

RICHTLINIE RETENTION



IMPRESSUM

HERAUSGEBERIN UND KONTAKTSTELLE

Amt für Umweltschutz und Energie
Fachstelle Siedlungsentwässerung und Landwirtschaft
Rheinstrasse 29
4410 Liestal
Tel. 061 552 51 11
E-Mail: siedlungsentwaesserung@bl.ch

August 2024

Inkrafttreten per 19.08.2024

AUTOREN / CO-AUTOREN

Amt für Umweltschutz und Energie (AUE), Liestal (Thomas Lang, Maya Zea / Véronique Andreoli, Nadine Konz), Ingenieurbüro Holinger AG, Liestal (René Brodmann / Claudia Marti, Reto Peier)

BEGLEITGRUPPE

Thomas Lang (Ltg.), Véronique Andreoli, Adrian Auckenthaler (AUE), René Brodmann (Holinger AG), Urs Flückiger (Frenkendorf), Thomas Hägeli (Kompetenzzentrum Bau Laufentaler Gemeinden), Pamela Köllner (Aesch), Martin Nideröst (Sutter AG), Tobias Räuchle (Arlesheim)

BILDER / GRAFIKEN

Amt für Umweltschutz und Energie, Liestal
Ingenieurbüro Holinger AG, Liestal

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|----|
| EINLEITUNG | 5 |
| 1. GELTUNGSBEREICH | 7 |
| 1.1. AUFBAU DER RICHTLINIE | 7 |
| 1.2. ZIELGRUPPE | 7 |
| 1.3. ABGRENZUNG | 7 |
| 1.4. UMGANG MIT VERSCHMUTZTEM REGENABWASSER | 7 |
| 1.5. UMSETZUNG DER RICHTLINIE | 9 |
| TEIL A – UMGANG MIT REGENWASSER | 10 |
| 2. PRIORISIERUNG..... | 10 |
| 2.1. GRUNDSATZ: VERMEIDEN / NUTZEN | 10 |
| 2.2. PRIORITÄT 1: VERSICKERN | 11 |
| 2.3. PRIORITÄT 2: ABLEITUNG IN EIN GEWÄSSER | 15 |
| 2.4. PRIORITÄT 3: EINLEITUNG IN DIE MISCHWASSERKANALISATION | 19 |
| 3. RETENTIONSMASSNAHMEN | 20 |
| 3.1. DACHRETENTION | 20 |
| 3.2. RETENTION AUF PLATZ- UND VERKEHRSFLÄCHEN | 22 |
| 3.3. MULDEN UND GRÄBEN | 25 |
| 3.4. VERSICKERUNGS- UND VERDUNSTUNGSMULDE BEI SCHLECHT SICKERBAREM UNTERGRUND ... | 26 |
| 3.5. WEIHER | 27 |
| 3.6. BEGRÜNUNG VON OBERFLÄCHIGEN RETENTIONSANLAGEN | 28 |
| 3.7. UNTERIRDISCHE RETENTIONSANLAGEN..... | 28 |
| 3.8. NOTÜBERLAUF UND RÜCKSTAU..... | 29 |
| TEIL B – DIMENSIONIERUNG | 30 |
| 4. BERECHNUNG RETENTIONSOLUMEN | 30 |
| 4.1. GRUNDSATZ | 30 |
| 4.2. VOLUMENBERECHNUNG A | 30 |
| 4.3. VOLUMENBERECHNUNG B | 31 |
| 4.4. BERECHNUNG VERDUNSTUNGS- UND VERSICKERUNGSMULDE..... | 33 |
| ANHANG 1: GESETZLICHE GRUNDLAGEN | 34 |
| ANHANG 2: BELASTUNGSKLASSEN FÜR DÄCHER UND PLÄTZE | 35 |
| ANHANG 3: BELASTUNGSKLASSEN VON STRASSENABWASSER | 36 |
| ANHANG 4: PFLANZENLISTE | 37 |
| ANHANG 5: NIEDRIGWASSERABFLUSS VON FLIESSGEWÄSSER (Q ₃₄₇) | 39 |
| ANHANG 6: ENTSCHEIDUNGSSCHEMA ZUM UMGANG MIT UNVERSCHMUTZTEN REGENABWASSER | 38 |

TABELLENVERZEICHNIS

| | |
|--|----|
| Tabelle 1 Vollzugstabelle | 9 |
| Tabelle 2 Zulässigkeiten Versickerung | 14 |
| Tabelle 3: Aufnahmefähigkeit in Abhängigkeit der geologischen Verhältnisse und dem Grundwasserschutz | 15 |
| Tabelle 4: Abflussbeiwerte von Dächern | 20 |
| Tabelle 5: Abflussbeiwerte von Platz- und Verkehrsflächen | 22 |
| Tabelle 6: Verkehrsflächen | 24 |
| Tabelle 7: Dimensionierung Gräben | 25 |

EINLEITUNG

Mit dem Klimawandel stehen wir vor grossen Herausforderungen. Langanhaltende Trockenperioden und zeitweise stark erhitzte Siedlungen sind schon heute Realität. Die zunehmende Versiegelung des Bodens reduziert lokal die Verdunstung sowie die natürliche Grundwasseranreicherung. Sie führt auch dazu, dass Regenwasser schnell abfliesst, wodurch unsere Gewässer bei Regen sehr viel Wasser abtransportieren, welches in Trockenzeiten fehlt. Retentionsmassnahmen sind ein geeignetes Instrument, um diesen Herausforderungen entgegenzuwirken.

Ein Rückhalt ab 12 mm löst bei Starkregen nach Trockenperioden in der Regel keinen hydraulisch oder stofflich kritischen Spülostoss von befestigten Flächen in Gewässer mehr aus.

Retention bezieht sich auf den gezielten Rückhalt von Regenabwasser und ist als Entwässerungsgrundsatz bereits seit 1991 in der eidg. Gewässerschutzgesetzgebung festgelegt. Eine einheitliche Praxis soll besonders den Gemeinden die Erstellung und Anpassung von Generellen Entwässerungsplänen (GEP) und gewässerschutzrechtlichen Bewilligungen (z.B. Kanalisationsbewilligung) erleichtern.

Das Wichtigste in Kürze

- Der Wasserkreislauf ist möglichst lokal, oberirdisch und naturnah zu erhalten / nachzubilden. Die Priorisierung ist massgebend. Die Möglichkeit einer Retention ist im Zusammenhang mit einer Versickerung oder einer Ableitung immer zu prüfen.
- Es sind nachweislich **12 mm Regenwasser** der abflusswirksamen Fläche während einer Stunde zurückzuhalten.
- Bei Bauvorhaben ist der Umgang mit Regenwasser sowie der Pflege und Unterhalt dieser Massnahmen bereits in der frühen Planungsphase zu berücksichtigen.
- Auch kleine Flächen können dazu beitragen, in der Summe eine grosse Wirkung zu erzielen.
- Für den Überflutungsschutz ist generell mindestens ein 5-jähriges Regenereignis vollständig zu beherrschen: durch Versickerung, Teilversickerung, Retention und/oder Ableitung insgesamt.

Die Anpassung an die Klimaerwärmung und die zunehmende Versiegelung ist eine wichtige planerische Herausforderung für die Gemeinden und Städte des Kantons Basel-Landschaft. Aus der Sicht des Gewässerschutzes ist dabei der möglichst lokal und naturnah abgebildete Wasserkreislauf zentral.

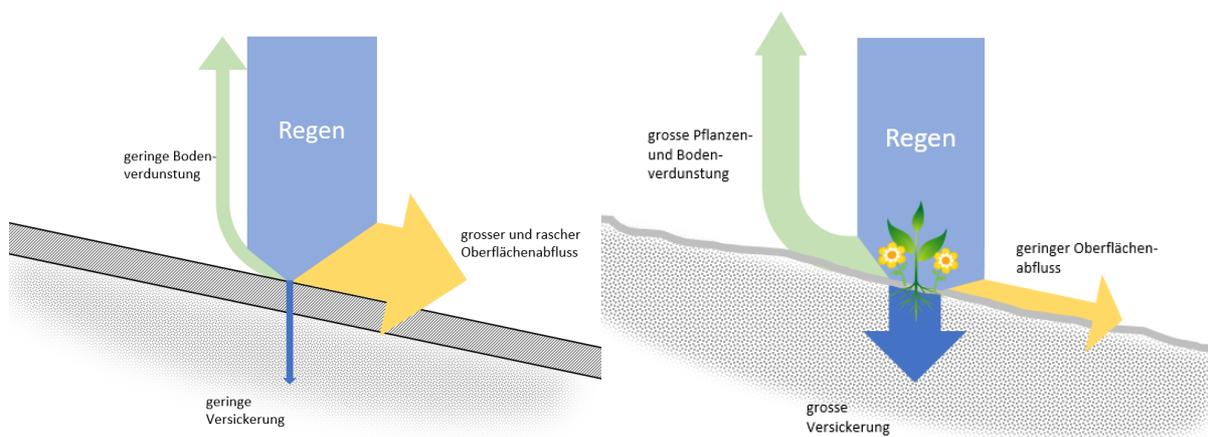


Abb. 1: Vereinfachte Wasserbilanz mit versiegelten und naturnahen Flächen

Dabei sind Retentionsmassnahmen zum Erhalt und zur Förderung des natürlichen Wasserkreislaufs ein wirkungsvolles Instrument, das die problematischen Effekte der zunehmenden Hitzeperioden und Starkregenereignisse abmildert. In den Gewässern können kurzzeitige hydraulische, stoffliche und thermische Belastungen durch gedrosselte Abflussspitzen und reduzierte Regen- und Mischwasserentlastungen verringert werden. Als bewusstes Gestaltungselement geplant, haben Retentionsmassnahmen grosses Potenzial, im Siedlungsgebiet eine attraktive Umgebung mit kühlendem Effekt und Raum für Biodiversität zu schaffen. Retentionsmassnahmen können häufig als Mehrfachflächennutzung konzipiert werden. Grundsätzlich eignen sich alle Freiflächen zur Gestaltung eines multifunktionalen Retentionsraums.

1. GELTUNGSBEREICH

1.1. AUFBAU DER RICHTLINIE

Teil A zeigt den Umgang mit Regenwasser auf und erläutert Retentionsmassnahmen für die Planung. Teil B erläutert das Vorgehen mit Rechenbeispielen zur Dimensionierung von Retentionsanlagen.

1.2. ZIELGRUPPE

Zielgruppen der vorliegenden Richtlinie sind Gemeinden und Planungs- und Bewilligungsbehörden im Kanton Basel-Landschaft, Fachbüros für Architektur, Ingenieurwesen, Geologie, Sanitärplanung sowie Landschaftsarchitektur.

1.3. ABGRENZUNG

Die Richtlinie bezieht sich auf anfallendes Regenwasser aus Siedlungen und von Verkehrswegen. Regenabwasser definiert sich als das von bebauten oder befestigten Flächen abfliessende Regenwasser.

Abwasser aus Drainagen, Oberflächenabfluss, welches über das offene natürliche Gelände in das Siedlungsgebiet gelangt wie auch weiteres Niederschlagsabwasser (Schnee, Tau etc.) wird hier nicht berücksichtigt. Auch Retentionsmassnahmen für den Rückhalt von verschmutztem Betriebsabwasser aus Industrie und Gewerbe sind nicht Bestandteil dieser Richtlinie. Diese Themen werden in den zukünftigen Generellen Entwässerungsplänen (GEP) / Abwasserreinigungsanlage (ARA) –GEP und betrieblichen Abwasserbewilligungen thematisiert.

1.4. UMGANG MIT VERSCHMUTZTEM REGENABWASSER

Regenabwasser enthält verschiedene Schadstoffe in partikulärer oder gelöster Form (v. a. Russ, Ammonium, Nitrit und Phosphat). Je nach Luftverschmutzung, Flächenmaterial- und Nutzung sowie der Niederschlagsintensität ist Regenabwasser gering, mittel oder stark belastet.

Dachabwasser hängt neben Stoffeinträgen aus der Atmosphäre auch von den Dachmaterialien und den Abflussleitungen ab. Weitere Parameter wie die Dauer zwischen zwei Regenereignissen, die Regenintensität und das Abflussvolumen haben einen Einfluss auf die Schadstoffbelastung (Anhang 2).

Strassenabwasser ist entweder direkt verkehrsbedingt durch Verbrennungsrückstände, Reifenabrieb, Tropfverluste, Salze oder indirekt verkehrsbedingt durch Bau- und Unterhaltsarbeiten, Winterdienst etc., mit Schadstoffen belastet. Die Einstufung des Verschmutzungsgrades von Regenabwassers auf Verkehrsflächen ist im Anhang 3 ersichtlich.

Grundsätzlich darf nur versickert oder in ein Gewässer abgeleitet werden, wenn dies keine nachteilige physikalische, chemische oder biologische Veränderung des Wassers zur Folge hat. Die kantonale Gewässerschutzfachstelle entscheidet bei der Prüfung des Baugesuchs, ob Regenabwasser verschmutzt ist und vor einer Versickerung oder Gewässereinleitung zu behandeln ist.

Die Vermischung von Regenabwasser mit einer geringeren Belastungsklasse ist unzulässig. Die Flächen sind vor den Retentionsmassnahmen separat zu behandeln. Die Belastung des Regenabwassers ist massgebend für die Art der Entwässerung und ist dementsprechend vorab in der Planung zu berücksichtigen. Zudem ist stets ein angemessener Havarieschutz sicherzustellen.

1.5. UMSETZUNG DER RICHTLINIE

Die Richtlinie gilt für sämtliche Neubauten, Quartierplanungen und den Generellen Entwässerungsplan (GEP) nach Abb. 10.

Die Richtlinie gilt auch für Um- und Anbauten sowie Sanierungen. Es wird hier den Gemeinden aber empfohlen, eine Bausumme oder eine Baufläche zu definieren, ab welcher diese Richtlinie zur Anwendung kommt (beispielsweise \geq Fr. 100'000.00 oder $A_{red} \approx 20 \text{ m}^2$).

Folgende Tabelle soll umgesetzt werden.

Tabelle 1 Vollzugstabelle

| | | Bauvorhaben | kommunale Entwässerungsplanung (GEP) |
|---------------------|----------------------|---------------------------------------|---|
| Prüfung auf: | Zweckmässigkeit | Sind die 12 mm Retention eingehalten? | Sind die 12 mm Retention oder das Einleitverhältnis gemäss VSA eingehalten? |
| | Verhältnismässigkeit | Gemeinde | Kanton |

Für Bauvorhaben sind die 12 mm Retention nachzuweisen und bei der Gemeinde zur Prüfung und Bewilligung einzureichen. Die Bauverwaltung der Gemeinde kann anschliessend das Gesuch hinsichtlich der Verhältnismässigkeit der Massnahme prüfen und das Gesuch bewilligen.

Bei kommunalen Planungen, wie zum Beispiel GEP, Teil-GEP, etc. sind ebenfalls die entsprechenden Nachweise (Zweckmässigkeit) zu führen und dem Kanton AUE BL zur Genehmigung einzureichen. Die Gemeinden können die Anforderungen der Richtlinie für die Retention in ihren Entwässerungs-Planungen und Reglemente verschärfen.

TEIL A – UMGANG MIT REGENWASSER

2. PRIORISIERUNG

Bei der Planung eines Bauvorhabens sind zuerst die vorgegebenen Rahmenbedingungen zu klären. Der Generelle Entwässerungsplan (GEP) sowie Richt- und Quartierpläne können weitere Hinweise zum Umgang mit Regenabwasser geben. Mögliche Gründe für erhöhte Anforderungen sind beispielsweise hydraulische Belastungen im Fließgewässer oder bereits voll ausgelastete Kanalisationen. Anschliessend ist die Priorisierung gemäss den folgenden Kapiteln anzuwenden. Im Anhang 6 ist das Entscheidungsschema zum Umgang mit Regenabwasser dargestellt.

2.1. GRUNDSATZ: VERMEIDEN / NUTZEN

Eine möglichst flächige Versickerung und Verdunstung kommt einem natürlichen Wasserkreislauf am nächsten. Mit durchlässigen Oberflächen, Begrünungen, Entsiegelungen, Entwässerungen über die Schulter oder Regenwassernutzungen wird abfliessendes Regenabwasser vermieden oder minimiert.

Regenwasser kann für Toilettenspülungen, Wasch- und Bewässerungszwecke gesammelt und eingesetzt werden. So kann der Verbrauch von Trinkwasser in Trockenzeiten reduziert werden. Ein reduzierter Trinkwasserverbrauch in Trockenzeiten kann sich auf die Gewässer positiv auswirken, da Quellen- und Grundwasservorkommen weniger genutzt werden müssen.



Abb. 4 Rasengittersteine für Platz- und Parkflächen



Abb. 2 Unversiegelter Hauseingang



Abb. 3 Sickerverbundsteine mit breiten Fugen



Abb. 5 Brauchwassernutzung oberirdisch

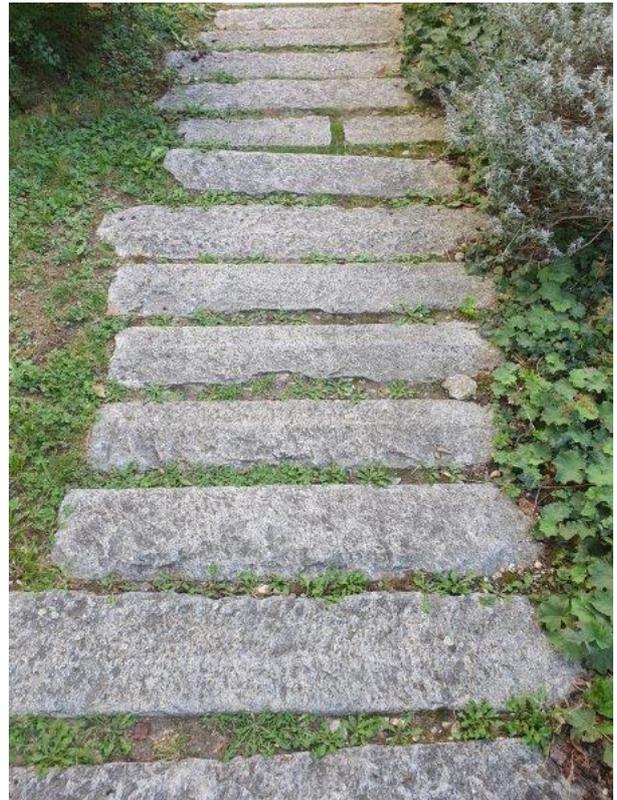


Abb. 6 Natursteinweg

2.2. PRIORITÄT 1: VERSICKERN

Gering verschmutztes Regenabwasser muss grundsätzlich versickert werden (GSchG Art. 7 Abs. 2). Gegebenenfalls sind Fachpersonen beizuziehen, die in bodenkundlichen und hydrogeologischen Untersuchungen aufzeigen, ob und in welchem Rahmen die Versickerung möglich ist. Wurden die Vermeidungs- und Nutzungsmöglichkeiten ausgeschöpft, sind Retentionsmassnahmen mit anschliessender Versickerung zu prüfen. Ist eine Versickerung nur teil- oder zeitweise möglich, ist auch diese zu berücksichtigen. Dies gilt für sämtliche Liegenschaften, auch für im GEP ausgewiesene Gebiete mit Trenn- oder Mischsystem. Das Regenabwasser ist dabei soweit möglich an der Oberfläche zu halten und anschliessend zu versickern. Dazu können beispielsweise begrünte Dachflächen, offene Rinnen oder bepflanzte Retentions- / Verdunstungsmulden eingesetzt werden. So wird das Regenabwasser als Element im Lebensraum eingebunden.



Abb. 7 Dachwasser-Speicher über begrünte Humusschicht

Retentionsmassnahmen vor einer Versickerung bewirken:

- Verdunstung
- Kühle Umgebung (Verdunstungsenergie)
- Grundwasserneubildung
- Reduzierte Hochwasserspitzen von Oberflächengewässer
- entlastete Entwässerungssysteme (z.B. Kanalisationen)

Örtliche Verhältnisse oder Grundwasserschutz-Massnahmen können Versickerungsmöglichkeiten einschränken (siehe folgende Kapitel).



Abb. 8 Versickerung eines Vorplatzdaches

2.2.1. ALLGEMEINE EINSCHRÄNKUNGEN

Grundwasserschutzzonen, belastete Standorte sowie hydrogeologische und geomorphologische Verhältnisse (Rutschhänge etc.) schränken die Versickerung ein. Ferner sind auf schützenswerte Natur- und Kulturgüter Rücksicht zu nehmen.

Viele Versickerungskarten aus den kommunalen GEPs wurden in den 1990er-Jahren erstellt, hatten bei der Erstellung einen anderen Fokus und sind entsprechend veraltet, weshalb die Planung durch eine Fachperson für Geologie erfolgen sollte.

2.2.2. HANGLAGEN

Bei Hanglagen sind allfällig mögliche Versickerungsanlagen gemeinsam mit einer Fachperson für Hydrogeologie oder Geotechnik zu planen.

Bei einer Hangneigung $< 10\%$ ist eine Versickerung wie in flachen Gebieten anzustreben. Um Vernässungen zu vermeiden, ist für unterliegende, insbesondere unterkellerte Gebäude, ein ausreichender Abstand zum Versickerungskörper vorzusehen. Eine Sickermulde ist möglichst hangparallel anzulegen, um das Sickerwasser auf eine größere Breite zu verteilen. Wenn eine Versickerungsanlage nicht ideal platziert werden kann, sind Sonderbaumaassnahmen erforderlich, z. B. eine Kaskadenversickerung aus mehreren Sickermulden.

Bei Hangneigungen von 10 % – 30 % ist eine Versickerung nur noch bedingt möglich und muss geologisch begleitet werden. Punktuelle Versickerungen könnten aufgrund von Bodenvernässungen Hangrutschungen auslösen. Bei hangwasserführendem Baugrund ist diesem Umstand besondere Beachtung zu schenken. Insbesondere ist das Weiterleiten des natürlichen Hangwassers und des zusätzlich angereicherten Versickerungsabwassers fachgerecht zu berücksichtigen.

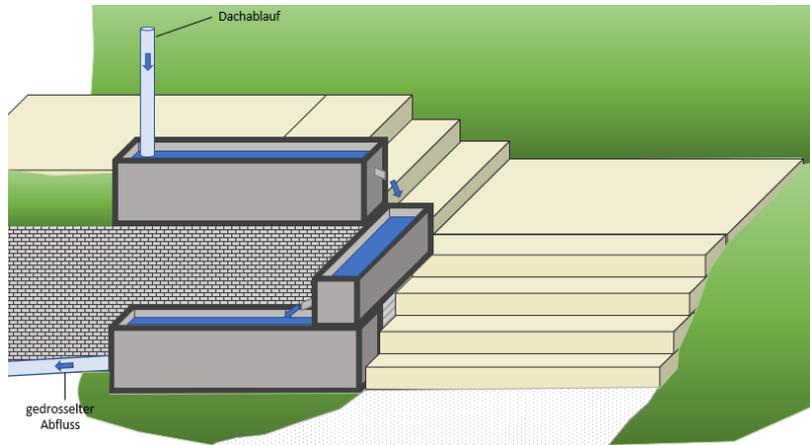


Abb. 9 Kaskadenretention

2.2.3. BELASTETES REGENABWASSER

Die Versickerung von Regenabwasser ist abhängig von dessen Herkunft, Belastung und Lage bezüglich Grundwasserschutz. Nur gering belastetes Regenabwasser darf ohne Behandlung versickert werden. Zur Ermittlung der Belastungsklasse sind die Anhänge 2 und 3 sowie die Tabelle 2 massgebend. Für die Versickerung von Regenabwasser gilt die mit dem Grundwasserschutz korrelierende Priorisierung (i) oberflächlich mit Bodenpassage, (ii) flächig und hochliegend, (iii) linear und (iv) konzentriert / unterirdisch.

Tabelle 2 Zulässigkeiten Versickerung

| Herkunft des Regenabwassers | Grundwasserschutzzonen und -bereiche | Art der Versickerung | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|---|---|
| | | Priorität 1 Oberflächlich über belebte Bodenschicht z. B. Schulterentwässerung, humusierte Mulden, Gräben, Mulden-Rigolen, usw. | Priorität 2 Flächig und hochliegend auf der Deckschicht z. B. Rasengittersteine, Schotter- und Mergelflächen | Priorität 3 Linear bei mittl. Grundwasserabstand > 4 Meter) z. B. Rigole, Sicker galerie, Sickerstränge, Kieskörper, seitliche Mergelflächen usw. | Priorität 4 Konzentriert: tiefliegende Versickerung oder lineare Versickerung bei mittl. Grundwasserabstand 1 – 4 Meter) z. B. Sickerschächte, tiefliegende Sicker galerien, Felsklüfte |
| Dächer mit unkritischen Materialien ¹ | S3 / S _h / S _m | (+) | -/+ | - | - |
| | A _u | + | + | (+) | (+) |
| | üB | + | + | (+) | (+) |
| Sonstige Dächer, Terrassen | S3 / S _h / S _m | -/+ | - | - | - |
| | A _u | + | (+) | (+) | - |
| | üB | + | + | (+) | (+) |
| Schwach frequentierte Plätze und PW- Parkplätze | S3 / S _h / S _m | -/+ | -/+ | - | - |
| | A _u | + | (+) | (+) | - |
| | üB | + | + | (+) | (+) |
| Stark frequentierte Plätze und LKW- Abstellplätze | S3 / S _h / S _m | - | - | - | - |
| | A _u | -/+ | -/+ | - | - |
| | üB | -/+ | -/+ | -/+ | - |
| Rad-, Geh- und Flurwege, Forststrassen | S3 / S _h / S _m | -/+ | -/+ | - | - |
| | A _u | + | (+) | (+) | - |
| | üB | + | + | (+) | (+) |
| Quartier- und Gemeindestrassen (DTV ² ≤ 3'000) | S3 / S _h / S _m | -/+ | - | - | - |
| | A _u | (+) | -/+ | -/+ | - |
| | üB | + | (+) | -/+ | - |

| | |
|-----|---|
| + | Zugelassen |
| (+) | Angabe der Oberflächen und Nutzung an Bewilligungsbehörde |
| -/+ | Nur zugelassen mit gewässerschutztechnischer Erwägung und Zustimmung des AUEs |
| - | Nicht zugelassen |

2.2.4. SICKERLEISTUNG

Die Sickerleistung wird durch die Grösse der Versickerungsfläche und den örtlichen Bodeneigenschaften vorgegeben. Da im Siedlungsgebiet häufig punktuell oder auf kleinem Raum anfallendes Regenabwasser von umliegenden Flächen versickert wird, können

¹ Siehe dazu die kantonalen Merkblätter «Umgang mit Regenabwasser von Metalldächern und –Fassaden» und «Umgang mit Regenabwasser von bituminösen Dichtungsbahnen»

² Durchschnittlicher täglicher Verkehr

Retentionsanlagen als Pufferelement notwendig sein. Ein erster Hinweis auf die Sickerfähigkeit liefern die Versickerungskarten des GEP.

Die Sickerleistung ist vorgängig zwingend durch ein Fachbüro zu ermitteln. Dafür sind Sickerversuche notwendig. Empfehlungen für die Durchführung und Auswertung der Versickerungsversuche gibt u. a. das Musterbuch des Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA), Kap. 6.3. oder die Schweizer Norm SN 592 000.

Die Sickerleistung im Oberboden hängt von der Bodenart ab und kann durch einen Infiltrimeter bestimmt werden. Aus praktischer Erfahrung kann für einen unverdichteten Oberboden (belebte Bodenschicht) eine Sickerleistung von mindestens 0.6 – 1.2 l/min pro m² angenommen werden.

Im Untergrund kann die Sickerleistung sehr heterogen sein. Sie ist durch die Ermittlung des k_f-Wertes zu bestimmen. Für den Sickerversuch ist ein Baggerschlitze gegenüber einer Bohrung zu bevorzugen. So können die Boden- und Untergrundeigenschaften beschrieben und die räumlichen Unterschiede der Sickerfähigkeit berücksichtigt werden.

Die Lage des Grundwasserspiegels bei Hochwasserstand ist entweder den einschlägigen hydrogeologischen Karten, den vorhandenen Grundwasser-Messstellen am Standort oder aus dessen näheren Umgebung zu entnehmen. In der Regel ist der Hochwasserstand einer kontinuierlichen 10-Jahres-Messperiode zu berücksichtigen. Liegen spezielle Verhältnisse vor, beispielsweise in Gebieten mit geringem Flurabstand, ist als Mindestanforderung ein 1-jährlicher Pegelhöchststand zu berücksichtigen.

Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sind ebenfalls zu beachten. Wie die nachfolgende Tabelle 2 verdeutlicht, verhält sich die Aufnahmefähigkeit des Untergrunds, vorgegeben durch die geologischen Verhältnisse und den Bodenaufbau, umgekehrt proportional zum Grundwasserschutz. Bei gut durchlässigem Untergrund mit sehr guter Sickerfähigkeit ist die Filterwirkung schlecht.

Tabelle 3: Aufnahmefähigkeit in Abhängigkeit der geologischen Verhältnisse und dem Grundwasserschutz

| Geologische Verhältnisse/ Boden | Versickerungsmöglichkeiten Kriterium spez. Sickerfähigkeit | Kriterium Grundwasserschutz / Filterwirkung |
|---|---|--|
| dichter Untergrund (Lehm, Moräne, Fels) | schlecht (*S < 2 l/min pro m ²) | In der Regel unkritisch / starke Filterwirkung |
| mitteldichter Untergrund (Sand, lehmiger Kies) | mässig bis gut (*S < 2 – 10 l/min pro m ²) | In der Regel unkritisch / mittlere Filterwirkung |
| gut durchlässiger Untergrund (sandiger Kies, klüftiger Fels) | gut bis sehr gut (*S > 10 l/min pro m ²) | Stets zu beachten / geringe Filterwirkung |

2.3. PRIORITÄT 2: ABLEITUNG IN EIN GEWÄSSER

Sind die Möglichkeiten der Vermeidung/Nutzung und Versickerung ausgeschöpft, muss das verbleibende Regenabwasser nach Möglichkeit in ein Trennsystem / Gewässer abgeleitet werden; dabei sind nach Möglichkeit Rückhaltmassnahmen zu treffen, damit das Wasser bei grossem Anfall gleichmässig abfliessen kann (GSchG Art. 7 Abs. 2).

Grössere Entwässerungsanlagen oder -flächen, die an kleine Fliessgewässer angeschlossen sind, verursachen insbesondere zu Beginn eines Gewitterregens hydraulische, stoffliche und thermische Stossbelastungen im Gewässer und führen damit zu ungünstigen Bedingungen für die Wasserlebewesen.

Für Ableitungen in oberirdische Gewässer gelten die qualitativen Anforderungen nach Anhang 2 GSchV (SGS 814.201) und Anhang 6 kGSchV (SGS 782.11). Mit Ausnahme von starken Regenereignissen dürfen Einleitungen im Gewässer nach weitgehender Durchmischung kein Schlamm, Trübung, Verfärbung und Schaum verursachen. Der Geruch darf sich gegenüber dem natürlichen Zustand nicht störend verändern, die Einleitung darf keinen sauerstoffarmen Zustand und/oder nachteiligen pH-Wert herbeiführen.

Temperaturveränderungen im Gewässer sind zu vermeiden. Die maximalen Temperaturschwankungen in Fliessgewässern dürfen höchstens auf 3 °C, in Forellengewässern 1.5 °C betragen. Die maximale Wassertemperatur ist nach weitgehender Durchmischung auf 25 °C festgelegt. Minimale Überschreitungen von kurzer Dauer können von den Behörden auf Zusehen geduldet werden.

Der Abfluss in ein Gewässer ist in der Regel so zu drosseln, dass die Retention innerhalb von 24-48 Stunden entleert wird.

Für eine direkte Gewässereinleitung ist im Rahmen des Baugesuchverfahrens eine kantonale wasserbaurechtliche Bewilligung des Tiefbauamtes (Fachstelle Wasserbau) zu beantragen.

Im GEP sind die Flächen im Trennsystem ausgewiesen.

2.3.1. HYDRAULISCHE GEWÄSSERBELASTUNG

Die hydraulische Relevanz von Einleitungen wird anhand der hydrologischen Bedingungen während einer Niedrigwasserphase im Fliessgewässer in Beziehung zur angeschlossenen abflusswirksamen Fläche eingestuft (Abb. 10).

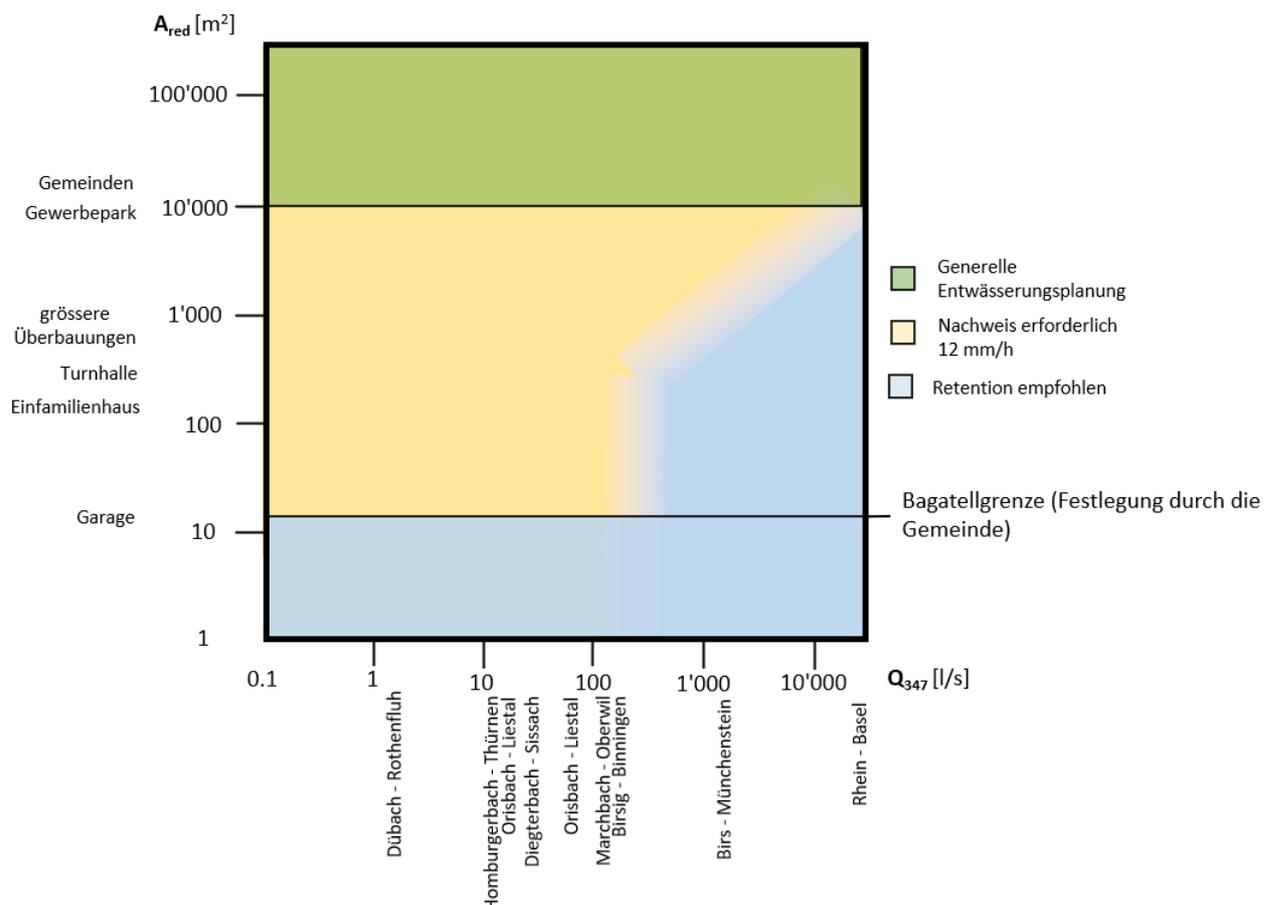


Abb. 10 Retentionsnachweise aufgrund hydraulischer Relevanz bei Einleitungen in Gewässer

Flächen nahe der Bagatellgrenze können ohne Retentionsmassnahmen entwässert werden.

Die Regenwasserbewirtschaftung von Flächen $> 10'000$ m² sind im GEP oder Teil-GEP zu regeln. Dabei ist die in Abbildung 3 dargestellte Abflussbildung zu beachten, um den abflusswirksamen Anteil zu beurteilen.

Retentionsnachweise von 12 mm Regen nach Abb. 10 vereinfachen die gemäss VSA-Richtlinie geforderte Zulässigkeitsprüfung für die hydraulische Belastung. Damit entfällt die Nachweispflicht nach VSA-Richtlinie sowohl für einzelne Einleitungen, als auch im Rahmen des GEP.

Für Flächen ohne genügende Retention ist dem AUE ein Nachweis bezüglich Zulässigkeit für die hydraulische Belastung zu erbringen. Dabei ist folgendermassen vorzugehen. Der Abfluss einer Einleitung (Q_{Z1}) bei einem Regenereignis der IDH-Reihe³ $z = 1$ ist dem Niedrigwasserabfluss des Gewässers (MNQ oder Q_{347} , siehe Anhang 5) gegenüberzustellen. Dafür sind zunächst die Abflüsse sämtlicher Einleitstellen im betreffenden Gewässerabschnitt von zwei Kilometern ober- und unterhalb der betrachteten Einleitstelle der Regenreihe $z = 1$ zu addieren (ΣQ_{Z1}). Die markantesten Einleitungen des Gewässerabschnittes sind zu betrachten.

Das Verhältnis der Summe der Einleitmengen (ΣQ_{Z1}) zum des Niedrigwasserabflusses des Gewässers (MNQ oder Q_{347}) ist nach VSA-Richtlinie zu ermitteln. Es darf in der Regel das 2.5- respektive 5-fache des Niedrigwasserabflusses des Gewässers nicht überschreiten. Nur bei dauerhaft strukturarmen Gewässern darf nach Rücksprache mit dem AUE bis zum 10-fachen des Niedrigwasserabflusses eingeleitet werden. Bei Eindolungen, wenn diese dauerhaft bestehen bleiben müssen, sowie bei Sauberwasserleitungen ist der Niedrigwasserabfluss des nächsten offenen Gewässers massgebend.

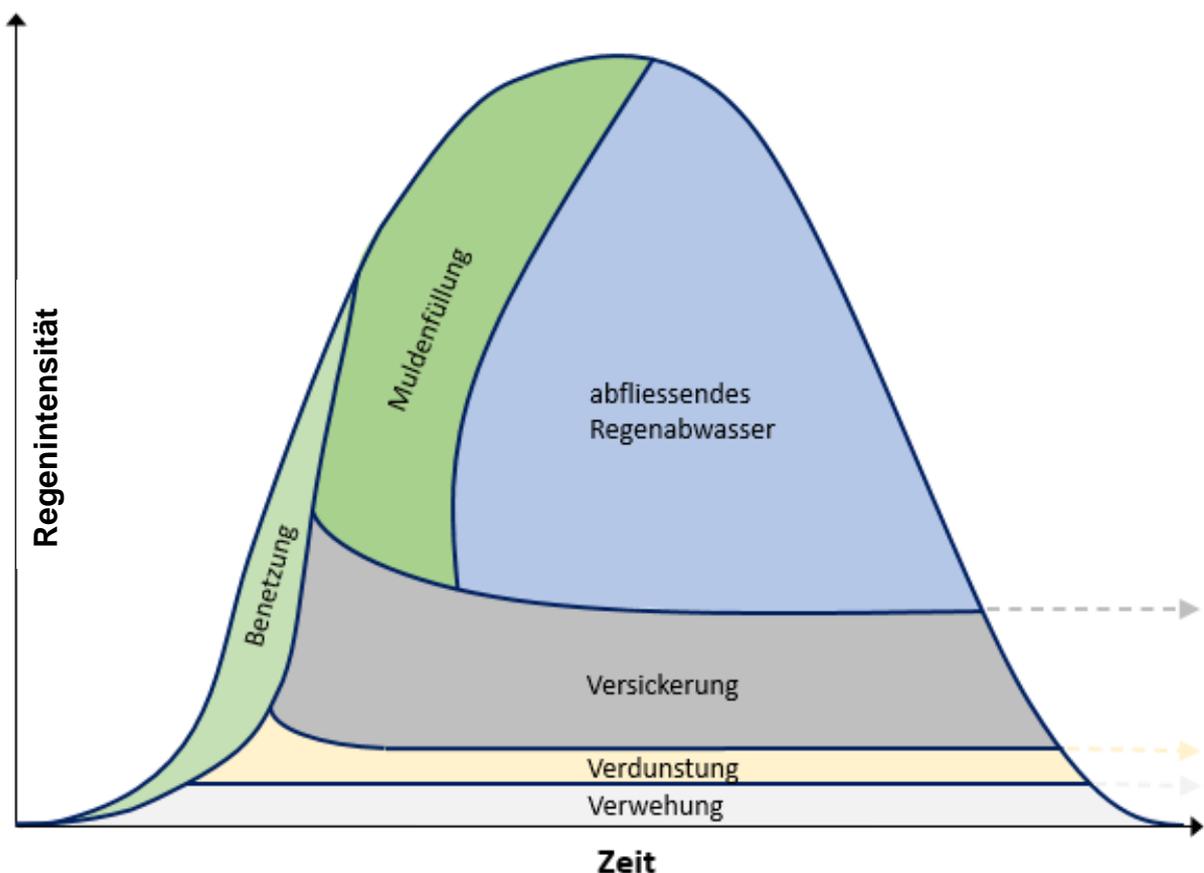


Abb. 11: Qualitative Darstellung der Abflussbildung während eines Regens mit variabler Intensität

³ Intensität, Dauer, Häufigkeit. Die IDH-Reihe wird im statistisch langjährigen Mittel alle $x(1)$ Jahre erreicht

2.4. PRIORITÄT 3: EINLEITUNG IN DIE MISCHWASSERKANALISATION

Sind die Möglichkeiten der Vermeidung/Nutzung, Versickerung und Gewässereinleitungen ausgeschöpft, muss das verbleibende Regenabwasser in die Mischwasserkanalisation abgeleitet werden. Auch hier müssen Retentionsmöglichkeiten genutzt werden.

ARAs sind normalerweise auf den zweifachen Trockenwetterabfluss dimensioniert. Bei stärkeren Niederschlägen wird nicht der gesamte Abwasseranfall gereinigt und das überschüssige Mischabwasser entlastet in das Gewässer. Retentionsmassnahmen können diesen Anteil reduzieren. Viele kleine dezentrale Retentionsanlagen wirken zusammen als grosses Speichervolumen. Das Regenabwasser wird zwischengespeichert, nach dem Niederschlagsereignis verzögert in die Kanalisation und möglichst verlustfrei Richtung ARA geführt.

Kurzfristige Retentionsmassnahmen vor einer Einleitung in die Mischwasserkanalisation haben folgende Wirkungen:

- Entwässerungssysteme und Abwasser-Behandlungsanlagen werden durch die gebrochene Abflussspitze entlastet und auf die vorhandenen Kapazitäten begrenzt
- Minimalabflüsse werden durch langsame Infiltration erhöht
- das Anspringen von Regenwasserentlastungen im Kanalisationsnetz wird reduziert
- häusliches Abwasser wird direkt und möglichst konzentriert zur ARA abgeleitet

Sind Regenwasserleitungen unvermeidlich, sind diese bis zur Parzellengrenze vom Schmutzwasser getrennt zu führen. Erfolgt die Vereinigung der Abwässer noch auf der Parzelle, sind Retentionsmassnahmen vorher zu realisieren. Die Abb. 12 zeigt dazu ein Beispiel.

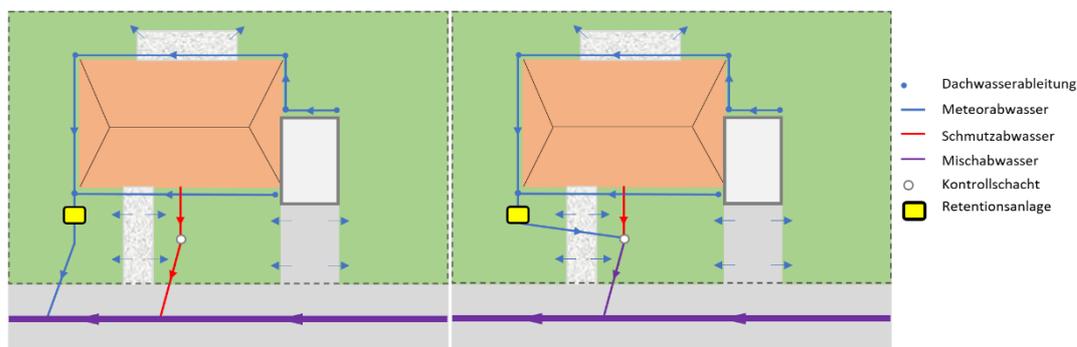


Abb. 12: Retention bei Einleitung in Mischwasserkanalisation, links: getrenntes System bis an die Parzellengrenze, rechts: vereinigt System

3. RETENTIONSMASSNAHMEN

Retentionsmassnahmen sind möglichst oberflächlich und auf bereits bestehenden Flächen umzusetzen. Bei Flächenkonkurrenz sind multifunktionale Lösungsansätze anzustreben. Eine Mehrfachnutzung von Flächen verbindet verschiedene Funktionen, z. B. ein Parkplatz mit begrünter und sickerfähiger Oberfläche oder eine Parkanlage mit Retentionsflächen.

3.1. DACHRETENTION

Die Bauart und das Material eines Dachs wirken sich auf das Abflussverhalten des Regenabwassers aus. Auf Pult- und Flachdächern sowie Dachterrassen sind Retentionsmassnahmen möglich. Dachretentionen erfolgen direkt am Ort des Regenwasseranfalls. Dachabwasser kann zudem zu Brauchwasserzwecken, beispielsweise für Toilettenspülungen, genutzt werden.

Die Verbindung zwischen Trinkwasser und Brauchwasser muss berührungsfrei ausgeführt werden. Die Gemeinden sind zur Bewilligung und Bau-Abnahme verpflichtet. In Tabelle 4 sind die Abflussfaktoren der verschiedenen Dacharten definiert.

Tabelle 4: Abflussbeiwerte von Dächern

| Dachart (Gefälle [%]) | Material | Abflussbeiwert ψ für Auslegung der Retention* | Retention integrierbar? |
|--------------------------|---|---|----------------------------|
| Steildach (>10 %) | Tonziegel | 0.9 – 1.0 | nein |
| | Eternit | 0.95 – 1.0 | |
| | Metall | 0.95 – 1.0 | |
| | Photovoltaik dachintegriert | 0.95 – 1.0 | |
| Pultdach (1 – 10 %) | Eternit | 0.9 – 1.0 | ja, falls begrünt |
| | Metall | 0.9 – 1.0 | |
| | Begrünt | 0.4 – 0.7 | |
| Flachdach | Metall / Folie | 0.95 | ja |
| | Flachdach mit Kies | 0.5 – 0.7 | |
| | Begrünt < 10 cm Substrat | 0.2 – 0.5 | |
| | Begrünt, 10 cm Retentionssubstrat | 0.1 | |
| Retentionsdach | begrünt, ≥ 12 cm Retentionssubstrat oder Einstau | 0 | ja |
| Dachterrasse | Betoniert | 0.9 – 1.0 | ja |
| | Unterbau | | |
| | Kies | 0.5 – 0.7 | |
| | Begrünt | 0 – 0.3 | |

*die Spitzenabflussbeiwerte ψ für Starkniederschläge sind den entsprechenden Normen zu entnehmen

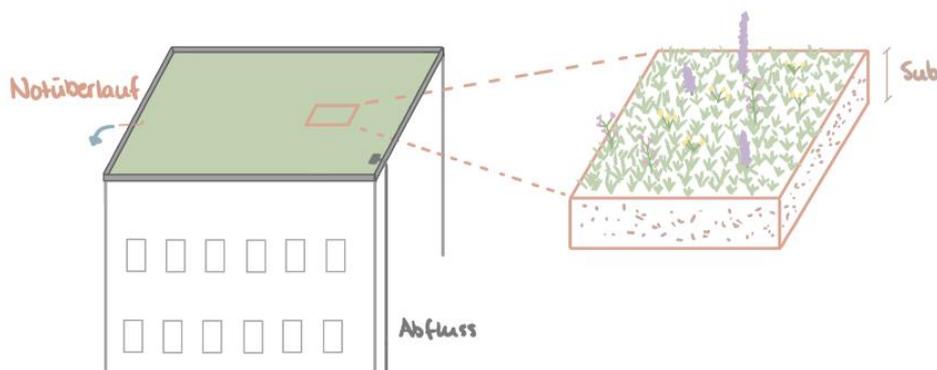


Abb. 13: Funktionsweise eines Retentionsdachs

Gründächer haben mit der Mächtigkeit und Art des Substrats einen grossen Einfluss auf den Abflussbeiwert und die Speicherkapazität des Regenabwassers. Durch den Schwammeffekt des Substrats wird das Wasser diffus gespeichert. Das von den Pflanzen und dem Substrat aufgenommene bzw. gespeicherte Regenabwasser wird verdunstet und verzögert abgegeben. Gründächer werden in der Regel nicht eingestaut.

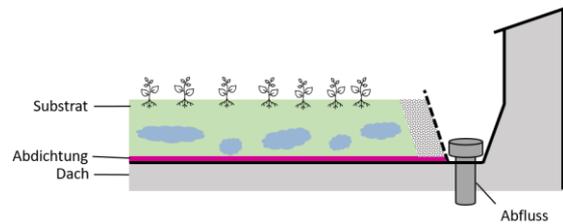


Abb. 14: Möglicher Aufbau eines Gründachs

Eingestaute Retentionsdächer wirken gleichzeitig als Drainage- und Verzögerungselemente. Mittels Speichermatten werden künstliche Fliessschleifen als zusätzlichen Regenrückhalteraum gebildet, so dass das Regenabwasser mäandrierend durchfliesst. Damit wird ein gleichmässiger, flächiger Einstau mit minimierten Abflussspitzen und pflanzenverfügbarem Stauwasser garantiert. Nur der obere Bereich der Abflussableitung wird perforiert, so dass der untere Bereich eingestaut werden kann. Die Substrathöhe muss mindestens 90 mm betragen, die Retentionsschicht 30 – 40 mm.

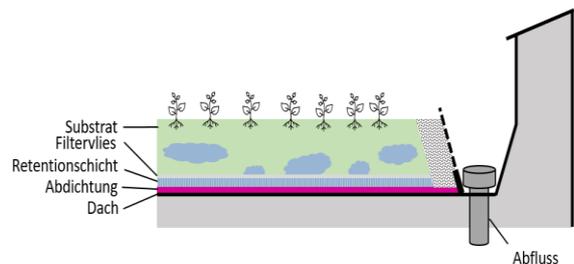


Abb. 15: Möglicher Aufbau eines Retentionsdaches

Bei einem **Pulldach** erfolgt die Retention durch das verlangsamte Abfliessen durch die Begrünung.

Für die Planung von Grün- und Retentionsdächern wichtig:

- Bei Neubauten soll wenn möglich eine Dachretention eingeplant werden. Bei Altbauten ist eine nachträgliche Anpassung oft möglich.
- Für die Dachbegrünung wird entweder regionaler Boden oder eine Substratmischung verwendet. Aufbau, Mächtigkeit und Bepflanzung wirken sich entscheidend darauf aus, wie viel Wasser gespeichert und verdunstet werden kann. Sowohl die Pflanzen als auch das Substrat dienen als Wasserspeicher. Die Mindestanforderung soll durch die Begrünung gespeichert werden können (vgl. auch Teil B Dimensionierung).
- Bei der Substratwahl ist auf die Korngrößenverteilung zu achten. Diese sollte ideal für Retention ausgelegt sein (kein Monokorn) → Optimierung der Abflussbeiwerte durch Mischung unterschiedliche Korngrößen.
- Grün- und Retentionsdächer haben durch den Schichtaufbau erhebliche Flächengewichte und sind hinsichtlich der Statik zu prüfen. Die SIA-Norm 312 (Begrünung von Dächern) sowie die SIA-Norm 271 (Abdichtung von Hochbauten) sind dabei massgebend.
- Ast-/Steinhaufen, Sand-/Kiesflächen, seltene Arten und naturnahe möglichst geschlossene Begrünung sind bei einer Dachbegrünung ökologisch sinnvoll und gestalterisch interessant.
- Grün- und Retentionsdächer sind bei richtiger Bepflanzung mit Photovoltaikanlagen (PV) kombinierbar.
- Dachabwasser gilt in der Regel als gering verschmutzt und muss nicht behandelt werden, bevor es versickert oder in ein Gewässer abgeleitet werden kann.



Abb. 16: Begrüntes Pultdach kombiniert mit einer PV-Anlage

In Anhang 2 sind die Belastungsklassen für Dächer und Plätze aufgelistet. Die Tabelle ist vor der Planung zu konsultieren.

3.2. RETENTION AUF PLATZ- UND VERKEHRSFLÄCHEN

Retentionsmassnahmen sind in der Regel in allen flachen Bereichen möglich. Durch Materialien mit tiefen Abflussbeiwerten (siehe Tabelle 5) wird das Regenabwasser gespeichert, versickert, verdunstet und/oder verzögert abgeleitet. So kann das erforderliche Retentionsvolumen deutlich reduziert werden. Retentionsmassnahmen auf Plätzen können durch temporäres Einstauen ermöglicht und mit sickerfähigem Material ergänzt werden. Rasengittersteine sind besonders empfehlenswert; die Begrünung reduziert die Hitzebildung im Sommer und verhindert die Verstopfung von Poren, so dass der Abflussbeiwert auch langfristig tief gehalten werden kann.

Tabelle 5: Abflussbeiwerte von Platz- und Verkehrsflächen

| Platz Art | Material | Abflussbeiwert ψ für Auslegung der Retention* | Retention integrierbar? |
|------------------------------|------------------------------|--|-------------------------|
| Versiegelte Plätze | Asphalt, Beton | 0.9 – 1.0 | ja |
| | Pflaster mit Fugenverschluss | 0.8 – 1.0 | |
| Teilweise versiegelte Plätze | Pflaster mit Splittfugen | 0.6 | ja |
| | Kiesbelag | 0.6 | |
| | Sickerasphalt | 0.6 | |
| | Mergel | 0.4 | |
| | Schotterrasen | 0.3 | |
| | Sickersteine | 0.2 | |
| | Rasengittersteine | 0.2 | |
| Umschlagplatz ⁴ | Siehe oben | 0.2 – 1.0 | ja |

* Sickerleistung kann sich mit dem Alter des Belags verändern (verschlechtern)

Parkplätze

Zwischen zwei gegenüberliegend geneigten Parkhälften kann das Regenabwasser eingestaut werden. Idealerweise liegt die Neigung der Platzflächen zwischen 2 und 5 %, so wird ein Regenwasserrückhalt ermöglicht, ohne die Benutzbarkeit des Parkplatzes einzuschränken.

Der Einstau muss kontrolliert erfolgen, darf keine Schäden an anliegenden Grundstücken verursachen und die Fläche muss nach dem Einstau schnell abtrocknen.

⁴Wenn wassergefährdende Flüssigkeiten umgesetzt werden, muss der Platz zwingend an die Mischwasserkanalisation angeschlossen werden (siehe Kapitel 4). Bei Neubauten sind Umschlagplätze nach Möglichkeit überdacht und abflusslos (Totschacht) zu gestalten.



Abb. 17: Funktionsweise Platzretention



Abb. 18: Versickerungsgraben und Platzretention (links) und Parkplatzgestaltung (rechts & unten)



Verkehrsflächen

Innerhalb der Bauzone gelten die Anforderungen des GEP.

Öffentliche Verkehrsflächen: Aus Gründen der Sicherheit muss Regenabwasser ausserhalb der Bauzone auf öffentlichen Flächen bis zu einem Niederschlagsereignis der Jährlichkeit $z = 1$ möglichst unmittelbar abfließen.

Private Verkehrsflächen: Privatflächen können zur Retention verwendet werden.

Tabelle 6: Verkehrsflächen

| Art der Verkehrsfläche | | Material | Abflussbeiwert ψ für Auslegung der Retention | Retention |
|------------------------|-----------------|--------------------------|---|------------|
| Gehweg | dicht | Asphalt, Beton | 0.9 – 1.0 | im Bankett |
| | teilweise dicht | Pflaster mit Splittfugen | 0.6 | |
| | | Kiesbelag | 0.6 | |
| | | Sickerasphalt | 0.6 | |
| | | Mergel | 0.4 | |
| | | Schotterrasen | 0.3 | |
| | | Sickersteine | 0.2 | |
| | | Rasengittersteine | 0.2 | |
| Veloweg | dicht | Asphalt, Beton | 0.9 – 1.0 | im Bankett |
| | teilweise dicht | Sickerasphalt | 0.6 | |
| | dicht | Mergel | 0.4 | |
| Feld- und Wald-Wege | dicht | Asphalt, Beton | 0.9 – 1.0 | ab z = 1 |
| | teilweise dicht | Sickerasphalt | 0.6 | |
| | dicht | Mergel | 0.4 | |
| Gleisanlagen | dicht | Schroppen | 0.1 | im Bankett |
| | teilweise dicht | Schroppen | 0.1 | |
| Strassen | dicht | Asphalt, Beton | 0.9 – 1.0 | ab z = 1 |
| | teilweise dicht | Sickerasphalt | 0.6 | |



Abb. 19: Chaussierter Geh- und Veloweg (links) und Zufahrtsstrasse mit Rasengittersteinen (rechts)



Abb. 20 Quartierstrasse mit Randstreifen aus Rasengittersteinen (links) Nebenstrasse chaussiert mit Rasengittersteinen (rechts)

In Anhang 2 und 3 sind die Belastungsklassen für Dächer, Plätze und Strassen aufgelistet. Die Tabellen sind vor der Planung zu konsultieren.

3.3. MULDEN UND GRÄBEN

Mulden und Gräben sind begrünte Geländevertiefungen. Sie dienen der Speicherung, Verdunstung und verzögertem Versickern von Regenabwasser. Sie bieten sich auch bei Platzmangel und mässig durchlässigem Untergrund an. Als gestalterisches Element können sie die Attraktivität der Liegenschaft verbessern. Dabei sind möglichst bereits vorhandene Topografien zu nutzen.

Das Regenabwasser versickert in Mulden und Gräben zu grossen Teilen. Die Versickerung beginnt um den tiefsten Punkt mit der grössten Wassersäule und breitet sich dann über die gesamte Fläche aus, was bei unregelmässigem Untergrund für die Dimensionierung der Anlage zu beachten ist.

Gräben sind im Profil möglichst trapezförmig mit horizontalem Boden (Längsgefälle $\leq 0.5\%$) und geringer Tiefe auszuführen. Für die Dimensionierung sind die Angaben in Tabelle 6 zu beachten.

Tabelle 7: Dimensionierung Gräben

| | Tiefe | Breite |
|--------------------------------------|--------------|---------------|
| Strassengräben | 0.2 – 0.5 m | 0.5 - 4 m |
| Gräben für Liegenschaften und Plätze | 0.2 – 0.5 m | 1.0 - 10 m |

Böschungen sind mit einem maximalen Verhältnis von 2 : 3 (Vertikal : Horizontal) auszubilden. Zuläufe sind mit geeigneten Massnahmen vor Erosion zu schützen (Kolkschutz mit Steinen bei Mulden und Gräben, Prellplatten in Schächten).

Falls das Regenabwasser anschliessend in ein Gewässer eingeleitet wird, muss die Böschung örtlich als Notüberlauf um zirka 15 cm abgesenkt werden. Gegebenenfalls ist eine Einleitbewilligung ins Gewässer einzuholen.

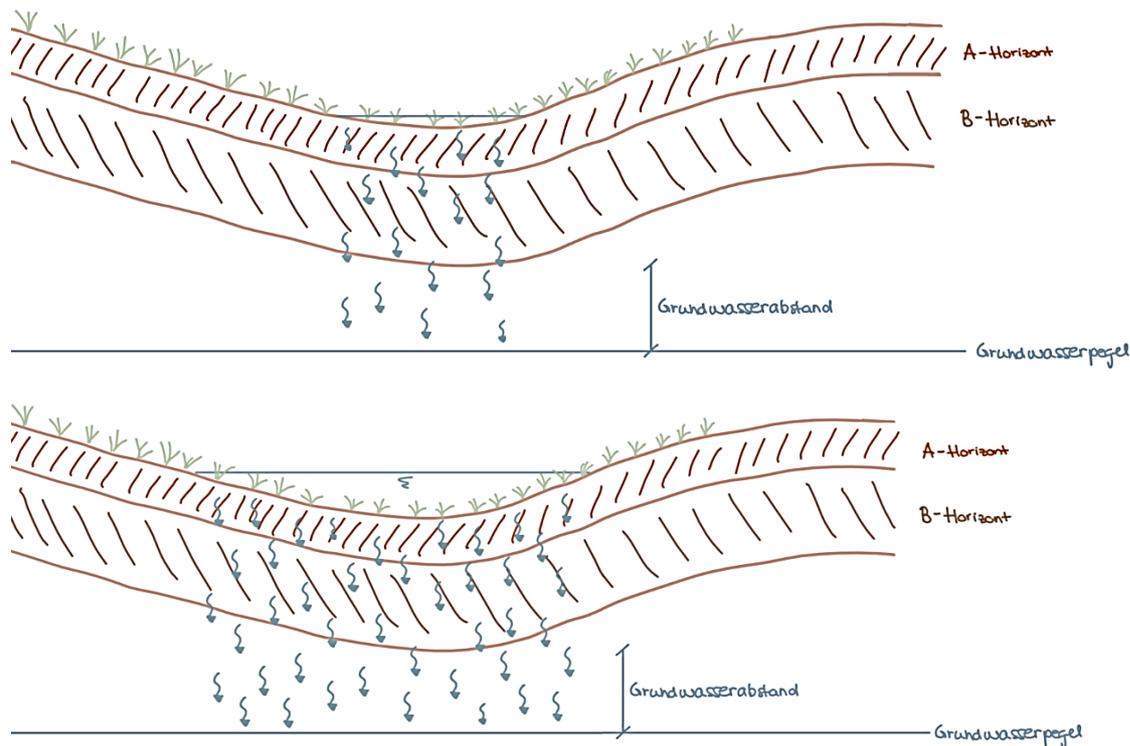


Abb. 21: Funktionsweise von Mulden und Gräben

Ein regelmässiger Unterhalt wie Mähen, Entfernung von Laub und Spülen von Rohren und Regulierorganen ist bereits bei der Planung zu berücksichtigen. Um Ablagerungen zu reduzieren, kann ein vorgelagerter Sedimentabscheider sinnvoll sein.

Um Verschlammungen zu verhindern, müssen die Retentions- und Sicker-elemente vor der Inbetriebnahme begrünt sein. Das Regenabwasser darf nach Regenende nicht länger als 24 – maximal 48 h stehen. Hinweis: Ab einer Standzeit von 7 Tagen können sich Mücken/Tigermücken rasch vermehren, da es hier keine natürlichen Fressfeinde gibt.

3.4. VERSICKERUNGS- UND VERDUNSTUNGSMULDE BEI SCHLECHT SICKERBAREM UNTERGRUND

Bei schlecht sickerbarem Untergrund eignen sich Versickerungs- und Verdunstungsmulden. Durch einen kurzzeitigen Einstau während 24 Stunden kann das Regenabwasser langsam versickern, verdunsten und von den Pflanzen aufgenommen werden. Überschüssiges Regenabwasser wird über das Filterrohr langsam abgeleitet und verhindert dauerhaften Einstau und Verschlammung der Anlage (Abb. 22, rechtes Bild).

Der Überlauf muss oberhalb der Rückstauenebene möglichst sichtbar angeordnet werden. Ein feinmaschiges Gitter beim Notüberlauf verhindert das Eindringen von Kleintieren in den Drossel- und Notüberlaufschacht.

Die Mulden-Rigolen-Systeme sind eine verbreitete Art von Versickerungs- und Verdunstungsmulden.

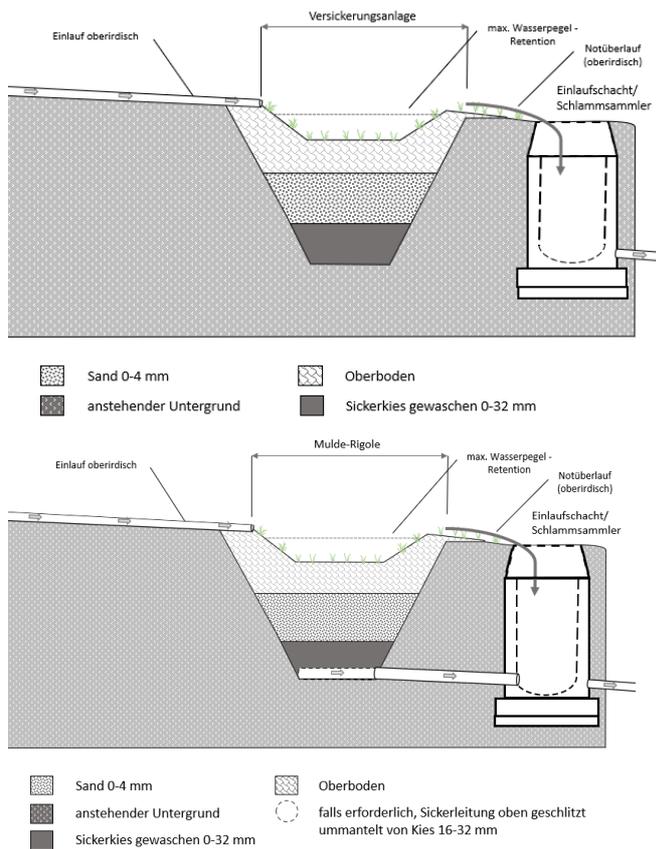


Abb. 22: Konzept Versickerungs- und Verdunstungsmulde mit gedrosseltem Abfluss

3.5. WEIHER

Weiherr sind für den Erhalt und die Förderung der Biodiversität wertvolle Lebensräume und eignen sich gleichzeitig als Retentionselemente. Ein Retentionsweiher wird im unteren Bereich durch eine tonhaltige Abdichtung permanent eingestaut. So verdunstet das Wasser hauptsächlich durch Evapotranspiration. Seitlich der Abdichtung im Uferbereich wird eine wasserdurchlässige Kiesschicht angebracht. Bei Regenereignissen wird der Weiher gefüllt und die Versickerung erfolgt über die Kiesschicht im Uferbereich.

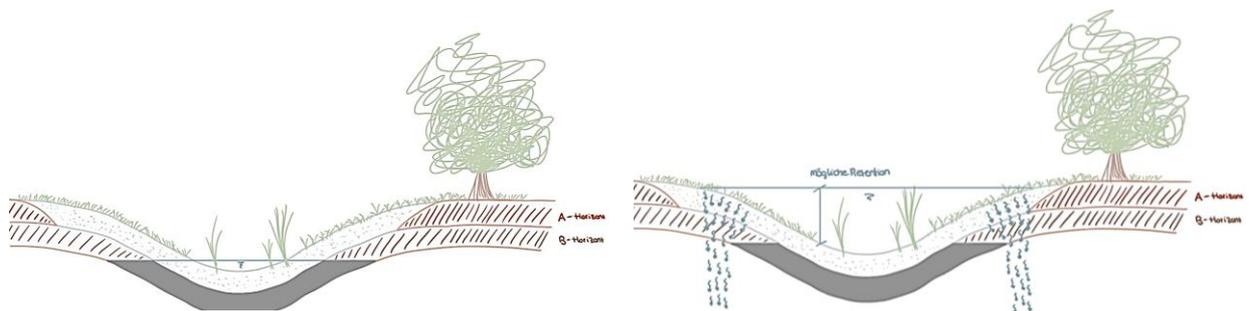


Abb. 23: Funktionsweise eines Retentionsweiherr



Abb. 24: Beispiel eines Retentionsweihers

Das mögliche Retentionsvolumen entspricht dem Volumen bei maximalem Wasserstand abzüglich des Volumens bei Trockenheit.

Ein Notüberlauf ist in der Planung einzuplanen.

Eine permanente Einzäunung der Weiher ist im Einzelfall durch die Gemeinde zu prüfen.

Ein selbstständig funktionierendes aquatisches Ökosystem ist anzustreben. Werden Fische angesiedelt, sind einheimische Arten einzusetzen (Moderlieschen, Bitterling, Elritze oder Gründling). Aquatische Lebewesen wie einheimische Fische und Lurche hindern die Verbreitung von neobiotisch

schädlichen Insektenpopulationen (Tigermücke etc.).

3.6. BEGRÜNUNG VON OBERFLÄCHIGEN RETENTIONSANLAGEN

Oberflächige Retentionsanlagen bergen ein grosses "grünes" Gestaltungspotenzial, können die Attraktivität im Siedlungsgebiet steigern und leisten einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung des Mikroklimas und zur Förderung der Biodiversität innerhalb der Siedlung.

Anzustreben ist eine naturnahe Bepflanzung mit einheimischen Stauden, Sträuchern und Bäumen. Eine Pflanzenliste ist in Anhang 4 zu finden.

Grün- und Retentionsdächer sind normalerweise Trockenstandorte. Bei einer maximalen Einstauungszeit von 24 Stunden ist eine Abstimmung auf wechselfeuchte und staunasse Bedingungen nicht erforderlich.

Mulden, Rigolen und Gräben können mit blütenreichen Ansaaten, Stauden, Gehölzen, Gräsern und Zwiebelpflanzen begrünt werden. Die Pflanzen sollten wechselfeuchte Bedingungen gut vertragen. Stauden und Gehölze sorgen für eine tiefgreifende Durchwurzelung und Lockerung des Oberbodens. Nur immergrüne oder wintergrüne Arten gewährleisten eine dauerhafte Versickerungsleistung ohne Verschlammung der oberen Bodenzone. Die Publikation "Pflanzen für Versickerung und Retention" (Eppel-Hotz, 2019) gibt Auskunft über die Eignung und Resilienz einzelner Pflanzenarten zur Verwendung in Retentionselementen.

Im seichten Wasser von **Weihern** eignen sich Zwergrohrkolben, Breitblättriger Rohrkolben, Ästiger Igelkolben oder die Wasserminze, im tieferen Wasser Tausendblatt, Teichenzian oder Seerose.

Für die Planung und Ausführung ist der Beizug einer Fachperson der Landschaftsplanung empfohlen.

3.7. UNTERIRDISCHE RETENTIONSANLAGEN

Ist eine oberirdische Retention nicht umsetzbar, ist besonders bei sehr eingeschränkten Platzverhältnissen ein unterirdisches Retentionsbecken eine Möglichkeit.

Ein vorgeschalteter Schlammfänger mit Tauchbogen reduziert Ablagerungen von Schlamm und Schwebstoffen. Es gelten die erhöhten Anforderungen gemäss SN 592'000 Ziff. 7.6.3.

Die Drossel muss den Anforderungen genügen, darf aber nicht verstopfungsanfällig sein. Eine Wirbeldrossel eignet sich für Abflüsse zwischen 1 l/s und 60 l/s. Für höhere Abflüsse ist eine geeichte Blende mit $DN > 15$ cm einzusetzen. Die Achse der Drossel muss dabei mindestens 2 bis 3 Nennweiten unter dem Wasserspiegel liegen. Die Empfehlungen des VSA sind für die korrekte Planung zu berücksichtigen.

Um eine Vermehrung von unerwünschten Stechmücken zu vermeiden sollte der Luftkontakt mit der Aussenwelt vermieden werden (z.B. Siphons). Wenn dieser Luftkontakt besteht, sollte das Wasservolumen während der Sommermonate jede Woche vollständig entleert werden.

Die regelmässige Wartung der unterirdischen Becken ist unerlässlich und bereits bei der Planung zu berücksichtigen. Es eignen entsprechend sich nur einfache, unterhaltsfreie resp. unterhaltsarme Systeme.

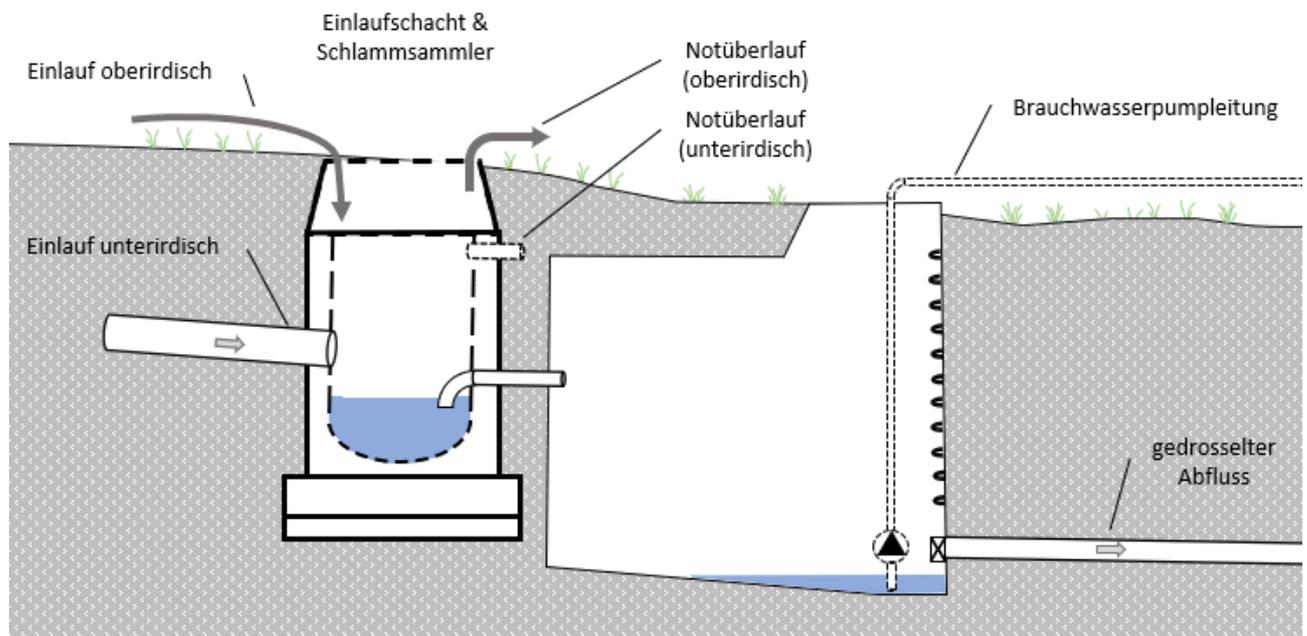


Abb. 25: Funktionsweise einer unterirdischen Retentionsanlage

3.8. NOTÜBERLAUF UND RÜCKSTAU

Alle Retentionsanlagen benötigen einen Notüberlauf. Dieser soll möglichst oberflächlich auf unempfindliche Flächen erfolgen, wie z. B. auf Rasenflächen oder Parkplätze.

Bei einer Einleitung in die Kanalisation sind Notüberläufe so auszulegen, dass sie deutlich über der Rückstauenebene liegen. Falls kein Rückstauenniveau definiert ist, gilt das Strassenniveau. Wird der Notüberlauf in die Mischwasserkanalisation eingeleitet, ist ein Geruchsverschluss erforderlich. Ist ein Rückstau aus der Kanalisation oder dem Gewässer möglich, ist ein Rückstauschutz notwendig.

Der Notüberlauf für den Überlastfall ($z = 10$) ist auf den Spitzenabfluss zu dimensionieren. Er ist sichtbar zu kennzeichnen.

TEIL B – DIMENSIONIERUNG

4. BERECHNUNG RETENTIONSOLUMEN

4.1. GRUNDSATZ

Das Retentionsvolumen hat mindestens einen 12 mm Regen nach einer Trockenperiode für eine Stunde zurückzuhalten. Eine anschliessende oberirdische Entlastung ist zulässig. Ein Rückstau aus der Kanalisation ist zu verhindern. Für den Überflutungsschutz ist generell mindestens ein 5-jähriges Regenereignis vollständig zu beherrschen: durch Versickerung, Teilversickerung, Retention und/oder Ableitung insgesamt.

4.2. VOLUMENBERECHNUNG A

Die Berechnungsmethode A ist vereinfacht und führt zu einem den Mindestanforderungen ausreichenden Retentionsvolumen. Dabei handelt sich um einen defensiven, sicheren Wert. Die Versickerungsleistung ist nicht miteinberechnet.

Berechnungsmethode A:

1. Die berechnete Oberfläche und den entsprechenden Spitzenabflussbeiwert erfassen.
2. Die reduzierte Oberfläche (A_{red}) berechnen und mit 12 mm Regen multiplizieren.
=> Dieser Wert entspricht dem Retentionsvolumen.

Beispiel 1

Das Substrat eines Flachdachs hat eine Wasserspeicherkapazität von 30 % und muss 12 mm Regen während einer Stunde zurückhalten. Wie hoch steht der Wasserspiegel nach dem Regenereignis innerhalb der Substratschicht?

$$H_{Substrat} = H_{Niederschlag} \div \text{Wasserspeicherkapazität} = 12 \text{ mm} \div 0.3 = 40 \text{ mm}$$

Der Wasserpegel in der Substratschicht liegt auf einer Höhe von rund 40 mm.

Beispiel 2

Das Regenwasser fällt auf eine Neubausiedlung mit einer Gesamtdachfläche von 1'500 m² (Steildächer – Tonziegel) und ist laut GEP in einen kleinen Bach ($Q_{347} < 10$ l/s) einzuleiten. Retentionsmassnahmen sind gemäss Abb. 10 erforderlich. Der zurückzuhaltende Niederschlag entspricht 12 mm = 12 l/m². Wie gross ist das Retentionsvolumen mindestens zu dimensionieren?

$$V_{Retention} = A \times \Psi \times H_{Niederschlag}$$

$$\Psi = 1.0$$

$$A = 1'500 \text{ m}^2$$

$$H_{Niederschlag} = 12 \text{ mm}$$

$$V_{Retention} = A \times \Psi \times H_{Niederschlag} = 1'500 \times 1.0 \times 12 = 18'000 \text{ l}$$

Mindestens 18 m³ Retentionsvolumen ist erforderlich.

4.3. VOLUMENBERECHNUNG B

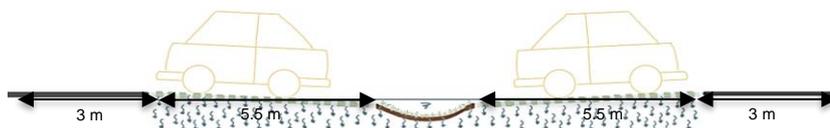
Die Berechnungsmethode B berücksichtigt die versickerbaren und ableitbaren Wassermengen. Aus der grössten Differenz des anfallenden Regenvolumens und der versickerbaren / ableitbaren Wassermenge erfolgt das erforderliche Retentionsvolumen.

Berechnungsmethode B:

1. Berechnete Oberfläche und deren Abflussbeiwerte erfassen
2. Sickerleistung definieren
 - ⇒ Versickerungsfläche und Sickerleistung des anstehenden Untergrunds definieren.
 - ⇒ Die Sickerleistung im Oberboden überprüfen und den Wert allenfalls reduzieren.
 - ⇒ Die ableitbaren Wassermengen für alle Abstufungen der Regendauer berechnen. Diese steigt kontinuierlich und resultiert aus dem Produkt der Sickerfläche, der Sickerleistung und der jeweiligen Regendauer.
3. Abfluss berechnen
 - ⇒ Anfallender Abfluss aus der reduzierten Fläche, der abgestuften Regendauer und der Regenintensität berechnen. Die Regenintensität entspricht jeweils der Regendauer und der Jährlichkeit von $z = 1$.
4. Retention berechnen
 - ⇒ Differenz zwischen dem anfallenden Regenvolumen und der ableitbaren Menge für massgebende Regendauer berechnen. Die maximale Differenz entspricht dem erforderlichen Retentionsvolumen der Anlage.
5. Optimierung (Iteration)
 - ⇒ Mit dem erhaltenen Retentionsvolumen die optimalen Dimensionen für die Retentionsanlage bestimmen.
 - ⇒ Bei bepflanzteten Retentionsanlagen die Einstauhöhe überprüfen. Erreicht die Einstauhöhe > 20 cm, ist eine Iteration mit einer grösseren Versickerungsfläche durchzuführen, bis ein akzeptables Resultat erreicht wird. Wird die Einstauhöhe hingegen weit unterschritten, wird die Iteration mit einer kleineren Versickerungsfläche gestartet.
 - ⇒ Auch bei nicht bepflanzteten Anlagen sind die Dimensionen anzupassen, bis ein optimales Kosten-Nutzen Verhältnis erreicht ist.

Beispiel 1

Der Parkplatz ist 10 Meter breit. Die Mindestanforderung, 12 mm Regen in einer Stunde, soll zurückgehalten werden. Die Sickerleistung entspricht $1 \text{ l} / (\text{min} \cdot \text{m}^2)$.



Berechnete Fläche $(3 \text{ m} + 5,5 \text{ m} + 5,5 \text{ m} + 3 \text{ m}) * 10 \text{ m} = 170 \text{ m}^2$

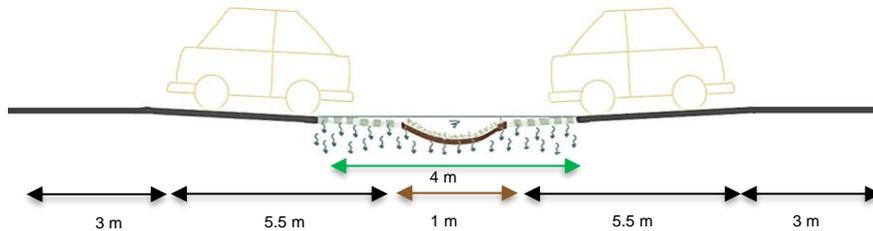
Regenanfall $12 \text{ mm} = 12 \text{ l}/\text{m}^2$
 $170 \text{ m}^2 * 12 \text{ l}/\text{m}^2 = 2'040 \text{ l}$

Versickerungsleistung $1 \text{ l}/(\text{min} * \text{m}^2) * (5,5 \text{ m} + 5,5 \text{ m} + 1 \text{ m}) * 10 \text{ m} = 120 \text{ l}/\text{min}$
 $120 \text{ l}/\text{min} * 60 \text{ min} = 7'200 \text{ l}$

→ Das Versickerungsvolumen übersteigt das Volumen des Regenanfalls, es wird keine Fläche eingestaut.

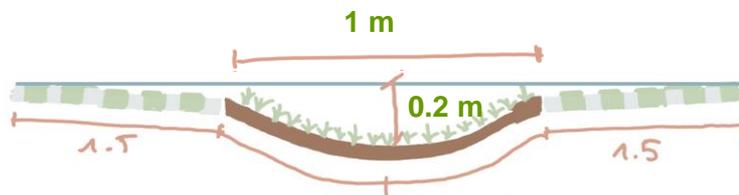
Beispiel 2

Der Parkplatz ist 10 Meter breit. Die Mindestanforderung, 12 mm Regen in einer Stunde, soll zurückgehalten werden. Die Sickerleistung entspricht $0.6 \text{ l / (min} \cdot \text{m}^2)$.



| | |
|-----------------------|---|
| Berechnete Fläche | $(3 \text{ m} + 5,5 \text{ m} + 5,5 \text{ m} + 3 \text{ m}) * 10 \text{ m} = 170 \text{ m}^2$ |
| Regenanfall | $12 \text{ mm} = 12 \text{ l/m}^2$ $170 \text{ m}^2 * 12 \text{ l/m}^2 = 2'040 \text{ l}$ |
| Versickerungsleistung | $0.6 \text{ l/(min} * \text{m}^2) * (4 \text{ m}) * 10 \text{ m} = 24 \text{ l/min}$ $24 \text{ l / min} * 60 \text{ min} = 1'440 \text{ l}$ |
| Einstau-Volumen | $2'040 \text{ l} - 1'440 \text{ l} = 600 \text{ l}$ |

Ein Drittel der Parkplatzfläche darf beispielsweise bei Bedarf eingestaut werden, also jeweils zirka 1.5 Meter. Die Einstauhöhe soll unter 20 cm liegen.



Auf einer Fläche von 10 m^2 sind 600 Liter zurückzuhalten. Das entspricht einer Speicherhöhe von 60 mm in der Mulde (1m). Der Parkplatz wird entsprechend nicht eingestaut, respektive sind noch Reserven vorhanden.

$$h = \frac{V}{A} = \frac{600 \text{ l}}{10 \text{ m}^2} = 60 \text{ mm}$$

4.4. BERECHNUNG VERDUNSTUNGS- UND VERSICKERUNGSMULDE

Eine Verdunstungs- und Versickerungsmulde kann (im leeren Zustand) ein 12 mm-Regenereignis vollständig fassen und ist spätestens nach 24 h entleert. Die Wassertiefe beträgt max. 20 cm und der Überlauf wird über die Oberfläche abgeleitet. Dabei beträgt die Grundfläche der Mulde 6.0% der angeschlossenen reduzierten Fläche (A_{red}).

Formel zur Berechnung der Abflussdrosselung:

$$Q_{ab} \left(\frac{l}{min} \right) = \frac{A_{red} \text{ m}^2 * 12 \text{ l/m}^2}{1'440 \text{ min}}$$

Beispiel 1

Ein Platz von 100 m² (A_{red}) ist via einer Verdunstungs- und Versickerungsmulde zu entwässern. Wie gross ist die Grundfläche der Mulde und die Abflussdrosselung zu dimensionieren?

$$Q_{ab} \left(\frac{l}{min} \right) = \frac{100 \text{ m}^2 * 12 \text{ l/m}^2}{1'440 \text{ min}} = 0.83 \text{ l/min}$$

Die Grundfläche der Mulde misst 6 m². Die Sickerleistung sollte 0.83 l/min erreichen.

ANHANG 1: GESETZLICHE GRUNDLAGEN

SGS 814.20 Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG)

Art. 1: Sicherung der natürlichen Funktion des Wasserkreislaufs

Art. 7 Abs. 2: Versickerungsgebot und Rückhaltmassnahmen

SGS 814.201 Gewässerschutzverordnung (GSchV)

Art. 3: Abgrenzung zwischen verschmutztem und nicht verschmutztem Abwasser

Art. 11: Trennung des Abwassers bei Gebäuden

Anhang 1: Ökologische Ziele

Anhang 2: Anforderungen an die Wasserqualität

SGS 782 Gesetz über den Gewässerschutz (kGSchG)

§ 2: Zusammenarbeit Kanton und Gemeinden

§ 4: Nicht verschmutztes Abwasser

SGS 782.11 Kantonale Gewässerschutzverordnung (kGSchV)

§ 5: Nicht verschmutztes Abwasser

§ 6: Zuständigkeit

Anhang 6: Bewilligungspflicht von Versickerungen und Einleitungen in Gewässer

Richtlinien

AUE-Richtlinien zur Versickerung von Meteor- und Sauberwasser, 1998

AUE-Richtlinie «Gewässerschutz bei Regenwetter», 2000

VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter», 2019

Schweizer Norm SN 592 000 «Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung – Planung und Ausführung», gültige Fassung

Berichte und Empfehlungen

BAFU-Bericht «Regenwasser im Siedlungsraum», 2022

KBOB-Empfehlung «Versickerung und Retention von Niederschlagswasser im Liegenschaftsbereich», 2019

Kantonale Merkblätter

«Belastete Standorte und Versickerung von Meteorwasser», 2011

«Umgang mit Regenabwasser von Metalldächern und –fassaden», 2021

«Umgang mit Regenabwasser von bituminösen Dichtungsbahnen», 2023

ANHANG 2: BELASTUNGSKLASSEN FÜR DÄCHER UND PLÄTZE

Gemäss der VSA-Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter

| | Herkunftsfläche | Belastungsklasse |
|----------------------------------|---|-------------------------------------|
| Dächer und Fassaden ⁵ | Grün-/Kiesdächer ohne biozidhaltige Abdichtungsbahnen Dächer oder Fassaden aus überwiegend inerten Materialien mit geringen Anteilen an Blei-, Kupfer-, Zink- und Zinninstallationen | gering |
| | Dächer / Fassaden aus überwiegend inerten Materialien mit leicht erhöhten Anteilen an unbeschichteten Blei-, Kupfer-, Zink- und Zinninstallationen | mittel |
| | Dächer / Fassaden mit erhöhten Anteilen an beschichteten Metallflächen | mittel |
| | Dächer / Fassaden mit erhöhten Anteilen an unbeschichteten Metallflächen | hoch |
| | Dächer oder Fassaden mit pestizidhaltigen Materialien | mittel (gering, hoch) |
| Terrassen | Terrassen, Balkone, Dachterrassen | hoch |
| Plätze | Hauszufahrten, Vorplätze, Parkplätze mit wenigen Fahrzeugwechselln inkl. der dazugehörigen Manövrier- und Verkehrsflächen: z. B. private Parkplätze, reservierte Besucherparkplätze in Wohnüberbauungen, Firmenparkplätze für Angestellte Geh-, Rad-, Feld-, Wald- und Flurwege, Perrons | gering |
| | Umschlag- und Lagerplätze sowie Arbeitsflächen ohne wasser- oder umweltgefährdende Stoffe | mittel |
| | Umschlag- und Lagerplätze von wasser- oder umweltgefährdenden Stoffen | nicht Gegenstand der VSA-Richtlinie |
| | Parkplätze mit häufigen Fahrzeugwechselln inkl. der dazugehörigen Manövrier- und Verkehrsflächen: z. B. Parkplätze bei Einkaufszentren, Sport- und Freizeitanlagen, Bahnhöfen, öffentlichen Diensten, Spitälern u. a. Urbane Platzflächen: z. B. Marktplätze, Plätze mit vielen Festen, häufigem Publikumsverkehr, aber wenig motorisiertem Verkehr | mittel bis hoch (je nach Belastung) |
| | Sportplätze | gering bis mittel |

⁵ Siehe dazu die kantonalen Merkblätter «Umgang mit Regenabwasser von Metaldächern und –Fassaden» und «Umgang mit Regenabwasser von bituminösen Dichtungsbahnen»

ANHANG 3: BELASTUNGSKLASSEN VON STRASSENABWASSER

Massgebende tägliche Fahrten für die Einstufung von öffentlichen Verkehrsflächen

Gemäss der VSA-Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter

| Klassierung | Belastungspunkte (BP) | Belastungsklasse |
|---|-----------------------|------------------|
| Die Anzahl der Belastungspunkte bei Strassen wird wie folgt in Belastungsklassen umgesetzt: | < 5 Punkte | gering |
| | 5 - 14 Punkte | mittel |
| | > 14 Punkte | hoch |

Belastung von Niederschlagsabwasser von Strassenflächen

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| Setzt sich wie folgt zusammen | Grundbelastung + \sum (BP-Kriterien) | Belastungspunkte |
| 1. Grundbelastung | Belastungspunkte [BP] | Bemerkung |
| Verkehrsfrequenz | Grundbelastung = DTV/1000 | für Planungshorizont DTV (= durchschnittlicher täglicher Verkehr) |
| 2. Kriterien | Belastungspunkte [BP] | Bemerkungen |
| Anteil Schwerverkehr | 1 für Anteil 4 – 8 % 2 für Anteil > 8 % | für Planungshorizont DTV (= durchschnittlicher täglicher Verkehr) |
| Steigung | 1 falls Steigung > 8 % | für Planungshorizont DTV (= durchschnittlicher täglicher Verkehr) |
| Strassenabschnitt innerorts | 1 | |
| Strassenreinigung | Abzug der Anzahl maschineller Reinigungen pro Monat | |

Massgebende tägliche Fahrten für die Einstufung von privaten Verkehrsflächen

| Verschmutzungsgrad | | PW-Fahrten | LKW-Fahrten |
|--------------------|---------|------------|-------------|
| | | Gering | < 500 |
| Mittel | < 1'500 | < 75 | |
| Hoch | > 1'500 | > 75 | |

Bei stetiger wöchentlicher Flächenreinigung dürfen die Anzahl Fahrten 20% erhöht werden.

ANHANG 4: PFLANZENLISTE

| | |
|---|--|
| Feuchte Gräben | <ul style="list-style-type: none">- Sibirische Schwertlilie (<i>Iris sibirica</i>)- Weiden Alant (<i>Inula salicina</i>)- Aromatische Rossminze (<i>Mentha longifolia</i>) |
| Wechselfeuchte Standorte | <ul style="list-style-type: none">- Pfeifengras- Schwalbenwurz-Enzian (<i>Gentiana asclepiadea</i>)- Teufelsabbiss (<i>Succisa pratensis</i>) |
| Nassstandorte und Weiher | <ul style="list-style-type: none">- Blut Weiderich (<i>Lythrum salicaria</i>)- Zwerg-Rohrkolben (<i>Typha minima</i>)- Teich-Enzian (<i>Nymphoides peltata</i>) |
| Schattige Standorte tiefgründig und frischfeucht | <ul style="list-style-type: none">- Bach Nelkenwurz (<i>Geum rivale</i>)- Brauner Storchschnabel (<i>Geranium phaeum</i>)- Rote Waldnelke (<i>Silene dioica</i>)- Akeleiblättrige Wiesenraute (<i>Thalictrum aquilegifolium</i>) |
| Trockenstandorte vollsonnig und sandig-kiesig/humusarm (z.B. Flachdächer) | <ul style="list-style-type: none">- Stein-Nelke (<i>Dianthus sylvestris</i>)- Scharfer Mauerpfeffer (<i>Sedum acre</i>)- Behaarter Ginster (<i>Genista pilosa</i>)- Niedliche Glockenblume (<i>Campanula cochleariifolia</i>)- Stein-Nelke (<i>Dianthus sylvestris</i>)- Rundblättrige Glockenblume (<i>Campanula rotundifolia</i>)- Herzblättrige Kugelblume (<i>Globularia cordifolia</i>)- Felsen-Fingerkraut (<i>Potentilla ruprestris</i>)- Mauerpfeffer (<i>Sedum acre</i> und <i>Sedum reflexum</i>)- Berglauch (<i>Allium lusitanicum</i>)- Berg-Kronwicke (<i>Coronilla coronata</i>)- Gemeiner Natterkopf (<i>Echium vulgare</i>) |
| Sonnig trockene Standorte | <ul style="list-style-type: none">- Steppen Wolfsmilch (<i>Euphorbia seguieriana</i>)- Gelbem Fingerhut (<i>Digitalis lutea</i>)- Färber Ginster (<i>Genista tinctoria</i>) |
| Sonnig humose Standorte | <ul style="list-style-type: none">- Wasserdost (<i>Eupatorium cannabinum</i>)- Sigmarswurz (<i>Malva alcea</i>)- Grossblütiger Fingerhut (<i>Digitalis grandiflora</i>)- Acker-Glockenblume (<i>Campanula rapunculoides</i>) |
| Vollsonnige, nährstoff- und humusreiche Standorte Ruderalfluren | <ul style="list-style-type: none">- Königskerze (<i>Verbascum densiflorum</i>)- Herzgespann (<i>Leonurus cardiaca</i>) |

| | |
|-----------------------------|--|
| Magerwiese | <ul style="list-style-type: none"> - Wiesensalbei (<i>Salvia pratensis</i>) - Gemeine Schafgarbe (<i>Achillea millefolium</i>) - Knäuelblütige Glockenblume (<i>Campanula glomerata</i>) |
| Fettwiese | <ul style="list-style-type: none"> - Rote Waldnelke (<i>Silene dioica</i>) - Kuckucks-Lichtnelke (<i>Silene flos-cuculi</i>) |
| Halbschattige Standorte | <ul style="list-style-type: none"> - Blutroter Storchschnabel (<i>Geranium sanguineum</i>) - Schwarzwerdender Geissklee (<i>Cytisus nigricans</i>) - Kleine Wiesenraute (<i>Thalictrum minus</i>) - Dichter-Narzissen (<i>Narcissus poeticus</i>) |
| Schattige Standorte | <ul style="list-style-type: none"> - Buschwindröschen (<i>Anemone nemorosa</i>) - Nesselblättrige Glockenblume (<i>Campanula trachelium</i>) - Gelber Wingerhut (<i>Digitalis lutea</i>) - Waldfarn (<i>Dryopteris filix-mas</i>) - Mondviole (<i>Lunaria rediviva</i>) - Wald-Geissbart (<i>Aruncus dioicus</i>) - Gelappter Schildfarn (<i>Polystichum aculeatum</i>) |
| Schattige Standorte trocken | <ul style="list-style-type: none"> - Klebrige Salbei (<i>Salvia glutinosa</i>) - Weisse Segge (<i>Carex alba</i>) - Frühlings-Platterbse (<i>Lathyrus vernus</i>) - Brauner Storchschnabel (<i>Geranium phaeum</i>) |

Quelle: Peter Steiger, Pulsatilla

ANHANG 5: NIEDRIGWASSERABFLUSS VON FLIESSGEWÄSSER (Q₃₄₇)

⇒ Siehe auch Hydrographisches Jahrbuch.

Diese Liste ist nicht abschliessend. Jeweilige Abschätzung über vergleichbare Gewässer erforderlich.

| Gemeinde | Gewässer | Q ₃₄₇ [l/s] | Messbeginn |
|---------------------|----------------|------------------------|------------|
| Allschwil | Dorfbach | 40 | 1984 |
| Augst | Violenbach | 48 | 1978 |
| Basel | Rhein | 526'000 | 1981 |
| Binningen | Birsig | 197 | 1979 |
| Bubendorf-Morgental | Hintere Frenke | 84 | 1984 |
| Bubendorf-Talhaus | Vordere Frenke | 114 | 1975 |
| Buckten | Homburgerbach | 31 | 1984 |
| Diegten | Diegterbach | 46 | 1983 |
| Gelterkinden | Eibach | 51 | 1975 |
| Itingen | Ergolz | 161 | 1981 |
| Liestal | Orisbach | 30 | 1981 |
| Maisprach | Buuserbach | 67 | 1976 |
| Münchenstein | Birs | 3'410 | 1981 |
| Oberwil | Birsig | 68 | 1987 |
| Oberwil | Marchbach | 113 | 1980 |
| Ormalingen | Hemmikerbach | 16.1 | 1977 |
| Ormalingen | Ergolz | 52 | 1976 |
| Reigoldswil | Hintere Frenke | 53 | 1982 |
| Rheinfelden | Rhein | 478'000 | 1933 |
| Rothenfluh | Dübach | 5.44 | 1977 |
| Thürnen | Homburgerbach | 15 | 1975 |
| Waldenburg | Vordere Frenke | 39 | 1977 |
| Zeglingen | Eibach | 55 | 1984 |

ANHANG 6: ENTSCHEIDUNGSSCHEMA ZUM UMGANG MIT UNVERSCHMUTZTEN REGENABWASSER

