Auszug) [mg/l]
Kupfer	0,02 - 0,51	0,34	0,05
Zink	0,1 (- 3,8)	0,71 - 6,5	0,5
Blei	0,05 - 0,212	0,11 - 0,41	0,025
Cadmium	<0,002 - 0,004	nicht gemessen	0,005

Tab. 1: Schwermetalle im Ablaufwasser von Dächern im Vergleich zu den Prüfwerten der BBodSchV

Der Boden übernimmt bei der Versickerung von Niederschlagswasser die Funktion eines Filters und Puffers. Nur wenn diese Funktion dauerhaft zum nachhaltigen Schutz des Grundwassers sichergestellt ist, kann die Bewirtschaftung von Versickerungsanlagen im Vergleich zu konventionellen Entwässerungssystemen einen wasserwirtschaftlichen Vorteil haben. Ansonsten besteht die Gefahr, dass die Entlastung der oberirdischen Fließgewässer zu Lasten des Grundwassers geht.

Die Funktion des Bodens bei der Versickerung basiert im wesentlichen auf den Prozessen der Filtration und der Sorption. Viele organische Schadstoffe, wie z. B. polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und auch die Schwermetalle, lagern sich an Partikel an. Beim Metallrückhalt kommen zusätzlich

noch Fällungsprozesse hinzu. Für einen effektiven Rückhalt der Schwermetalle können folgende Empfehlungen für die Beschaffenheit des Oberbodens - übertragbar auf alle Filtersubstrate - gegeben werden:

- Gut geeignet sind Böden mit geringem Grobsand-, hohem Feinsand- und geringem Schluffanteil.
- Der Boden soll einen hohen Anteil an organischer Substanz und Tonmineralien aufweisen (Humusgehalt 2 - 10%; Tongehalt 5 - 20%).
- Der pH - Wert sollte zwischen 7 und 8 liegen. Bei sauerem Dachabflusswasser sollte kalkreicher Boden vorliegen.
- Bei dezentralen Versickerungsanlagen können aufgrund der geringen hydraulischen Belastung auch relativ geringe Durchlässigkeitsbeiwerte bis zu $5 \cdot 10^{-6}$ m/s toleriert werden.
- Ton- und schluffreiche Böden eignen sich wegen der niedrigen k_f - Werte und der Ausbildung von Makroporen weniger für die Versickerung.

Saure Böden ($\text{pH} < 4$) ermöglichen nur noch einen sehr eingeschränkten Schadstoffrückhalt. Diese Böden liegen beispielsweise in ehemaligen Waldgebieten vor. In diesen Fällen müssen Maßnahmen zur Erhöhung des Rückhaltevermögens durchgeführt werden. Die bei großflächigen Vorhaben versuchte Aufbereitung des anstehenden Mutterbodens mit Kalk ("kohlsauerer Kalk" - CaCO_3 mit Anteilen von MgCO_3) ist kein geeignetes Mittel zur Bodenverbesserung, da durch das Mischen keine homogene Verteilung des Kalks und damit ein pH -Wert ≥ 7 erreicht wird. Das Einfräsen des Kalks und zu hohe Dosierung führen zum Verlust der Struktur der Böden und damit zur Reduzierung der hydraulischen Leistungsfähigkeit. Als wirksame Verbesserungsmaßnahme bietet sich der Einbau von carbonathaltigem Sand (Körnung 0/2) in die Versickerungsmulden an. Dabei sind Carbonatgehalte von > 5 Masse-% erforderlich. Anzustreben sind Werte von 15-20%.

Für einen ausreichenden Schadstoffrückhalt ist auch die Durchlässigkeit der Filterschicht maßgebend. Hier kann ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \sim 10^{-3}$ m/s als Obergrenze angesehen werden. Anlagen ohne Speicherung sind auf einen Boden mit Durchlässigkeitsbeiwerten im Bereich von $k_f \sim 10^{-3} - 10^{-6}$ m/s begrenzt. In der Praxis wird beim Aufbau von Filterschichten in Versickerungsmulden oder -becken $k_f \sim 10^{-5}$ m/s angestrebt.

Wie wichtig die Erhebung dieser Randbedingungen ist, soll anhand einer Karte des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) für Teile von Baden-Württemberg (s. Abbildung 13) verdeutlicht werden, die ursprünglich aus anderen Gründen erstellt wurde jedoch für die Frage des sinnvollen Einsatzes von Versickerungsanlagen wertvolle Informationen bietet. So sind Bereiche mit **pH-Werten $< 4,2$** (rot unterlegt) als stark und tief versauerte Böden einzustufen. Sie weisen ein nur noch geringes Rückhaltevermögen, z. B. für Metalle auf. Da hier nicht nur der Oberboden, sondern auch tiefer liegende Schichten versauert sind, ist in diesen Bereichen eine Versickerung ohne den Einbau spezieller Filterschichten zum Schutz des Grundwassers **nicht zulässig**.

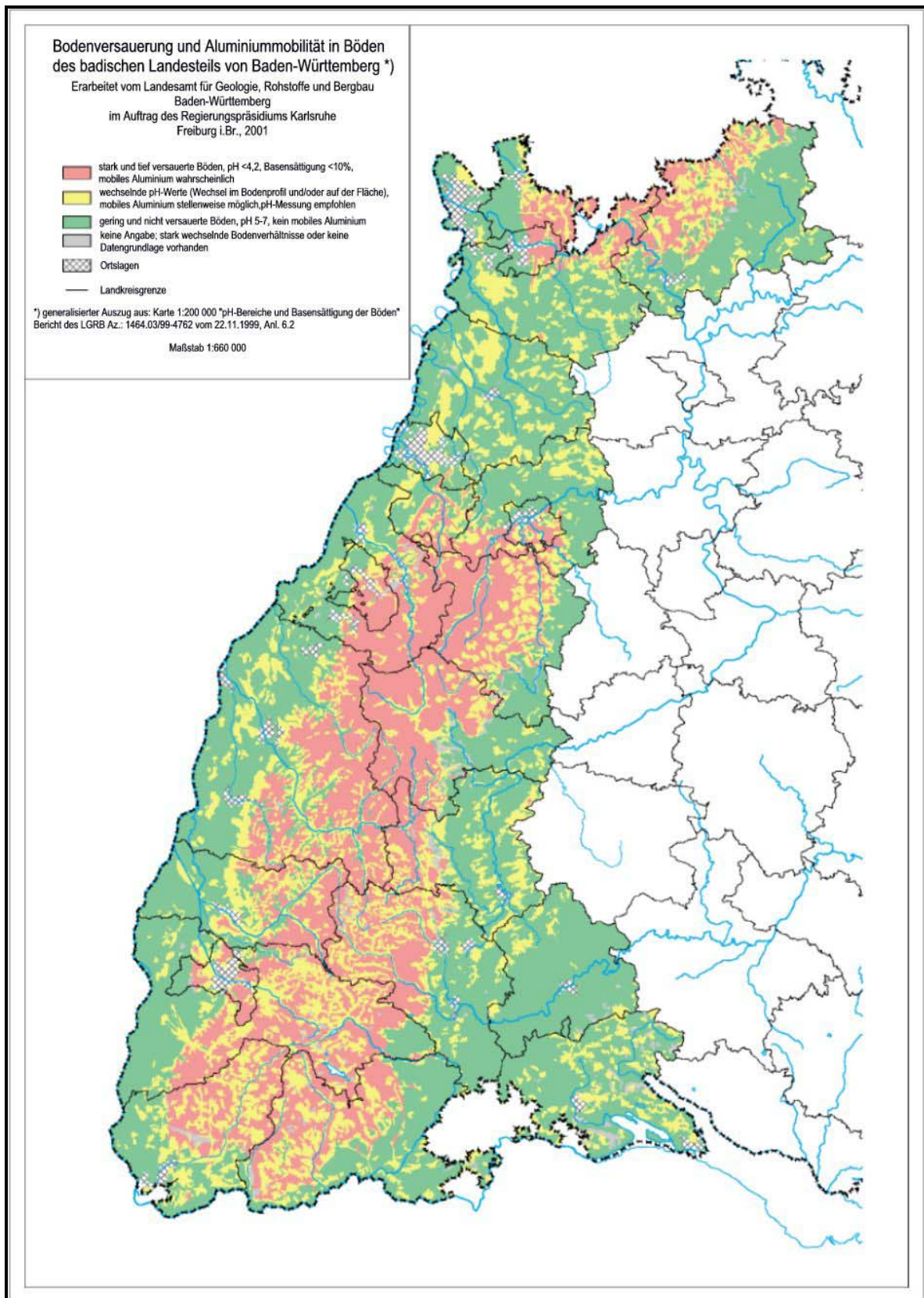


Abb. 13: Übersichtskarte zu sauren Böden für die Regierungsbezirke Freiburg und Karlsruhe

Bei den konventionellen Entwässerungssystemen übernimmt die Kläranlage für einen Teil des Abflusses die Niederschlagswasserbehandlung und somit die Schadstoffrückhaltung. Beim Trennsystem erfolgt die Regenwasserbehandlung, z. B. in einem Regenklärbecken und beim Mischsystem in einem Regenüberlaufbecken. Für weitergehende Anforderungen kommen, z. B. Retentionsbodenfilteranlagen in Frage.

Abbildung 14 verdeutlicht, dass ein Trennsystem - ohne Behandlung, und das ist in vielen Fällen derzeit Realität - die Gewässer erheblich stärker stofflich (Schwermetalle!) belastet als ein konventionelles Mischsystem.

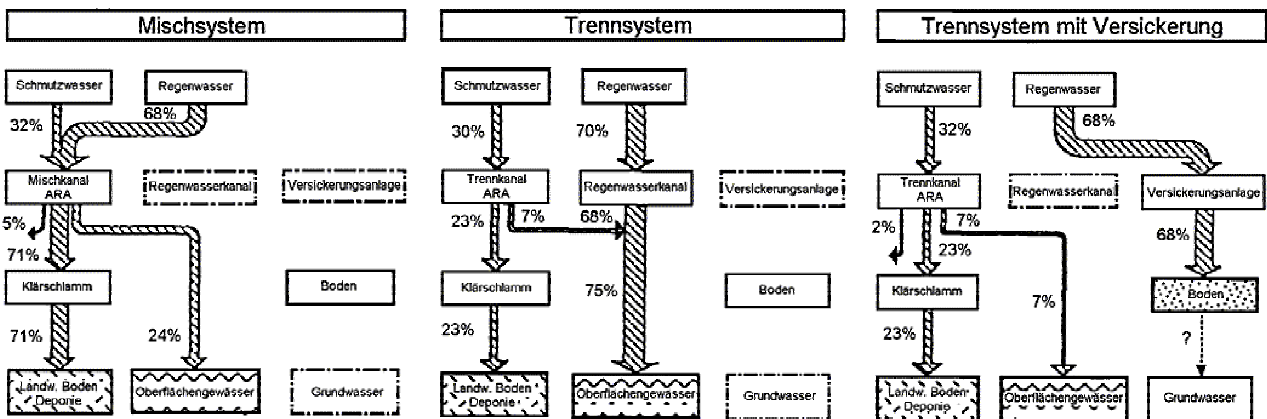


Abb.14: Eintragspfade von Schwermetallen in unterschiedliche Entwässerungssysteme am Beispiel von Kupfer

Der Rückhalt bei gedrosselten Ableitungssystemen (bewachsene Gräben und Mulden) kann zwar nicht als identisch mit der Wirkung von Versickerungsanlagen angesehen werden, allerdings werden auch auf dem Fließweg eine Vielzahl von Schadstoffen undefiniert von den Gewässern ferngehalten. Ein wesentlicher Vorteil von Versickerungsanlagen liegt darin, dass damit die Möglichkeit besteht, den Stoffrückhalt unter definierten Randbedingungen und an einer definierten Stelle (definierter Versickerungsbereich) vorzunehmen. Dabei muss der Boden geeignet sein, diese Funktion dauerhaft zu übernehmen. Es ist Aufgabe des Planers und des Betreibers der Anlagen dies sicher zu stellen. Bei der Einleitung in ein Fließgewässer können neben den stofflichen Gesichtspunkten auch die hydraulischen Randbedingungen relevant sein (s. Kapitel 6.1).

4.3 Planungsgrundsätze

Regenwasserbehandlung war bisher der Sammelbegriff für Planung, Bau und Betrieb von öffentlichen Behandlungsanlagen und Reinigungsvorrichtungen. Diese enge Auslegung des Begriffes reicht nicht mehr aus. „Regenwasserbewirtschaftung“ steht heute für alle Wege des Niederschlags vom Ort des auftretenden Niederschlags bis hin zur Verdunstung und der Einleitung ins Grundwasser bzw. in ein Oberflächengewässer.

Die Regenwasserbewirtschaftung muss heute

- wasserwirtschaftliche Belange unter Berücksichtigung der geologischen, hydrogeologischen, topographischen und klimatischen Randbedingungen,
- städteplanerische Randbedingungen und
- architektonische und gestalterische Möglichkeiten

mit einbeziehen.

Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von Spezialisten aller Planungsgebiete wird erforderlich. Es ist primäre Aufgabe des Architekten oder Ingenieurs die verantwortliche Planung der Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung unter Beachtung der örtlichen Randbedingungen vorzunehmen. Örtliche und überörtliche Behörden, die sich mit der Genehmigung von Planungen und Satzungen befassen, sollten ebenso rechtzeitig in die Arbeiten einbezogen werden, wie Bauherren bzw. die direkt betroffenen Bürger.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind nachfolgend einige Planungsgrundsätze, nach wasserwirtschaftlichen Belangen gegliedert, aufgeführt.

Baugebiete:

- Kurze Erschließungsstraßen zur Begrenzung der Verkehrsbelastung.
- Oberflächennahe Ableitung des Regenwassers in den Anliegerstraßen oder im Grenzbereich der Grundstücke.
- Tiefpunkte als Standort von Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung ausweisen und wegen der Überflutungsgefahr von Bebauung freihalten.
- Bevorzugter Einsatz von Gründächern.

Versickerungsanlagen:

- Nur Herkunftsflächen mit tolerierbarer Schadstoffbelastung über geeignete Anlagen mit belebter Oberbodenschicht versickern.
- Schwachbelastete Versickerungsanlagen bevorzugen.
- Nur versickern, wenn sicher gestellt ist, dass das versickerte Wasser nicht über Dränagen ins Kanalnetz abgeführt oder bei geneigtem Gelände durch die geringere Wasserleitfähigkeit tieferer Bodenschichten nicht auf tiefer liegende Grundstücke abgeleitet wird.
- Mindestabstände zu den Gebäuden einhalten.
- Auf Flächen mit Altlasten oder auf altlastverdächtigen Flächen keine Versickerungsanlagen vorsehen.
- Der Grundwasserflurabstand zum obersten Grundwasserstockwerk muss mindestens 1,0 m betragen. Maßgebend ist der mittlere Wert (arithmetisches Mittel) der höchsten Grundwasserstände der letzten 10 Jahre. Kann aufgrund der örtlichen Gegebenheiten der Mindestflurabstand von 1,0 m nicht gewährleistet werden, ist zu prüfen, ob durch die anstehenden Deckschichten ein ausreichender Schutz des Grundwassers dennoch gegeben ist. Reicht die Schutzwirkung der Deckschichten nicht aus, müssen entsprechende Filterschichten (z. B. aus carbonathaltigem

Sand) eingebaut werden.

- Oberflächenabfluss während der Bauzeit sicher stellen.
- Vor Inbetriebnahme der Versickerungsanlage muss der Bewuchs etabliert sein.
- Den Bürger rechtzeitig aufklären, dass Versickerungsflächen für den Anbau von Nutzpflanzen nicht geeignet sind und das Betreten und somit die Nutzung der Flächen nur eingeschränkt möglich ist.

Ableitung von Niederschlagswasser:

- Je nach Belastung der Herkunftsfläche getrennte, möglichst offene, oberflächennahe und gedrosselte Ableitung des Niederschlagswassers. Hierbei ist das Gefährdungspotential im Versagensfall der Anlage zu berücksichtigen.

Allgemeine Gesichtspunkte:

- Information der Grundstücksbesitzer und Bauherren verbessern.
- Abnahme des satzungsgemäßen Anschlusses der Grundstücksentwässerung.
- Fehleinleitungen an die Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung sicher ausschließen.
- Einführung einer gesplitteten Abwassergebühr prüfen.
- Bei Einleitung in Fließgewässer sind die hydraulischen Auswirkungen zu prüfen.
- Anlagen mit Dauerstau sollten zur Vermeidung von Eutrophierungsvorgängen (z. B. Algenwachstum und Verschlechterung der Wasserqualität) mit Mindesttiefen von 1,0 m geplant werden. Dem steht jedoch die erhöhte Gefährdung insbesondere von Kindern gegenüber. Entsprechende Schutzvorkehrungen sind daher zu treffen.

5. Abflussvermeidung und Flächengestaltung

5.1 Abflussvermeidung und -verminderung

Oberstes Prinzip zukunftsweisenden Umgangs mit Niederschlagswasser ist die Abflussvermeidung. Das bedeutet sauberes Regenwasser von vornherein von der Kanalisation fernzuhalten. Durch Maßnahmen wie Verringerung der Versiegelung, Regenwassernutzung und Versickerung kann der Regenwetterabfluss im Kanal erheblich verringert werden. Es kommt seltener zu Einleitungen in die Gewässer und die Aufwendungen für die Niederschlagswasserbehandlung fallen geringer aus. Die Befestigung und Versiegelung von Flächen verhindern die Versickerung von Regenwasser, verringern die natürliche Verdunstung, zerstören Lebensraum für Tiere und Pflanzen an der Erdoberfläche und im Boden. Die Folgen sind hoher und schneller Abfluss in die Kanalisation, lokale Hochwasserereignisse, Senkung des Grundwasserspiegels, Verschlechterung des Kleinklimas und Verödung von Landschaftsräumen.

Die zunehmende Flächenversiegelung stellt die Siedlungswasserwirtschaft vor immer größere Probleme, da die Kosten für neue, leistungsfähigere Kanalsysteme und ggf. zusätzliche Rückhaltebecken wachsen.

Die neuen Zielsetzungen lauten:

- Flächen nur versiegeln und befestigen, wenn notwendig.
- Flächen wasserdurchlässig gestalten.
- Abflüsse von versiegelten Flächen schadlos vor Ort versickern und
- versiegelte Flächen entsiegeln.

Das Regenwasser soll dort versickern können, wo es anfällt. Städte und Gemeinden klären ihre Bürger über Vorteile und Möglichkeiten der wasserdurchlässigen Flächenbefestigung und der Versickerung von Regenwasser auf und gehen selbst mit gutem Beispiel voran. Einige Kommunen haben bereits finanzielle Anreize für spezielle „Entsiegelungsprogramme“ in bestehenden Gebieten geschaffen.

5.1.1 Regenwassernutzung

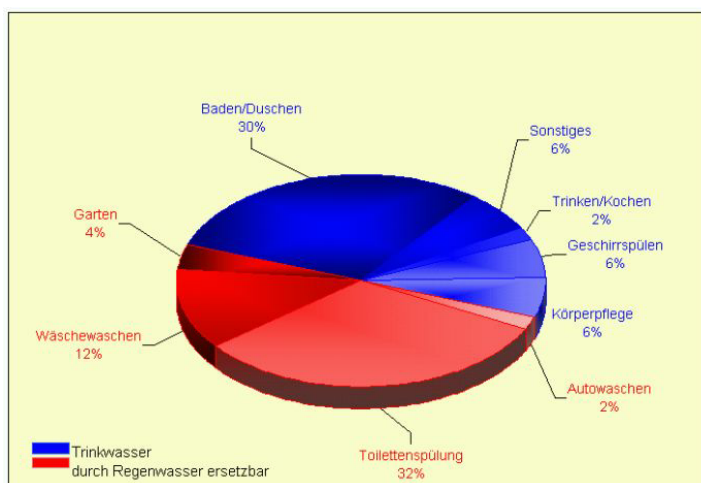


Abb. 15: Anteile an Trinkwasser, die durch Regenwasser ersetzbar sind.

Der sparsame Umgang mit Trinkwasser ist aus ökologischen Gründen notwendig und sinnvoll. Dies beginnt beim Wassersparen im Haushalt und setzt sich fort bei der Nutzung von Regenwasser für die Gartenbewässerung, Toilettenspülung, Waschmaschine und als Betriebswasser in der Industrie. Die Regenwassernutzung im Haus sowie in Industrie und Gewerbe gewinnt zunehmend

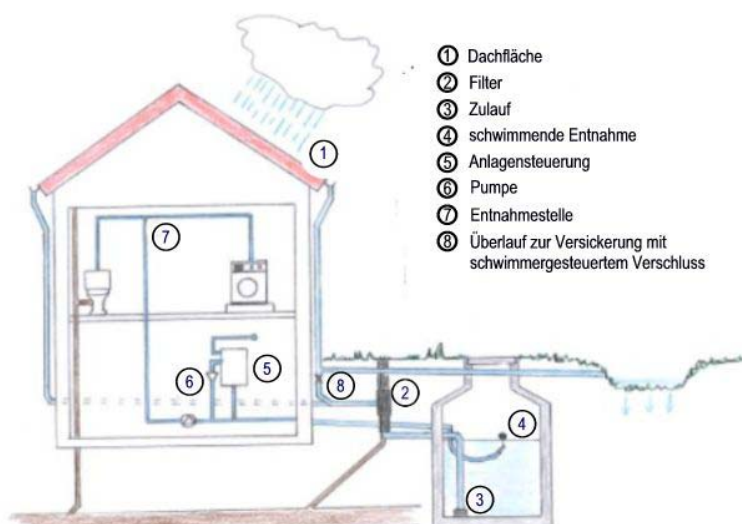
an Bedeutung. Je nach Bedingungen vor Ort können ca. 40 - 50% (s. Abbildung 15) des jährlichen Wasserbedarfes mit Regenwasser abgedeckt werden. Weicheres Regenwasser verlängert die Nutzungsdauer der Waschmaschine, macht Weichspüler überflüssig (ohne Kalk und Wasserhärte gibt es weniger Flecken bzw. eine höhere Reinigungskraft) und entlastet somit die Umwelt.

5.1.1.1 Technische Regeln

Seit 10 Jahren werden mehr Anlagen anspruchsvollerer Bauart zur Regenwassernutzung im privaten und gewerblichen Bereich eingesetzt. Lange Zeit wurden in Deutschland fast nur Regentonnen zur Sammlung von Niederschlagswasser für die Gartenbewässerung verwendet. Als Konsequenz dieser Entwicklung sollen die technischen Regeln für die Anlagen zur Regenwassernutzung in einer DIN-Norm zusammengefasst werden. Der erste Teil liegt bereits vor. Der dritte Teil ist derzeit im Entwurf. Die DIN 1989, Teil 1 der dreiteiligen Norm, gibt die Regeln für Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung der Anlagen vor, Teil 2 soll Anforderungen und Prüfverfahren für Filter und für Aufbereitungsverfahren, Teil 3 für Regenwasserspeicher und deren Zubehör enthalten.

Beachte: In der DIN 1989, Teil 1, wird unter Nr. 13 im Zusammenhang mit der Versickerung des Überlaufwassers von Zisternen die Reinigungswirkung unterirdischer Versickerungsanlagen der von Versickerungsanlagen mit belebter Bodenzone gleichgesetzt. Diese Definition ist fachlich nicht zutreffend und

in der grundsätzlichen Aussage falsch. Auch ist es durch entsprechende planerische Vorgaben in aller Regel möglich, den Überlauf einer Zisterne einer bewachsenen Versickerungsmulde zuzuleiten. So kann z. B. nach Füllung der Zisterne über einfache Schwimmerschalter gesteuert ein Verschließen der Zuleitung und eine oberirdische Beschickung einer Versickerungsmulde erreicht werden. Abbildung 16 zeigt schematisch diese Anordnung bei einem Regenwasserspeicher in Erdbauweise.



Für die Installation einer Regenwassernutzungsanlage sollte ein qualifizierter Fachmann mit der Anlagenplanung beauftragt werden.

Abb. 16: Regenwassernutzungsanlage (Erdspeicher)

5.1.1.2 Auffangflächen

Von Dachflächen abfließendes Regenwasser enthält i.d.R. wenig Feststoffe, die den Regenwasserfilter verstopfen könnten. Sie sollten daher als Auffangflächen bevorzugt werden. Vor dem Einbau einer Regenwassernutzungsanlage ist zu prüfen, ob stärkere Verunreinigungen der Dachfläche (z. B. Vogelkot, Laub) eine Nutzung zulassen. In extremen Fällen sollte die mögliche Belastung untersucht oder auf die Regenwassernutzung verzichtet werden. Dachmaterialien, wie Tonziegel, Betondachsteine, Schiefer und Kunststoffe, lassen eine effektive Nutzung von Dachablaufwasser zu.

Bei Gründächern und Bitumendächern muss mit Verfärbungen des Wassers gerechnet werden. Auch ist zu berücksichtigen, dass von einem Gründach wesentlich weniger Regenwasser abläuft als von einem Ziegeldach, da ein großer Teil des Niederschlags zunächst im Substrat des Gründaches gespeichert wird und dann wieder verdunstet. Der Effekt der Regenwassernutzungsanlage wird in Kombination mit der sinnvollen Abflussvermeidung und -verminderung in Form des Gründaches geringer.

5.1.1.3 Einsatzmöglichkeiten und rechtliche Erfordernisse

Regenwasser kann nur dort als Ersatz für kostbares Trinkwasser verwendet werden, wo keine Trinkwasserqualität erforderlich ist. Insbesondere die Verwendung zur Bewässerung von Grünanlagen oder zum Gießen von Pflanzen unterstützt den natürlichen Wasserhaushalt und ist aus ökologischer Sicht zu begrüßen.

Differenzierter zu sehen ist jedoch die Verwendung von Regenwasser im Haushalt. Die neue Trinkwasserverordnung folgt dieser differenzierten Betrachtungsweise. Sie verbietet nicht generell die Nutzung

von Regenwasser für häusliche Zwecke. Es wird aber dort Trinkwasserqualität verlangt, wo die Verwendung des Wassers zu gesundheitlichen Risiken führen kann. Dies ist beispielsweise bei der Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen, der Fall. Davon ist auch das Wäschewaschen betroffen. So folgt daraus, dass in jedem Haushalt die Möglichkeit bestehen muss, hierfür Wasser in Trinkwasserqualität zu nutzen. Das heißt, ein entsprechender Anschluss muss vorhanden sein. Ob daneben ein Anschluss für Regenwasser besteht und dieser genutzt wird, bleibt letztlich der Eigenverantwortung des Verbrauchers überlassen. Allerdings sind Regenwassernutzungsanlagen für diese Zwecke dem Gesundheitsamt anzuzeigen. Entsprechende Anzeigeformulare gibt es bei den Gemeindeverwaltungen und Wasserversorgungsunternehmen. In Gemeinschaftseinrichtungen, wie Schulen und Kindergärten, wird die Regenwassernutzung kritischer eingestuft. So ist nach der Trinkwasserverordnung in diesen Fällen sogar eine Überwachung durch das Gesundheitsamt vorgesehen. Die Nutzung von Regenwasser als Toilettenspülwasser ist dagegen grundsätzlich möglich. Hierdurch sind Einsparungen von ca. 30 % möglich.

Eine Baugenehmigung ist für die Errichtung von Anlagen bis 100 m³ nach der Landesbauordnung für Baden-Württemberg nicht erforderlich. Das Wasserversorgungsunternehmen gibt die Bedingungen vor, die an eine Regenwassernutzung geknüpft sind. Diese sind in der Wasserversorgungssatzung der Gemeinde zu finden. Dort ist im Normalfall festgelegt, dass der Anschlussnehmer seinen gesamten Wasserbedarf über das Netz der öffentlichen Wasserversorgung decken muss (Benutzungszwang). Will er Regenwasser nutzen, muss er sich deshalb eine Teilbefreiung bei der Gemeinde einholen. Im Regelfall ist für die Berechnung der Abwassergebühr ein zweiter Wasserzähler zu installieren.

Regenwassernutzungsanlagen sind grundsätzlich dem Wasserversorgungsunternehmen anzuzeigen und ggf. abnehmen zu lassen.

5.1.1.4 Auslegung der Speichergröße

Das Nutzvolumen des Regenwasserspeichers sollte in einem ausgewogenen Verhältnis zwischen Regenwasserertrag und Wasserbedarf stehen. Fast jeder größere Hersteller von Regenwasserspeichern bietet mittlerweile ein eigenes Bemessungsverfahren an. Für Ein- und Zweifamilienhäuser genügt es jedoch, das Speichervolumen nach Faustwerten zu bemessen: Pro Nutzer sollten ca. 800 - 1.000 l Nutzvolumen bereitgestellt werden, wobei mit ca. 25 - 50 l Regenwasser pro Quadratmeter angeschlossener Auffangfläche gerechnet werden kann. Nach der DIN 1989 kann das erforderliche Speichervolumen unter Berücksichtigung der örtlichen Niederschlagsverhältnisse, des Wasserbedarfs und der angeschlossenen Auffangfläche ermittelt werden.

5.1.1.5 Technischer Mindeststandard

Neben der einschlägigen DIN 1989 sind auch die Normenreihen DIN 1986 „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke“ und DIN 1988 „Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen“ Grundlage für die Installation einer Regenwassernutzungsanlage.

Die Trennung der Rohrleitungen für Trink- und Regenwasser ist besonders wichtig. Eine Verunreinigung des Trinkwassersystems durch eindringendes Regenwasser muss ausgeschlossen werden. Zwischen

beiden Leitungssystemen dürfen nach DIN 1988 und der Trinkwasserverordnung keine unmittelbaren Verbindungen bestehen oder durch Armaturen zustande kommen. Alle Entnahmestellen für Regenwasser müssen durch Schilder und Symbole gekennzeichnet werden, um ein Vertauschen zu vermeiden. Wenn der Überlauf eines Speichers an die Kanalisation angeschlossen werden soll, ist die Anlage durch eine sachgemäße Installation gegen die Folgen eines Rückstaus aus der Kanalisation zu sichern.

Alle Regentonnen, ober- und unterirdische Speicher oder Sammelteiche müssen beispielsweise durch Abdeckungen oder Einzäunungen so gesichert werden, dass Kinder vor Unfällen geschützt sind. Ob eine Regenwassernutzungsanlage den heute geltenden Mindestanforderungen entspricht, kann anhand der folgenden Punkte festgestellt werden:

- Nur geeignete Dachflächen anschließen.
- Objektbezogene Speichergröße.
- Beruhigter Einlauf des Regenwassers (RW) und evtl. Trinkwassers (TW).
- Filterung vor dem Speicher (Maschenweite < 0,4 mm).
- Möglichst keine weiteren Feinfilter.
- Siphon im Überlauf als Geruchsverschluss, evtl. mit Rattenschutz.
- RW dunkel und kühl speichern (Einbau unterirdisch oder im Keller).
- TW-Nachspeisung nur über einen „freien Auslauf“.
- Keine Verbindung von RW- und TW-Leitungen.
- Kennzeichnung aller RW-Entnahmestellen und RW-Rohrleitungen.
- Nur korrosionsbeständige Materialien verwenden.
- Einhaltung der DIN-Normen 1986, 1988 und 1989 sowie
- ein Wartungs- und Inspektionsplan.

5.1.1.6 Kosten, Wirtschaftlichkeit und ökologischer Nutzen

Ob finanzielle Vorteile durch eine Regenwassernutzung entstehen, hängt von zahlreichen Faktoren ab und muss im Einzelfall geprüft werden. Wenn z. B. eine Regenwassernutzungsanlage im Einfamilienhaus gebaut wird, ist mit Gesamtkosten für Behälter und Leitungen von ca. 4.000 € bis 5.000 € zu rechnen. Eine Vergrößerung des Speichervolumens um 1 oder 2 m³ ist jedoch empfehlenswert, da ein Kubikmeter Mehrvolumen bei einem monolithischen Stahlbetonrundbehälter (bis 8 m³) nur ca. 100–200 € Mehrkosten verursacht.

Die **Nutzung von Regenwasser im Garten** lässt sich mit einfachsten Mitteln bewerkstelligen und ist nach übereinstimmender Auffassung in der Fachwelt ökologisch und ökonomisch sinnvoll.

Die **Regenwassernutzung im Haushalt** (z. B. Toilettenspülung) ist technisch aufwändiger. Ohne Eigenleistungen der Grundstücksbesitzer ist die Regenwassernutzung fast immer zu teuer. In diesen Eigenleistungen liegen jedoch auch die hygienischen Risiken der Regenwassernutzung im Haushalt, wenn die technischen Regeln bei der Installation nicht beachtet werden und die spätere Wartung vernachlässigt wird.

Aus **ökonomischer Sicht** darf nicht vergessen werden, dass die Regenwassernutzung nur die Kosten für den Wasserbezug einspart und hier nur die sogenannten variablen Kosten, die in der Regel nur einen geringen Anteil der Gesamtkosten ausmachen. Der Bürger erhält in der Regel eine Gesamtabrechnung für Wasser und Abwasser.

Aus **ökologischer Sicht** stellt die Regenwassernutzung kein Wassersparen im engeren Sinne dar. Es wird lediglich natürliches Wasser der öffentlichen Wasserversorgung (zumeist aus Regenwasser entstandenes Grund- oder Oberflächenwasser) durch direkt aufgefangenes Regenwasser ersetzt.

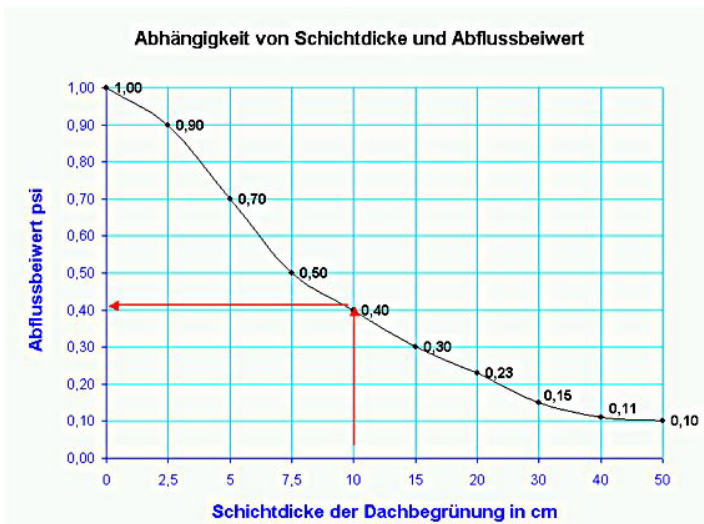
Baden-Württemberg ist kein Wassermangelgebiet. Aspekte der Qualität und nicht der Quantität stehen deshalb im Vordergrund. Trotzdem ist es sinnvoll, sparsam mit dem qualitativ hochwertigen Trinkwasser umzugehen und Regenwasser nicht nur im Garten, sondern evtl. auch im Haushalt zu nutzen. Der Verbraucher muss sich jedoch darüber im Klaren sein, dass er dann Wasser minderer Qualität verwendet und (durchaus tolerierbare) Komforteinbußen ggf. in Kauf nehmen muss.

Problemgruppen (Allergiker, Immunschwache, gebrechliche Personen und Kleinkinder) sollten sicherheitshalber auf eine Regenwassernutzung im Haushalt verzichten.

5.1.2 Dachbegrünung

Dachbegrünungen stellen eine weitere sinnvolle Möglichkeit der naturverträglichen Niederschlagswasserbewirtschaftung dar. Es ist nachgewiesen, dass begrünte Dächer den Regenwasserabfluss durch Retentions- und Verdunstungsvorgänge wesentlich verzögern beziehungsweise reduzieren. Durch einen Verzicht auf unbeschichtete Metalle (Kupfer, Zink und Blei) bei den Dachinstallationen (Fallrohre und Dachrinnen) kann neben der Abflussreduzierung auch eine weitgehende Begrenzung der relevanten Schadstoffe erreicht werden. Dies ist bei der Zuordnung von geeigneten Versickerungsanlagen zu beachten (s. Kap. 5.1.4.2).

Die Abminderung des Regenabflusses ist von der Dachneigung, dem verwendeten Substrat, dem Aufbau der Schichten und den Schichtdicken sowie von der Stärke und Dauer des Niederschlags abhängig. Dies wird bei der Berechnung der Niederschlagswassermenge durch Abflussbeiwerte berücksichtigt. Vereinfacht können die Abflussbeiwerte der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.



Schichtdicke der Dachbegrünung in cm	Rückhaltung der Wassermenge in %	Abflussbeiwert ψ
0,0	0%	1,00
2,5	10%	0,90
5,0	30%	0,70
7,5	50%	0,50
10,0	60%	0,40
15,0	70%	0,30
20,0	77%	0,23
30,0	85%	0,15
40,0	89%	0,11
50,0	90%	0,10

Abb. 17: Abflussbeiwert in Abhängigkeit von der Schichtdicke der Dachbegrünung

5.1.2.1 Vorteile der Dachbegrünung

Begrünte Dächer können zur ökologischen und gestalterischen Verbesserung des Wohn- und Arbeitsumfeldes beitragen, vor allem durch:

- Klimaverbesserung im Umfeld.
- Staubbindung.
- Feuchtigkeitsausgleich.
- Zusätzliche Wärmedämmung im Winter.
- Niedrigere Abwassergebühren bei gesplitteter Gebühr.
- Einsparungen bei Dachreparaturarbeiten durch längere Haltbarkeit:
 - Gründach bis zur Dachsanierung = 35 – 40 Jahre
 - Unbegrüntes Dach (z. B. Kiesdach bis zur Dachsanierung) = 20 – 25 Jahre
- Mögliche Anrechnung als ökologische Ausgleichsmaßnahme durch die untere Naturschutzbehörde.

5.1.2.2 Varianten der Dachbegrünung

Für die verschiedenen Varianten der Dachbegrünung werden entsprechende Pflanzensubstrate und Zubehör in Landschafts- und Gartenbaubetrieben angeboten. Dort sind auch Hinweise zur Art der Bepflanzung erhältlich. In Abhängigkeit von der Nutzung, den bautechnischen Gegebenheiten und der Bauweise wird unterschieden nach:

Extensivbegrünungen

Extensivbegrünungen sind naturnah angelegte Vegetationsformen, die sich weitgehend selbst erhalten und weiter entwickeln. Es werden Pflanzen mit besonderer Anpassung an die extremen Standortbedingungen und hoher Regenerationsfähigkeit verwendet. Eine Extensivbegrünung zeichnet sich durch geringen Pflegeaufwand aus. Die Schichtdicke des Substrates beträgt $d = 2 - 10$ cm. Die Kosten belaufen sich auf 20 €/m² bis 50 €/m².



Abb. 18: Dachbegrünung (Beispiele)

Einfache Intensivbegrünungen

Einfache Intensivbegrünungen (Mittlerer Pflegeaufwand, periodische Bewässerung, Schichtaufbau $d = 10 - 20 \text{ cm}$) werden in der Regel als bodendeckende Begrünungen mit Gräsern und Stauden ausgebildet. Die verwendeten Pflanzen stellen geringe Ansprüche an den Schichtaufbau sowie an Wasser- und Nährstoffversorgung. Die Herstellungskosten betragen ca. 30 €/m^2 bis 60 €/m^2 .

Aufwändige Intensivbegrünungen

Aufwändige Intensivbegrünungen (hoher Pflegeaufwand, periodische Bewässerung, Schichtaufbau $d = \text{mind. } 20 \text{ cm}$) umfassen Pflanzen und Stauden und Gehölze sowie Rasenflächen, im Einzelfall auch Bäume. Die verwendeten Pflanzen stellen hohe Ansprüche an den Schichtaufbau und an eine regelmäßige Wasser- und Nährstoffversorgung. Die Herstellungskosten betragen ca. 30 €/m^2 bis 175 €/m^2 .

Einen Überblick über Aufbau und Aufwand der verschiedenen Konstruktionsweisen der Dachbegrünung gibt Tabelle 2.

Extensive Begrünung	Einfache intensive Begrünung	Aufwändige Intensivbegrünung / Dachgarten
Schichtdicke ca. 2–10cm	Schichtdicke ca. 10-20 cm	Schichtdicke ca. 20-100 cm, im Einzelfall darüber
Substrat: vorwiegend mineralische Schüttstoffe	Substrat: Mischung, mineralische und organische Stoffe	Substrat: Mischung, mineral. und org. Stoffe
Vegetation: extrem anspruchslos, niedrig (Sedum Gesellschaften)	Vegetation: Gräser, Stauden (z.B. kräuterreiche Wiese, "Grasdach")	Vegetation: Gräser, Stauden, Gehölze
für Nutzlasten von ca. 60 bis 240 kg/m^2	Für Nutzlasten von ca. $180-300 \text{ kg/ m}^2$	für Nutzlasten von ca. $300-400 \text{ kg/ m}^2$
geringfügige Erhaltungspflege	Mindestpflege (Mahd, bei Bedarf Bewässerung usw.)	intensive Pflege; Nutzung ist mit Garten vergleichbar

Tab. 2: Übersicht über die verschiedenen Konstruktionsweisen der Dachbegrünung

5.1.2.3 Konstruktion und Aufbau

Für die Planung und Konstruktion des Dachaufbaus werden folgende Dachneigungsgruppen unterschieden:

1. Bei **Dächern ohne Gefälle** kann durch Aufstau des Regenwassers ein zusätzlicher Rückhalt erreicht werden. Sie sind geeignet für Intensivbegrünungen mit Anstaubewässerung. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist dies eine geeignete Methode, da das Wasser auf dem Dach zwischengespeichert wird und in Trockenperioden den Pflanzen wieder zur Verfügung steht. Soll eine Extensivbegrünung vorgenommen werden, muss entweder eine hydraulisch wirksame Dränschicht ausgebildet oder eine in ihrer Gesamtdicke entsprechend dimensionierte, einschichtige Bauweise gewählt werden.
2. Ab einer **Dachneigung von ca. 1 bis 11 Grad** sind einfache Intensivbegrünungen oder Extensivbegrünungen ohne besondere Vorkehrungen möglich. Dächer aus diesem Neigungsbereich sind als optimal anzusehen. Ab einer Neigung von ca. 3 Grad kann eine schnellere Wasserabführung durch einen wasserspeichernden Schichtaufbau und geringere Dränung ausgeglichen werden.
3. **Dächer bis 20 Grad Neigung** bieten sich für eine Dachbegrünung besonders an. Sie sind leicht anzulegen. Bei steiler geneigten Dächern sind aufwändige Sicherungen notwendig und es sollte in jedem Fall ein Fachmann hinzugezogen werden. Für Dächer mit einer Dachneigung von über 30 Grad ist eine Dachbegrünung eingeschränkt geeignet.

5.1.3 Flächenbefestigung

Die Art der Flächenbefestigung bestimmt den Grad der Versiegelung eines Siedlungsgebiets. Die Versiegelung des Bodens ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht ein komplexer Eingriff in den Wasserkreislauf. Dabei wird der natürliche Weg des Regenwassers in den Untergrund weitestgehend unterbunden und damit die Verdunstung und Grundwasserneubildung erheblich beeinträchtigt.

Die Versiegelung von Oberflächen erhöht und beschleunigt den Abfluss aus dem Siedlungsgebiet. Schematisch sind die Zusammenhänge in Abbildung 19 dargestellt.

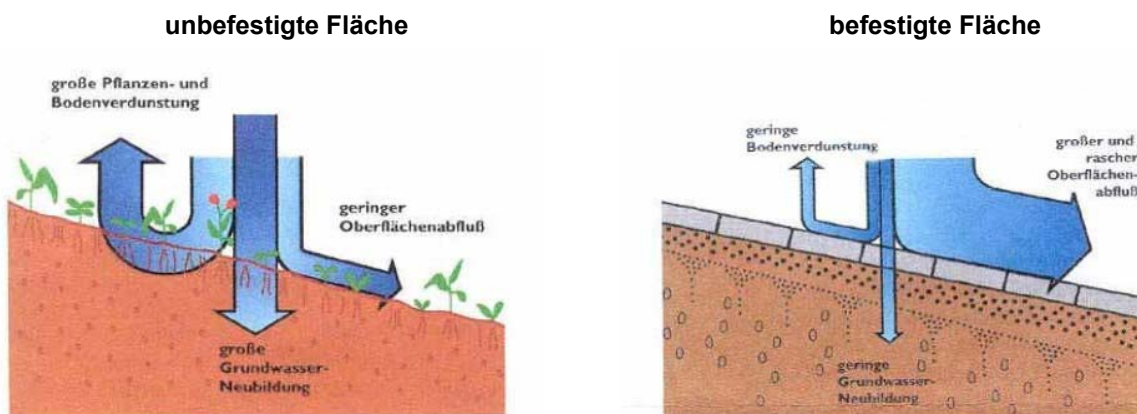


Abb. 19: Wasserhaushalt unbefestigter und befestigter Flächen

5.1.3.1 Wasserdurchlässige Flächenbefestigungen

Wasserdurchlässige Flächenbefestigungen sind überall möglich, wo sie auf Grund bodenmechanischer, hydrogeologischer und sonstiger Bedingungen zugelassen sind. Das Sickerwasser muss so gering belastet sein, dass es nicht zu einer Gefährdung von Boden, Vegetation und Grundwasser führen kann. Schadstoffbelastetes Oberflächenwasser muss einer Behandlungsanlage zugeleitet werden. Flächenbefestigungen, die im Winter eisfrei gehalten werden müssen, sollten nicht wasserdurchlässig ausgeführt werden.

Folgende Flächen sind für wasserdurchlässige Flächenbefestigungen geeignet:

- private Haus- und Garagenzufahrten sowie Stellplätze für Fahrzeuge,
- Land- und Forstwirtschaftswege, Hofflächen in Wohngebieten,
- verkehrsberuhigte Zonen (Anliegerstraßen),
- Rad- und Gehwege.

Es wird unterschieden in:

- begrünbare Systeme mit bewachsenem Bodenanteil
- nicht begrünbare Systeme

Begrünbare Systeme

Aus ökologischer Sicht sind begrünbare Systeme (s. Tabelle 3) wie

- Grasnarbe (bewachsener Oberboden),
- Schotterrasen,
- Rasengittersteine bzw. -platten und
- Rasenfugenpflaster

zu empfehlen. Anwendungsbeispiele zeigt Abbildung 20.



Abb. 20-1: Begrüntes Straßenbahngleis



Abb. 20-2: Beispiel für privaten Stellplatz
Garagenzufahrt mit befestigter Fahrspur (Rasengittersteine)
und Rasen

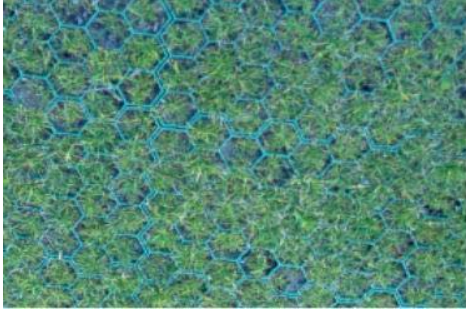
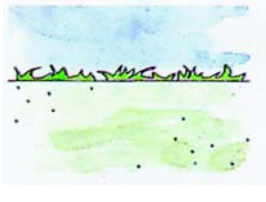
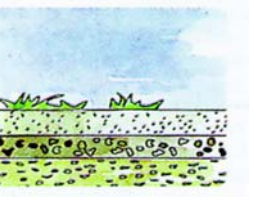
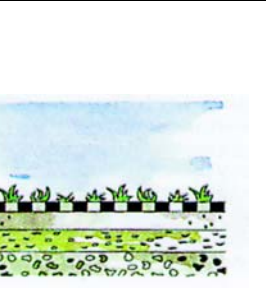
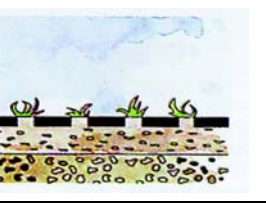


Abb. 20-3: Beispiel für privaten Stellplatz
Begrünte Befestigung (Detail Rasengitterplatte)

Abb. 20: Begrünbare Flächenbefestigung (Beispiele)

Diese Befestigungsarten sind wasserdurchlässig und besitzen zusätzlich die positive Eigenschaft, Regenwasser zu speichern und wieder zu verdunsten. Dadurch wird das Klima im Umfeld deutlich verbessert. Auch die Kombination von beschränkt belastbaren, wasserdurchlässigen und wasserspeichernden Flächenbefestigungen mit sehr stark belastbarem, herkömmlichem Betonpflaster ist eine ökologisch sinnvolle Lösung.

Flächenbefestigungsart		Gehweg	Fahrbereich	Platzbereich	Kfz-Stellplatz	Vegetationsfreundlich	Versickerungsleistung	Kosten (€/m ²)	
1.	Grasnarbe Gras 10 - 20 cm Mutterboden		o	-	o	-	+	80 - 100 %	2,5 - 10
2.	Schotterrassen 5 - 15 cm Mutterboden mit Steinen 10 cm Schotter 15 - 20 cm Kiessand		+	+	o	+	+	70-80 %	2,5 - 10
3.	Rasengittersteine bzw. - platten Rasengittersteine mit Mutterboden verfüllt 5 cm Splitt 5 cm Feinkies 15 - 20 cm Schotter		o	+	-	+	o	50 - 90 %	50 - 100
4.	Rasenfugenpflaster Pflastersteine sandverfugt 5 cm Splitt / Sand 10 - 20 cm Schotter		+	+	+	+	o	30 - 50 %	50 - 60

+ empfehlenswert

o bedingt zu empfehlen

- nicht zu empfehlen


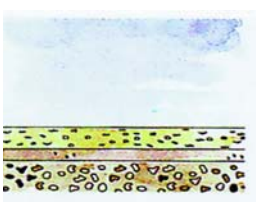

Tab. 3: Einsatzbereiche von begrünbaren Systemen zur Flächenbefestigung

Nicht begrünbare Systeme

Folgende nicht begrünbare Flächenbefestigungen (s. Tabelle 4) werden in der Praxis eingesetzt:

- Rindenhäcksel,
- Kies-/Splittdecke und
- Beton- oder Natursteinpflaster und Beton- oder Asphaltbelag (jeweils wasserdurchlässig).

Wassergebundene Decken, die in der Praxis als durchlässige Flächenbefestigungsart eingesetzt werden, verlieren bereits nach kurzer Zeit ihre Versickerungseigenschaften und können nicht mehr als wasserdurchlässig eingestuft werden. Hinsichtlich ihrer Versickerungsfähigkeit unterliegen alle Systeme einem Alterungsprozess. Im Laufe der Zeit nimmt die Durchlässigkeit auf Grund des Eintrages von mineralischen und organischen Feinanteilen ab. Deshalb können auch von durchlässigen Flächenbefestigungen selbst Abflüsse auftreten, die jedoch im Vergleich mit undurchlässig befestigten Flächen deutlich geringer sind. Sie dienen somit der Abflussminderung und sind als begleitende Maßnahmen im Sinne einer guten Regenwasserbewirtschaftung zu begrüßen. Es ist durch Untersuchungen belegt, dass auch die bisher üblichen Pflasterbeläge auf Grund der Fugen nicht vollständig versiegeln. Ein Optimum wird erreicht, wenn die Oberfläche einen hohen Grünanteil hat und somit ökologisch hochwertig ist.

Flächenbefestigungsart		Gehweg	Fahrbereich	Platzbereich	Kfz-Stellplatz	Vegetationsfreundlich	Versickerungsleistung	Kosten (€/m ²)	
1.	Rindenhäcksel 10 cm Rindenhäcksel 10 - 15 cm Schotter		+	o	o	o	-	80 - 100 %	2,5 - 10
2.	Kies-/Splittdecke 5 cm Feinkies 5 cm Splitt 10 - 15 cm Schotter		+	o	o	o	-	50 - 60 %	2,5 - 10
3.	Beton- oder Natursteinpflaster, Beton- oder Asphaltbelag Pflaster, Belag 5 cm Splitt / Sand 10 - 20 cm Schotter		+	+	+	+	-	bis 100 %	50 - 100

+ empfehlenswert

o bedingt zu empfehlen

- nicht zu empfehlen

Tab. 4: Einsatzbereiche von nicht begrünbaren Systemen zur Flächenbefestigung

5.1.4 Versickerung

5.1.4.1 Arten der Versickerungsanlagen

Für die oberirdische Versickerung des abfließenden Niederschlagswassers kommen vier verschiedene Anlagenarten in Frage:

- Flächenversickerung.
- Muldenversickerung.
- Mulden-Rigolenversickerung.
- Beckenversickerung.



Reinigungswirkung und
Flächenverbrauch

Diese oberirdischen Anlagen sind auf Grund der Reinigungswirkung des bewachsenen Oberbodens grundsätzlich zu bevorzugen. Die Bemessung der Anlagen kann nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 und den Hinweisen dieses Kapitels erfolgen. Hinweise zur Auswahl des Filtermaterials sind in Kapitel 4.2 gegeben.

In Ausnahmefällen möglich, aber erlaubnispflichtig:

- Rigolen- und Rohr-Rigolenversickerung
- Schachtversickerung

Diese stellen punkt- und linienförmige unterirdische Versickerungen dar. Da bei diesen Systemen das Niederschlagswasser ohne ausreichende Reinigungswirkung direkt in den Untergrund geleitet wird, können sie nur in Ausnahmefällen (z. B. nach ausreichender Vorbehandlung) zugelassen werden. Vorbehandlungsanlagen sind z. B. Mulden mit mind. 30 cm bewachsener Bodenschicht oder Anlagen mit künstlichen Filtersubstraten. Gerade in jüngster Zeit werden unterirdische Versickerungsanlagen in Kombination mit Filterschichten entwickelt und am Markt angeboten. Dabei muss das Reinigungsvermögen der Substrate - wie bei allen anderen Vorbehandlungsverfahren - im Rahmen des Wasserrechtsverfahrens beurteilt und ggf. durch entsprechende Regelungen zu Wartung und Betrieb sichergestellt werden. Zudem muss eine bedarfsgerechte Wartung der Gesamtanlage gewährleistet sein.

Oberirdische Versickerungsanlagen

Flächenversickerung

Bei der Flächenversickerung wird das Niederschlagswasser entweder direkt auf der Fläche versickert, auf der es anfällt, oder von undurchlässig befestigten Flächen auf versickerungsfähige Flächen abgeleitet und dort ohne zusätzlichen Aufstau versickert. Befestigte und durchlässige Oberflächen mit unterschiedlicher Versickerungsfähigkeit sind z. B. Schotterrasen, Rasengittersteine, Rasenfugenpflaster, Rindenhäcksel, Kies-/Splittdecke, wasserdurchlässige Betonpflaster, Beton- oder Natursteinpflaster sowie wasserdurchlässige Beton- oder Asphaltdecken. Grasflächen sind als Versickerungsflächen gut geeignet, weil die Durchwurzelung für eine ständige Regeneration des Bodens als Filter sorgt. Exemplarisch sind Beispiele für die Flächenversickerung (insbesondere Gestaltung von Park- und Stellplätzen) in Abbildung 21 dargestellt.

Der Boden muss in der Lage sein, mehr Wasser aufzunehmen als Niederschlag anfällt, weil keine wesentlichen oberflächennahen Speichermöglichkeiten vorhanden sind.

Flächenversickerung (Au : As < 5)	
offene Versickerung über eine durchlässig befestigte oder unbefestigte Fläche. Untergrund: Feinsand oder gröbere Sande	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • bei bewachsener Fläche sehr gute Reinigungswirkung • gute Wartungsmöglichkeit • geringer Herstellungsaufwand 	<ul style="list-style-type: none"> • kein Speicherraum • großer Flächenbedarf



Abb. 21: Flächenversickerung (Beispiele)

Muldenversickerung

Eine Versickerung über eine Bodenvertiefung mit bewachsener Bodenschicht wird als Muldenversickerung bezeichnet. Die Passage durch diese Bodenschicht gewährleistet eine gute Reinigung des versickernden Wassers und bietet damit Schutz vor einer Verschmutzung des Grundwassers. Hierbei kann die Fähigkeit des Bodens, Wasser aufzunehmen, geringer sein als die Menge des anfallenden Niederschlagswassers, da durch das Muldenvolumen eine Zwischenspeicherung erfolgt. Ein Notüberlauf zum öffentlichen Kanal oder in ein Gewässer bzw. einen Wassergraben ist erforderlich. Die Sickermulden sollten nicht gedüngt und nur selten betreten werden.

Die gefüllte Mulde sollte innerhalb eines Tages wieder leer sein, weil sonst die Vegetation Schaden nehmen und die Muldenoberfläche undurchlässig werden kann. Mulden können auf Grund der geringen Tiefe und der Bepflanzung problemlos in Privatgärten und Grünanlagen integriert werden. Es bieten sich Kombinationen mit Teichanlagen an. Die Größe richtet sich nach der zu entwässernden Fläche und der Sickerfähigkeit des Bodens. Als Faustformel sollte 10 % der versiegelten Fläche als Muldenfläche zur Verfügung stehen (Muldentiefe 30 cm). Beispiel zeigt Abbildung 22.

Muldenversickerung		(5 < Au : As < 15)
offene Versickerung über eine Bodenvertiefung mit bewachsener Bodenschicht, max. Tiefe i.d.R. 30 cm		
Vorteile	Nachteile	
<ul style="list-style-type: none"> • Speichermöglichkeit durch Muldenvolumen • gute Reinigungsleistung • gute Wartungsmöglichkeiten • geringer Herstellungsaufwand • vielfältige Gestaltungsmöglichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • mittlerer bis großer Flächenbedarf 	

Für Dachflächen:



Für Verkehrsflächen:



Abb. 22: Muldenentwässerung (Beispiele)

Mulden-Rigolenversickerung

Bei dieser Art der Versickerung wird unter der Versickerungsmulde eine Rigole angeordnet. Rigolen sind kies- oder schottergefüllte Speicherelemente, in denen eine zusätzliche Zwischenspeicherung möglich ist. Erhöhtes Retentionsvolumen (95 %) lässt sich durch Retentionskörper aus Kunststoff erreichen, die allerdings auch Mehrkosten verursachen können.

So können Mulden-Rigolen-Elemente auch bei weniger durchlässigen Böden als dezentrale Anlagen eingesetzt werden. Die Beschickung erfolgt über den bewachsenen Boden der Mulde. Reicht die Durchlässigkeit des Untergrundes auch zur vollständigen Versickerung der Abflüsse in einem Mulden-Rigolen-Element nicht mehr aus, so ist eine zusätzliche Ableitung erforderlich.

Beim Mulden-Rigolen-System sind die Rigolen durch Transportrigolen, Drän- bzw. Rohrleitungen zu einem Ableitungssystem verknüpft. Diese ermöglichen die gedrosselte Ableitung des Regenwassers, das nicht versickert. Außerdem bewirken sie eine rasche Längsverteilung des Wassers innerhalb der Rigole. Die Abflussregelung geschieht über Drosselschächte. Zur Überwachung der Rigolen sind Kontrollschächte notwendig.

Die Kombination aus Versickerung, Speicherung und gedrosselter Ableitung macht das Mulden-Rigolen-System von der Durchlässigkeit des Bodens weitgehend unabhängig. Je nach Versickerungsfähigkeit überwiegt die Versickerung oder die gedrosselte Ableitung. Das gute Retentions- und Ableitungsvermögen

gen kann man auch nutzen, um den Wasserstand kleinerer Gewässer zu erhöhen. Ein Nachteil gegenüber anderen Verfahren liegt in der aufwändigen und teuren Konstruktion und dem hohen Unterhaltungsaufwand des Systems. In Abbildung 23 ist ein Mulden-Rigolen-Element im Bau und im Betrieb dargestellt.

Mulden-Rigolenversickerung		$5 < A_u : A_s \leq 15$
offene Versickerung über Bodenvertiefung mit bewachsener Mutterbodenauflage, max. Tiefe i.d.R. 30 cm, und einem z. B. mit Kies oder geeigneten Füllkörpern gefüllten Graben		
Vorteile	Nachteile	
<ul style="list-style-type: none"> • Speichermöglichkeit durch Mulden- und Rigolenvolumen • auch bei schlecht durchlässigen Böden einsetzbar ($k_f < 10^{-6}$ m/s) 	<ul style="list-style-type: none"> • erhöhter Wartungsaufwand • erhöhter Herstellungsaufwand 	



Abb. 23: Mulden-Rigolen-Element mit Kunststofffüllkörper und Mulden-Rigolen-System

Beckenversickerung

Bei der Beckenversickerung handelt es sich um die zentrale Form einer Muldenversickerung. Das Niederschlagswasser wird in einem bepflanzten Becken versickert, dessen Tiefe mehr als 50 cm beträgt. In einer zentralen Anlage werden die im Niederschlagswasserabfluss mitgeführten Schadstoffe und die Schwebstofffracht eines größeren Einzugsgebietes konzentriert. Um trotzdem die Versickerungsleistung auf längere Sicht zu gewährleisten, sollten Regenklärbecken vorgeschaltet werden.

Bei den Versickerungsbecken bieten sich technische und landschaftliche Gestaltungsmöglichkeiten an, z. B. Dauerstaubereiche und Biotope. Kombinationen mit anderen Versickerungsverfahren sind möglich. So können etwa in der Umrandung eines Beckens Mulden oder Rigolen angeordnet werden, die bei sehr starken Regenfällen überlaufendes Niederschlagswasser aufnehmen. Ein Beispiel zeigt Abbildung 24.

Beckenversickerung		15 < A_u : A_s ≤ 50
offene Versickerung über die belebte Bodenschicht in einem bepflanzten Becken		
Vorteile	Nachteile	
<ul style="list-style-type: none"> • Speichermöglichkeit durch Beckenvolumen • gute Reinigungsleistung • gute Wartungsmöglichkeit • verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten (z. B. Biotop, Teich mit Dauerstaubereich) 	<ul style="list-style-type: none"> • mittlerer Flächenbedarf • evtl. Gefahr für spielende Kinder • Konzentration von Schweb- und Schadstoffen • Missbrauch als "Müllkippe" • Wartungsaufwand 	



Abb. 24: Beckenversickerung

Unterirdische Versickerungsanlagen

Die folgenden Systeme sind nur in besonderen Einzelfällen zur Versickerung von unbedenklichem oder nur gering verunreinigtem Niederschlagswasserabfluss geeignet und immer erlaubnispflichtig.

In der Regel sind Vorbehandlungsanlagen erforderlich!

Rigolen oder Rohr-Rigolen als linienförmige Arten der Versickerung haben noch mehr als die Sickerschächte das Problem, dass sie für Wartungs- und Kontrollarbeiten unzugänglich sind und ein Nachlassen der hydraulischen Leistungsfähigkeit erst sehr spät erkannt werden kann. Mögliche Gütebeeinträchtigungen können nicht oder nur mit hohem Aufwand festgestellt werden. Deshalb gilt es, bei unterirdischen Versickerungsanlagen die zugeleiteten Schadstoffe so zu begrenzen, dass eine Gefährdung des Grundwassers ausgeschlossen werden kann. Dies kann durch die Gestaltung der Herkunftsflächen (z. B. Dachflächen und -installationen ohne unbeschichtete Metalle) oder durch eine entsprechende Vorbehandlung des Niederschlagswasser sichergestellt werden. Für die Vorbehandlungsanlage muss eine entsprechende Reinigungsleistung nachgewiesen werden und die Zugänglichkeit für Wartungs- und Kontrollarbeiten gegeben sein. Die Vorbehandlung kann vor der eigentlichen Versickerungsanlage stattfinden oder in diese integriert werden. So können z. B. für Dachflächen in Wohngebieten mit üblichen Anteilen von unbeschichteten Metallen als dezentrale Anlagen Sickerschächte (Typ B) - für die nach Tabelle 6 eine Vorbehandlung erforderlich ist - mit

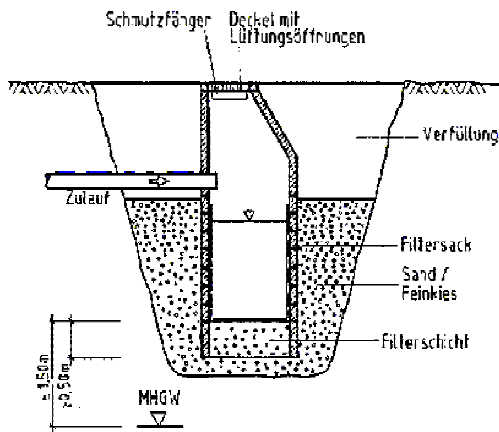
definierten Filterschichten zugelassen werden, wenn durch einen regelmäßigen Austausch der Filterschicht alle 3 Jahre die Reinigungswirkung der Anlage mittel- und langfristig sichergestellt wird. Voraussetzung ist dabei auch, dass bei Sickerschächten das Verhältnis A_u/A_s auf ≤ 50 begrenzt wird. Sickerschächte nach Typ B sind aufgrund des definierten Schadstoffrückhaltes und den Risiken bei der Auswahl der Vliesmaterialien (bei Typ A) Schächten nach Typ A vorzuziehen.

Rigolenversickerung		$A_u : A_s \leq 50$
Versickerung über einen mit Kies oder geeignetem Füllmaterial gefüllten Graben (bei überdeckter Ausführung mit Sickerrohren zur linienhaften Verteilung des Wassers)		
Vorteile	Nachteile	
<ul style="list-style-type: none"> geringer Flächenbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> fehlende Reinigungsleistung der bewachsenen Bodenschicht fehlende Wartungs- und Kontrollmöglichkeiten i.d.R. Vorbehandlungsanlage erforderlich 	

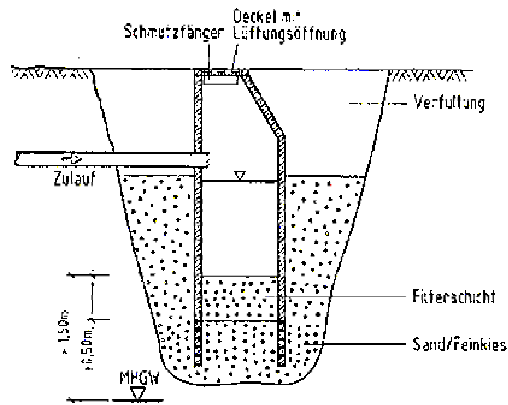
Rohr-Rigolenversickerung		$A_u : A_s \leq 50$
unterirdische Versickerung in einem in Kies gebetteten perforierten Rohrstrang (Minstdurchmesser 0,3 m)		
Vorteile	Nachteile	
<ul style="list-style-type: none"> geringer Flächenbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> fehlende Reinigungsleistung der bewachsenen Bodenschicht fehlende Kontrollmöglichkeit i.d.R. Vorbehandlungsanlage erforderlich 	

Schachtversickerung		$A_u : A_s \leq 50$
punktförmige Versickerung über einen (teilweise) durchlässigen Schacht		
Vorteile	Nachteile	
<ul style="list-style-type: none"> sehr geringer Flächenbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> fehlende Reinigungsleistung der bewachsenen Bodenschicht fehlende Kontrollmöglichkeit i.d.R. Vorbehandlungsanlage erforderlich erhöhter Wartungsaufwand 	

TYP A



TYP B



5.1.4.2 Grenzen der Versickerung

Eine wichtige Voraussetzung für die Versickerung bildet die ausreichende Durchlässigkeit der im Untergrund anstehenden Böden einschließlich ihrer belebten, humosen Deckschichten. In Tonböden versickert das Wasser nur sehr langsam. Im ausgetrocknetem Zustand bilden sich tiefe Risse, so dass Oberflächenwasser ohne Filterwirkung versickert. Die Versickerungsleistung von sandigen Böden kann demgegenüber bis zu 100.000 mal höher sein. Bei stark durchlässigen Bodenarten, z.B. reinem Kies, ist eine Versickerung nur mit einem besonders sorgfältigem Aufbau einer Sickermulde möglich. Es ist zu gewährleisten, dass der Oberboden eine optimale Filterwirkung erzielt. Durch den Bau von Versickerungsanlagen sollen stauende, das Grundwasser schützende Deckschichten (z. B. ausgeprägte Lehmschichten) nicht durchstoßen werden.

Die Durchlässigkeit des anstehenden Bodens wird durch den k_f -Wert ausgedrückt. Dieser kann berechnet oder durch Sickerversuche bestimmt werden. Für die Versickerung eignen sich nur Böden, deren Durchlässigkeitsbeiwert zwischen 5×10^{-3} m/s (1800 cm/h) und 5×10^{-6} m/s (1,8 cm/h) liegt. Je geringer die Durchlässigkeit eines Bodens ist, um so größer ist der Flächenbedarf für die Versickerung bzw. um so mehr Speicherraum muss zur Verfügung gestellt werden. Einen Überblick von Bodenart und dem zu erwartenden Durchlässigkeitsbereich gibt Tabelle 5.

Bei Hanglagen ist eine mögliche Beeinträchtigung von Unterliegern zu prüfen. Mögliche Probleme bei Hanglage und Schichtenabflüssen sind in Abbildung 25 illustriert. Die versickernden Niederschläge fließen unterirdisch auf der schlecht durchlässigen Bodenschicht ab und gelangen zu den untenliegenden Gebäuden. Hier führen können sie entweder zu Vernässungen oder bei vorhandenen Hausdrainagen zu Fremdwasserproblemen in vorhanden Mischwassernetzen führen.

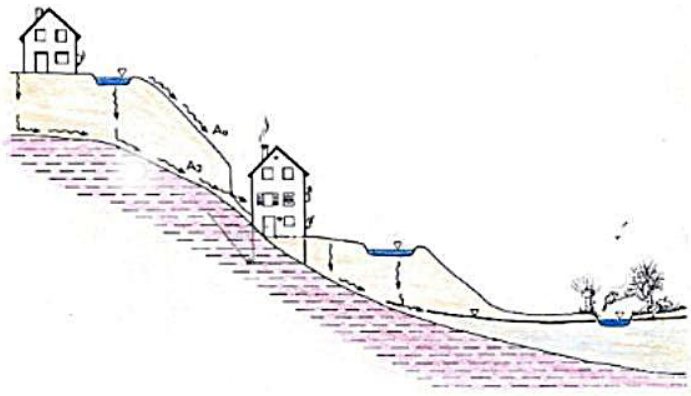


Abb. 25
Versickerung bei Hanglagen und mögliche Probleme bei unterliegenden Grundstücken (z.B. Vernässung, Fremdwasser)

Bodenart	Durchlässigkeit	Durchlässigkeitsbeiwert
Steingeröll	sehr stark durchlässig	$> 10 \text{ m/s}$
Grobkies	sehr stark durchlässig	$10^{-2} \text{ bis } 1 \text{ m/s}$
Fein-/Mittelkies	stark durchlässig	$10^{-3} \text{ bis } 10^{-2} \text{ m/s}$
Sandiger Kies	stark durchlässig	$10^{-4} \text{ bis } 10^{-2} \text{ m/s}$
Grobsand	stark durchlässig	$10^{-4} \text{ bis } 10^{-2} \text{ m/s}$
Mittelsand	(stark) durchlässig	10^{-4}
Feinsand	durchlässig	$10^{-5} \text{ bis } 10^{-4} \text{ m/s}$
schluffiger Sand	(schwach) durchlässig	$10^{-7} \text{ bis } 10^{-4} \text{ m/s}$
Schluff	schwach durchlässig	$10^{-8} \text{ bis } 10^{-5} \text{ m/s}$
toniger Schluff	(sehr) schwach durchlässig	$10^{-10} \text{ bis } 10^{-6} \text{ m/s}$
schluffiger Ton, Ton	(sehr) schwach durchlässig	$10^{-11} \text{ bis } 10^{-9} \text{ m/s}$

↑
geeigneter Durchlässigkeitsbereich für die Versickerung
↓

Tab. 5: Durchlässigkeitsbeiwerte verschiedener Bodenarten.

Um Gebäudevernässungen durch die Versickerung von Niederschlagswasser zu vermeiden, sollte bei unterkellerten Gebäuden der Abstand der Versickerungsanlage zur Bebauung das 1,5-fache der Baugrubentiefe nicht unterschreiten (s. Abbildung 26).

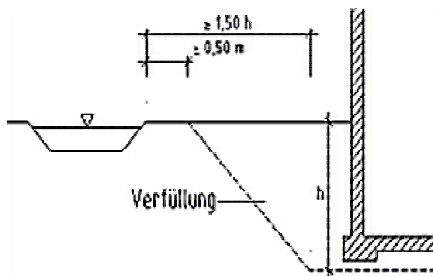


Abb. 26: Abstand von Versickerungsanlagen zu Gebäuden.

Je nach Herkunftsfläche und damit Belastung der Abflüsse sind Versickerungsanlagen mit unterschiedlichen Reinigungsvermögen erforderlich. Eine Übersicht über die Zuordnung außerhalb von Wasserschutzgebieten gibt Tab. 6.

Fläche		Gehalt an Belastungsstoffen	Oberirdische Versickerungsanlagen			Unterirdische Versickerungsanlagen		
			Qualitative Bewertung			Rigolen- und Rohr-Rigolenelement	Versickerungsschacht	
			$A_{Uj} : A_{Gj} \leq 5$ In der Regel breitflächige Versickerung	$5 < A_{Uj} : A_{Gj} \leq 15$ in der Regel dezentrale Flächen- und Mulden-Versickerung, Mulden-Rigolen - Elemente	$A_{Uj} : A_{Gj} > 15$ In der Regel zentrale Mulden- und Beckenversickerung			
1	Gründächer; Wiesen- und Kulturland mit möglichem Regenabfluss in das Kanalnetz	tolerierbar	+	+	+	+	+	
2	Dachflächen ohne Verwendung von unbeschichteten Metallen (Kupfer, Zink und Blei); Terrassenflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten		unbedenklich	+	+	+	+	(+)
3	Dachflächen mit üblichen Anteilen aus unbeschichteten Metallen (Kupfer, Zink und Blei)		+	+	+	(+)	(+)	
4	Rad- und Gehwege in Wohngebieten; Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereiches von Straßen; verkehrsberuhigte Bereiche		+	+	(+)	(-)	(-)	
5	Hofflächen und Pkw-Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel sowie wenig befahrene Verkehrsflächen (bis DTV 300 Kfz) in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten		+	+	(+)	(-)	-	
6	Straßen mit DTV 300-5.000 Kfz, z. B. Anlieger-, Erschließungs- und Kreisstraßen		+	+	(+)	(-)	-	
7	Start und Rollbahnen von Flugplätzen, Rollbahnen von Flughäfen ¹		+	+	(+)	(-)	-	
8	Dachflächen in Gewerbegebieten mit signifikanter Belastung		+	+	(+)	(-)	-	
9	Straßen mit DTV 5.000 –15.000 Kfz, z. B. Hauptverkehrsstraßen; Start- und Landebahnen von Flughäfen		+	+	(+)	-	-	
10	Pkw-Parkplätze mit häufigen Fahrzeugwechsel z. B. von Einkaufszentren		+	+	+	-	-	
11	Dachflächen mit unbeschichteten Eindeckungen aus Kupfer, Zink und Blei; Straßen und Plätze mit starker Verschmutzung z. B. durch Landwirtschaft, Fuhrunternehmen, Reiterhöfe, Märkte		+	(+)	(+)	-	-	
12	Straßen mit DTV über 15.000 Kfz, z. B. Hauptverkehrsstraßen von überregionaler Bedeutung, Autobahnen		+	(+)	(+)	-	-	
13	Hofflächen und Straßen in Gewerbe- und Industriegebieten mit signifikanter Luftverschmutzung		nicht tolerierbar	(-)	(-)	(-)	-	-
14	Sonderflächen z. B. LKW-Park- und Abstellflächen; Flugzeugdepositionsflächen von Flughäfen		(-)	-	-	-	-	-

+ In der Regel zulässig (+) In der Regel zulässig nach Vorbehandlung
 (-) nur in Ausnahmefällen zulässig (-) nicht zulässig

¹ Einzelfallbetrachtungen für den Winterbetrieb erforderlich

Tab. 6: Zuordnung von Versickerungsanlagen zu Abflüssen verschiedener Herkunftsflächen

Besondere Anforderungen gelten in Wasserschutzgebieten. In Schutzzone I ist die Versickerung grundsätzlich nicht möglich. In der Schutzzone II ist die Versickerung von Niederschlagswasser nur in besonderen Fällen möglich und immer erlaubnispflichtig. Die jeweilige Schutzgebietsverordnung ist zu beachten. Ebenso kritisch sind Versickerungen im Karstgebiet zu werten. Ein Grundwasserflurabstand von mindestens 1 m ist einzuhalten. Maßgebend ist der mittlere Wert der höchsten Grundwasserstände der letzten 10 Jahre. Bei kritischen Fällen von hochbelasteten Versickerungsanlagen oder sensiblen Untergrundverhältnissen sind größere Flurabstände erforderlich.

5.1.4.3 Betrieb und Unterhaltung

Um die Funktion von Versickerungsanlagen dauerhaft sicherzustellen, sind diese durch den Anlagenbetreiber regelmäßig zu kontrollieren und anlagenbezogenen Wartungsarbeiten durchzuführen. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um das Entfernen von Laubeinträgen, Grünpflege bis hin zum ggf. erforderlichen Abschälen der obersten Bodenschicht. Bei zentralen, kommunalen Versickerungsanlagen ist die Aufstellung eines Unterhaltungsplans und eines Betriebsbuches erforderlich. Einen Überblick der betrieblichen Maßnahmen für unterschiedliche Versickerungsanlagen gibt Tabelle 7.

Anlage	Maßnahme	Intervalle	Bemerkungen
für alle Versickerungsanlagen bei Baumaßnahmen im Einzugsgebiet	Verringerung von Selbstdichtung; Verbot zum Befahren und Ablagern; keine Wegsamkeiten, z. B. durch Baumbepflanzung mit Wurzelbelüftung /Wurzelbewässerung		Vorschalten einer Vorreinigung Inbetriebnahme möglichst erst nach Befestigung / Begrünung des Einzugsgebietes, vorläufige Entwässerung über provisorische Mulde
durchlässig befestigte Flächen mit Anschluss an eine Versickerungsanlage	Aufrechterhaltung / Wiederherstellung der Versickerungsfähigkeit	bei Bedarf	Verbot wassergefährdender Stoffe / Herbizide / Tausalze saugende Reiniger
unbefestigte Versickerungsfläche	Mahd	in Abhängigkeit von Nutzung und Bewuchs, mindestens jährlich	Mähgut entfernen
	Entfernen von Laub und Störstoffen	im Herbst und bei Bedarf	
	Gärtnerische Pflege	bei Bedarf	Verbot wassergefährdender Stoffe / Herbizide
	Wiederherstellen der Durchlässigkeit	bei Bedarf	Vertikutieren
	Entfernen von Wulstbildung (Zulaufbereich)	bei Bedarf	

Anlage	Maßnahme	Intervalle	Bemerkungen
Mulde	Mahd	bei Bedarf; mindestens jährlich	Mähgut entfernen
	Entfernen von Laub und Störstoffen	im Herbst und bei Bedarf	
	Wiederherstellen der Durchlässigkeit	bei Bedarf	Vertikutieren, Schälen, Boden austauschen
	Verhindern von Auskolkung	beim Bau und bei Bedarf	Steinschüttung, Pflasterung, widerstandsfähige Vegetation im Zulaufbereich
Rigole	Inspektion	halbjährlich	
	Reinigung des Absetzschachtes	bei Bedarf	Verbot wassergefährdender Stoffe
Rohrrigole	Inspektion der Kontrollschächte	halbjährlich	ggf. Entfernen von Laub und Ablagerungen
	Inspektion der Rohrstranganfänge; Reinigung des Absetzschachtes	halbjährlich	ggf. Spülung der Sickerrohre nach Herstellerangaben
	Vermeidung von Durchwurzelung	bei nachträglicher Bepflanzung	Flachwurzler; Mindestabstand von Bäumen: halber Kronendurchmesser
Schacht	Inspektion	halbjährlich und ggf. nach Starkregen / Unfällen	ggf. Störstoffe entfernen, Dokumentation der höchsten Wasserstände
	Schacht Typ A: Reinigung ggf. Ersatz des Filtersackes	bei Bedarf	
	Schacht Typ B: Wiederherstellen der Durchlässigkeit durch Abschälen und Wiederauffüllen des Filtersandes	bei Bedarf	Austausch der Filterschicht
Versickerungsbecken	Inspektion	halbjährlich und ggf. nach Starkregen / Unfällen	Sicht- und Funktionsprüfung, ggf. Entfernen von Störstoffen
	Mahd	mindestens jährlich	Mähgut entfernen
	Beprobieren der Beckensohle	alle 10 Jahre und nach Unfällen	auf Schadstoffe in Abhängigkeit von Flächennutzung untersuchen; Nullprobe bei Betriebsbeginn
	Entfernen von Ablagerungen von der Beckensohle	bei Bedarf	bei kritischer Schadstoffkonzentration oder zu geringer Versickerungsrate; ordnungsgemäße Entsorgung des Schälguts
	Gärtnerische Pflege	bei Bedarf	kein Einsatz von wassergefährdenden Stoffen / Herbiziden
	Mäuse- / Maulwurfsschäden beseitigen	bei Bedarf	

Tab. 7: Übersicht über die Wartungsarbeiten für verschiedene Versickerungsanlagen

Die darin für Versickerungsbecken vorgesehene Beprobung der Beckensohle ist für hydraulisch oder stofflich hochbelastete Anlagen (Versickerungsmulden und -becken) - insbesondere auch in Wasserschutzgebieten - nicht ausreichend. So wird auf Grund der hohen hydraulischen und stofflichen Belastung von Versickerungsbecken für Abflüsse von stark befahrenen Straßen eine regelmäßige Untersuchung erforderlich, von der auch eine Vorgehensweise für andere Fälle abgeleitet werden kann. Im Rahmen der Untersuchung sind alle 5 Jahre Bodenbeprobungen durchzuführen. Dabei ist der in der Versickerungsanlage vorhandene vertikale und horizontale Gradient der Bodenbelastung zu erfassen. Der Untersuchungsumfang sollte die Parameter Cadmium, Kupfer, Zink, Blei, den pH-Wert sowie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) umfassen. Wünschenswert wäre eine Untersuchung der Neutralisationskapazität (AMC_{24}). Allerdings ist diese Analytik derzeit noch nicht flächendeckend als praxisreif einzustufen und die Ergebnisse sind nur schwer reproduzierbar. Als Grundlage für eine Beurteilung der gewonnenen Proben ist eine Nullprobe (vor einer Beschickung bzw. vor Einbau) des Filtermaterials erforderlich.

Zur Erfassung des vertikalen Gradienten sind die Proben in einer Tiefenabstufung zu entnehmen. In der Praxis hat sich nur die Probenahme mittels Bohrstock als praktikabel erwiesen. Die Probenahme – insbesondere bei Filterschichten aus Sand – ist mit besonderer Sorgfalt von einem Fachmann durchzuführen. Ein Probenahmeprotokoll mit den durchgeführten Arbeiten (wie Sedimenträumung, Feldansprache der Körnung der Filterschichten, Anzahl der Einstiche) und einer Skizze (Lageplan mit Probenahmestellen) ist zwingend zu erstellen.

Um die Kosten für die Analytik in einem angemessenen Umfang zu halten, sind Mischproben aus den Bereichen 0 - 5 cm, 5 - 15 cm und 15 - 30 cm herzustellen. Somit ergeben sich bei der Untersuchung von langgestreckten Becken mit nur einem Zulauf bei einer Probenahme aus dem Einlaufbereich sowie aus dem dem Zulauf gegenüberliegenden Bereich insgesamt 6 zu untersuchende Mischproben. Jede Mischprobe ist aus mindestens 10 Einstichen herzustellen, so dass die gesamte Beprobung der Anlage 20 Einstiche umfasst. Aufgrund der geometrischen Abmessungen (z. B. sehr langgestreckte Becken) und der Zulaufanordnung (z. B. mehrere Zuläufe) können mehr Probenahmestellen oder eine andere Zusammenstellung der Mischprobe erforderlich werden. Bei unterschiedlichen Filterschichten ist eine Mischprobe je Schicht herzustellen. Die Analysenmethoden sind in der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung festgelegt. Abgelagertes Sediment ist vorher zu entfernen. Diese Art der Untersuchung (schichtenweise) ermöglicht die Beurteilung, ob die Filterfunktion der eingebauten Bodenschichten erschöpft ist. Dies kann auch die Untersuchung von tieferen Bodenschichten erfordern. Für die Beurteilung des Emissionsverhaltens der Anlage wird vereinfacht die zeitliche Veränderung des vertikalen Gradienten herangezogen. Deshalb sind die Ergebnisse der einzelnen Beprobungen zu dokumentieren. Bei besonderen Randbedingungen, z. B. bei sehr hoch belasteten Anlagen, können auch kürzere Untersuchungsintervalle erforderlich werden. Ebenso können im Einzelfall längere Intervalle mit reduziertem Untersuchungsumfang angezeigt sein.

Die Einstiche sind nach der Probenahme fachgerecht zu verschließen.

5.1.4.4 Kosten der Versickerung

Die Preise der Versickerungsanlagen variieren in einem breiten Bereich und hängen stark von den örtlichen Bedingungen ab. In Neubaugebieten ist eine Regenwasserversickerung einfacher und daher kostengünstiger als bei bestehender Bebauung und vorhandenen Entwässerungssystemen.

Ob Versickerungsanlagen, die als grundstücksübergreifende Verbundmaßnahme ausgeführt werden, kostengünstiger sind als grundstücksbezogene Einzelanlagen, ist im Einzelfall zu prüfen.

Weitere Faktoren, die entscheidenden Einfluss auf den Baupreis nehmen, sind die hydrogeologischen Gegebenheiten des Baugrundes, der Grundstückspreis, der Versiegelungsgrad und die Dichte der Verkehrswege im Baugebiet.

5.2 Flächenentsiegelung und Förderprogramme

Für Flächenentsiegelung und Entsiegelungsprogramme können nach den Förderrichtlinien des Landes (FrWw) Zuwendungen an Gemeinden, Zweckverbänden und Verwaltungsgemeinschaften gewährt werden. Voraussetzung dafür ist, dass zuwendungsfähige Investitionen für die Abwasserbeseitigung eingespart werden. Die Kosten für Entsiegelungsvorhaben werden den Investitionen für die Abwasserbeseitigung gleichgestellt. Die Priorität der Entsiegelungsvorhaben richtet sich nach der Priorität des ursprünglichen Vorhabens der Abwasserbeseitigung, bei dem Investitionen eingespart werden. Außer der direkten Gewährung von Zuwendungen können Entsiegelungsvorhaben und Regenwassernutzungen in öffentlichen Gebäuden auch mit der **Niederschlagswasserabgabe** der Gemeinde verrechnet werden. Hierbei muss es sich um Bereiche handeln, die bislang versiegelt waren.

Einige Kommunen fördern nachhaltig private Rückhaltemaßnahmen wie Dachbegrünung, Regenwassernutzung, Regenwasserversickerung sowie Flächenentsiegelungen.

6. Getrennte Ableitung und Retention

Durch die zunehmende Versiegelung geht die lokale Grundwasserneubildung und insbesondere die Verdunstung in einem Siedlungsgebiet zurück und der Oberflächenabfluss nimmt zu. Ziel der naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung ist es, dieser Entwicklung entgegen zu wirken.

Die getrennte Ableitung kommt immer dann zum Einsatz, wenn die Versickerung auf Grund gegebener Voraussetzungen, wie z. B.

- der geringen Durchlässigkeit des Bodens,
- bei saueren Bodenverhältnissen ($\text{pH} < 4$), die keine Reinigungswirkung mehr gewährleisten, oder
- stark geneigtem Gelände, mit Problemen für unterhalb liegende Grundstücke oder der Gefahr der Hangrutschung

nicht möglich oder eingeschränkt ist. Wie auch bei der Versickerung sollten Maßnahmen, wie z. B. Wasserflächen, die die Verdunstung in einem Siedlungsgebiet erhöhen, in die Konzepte integriert werden.



Abb. 27: Getrennte Ableitung von Niederschlagswasser (Beispiele)

Bei der naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung erfolgt die Ableitung von Niederschlagswasser nicht über einen Kanal direkt ins Gewässer. Vielmehr wird die Reinigungswirkung von bewachsenen offenen Mulden genutzt, um Schadstoffe zurückzuhalten und die Abflussspitzen aus dem Gebiet zu dämpfen. Die oberflächennahen Mulden-, Graben- oder Rinnensysteme lassen sich frühzeitig gut in das städtebauliche Konzept einer Erschließung integrieren und auch als gestalterisches Element nutzen. Beispiele zeigt Abbildung 27. Dabei kann die getrennte Ableitung direkt beim Fallrohr beginnen.

Durch die aus versiegelten Flächen abgeleiteten Niederschlagsabflüsse kommt es gegenüber einem natürlichen Einzugsgebiet zu einer Erhöhung der Scheitelabflüsse. Dabei bestimmt die Lage der bebauten Flächen innerhalb des Einzugsgebietes, wie sich die Abflusswellen aus dem bebauten und dem natürlichen Einzugsgebiet überlagern. Exemplarisch ist dies anhand von Ergebnissen eines Niederschlags-Abfluss-Modells in Abbildung 28 dargestellt. Die versiegelten Flächen kommen schneller zum Abfluss als das natürliche Gebiet. Dies wird am Beispiel b deutlich, in dem die Abflüsse aus der nahe dem Pegel liegenden Bebauung bereits früher den Betrachtungspunkt erreichen. Zu beachten ist dabei, dass der Abflussbeiwert von Flächen von dem Niederschlagsereignis (Dauer und Höhe), der Jahreszeit, in der das Ereignis auftritt, und ganz erheblich von der Vorbodenfeuchte infolge vorangegangener Niederschläge abhängt. Deshalb verursachen versiegelte Flächen in aller Regel nur bei kleinen Einzugsgebieten und bei Ereignissen mit kleiner Jährlichkeit eine deutliche Abflusserhöhung. Die Ursache liegt im wesentlichen darin, dass kurze Niederschlagsdauern für die hohen Abflussscheitelwerte maßgebend werden und bei diesen Ereignissen das natürliche Gebiet, sofern die Böden aufgrund Vorregen nicht bereits wassergesättigt sind, nur mit einem geringen Abflussanteil beteiligt ist. Bei größeren Einzugsgebieten nimmt die Abflusserhöhung durch die versiegelten Flächen auch bei kleinen Jährlichkeiten deutlich ab, da die Retentionswirkung im Gewässer und die zeitliche Überlagerung aus Teileinzugsgebieten

wirksam wird. Bei Hochwasserereignissen großer Jährlichkeit dominiert immer die Abflussganglinie aus dem natürlichen Gebiet, da sich diese Flächen in wassergesättigtem Zustand oder bei gefrorenem Boden wie versiegelte Flächen verhalten. Der Einfluss der Bebauung geht aufgrund des geringen Flächenanteils prozentual deutlich zurück.

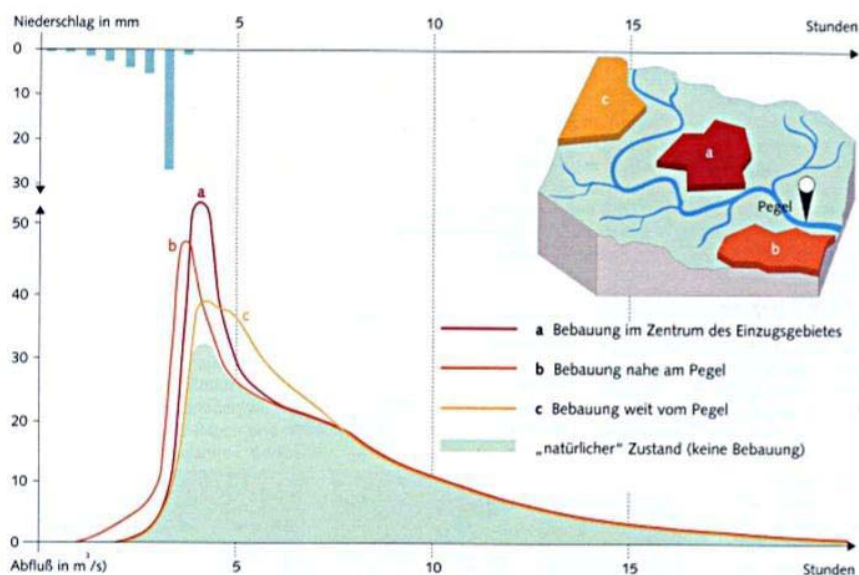


Abb. 28: Beispiele für das Niederschlags-Abflussverhalten eines Einzugsgebietes mit und ohne Bebauung

6.1 Rückhalteinrichtungen zur Dämpfung der hydraulischen Gewässerbelastung

Zentrale Rückhalteinrichtungen werden dort angeordnet, wo bei der Einleitung eine hydraulische Überlastung des Fließgewässers vermieden werden soll. Mit der Anordnung solcher Anlagen wird nicht das Ziel verfolgt, Hochwasserschutz zu betreiben. Hierfür sind umfassende Planungen mit anderen Bemessungsansätzen durchzuführen. Dabei sind höhere Wiederkehrzeiten (> 20 Jahre) und längere Regendauern maßgebend.

Bei modifizierten Entwässerungsverfahren soll die Dämpfung der Abflusswelle bereits über das naturnahe Ableitungssystem realisiert werden. Allerdings können auch bei der naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung im Einzelfall solche Betrachtungen notwendig werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn innerhalb der maßgebenden Fließstrecke noch andere Einleitungen aus der Siedlung hinzukommen. Hier sind insbesondere Einleitungen von konventionellen Misch- und Trennsystemen relevant.

Für Flüsse mit einer mittleren Wasserspiegelbreite von mehr als 5 m sowie größeren Teichen und Seen, deren Oberfläche mindestens 20 % der undurchlässigen Fläche der Siedlung an der Einleitungsstelle beträgt, sind keine Regenrückhalteinrichtungen erforderlich. Bei kleinen Teichen (Oberfläche < 20 % von A_U) ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich.

Entsprechend der Betrachtungsweise bei der biologischen und chemischen Gewässergüte soll die Einleitung von Wasser von befestigten Flächen allenfalls zu einer mäßigen hydraulischen Belastung eines

Gewässers führen. Darauf aufbauend ist zu prüfen, ob eine Rückhaltung zur Vermeidung der hydraulischen Überlastung des Fließgewässers erforderlich ist. Hierfür ist der maximal zulässige Einleitungsabfluss $Q_{\text{ein,max}}$ (incl. Fremdwasser) festzulegen. Die Summe aller Einleitungsabflüsse innerhalb einer Fließstrecke von etwa 30 Minuten Fließzeit bei Mittelwasserabfluss darf nicht mehr als $Q_{\text{ein,max}}$ betragen. Wenn keine Informationen zur Fließgeschwindigkeit bei Mittelwasserabfluss vorliegen, kann diese Strecke für die verschiedenen Gewässertypen vereinfacht mit den in Tabelle 9 genannten mittleren Fließgeschwindigkeiten abgeschätzt werden. Wollen mehrere Betreiber innerhalb dieser Fließstrecke einleiten und würde dadurch $Q_{\text{ein,max}}$ überschritten, ist im Zuge der/des Wasserrechtsverfahren/s zu klären, wie sich die verschiedenen Einleitungswassermengen auf die einzelnen Betreiber verteilen.

Die Morphologie eines Gewässers ist hauptsächlich durch Hochwasserabflüsse in der Größenordnung des einjährigen Hochwasserabflusses (HQ_1) geprägt. Da eine Überlagerung der Abflussspitzen aus dem natürlichen Einzugsgebiet und den befestigten Flächen im Regelfall nicht stattfindet, kann $Q_{\text{ein,max}}$ in der Größe von HQ_1 festgelegt werden. Der einjährige Hochwasserabfluss (HQ_1) an der Einleitungsstelle kann auf der Grundlage einer Regionalisierung für jedes Gewässer errechnet bzw. bei den Gewässerdirektionen und ihren Bereichen erfragt werden.

Bei sehr empfindlichen Gewässern mit geringem Wiederbesiedelungspotential oder bei stark erosionsgefährdeten Gewässern (z. B. als Folge des Abschneidens der Überflutungsausläufe) wird empfohlen, bei der Ableitung von $Q_{\text{ein,max}}$ nicht HQ_1 sondern die Korngröße der Gewässersedimente als Maß für die Erodierbarkeit der Gewässersohle zu berücksichtigen. Dies geschieht über einen Einleitungswert e_w (s. Tabelle 8). In diesen Fällen bestimmt sich $Q_{\text{ein,max}}$ zu:

$$Q_{\text{ein,max}} = e_w \cdot MQ \cdot 1000 \quad \text{in l/s}$$

mit: e_w = dimensionsloser Einleitungswert in Fließgewässern in Abhängigkeit von der Korngröße der Sedimente (s. Tabelle 8)

MQ = Mittelwasserabfluß an der Einleitungsstelle in m^3/s

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

Tab. 8: Einleitungswert e_w in Abhängigkeit von der Korngröße

Mit den in Tabelle 9 angegebenen Orientierungswerten für die Abflussspenden bei Mittelwasserabfluss Mq können über die Einzugsgebietsfläche des Gewässers an der Einleitungsstelle die dazugehörigen Abflüsse ermittelt werden:

$$MQ = Mq \cdot A_{\text{EO}} \quad \text{in l/s}$$

mit: Mq = Abflussspende bei MQ in $\text{l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$

A_{EO} = Einzugsgebietsfläche des Gewässers an der Einleitungsstelle in km^2

Gewässertyp		Mittlere Abflussspende M_q in $l/(s \cdot km^2)$	Mittlere Geschwindigkeit v_M bei MQ in m/s
kleiner Flachlandbach	$b_{Sp} < 1 \text{ m}, v < 0,3 \text{ m/s}$	10	0,2
kleiner Hügel- und Berglandbach	$b_{Sp} < 1 \text{ m}, v \geq 0,3 \text{ m/s}$	30	0,5
großer Flachlandbach	$b_{Sp} = 1 - 5 \text{ m}, v < 0,5 \text{ m/s}$	10	0,3
großer Hügel- und Berglandbach	$b_{Sp} = 1 - 5 \text{ m}, v \geq 0,5 \text{ m/s}$	30	0,8

Tab. 9: Orientierungswerte verschiedener Gewässertypen für M_q und v_M .

Die Größe des natürlichen Einzugsgebietes an der Einleitungsstelle und eventuell vorliegende Messwerte für Abflüsse können bei dem zuständigen Bereich der Gewässerdirektionen oder der zuständigen Genehmigungsbehörde erfragt werden.

Ziel einer Begrenzung des Einleitungsabflusses ist, die Häufigkeitsverteilung der Gewässerabflüsse im Bereich $Q_{ein,max}$ (HQ_1 bzw. $e_w \cdot MQ$) möglichst wenig zu verschieben. Dazu wird die Summe aller Einleitungsabflüsse innerhalb einer Fließstrecke von 30 Minuten auf die Größe der Abflüsse $Q_{ein,max}$ begrenzt. Bei der Prüfung, ob eine Rückhaltung erforderlich ist, muss diese mit dem maßgebenden Abfluss aus den befestigten Flächen (Siedlungsfläche) verglichen werden. Der maßgebende Siedlungsabfluss kann vereinfacht mit dem $Q_{r15, n=1}$ (Fließzeitverfahren mit Blockregenansatz) angesetzt werden:

Nach der Ermittlung der Abflüsse können zwei Fälle unterschieden werden:

$$1. \quad \frac{Q_{r15, n=1}}{Q_{ein,max}} \leq 1$$

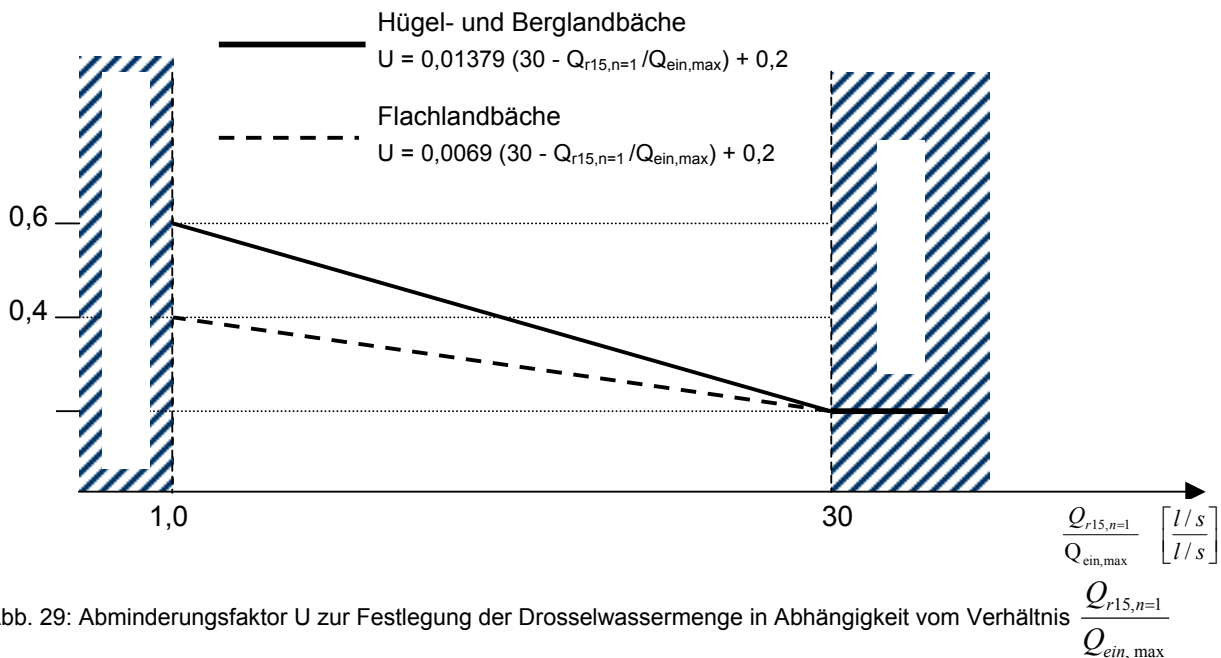
Bis zur Höhe der Abflüsse von $Q_{ein,max}$ kann das Niederschlagswasser ungedrosselt (d.h. ohne Rückhaltung) eingeleitet werden. In der Folge finden Abflüsse bis $Q_{ein,max}$ häufiger statt. Diese jeweils über nur kurze Dauern auftretenden Ereignisse können jedoch i.d.R. toleriert werden.

$$2. \quad \frac{Q_{r15, n=1}}{Q_{ein,max}} > 1$$

Falls höhere Abflüsse als $Q_{ein,max}$ auftreten, müssen diese gedrosselt abgeleitet werden. Durch die Drosselung verlängert sich die Dauer der Einleitung von der Siedlungsfläche. Damit erfolgt eine längere hydraulische Belastung des Gewässers, welche an sich schon nachteilig ist. Zusätzlich bewirkt sie eine Tendenz zur Überlagerung mit erhöhten Abflüssen aus dem Gewässereinzugsgebiet. Die Folge ist eine deutliche Erhöhung der Häufigkeit der Gewässerabflüsse im Bereich von $Q_{ein,max}$ und auch darüber. Um diesen Effekt einzugrenzen, muss der rechnerisch zulässige Abfluss der Siedlung auf den Drosselabfluss $Q_{dr,RRA}$ reduziert werden:

$$Q_{dr,RRA} = U \cdot Q_{ein,max} \quad \text{in } l/s$$

Mit: $Q_{dr,RRA}$ = Drosselabfluss der Regenrückhalteanlage in l/s
 U = Abminderungsfaktor (dimensionslos) (s. Abb. 29)
 $Q_{ein,max}$ = maximal zulässige Einleitungswassermenge in l/s



Ein Verhältnis von $Q_{r15,n=1} / Q_{ein,max} > 30$ ist wasserwirtschaftlich nicht sinnvoll.

Sollte es in Einzelfällen erforderlich sein, größere Flächen in kleinen Einzugsgebieten zu befestigen und deshalb das Verhältnis über diesen Wert anwachsen, ist der Abminderungsfaktor mit $U = 0,2$ beizubehalten.

Die Bemessung des erforderlichen Regenrückhaltevolumens erfolgt in Abhängigkeit vom zulässigen Drosselabfluss, der gewählten Überschreitungshäufigkeit und der angeschlossenen abflusswirksamen Fläche. Die Überschreitungshäufigkeit bei der Volumenermittlung der Regenrückhalteanlage ist im Regelfall mit $n = 0,5$ festzulegen; das heißt, der Rückhalteraum läuft einmal in zwei Jahren über. Bei besonders kritischen Gewässerverhältnissen können Häufigkeiten bis zu $n = 0,2$ erforderlich werden. Die maßgebende Dauer des Bemessungsregens wird im Rahmen des Bemessungsgangs ermittelt.

Für den Überlastungsfall ist jede Regenrückhalteanlage mit einem Notüberlauf auszustatten, der für den maximal möglichen Zufluss auszulegen ist. Das Gefährdungspotential bei Tätigkeit des Notüberlaufes und der möglichst schadlose Abflussweg sind in die Betrachtung einzubeziehen.

7. Weiterführende Informationen

Ansprechpartner

Die Bürgermeisterämter der Städte und Gemeinden
Die unteren Wasserbehörden der Stadt- und Landkreise
Die Regierungspräsidien
Das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg

Literatur

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ATV-DVWK): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138. Hennef, GFA, 2002.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ATV-DVWK): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser- Merkblatt ATV-DVWK-M 153. Hennef, GFA, 2000.

Abwassertechnische Vereinigung e.V. (ATV): Wahl des Entwässerungssystems. ATV-Arbeitsblatt A 105. Hennef, GFA, 1997.

Die Bundesministerin für Gesundheit und die Bundesministerin für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft: Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung. BGBl. I 2001 S. 959 f.

Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e. V. (fbr): Regenwassernutzung in privaten und öffentlichen Gebäuden - Qualitative Aspekte. Darmstadt. 1996.

Geiger, W. und Dreiseitl, H.: Neue Wege für das Regenwasser: Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten. München, R. Oldenburg, 1995.

Golwer, A.: Belastung von Böden und Grundwasser durch Verkehrswege. Forum Städte-Hygiene 42 (1991), Heft 5, S. 266 - 275

König, K. W.: „Regenwassernutzung von A - Z“. Ein Anwenderhandbuch für Planer, Handwerker und Bauherren. Schwerpunkt Sanitär- und Speichertechnik. Fünfte Auflage, Donaueschingen-Pföhren, Mallbeton-Verlag, Januar 2000, ISBN 9803502-0-7.

Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg: Naturverträgliche Regenwasserbewirtschaftung – Leitfaden, Stuttgart, 1999.

Sieker, H.: Generelle Planung der Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten, Mitteilungen des Institutes für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU Darmstadt Heft 116, 2000

Umweltbundesamt: Umweltdaten Deutschland 2002, Berlin 2002

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Praxisratgeber für den Grundstücksbesitzer Regenwasserversickerung - Gestaltung von Wegen und Plätzen, 2000

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Schwermetallgehalte im Niederschlagsabfluss, 1999

Hinweise für Anträge auf wasserrechtliche Erlaubnis zur Versickerung von Niederschlagswasser

Folgende Antragsunterlagen sind rechtzeitig vor Ausführung des Vorhabens bei der zuständigen unteren Wasserbehörde vierfach einzureichen.

- Formloser Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis zur Versickerung von Niederschlagswasser
- Erläuterungsbericht (Beschreibung des Vorhabens nach Art, Umfang und Zweck mit Angaben der Dacheindeckung)
- Übersichtslageplan
- Bemessung der Versickerungsanlage nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 138
- Lageplan mit Darstellung der Entwässerung einschließlich der Versickerungsanlage(n)
- Detailzeichnungen der Versickerungsanlage (Querschnitt mit Aufbau der Bodenschichten und Angabe des mittleren bzw. maximalen Grundwasserstandes)
- Nachweis der gesicherten Ableitung bei „Versagen“ der Versickerungsanlage, z. B. infolge Kolmation oder Frosteinwirkung

Hinweise für Anträge auf wasserrechtliche Erlaubnis bei Einleitung von Niederschlagswasser in ein oberirdisches Gewässer

Folgende Antragsunterlagen sind rechtzeitig vor Ausführung des Vorhabens bei der zuständigen unteren Wasserbehörde vierfach einzureichen.

- Formloser Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung von Niederschlagswasser
- Erläuterungsbericht (Beschreibung des Vorhabens)
- Übersichtslageplan
- Ermittlung der zum Abfluss kommenden Wassermengen mit Angabe des Bemessungsregens, der Flächengrößen und Art der Flächenbefestigung
- Lageplan mit Darstellung der Entwässerung einschließlich der Ableitung bis zum Gewässer.
Hinweis: Wenn möglich sollte die Ableitung der Dachentwässerung in offenen, bewachsenen Gräben oder Rinnen (Pflaster) erfolgen
- Schnittzeichnung der Einleitungsstelle ins Gewässer (Einleitungsbauwerk)