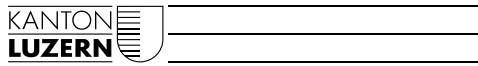


Planungshilfe Strassenabwasser

14. September 2020



**Bau-, Umwelt- und
Wirtschaftsdepartement**

Umwelt und Energie (uwe)

Libellenrain 15
Postfach 3439
6002 Luzern
Telefon 041 228 60 60
www.uwe.lu.ch
uwe@lu.ch

Verkehr und Infrastruktur (vif)

Arsenalstrasse 43
Postfach
6010 Kriens Sternmatt
Telefon 041 318 12 12
www.vif.lu.ch
vif@lu.ch

HUNZIKER BETATECH

Hunziker Betatech AG
Bellariastrasse 7
8002 Zürich

Titelbild:

Copyright 2020 Daniel KÜchler

Autoren/Projektteam:

Hans Musch (uwe), Noëmi Zweifel (uwe), Stefan Vogel (vif), André Rösch (vif),
Daniel KÜchler (vif), Adrian Sigrist (Hunziker Betatech AG), Markus Gresch (Hunziker
Betatech AG)

Verzeichnis

Version	Datum	Kommentar	Status
0.5	24.04.2020		Vernehmlassung
1.0	14.09.2020		Version 1.0

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
1.1	Zweck und Ziele	4
1.2	Aufbau Planungshilfe	4
1.3	Adressaten	4
2	Einordnung der Planungshilfe	5
A	Projektphasen	6
A 1	Rollen der Dienststellen vif und uwe	7
A 2	Masterplan Entwässerung Kantonsstrassen	7
A 3	Planungs- und Beurteilungsprozess Strassenabwasser	7
A 4	Projektgrundlagen Kanton Luzern.....	11
B	Methodik	12
B 1	Konzeption Strassenentwässerung.....	13
B 1.1	Beurteilung der Belastung des Strassenabwassers.....	14
B 1.2	Entwässerungsart	15
B 1.3	Prüfung der Machbarkeit.....	15
B 1.4	Prüfung der Zulässigkeit.....	17
B 1.5	Variantenvergleich.....	17
B 2	Einfache Zulässigkeitsprüfung	18
B 2.1	Zulässigkeitsprüfung Versickerung von Strassenabwasser	18
B 2.2	Zulässigkeitsprüfung für die Einleitung in Gewässer.....	20
B 2.3	Ableitung in die öffentliche Mischabwasserkanalisation.....	24
B 3	Dimensionierungsanforderungen Strassenabwasserbehandlung.....	25
B 3.1	Allgemeines.....	25
B 3.2	Auswahl Anlagentypen Strassenabwasserbehandlung	25
B 3.3	Anforderungen an Behandlungsanlagen.....	27
B 3.4	Anforderungen an Retentionsanlagen.....	29
B 3.5	Störfall	30
B 3.6	Hydraulische Auslegung.....	32
B 3.7	Fremdwasser.....	33
B 4	Prüfung Verhältnismässigkeit Behandlungsverfahren	34
B 4.1	Einleitung.....	34
B 4.2	Vorgehen	34
B 4.3	Nutzenindikatoren	34
B 4.4	Aufwandindikatoren (Kosten).....	36
B 4.5	Punktbewertung	37
B 4.6	Beurteilung der Verhältnismässigkeit	37
C	Anhang	38
C 1	Abkürzungen/Begriffe	39
C 2	Literaturverzeichnis	40

1. Einleitung

1.1 Zweck und Ziele

Strassenabwasser ist mit Schadstoffen belastet und kann bei der Versickerung oder Einleitung in ein Gewässer einen negativen Einfluss auf unsere Umwelt haben. Bei der Sanierung oder dem Neubau von Strassen sind in der Planung der Entwässerung unter Umständen Massnahmen vorzusehen, um unser Grundwasser und unsere Oberflächen-gewässer zu schützen. Die Umsetzung von Massnahmen, wie der Bau von Retentionen oder Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA), ist aufgrund von verschiedenen Aspekten sehr anspruchsvoll:

- unterschiedliche Interessen der verschiedenen Beteiligten (Landbedarf, Verkehrs-sicherheit, Gewässerschutz, Kosten) sind zu berücksichtigen
- die aktuell gültigen Vorgaben und Richtlinien befanden sich bis anhin in verschiedenen Dokumenten und müssen dementsprechend zusammengesucht werden.

Diese hiermit vorliegenden Planungshilfe «Strassenabwasser» vereinfacht den Prozess zur Realisierung für alle Beteiligten. Die wichtigsten Planungsschritte im Umgang mit Strassenabwasser sind zusammengetragen und die Vorgehensweise Schritt für Schritt aufgeführt:

- Für den Planer ist deutlich dargestellt, wann die Behörden in den Planungsprozess einzubeziehen sind und welche Resultate in der entsprechenden Projektphase vorliegen müssen.
- Die Planungshilfe zeigt weiter auf, welche Grundlagen zu welchem Zeitpunkt von Seiten der Behörden zur Verfügung gestellt werden.
- Hinweis: Die Behörden selbst kennen ihre Rolle und Aufgaben im Planungsprozess.

1.2 Aufbau Planungshilfe

Die Planungshilfe ist inhaltlich in zwei Teile gegliedert:

- A **Projektphasen:** Gliederung der Planungsstufen für das Teilprojekt «Strassen-abwasser» im Bezug zum übergeordneten Strassenbauprojekt. Beschrieb der Projektaufgaben pro Projektphase sowie den Schnittstellen zwischen Planer und Behörden.
- B **Methodik:** Vorgehensweise bei der Wahl der Behandlungsart und der Dimensionierung von Behandlungs- und Retentionsanlagen.

1.3 Adressaten

Die vorliegende Planungshilfe «Strassenabwasser» richtet sich:

- an die Planer, welche mit der Projektierung der Strassenentwässerung bei einem Strassenprojekt im Kanton Luzern beauftragt sind
- an die Behörden, welche den Planungsprozess begleiten und die Anlagen bewilligen.

2. Einordnung der Planungshilfe

Die Planungshilfe «Strassenabwasser» hat zum Ziel, den **Planungsprozess der Strassenentwässerung/Strassenabwasserbehandlung** für den Kanton Luzern klar zu definieren. Die Planungshilfe zeigt auf, welche Abklärungen in welchem Umfang und in welcher Planungsphase erforderlich sind. Zusätzlich werden die Aufgaben der Dienststellen uwe und vif erläutert und wie diese in den Planungsprozess einzubeziehen sind.

Ergänzend zur vorliegenden Planungshilfe «Strassenabwasser» stellt der Kanton den **Masterplan «Entwässerung Kantonsstrassen»** zur Verfügung. Der Masterplan ist das strategische Planungswerkzeug für die Strassenentwässerung im Kanton. Im Masterplan wird der Strassenperimeter hinsichtlich der Entwässerung und des erwarteten Verkehrsaufkommens in funktionale Strassenabschnitte unterteilt. Das Resultat sind Hinweise für den Umgang mit der Strassenentwässerung für jeden funktionalen Strassenabschnitt. Strassenentwässerungsprojekte werden auf Basis der Resultate des Masterplans erarbeitet und mithilfe der vorliegenden Planungshilfe umgesetzt.

Die Planungshilfe zeigt auf, wie die **Anforderungen an die Entwässerung** abgeleitet, eine korrekte und sinnvolle Entwässerungsart gewählt und wie die dazugehörige Zulässigkeitsprüfung durchgeführt werden. Die Planungshilfe stützt sich dabei auf die Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter vom **VSA** [11]. Die Richtlinie bildet die Grundlage zur Beurteilung der Belastung von Niederschlagswasser und zu den Anforderungen an die Behandlung von Niederschlagswasser. Die Vorgaben gemäss VSA werden im Grundsatz in vorliegender Planungshilfe übernommen, wobei sie in dieser Planungshilfe spezifisch für die Beurteilung von Strassenabwasser beschrieben werden. Der Kanton Luzern präzisiert in dieser Planungshilfe die Vorgaben, falls die Grundlagen des VSA Interpretationsspielraum aufweisen.

Das **ASTRA** nimmt bezüglich der Projektierung von Strassenentwässerungssystemen und der Behandlung von Strassenabwasser eine Vorreiterrolle ein und hat bereits verschiedene Richtlinien und Dokumentationen erarbeitet. Die Richtlinien des ASTRA sind ausschliesslich für die Nationalstrassen anzuwenden. Trotzdem wird in vorliegender Planungshilfe auf ASTRA Grundlagen zurückgegriffen, sofern diese in der VSA Richtlinie nicht beschrieben sind. Dies betrifft im Wesentlichen die Verhältnismässigkeitsprüfung von Behandlungsanlagen und die Berücksichtigung der Fremdwasserproblematik.

Die **Anforderungen an die Gestaltung und die Umsetzung** der Massnahmen zur Behandlung von Strassenabwasser wird nur übergeordnet im Kapitel B 3 «Dimensionierungsanforderungen» behandelt. Grundsätzlich ist dazu die **VSS-Norm VSS-40 361** [6] beizuziehen. Die in der Planungshilfe definierten Anforderungen sind im Abgleich mit der VSS-Norm erfolgt, wobei vereinzelte Anforderungen präzisiert wurden.

Die Planungshilfe «Strassenabwasser» ist im Kanton Luzern für die Planung der Strassenentwässerung von **Kanton-** und allenfalls **Gemeindestrassen** beizuziehen. Für Güterstrassen ist aufgrund des geringen Verkehrsaufkommens die Planungshilfe nicht anzuwenden. Für die Strassenentwässerung der Nationalstrassen im Kanton Luzern sind die Richtlinie und Dokumentationen des ASTRA massgebend.

In der Planungshilfe nicht berücksichtigt, ist der Umgang mit verschmutztem Schnee. Es gibt diesbezüglich keine Planungsnormen.

Ebenfalls nicht abgedeckt mit der Planungshilfe «Strassenabwasser» wird die Entwässerung von Bahnanlagen. Sie erfolgt gemäss der entsprechenden Richtlinie [16] vom Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Verkehr.

A Projektphasen

A 1 Rollen der Dienststellen vif und uwe

Auslöser für den Ersatz oder den Bau einer Strassenentwässerung ist in aller Regel ein Strassenprojekt. Dieses wird von der **Dienststelle vif** ausgelöst und begleitet.

Die fachtechnische Unterstützung erfolgt durch die **Dienststelle uwe**. Sie beurteilt auch die Bewilligungsfähigkeit der projektierten Strassenentwässerung und erteilt die Projektgenehmigung und die Betriebs- und Einleitbewilligung bei einer Behandlungsanlage.

A 2 Masterplan Entwässerung Kantonsstrassen

Um einen effektiven Gewässerschutz zu erzielen, müssen die Anforderungen an die Strassenentwässerung möglichst früh im Planungsprozess definiert werden. Beim Projektstart bilden die Resultate des Masterplan «Entwässerung Kantonsstrassen» einen wichtigen Baustein, auf welchem die anschliessende Projektierung aufbaut. Dank des Masterplans können die Randbedingungen und Anforderungen an die zukünftige Strassenabwasserbehandlung effizient überprüft und bereits auf Stufe Vorprojekt definiert werden. Dadurch wird gewährleistet, dass ausschliesslich zulässige und bewilligungsfähige Lösungen erarbeitet werden.

A 3 Planungs- und Beurteilungsprozess Strassenabwasser

In nachfolgender Abbildung ist der Planungs- und Beurteilungsprozess Strassenabwasser aufgeführt. Im Planungs- und Beurteilungsprozess sind folgende Informationen enthalten:

- Projektaufgaben pro Projektphase
- Resultierende Ergebnisse und Dokumente pro Projektphase
- Aufgaben der Dienststellen vif und uwe
- Korrekter Einbezug der Dienststelle uwe in den Planungsprozess
- Verweis auf die Kapitel im Teil B Methodik, in welchen das Vorgehen der Projektaufgaben näher erläutert wird.

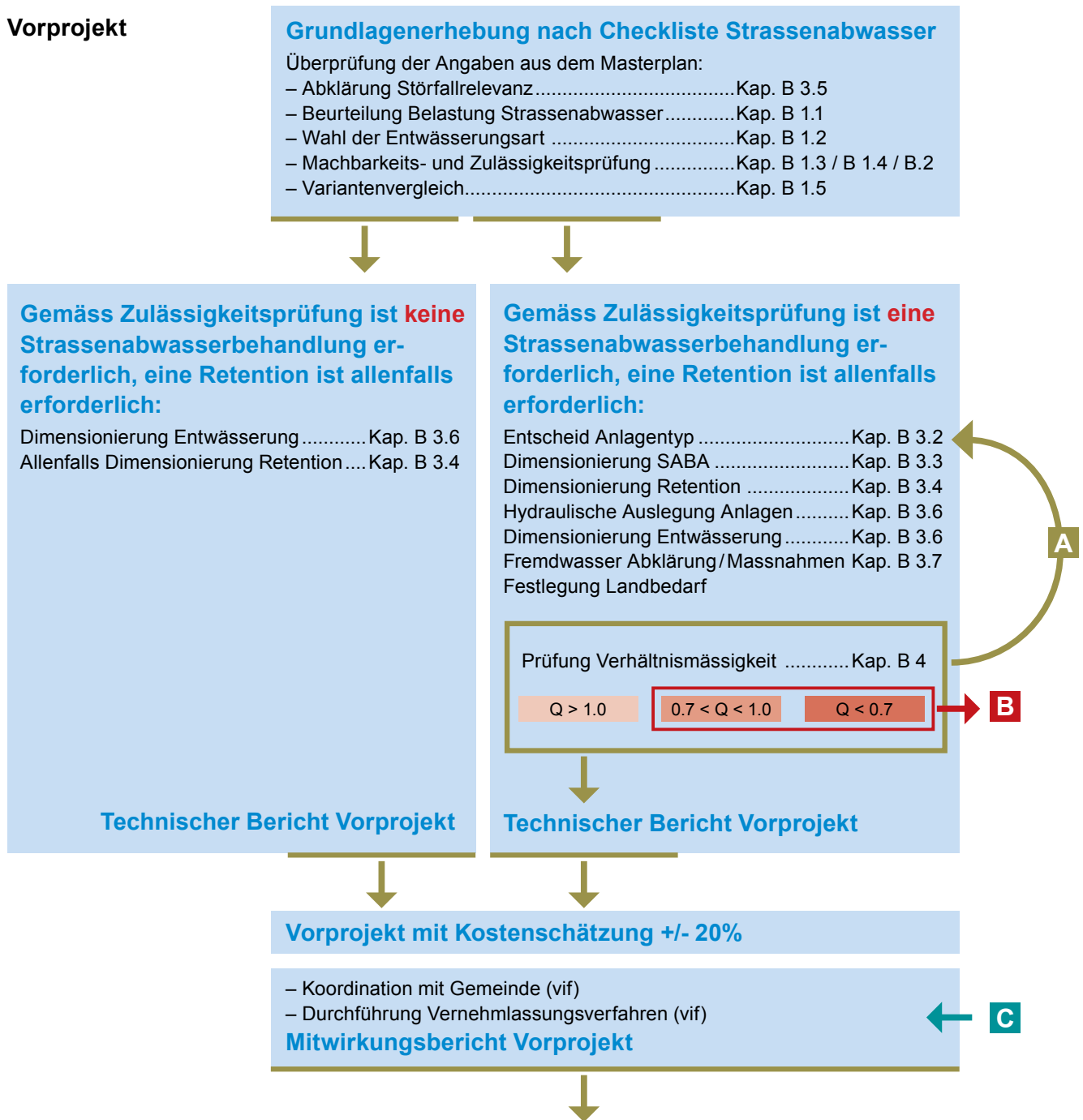
Strategische Planung

Masterplan «Entwässerung Kantonsstrassen»

- Einteilung in funktionale Strassenabschnitte
- Störfallrisiko/Relevanz
- Beurteilung Belastung Strassenabwasser
- Entwässerungsart IST
(Versickerung, Einleitung Oberflächengewässer, Anschluss MW-Kanalisation)
- Zulässigkeit Entwässerung IST
- Hinweis Entwässerungsart SOLL



Vorprojekt



A Projektoptimierung

B **Behandlungsanlage ist erforderlich aber nicht verhältnismässig:**
Gemeinsamer Entscheid vif/uwe zum weiterem Vorgehen
Sitzungsprotokoll

C Prüfung und Stellungnahme zuhanden vif (uwe)

Bauprojekt

- Überprüfung Checkliste Strassenabwasser
- Vorprojekt verfeinern
- Umsetzung Massnahmen aus Mitwirkungsbericht Vorprojekt

Bauprojekt mit Kostenvoranschlag +/- 10%

- Durchführung Vernehmlassungsverfahren (vif)

Mitwirkungsbericht Bauprojekt



D

Weiter gemäss untenstehenden Planungsschritten

Ist keine Strassenabwasserbehandlungsanlage erforderlich, so ist für die Ausführung der weiteren Planungsschritte keine systematische Koordination mit dem uwe notwendig.

Auflageprojekt (Genehmigungsprojekt)

- Bauprojekt verfeinern
- Umsetzung Massnahmen aus Mitwirkungsbericht Bauprojekt

Auflageprojekt

- Durchführung Planaufgabe (vif)

Projekt- und Ausgabebewilligung

Regierungsratsentscheid

Ausführungsprojekt

- Überprüfung Checkliste Strassenabwasser
- Behandlungsverfahren: Überprüfung «Stand der Technik» (Verfahren, Vorbehandlung, Materialien)Kap. B 3.3
- DetailhydraulikKap. B 3.6
- Massnahmen zur Entkopplung von FremdwasserKap. B 3.7
- Prüfung Verhältnismässigkeit bei signifikanten ProjektänderungenKap. B 4

Bericht mit Planunterlagen



E

- Ausarbeitung Ausführungsprojekt SABA

Ausführungs- und Detailpläne Projektbeschrieb und Pflichtenheft

- Projektsteuerung/Projektleitung (vif)

Genehmigtes Ausführungsprojekt



F

D Prüfung und Stellungnahme, inkl. Vorgaben zum Überwachungskonzept, zuhanden vif (uwe)

E Bei signifikanten Projektänderungen: Gemeinsamer Entscheid uwe/vif zum weiteren Vorgehen
Sitzungsprotokoll

F Erteilung **Projekt-Genehmigung SABA**, inkl. Auflagen zum Abnahmeverfahren (uwe)

Ausführung

– Erstellung Bauwerke inkl. Entwässerungsanlagen



– Projektsteuerung/Projektleitung (vif)



– Funktionstüchtiges Bauwerk/Anlage



Inbetriebnahme

– Inbetriebnahme (vif)
– Technische Abnahmeverfahren Bauwerk (vif)
Abnahmeprotokoll (Technik)



– Übergabe an Betrieb und Unterhalt (vif)



Gewässerschutzrechtliches Abnahmeverfahren
– Gemeinsame Abnahme der Anlage (vif/uwe)
– Kontrollmessung Leistungsfähigkeit (vif/uwe)
– Gemeinsame Massnahmenfestlegung bei Nicht-Einhalten der Funktionstüchtigkeit oder Reinigungsleistung (vif/uwe)
– Abnahmeprotokoll (vif)



Betriebs- und Einleitbewilligung



Abgenommene, funktionstüchtige Anlage

Bewirtschaftung

– Auswertung Betriebsdaten (vif).....Kap. B 3.3
– Überwachung der Funktionstüchtigkeit
– Periodischer Austausch (vif/uwe)
– Gemeinsame Massnahmenfestlegung bei Nicht-Einhalten der Funktionstüchtigkeit (vif/uwe)
Protokoll des periodischen Austauschs



– Unterhalt und Überwachung (vif)
– Umsetzung Massnahmen gem. Protokoll (vif)



Einwandfreier Betrieb der Anlage

Erteilen Betriebs- und Einleitbewilligung (uwe)

Abbildung 1: Planungs- und Beurteilungsprozess Strassenabwasser.

A 4 Projektgrundlagen Kanton Luzern

Folgende Grundlagen werden vom Kanton Luzern den Planern für die Projekterarbeitung zur Verfügung gestellt:

Tabelle 1: Verfügbare Grundlagen für die übergeordnete Planung

Thema	Inhalt	Amt / Quelle
Übergeordnete Planung	Masterplan Entwässerung Kantonstrassen	Dienststelle vif
	GEP-Gemeinde/Abwasserverband	Gemeinde/ Abwasserverbände

Tabelle 2: Verfügbare Grundlagen für die Projektierung.

Thema	Inhalt	Amt / Quelle
Verkehr	Verkehrsaufkommen DTV (Prognose)	Dienststelle vif
	Anteil Schwerverkehr	Dienststelle vif
Störfall	Grundlagen LOGO	Dienststelle vif
Versickerung	Versickerungskarte	Gemeinden (GEP)
	Grundwasserschutzkarten	geoportal.lu.ch
Gewässer	Abflussmenge Q_{347}	Masterplan
	Zustandsbeurteilung der Gewässer (Ökomorphologie) (für ca. 1/3 aller Gewässer verfügbar)	Dienststelle vif (Datenpflege) Dienststelle uwe (Beurteilung) geoportal.lu.ch
	Gewässerschutzkarte	geoportal.lu.ch
Niederschlagsdaten	Regenserien (regional)	Dienststelle uwe
	Regionale Regenintensität ($z=1-10$)	VSS- Norm VSS 40 350 [10] / Dienststelle uwe
Landinformation	Bodenkartierung / Fruchtfolgeflächen	geoportal.lu.ch
	Altlasten	geoportal.lu.ch
Natur- und Landschafts-schutz	Schutzverordnungen	geoportal.lu.ch
	Inventare Natur- und Landschaft	geoportal.lu.ch
Naturgefahren	Gefahrenkarte	geoportal.lu.ch
	Oberflächenabflusskarte	geoportal.lu.ch
Projektgrundlagen	Checkliste Strassenabwasser	Dienststelle vif
Hilfsmittel zur Projektbearbeitung	Excel-Tools mit: Klassierung Strassenabwasser Zulässigkeitsprüfung Versickerung Zulässigkeitsprüfung Einleitung in oberirdisches Gewässer Dimensionierung Retentionsvolumen für kleine Einzugsgebiete Verhältnismässigkeitsprüfung	Dienststelle uwe

B Methodik

B 1 Konzeption Strassenentwässerung

Grundlage für vorliegendes Kapitel B 1 bildet die VSA RiLi [11], Kap. 2.2-2.6, S.16 – 25, sowie Kapitel Kap. 3.2. S.32 (für Kapitel B 1.1).

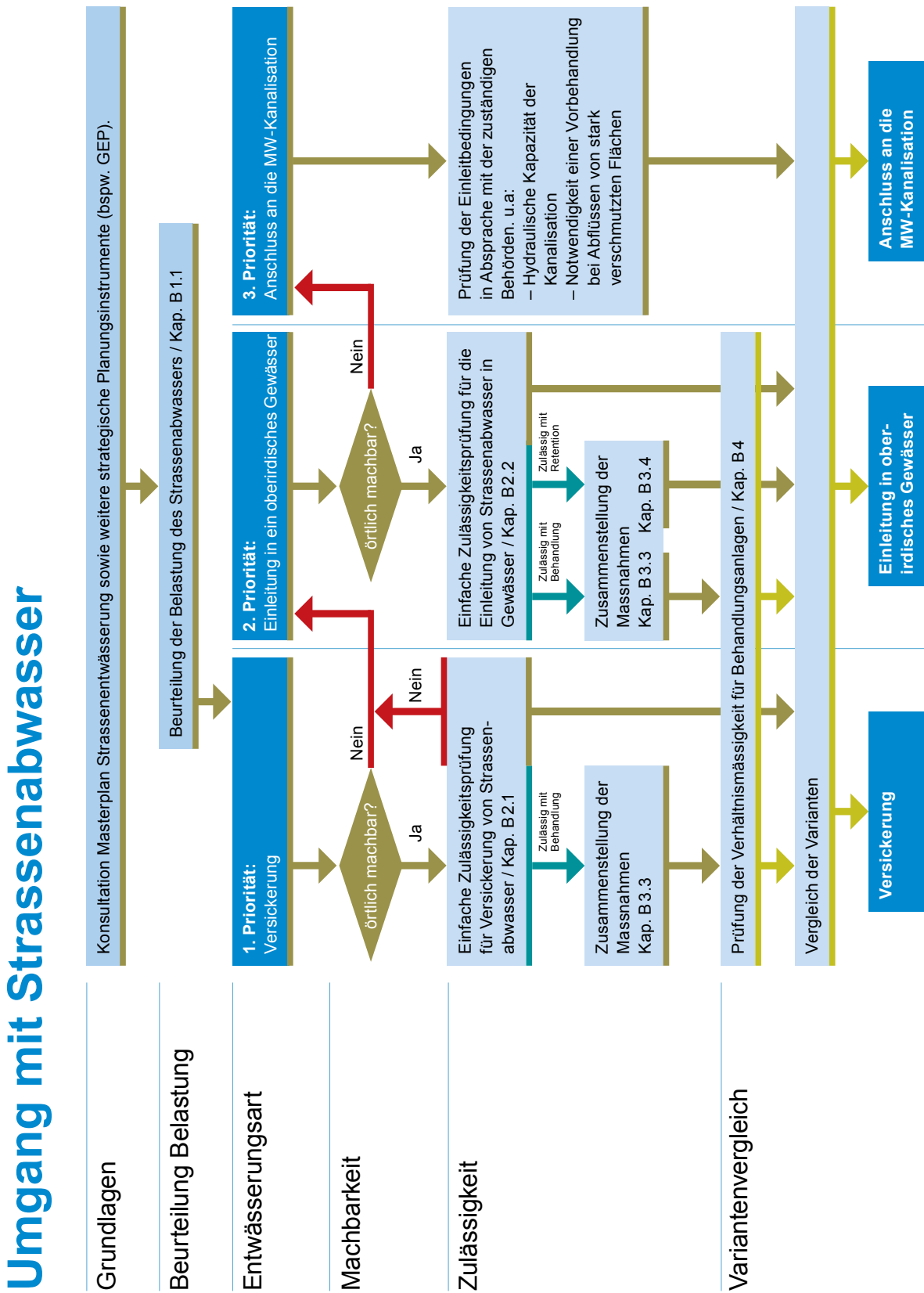


Abbildung 2: Planungsablauf für die Konzeption von Anlagen zur Strassenentwässerung.

Der nachfolgend beschriebene Planungsablauf gilt für die Konzeption von neuen oder die Überprüfung von bestehenden Anlagen zur Entwässerung von Strassen. Die Anwendung erfolgt immer ganzheitlich für einen funktionalen Strassenabschnitt gemäss Masterplan und umfasst die fünf Schritte:

1. Beurteilung der Belastung von Strassenabwasser
2. Entwässerungsart
3. Prüfung der Machbarkeit
4. Prüfung der Zulässigkeit
5. Variantenvergleich

Der Vorgehensweise ist in Abbildung 2 dargestellt und wird in den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

B 1.1 Beurteilung der Belastung des Strassenabwassers

Das Strassenabwasser wird aufgrund der potenziellen Belastung mit Schadstoffen klassifiziert. Die Klassierung ermöglicht eine Systematisierung und eine Vereinfachung der Vorgehensweise bei der Wahl technischer Massnahmen zur Strassenabwasserbehandlung. Das Strassenabwasser wird mittels Belastungspunkten klassiert und anschliessend in die Belastungsklassen «gering», «mittel» und «hoch» eingeteilt. Die Intensität der Belastung des Strassenabwassers hängt von einer grossen Vielzahl von Faktoren ab, deren Einfluss auf die Belastung sehr unterschiedlich sein kann. In Tabelle 3 und Tabelle 4 ist die Klassifizierung des Strassenabwassers beschrieben. Sie setzt sich zusammen aus einer Grundbelastung, basierend auf der Verkehrsfrequenz (Durchschnittlicher Täglicher Verkehr, DTV) und verschiedenen Faktoren, welche diese Grundbelastung erhöhen oder vermindern können. Es handelt sich hierbei nur um eine beschränkte Anzahl Faktoren und eine vereinfachte Beurteilung der effektiven Belastung.

Die Dienststelle uwe stellt in Ihren Excel-Tools ein Werkzeug zur Beurteilung der Belastungsklasse zur Verfügung.
(www.uwe.lu.ch/ ► Themen ► Abwasser ► Siedlungsentwässerung ► Hilfsmittel)

Tabelle 3: Ermittlung der Belastungspunkte BP des Strassenabwassers. Die Belastungspunkte setzen sich zusammen aus der Grundbelastung und der Summe aller Belastungspunkte BP der Zusatzkriterien.

	Belastungspunkte BP	Bemerkungen
Grundbelastung		
Verkehrsfrequenz	Grundbelastung BP = $\frac{DTV}{1000}$	DTV-Annahme für aktuellen Planungshorizont
Zusatzkriterien		
Anteil Schwerverkehr	2 BP für Anteil > 8% 1 BP für Anteil 4 - 8%	
Steigung	1 BP falls Steigung > 8%	
Strassenabschnitt innerorts	1 BP	
Strassenreinigung	- [BP] (BP = Anzahl maschineller Reinigungen pro Monat)	

Tabelle 4: Einteilung in Belastungsklassen anhand der ermittelten Belastungspunkte in Tabelle 3.

Summe der Punkte	Belastungsklasse
< 5 Punkte	gering
5 -14 Punkte	mittel
> 14 Punkte	hoch

B 1.2 Entwässerungsart

Prioritäten und Vorgehen

Gemäss Art. 7 Abs. 2 GSchG [1] muss «nicht verschmutztes Abwasser» überall dort versickert werden, wo dies aufgrund der örtlichen Verhältnisse machbar und aufgrund der Gesetzeslage zulässig ist. Bei der Wahl der Entwässerungsart ist somit, unter Berücksichtigung der lokalen Bedingungen, ein naturnaher Wasserkreislauf zu fördern. Der Strassenentwässerung und insbesondere dem Flächenbedarf für eine Versickerung sind deshalb möglichst früh Beachtung zu schenken.

Aus den gesetzlichen Vorgaben ergeben sich folgende Prioritäten für den Umgang mit Strassenabwasser:

1. Versickerung

In erster Linie ist eine möglichst dezentrale Versickerung entlang der Strassenfahrbahn im Bankett anzustreben. Dadurch versickert das anfallende Strassenabwasser am Ort des Anfalls und es können Transport- und Sammelleitungen für das Strassenabwasser vermieden werden.

2. Einleitung in ein oberirdisches Gewässer

Direkteinleitung ohne Inanspruchnahme einer öffentlichen Kanalisation (oberirdisch in Mulden/Gräben oder mittels Leitung) oder Einleitung über die öffentliche Regenabwasserkanalisation (meist unterirdisch in Leitungen).

3. Ableitung in die Mischabwasserkanalisation

Gemeinsame Ableitung des Niederschlagswassers mit dem Schmutzabwasser im selben Kanalsystem (Mischsystem) in Richtung ARA.

B 1.3 Prüfung der Machbarkeit

Im Vorprojekt ist eine umfassendere lokale Machbarkeitsprüfung notwendig. Die Machbarkeitsprüfung lässt sich wie folgt unterteilen:

- Hydrogeologische Mindestanforderungen (relevant nur bei Versickerung)
- Räumlichtopographische Faktoren

Hydrogeologische Mindestanforderungen

Für eine Versickerung (dezentral/zentral) müssen gewisse hydrogeologische Mindestanforderungen erfüllt sein. Folgende Parameter sind abzuschätzen:

- Sickerfähigkeit des Untergrundes bzw. des Bodens (spezifische Sickerleistung)
- Mächtigkeit von schlecht durchlässigen Deckschichten
- Lage des Grundwasserspiegels bei einem Hochwasserstand

Lage und Ausdehnung von sickerfähigem Untergrund können geologischen und bodenkundlichen Kartengrundlagen und/oder den Versickerungskarten entnommen werden. Die spezifische Sickerleistung und die Schichtmächtigkeiten werden durch Sickersuche und Sondierungen ermittelt.

Räumlich-topographische Faktoren

Um die Machbarkeit einer Entwässerungsart zu beurteilen, müssen auch die räumlichen und topographischen Gegebenheiten untersucht werden. Im Vordergrund stehen folgende Faktoren:

Tabelle 5: Themenbereiche welche bei der Machbarkeitsprüfung zu berücksichtigen sind.

Themenbereiche	Erläuterungen
Platzverhältnisse für Anlagen, insbesondere Flächenbedarf	Bei der oberflächlichen Versickerung hängt der Flächenbedarf von der Durchlässigkeit des Bodens und des Untergrundes (spezifische Sickerleistung) sowie den Mengen an Verkehrswegeabwasser ab. Im Einzelfall muss auch der Platzbedarf für allfällige Behandlungs- und Retentionsanlagen ermittelt werden. Die minimale Breite des Belastungsstreifens bei einer dezentralen Versickerung über die Schulter ist in Abhängigkeit von der Anzahl Fahrzeuge auf dem Strassenabschnitt unterschiedlich (siehe Tabelle 6.).
Topographische Verhältnisse	Der Standort für eine Anlage soll am tiefsten Punkt des Geländes liegen, um zusätzlich benötigte Pumpenenergie zu vermeiden.
Gestaltung des Verkehrsweges	In längeren Einschnitten oder in Tunnels ist beispielsweise die flächenförmige, dezentrale Versickerung nicht machbar.
Nachbarrechtliche Situation	Insbesondere bei der Versickerung können nachbarrechtliche Aspekte eine Rolle spielen. Im Zusammenhang mit Sickerwasser können folgende Gefahren von Bedeutung sein: Eintritt von Sickerwasser in Drainage- und Entwässerungsleitungen, unvorhergesehener Wiederaustritt sowie Verstärkung oder Auslösung von Rutschungen in Hanglagen. Bei der Entwässerung von steilen Verkehrswegen ist generell auch der Überschwemmungsgefahr Rechnung zu tragen. Schäden auf Nachbargrundstücken sind zu vermeiden.
Bodenverhältnisse und Fruchtfolgeflächen	Falls Strassenabwasserbehandlungsanlagen erforderlich sind, bilden die Bodenverhältnisse und Fruchtfolgeflächen (FFF) wesentliche Kriterien bei der Standortwahl. Beanspruchte FFF sind in der Regel zu kompensieren, d.h. andernorts mit bodenkundlicher Baubegleitung aufzuwerten. Die Aufwertung von bedingt geeigneten Böden soll möglichst ohne Beeinträchtigung vorhandener Biodiversität erfolgen.
Altlasten	Insbesondere bei einer Versickerung muss die Altlastensituation geprüft und berücksichtigt werden.
Hochwassersicherheit	Bei der Einleitung in Oberflächengewässer ist zu prüfen, ob die Hochwassersicherheit gegeben ist, bzw. keine Gefahr eines Rückstaus oder Auftriebs besteht.
Hydraulische Kapazität Trenn- / Mischsystem	Wird in die öffentliche Kanalisation im Trenn- oder Mischsystem eingeleitet, sind die Abflusskapazität sowie die Auswirkungen auf das Einleitkonzept (Auswirkungen auf Überlaufverhalten von Regenbecken) und die Auswirkungen auf die ARA zu überprüfen.

B 1.4 Prüfung der Zulässigkeit

Die Beurteilung der Zulässigkeit für die Versickerung oder Einleitung von Niederschlagsabwasser erfolgt in erster Linie anhand einer einfachen Zulässigkeitsprüfung. Dieses Verfahren kommt in jedem Fall zur Anwendung und ist in der Regel ausreichend. Das detaillierte Vorgehen bei einfachen Zulässigkeitsprüfungen wird im Kapitel B 2 beschrieben.

Die vereinfachte Zulässigkeitsprüfung wird bei einer Einleitung in ein oberirdisches Gewässer den darin herrschenden Verhältnissen nur bedingt gerecht. Reicht die vereinfachte Zulässigkeitsprüfung für die Beurteilung der Strasseneinleitung nicht aus und stehen besondere Schutzanliegen seitens Gewässer- und Naturschutz im Raum, so ist eine Gewässeruntersuchung und/oder Massnahmenprüfung nach STORM [13] durchzuführen. Festzuhalten ist, dass die aus der einfachen Zulässigkeitsprüfung hergeleiteten Anforderungen an die Behandlung, im Gegensatz zu den Anforderungen an die Retention, mit einer detaillierten Untersuchung nicht abgeschwächt werden darf.

Wenn immer möglich, ist eine einfache Zulässigkeitsprüfung durchzuführen. Ist eine detaillierte Gewässeruntersuchung notwendig, so ist das weitere Vorgehen mit der Dienststelle uwe zu koordinieren.

B 1.5 Variantenvergleich

Die Abwasserbeseitigung mit der höchsten Priorität, die machbar und zulässig ist, muss als prioritäre Lösung in Betracht gezogen werden. Falls für diese Lösung die Verhältnismässigkeit nicht gegeben ist, sind weitere Varianten zu prüfen. Dabei ist ein besonderes Augenmerk auf die Bautechnik, den Betrieb, den Unterhalt sowie das Wirkung/Nutzen- und Kosten/Nutzen-Verhältnis der möglichen Varianten zu legen.

B 2 Einfache Zulässigkeitsprüfung

B 2.1 Zulässigkeitsprüfung Versickerung von Strassenabwasser

Grundlage für vorliegendes Kapitel B 2.1 bildet die VSA RiLi [11], Kap. 4, S.34 - 38.

Unterscheidung Versickerungsanlage / Behandlungsanlage

Als Versickerungsanlage gilt, wenn eine direkte Verbindung zum Grundwasserspeicher besteht. Die Behandlungsanlage mit Bodenfilter ist dagegen keine Versickerungsanlage, falls das Niederschlagswasser nach der Filterpassage wieder gefasst und anschliessend in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet oder über eine nachgeschaltete Versickerungsanlage in den Untergrund versickert wird.

Zulässigkeit zentrale / dezentrale Versickerung

Zentrale Versickerung

Bei einer Versickerungsanlage mit direkter Versickerung ist problematisch, dass die Wirkung der Reinigungsleistung des Bodenfilters nicht überwacht werden kann. Deshalb ist eine zentrale direkte Versickerung von hoch belastetem Strassenabwasser ohne Fassung durch eine Abdichtung unter dem Filter nur in Ausnahmefällen in Absprache mit der Dienststelle uwe zulässig.

Dezentrale Versickerung

Bei der Entsorgung von Strassenabwässern ist selbst bei hoch belastendem Strassenabwasser gemäss Art. 3 Abs. 2 lit. C GSchV [3] die Versickerung im Bereich der Böschungen und der Grünstreifen ausdrücklich zugelassen. Das heisst, die Zulässigkeit der dezentralen Versickerung ist, mit Ausnahme der Schutzzonen (S1, S2, S3), immer gegeben und daher anzustreben, weil die Versickerung die Entwässerungsart mit 1. Priorität ist.

Bei der dezentralen Versickerung über die Schulter ist zu beachten, dass durch die Akkumulation von Schadstoffen in den sogenannten Belastungsstreifen die Richtwerte VBBo [2] und teilweise auch die Prüfwerte VBBo überschritten werden. Es wird deshalb empfohlen, die Belastungsstreifen dem Strassenperimeter zuzuschlagen. Hierzu ist im Grundsatz kein Landerwerb notwendig, eine allfällige Nutzungseinschränkung wird primär über Entschädigungszahlungen abgegolten. In Tabelle 6 sind in Abhängigkeit des Strassentyps die notwendigen Breiten des Belastungsstreifen aufgeführt, welche jeweils beidseitig auszuscheiden sind. In begründeten Fällen kann ein schmalere Belastungsstreifen bewilligt werden. Nicht zum Belastungsstreifen zählen Flächen, welche sich hinter einem Hindernis befinden, welche das Spritzwasser wirksam zurückhält. Dazu zählen Lärmschutzwände, Mauern oder Böschungen mit einer Höhe von mehr als 2 m.

Tabelle 6: Minimale Breite des Belastungsstreifen pro Strassenseite

Strassentyp	Breite ab Fahrbahnrand
Autobahnen	6 m
Strassen > 20'000 Fz. / 24h	3 m
Strassen > 10'000 Fz. / 24h	1.5 m
Strassen > 2'000 Fz. / 24h	1 m
Strassen < 2'000 Fz. / 24h und Gemeindestrassen	keine Ausscheidung eines Streifens (Bagatellgrenze)

Einfache Zulässigkeitsprüfung Versickerung

Die Zulässigkeitsprüfung für die Versickerung von Niederschlagswasser erfolgt anhand der Tabelle 7. Eingangsgrössen sind die Belastungsklasse des zu versickernden Strassenabwassers gemäss Tabelle 3 sowie die Lage der Versickerungsstelle bezüglich Gewässerschutzbereichen und Grundwasserschutz zonen bzw. -arealen.

Den entscheidenden Schutz des Grundwassers gibt eine richtig aufgebaute und genügend mächtige Bodenpassage. In einer unterirdischen Versickerungsanlage wird die reinigende Wirkung der biologisch aktiven Bodenschicht umgangen und kann nicht genutzt werden. Unterirdische Versickerungsanlagen sind deshalb nur mit vorgeschalteter Behandlung zulässig.

Tabelle 7: Zulässigkeitsprüfung der Versickerung von Strassenabwasser.

Versickerung von Strassenabwasser				
Gewässerschutzbereich (Gewässerschutzkarte)	Typ Versickerungsanlage	Belastungsklasse Strassenabwasser		
		gering	mittel	hoch
Übriger Bereich	Dezentral (über Schulter)	+	+	+
	Zentral mit Bodenpassage	+	+	B ^{Erhöht} ¹⁾
	Zentral ohne Bodenpassage	B ^{Standard}	B ^{Standard}	B ^{Erhöht}
Bereich A _U	Dezentral (über Schulter)	+	+	+
	Zentral mit Bodenpassage	+	+	B ^{Erhöht} ¹⁾
	Zentral ohne Bodenpassage	B ^{Standard}	B ^{Standard}	B ^{Erhöht}
S ₃ , S _h , S _m	Dezentral (über Schulter)	+	–	–
	Zentral mit Bodenpassage	+	–	–
	Zentral ohne Bodenpassage	–	–	–
Schutzareal S ₂ /S ₁	Nicht relevant	–	–	–

Legende

+	Versickerung zulässig
B ^{Standard}	Versickerung zulässig mit vorgeschalteter Behandlungsanlage vom Typ «Standard» oder «Erhöht»
B ^{Erhöht}	Versickerung zulässig mit vorgeschalteter Behandlungsanlage vom Typ «Erhöht»
–	Versickerung nicht zulässig

Informationen zu den Anforderungen an die Behandlungsanlage siehe Kap. B 3.3.

¹ In Ausnahmefälle kann die Dienststelle uwe die Versickerung über eine Bodenpassage ohne vorgeschaltete Behandlung bewilligen.

Bodenaufbau

Für die Strassenabwasserversickerung mit Bodenpassage gilt der Bodenaufbau gemäss VSS 40 361 [6].

Entwässerung über die Schulter:

Für die Strassenentwässerung über die Schulter ist weiter die VSS-Norm VSS 40 354 [7] zu beachten.

Bestimmungen, die eingehalten werden müssen:

- Eine Versickerungsfläche gilt als Anlage, wenn:
 - die Richtwerte nach VBBo überschritten werden
 - die Akkumulationsraten von Schadstoffen bei der Versickerung hoch sind (evtl. Nutzungsverbot des Pflanzenmaterials zu Nahrungs- oder Futterzwecken)
 - das Flächenverhältnis Entwässerungs- zu Versickerungsfläche $> 5:1$ ist
- Bei der Versickerung über das Bankett bei Verkehrsflächen sind vorzusehen:
 - Die Versickerungsfläche ist nach Möglichkeit auf den Belastungsstreifen zu beschränken, wobei grundsätzlich das Verhältnis Entwässerungs- zu Versickerungsfläche $A_E:AV \leq 5:1$ zu beachten ist.
 - Die Versickerung mit Schadstoffanreicherung auf privatem Kulturland ist zu vermeiden. Der Belastungsstreifen und die Versickerungsfläche sind möglichst zur Strassenparzelle zu schlagen. Andernfalls sind die Verantwortlichkeiten zwischen dem Strasseneigentümer und dem privaten Eigentümer des Versickerungsstreifens verbindlich zu regeln.

Hinweise:

- Zuströmbereiche ZU liegen grösstenteils innerhalb des Bereichs A_U und sind somit wie dieser zu beurteilen.

© VSA. Die Tabelle/Grafik wurde uns mit freundlicher Genehmigung des VSA zur Verfügung gestellt.

B 2.2 Zulässigkeitsprüfung für die Einleitung in Gewässer

Grundlage für vorliegendes Kapitel B 2.2 bildet die VSA RiLi [11], Kap. 5, S.39 - 43.

Gesetzliche Bestimmungen und Grundsätze

Für Einleitungen in oberirdische Gewässer gelten die qualitativen Anforderungen nach Anhang 2 GSchV [3]. Diese gelten bei jeder Wasserführung nach weitgehender Durchmischung des eingeleiteten Abwassers. Seltene Hochwasserspitzen oder seltene Niedrigwasserereignisse sind ausgenommen.

Zulässigkeitsprüfung für die hydraulische Belastung

Einleitverhältnis an einer Einleitstelle

In einem ersten Schritt wird das gewässerspezifische Einleitverhältnis V_G berechnet. Das Einleitverhältnis gibt Auskunft über die eingeleitete Strassenabwassermenge eines funktionalen Strassenabschnitts bei einem 1-jährigen Niederschlagsereignis im Verhältnis zum Niedrigwasserabfluss Q_{347} . Dabei werden gewässerspezifische Faktoren mitberücksichtigt. Projektierte Retentionsmassnahmen werden in dieser Erstbetrachtung hingegen ausgeschlossen.

Tabelle 8: Bestimmungsgrössen für die Abschätzung der Einleitverhältnisse in oberirdische Gewässer.

Abk.	Beschreibung	Formel	Bemerkung
Q_E	Eingeleitete Niederschlagswassermenge der Strassenentwässerung eines funktionalen Strassenabschnitts mit Jährlichkeit $z=1$		Ohne Berücksichtigung von projektierten Retentionsmassnahmen.
Q_{347}	Niedrigwasserabfluss: Abfluss im Gewässer an der Einleitungsstelle, welcher während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird.		Für die Berechnung des Einleitverhältnis gilt: $Q_{347} \geq 5 \text{ l/s}$.
V	Hydraulisches Einleitverhältnis	$V = Q_{347}/Q_E$	
V_S	Gewässerspezifisches Einleitverhältnis zur Beurteilung der stofflichen Belastung	$V_S = V \cdot f_G$	
V_G	Gewässerspezifisches Einleitverhältnis zur Beurteilung der hydraulischen Belastung	$V_G = V \cdot f_S \cdot f_G$	
f_S	Korrekturfaktoren für Sohlenbeschaffenheit für $V < 1$ (für $V \geq 1$ gilt: $f_S = 1.0$)		Werte siehe Tabelle 9
f_G	Korrekturfaktoren für den Gewässertypus für $V < 1$ (für $V \geq 1$ gilt: $f_G = 1.0$)		Werte siehe Tabelle 10

© VSA. Die Tabelle/Grafik wurde uns mit freundlicher Genehmigung des VSA zur Verfügung gestellt.

Tabelle 9: Bestimmung des Korrekturfaktors für Sohlenbeschaffenheit f_S

Sohlenbeschaffenheit	Sohlenfaktor f_S
überwiegend Feinsediment	0.5
überwiegend kiesig (< faustgross)	1.0
überwiegend steinig (> faustgross)	1.5
überwiegend blockig (> 0.5 m)	2.0

Hinweis: Für $V \geq 1$ beträgt $f_S = 1.0$

© VSA. Die Tabelle/Grafik wurde uns mit freundlicher Genehmigung des VSA zur Verfügung gestellt.

Tabelle 10: Bestimmung des Korrekturfaktors für den Gewässertypus f_G

Gewässertyp	Q_{347} (m ³ /s)	Wasserspiegel- breite (m)	Fließ- geschwindigkeit (m/s)	Gewässerfaktor f_G
Kleiner Mittellandbach	< 0.1	< 1 m	< 0.5 m/s	0.5
Grosser Mittellandbach	0.1–1.0	1–5 m		1.0
Kleiner Voralpenbach	< 0.1	< 1 m	> 0.5 m/s	1.0
Grosser Voralpenbach	0.1–1.0	1–5 m		2.0
Grössere Fließgewässer	> 1.0	> 5 m		2.0

Hinweis: Für $V \geq 1$ beträgt $f_G = 1.0$

© VSA. Die Tabelle/Grafik wurde uns mit freundlicher Genehmigung des VSA zur Verfügung gestellt.

Retentionsmassnahmen

Die Notwendigkeit für Retention wird anhand des gewässerspezifischen Einleitverhältnis V_G gemäss Tabelle 11 geprüft.

Tabelle 11: Zulässigkeitsprüfung für die Einleitung von Strassenabwasser in ein oberirdisches Gewässer aufgrund der hydraulischen Belastung.

Zulässigkeitsprüfung für die hydraulische Belastung		
Gewässertyp	Gewässerspezifisches Einleitverhältnis V_G	Retention erforderlich
Fließgewässer	$V_G > 0.1$	Nein
	$V_G \leq 0.1$	Ja
stehende Gewässer	nicht definiert	Nein

Hinweise

- **Befestigte Sohlen:**
Für Gewässer mit befestigten Sohlen besteht keine Veranlassung, aus Gewässerschutzgründen eine Retention einzufordern, sofern unterhalb liegende Gewässerabschnitte mit natürlicher Sohle nicht beeinträchtigt werden.
- **Bagatellgrenze Q_E :**
Ist die eingeleitete Niederschlagswassermenge eines funktionalen Strassenabschnitts $Q_E \leq 20$ l/s, kann auf eine Retention verzichtet werden.
- **Minimaler Niedrigwasserabfluss Q_{347} :**
Der für die Berechnung massgebende Niedrigwasserabfluss Q_{347} soll grösser gleich 5 l/s sein.
- **Hochwasserschutz:**
Retentionsmassnahmen für den Hochwasserschutz sind nicht Gegenstand der vorliegenden Planungshilfe und sind ggf. unabhängig davon zu prüfen.
- **Bereich V_G nahe bei 0.1:**
Liegt das gewässerspezifische Einleitverhältnis V_G nahe bei 0.1, so sind die gewässerspezifischen Faktoren in Zusammenarbeit mit der Dienststelle uwe näher zu betrachten und allenfalls genauer zu bestimmen.
- **Vorgaben aus übergeordneten Planungen:**
Enthalten übergeordnete Planungen wie z.B. GEP, Verbands-GEP oder REP Anforderungen an die Retention aufgrund weitergehender Prüfung der Empfindlichkeit des Gewässers bzgl. hydraulischer Belastung oder aufgrund bereits voll ausgelasteten Regenwasserkanalisationen, sind diese massgebend.

© VSA. Die Tabelle/Grafik wurde uns mit freundlicher Genehmigung des VSA zur Verfügung gestellt.

Zulässigkeitsprüfung für die stoffliche Belastung

Die Beurteilung der stofflichen Belastung erfolgt mittels einer Gegenüberstellung der Belastungsklasse des eingeleiteten Strassenabwassers (gemäss Tabelle 4) und dem spezifischen Einleitverhältnis V_S (gemäss Tabelle 8). Als Hilfsmittel für die Beurteilung der Zulässigkeit einer Einleitung und der Notwendigkeit vorgeschalteter Behandlungsmassnahmen zur Reduktion der stofflichen Belastung dient Tabelle 12.

Tabelle 12: Zulässigkeitsprüfung für die Einleitung von Strassenabwasser in ein oberirdisches Gewässer hinsichtlich der stofflichen Belastung.

Zulässigkeitsprüfung für die stoffliche Belastung				
Gewässertyp	spezifisches Einleitverhältnis V_S	Belastungsklasse Strassenabwasser		
		gering	mittel	hoch
Fließgewässer	$V_S > 1$	+	+	B _{Standard} ¹⁾
	$V_S \leq 1$	+	B _{Standard} ²⁾	B _{Erhöht}
Stehende Gewässer	nicht definiert	+	+	B _{Standard}

Legende	
+	Einleitung zulässig
B _{Standard}	Einleitung zulässig mit vorgeschalteter Behandlungsanlage vom Typ «Standard» oder «Erhöht»
B _{Erhöht}	Einleitung zulässig mit vorgeschalteter Behandlungsanlage vom Typ «Erhöht»

Informationen zu den Anforderungen an die Behandlungsanlage siehe Kap. B 3.3.

¹⁾ Führt die Erfüllung der Anforderungsstufe Standard aufgrund der Verhältnismässigkeitsprüfung gem. Kap. B 4 zu einem schlechten Nutzen/Aufwand Faktor, können in Absprache mit der Dienststelle uwe die Behandlungsmassnahmen der Anforderungsstufe «erleichtert» geprüft/bewilligt werden.

²⁾ Die Behandlung dient dem Schutz von sensiblen und/oder ökologisch wertvollen Gewässern. Führt die Erfüllung der Anforderungsstufe Standard aufgrund der Verhältnismässigkeitsprüfung gem. Kap. B 4 zu einem schlechten Nutzen/Aufwand Faktor, können in Absprache mit der Dienststelle uwe die Anforderungen an die Behandlung gesenkt oder es kann ggf. auf eine Behandlung verzichtet werden.

Bestimmungen

Zeigen Frachtbetrachtungen, dass nachteilige Einwirkungen auf das Gewässer nicht ausgeschlossen werden können, so kann die Dienststelle uwe die obigen Zulässigkeitsbestimmungen verschärfen.

Hinweise Bereich $V_S \sim 1$:

Liegt das spezifische Einleitverhältnis nahe bei 1, so sind die gewässerspezifischen Faktoren in Zusammenarbeit mit der Dienststelle uwe näher zu betrachten und allenfalls genauer zu bestimmen.

© VSA. Die Tabelle/Grafik wurde uns mit freundlicher Genehmigung des VSA zur Verfügung gestellt.

Hinweise für die Ableitung über die öffentliche Regenabwasserkanalisation

Bei einer indirekten Einleitung via öffentliche Regenabwasserkanalisation in ein oberirdisches Gewässer müssen gewisse Abklärungen in einem grösseren Zusammenhang gestellt werden. Beim Anschluss von Strassenabwasser an die öffentliche Regenabwasserkanalisation ist zu beachten, dass eine Vermischung von Strassenabwasser und Regenabwasser aus dem Siedlungsgebiet zu erwarten ist. Strassenabwasser und Regenabwasser aus dem Siedlungsgebiet weisen hinsichtlich der stofflichen Belastung unterschiedliche Werte auf.

Behandlung vor der Einleitung

Falls gemäss Tabelle 12 eine Behandlung des Strassenabwassers notwendig ist, so ist zu prüfen, ob eine vorgeschaltete Behandlungsanlage (vor der Einleitung in die Regenwasserkanalisation) gegenüber einer zentrale Behandlungsanlage direkt vor der Einleitung ins Gewässer verhältnismässiger und sinnvoller ist. Da die meisten Behandlungsverfahren speziell für Strassenabwasser ausgelegt sind, wird in der Regel davon ausgegangen, dass eine der Regenwasserkanalisation vorgeschaltete Behandlung wirtschaftlicher ist.

Retention vor der Einleitung

Die Notwendigkeit der Retention bei der indirekten Einleitung via öffentliche Regenabwasserleitung ist in Zusammenarbeit mit der GEP-Bearbeitung zu ermitteln. Bei nachgewiesenen Kapazitätsengpässen in der Regenabwasserkanalisation ist eine Planung von vorgeschalteten dezentralen Retentionsmassnahmen sinnvoll, respektive bildet die Voraussetzung, damit an die Regenabwasserkanalisation angeschlossen werden kann.

B 2.3 Ableitung in die öffentliche Mischabwasserkanalisation

Grundlage für vorliegendes Kapitel B 2.3 bildet die VSA RiLi [11], Kap. 6, S.44.

Allgemeines

Eine Ableitung in die Mischabwasserkanalisation ist nur dann zulässig, wenn die anderen Entsorgungsarten nicht möglich, unverhältnismässig oder unzweckmässig sind (vgl. Abbildung 2).

Beurteilung von Ableitungen in die öffentliche Mischabwasserkanalisation

Grundsätzlich zeigt der GEP auf, ob eine Einleitung von Strassenabwasser in die (kommunale) Mischabwasserkanalisation zulässig ist. Im GEP nicht vorgesehene Einleitungen von Strassenabwasser in die Mischabwasserkanalisation müssen im Einzelfall geprüft und durch die betroffenen Netzeigentümer und die kantonale Behörde genehmigt werden. Vorausgesetzt wird in jedem Fall der hydraulische Nachweis genügender Abflusskapazität des Kanalisationsnetzes sowie der Nachweis, wie sich das Entlastungsverhalten der nachgeschalteten Entlastungsbauwerke (Regenüberläufe, Regenüberlaufbecken) verändert. Bei Einleitung von hoch belastetem Strassenabwasser in die Mischabwasserkanalisation ist zusätzlich – in Konsultation mit der Dienststelle uwe und dem ARA-Betrieb – auch eine Vorbehandlung zu prüfen. Mit einer Langzeitsimulation sind die Auswirkungen auf die Entlastungsmengen und die Entlastungsfrachten im Gesamtsystem bei einem Anschluss der Strassenentwässerung an die Mischabwasserkanalisation nachzuweisen.

B 3 Dimensionierungsanforderungen Strassenabwasserbehandlung

B 3.1 Allgemeines

In vorliegender Planungshilfe wird nicht detailliert auf die Dimensionierung und Gestaltung von Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA) eingetreten. Für ausführungstechnische Details wird auf die Norm VSS 40 361 [6] und 40 364 [7] (Entwässerung über Schulter) verwiesen. Die nachfolgenden Ausführungen sollen Klarheit bezüglich dem Vorgehen und dem Umfang der Abklärungen schaffen.

B 3.2 Auswahl Anlagentypen Strassenabwasserbehandlung

In Tabelle 13 sind die bekannten Anlagentypen zur Behandlung von Strassenabwasser aufgeführt. Die Anlagen sind unterteilt nach der Behandlungskomponente, Standort (zentral/dezentral) und den Behandlungsverfahren.

Tabelle 13: Übersicht über die verschiedenen, bekannten Anlagentypen.

	Verfahren	Standort	Anlagentyp
Vorbe- handlung	Sedimentation	Zentral	Absetzbecken
			Lamellenfilter
			Retentionsbecken
Behandlung	Filtration	Dezentral	Entwässerung über Schulter (bew. Bodenfilter)
			Mulden-Rigolen (bewachsener Bodenfilter)
			Schlammsammler mit Filtertuch
		Zentral	Retentionsfilterbecken – bewachsener Bodenfilter – (mit Schilf bewachsener) Sandfilter – Kies-Splitt Filter
			Technische Filter
			Retentionsfilterbecken – Sand oder Kies-Splitt Filter + Adsorber
Adsorption (in Kombination mit Filtration)	Zentral	Retentionsfilterbecken – Sand oder Kies-Splitt Filter + Adsorber	
	Dezentral	Spezialschächte	

Bei einer SABA werden die beiden Komponenten Vorbehandlung und Behandlung unterschieden. Eine Vorbehandlung ist nicht zwingend notwendig. Der geforderte Wirkungsgrad kann aber in Abhängigkeit des gewählten Behandlungsverfahren eine Vorbehandlung erfordern. Eine Vorbehandlung kann zudem beitragen, die Lebensdauer der Behandlungseinheit zu verlängern. Es ist Aufgabe des projektierenden Ingenieurs eine sinnvolle Kombination der verschiedenen Anlagentypen und Komponenten vorzusehen, um die Funktion der Anlage und einen wirtschaftlichen Betrieb sicherzustellen.

Bei der Wahl des Anlagen-Typ verfolgt der Kanton Luzern nachfolgende Prioritäten:

Tabelle 14: Prioritäten bei der Wahl des Anlagentyps.

Priorität	Anlagen	Beispiele
1	Dezentrale Anlagen über bewachsenen Boden	Entwässerung über Schulter Mulden-Rigolen
2	Zentrale Retentionsfilterbecken mit (natürlichem) Filter	Retentionsfilterbecken mit Boden- filter oder Sandfilter + zusätzlich evtl. Adsorber
3	Zentrale technische Filter	Polstofffilter Mikrosieb
4	Dezentrale technische Behandlungsanlagen	Schlamm-sammler mit Filtertuch

Bei dezentralen Anlagen erfolgt die Behandlung des Strassenabwassers vor Ort, auf ein umfangreiches Transportsystem kann verzichtet werden.

Die Industrie bietet eine breite Palette von verschiedenen technischen Filtern an. Die Funktionen und die Wirkung des Produkts werden von den Lieferanten vorgegeben. Bei technischen Filtern sind die Nutzungs- und Wartungsbedingungen sorgfältig zu prüfen.

Dezentrale, technische Behandlungsanlagen sind nur zu projektieren, falls die Machbarkeit oder die Verhältnismässigkeit der Anlagentypen mit höherer Priorität nicht gegeben ist.

B 3.3 Anforderungen an Behandlungsanlagen

Grundlage für vorliegendes Kapitel B 3.3 bildet die VSA RiLi [11], Kap. 7.4, S.45 und die Norm VSS 40 361, § 22, S.13. Informationen zum massgebenden Zufluss zur Anlage (Dimensionierungsabfluss) sind im Kapitel B 3.6 aufgeführt.

Anforderungen an den Wirkungsgrad der SABA

Die Dimensionierung der Behandlungsanlage wird an die Anforderungen an den Gesamtwirkungsgrad bezüglich des Rückhalts der gesamten ungelösten Stoffe (GUS) geknüpft. Der Gesamtwirkungsgrad $\eta_{tot,GUS}$ setzt sich zusammen aus dem Wirkungsgrad der Behandlung $\eta_{Beh,GUS}$ und dem hydraulischen Wirkungsgrad η_{hydr} .

Gesamtwirkungsgrad = Wirkungsgrad Behandlung x hydr. Wirkungsgrad $\eta_{tot,GUS} = \eta_{Beh,GUS} \times \eta_{hydr}$

In Tabelle 15 sind die geforderten Wirkungsgrade pro Anforderungsstufe aufgeführt. Zusätzlich zum GUS-Wirkungsgrad sind die geforderten Wirkungsgrade der beiden Schwermetalle Kupfer Cu_{tot} und Zink Zn_{tot} aufgelistet. Diese sind bei der Dimensionierung oder einer Funktionsprüfung einer SABA zwingend mitzubedenken. Sowohl GUS als auch die Schwermetalle Kupfer und Zink können relativ einfach analysiert werden und eignen sich daher zur Beprobung und Überwachung der Funktion einer Anlage.

Der hydraulische Wirkungsgrad, der Anteil des behandelten Strassenabwassers, soll unabhängig der Anforderungsstufe grösser gleich 90 % sein.

Tabelle 15: Geforderte Wirkungsgrad für die verschiedenen Anforderungsstufen.

Anforderungs- stufe	Geforderte Wirkungsgrade			
	Gesamtwirkungs- grad $\eta_{tot,GUS}$	Hydraulisch η_{hydr}	GUS $\eta_{Beh,GUS}$	Schwermetalle $\eta_{Beh,Cu,Zn}$
Erhöht	≥ 80 %	≥ 90 %	≥ 90 %	≥ 90 %
Standard	≥ 70 %	≥ 90 %	≥ 80 %	≥ 70 %
Erleichtert	≥ 60 %	≥ 90 %	≥ 70 %	-

© VSA. Die Tabelle/Grafik wurde uns mit freundlicher Genehmigung des VSA zur Verfügung gestellt.

Ist die gemessene Konzentration im Ablauf der Anlage $GUS_{Ablauf} < 20 \text{ mg/l}$, so gilt die Gewässerschutzverordnung (< 20 mg/l Anforderung für Kläranlagen < 10'000 EW) und die Anforderungen hinsichtlich der GUS-Elimination als erfüllt. Bei Konzentrationen $GUS_{Ablauf} > 20 \text{ mg/l}$ muss der geforderte Wirkungsgrad der Behandlung $\eta_{tot,GUS}$ gemäss Tabelle 15 eingehalten werden.

Nachweis der Schmutzstoff-Elimination in der Projektierung

Der Wirkungsgrad hinsichtlich GUS-Elimination oder Schwermetallrückhalt wird vor allem durch den Anlagentyp bzw. durch die technische Ausgestaltung bestimmt. Es ist nicht möglich, im Rahmen der Planung einen Wirkungsgrad bezüglich GUS oder Schwermetallrückhalt zu modellieren.

Nachweis bei SABA mit Flächenfilter: Schichtaufbau nach einem bewährten Muster (Stand der Technik, z.B. Schweizer Norm VSS 40 361 [6])

Nachweis bei technischen SABA: Herstellerdokumentation mit Leistungsnachweis z.B. Typenprüfung

Im Strassenabwasser liegt ein Teil der Schwermetalle gelöst vor. Wird eine technische SABA eingesetzt, kann die Einhaltung des Wirkungsgrad für Schwermetalle problematisch sein. Gemäss Dokument «Strassenabwasserbehandlungsverfahren: Stand der Technik [17]», können ausschliesslich Systeme mit Bodenfiltern, Splitt-Kiesfiltern oder Schwermetall-Adsorbieren einen Wirkungsgrad für Schwermetalle von über 70% erreichen.

Ist eine Behandlungsanlage mit Anforderungsstufe «Standard» oder «Erhöht» erforderlich, so ist wenn immer möglich, eine SABA mit Bodenfilter/bewachsener Sandfilter zu planen. Ist eine solche aus Platzgründen nicht möglich, so ist mit der Dienststelle uwe Rücksprache zu nehmen.

Für eine Behandlungsanlage mit Anforderungsstufe «Erleichtert» ist kein Wirkungsgrad für Schwermetalle definiert. Diese Anforderungsstufe (GUS Wirkungsgrad) können technische SABA wie Polstoff-Filter einhalten.

Nachweis hydraulischer Wirkungsgrad in der Projektierung

Der Projektverfasser muss mit Hilfe einer Langzeitsimulation den Nachweis erbringen, dass der hydraulische Wirkungsgrad grösser gleich 90 % beträgt. D.h. mindestens 90 % des anfallenden Strassenabwassers muss behandelt werden. Das Entwässerungssystem ist mit einem hydrologischen Modell vollständig abzubilden. Sämtliche an die SABA angeschlossenen Einzugsgebietsflächen (Strassenfläche plus allfällige «Fremdgebiete») sowie alle Einleitungen/Entlastungen in das Gewässer müssen im Modell berücksichtigt werden. Die hydraulische Kapazität der Behandlungsanlage richtet sich nach den Angaben in VSS 40 361 [6] (Retentionsfilterbecken) oder nach den Angaben der Hersteller (technische Filter).

Die Dienststelle uwe stellt Regenserien der entsprechenden Regionen für eine Langzeitsimulation zur Verfügung.

Anforderungen an eine Vorbehandlung

Die Auslegung für eine Vorbehandlungsanlage (Sedimentation) erfolgt auf eine maximal zulässige Oberflächenbeschickung v_O kleiner gleich **5 m/h**.

Oberflächenbeschickung $v_O \leq 5 \text{ m/h}$

Überwachung der Anlage

Bei der Projektierung einer neuen Anlage muss die zukünftige Überwachung der Funktion und der Leistung der Behandlungsanlage berücksichtigt werden. Die Dienststelle uwe definiert im Mitwirkungsbericht Bauprojekt das Prüfverfahren, so dass ab Ausführungsprojekt die dazu notwendigen baulichen Vorkehrungen im Projekt berücksichtigt werden.

Zur Überwachung der Funktionstüchtigkeit einer SABA eignet sich die Auswertung von Messdaten. Nachfolgende Messdaten sind einfach zu erheben und können zur Betriebsüberwachung genutzt werden.

Tabelle 16: Betriebsdaten zur Überwachung der SABA.

Messung	Anlagenteil	Ziel
Niveaumessung	Retentionsfilterbecken	Überwachung hydr. Filterleistung
	Technische Filter	
	Pumpwerke	Funktionstüchtigkeit
	Entlastungsbauwerke	Hydraulischer Wirkungsgrad
Überfalldetektion	Entlastungsbauwerke	Grobbeurteilung hydraulischer Wirkungsgrad
Trübungsmessung	Ablauf der Vorbehandlung- / Behandlungsanlage	Grobbeurteilung GUS-Elimination

B 3.4 Anforderungen an Retentionsanlagen

Erforderliches Retentionsvolumen einer reinen Retentionsanlage

Ist aufgrund des Einleitverhältnisses gemäss Tabelle 11 eine Retention erforderlich (gewässerspezifische Einleitverhältnis $V_G \leq 0.1$), aber bezüglich der stofflichen Belastung gemäss Tabelle 12 vor der Einleitung keine Behandlungsanlage notwendig, so ist für die Dimensionierung des notwendigen Retentionsvolumen folgendes Vorgehen durchzuführen:

- Die maximal zulässige Einleitmenge $Q_{E, \max}$ wird ermittelt, so dass $V_G > 0.1$.

$$Q_{E, \max} = Q_{347} \times f_S \times f_G \times 10$$
- Für kleinere Einzugsgebiete (massgebende Fließzeit < 60 min) kann das erforderliche Retentionsvolumen anhand der Bemessungsdiagramme in der VSA Richtlinie, Modul DA [12], berechnet werden.

**Die Dienststelle uwe stellt für kleinere Einzugsgebiete einen Retentionsvolumenberechner (Excel) zur Verfügung. Dieser kann zur Abschätzung des erforderlichen Retentionsvolumens eingesetzt werden.
 (www.uwe.lu.ch/ ► Themen ► Abwasser ► Siedlungsentwässerung ► Hilfsmittel)**

Falls es Zweifel an der Dimensionierung des erforderlichen Retentionsvolumens gibt oder der Retentionsvolumenberechner (Excel-Tool) nicht anwendbar ist, ist das Entwässerungssystem mit einem hydrologischen Modell abzubilden und eine Langzeitsimulation durchzuführen. Die Retentionsmassnahmen sind genügend, wenn die Resultate der Langzeitsimulation (Durchschnittswerte) bezüglich Anzahl Entlastungen, Entlastungsdauer, und Entlastungsmenge des Notüberlauf der Retentionsanlage zeigen, dass die Richtwerte entsprechend Tabelle 17 eingehalten sind. Die Einteilung in die Gewässertypen erfolgt gemäss Tabelle 10.

Tabelle 17: Richtwerte zur Prüfung der Retentionsmassnahmen. Die Parameter Entlastungsdauer und -anzahl müssen pro Bauwerk erfüllt werden. Bei der Entlastungsmenge ist die Summe aller Bauwerke in einem funktionalen Strassenabschnitt massgebend.

Gewässer	Entlastungsdauer [h/a]	Entlastungsmenge [m ³ / ha _{red} /a]	Anzahl Entlastungen [# /a]
Quellgewässer	< 1	< 200	< 5
Kleiner Mittellandbach	< 4	< 500	< 15
Kleiner Voralpenbach	< 4	< 500	< 15
Grosser Mittellandbach	< 5	< 700	< 20
Grosser Voralpenbach	< 5	< 700	< 20
Grössere Fliessgewässer	< 9	< 800	< 30
Grosses Fliessgewässer	< 12	< 1000	< 35

Als weitere Möglichkeit zur Überprüfung des erforderlichen Retentionsvolumen wird auf die VSA-RiLi, Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter Modul S, Kap. 3.2 [13] verwiesen.

Erforderliches Retentionsvolumen in Kombination mit einer SABA

Ist gemäss Tabelle 11 eine Retention erforderlich ($VG \leq 0.1$) und zugleich eine Behandlung des Strassenabwassers notwendig, so ist folgendes Vorgehen für die Berechnung des notwendigen Retentionsvolumens vorzusehen:

- Mittels Langzeitsimulation wird der Nachweis für den hydraulischen Wirkungsgrad grösser gleich 90 % erbracht.
- Die Resultate der Langzeitsimulation bezüglich der Entlastungen aller Entlastungsbauwerke/Notüberläufe einer Strassenentwässerung werden mit den Richtwerten gemäss Tabelle 17 verglichen.
- Für die Parameter Entlastungsdauer, -Anzahl sind die Resultate pro Bauwerke, bei der Entlastungsmenge die Summe aller Bauwerke in einem funktionalen Strassenabschnitt massgebend.
- Werden die Richtwerte überschritten, so ist nach Rücksprache mit der Dienststelle uwe der Nutzen von weiteren Retentionsmassnahmen zu prüfen.

B 3.5 Störfall

Die Durchgangsstrassen des Kantons Luzern fallen unter die Störfallverordnung [5]. Die Abklärungen zur Störfallrelevanz erfolgen nach dem Dokument «Störfallrisiken auf Durchgangsstrassen; Bericht zur Screening Methodik» [22]. Dieses Dokument beschreibt Ausschlusskriterien, anhand derer eine Triage der Strassenabschnitte betreffend Umwelt- risiken möglich ist. Sind die Ausschlusskriterien nicht erfüllt, ist ein Kurzbericht zu erstellen.

Durch die Dienststelle vif wurde im Programm LOGO ein Modul «Störfall» integriert, welches die Vorgaben der oben genannten Dokumentation für den jeweiligen Strassenabschnitt abhandelt. Darin können sowohl die Ausschlusskriterien beurteilt werden, sowie auch Kurzberichte generiert werden.

Dem Modul ist als Eingangsgrösse der DTV des IST-Zustandes hinterlegt. Für eine Bewertung der Ausschlusskriterien im Prognosezustand ist das Verfahren manuell durchzuführen.

Vorgehen

Die Vorgehensweise für Abklärungen der Störfallvorsorge ist in nachfolgender Abbildung 3 dargestellt.

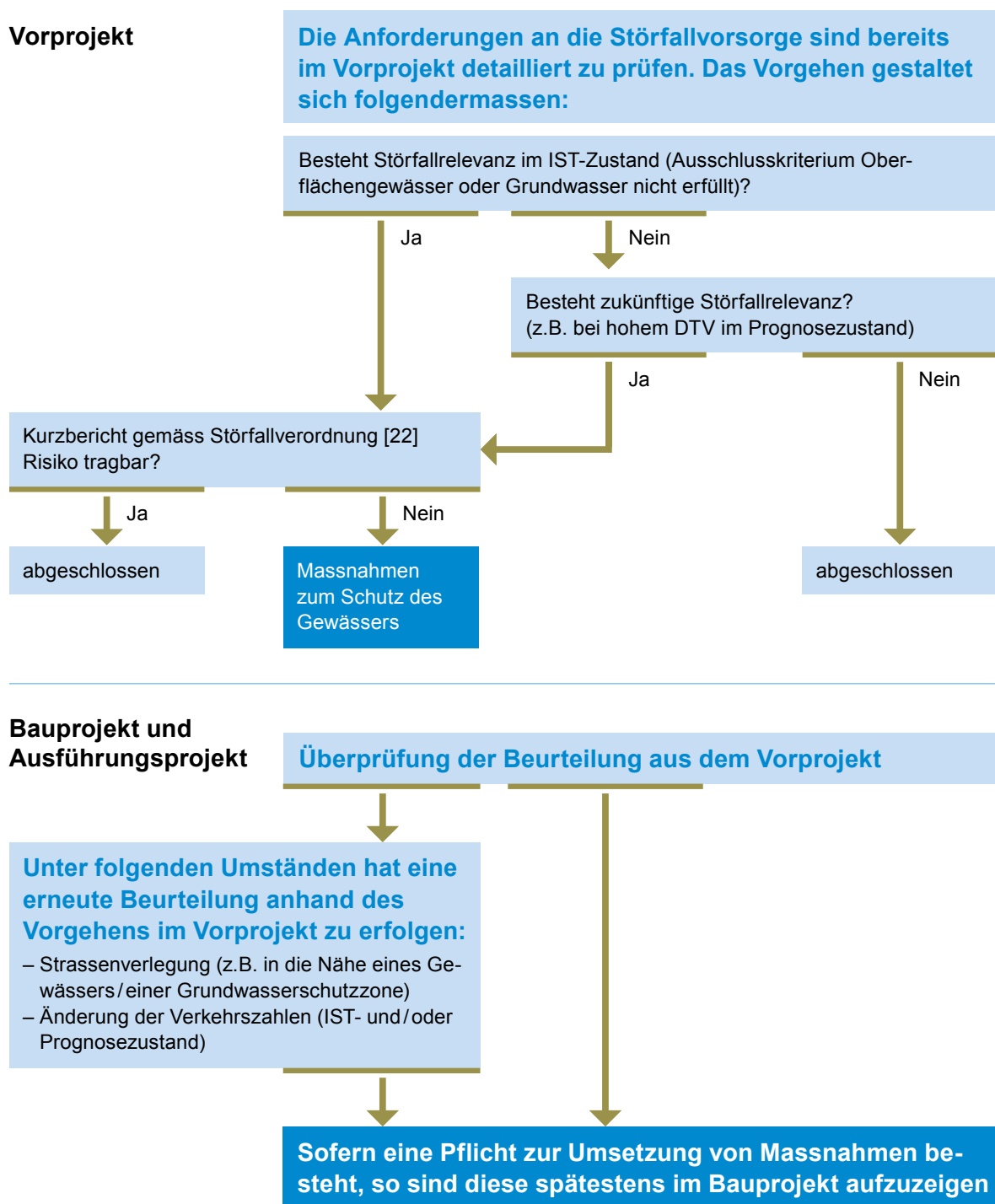


Abbildung 3: Vorgehensweise für die Abklärungen betreffend der Störfallvorsorge.

Dimensionierung des Rückhaltevolumen für den Störfall

Als minimales Rückhaltevolumen V_{\min} für den Störfall gelten 30 m^3 [15]. Das erforderliche Volumen ist so zu bestimmen, dass das Risiko tragbar ist. Eine enge Koordination zwischen dem Entwässerungskonzept und der Störfallvorsorge ist notwendig.

B 3.6 Hydraulische Auslegung

Randbedingungen und Zielgrössen

Die hydraulische Auslegung (Dimensionierungsabfluss = Abflussspitze) erfolgt sowohl für das Leitungsnetz als auch die Behandlungs- oder Retentionsanlagen für die gleichen Randbedingungen. Grundlage bilden die Normen des VSS (VSS 40 353 [9], VSS 40 350 [10]).

Tabelle 18: Dimensionierungsgrundlagen für die hydraulische Dimensionierung.

Randbedingung	Vorgabe
Wiederkehrperiode Niederschlag	$z \geq 1$ a
Abflusskoeffizient Strassenflächen	$\Psi = 0.9$
Regenereignis	uwe od. VSS 40 350 [10]
Massgebende Regendauer (nur Normalabflussberechnung)	> 15min (gem. VSS 40 353 [9])

Der hydraulische Nachweis muss zeigen, dass die Zielgrössen gemäss nachfolgender Tabelle erfüllt sind:

Tabelle 19: Zielgrössen der hydraulischen Auslegung der Strassenentwässerung.

Komponente	Zielgrösse
Transportsystem	Freispiegelabfluss
Behandlungs-/Retentionsanlagen	Sicherstellung der hydraulischen Vorgaben / Strömungsbedingungen (bei $\eta_{hydr.} \geq 90 \%$)

Abgrenzung hydraulischer Wirkungsgrad

Die beschriebene hydraulische Auslegung der Strassenentwässerung ist nicht mit dem hydraulischen Wirkungsgrad einer Behandlungsanlage zu verwechseln. Die hydraulische Auslegung ist eine Betrachtung der Abflussspitze, der hydraulische Wirkungsgrad dagegen eine Volumenbetrachtung. Die Vorgabe hydraulischer Wirkungsgrad $\geq 90 \%$ ermöglicht aber, dass die Abflussspitzen nicht über die Behandlungsanlage geleitet werden müssen. Dies wird beispielsweise mit einer Vorentlastung vor der Behandlungsanlage erzielt. In der Folge können die Behandlungsanlagen entsprechend kleiner dimensioniert werden. D.h. die zu behandelnde Spitzenabfluss auf der Behandlungsanlage kann kleiner $z=1$ sein.

Berechnungshilfsmittel

Transportsystem / Leitungsnetz:

In einfachen Systemen genügt die Berechnung der Abflusskapazität über eine Normalabflussberechnung. Hydrodynamische Berechnungen sind sinnvoll bei Entwässerungssystemen mit wenig Gefälle, nicht linearen Leitungssystemen oder mit Aussenbauwerken mit limitierter Weiterleitmengen (Regenüberläufe, Pumpwerke). Dazu müssen die Transportleitungen der Strassenentwässerung im Model detailliert abgebildet werden und die Strasseneinzugsgebiete in hoher Auflösung erfasst werden.

Behandlungs- und Retentionsanlagen:

Für Bauwerke, bei welchen die Funktion von den Strömungsverhältnissen und der Rückstausituation abhängig ist, empfiehlt sich die Überprüfung der hydraulischen Auslegung mit einer ARA-Hydraulik Software.

Langzeitsimulation (hydraulischer Wirkungsgrad)

Vollständige Abbildung der an die SABA angeschlossenen Einzugsgebietsflächen (Strassenfläche plus allfällige «Fremdgebiete») und sämtlicher Bauwerke mit Einleitung/Entlastung in ein Gewässer in einem hydrologischen Modell. Verwendung einer historischen Regenserie von 10 bis 25 Datenjahren.

B 3.7 Fremdwasser

Hintergrund

Fremdwasser, d.h. bei einer SABA stetig anfallendes Reinabwasser (bspw. Sickerwasser) oder nicht verschmutztes Regenabwasser ist aus folgenden Gründen unerwünscht:

- Die damit verbundene Verdünnung des Strassenabwassers führt zu einer Verschlechterung des Wirkungsgrads der Behandlung und höheren Schadstofffrachten in den Entlastungen.
- Fremdwasser führt bei einem technischen Filter oder falls das Strassenabwasser gepumpt werden muss zu höheren Betriebskosten.
- Fremdwasser erhöht die Gefahr von Filterkolmationen, da der Filter aufgrund des Fremdwasseranfalls nicht oft genug trockenfällt und verstärkte Algenbildung auftritt.

Die Kosten für Massnahmen zur Fremdwasserabtrennung sind in der Projektierung einer Behandlungsanlage frühzeitig (Vorprojekt) zu erheben. Die Kosten für die Fremdwasserelimination können die Wahl des Behandlungsverfahren (Prüfung der Verhältnismässigkeit) stark beeinflussen.

Massnahmenkatalog Fremdwasser

Auf Stufe Vorprojekt sind hinsichtlich der Fremdwasserproblematik folgende Abklärungen zu erledigen:

Tabelle 20: Zielgrössen der hydraulischen Auslegung der Strassenentwässerung.

Ausgangslage	Massnahmen
Entwässerungsnetz wird neu erstellt.	Saubere Trennung von Strassenabwasser und nicht verschmutztem Regenabwasser: <ul style="list-style-type: none">– Separate Ableitung von Drainageleitungen– Getrennte Ableitung von Niederschlagsabwasser von Liegenschaften oder niedrig belasteten Strassen– Getrennte Ableitung von Bächen und Oberflächenabfluss aus angrenzenden Gebieten
Behandlungsanlage wird an eine bestehende Strassenentwässerung angeschlossen.	Beurteilung Ist-Zustand: <ul style="list-style-type: none">– Messkampagne– Auswertung Kanal-TV Aufnahmen Falls Fremdwasser zufließt: <ul style="list-style-type: none">– Massnahmen zur Entkoppelung von Fremdwasserquellen– Fremdwasserweiche im Zulauf der Behandlungsanlage

B 4 Prüfung Verhältnismässigkeit Behandlungsverfahren

Grundlage für vorliegendes Kapitel B 4 bildet die ASTRA RiLi [14] Kap. 5, S. 39 - 42 und die ASTRA Dokumentation zur Verhältnismässigkeitsprüfung [18].

B 4.1 Einleitung

Das Prinzip der Verhältnismässigkeit verlangt, dass zwischen dem angestrebten Ziel und der erforderlichen Massnahme ein vernünftiges Verhältnis bestehen muss. Es ist zu prüfen, welches Verfahren unter den gegebenen Umständen das beste Aufwand-Nutzen Verhältnis erreicht. Das nachfolgende Prüfverfahren basiert auf dem Instrument zur Verhältnismässigkeitsprüfung, welches vom ASTRA im Rahmen der Richtlinie Strassenabwasserbehandlungsverfahren an Nationalstrassen [14] vorgeschlagen wurde.

Das Instrument zur Verhältnismässigkeitsprüfung kann nur zur Beurteilung eines Behandlungsverfahrens angewendet werden. Für die Beurteilung der Verhältnismässigkeit einer reinen Retentionsanlage ist das beschriebene Verfahren ungeeignet und es steht auch kein alternatives Verfahren für eine Verhältnismässigkeitsprüfung von Retentionsanlagen zur Verfügung.

B 4.2 Vorgehen

Der Nutzen und der Aufwand werden über verschiedene Indikatoren erfasst. Unter Aufwand sind insbesondere die Kosten zu verstehen, aber auch alle Umweltbelastungen, die der Bau und Betrieb der Anlagen verursacht.

**Die Dienststelle uwe stellt ein Excel-Tool zur Verfügung, um die Verhältnismässigkeitsprüfung einer Behandlungsanlage durchzuführen. Im Excel-Tool ist das Punktbewertungssystem vordefiniert und führt den Anwender durch die Verhältnismässigkeitsprüfung.
(www.uwe.lu.ch/ ► Themen ► Abwasser ► Siedlungsentwässerung ► Hilfsmittel)**

Die Indikatoren, die den Nutzen und Aufwand der Strassenabwasserbehandlung beschreiben, werden in Kapitel B 4.3 und B 4.4 vorgestellt. Der Abschnitt B 4.5 geht auf die Möglichkeiten zur Quantifizierung und somit zum Vergleich von Aufwand und Nutzen ein. In Abschnitt B 4.6 werden schliesslich die möglichen Folgerungen dargelegt, wenn die Verhältnismässigkeit kaum oder nicht gegeben ist.

B 4.3 Nutzenindikatoren

Emissionsbezogene Indikatoren

Folgende Indikatoren weisen auf grosse Schadstofffrachten im Strassenabwasser hin und somit auch auf einen hohen erzielbaren Nutzen für die Umwelt, wenn das Strassenabwasser behandelt wird:

- A Hohes Verkehrsaufkommen:** Wirkt sich auf die Emission der Schadstoffe und auf die Belastung des Strassenabwassers aus. Das Verkehrsaufkommen wird über den DTV erfasst.
- B Emissionsintensive Verkehrssituationen:** Abbremsen/Beschleunigungen bei Kreuzungen, Einmündungen; häufiger Stau; Steigungen; hoher Anteil Schwerverkehr.
- C Lärmschutzwände:** Durch Lärmschutzwände und auf Strecken in Einschnitten, gibt es weniger Verwehungen, wodurch eine höhere GUS/Schadstoff-Fracht im Strassenabwasser resultiert.

D Gesamtwirkungsgrad η_{tot} der Behandlungsanlage. Dieser entspricht dem Produkt aus dem hydraulischen Wirkungsgrad η_{hydr} und dem Wirkungsgrad der Behandlung η_{Behand} . Folgende Punkte sind zu beachten:

- Wirkungsgrad der Behandlung: Ergibt sich aus der Anforderungsstufe an die Behandlung bezüglich GUS gemäss Tabelle 15.
- Hydraulischer Wirkungsgrad: Hier ist das Resultat der Langzeitsimulation mit der Regenreihe der Dienststelle uwe zu verwenden. Gemäss den Anforderungen soll der hydraulische Wirkungsgrad immer grösser 90% sein.
- Ist mit Fremdwasser in der Strassenentwässerung zu rechnen, ist die dadurch verursachte Verdünnung des Strassenabwassers im Gesamtwirkungsgrad zu berücksichtigen.

Immissionsbezogene Indikatoren

Der Nutzen einer Strassenabwasserbehandlungsanlage steigt mit dem Wert des Gewässers, der Empfindlichkeit der Einleitung in ein Gewässer bzw. ins Grundwasser. Zur Beurteilung sind folgende Kriterien anwendbar:

- E Gewässerschutzbereich:** Falls die Einleitung im Gewässerschutzbereich A_U oder A_O erfolgt, erzielt die Behandlung einen höheren Nutzen.
- F Ökomorphologie:** Beurteilung der Ökomorphologie nach Modul Stufe F (BUWAL/BAFU): Im Kanton Luzern ist für ca. 1/3 der Gewässer die Ökomorphologie bewertet worden, die Resultate dazu sind online verfügbar. Falls keine Bewertung vorliegt, so ist in Begleitung der Dienststelle uwe eine Gewässerbegehung durchzuführen.

Tabelle 21: Einteilung der Gewässer gemäss Modul Stufe F (BUWAL/BAFU).

Klasse	BUWAL/BAFU	Punkte
I	Natürlich / naturnah	2
II	Wenig beeinträchtigt	1
III	Stark beeinträchtigt	0
IV	Naturfremd künstlich	0
V	eingedolt	0

- G Einleitverhältnis V:** Das Einleitverhältnis ist ein Indikator für Erosion, hydraulischen Stress sowie für die Verdünnung und resultierende Konzentration der Schadstoffe im Gewässer. Bei einem kleinen Einleitverhältnis V ($V=Q_{347}/Q_E$) erzielt die Behandlung einen grösseren Nutzen.
- H Gewässerbelastung:** Schädigung des Gewässers wie Kolmatierung oder Verschlamung, welche dank der Behandlung vermieden werden können. Eine Beurteilung kann nur mit einer Gewässerbegehung erfolgen. Das Verfahren wird durch die Dienststelle uwe begleitet.
- I Versickerung ins Grundwasser:** Die Versickerung ins Grundwasser entspricht in der Regel dem natürlichen Wasserkreislauf. Als Versickerung gilt, wenn eine direkte Verbindung zum Grundwasserspeicher besteht. Eine Behandlungsanlage mit Bodenfilter und anschliessender Einleitung in ein oberirdisches Gewässer ist keine Versickerung.

B 4.4 Aufwandindikatoren (Kosten)

Kosten aus Projekt

J Jahreskosten

- a. **Baukosten:** Kosten, die durch die Behandlung des Strassenabwassers verursacht werden. Kosten für Retentionsmassnahmen, welche aufgrund der Einleitung in ein oberirdisches Gewässer gemäss Kapitel B 2.2 zusätzlich notwendig werden, sind separat auszuweisen und in der Verhältnismässigkeitsprüfung nicht zu berücksichtigen.
- b. **Abschreibungen:** Bauliche Anlagen sind über 50 Jahre, Installationen, elektrische Ausrüstung und Steuerung über 15 Jahre abzuschreiben. Die Investitionskosten realisierter SABA liegen im Mittel in der Grössenordnung von 1 Mio. CHF/km bzw. CHF 500'000.- pro Hektare Strassenfläche (Stand 2018). Je nach Anteil der Baumeisterarbeiten entspricht das einer jährlichen Abschreibung von CHF 10'000.- bis 25'000.-.
- c. **Unterhaltskosten:** Die Berücksichtigung der Unterhaltskosten ist mit dem vif zu bereinigen. Bei den Betriebs- und Unterhaltskosten sind insbesondere auch die Kosten für die Schlamm- und Filter-Entsorgung zu berücksichtigen.

Negative Umweltauswirkungen

Bau und Betrieb von Strassenabwasserbehandlungsanlagen können einen erheblichen Bedarf an natürlichen Ressourcen erfordern und relevante Umweltbelastungen verursachen:

- K Pumpen:** Falls für die Behandlung des Strassenabwassers Pumpen erforderlich sind, ist der damit verbundene Energiebedarf für den Betrieb der SABA zu berücksichtigen.
- L Landbedarf:** Die Beanspruchung besonders schützenswerter Flächen wie Wald, Fruchtfolgeflächen oder Flächen mit Naturwerten, sowie Standorte in Landschaftsschutzgebieten sind zu berücksichtigen. Der Wert wird automatisch aus L1 und L2 berechnet:
 - L1 Landflächenverbrauch** für die Behandlungsanlage in m²
 - L2 Flächentyp.** Bedeutung des beanspruchten Landes (Wald, Fruchtfolgeflächen, usw.)
- M Anschluss MW-Kanalisation.** Beim Anschluss des behandelten Strassenabwassers an die Mischwasserkanalisation sind die Auswirkungen auf das kommunale Mischsystem zu berücksichtigen.
 - M1** Je grösser der Anteil an Regenabwasser, welcher im Mischsystem entlastet wird, umso stärker wird dieser Effekt durch die zusätzliche Strassenabwassereinleitung weiter verstärkt.
 - M2** Grösse ARA: Je kleiner die ARA, umso bedeutender ist der Verdünnungseffekt durch den Anschluss an die ARA und die damit verminderte Reinigungsleistung der ARA.

B 4.5 Punktbewertung

Da die genannten Aufwand- und Nutzenindikatoren in völlig unterschiedlichen Grössen erfasst werden, werden sie über ein Punktesystem auf einen gemeinsamen Nenner gebracht. Dazu steht ein Excel-Tool der Dienststelle uwe zur Verfügung. Im Excel-Tool ist die Auswahl der Punktevergabe vordefiniert und wird gegebenenfalls automatisch berechnet.

B 4.6 Beurteilung der Verhältnismässigkeit

Die Beurteilung der Verhältnismässigkeit ist auf Stufe Vorprojekt durchzuführen, sobald eine Kostenschätzung (+/- 20%) vorliegt. In nachfolgenden Projektphasen ist die Verhältnismässigkeit nur bei Projektänderungen zu wiederholen. Auf Basis der Punktbewertung wird der Quotient Nutzen/Aufwand berechnet, dieser Quotient erlaubt eine Aussage zur Verhältnismässigkeit. Die Beurteilung der Verhältnismässigkeit erfolgt nach den Kriterien in Tabelle 22.

Tabelle 22: Beurteilung der Verhältnismässigkeit.

Nutzen / Aufwand Quotient Q	Beurteilung Verhältnismässigkeit	Weiteres Vorgehen
$Q > 1.0$	Verhältnismässigkeit ist gegeben.	Projekt weiterverfolgen.
$0.7 < Q < 1.0$	Keine Aussage	Bewertung analysieren. Unsicherheiten / Ungenauigkeiten ausweisen. Ziel: Fundiertes Urteil.
$Q < 0.7$	Nicht verhältnismässig.	Projektoptimierungen und alternative Massnahmen (Gewässeraufwertungen) sind zu prüfen. Die Optimierungsmöglichkeiten sind zwingend mit der Dienststelle uwe abzustimmen. Ist die Verhältnismässigkeit auch nach einer Projekt-optimierung nicht gegeben, kann ein Verzicht auf eine Behandlungsanlage in Betracht gezogen werden

C Anhang

Abkürzungen/Begriffe

ASTRA	Bundesamt für Strassen
A_E	Entwässertes Einzugsgebiet (m^2)
A_U	Gewässerschutzbereich
BP	Belastungspunkte Strassenabwasser
DTV	Durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen
FFF	Fruchtfolgeflächen
f_S	Korrektur für die Sohlenbeschaffenheit
f_G	Korrektur für den Gewässertypus
GEP	Generelle Entwässerungsplanung (kommunaler/regionaler Ebene)
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GSchV	Gewässerschutzverordnung
RiLi	Richtlinie
Q	Quotient Nutzen-Aufwand der Verhältnismässigkeitsprüfung
Q_{347}	Niedrigwasserabflussmenge für Fließgewässer (l/s). Abflussmenge, die gemittelt über zehn Jahre durchschnittlich während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird und die durch Stauung, Entnahme oder Zuleitung von Wasser nicht wesentlich beeinflusst wird.
Q_E	Eingeleitete Strassenabwasser (l/s) eines funktionalen Strassenabschnitts.
$Q_{E \max}$	Maximal zulässige Einleitmenge (l/s) aus der Strassenentwässerung eines funktionalen Strassenabschnitts.
REP	Regionale Entwässerungsplanung
S1, S2, S3, S_h , S_m	Grundwasserschutzzonen
SABA	Strassabwasserbehandlungsanlage inklusive Bauwerke der Vorbehandlung und Begrenzung der hydraulischen Belastung
uwe	Dienststelle für Umwelt und Energie des Kantons Luzern
vif	Dienststelle für Verkehr und Infrastruktur des Kantons Luzern
V	Einleitverhältnis hydraulisch, Niedrigwasserabfluss Gewässer im Verhältnis zur eingeleiteten Strassenabwasser
V_G	Gewässerspezifisches Einleitverhältnis zur Beurteilung der hydraulischen Belastung
V_S	Gewässerspezifisches Einleitverhältnis zur Beurteilung der stofflichen Belastung
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen und Verkehrsfachleute
GUS	Gesamte ungelöste Stoffe
Cu_{tot}	Kupfer (in gelöster und gebundener Form)
Zn_{tot}	Zink (in gelöster und gebundener Form)
z	Jährlichkeit (Wiederkehrintervall) eines Niederschlagsereignis
$\eta_{tot,GUS}$	Gesamtwirkungsgrad der SABA bezüglich der GUS-Elimination
$\eta_{hydr.}$	Hydraulischer Wirkungsgrad der Strassenentwässerung
$\eta_{Beh.GUS}$	Wirkungsgrad der Behandlungsanlage

C 2 Literaturverzeichnis

Bundesgesetze

- [1] Schweizerische Eidgenossenschaft (1991), «Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG)», SR 814.20, www.admin.ch

Verordnungen

- [2] Schweizerische Eidgenossenschaft (1998), «Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo)», SR814.12, www.admin.ch
- [3] Schweizerische Eidgenossenschaft (1998), «Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV)», SR814.201, www.admin.ch
- [4] Schweizerische Eidgenossenschaft (1998), «Verordnung vom 26. August 1998 über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung AltIV)», SR814.680, www.admin.ch
- [5] Schweizerische Eidgenossenschaft (1991), «Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StfV) vom 27. Februar 1991, SR814.012, www.admin.ch/

Normen

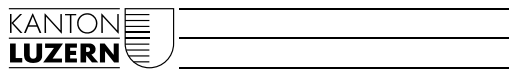
- [6] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2017/2019), «Strassenentwässerung, Behandlungsanlagen», VSS 40 361, www.vss.ch
- [7] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2010/2019), «Strassenentwässerung, Entwässerung über das Bankett», VSS 40 354, www.vss.ch
- [8] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2010/2019), «Strassenentwässerung, Sicherheitsmassnahmen zum Schutz der Gewässer vor wassergefährdenden Stoffen», VSS 40 364, www.vss.ch
- [9] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2018/2019), «Strassenentwässerung, Grundlagen zur Bestimmung des Abfluss», VSS 40 353, www.vss.ch
- [10] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2001/2019), «Strassenentwässerung, Oberflächenentwässerung von Strassen, Regenintensitäten», VSS 40 350, www.vss.ch

Richtlinien

- [11] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA (2019), «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter, Basismodul», Richtlinie, www.vsa.ch
- [12] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA (2019), «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter, Modul DA Dimensionierung und Gestaltung, Teil A: Umgang mit Niederschlagwasser», Richtlinie, www.vsa.ch
- [13] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA (2019), «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter, Modul S, Massnahmenprüfung nach STORM», Richtlinie, www.vsa.ch
- [14] Bundesamt für Strassen ASTRA (2013), «Strassenabwasserbehandlungsverfahren an Nationalstrassen», Richtlinie ASTRA 18005, V1.30, www.admin.ch/astra
- [15] Bundesamt für Strassen ASTRA (2008), «Sicherheitsmassnahmen gemäss Störfallverordnung bei Nationalstrassen», Richtlinie ASTRA 19001, V2.00, www.admin.ch/astra
- [16] Bundesamt für Umwelt BAFU / Bundesamt für Verkehr BAV (2018), «Entwässerung von Eisenbahnanlagen», Richtlinie, www.bafu.admin.ch

Dokumentationen

- [17] Bundesamt für Strassen ASTRA (2010), «Strassenabwasserbehandlungsverfahren: Stand der Technik», Dokumentation ASTRA 88002, V1.00, www.admin.ch/astra
- [18] Bundesamt für Strassen ASTRA (2013), «Methodik zur Prüfung der Verhältnismässigkeit von Strassenabwasserbehandlungsanlagen», Dokumentation ASTRA 88003, V1.01, www.admin.ch/astra
- [19] Bundesamt für Strassen ASTRA (2015), «Versickerungspotential für das Strassenabwasser entlang der Böschungen der Nationalstrassen», Dokumentation ASTRA 88011, V1.20, www.admin.ch/astra
- [20] Bundesamt für Strassen ASTRA (2018), «Fachhandbuch Trasse / Umwelt», Fachhandbuch ASTRA 21001, www.admin.ch/astra
- [21] Bundesamt für Umwelt BAFU (2018), «Durchgangsstrassen. Ein Modul des Handbuchs zur Störfallverordnung (StFV)», Umwelt-Vollzug Nr. 1807, www.bafu.admin.ch
- [22] Bundesamt für Umwelt BAFU , Bundesamt für Strassen ASTRA (2011), «Störfallrisiken auf Durchgangsstrassen». EDV-Applikation «Screening Durchgangsstrassen» V 1.0, www.bafu.admin.ch



Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement (BUWD)
Bahnhofstrasse 15
6002 Luzern

Tel. 041 228 51 55
buwd@lu.ch