



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

AWEL Regenwasserrechner

Anleitung, Erläuterungen, Beispiele
2022



Impressum

Herausgeber

Baudirektion

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Abteilung Gewässerschutz
Stampfenbachstrasse 14, 8090 Zürich

Autoren

Hans Balmer, AWEL, Sektion Siedlungsentwässerung
Thoralf Thees, AWEL, Sektion Siedlungsentwässerung

AWEL Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Abteilung Gewässerschutz
8090 Zürich
E-Mail: awel@bd.zh.ch
www.awel.zh.ch

Inhalt

1.	Bedeutung und Umfang des AWEL Regenwasserrechners	4
2.	Entwässerungsplan als Grundlage für alle Berechnungen	4
2.1.	Anforderungen an den Entwässerungsplan	4
2.2.	Beispiel eines Entwässerungsplans	6
3.	Abschätzung des Grundstücksabflussbeiwertes Ψ_a	7
3.1.	Die Entwässerungstabelle	7
3.2.	Jahresabflussbeiwerte C_a von Teilflächen	8
3.3.	Berechnung und Beurteilung des Grundstücksabflussbeiwertes Ψ_a	10
4.	Retentionsvolumen von Versickerungsanlagen	11
4.1.	Anwendungsbereich	11
4.2.	Anleitung und Erläuterungen	11
5.	Retentionsvolumen bei gedrosselter Ableitung von Regenabwasser	16
5.1.	Notwendigkeit einer gedrosselten Einleitung in Fließgewässer	16
5.2.	Drosselung der Regenabwassereinleitung in die öffentliche Kanalisation	16
5.3.	Berechnung des Retentionsvolumens anhand eines Beispiels	17
5.3.1.	Entwässerungsplan	17
5.3.2.	Entwässerungstabelle	17
5.3.3.	Beurteilung der Notwendigkeit der Drosselung vor der Einleitung und Berechnung des Retentionsvolumens	18

1. Bedeutung und Umfang des AWEL Regenwasserrechners

Der AWEL Regenwasserrechner ergänzt, erläutert und illustriert den guten Umgang mit Regenwasser in quantitativer Hinsicht gemäss Kapitel 5 der AWEL Richtlinie und Praxishilfe zur Regenwasserbewirtschaftung 2022 und dient für deren Vollzug.

Die rechtsverbindlichen Bestimmungen zum quantitativen Umgang mit Regenwasser sind in der Richtlinie aufgeführt.

Der Regenwasserrechner wird in Form einer Excel-Datei zum Download zur Verfügung gestellt:

⇒ www.abwasser.zh.ch/regenwasser

Die Excel-Datei enthält die folgenden drei Tabellenblätter:

- Entwässerungsplanung: Tool zur Abschätzung und Beurteilung des mittleren jährlichen Grundstücksabflussbeiwertes Ψ_a
- Retention für Versickerung: Einfaches Tool zur Dimensionierung des Retentionsvolumens von Versickerungsanlagen
- Retention vor Einleitung: Einfaches Tool zur Dimensionierung des Retentionsvolumens bei gedrosselter Regenwasserableitung

2. Entwässerungsplan als Grundlage für alle Berechnungen

2.1. Anforderungen an den Entwässerungsplan

Für jedes Baugesuch, bei dem der Umgang mit Regenabwasser von Bedeutung ist, muss für das ganze betroffene Grundstück bzw. für den vom Baugesuch erfassten Betrachtungsperimeter ein Entwässerungsplan erstellt werden.

Der Entwässerungsplan zeigt für alle berechneten Teilflächen mit homogener Oberflächenbeschaffenheit, wie mit dem darauf anfallenden Regenwasser bzw. mit dem davon abfliessenden Regenabwasser umgegangen wird.

Bei der Darstellung des Entwässerungsplanes sind die Vorgaben der Gemeinde sowie die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

Berechnete Flächen

- Die berechneten Teilflächen sind zu nummerieren und idealerweise mit einer zum Oberflächentyp passenden Farbe oder Schraffur zu versehen.
- Bei Dächern mit Dachvorsprung ist die effektive Dachfläche als berechnete Fläche zu erfassen. Allfälliger Schlagregen auf befestigten Flächen unter dem Dachvorsprung wird nicht berücksichtigt.
- Alle nicht befestigten Flächen, auf denen das anfallende Regenwasser vollständig versickert (Rasen, Wiesen, Rabatten, Garten, Holzsnitzel-Spielplätze und dergleichen) können als Grünflächen zusammengefasst werden.

Grünflächen mit mehreren räumlich getrennten Teilflächen können zusammengezählt werden. Platten in Rasenflächen und ähnliche Flächen, von denen das Regenabwasser innerhalb von Grünflächen vollständig über die Schulter versickert, sind nicht separat zu erfassen.

Die Grünfläche entspricht in der Regel der Gesamtfläche des Grundstücks bzw. Betrachtungsperimeters abzüglich der Summe aller separat erfassten bebauten und befestigten Flächen.

- Unterniveaubauten und deren allfällige Entwässerung sind darzustellen.
- Falls das Sickerwasser von der Oberfläche der Unterniveaubaute abgeleitet wird, ist die entsprechende entwässerte Fläche separat zu erfassen und wie ein Flachdach zu betrachten.
- Falls die Unterniveaubaute über die unterirdische Schulter entwässert wird, kann die Fläche der Unterniveaubaute zur darüberliegenden Fläche dazugerechnet werden.

Entwässerungsanlagen

- Bei befestigten Flächen, von denen überschüssiges Regenabwasser abfließen kann, ist die Fliessrichtung anzugeben, wohin das Wasser fliesst.
- Es sind alle **Einlaufschächte, Einlaufrinnen, Schlamm-sammler, Kontrollschächte, Retentions-/Drosselschächte und Leitungen**, die der Ableitung von Regenabwasser ausserhalb von Gebäuden dienen, einzuzeichnen. Es sind die Farben blau für Regenabwasser, rot für Schmutzabwasser und violett für Mischabwasser zu verwenden.
- Bei behandlungsbedürftigem Regenabwasser (z.B. vom Kupferdach mit mehr als 50 m² beregneter Kontaktfläche) sind die **Behandlungsanlagen** (Adsorber) und deren Typ anzugeben.
- Bei Neubauten ist auf **Sickerleitungen** grundsätzlich zu verzichten (siehe Anhang zur Richtlinie und Praxishilfe). Allfällige bestehende Sickerleitungen sind darzustellen.
- Die **Regen-, Schmutz und Mischabwasserkanalisationen** ausserhalb des Grundstücks bzw. Betrachtungsperimeters sind einzuzeichnen, soweit sie für die Ableitung von Abwasser benutzt werden.
- Es sind alle **Retentions-/Versickerungsanlagen** mit den Überlaufschächten und -leitungen einzuzeichnen.

Die Flächen, auf welchen Regenabwasser von angrenzenden befestigten Flächen über die Schulter vollständig dezentral versickert, gelten nicht als Versickerungsanlagen und müssen nicht separat erfasst werden.

Versickerungsanlagen sind grundsätzlich bewilligungspflichtig, siehe

⇒ <https://www.zh.ch/de/planen-bauen/bauvorschriften/bauvorschriften-abwasser-versickerung/bauvorschriften-versickerung.html>

2.2. Beispiel eines Entwässerungsplans

- Drei zusammengebaute Mehrfamilienhäuser stehen auf einer Parzelle von 2'000 m²
- Die Entwässerung erfolgt im Trennsystem.
- Eine Gesamtsanierung wird zur Bewilligung eingereicht.
- Da in der bestehenden Situation der Grundstücksabflussbeiwert Ψ_a etwa 29 % beträgt, wird eine Anpassung der Entwässerung mit Massnahmen zur Förderung der Versickerung und Verdunstung des Regenwassers verlangt.

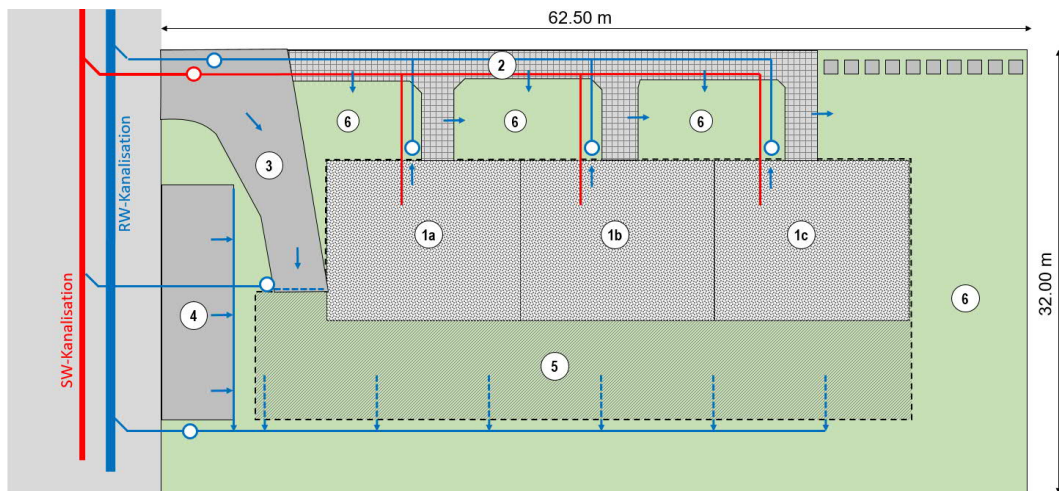


Abbildung 1 Bestehende Situation mit Grundstücksabflussbeiwert $\Psi_a \approx 29 \%$

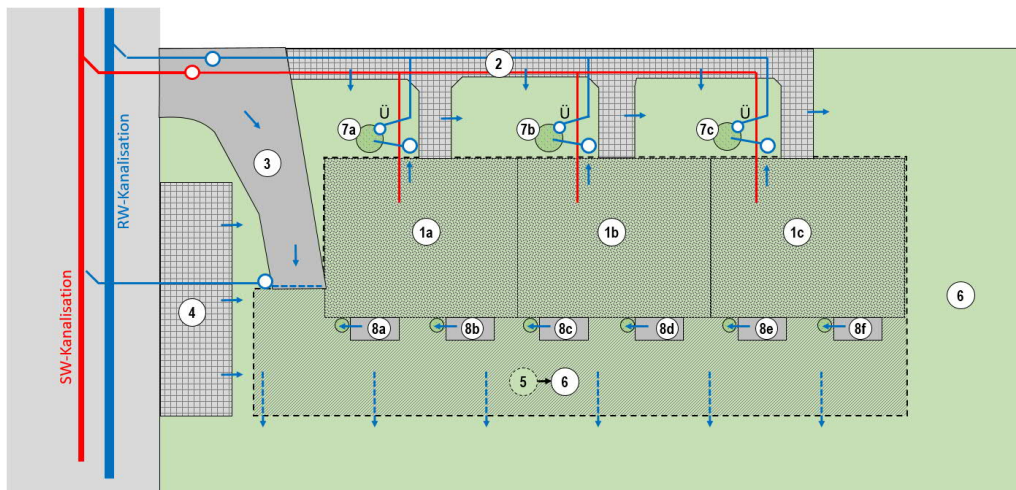


Abbildung 2 Situation nach Sanierung mit Grundstücksabflussbeiwert $\Psi_a \approx 4 \%$

- Die Flachdächer (1) werden begrünt und das überschüssige Regenabwasser zur Versickerung gebracht. Die Versickerungsanlagen (7a-c) sind bewilligungspflichtig.
- Die Besucherparkplätze (4) werden mit Verbundsteinen statt Asphalt befestigt und das überschüssige Regenabwasser wird über die Schulter entwässert.
- Das Sickerwassers der Unterniveaugarage (5) versickert über die unterirdische Schulter. Die begrünzte Fläche auf der Unterniveaugarage wird zur Grünfläche (6) gerechnet.
- Das Regenabwasser aus Schlagregen auf die neu erstellten Balkone (8a-f) wird bei jedem Fallrohr in die humusierte Grünfläche (6) geleitet.

3. Abschätzung des Grundstücksabflussbeiwertes Ψ_a

3.1. Die Entwässerungstabelle

Sobald ein differenzierter Entwässerungsplan vorliegt, kann die Entwässerungstabelle ausgefüllt werden. Es bestehen Felder mit freier Eingabe (grün), Auswahl aus Dropdownmenüs (gelb) und automatisch berechnete oder zugeordnete Werte in blauen Feldern.

Angaben zu den Teilflächen gemäss Entwässerungsplan									
Nr.	Bezeichnung (freie Eingabe)	Oberflächentyp (Auswahlmenü)	Entwässerungsart (Auswahlmenü)	Material und Nutzung (freie Eingabe oder leer)	Teilfläche A (Horizontalprojektion) [m ²]	Spitzenabflussbeiwert C _S aus SN 592 000	Reduzierte Fläche A _{red,S} bezogen auf Spitzenabfluss [m ²]	Jahresabflussbeiwert C _a	Reduzierte Fläche A _{red,a} bezogen auf Jahresabfluss [m ²]
1	Dach	Flachdach mit Kies	Ableitung in RW-Kanalisation	kein Pestizid	480	0.8	384	0.7	336
2	Hauszugänge	Steine, Platten ohne Sickerfugen	Dezentrale Versickerung		130	0.6	78	0.2	26
3	Tiefgarageneinfahrt	Undurchlässiger Hartbelag	Ableitung in MW-Kanalisation		100	1.0	100	0.9	90
4	Besucherparkplätze	Undurchlässiger Hartbelag	Ableitung in RW-Kanalisation		90	1.0	90	0.9	81
5	Fläche über Tiefgarage	Flachdach begrünt, Aufbau > 25 - 50 cm	Ableitung in RW-Kanalisation		360	0.2	72	0.2	72
6	Grünfläche	Grünfläche	Dezentrale Versickerung		840	0.0	0	0.0	0
	Summe aller Teilflächen A (muss der Gesamtfläche des Perimeters entsprechen)		(Kontrollfeld)		2'000				

Tabelle 1 Entwässerungstabelle für das Beispiel in Abbildung 1 (bestehende Situation)

Erläuterungen

Spaltenbezeichnung	Erläuterungen
Nr.	Teilflächen-Nr. gemäss Entwässerungsplan
Bezeichnung	z.B. Zufahrt, Vorplatz, Parkplatz, Spielplatz, Dachterrasse u.a.
Oberflächentyp (Auswahlmenü)	Die Oberflächentypen entsprechen weitgehend den bekannten Flächentypen gemäss SN 592 000 Ziffer 7.3.6 für die Spitzenabflussbeiwerte C _S . Hinsichtlich der mittleren Jahresabflussbeiwerte C _a werden sie in einzelnen Fällen weiter unterteilt, siehe Tabelle 2.
Entwässerungsart (Auswahlmenü)	<ul style="list-style-type: none"> Dezentrale Versickerung direkt auf der Fläche oder über die Schulter Einleitung in Versickerungsanlage Ableitung aus dem Betrachtungsperimeter <ul style="list-style-type: none"> Einleitung in Fließgewässer Einleitung in stehendes Gewässer Ableitung in RW-Kanalisation Ableitung in MW-Kanalisation
Material und Nutzung (freie Eingabe)	Relevant für Beurteilung des Umgangs mit Regenabwasser in qualitativer Hinsicht: <ul style="list-style-type: none"> Dachmaterial (Tonziegel, Faserzement, Glas, Metall) Photovoltaikanlagen, Sonnenkollektoren Metalldächer und Dächer mit Metallanteilen: Art des Metalls, berechnete Fläche (Schrägfläche) mit Kupfer, Zink, Zinn oder Blei in m², inkl. 20 % der senkrechten Flächen; Angabe beschichtet/unbeschichtet (siehe Richtlinie Kap. 6.1) Parkplätzen: Angabe falls «häufige Fahrzeugwechsel» (s. Richtlinie Kap. 6.2.3) Wege und Plätze: Angabe «ohne MFZ», wenn die Flächen nicht mit Motorfahrzeugen befahren werden dürfen (siehe z.B. Richtlinie Kap. 6.2.2 Nr. 13 Verbund- und Sickersteine oder Natursteinpflaster)

Teilfläche A (Horizontalprojektion)	Bei Dächern mit Vorsprüngen ist die horizontal gemessene berechnete Dachfläche anzugeben. Die Bodenfläche unter dem Vordach wird nicht erfasst, kann jedoch als Versickerungsfläche genutzt werden.
C_s	Spitzenabflussbeiwert C_s gemäss Ziffer 7.3.6 in SN 592 000; C_s ist für die Dimensionierung Schächte, Leitungen, Versickerungs-/Drosselungsanlagen zu verwenden.
$A_{red,S}$	Reduzierte Fläche bezogen auf Spitzenabfluss $A_{red,S} = A \times C_s$
C_a	Der Jahresabflussbeiwert C_a gibt an, welcher Anteil des Jahresniederschlags durchschnittlich von der Fläche abfließt.
$A_{red,a}$	Reduzierte Fläche bezogen auf Jahresabfluss $A_{red,a} = A \times C_a$

3.2. Jahresabflussbeiwerte C_a von Teilflächen

Die Jahresabflussbeiwerte C_a für verschiedene Oberflächenbeschaffenheiten weichen von den Spitzenabflussbeiwerten C_s aus der SN 592 000 (Ziffer 7.3.6) ab. Die effektiven Jahresabflussbeiwerte C_a können je nach örtlichen Verhältnissen und je nach Einbau der Oberflächen auch für den gleichen Oberflächentyp, z.B. Rasengittersteine, Verbundsteine, begrünte Flachdächer usw. teilweise erheblich variieren.

Die im AWEL Regenwasserrechner verwendeten Werte für C_a sind nicht wissenschaftlich ermittelt. Es sind plausible und praktische Orientierungswerte.

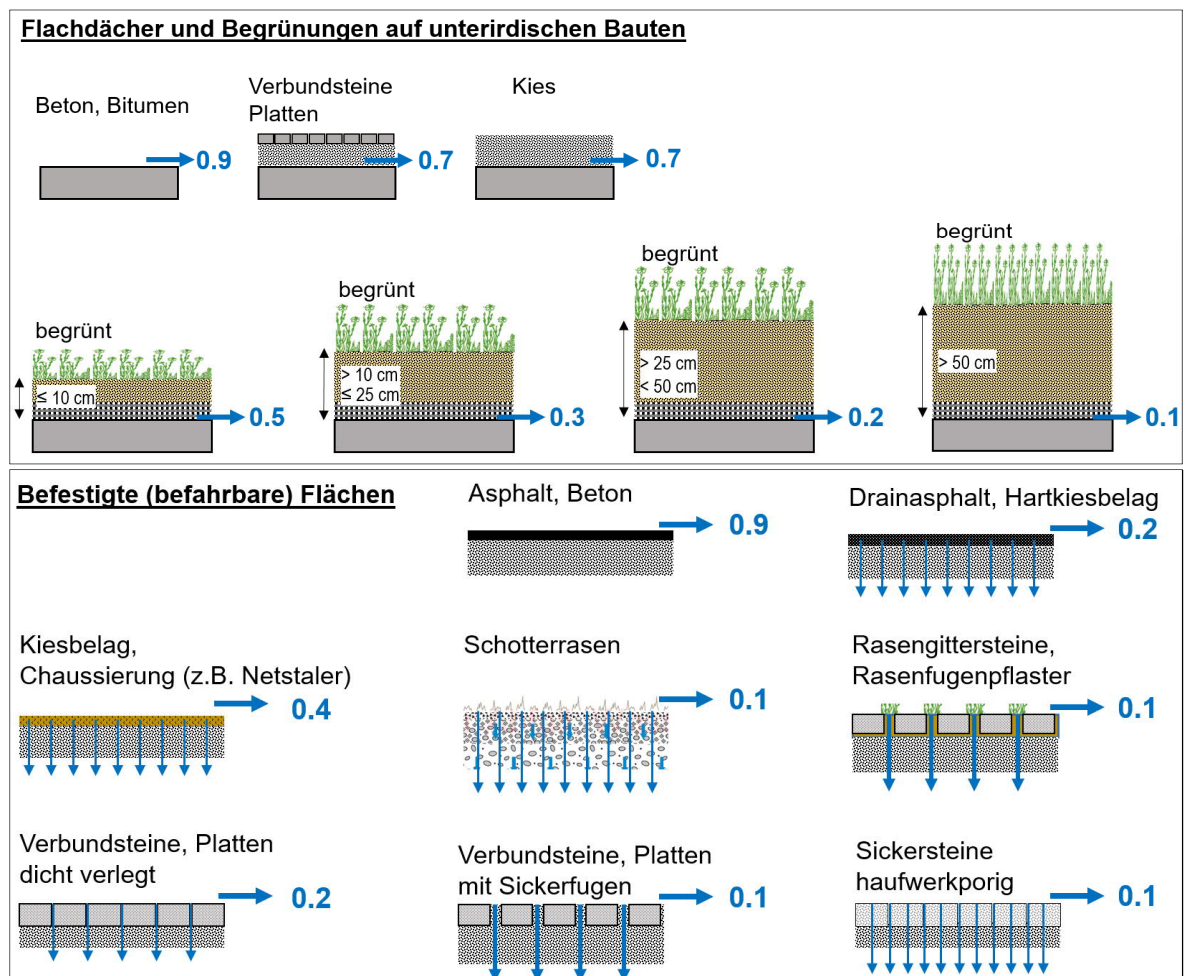


Abbildung 3 Illustration der Jahresabflussbeiwerte C_a

Oberflächentyp	Jahresabflussbeiwert C_a	Spitzenabflussbeiwert C_s SN 592 000	Erläuterungen, Präzisierungen, Beispiele
Dächer			
Schrägdach	0.9	1.0	Tonziegel, Betonziegel, Metall, Glas etc.
Flachdach mit Kies	0.7	0.8	Kies, Substrat ohne Begrünung, Steine und Platten in Splitt versetzt; unabhängig von Aufbaudicke
Flachdach begrünt Aufbau ≤ 10 cm	0.5	0.7	<u>Für alle begrünnten Flachdächer</u> <ul style="list-style-type: none"> • gültig bis 15° Dachneigung; C_s um 0.1 erhöhen, wenn Neigung grösser 15° • Es sind möglichst Substrate mit hohem Wasserspeichervermögen zu verwenden.
Flachdach begrünt Aufbau $> 10 - 25$ cm	0.3	0.4	
Flachdach begrünt Aufbau $> 25 - 50$ cm	0.2	0.2	
Flachdach begrünt Aufbau > 50 cm	0.1	0.1	
Befestigte Wege und Plätze			
Undurchlässiger Hartbelag	0.9	1.0	Asphalt, Beton, gebundene Pflasterung
Sicker-/Drainbelag	0.2	0.6	Hartkiesbelag, Sicker-/Drainasphalt
Kiesbelag	0.4	0.6	wassergebundene Flächen, "Chaussierung"
Schotterrasen	0.1	0.3	Schotterrasen in SN 592 000 Ziffer 7.3.6 nicht explizit enthalten (Annahme C_s 0.3)
Steine, Platten ohne Sickerfugen	0.2	0.6	ohne Zwischenraum verlegte Steine und Platten (in SN 592 000 Ziffer 7.3.6 nicht explizit enthalten)
Steine, Platten mit Sickerfugen	0.1	0.6	"Ökosystem" mit Splittfugen
Sickersteine	0.1	0.2	Haufwerkporige Steine mit oder ohne zusätzliche Sickerfuge
Rasengittersteine	0.1	0.2	Rasenfugenpflaster, Rasenfugenliner und dergleichen
Unbefestigte Flächen			
Grünfläche	0.00	0.00	Wiese, Rasen, Nutzgarten, Rabatten, Kies-/Sandflächen, Ruderalflächen, Steinbeete, Holzschnitzel

 Tabelle 2 Mittlere Jahresabflussbeiwerte C_a

3.3. Berechnung und Beurteilung des Grundstücksabflussbeiwertes Ψ_a

Der Grundstücksabflussbeiwert Ψ_a sagt aus, welcher Anteil des Jahresniederschlags im langjährigen Mittel von einem Grundstück abfließt.

$$\Psi_a = \frac{\text{Reduzierte Fläche } A_{\text{red,a}} = \sum (A_i \times C_{a,i})}{\text{Grundstücksfläche (Perimeterfläche) } A_{\text{Perimeter}}}$$

Die Berechnung und Beurteilung des Grundstücksabflussbeiwertes sind in den Kapiteln 5.3.2 und 5.3.3 der AWEL Richtlinie und Praxishilfe Regenwasserbewirtschaftung 2022 ausführlich beschrieben. Zur Illustration folgt hier die Berechnung für das Beispiel in Abb. 1.

Summe der abflusswirksamen reduzierten Flächen nach Entwässerungsart			
		Reduzierte Flächen $A_{\text{red,s}} [\text{m}^2]$ mit Spitzenabflussbeiwert C_s	Reduzierte Flächen $A_{\text{red,a}} [\text{m}^2]$ mit Jahresabflussbeiwert C_a
Versickerung im Betrachtungsperimeter	Dezentrale Versickerung	78	26
	Einleitung in Versickerungsanlage	0	0
Ableitung aus dem Betrachtungsperimeter	Einleitung in Fließgewässer	0	0
	Einleitung in stehendes Gewässer	0	0
	Ableitung in RW-Kanalisation	546	489
	Ableitung in MW-Kanalisation	100	90
Summe reduzierte Flächen mit Ableitung vom Grundstück bzw. aus Betrachtungsperimeter			579
Prüfung der Minimalanforderung an den mittleren Grundstücksabflussbeiwert Ψ_a			
Mittlerer Grundstücksabflussbeiwert Ψ_a	$\Psi_a = \sum A_{\text{red,a}} / A_{\text{Perimeter}}$	29%	
Wenn im kommunalen GEP oder in einer anderen kommunalen Planung eine Minimalanforderung an Ψ_a festgelegt wurde, ist die kommunale Anforderung massgeblich. Der kommunale Wert für Ψ_a ist in der grünen Zelle einzutragen. Wenn kein kommunaler Wert für Ψ_a vorliegt, gilt die kantonale Minimalanforderung von $\Psi_a \leq 15\%$.		10%	
Ist die massgebliche Anforderung an Ψ_a erfüllt?		Nein	
Falls nein: Der Nachweis, dass die Einhaltung der massgeblichen Minimalanforderung an Ψ_a nicht machbar, nicht verhältnismässig, nicht zulässig oder aus besonderen Gründen nicht zweckmässig ist, ist dem Baugesuch beizulegen.			

Tabelle 3 Berechnung des mittleren Grundstücksabflussbeiwertes Ψ_a (Zahlen aus Abbildung 1)

Beurteilung

- Kantonale Mindestanforderung: Grundstücksabflussbeiwert $\Psi_a \leq 15\%$
- Die Gemeinden können unter Beachtung besonderer örtlicher Verhältnisse im Allgemeinen Entwässerungsplan (GEP) oder in einer anderen übergeordneten Planung für bestimmte Gebiete strengere Minimalforderungen, z.B. $\Psi_a \leq 10\%$ für reine Wohnzonen mit hohem Grünflächenanteil, oder erleichterte Minimalanforderungen, z.B. $\Psi_a \leq 20\%$ für Kern- und Industriezonen, formulieren.

4. Retentionsvolumen von Versickerungsanlagen

4.1. Anwendungsbereich

Einfache Abschätzung: Das in Form einer Excel-Tabelle zur Verfügung gestellte Hilfsmittel dient zur schnellen und einfachen Abschätzung des Flächenbedarfs für eine oberflächliche Versickerungsanlage/-fläche unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse ohne vorgängige hydrogeologische Untersuchungen.

Förderung der Versickerung: Mit einer guten Dimensionierung des Retentionsvolumens der Versickerungsanlagen kann aufgezeigt werden, dass in Situationen, in denen nach bisheriger Praxis das Regenabwasser mit Hinweis auf den «schlecht durchlässigen Untergrund» vollständig in Gewässer oder in die Regen- oder Mischabwasserkanalisation abgeleitet wurde, eine weitgehende Versickerung (in der Regel mehr als 85 % des Jahresniederschlages) möglich ist.

Unsicherheiten beachten: Die Eingabedaten und das Berechnungsmodell sind mit Unsicherheiten behaftet. Eine Versickerungsanlage, die gemäss Modellrechnung im langjährigen Durchschnitt nur einmal pro Jahr überlaufen sollte, kann in der Realität auch zweimal pro Jahr oder nur alle zwei Jahre überlaufen. In allen drei Fällen fließen jedoch weniger als 5 % des Jahresniederschlags über den Überlauf ab.

Überlauf: Grundsätzlich muss jede Versickerungsanlage entweder einen oberirdisch sichtbaren Überlauf in ein Gewässer, in die Regenabwasser- oder Mischabwasserkanalisation aufweisen oder es muss sichergestellt werden, dass ein Überlauf auf eine Fläche erfolgt, deren kurzfristige Überflutung tragbar ist. Der Überlauf gewährleistet, dass ab einer vorgegebenen Jährlichkeit ein schadloser Überlauf gezielt und geplant erfolgt.

Unterirdische Versickerungsanlagen sind durch ausgewiesene Fachpersonen zu dimensionieren. Für eine einfache Abschätzung des notwendigen Retentionsvolumens kann der AWEL Regenwasserrechner genutzt werden.

4.2. Anleitung und Erläuterungen

Die nachfolgenden Erläuterungen beziehen sich auf das in Tabelle 4 exemplarisch dargestellte Tabellenblatt «Retentionsvolumen für Versickerung».

a) Angeschlossene abflusswirksame Fläche $A_{red,S}$

Die abflusswirksame Fläche $A_{red,S}$ wird im Tabellenblatt «Entwässerungsplanung» mit den Spitzenabflussbeiwerten C_S gemäss SN 592 000 Ziffer 7.3.6 bestimmt.

b) Vordimensionierung der Versickerungswirksamen Fläche A_V

- Zur Vordimensionierung der Versickerungsanlage sind die Gesamtfläche A_{tot} , die Fläche auf der Höhe des Überlaufs $A_{\bar{U}}$ und die Grundfläche A_G zu ermitteln (siehe Abb. 4).
- Die (theoretische) versickerungswirksame Fläche A_V ist grundsätzlich nach den Regeln der VSA Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter Modul DA zu bestimmen.

Für oberflächliche Versickerungsmulden kann als Näherung von A_V die projizierte horizontale Fläche der Mulde auf der Höhe des Überlaufs $A_{\bar{U}}$ angenommen werden: $A_V \approx A_{\bar{U}}$

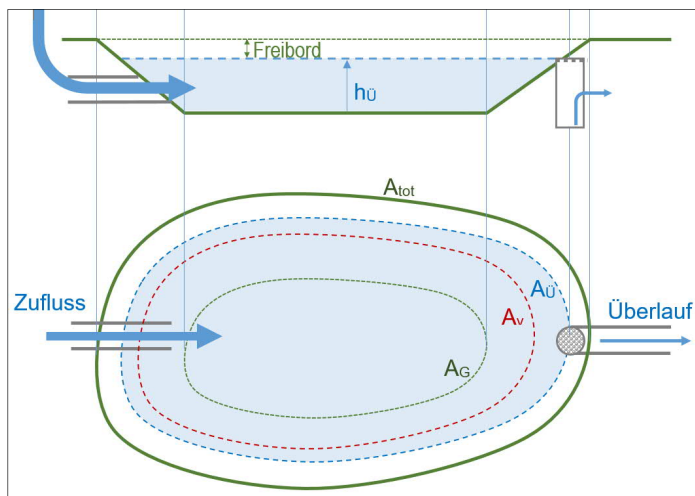


Abbildung 4 Flächenbezeichnungen bei oberflächlichen Versickerungsanlagen

- Bei unterirdischen Versickerungsanlagen (Kieskörper, Versickerungsschacht, Versickerungsstrang) ist für eine erste Abschätzung die versickerungswirksame Fläche zu ermitteln. Diese muss in der Detailplanung durch eine ausgewiesene Fachperson überprüft und allenfalls angepasst werden.

c) Spezifische Sickerleistung S_{spezif} und Sickerleistung der Anlage Q_s

- Die spezifische Sickerleistung von humusierten und bewachsenen oberflächlichen Mulden (belebte Bodenschicht) beträgt erfahrungsgemäss etwa 0.5 - 2.0 l/(min·m²).
- Die spezifische Sickerleistung hängt von etlichen Faktoren ab und kann sich im Laufe der Zeit verändern. Für die Berechnung des Retentionsvolumens von Versickerungsanlagen wird dies vernachlässigt.
- In einem einfachen Versickerungsversuch z.B. in einer Mulde, mit einem Brunnenring oder mit einem Doppelring-Infiltrometer kann die Sickerleistung von anstehenden oder neu aufgebautem Boden abgeschätzt werden.



Abbildung 5 Methoden zur einfachen Abschätzung der spezifischen Sickerleistung von Böden

- Wenn gemäss Richtlinie und Praxishilfe die Versickerung in qualitativer Hinsicht auch ohne belebte Bodenschicht zulässig ist, dürfen oberflächliche Versickerungsmulden auch mit Rohboden, Unterboden, Wandkies, Kies-Sand oder ähnlichen Materialien gestaltet werden. Die spezifische Sickerleistung solcher Materialien ist grösser.
- Ein Bewuchs mit Spontan- und Ruderalvegetation, die mageren, trockenen oder wechselfeuchten Boden erträgt, ist grundsätzlich zur Förderung der Biodiversität zulässig.
- Die Sickerleistung der Anlage beträgt $Q_s = A_v \times S_{\text{spezif}}$

Versickerungsanlage		
Versickerungsanlagen-Typ: oberirdisch; unterirdisch		oberirdisch
Bezeichnung der Anlage		Versickerungsanlage Ost
angeschlossene Flächen-Nr. gemäss Entwässerungsplan		1, 2, 8
angeschlossene abflusswirksame Fläche $A_{red,s}$	m ²	1'000
versickerungswirksame Fläche A_V (bei oberirdischen Anlagen $A_V \approx A_U$)	m ²	90
Grundfläche A_G (Fläche am tiefsten Punkt der Anlage)	m ²	60
Massgebendes Sickermaterial (Humus, Kies, Rohboden usw.)		bewachsener Humus
spezifische Sickerleistung S_{spezif}	l/(min·m ²)	2.0
Sickerleistung $Q_S = A_V \cdot S_{spezif}$	l/s	3.0
Überlaufjährlichkeit und Parameter a und b der Regenintensität		
Überlaufjährlichkeit z	Jahre	1
a_z		23.621
b_z		0.2162
<i>Werte a_z und b_z für die Berechnung der Regenintensitäten nach SN 640 350 (Ausgabe 2001) Oberflächenentwässerung von Strassen, Regenintensitäten</i>		
Resultate Retentionsvolumen und Wassertiefe		
Retentionsvolumen V_{ret} (gerundet)	m ³	13
Wassertiefe für offene Mulden h_U	m	0.17

Berechnung des Retentionsvolumens								
Regendauer T_R	Regenintensität r_z		Regen- summe	Q_{zu}	V_{zu}	V_S	V_{Ret}	Wassertiefe h_U bei offenen Mulden
	$= a_z/T_R + b_z$							
min	mm/h	l/(s·ha)	mm	l/s	m ³	m ³	m ³	m
5	79	219	6.6	23.9	7.2	0.9	6.3	0.08
10	62	171	10.3	18.7	11.2	1.8	9.4	0.13
15	51	141	12.7	15.3	13.8	2.7	11.1	0.15
20	43	119	14.3	13.0	15.6	3.6	12.0	0.16
25	37	104	15.6	11.3	17.0	4.5	12.5	0.17
30	33	92	16.5	10.0	18.0	5.4	12.6	0.17
35	30	82	17.2	8.9	18.8	6.3	12.5	0.17
40	27	74	17.8	8.1	19.4	7.2	12.2	0.16
45	24	68	18.3	7.4	20.0	8.1	11.9	0.16
50	23	63	18.8	6.8	20.4	9.0	11.4	0.15
55	21	58	19.1	6.3	20.8	9.9	10.9	0.15
60	19	54	19.4	5.9	21.2	10.8	10.4	0.14
70	17	47	19.9	5.2	21.7	12.6	9.1	0.12
80	15	42	20.3	4.6	22.2	14.4	7.8	0.10
90	14	38	20.6	4.2	22.5	16.2	6.3	0.08
120	11	30	21.3	3.2	23.2	21.6	1.6	0.02
						Maximum	12.6	0.17

Tabelle 4 Beispiel einer Berechnung des Retentionsvolumens einer Versickerungsanlage

d) **Überlaufjährlichkeit z**

- Es wird empfohlen, Versickerungsanlagen auf eine Überlaufjährlichkeit $z = 1$ Jahr zu dimensionieren. Wenn es die örtlichen Verhältnisse erlauben, kann grundsätzlich auch eine Überlaufjährlichkeit z grösser 1 gewählt werden.
- Bei ungünstigen Verhältnissen darf die Überlaufjährlichkeit $z = 0.5$ Jahre (2 Mal pro Jahr), in besonderen Fällen auch $z = 0.2$ Jahre (5 Mal pro Jahr) gewählt werden.
- Für Überlaufjährlichkeiten unter $z = 0.2$ Jahre (mehr als 5 Mal pro Jahr) und über $z = 20$ Jahre kann das Berechnungstool nicht verwendet werden.
- Allfällige kommunale Anforderungen an die Überlaufjährlichkeit sind zu beachten.

e) **Massgebliche Regendauer T_R und Regenintensität r_z**

- Je nach den Grössenverhältnissen von A_{red} , A_V und S_{spezif} kann ein kurzer, sehr intensiver Regen oder ein etwas weniger intensiver jedoch länger andauernder Regen das grössere Retentionsvolumen erfordern. Die massgebliche Regendauer T_R und die Regenintensität r_z lassen sich in einer Tabelle mit unterschiedlichen Regendauern anschaulich ermitteln. Bei üblichen Verhältnissen liegt das maximale Retentionsvolumen meistens bei einem Regenereignis zwischen 15 und 90 Minuten.
- **Regenintensität $r_z = a_z / (T_R + b_z)$**

Die Werte a_z und b_z in Abhängigkeit der Jährlichkeiten $z = 0.5, 1, 2, 5, 10$ und 20 Jahre wurden empirisch bestimmt und in der SN 640 350 (2003) Oberflächenentwässerung von Strassen; Regenintensitäten publiziert. Die im Regenwasserrechner eingesetzten Werte für a und b gelten für die Regenregion «Mittelland». Teile des Kantons Zürich liegen im «Übergangsbereich» und in der Regenregion «Voralpen». Als Vereinfachung gelten die Regenintensitäten der Regenregion Mittelland für den ganzen Kanton Zürich.

f) **Näherungsweise Berechnung des notwendigen Retentionsvolumens V_{Ret}**

Das erforderliche Retentionsvolumen berechnet sich als Differenz des Wasservolumens V_{zu} , das während des Regenereignisses zufliesst und des Volumens V_S , das in dieser Zeit versickert.

Q_{zu} Zuflussmenge zur Versickerungsanlage: $Q_{zu} = r_z \times (F_{red} + A_V)$
inkl. Regen, der auf die Versickerungsanlage fällt

V_{zu} Wasservolumen, das während der Regendauer zufliesst: $V_{zu} = Q_{zu} \times T_R$

V_S Wasservolumen, das während der Regendauer versickert: $V_S = Q_S \times T_R$

V_{Ret} Retentionsvolumen $V_{Ret} = V_{zu} - V_S$

g) **Muldentiefe $h_{\ddot{u}}$**

Aus dem ermittelten Retentionsvolumen V_{Ret} , der Überlauffläche $A_{\ddot{u}}$ und der Grundfläche A_G kann die Tiefe $h_{\ddot{u}}$ der Versickerungsmulde von der Grundfläche bis zur Überlaufhöhe abgeschätzt werden.

$$h_{\ddot{u}} = V_{Ret} / (A_{\ddot{u}} + (A_{\ddot{u}} \times A_G)^{0.5} + A_G) / 3 \approx V_{Ret} / (A_{\ddot{u}} + A_G) / 2$$

Hinweise:

- Grundsätzlich sind grössere, flachere Versickerungsmulden aus hydrologischen und gestalterischen Überlegungen kleineren, tieferen Mulden vorzuziehen.
- Im Wohngebieten wird eine Überlaufwassertiefe bis maximal 30 - 40 cm empfohlen. Es ist zu beachten, dass diese Wassertiefe nur sehr selten erreicht wird.
- In Bereichen, in denen sich Kinder aufhalten, sind gegebenenfalls die einschlägigen Sicherheitsvorschriften zu beachten.

h) Iterative Dimensionierung von Fläche und Tiefe durch «Probieren»

Ergibt sich eine unerwünschte oder unzulässige Muldentiefe, sind

- die versickerungswirksame Fläche $A_V \approx A_S$,
- und/oder die spezifische Sickerleistung S_{spezif} (z.B. Rohboden statt Humus bei Dachwasserversickerung)
- und/oder die Überlaufjährlichkeit z (bis 0.5 Jahre, ausnahmsweise bis 0.2 Jahre)

solange anzupassen, bis sich eine zu den örtlichen Verhältnissen passende Versickerungsanlage ergibt.

Beispiel: Flächenbedarf in Abhängigkeit der Überlaufjährlichkeit

Der Flächenbedarf von Versickerungsanlagen in Abhängigkeit der Überlaufjährlichkeit kann mit dem folgenden Beispiel veranschaulicht werden:

- Abflusswirksame reduzierte Fläche $A_{\text{red,S}} = 1'000 \text{ m}^2$
- spezifische Sickerleistung der versickerungswirksamen Fläche $S_{\text{spezif}} = 2 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$
- Sickermulde mit mittlerer Wassertiefe $H_{\text{Ü}}$ bei Vollfüllung (Überlauf) = 30 cm

Überlaufjährlichkeit z [Jahre]	Retentionsvolumen V_{Ret} [m^3]	versickerungswirksame Fläche A_S [m^2]	Anteil Überlauf bezogen auf Zufluss [%]
10	26.4	88	< 1 %
5	22.8	76	< 1 %
2	17.9	60	1 %
1	14.1	47	1 - 2 %
0.5	10.3	34	2 - 3 %
0.2	5.0	17	3 - 5 %

Tabelle 5 Flächenbedarf von Versickerungsanlagen in Abhängigkeit der Überlaufjährlichkeit (Beispiel)

5. Retentionsvolumen bei gedrosselter Ableitung von Regenabwasser

5.1. Notwendigkeit einer gedrosselten Einleitung in Fließgewässer

Die Beurteilung der Notwendigkeit der Drosselung einer Regenabwassereinleitung in Fließgewässer wird gegenüber der Instruktion in der VSA-Richtlinie 2019, Kapitel 5.3, vereinfacht.

Wenn alle verhältnismässigen Massnahmen zur Rückhaltung, Versickerung, Verdunstung und Pflanzenaufnahme des Regenwassers realisiert werden, ist in der Regel für die Einleitung des überschüssigen Regenabwassers in ein Fließgewässer keine zusätzliche Drosselung notwendig.

Ohne anderslautende kommunale Vorgaben im GEP oder in einer anderen gewässerspezifischen Planung ist eine Drosselung von Regenabwasser vor der direkten Einleitung in Fließgewässer notwendig, wenn die folgenden drei Kriterien *kumulativ* erfüllt sind:

- 1) Der Grundstücksabflussbeiwert Ψ_a ist grösser als 15%.
Hier gilt grundsätzlich immer der Wert von $\Psi_a \geq 15\%$ und nicht der allenfalls davon abweichende kommunale Wert für die Beurteilung der Regenwasserbilanz.
- 2) Die Einleitmenge $Q_{E,1} = A_{red,S} \times r_1$ ist grösser als 20 l/s.
- 3) Die Einleitmenge bei einem 1-jährlichen Regen Q_E ist grösser als $10 \times Q_{347}$.

$Q_{E,1}$ = Einleitmenge bei einem 1-jährlichen Starkregen

r_1 = Regenintensität bei einem 1-jährlichen Starkregen,
wenn kommunal nichts anderes vorgegeben = 140 l/(s·ha)

Q_{347} = Niedrigwasserabfluss des Fließgewässers nach Angabe des AWEL (Anfrage unter www.abwasser.zh.ch/regenwasser) oder geschätzt als Einzugsgebietsfläche des Fließgewässers bei der Einleitung multipliziert mit 4 l/s·km².

Drosselmenge $Q_{Drossel}$: Ist die Notwendigkeit für eine Drosselung der Regenabwassereinleitung in ein Fließgewässer erwiesen, so ist die Einleitung ohne anderslautende Vorgabe im GEP oder in einer anderen gewässerspezifischen Planung auf $Q_{Drossel} = 10 \times Q_{347}$ zu drosseln.

5.2. Drosselung der Regenabwassereinleitung in die öffentliche Kanalisation

Die Gemeinden können im GEP oder in einer anderen kommunalen Anweisung auch eine Drosselung der Einleitung von Regenabwasser in die öffentliche Regen- oder Mischabwasserkanalisation verlangen. Für die Bestimmung des notwendigen Retentionsvolumens kann die entsprechende **Drosselmenge $Q_{Drossel,kommunal}$** im Regenwasserrechner direkt eingegeben werden. Wenn das entsprechende Tabellenfeld nicht leer ist, wird für die Berechnung des Retentionsvolumens der Wert $Q_{Drossel,kommunal}$ verwendet

5.3. Berechnung des Retentionsvolumens anhand eines Beispiels

5.3.1. Entwässerungsplan

- Das Grundstück eines Industriebaus mit einer Gesamtfläche von 10'000 m² ist komplett befestigt und bebaut.
- Die Versickerung des Regenabwassers des Dachs (3'840 m²) und des asphaltierten Vor- / Umschlagplatzes (3'660 m²) ist nachweislich nicht mit verhältnismässigen Massnahmen realisierbar.
- Das Sheddach eignet sich nicht für den Rückhalt des Regenwassers.
- Die Park- und Lagerplätze sind mit Verbundsteinen befestigt. Das überschüssige Regenabwasser wird in die Regenabwasserleitung abgeleitet.

Die Beurteilung der Notwendigkeit der Drosselung vor der Einleitung und die Berechnung des notwendigen Retentionsvolumens sind in Kapitel 5.2.3 dargelegt.

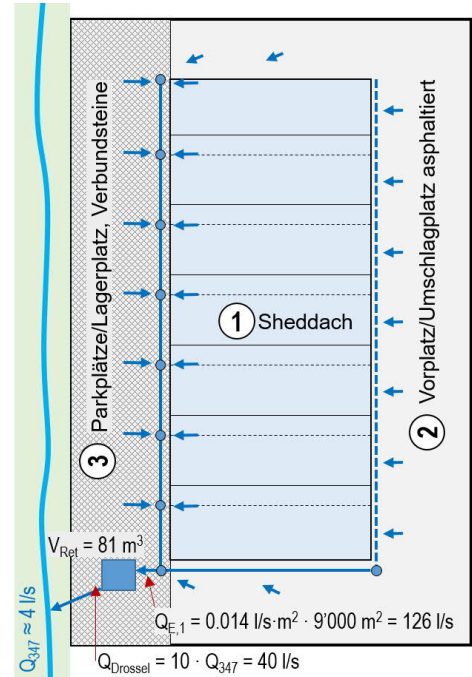


Abbildung 6 Entwässerungsplan Industriebetrieb

5.3.2. Entwässerungstabelle

Angaben zu den Teilflächen gemäss Entwässerungsplan									
Nr.	Bezeichnung (freie Eingabe)	Oberflächentyp (Auswahlmenü)	Entwässerungsart (Auswahlmenü)	Material und Nutzung (freie Eingabe oder leer)	Teilfläche A (Horizontalprojektion) [m ²]	Spitzenabflussbeiwert C _s aus SN 592 000	Reduzierte Fläche A _{red,s} bezogen auf Spitzenabfluss [m ²]	Jahresabflussbeiwert C _a	Reduzierte Fläche A _{red,a} bezogen auf Jahresabfluss [m ²]
1	Sheddach	Schrägdach	Einleitung in Fließgewässer		3'840	1.0	3'840	0.9	3'456
2	Vorplatz / Umschlagplatz	Undurchlässiger Hartbelag	Einleitung in Fließgewässer		3'660	1.0	3'660	0.9	3'294
3	Parkplätze, Lagerplatz	Steine, Platten ohne Sickerfugen	Einleitung in Fließgewässer		2'500	0.6	1'500	0.2	500
Summe aller Teilflächen A (muss der Gesamtfläche des Perimeters entsprechen)					(Kontrollfeld)	10'000			
Summe der abflusswirksamen reduzierten Flächen nach Entwässerungsart									
						Reduzierte Flächen A _{red,s} [m ²] mit Spitzenabflussbeiwert C _s	Reduzierte Flächen A _{red,a} [m ²] mit Jahresabflussbeiwert C _a		
Versickerung im Betrachtungsperimeter		Dezentrale Versickerung				0	0		
		Einleitung in Versickerungsanlage				0	0		
Ableitung aus dem Betrachtungsperimeter		Einleitung in Fließgewässer				9'000	7'250		
		Einleitung in stehendes Gewässer				0	0		
		Ableitung in RW-Kanalisation				0	0		
		Ableitung in MW-Kanalisation				0	0		
Summe reduzierte Flächen mit Ableitung vom Grundstück bzw. aus Betrachtungsperimeter							7'250		

Tabelle 6 Entwässerungstabelle für ein Grundstück mit Einleitung in ein Fließgewässer

5.3.3. Beurteilung der Notwendigkeit der Drosselung vor der Einleitung und Berechnung des Retentionsvolumens

Die Werte in den grünen Feldern sind einzugeben. Sie werden nicht automatisch aus der Entwässerungstabelle übernommen.

Beurteilung der Notwendigkeit einer Drosselung der Einleitung in ein Fließgewässer			
1) Beurteilung des Grundstücksabflusses	Grundstücks-/Perimeterfläche $A_{\text{Perimeter}}$	m ²	10'000
	Reduzierte Fläche mit Ableitung von Grundstück (Perimeter) $\Sigma A_{\text{red,a}}$	m ²	7'250
	Mittlerer Grundstücksabflussbeiwert Ψ_a		73%
	Ist der mittlere Grundstücksabflussbeiwert Ψ_a höher als 15%?		
2) Einleitmenge ins Gewässer grösser als minimaler Grenzwert?	Reduzierte Fläche mit Einleitung in Fließgewässer $\Sigma A_{\text{red,S}}$	m ²	9'000
	Regenintensität r_1	l/s m ²	0.014
	Einleitmenge $Q_{E,1}$	l/s	126
	Ist die Einleitmenge $Q_{E,1}$ grösser als 20 l/s?		
3) Zulässiges Einleitverhältnis überschritten?	Niedrigwasserabfluss des Fließgewässers Q_{347}	l/s	4
	Zulässige Drossleinleitmenge ins Fließgewässer $Q_{\text{Drossel}} = 10 \cdot Q_{347}$	l/s	40
	Ist die Einleitmenge $Q_{E,1}$ grösser als die zulässige Drossleinleitmenge Q_{Drossel} ?		
Wurden alle drei Fragen 1 - 3 mit "Ja" beantwortet?			Ja
Kommunale Anforderung zur Drosselung der Einleitung in Regen- oder Mischabwasserkanalisation			
Drosselmenge der Einleitung in RW- oder MW-Kanalisation		l/s	0
Überlaufjährlichkeit und Parameter a und b der Regenintensität			
Überlaufjährlichkeit z		Jahre	1.0
a_z			23.621
b_z			0.2162
<i>Werte a_z und b_z für die Berechnung der Regenintensitäten nach SN 640 350 (Ausgabe 2001) Oberflächenentwässerung von Strassen, Regenintensitäten</i>			
Resultate Retentionsvolumen *)			
Retentionsvolumen V_{ret} (gerundet)		m ³	81

Tabelle 7 Berechnung des Retentionsvolumens vor der gedrosselten Einleitung in ein Fließgewässer

Im Beispiel für den Industriebetrieb gemäss Abbildung 6 sind alle drei Kriterien für die Notwendigkeit der Drosselung der Regenabwassereinleitung in Fließgewässer erfüllt. Das massgebliche Retentionsvolumen beträgt 81 m³.

Generelle Bestimmungen zum Retentionsvolumen

- Die Umgehung der Drosselungspflicht mittels Aufteilung auf mehrere Einleitungen zur Unterschreitung der Bagatellgrenze von 20 l/s ist nicht zulässig.
- Ergibt die Berechnung ein Retentionsvolumen von weniger als 5 m³, kann auf die Drosselung und die Erstellung des Retentionsvolumens verzichtet werden.
- Ergibt die Berechnung ein Retentionsvolumen von 5 - 10 m³, ist ein Retentionsvolumen von 10 m³ zu erstellen.