



Vollzugshilfe

Planung und Bemessung von Retentionsanlagen für Regenwasser

1. Zweck und Anwendungsbereich

Diese Vollzugshilfe soll einen Gesamtüberblick bieten über die Anforderungen, die geltendes Bundesrecht sowie Fachnormen an die Retention von unverschmutztem Abwasser stellen. Sie ist anwendbar auf Retentionsanlagen für kleine Flächen (z. B. für 1 EFH oder 1 bis 2 MFH mit Umschwung, ein Industriegebäude ohne besonderen Abwasserreinigungsbedarf). In komplexeren Fällen ist eine spezifische und detaillierte hydrogeologische Studie durchzuführen.

Die Vollzugshilfe richtet sich an:

- die technischen Büros, die mit der Planung und Bemessung von Regenretentionseinrichtungen beauftragt werden;
- die kommunalen technischen Dienste, die für das Entwässerungsnetz zuständig sind.

Sie zeigt eine Methode, die auf die meisten Kleinflächen im Siedlungsgebiet, wo Retentionsanlagen zu bemessen sind, anwendbar ist.

2. Rechtsgrundlagen

2.1 Gesetzgebung – Normen – Richtlinien

Gewässerschutzgesetz (GSchG, 24.01.1991)

Gewässerschutzverordnung (GSchV, 28.10.1998)

Kantonales Gewässerschutzgesetz (kGSchG, 16.05.2016)

Schweizer Norm SN 592 000: Planung und Erstellung von Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung

Schweizer Norm SN 640 350: Oberflächenentwässerung von Strassen, Regenintensitäten.

Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter. Verband Schweizer Abwasser und Gewässerschutzfachleute (VSA) 2019

2.2 Prinzipien der Entwässerung

Die gesetzlichen Grundlagen (GSchG und GSchV) schreiben vor, dass nicht verschmutztes Abwasser (Niederschlagwasser) nach Möglichkeit versickern zu lassen ist. Erlauben die örtlichen Verhältnisse dies nicht, so können die kantonalen Behörden die Einleitung in ein oberirdisches Gewässer (See, Fluss, Kanal, Kanalisation etc.) bewilligen, sofern Rückhaltmassnahmen getroffen werden, damit das Wasser bei grossem Anfall gleichmässig abfliessen kann (Brechen der Hochwasserspitzen). Im Übrigen bedarf es für Einleitungen, die nicht im GEP ausgewiesen sind, einer spezifischen Bewilligung der kommunalen und kantonalen Instanzen.

Die Richtlinie der VSA über die städtische Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter von 2019 bietet die Möglichkeit, auf die Rückhaltung zu verzichten, wenn die hydraulische Kapazität der aufnehmenden Umgebung dies zulässt. Die DUW bleibt offen gegenüber dieser Beurteilung für Flüsse wie die Rhône oder deren Nebenflüsse in der Talbene.

Im Allgemeinen legt der generelle Entwässerungsplan (GEP) der Gemeinde die Zonen fest, in denen Rückhaltmassnahmen erforderlich sind.

3. Projektregen

3.1 Jährlichkeit des Regens

In der Regel geht man bei der Berechnung des Projektregens (Bezugsgrundlage für die Berechnung der zu bewältigenden Wassermengen) auf ländlichem und besiedeltem Gebiet von einer Jährlichkeit $T = 5$ Jahre aus.

3.2 Intensität des Regens

3.2.1 Methoden zur Ermittlung der Regenintensität

Die Intensität des Projektregens wird anhand von IDF-Kurven (Identitäts-Dauer-Frequenz)¹ ermittelt, die aus den jüngsten örtlichen Regendaten abgeleitet werden.

Fehlt es an verwendbaren IDF-Kurven, so nimmt man die Talbot-Formel (SN 640 350) zu Hilfe.

$$i_{(d,T)} = \frac{aT}{d + bT}$$

wobei:	$i_{(d,T)}$	[mm/h]	=	Regenintensität bei einer Dauer d und einer Jährlichkeit T
	d	[h]	=	Dauer des Regens
	aT	[-]	=	von der Region und der Jährlichkeit des Regens abhängiger Koeffizient (Tabelle 1)
	bT	[-]	=	von der Region und der Jährlichkeit des Regens abhängiger Koeffizient (Tabelle 1)

In einer 2016 durchgeführten Studie² hat die CREALP die Talbot-Formel auf das Wallis angewendet und daraufhin das Kantonsgebiet in 6 Regionen unterteilt, für die es je eine Berechnungsgrösse aT und bT gibt (Abbildungen 1 und 2 + Tabelle 1).

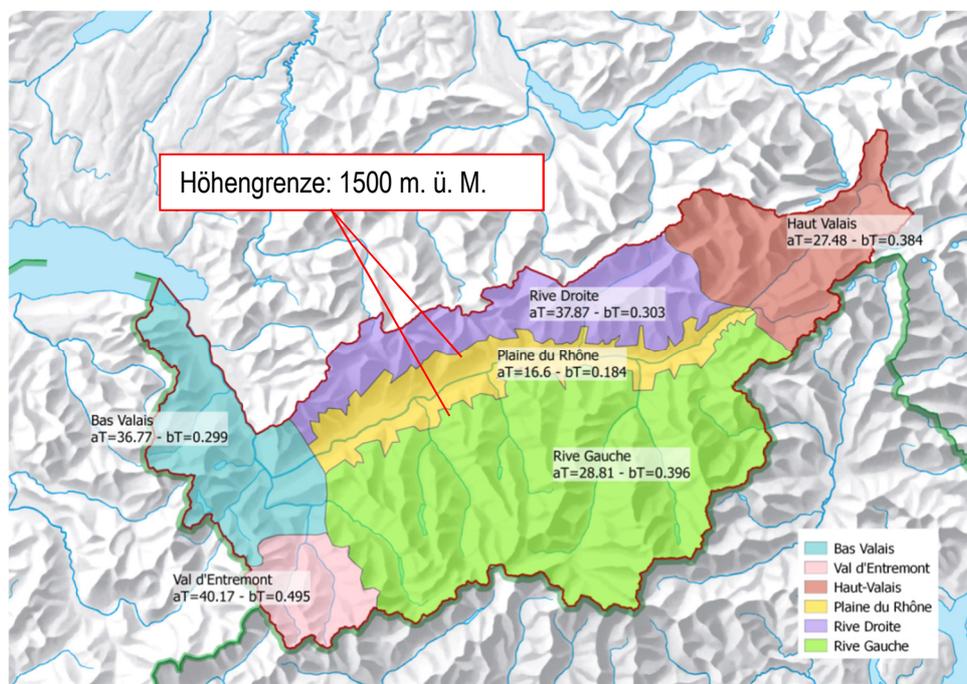


Abbildung 1: Unterteilung des Walliser Kantonsgebiets zur Berechnung von Projektregen (CREALP, 2016)

¹ Beispiele für IDF-Kurven: MeteoSchweiz

<http://www.meteosuisse.admin.ch/home/climat/passe/extremes-climatiques/analyses-des-valeurs-extremes.html>

² Zentrum für alpine Umweltforschung (CREALP): "Analyse et actualisation des coefficients de pluviométrie en Valais pour le calcul des pluies de projet – Rapport de synthèse" (12.12.2016)

Region	aT	bT
Bas Valais (Unterwallis) (Koeffizienten der Messstation «Pully»)	36.77	0.299
Val d'Entremont (Koeffizienten der Messstation «Grosser St. Bernhard»)	40.17	0.495
Plaine du Rhône (Rhoneebene bis 1500 m) (Koeffizienten der Messstation «Sitten»)	16.60	0.184
Rive Droite du Rhône (Rechts der Rhone ab 1500 m) (Koeffizienten der Messstation «Sitten»)	37.87	0.303
Rive Gauche du Rhône (Links der Rhone ab 1500 m) (Mittelwert der Koeffizienten der Messstationen «Evolène/Villa» und «Grosser St. Bernhard»)	28.81	0.396
Haut Valais (Oberwallis) (Koeffizienten der Messstation «Grimsel Hospiz»)	27.48	0.384

Tabelle 1: Werte der regionalen Koeffizienten aT und bT im Wallis für eine Jährlichkeit von $T = 5$ Jahre (CREALP, 2016)

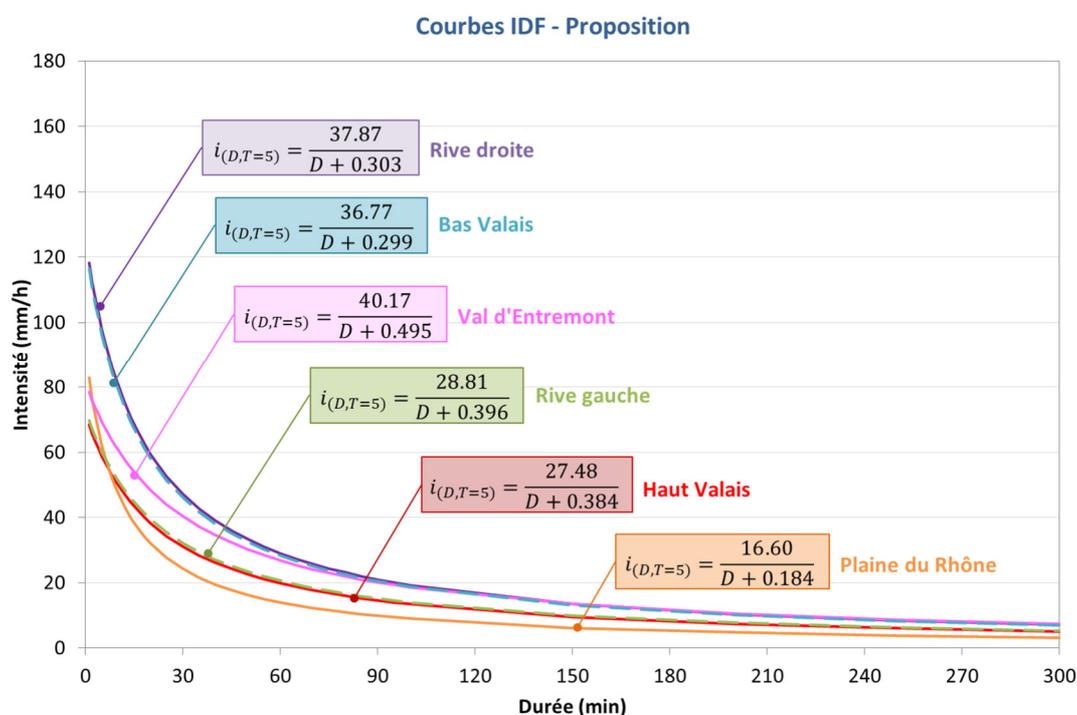


Abbildung 2: IDF-Kurven der einzelnen Regionen im Wallis (CREALP, 2016).

3.2.2 Sicherheitsfaktor

Gemäss der Norm SN 592 000 ist die Regenintensität mit einem Sicherheitsfaktor (F_s) zu multiplizieren:

- $F_s = 1.5$ für Gebäude, wo eindringendes Wasser zu erheblichen Schäden führen kann (Fabrikations- und Lagerhallen, Labors, Einkaufszentren, etc.);
- $F_s = 2.0$ für Gebäude mit einem aussergewöhnlichen Schutzbedarf (Spitäler, Medizinzentren, Theater, Konzertsäle, Museen oder andere Gebäude zur Aufbewahrung wertvoller Kulturgüter, Rechenzentren, TV-Studios, Fabriken, Lagerhallen der chemischen Industrie, Munitionsfabriken etc.).

3.3 Dauer des Regens

Es ist sinnvoll, die Intensität des Projektregens ($i_{(D, T)}$) für unterschiedliche Dauern (d) zu berechnen:

- kurze Regenschauer ($5 \text{ mn} \leq d \leq 10 \text{ mn}$) dienen der Ermittlung der maximal zu bewältigenden Abflussmengen und folglich der Dimensionierung der Leitungen;
- länger anhaltende Regenschauer ($10 \text{ mn} < d \leq 40 \text{ mn}$) dienen der Ermittlung des für die Retentionsanlagen erforderlichen Nutzvolumens.

Anzumerken ist, dass bei Projektregen von mehr als etwa 2 Stunden die Abflussspitzen relativ flach und im Allgemeinen keine Rückhaltmassnahmen erforderlich sind.

4. Auffangflächen für Regenwasser

Die Abflusskapazität einer Fläche wird mit dem Abflussbeiwert ausgedrückt. Dieser Berechnungsgrösse ist der Quotient aus dem Teil eines Niederschlagsereignisses, der direkt zum Abfluss gelangt (effektiver Niederschlag) und dem Gesamtniederschlag.

Der Abflussbeiwert (Cr) wird stark von der Beschaffenheit der Oberfläche beeinflusst. Entsprechende Standardwerte findet man in der hydrologischen Fachliteratur (s. Beispiele in den Tabellen 2 bis 4).

Oberflächenbeschaffenheit	Cr	
Flache und geneigte Dächer (unabhängig von Material und Bedeckung)	1.0	
Begrünte Flachdächer, je nach Dicke der Humusschicht * =>	> 50 cm	0.1
	25 – 50 cm	0.2
	10 – 25 cm	0.4
	≤ 10 cm	0.7
Plätze und Zufahrten	- mit Hartbelag	1.0
	- mit Rollsplit	0.6
	- mit Holzspänen	0.6
	- mit Sickerbelag	0.6
	- mit Sickersteinen	0.2
	- mit Rasengittersteinen	0.2

* gilt bis zu einer Dachneigung von 15°; bei stärkerer Neigung erhöht sich der Cr um 0.1.

Tabelle 2: Abflussbeiwerte für verschiedene Oberflächen und Bedeckungen (gemäss Norm SN 592 000)

Dachbeläge		
Kies	Rasen – Kies	Extensiv begrüntes Dach
0.65	0.55	0.15

Tabelle 3: Abflussbeiwerte für verschiedenen Dachtypen (gemäss der VSA-Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten)

Gegebenenfalls wird der Regenwasserabfluss aus dem Dachfallrohr durch eine vom Hersteller gelieferte kalibrierte Vorrichtung begrenzt.

Gefälle [%]	Bodenbedeckung		
	Wald	Wiese – Feld	Anbau hangabwärts
0.5	-	0.005	0.12
1.0	0.01	0.020	0.13
2.0	0.02	0.040	0.18
4.0	0.04	0.070	0.23
6.0	0.05	0.090	0.27
8.0	0.06	0.11	0.31
10.0	0.07	0.13	0.34
15.0	0.08	0.17	0.40
20.0	0.10	0.19	0.45
25.0	0.12	0.22	0.50
30.0	0.13	0.25	0.55
35.0	0.14	0.27	0.59
40.0	0.15	0.29	0.62
45.0	0.16	0.31	0.65
50.0	0.17	0.33	0.69

Tabelle 4: Abflussbeiwerte in Abhängigkeit des Gefälles und der Bodenbedeckung (nach J.-L. Sautier (1984), «Guide du Service fédéral d'améliorations foncières» (Wegleitung des Eidg. Meliorationsamtes))

5. Zu bewältigende Regenwasservolumen und -abflussmengen

5.1 Abflussspitzen

Zur Bemessung der Retentionsanlagen müssen die nach Niederschlagsdauer und -intensität variierenden Hochwasservolumen und -abflussmengen korrekt ermittelt werden.

Die Abflussmengen und -ganglinien können mit unterschiedlichen, mehr oder weniger aufwändigen Methoden ermittelt werden; die Wahl liegt hier beim mit der Bemessung beauftragten Fachmann. Die hier vorgeschlagene rationelle Methode ist nur eine der Möglichkeiten. Einfach in der Anwendung, führt sie in den meisten Fällen zu befriedigenden, sachgerechten Ergebnissen. Ihre Berechnungsformel lautet wie folgt:

$$Q_{(d)} = A \cdot Cr \cdot i_{(d,T)} \cdot 2.78$$

wobei:

$$A_{red} = A \cdot Cr$$

$Q_{(d)}$	[l/s]	=	Abflussspitze (oder Auffangmenge) für eine Regendauer d
A	[ha]	=	Auffangfläche für Regenwasser
Cr	[-]	=	Abflussbeiwert
A_{red}	[m ²]	=	Reduzierte Auffangfläche (effektiv für die Abflussberechnung verwendete Fläche)
$i_{(d,T)}$	[mm/h]	=	Regenintensität bei einer Dauer d und einer Jährlichkeit T (5 Jahre)

Bei mehreren Auffangflächen mit unterschiedlichen Abflussbeiwerten lautet die Formel:

$$Q_{(d)} = A_{red} \cdot i_{(d,T)} \cdot 2.78$$

wobei:

$$A_{red} = \sum_i A_i \cdot Cr_i$$

A_i	[m ²]	=	Auffangfläche (i steht für die Anzahl der berücksichtigten Flächen)
Cr_i	[-]	=	Abflussbeiwert der Fläche A_i

5.2 Zulässige Einleitungsmengen

Manche Gemeinden legen, beispielsweise in ihrem GEP, für Retentionsanlagen auf ihrem Territorium eine spezifische Einleitungsmenge (zulässige Einleitungsmenge pro Hektare) fest. Die angenommenen Werte liegen üblicherweise Werte zwischen 20 und 40 l/s-ha. Wurde keine zulässige Menge festgelegt, so kann die spezifische Einleitungsmenge (Q_{rsp}) basierend auf den folgenden Prinzipien ermittelt werden:

- Die spezifische Einleitungsmenge muss dem theoretischen Abfluss der Grundstücksfläche im Naturzustand, also dem eines unbebauten Geländes, entsprechen. Zur Berechnung verwendet man oft einen Abflussbeiwert "im Naturzustand" von $0.1 \leq C_{nat} \leq 0.2$ (manchmal sind höhere Werte anzunehmen, wenn es spezifische Abflussmengen um die 40 l/s-ha zu erreichen gilt). Der Wert kann auch auf der Grundlage von Tabelle 4 ermittelt werden.
- Als Projektregen ist ein Ereignis mit einer Jährlichkeit $T = 5$ Jahre und einer Dauer $d = 15$ mn anzunehmen (sofern die Gemeindebehörden nichts anderes bestimmt haben).
- Aus technischen Gründen (Verstopfungsgefahr bei den Schiebern) ist die Einleitungsmenge nicht auf unter 1 l/s pro Anlage festzulegen.

Die Berechnung sieht dann folgendermassen aus:

$$Q_{rsp} = C_{nat} \cdot i_{(d, T)} \cdot 2.78$$

wobei: Q_{rsp} [l/s-ha] = angenommene Einleitungsmenge (Einleitungsmenge für eine Auffangfläche von 1 ha)
 C_{nat} [-] = mittlerer Abflussbeiwert der (unbebauten) Fläche im Naturzustand
 $i_{(d, T)}$ [mm/h] = Regenintensität mit einer Dauer $d = 15$ mn (angenommen) und einer Jährlichkeit $T = 5$ Jahre

Ausgehend von der spezifischen Einleitungsmenge (Q_{rsp}), ermittelt man die zulässige Einleitungsmenge (Q_{ej}) nach der folgenden Formel:

$$Q_{ej} = Q_{rsp} \cdot A$$

wobei: Q_{ej} [l/s] = zulässige Einleitungsmenge in Abhängigkeit der Grösse der Regenauffangfläche
 Q_{rsp} [l/s-ha] = spezifische Einleitungsmenge (Einleitungsmenge für eine Auffangfläche von 1 ha)
 A [ha] = Auffangfläche für Regenwasser insgesamt

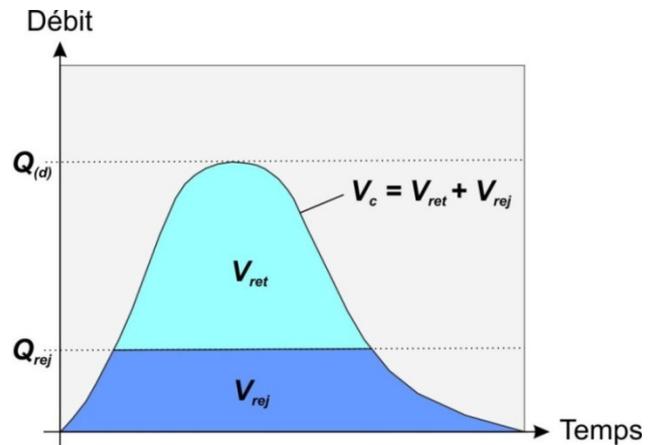
5.3 Retentionsvolumen

Die Bemessung der Retentionsanlage basiert auf der kritischen Regenmenge, d. h. dem Regen, dessen spezifische Intensität (i_c) und Dauer (d_c) zum kritischen Retentionsvolumen (maximalen Retentionsvolumen V_{max}) führen. Um diesen Wert zu ermitteln, analysiert man Regenereignisse von unterschiedlicher Dauer (d) und berechnet für jeden Fall das dabei verursachte Retentionsvolumen (V_{ret});

$$V_{ret} = V_c - V_{rej}$$

$$V_c = Q_{(d)} \cdot d \cdot 0.06$$

$$V_{rej} = Q_{rej} \cdot d \cdot 0.06$$

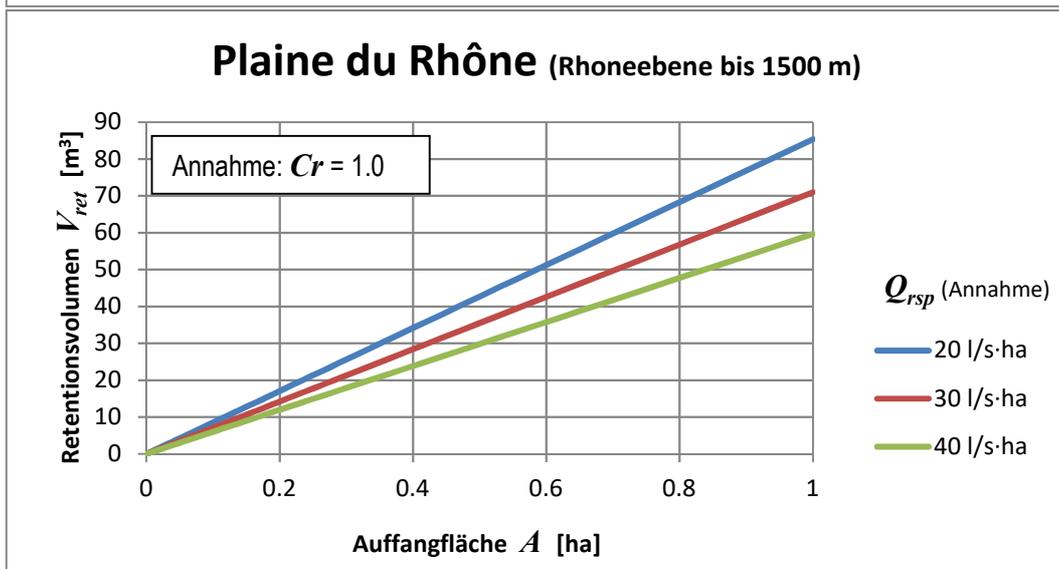
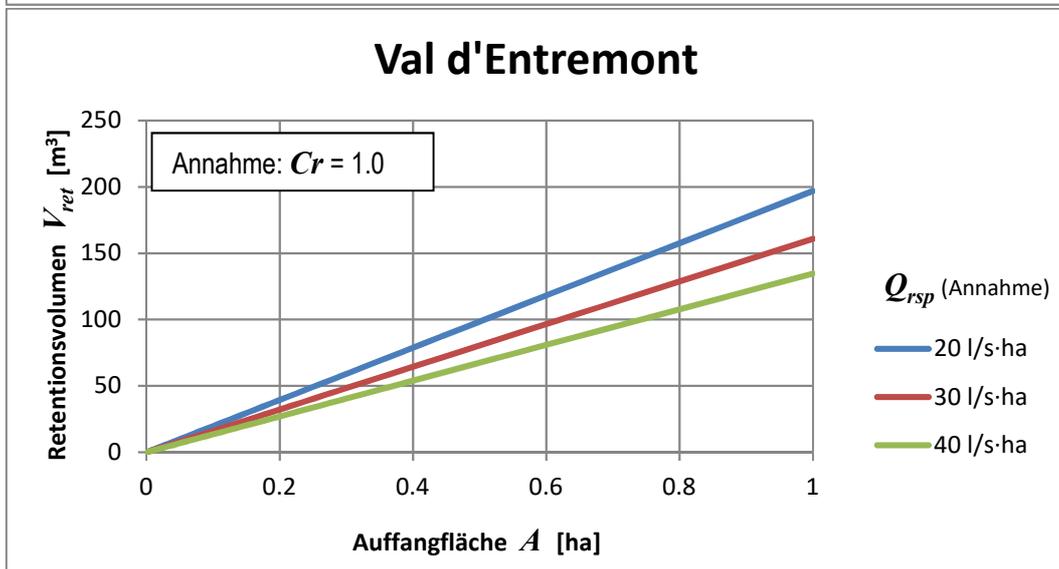
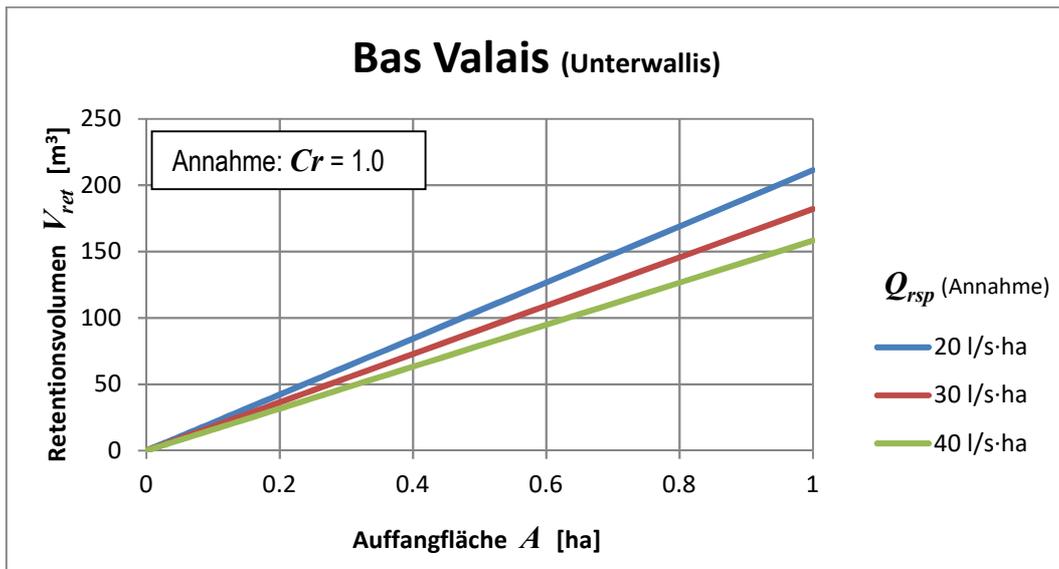


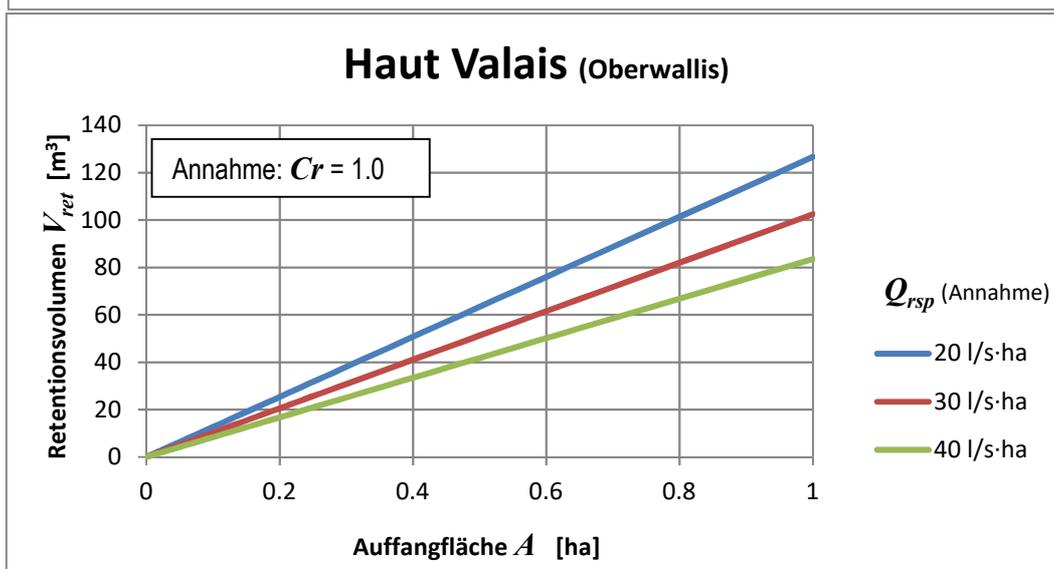
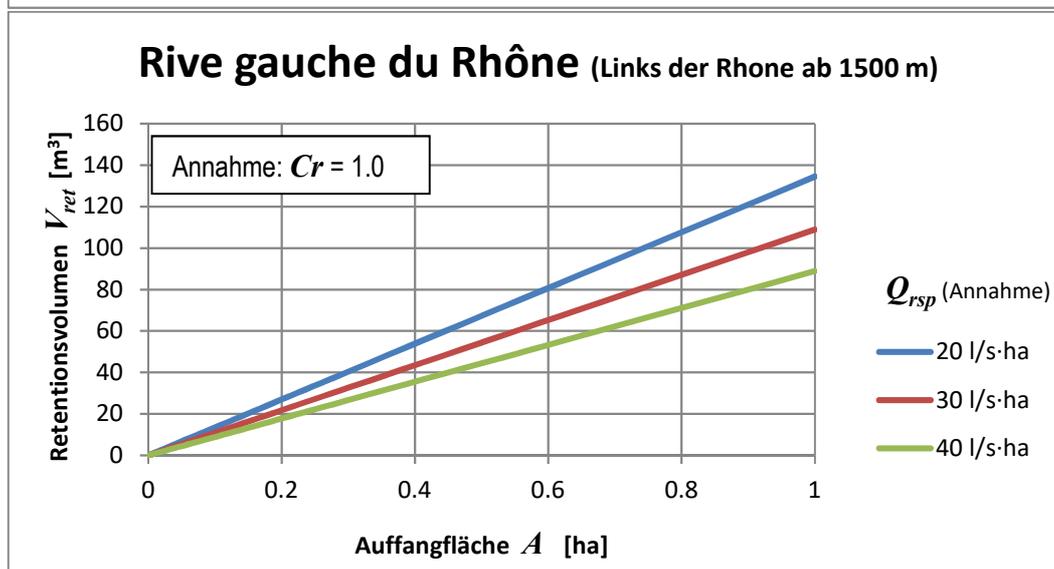
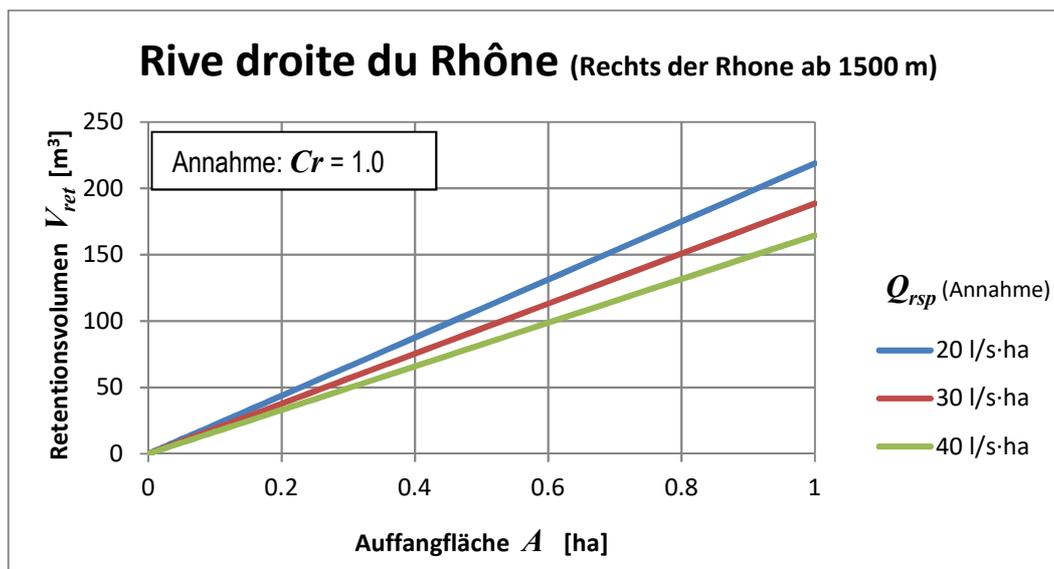
wobei:	V_{ret}	[m ³]	=	Retentionsvolumen bei berücksichtigter Regendauer d
	V_c	[m ³]	=	Gesamtes Hochwasservolumen bei berücksichtigter Regendauer d
	V_{ret}	[m ³]	=	Einleitungsvolumen bei berücksichtigter Regendauer d
	$Q_{(d)}$	[l/s]	=	Abflussspitze bei einer Regendauer d
	Q_{rej}	[l/s]	=	zulässige Einleitungsmenge in Abhängigkeit der Grösse der Auffangfläche
	d	[mn]	=	Regendauer

Für kleine Flächen entspricht das kritische Retentionsvolumen (V_{max}) in der Regel einem Regenereignis von 15 bis 30 mn.

Zur Orientierung liefern die nachfolgenden Grafiken eine Schätzung für die Retentionsvolumen (V_{ret}), denen in den einzelnen Regionen, bei einer Auffangfläche bis zu 1 ha, Rechnung zu tragen ist. Für die Flächen gilt als Annahme:

- ein Abflussbeiwert $Cr = 1.0$ (was voraussetzt, dass: $A = A_{red}$);
- eine spezifische Einleitungsmenge (Q_{rsp}) zwischen 20 und 40 l/s-ha.





6. Retentionsanlagen

6.1 Arten der Anlagen und baulichen Massnahmen

Die Retention von Regenwasser kann auf verschiedene Arten erfolgen (Anlagenbeispiele s. Anhang):

- Oberirdische Anlagen:
 - Dachretention;
 - im offenen Graben (Retentionsbecken)
 - Biotop (Teich);
- Unterirdische Anlagen:
 - Becken, Tank, Zisterne;
 - Verteilmodule;

Bei Auswahl und Einbau der Retentionsanlage ist insbesondere darauf zu achten, dass es in der Einrichtung nicht zu Rückstaus oder Überläufen (Rückflüssen, Überschwemmungen) kommen kann. Gegebenenfalls sind geeignete Massnahmen zu treffen, um die Gefahr von Wasserschäden zu verringern (Einbau einer Rückstauklappe, eines Bypasses, Vergrösserung des Retentionsvolumens etc.).

Das gesammelte Regenwasser muss durch eine Absetz-Einrichtung geführt werden, wenn es keine Filterschicht (Humusschicht) durchläuft. Die Anlage hat zu gewährleisten, dass allfällige schwere Teile (Schlamm, Sand, Kies etc.) oder schwimmende (Öl, Holz, Blätter, Papier etc.) zurückgehalten werden.

6.2 Abflussregulierung

Retentionsanlagen sind mit einem Abflussregler auszustatten. Dieser begrenzt die Rückgabemenge des Regenwassers am Auslauf der Anlage. Der Regler ist so zu bemessen, dass die maximal zulässige Einleitungsmenge (Q_{rej}) ihn passieren kann.

Bei der Wahl des Reglers ist auf die Verstopfungsgefahr durch schwere oder schwimmende Teile zu achten. Für Rückgabemengen zwischen 1 und 60 l/s wird eine Wirbeldrossel (mit Vortex-Effekt) empfohlen, weil diese für einen konstanten Abfluss sorgt, ohne dass dafür Leitungen mit sehr kleinem Durchmesser verwendet werden müssen.

Die Abflussregulierung muss leicht zugänglich sein, weil sie regelmässig kontrolliert und gewartet werden muss.

6.3 Überlaufvorrichtung

Die Retentionsanlage muss mit einer Überlaufvorrichtung ausgestattet sein, die so zu bemessen ist, dass sie das 1 bis 1.5-fache des maximalen Zulaufs der Anlage fassen kann.

Die Entsorgung des Wassers aus dem Überlauf hängt von den örtlichen Gegebenheiten ab. Die Einleitung kann zum Beispiel erfolgen in:

- eine Zone, in der sich das Wasser verteilen kann, ohne Schaden anzurichten;
- einen kommunalen Sammelkanal (spezifische Bewilligung erforderlich);
- ein Gewässer (spezifische Bewilligung erforderlich).

Anzumerken ist, dass es sich in bestimmten Situationen als notwendig erweisen kann, eine Anlage zur *Nutzung* des Überlaufwassers einzurichten.

7. Berechnungsbeispiel

Ermittlung des Nutzvolumens einer Retentionsanlage bei folgender Ausgangslage:

- Ort: Sitten
- Art der Baute: Wohnhaus;
- Gesamte Grundstückfläche: 1800 m², also 0.18 ha;
- Auffangfläche (= Gesamtfläche 1800 m², also 0.18 ha):
 - Ziegeldach: 800 m²;
 - geteerte Verkehrswege: 600 m²;
 - Parkplätze mit Rasengitter: 400 m²;
- Zur Berechnung der Einleitungsmenge zu verwendender Abwasserbeiwert (Naturzustand): $Cr_{nat} = 0.2$.

Die örtlichen Gegebenheiten lassen die Einrichtung einer Retentionsanlage zu, da im Falle einer Überlastung/eines Überlaufens der Anlage keine erheblichen Schäden entstehen würden.

7.1 Regenintensität (Norm SN 640 350)

Talbot-Formel:
$$\dot{i}_{(d,T)} = \frac{aT}{d + bT} \quad \text{mm/h}$$

wobei $aT = 16.60$ (Region "Rhoneebene", bei einer Jährlichkeit $T = 5$ Jahre)

$$bT = 0.184$$

Regendauer d [mn]	Regendauer d [h]	Regenintensität [mm/h] $\dot{i}_{(d,T)} = aT/(d + bT)$
5	0.083	62
10	0.167	47
15	0.250	38
20	0.333	32
30	0.500	24
40	0.667	20

Da im Falle eines Überlaufens der Retentionsanlage nicht mit erheblichen Schäden (Norm SN 592 000) zu rechnen ist, wird für den Projektregen der Sicherheitsfaktor $Fs = 1$ festgelegt.

7.2 Einzugsgebiet

Ermittlung der reduzierten Auffangfläche (A_{red}), das ist die effektiv für die Abflussberechnung verwendete Fläche.

Oberflächenbeschaffenheit	Auffangfläche A_i [m ²]	Abflussbeiwert Cr_i [-]	reduz. Auffangfläche (m ²) $[A_i \cdot Cr_i]$
Ziegeldach	800	1.0	800
Teer	600	1.0	600
Rasengitter	400	0.2	80
=> reduz Auffangfläche	$A_{red} = \sum_i A_i \cdot Cr_i \quad \text{[m}^2\text{]}$		1'480

Die reduzierte Auffangfläche beträgt somit insgesamt: $A_{red} = (800 + 600 + 80) = 1480$ m², also **0.148 ha**. Ausserdem beträgt der mittlere Abflussbeiwert für die gesamte Auffangfläche: $Cr_{may} = (A_{red} / A) = 0.82$.

7.3 Abflussspitzen

Ermittlung der aufzufangenden Regenwassermengen: $Q_{(d)} = A_{red} \cdot i_{(d,T)} \cdot 2.78$ [l/s]

Regendauer d [mn]	Regenintensität $i_{(d,T)}$ [mm/h]	Auffangfläche A_{red} [ha]	Abflussspitze [l/s] $Q_{(d)} = A_{red} \cdot i_{(d,T)} \cdot 2.78$
5	62	0.148	25.5
10	47	0.148	19.5
15	38	0.148	15.7
20	32	0.148	13.2
30	24	0.148	10.0
40	20	0.148	8.0

7.4 Zulässige Einleitungsmenge

Berechnung der spezifischen Einleitungsmenge: $Q_{rsp} = Cr_{nat} \cdot i_{(d,T)} \cdot 2.78$ [l/s-ha]

Regendauer d [mn]	Regenintensität $i_{(d,T)}$ [mm/h]	Abflussbeiwert Cr_{nat} [-]	spezifische Einleitungsmenge [l/s-ha] $Q_{rsp} = Cr_{nat} \cdot i_{(d,T)} \cdot 2.78$
15	38	0.2	21.1

Die spezifische Einleitungsmenge (Q_{rsp}) beläuft sich auf 21.1 l/s-ha. Bei einer Auffangfläche von $A = 0.18$ ha entspricht dies, gemäss der nachfolgenden Formel, einer maximalen Einleitungsmenge $Q_{rej} \cong 3.8$ l/s:

$$Q_{rej} = Q_{rsp} \cdot A = 21.1 \cdot 0.18 = 3.8 \text{ l/s}$$

7.5 Die relevanten Regenwassermengen

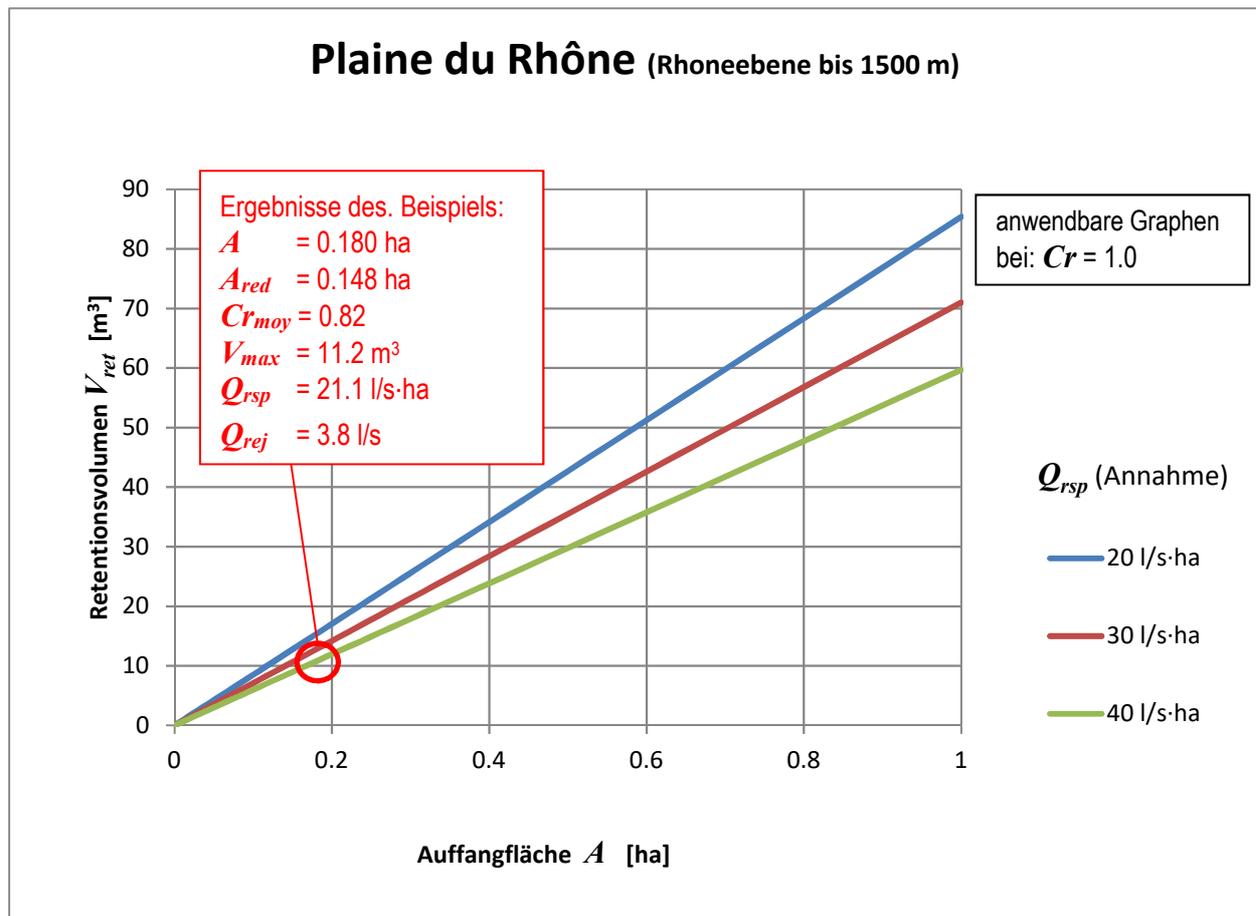
Die relevanten Regenwassermengen werden in nachfolgender Tabelle dargestellt. Daraus ergibt sich, dass das maximale Retentionsvolumen (V_{max}) bei einem Regenereignis von 20 mn Dauer erreicht wird.

Berechnung des Retentionsvolumens: $V_{ret} = V_c - V_{rej}$ [m³]

Regendauer d [mn]	Abflussspitze $Q_{(d)}$ [l/s]	Auffangvolumen [m ³] $V_c = Q_{(d)} \cdot d \cdot 0.06$	Einleitungsmenge Q_{rej} [l/s]	Einleitungsvolumen [m ³] $V_{rej} = Q_{rej} \cdot d \cdot 0.06$	Retentionsvolumen [m ³] $V_{ret} = V_c - V_{rej}$
5	25.5	7.7	3.8	1.1	6.6
10	19.5	11.7	3.8	2.3	9.4
15	15.7	14.2	3.8	3.4	10.8
20	13.2	15.8	3.8	4.6	11.2 (V_{max})
30	10.0	18.0	3.8	6.8	11.2
40	8.0	19.3	3.8	9.1	10.2

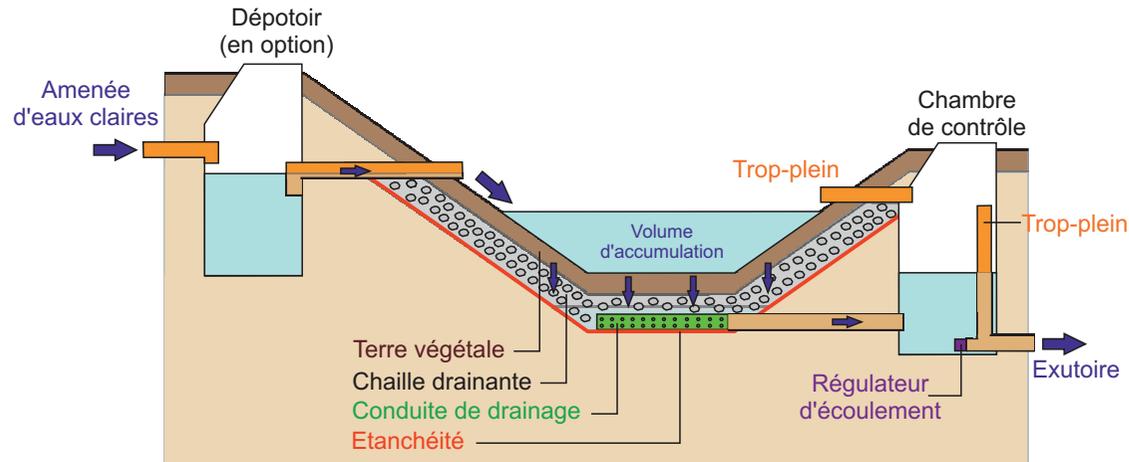
Im hier betrachteten Fall beträgt das zu berücksichtigende Retentionsvolumen (V_{max}) insgesamt **11.2 m³**.

Das Endergebnis der Berechnungen wird in der untenstehenden Grafik durch einen roten Kreis grafisch dargestellt. Anzumerken ist, dass bei einer auf 21.1 l/s-ha festgelegten spezifischen Einleitungsmenge (Kapitel 7.4) der Kreis nahe am blauen Graphen [20 l/s-ha] liegen müsste. Die zu beobachtende Abweichung ergibt sich daraus, dass die farbig dargestellten linearen Graphen für einen allgemeinen Abflussbeiwert $Cr = 1.0$ gelten, während sich im hier dargestellten Fall der mittlere Abflussbeiwert (Cr_{moy}) für die gesamte Auffangfläche auf 0.82 beläuft (Kapitel 7.2).



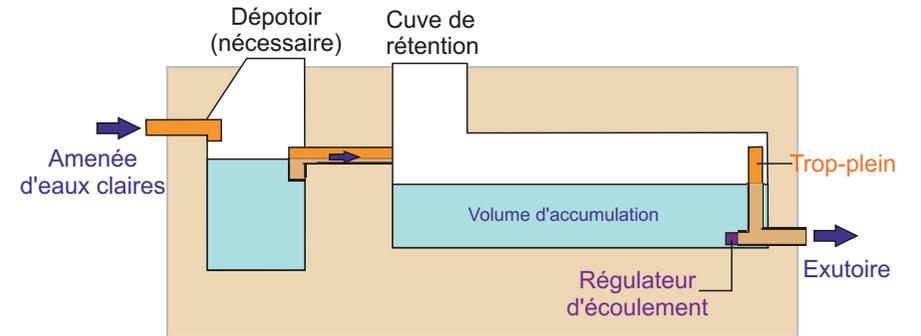
Schémas de dispositifs de rétention des eaux claires

Rétention à ciel ouvert

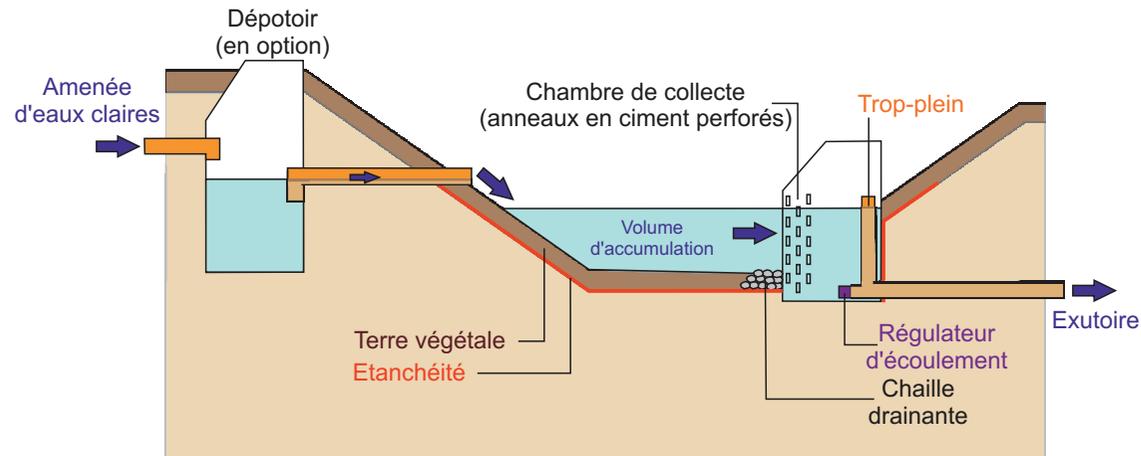


NB : clôture requise autour du bassin si la hauteur d'eau peut dépasser 20 cm

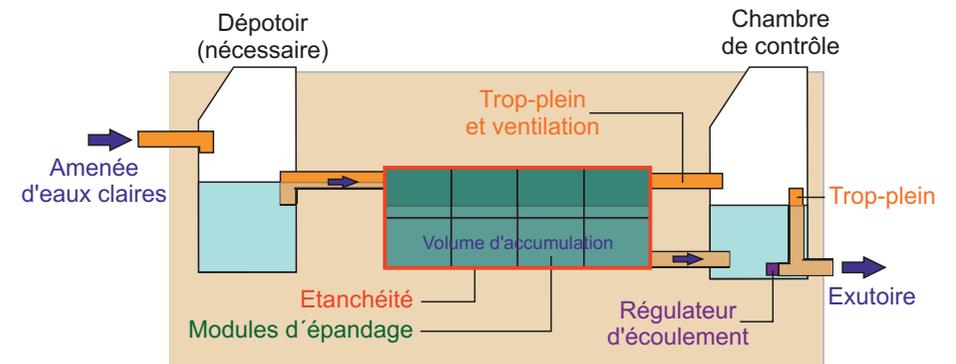
Rétention dans une cuve



Rétention dans des modules d'épandage



NB : clôture requise autour du bassin si la hauteur d'eau peut dépasser 20 cm



Dimensionierung von Sauberwasser - Wasserrückhaltebecken

Mandat

Mandat	xx
Auftraggeber	xx
Gemeinde	Sion
Ort / Ortsname / Grundstück	Sion / xx / xx

Berechnungsannahme

Berechnung von Hochwasser / Projekt-Regen	Rationelle Methode / Norm SN 640350
Regen-Rücklaufzeit (T)	5 Jahre

Wasserscheide (Richtlinie - Kapitel 4)

Oberflächenbeschaffenheit	Dachdeckung - Ziegel	Bitumen	Rasenpflastersteine	Andere
Fläche (A_i) [m ²]	800	600	400	0
Abfluss-Koeffizient (Cr_i) [-]	1.00	1.00	0.20	0.00

Fläche Total		Reduzierte Fläche	
A [m ²]	A [ha]	A_{red} [m ²]	A_{red} [ha]
1'800	0.180	1'480	0.148

=> Wasserauffangfläche

Projekt Regen (Richtlinie - Kapitel 3.2.1 und 3.2.2)

Bereich
=> Niederschlagskoeffizienten (für T = 5 Jahre):

aT	bT
Plaine du Rhône	
16.60	0.184

Zulässiger Sicherheitsfaktor F_s [-]

1.0 (norme SN 592 000)

Rückhaltebecken / Abfluss Sauberwasser (Richtlinie - Kapitel 5.2)

Natürlicher Bodenabflusskoeffizient (Cr_{nat}) [-] 0.20 (in der Regel $0.10 \leq Cr_{nat} \leq 0.20$)

=> Débit de rejet :

Spezifischer Durchfluss Q_{rsp} [l/s·ha]	Zulässige Fördermenge Q_{rej} [l/s]
21.3	3.8

Regenzeit d [mn]	Regenintensität $i(d,T)$ [mm/h]	Spitzenabfluss $Q_{(d)}$ [l/s]	Hochwasservolumen V_c [m ³]	Zulässiges Ausflussvolumen V_{rej} [m ³]	Rückhaltevolumen V_{ret} [m ³]
5	62	25.5	7.66	1.15	6.52
10	47	19.5	11.69	2.30	9.39
15	38	15.7	14.16	3.45	10.72
20	32	13.2	15.84	4.59	11.25
30	24	10.0	17.97	6.89	11.08
40	20	8.0	19.27	9.19	10.08
60	14	5.8	20.77	13.78	6.99
90	10	4.1	21.90	20.67	1.23
120	8	3.1	22.52	27.56	-
180	5	2.1	23.17	41.34	-

=> Minimales Retentionsvolumen des Beckens :

11.2

Konstruktionsbüro xx

Auszufüllende Zellen