



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Direction du développement territorial, des
infrastructures, de la mobilité
et de l'environnement DIME
Direktion für Raumentwicklung, Infrastruktur,
Mobilität und Umwelt RIMU

Rue des Chanoines 17, 1701 Fribourg

T +41 26 305 36 04
www.fr.ch/rimu

—
302D, 10.12.2024

Freiburg, 10.12.2024

Technische Richtlinie zur Strassenentwässerung

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	3
2.	Rechtliche und technische Grundlagen	3
3.	Belastung des Strassenabwassers mit Schadstoffen	4
4.	Zustandsanalyse nach Strasseneinzugsgebieten	4
5.	Anforderungen an die Behandlung gemäss VSA-Richtlinie	5
5.1.	Belastungsklasse.....	5
5.2.	Zulässigkeit der Versickerung.....	5
5.3.	Zulässigkeit der Einleitung in ein oberirdisches Gewässer.....	6
5.4.	Gesetzliche Grenzwerte für Schadstoffkonzentrationen in oberirdischen Gewässern	8
5.5.	Anforderungen an die Reinigungsleistung.....	8
6.	Massnahmen zur Behandlung von Strassenabwasser.....	9
6.1.	Versickerung über den Strassenrand	9
6.2.	Mulden-Rigolen-System über das Bankett	10
6.3.	Versickerungs- / Behandlungsbecken mit Filter	11
6.3.1.	Bepflanzter Sandfilter	11
6.3.2.	Filter mit bepflanztem Oberboden	12
6.3.3.	Splitt-Kiesfilter.....	13
6.4.	Systeme zur Abscheidung von ungelösten Stoffen (GUS)	14
6.5.	Systeme vom Typ « Adsorber »	14
6.6.	Anschluss an eine Mischwasserkanalisation.....	15
6.6.1.	Bestehender Anschluss.....	15
6.6.2.	Neuer Anschluss.....	15
7.	Erarbeitung und Anwendung der Entscheidungsmatrizen	16
7.1.	Struktur der Entscheidungsmatrizen	16
7.2.	Priorisierung der Massnahmen.....	16
7.3.	Anwendung der Entscheidungsmatrizen.....	17
7.4.	Entscheidungsmatrizen.....	18
7.5.	Entscheidungsfindungsbaum.....	18

1. Einleitung

Im Rahmen neuer Strassenbauprojekte oder der Sanierung bestehender Strassenabschnitte können Massnahmen zur Behandlung von Strassenabwasser erforderlich sein, um Umweltauswirkungen durch das Abschwemmen von Schadstoffen, die sich auf Strassen ablagern, zu begrenzen. Die VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (2019) definiert drei Anforderungsstufen an die Behandlung von Abwasser, abhängig vom Verschmutzungsgrad der Strasse und der Empfindlichkeit des oberirdischen Gewässers. Diese Richtlinie führt Entscheidungsmatrizen als Werkzeuge zur Auswahl von Versickerungs- oder Behandlungsmassnahmen ein, die je nach Projektparametern umzusetzen sind.

Die vorliegende Richtlinie (Version 1 vom 10. Dezember 2024) gilt für Sanierungsprojekte und für Neubauten von Strassen. Sie richtet sich in erster Linie an Ingenieure, Fachpersonen und an kantonale Behörden.

2. Rechtliche und technische Grundlagen

Diese Richtlinie stützt sich auf die folgenden rechtlichen und technischen Bestimmungen:

Gesetze und Verordnungen

- > Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (GSchG; SR 814.20)
- > Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (USG; SR 814.01)
- > Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz (NHG; SR 451)
- > Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV; SR 814.201)
- > Gewässergesetz vom 18.12.2009 (GewG)
- > Gewässerreglement vom 21.06.2011 (GewR)

Normen

- [1] VSS 640 347 «Strassenentwässerung» (2019)
- [2] VSS 640 354 «Strassenentwässerung; Entwässerung über das Bankett» (2019)
- [3] VSS 640 361 «Strassenentwässerung; Behandlungsanlagen» (2019)

Richtlinien

- [4] ASTRA 18005 «Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen» (2023 V1.31)
- [5] VSA «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (2019)
- [6] TBA, AWEL, Kanton Zürich «Gewässerschutz an Strassen, Strassenentwässerung – Projektierung und Ausführung von Gewässerschutzmassnahmen» (2018)

Technische Dokumentation

- [7] BAFU, 2004: *Wegleitung Grundwasserschutz*. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- [8] AfU, 2021: *Grundstücksentwässerung – Versickerung von nicht verschmutztem Wasser. Vollzugshilfe*. Amt für Umwelt, Freiburg.
- [9] ASTRA 88006, 2014: *Versickerung des Strassenabwassers der Nationalstrassen über den Strassenrand*, V1.00.
- [10] ASTRA 88002, 2021: *Strassenabwasserbehandlungsverfahren – Stand der Technik*, V2.00.

[11] ASTRA 88011, 2015: *Versickerungspotential für das Strassenabwasser entlang der Böschungen der Nationalstrassen*, V1.20.

3. Belastung des Strassenabwassers mit Schadstoffen

Strassenoberflächen sind verschiedenen Arten von Schadstoffen ausgesetzt, die aus dem Strassenverkehr (Reifenabrieb, Bremsabrieb, Treibstoffverbrennung), der Erosion der Fahrbahn, dem Strassenunterhalt, industriellen oder landwirtschaftlichen Tätigkeiten, dem Winterdienst sowie von der Reinigung der Fassaden und Dächern usw. stammen.

Die häufigsten Schadstoffe, welche sich auf Strassen ablagern, sind:

- Schwermetalle (Blei, Kupfer, Zink usw.);
- Gesamte ungelöste Stoffe (GUS);
- Organische Verbindungen (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK);
- Mikroverunreinigungen (Pestizide, organische Stoffe).

Die Schadstoffablagerungen auf der Strasse werden regelmässig durch Regenwasser abgespült und können eine Gefahr für die Oberflächengewässer und das Grundwasser darstellen. Absetz-, Filter- und Rückhaltemassnahmen müssen umgesetzt werden, wenn das Ableiten von belastetem Strassenabwasser einen negativen Umwelteinfluss haben kann.

4. Zustandsanalyse nach Strasseneinzugsgebieten

Bei der Untersuchung der zu ergreifenden Behandlungsmassnahmen werden sämtliche Strassenflächen innerhalb des topographischen Einzugsgebiets einer Einleitstelle berücksichtigt. Weitere Flächen, die an das Strassenentwässerungssystem angeschlossen sind (sogenannte Drittflächen), wie Strasseneinmündungen, Seitenplätze, Trottoirs und Böschungen, sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Das Konzept für die Behandlung des Strassenabwassers muss die Massnahmen und Anforderungen des Richtplan des Einzugsgebiets, des regionalen Entwässerungsplans (REP) und des generellen Entwässerungsplans (GEP) berücksichtigen.

Eine Analyse der geeigneten Anzahl von Einleitstellen, die beibehalten oder neu geschaffen werden sollen, erfolgt auf Basis der Grösse des betrachteten Strassenabwassereinzugsgebiets sowie der Rahmenbedingungen für die Umsetzung der Massnahmen (Anforderungsklasse, verfügbarer Platz, Auswirkungen auf das Gewässer, Kosten). Wie im Punkt 4.3.5 der ASTRA-Richtlinie [4] vorgeschlagen, wird bei zentralisierten Behandlungsmassnahmen die Grösse des Einzugsgebiets möglichst gross gewählt, um die Anzahl der SABA-Anlagen und Einleitstellen zu minimieren.

5. Anforderungen an die Behandlung gemäss VSA-Richtlinie

5.1. Belastungsklasse

Die VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (2019) [5] definiert die Belastungsklasse eines Strassenabschnitts, um die Schadstoffkonzentration im Strassenabwasser zu charakterisieren.

Die Klassifizierung basiert auf der Vergabe von Belastungspunkten gemäss folgender Tabelle:

Tipp Bauamt TBA

Tabelle 1: VSA-Richtlinie [5], Tabelle B8 – Beurteilung der Belastung des Niederschlagsabwassers von Strassenflächen

Klassierung	Summe der Punkte	Belastungsklasse
Die Anzahl der Belastungspunkte bei Strassen wird wie folgt in Belastungsklassen umgesetzt:	< 5 Punkte 5–14 Punkte > 14 Punkte	gering mittel hoch
Belastung von Niederschlagsabwasser von Strassenflächen		
Setzt sich wie folgt zusammen	Grundbelastung + \sum (BP-Kriterien)	Belastungspunkte [BP]
1. Grundbelastung	Belastungspunkte [BP]	Bemerkungen
Verkehrs frequenz	Grundbelastung = DTV/1000	für Planungshorizont DTV (= durchschnittlicher täglicher Verkehr)
2. Kriterien	Belastungspunkte [BP]	Bemerkungen
Anteil Schwerverkehr	1 für Anteil 4–8% 2 für Anteil > 8%	für Planungshorizont
Steigung	1, falls Steigung > 8%	für Planungshorizont
Strassenabschnitt innerorts	1	
Strassenreinigung	Abzug der Anzahl maschineller Reinigungen pro Monat	

5.2. Zulässigkeit der Versickerung

Die Zulässigkeit der Versickerung wird gemäss Tabelle B11 der VSA-Richtlinie [5] bestimmt und hängt von den Gewässerschutzzonen, von der Bodenpassage sowie von der Belastungsklasse des Strassenabwassers ab.

Gemäss [7] ist die direkte Versickerung in den Untergrund von nicht verschmutztem Wasser nur dann zulässig, wenn der qualitative Schutz durch eine Filterschicht gewährleistet wird, die eine gleichwertige Reinigungsleistung wie eine biologisch aktive Bodenschicht aufweist.

Grundsätzlich erreicht nach heutigem Wissensstand kein anderer natürlicher Filtertyp die Reinigungseffizienz einer Humusschicht. Daher ist gemäss [8] die Versickerung von nicht verschmutztem Wasser durch ein unterirdisches Bauwerk (z. B. Sickergrube, Sickerbrunnen oder Sickerstollen) ohne Oberbodenpassage nicht zulässig.

Tabelle 2. VSA-Richtlinie [5], Tabelle B11 – Zulässigkeit der Versickerung von Niederschlagsabwasser

Versickerung		Gewässerschutzbereich A_U, S1–S3, S_h, S_m, üB gemäss Gewässer- schutzkarte	Bodenpassage (Aufbau ge- mäss Modul DA Kap. 1.3)	Art der zu entwässernden Fläche							
Belastungsklasse des Niederschlagsabwassers											
gemäss Tabelle B6				gemäss Tabelle B7 und B8							
				gering	mittel	hoch	gering	mittel	hoch		
Übrige Bereiche üB	mit			+	+	+ ²	+	+	+ ²		
	ohne *			+	+	B _{erhöht}	B _{standard} ³	B _{standard}	B _{erhöht}		
Bereich A _U	mit			+	+	+ ²	+	+	+ ²		
	ohne *			+	B _{standard} ¹	B _{erhöht}	B _{standard} ⁴	B _{standard}	B _{erhöht}		
S ₃ , S _h , S _m	mit			+	–	–	+	–	–		
	ohne			–	–	–	–	–	–		
Schutzareal/S2/S1	nicht relevant			–	–	–	–	–	–		

Legende

+	Versickerung zulässig
B _{standard}	Versickerung zulässig mit Behandlung in Anlage der Anforderungsstufe «standard» oder «erhöht»
B _{erhöht}	Versickerung zulässig mit Behandlung in Anlage der Anforderungsstufe «erhöht»
–	Versickerung nicht zulässig

* Für Versickerungsanlagen, die nicht verschmutztes Wasser direkt in den Boden einleiten, muss der qualitative Schutz durch eine Filterschicht gewährleistet sein, die eine gleichwertige Reinigungsleistung wie eine biologisch aktive Bodenschicht aufweist [7].

5.3. Zulässigkeit der Einleitung in ein oberirdisches Gewässer

Das Gewässerspezifische Einleitverhältnis V_s wird folgendermassen berechnet:

$$V_s = Q_{347} / Q_E \cdot f_G$$

wobei:

Q₃₄₇ : Niedrigwasserabfluss;

Q_E : Eingeleitete Niederschlagsabwassermenge mit Jährlichkeit z = 1;

f_G : Korrekturfaktor abhängig vom Gewässertyp (gemäss Tabelle 3).

Tabelle 3. VSA-Richtlinie [5], Tabelle B12, Bestimmungsgrößen für die Abschätzung der Einleitverhältnisse in oberirdische Gewässer

Einzelbetrachtung an einer Einleitstelle			
Zeichen	Beschreibung	Formel	Bemerkung
	Belastungsklasse des Niederschlagsabwassers		gemäss Tabelle B6 bis Tabelle B8
Q_E	Eingeleitete Niederschlagsabwassermenge mit Jährlichkeit $z=1$ an betrachteter Einleitstelle. Zur Berechnung siehe Anhang 2 des Moduls DA		ohne Berücksichtigung von Retentionsmassnahmen
Q_{347}	Niedrigwasserabfluss: Abfluss im Gewässer an der Einleitungsstelle, welcher während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird. Falls Q_{347} nicht bekannt ist, kann mit einer Abflussmessung nach einer 3-wöchigen Trockenperiode ein genügend genauer Näherungswert bestimmt werden.		Für zeitweise trocken fallende Gewässer (z.B. in den Karstgebieten des Jura) sind die Einleitbedingungen mit der zuständigen Behörde festzulegen.
V	Hydraulisches Einleitverhältnis	$V = Q_{347}/Q_E$	
V_s	Gewässerspezifisches Einleitverhältnis zur Beurteilung der stofflichen Belastung	$V_s = V \cdot f_G$	Tabelle B13
V_G	Gewässerspezifisches Einleitverhältnis zur Beurteilung der hydraulischen Belastung	$V_G = V \cdot f_S \cdot f_G$	Tabelle B14
f_S und f_G	Korrekturfaktoren für Sohlenbeschaffenheit und Gewässertypus für $V < 1$ (für $V \geq 1$ gilt: $f_S = f_G = 1.0$)		Werte siehe unten

Gewässerspezifische Korrekturfaktoren f_S und f_G (für $V < 1$)				
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
Gewässertyp	Abflussmenge Q_{347}	mittlere Wasserspiegelbreite	mittlere Fließgeschwindigkeit ¹	Gewässerfaktor f_G
Kleiner Mittellandbach	<0.1 m ³ /s	<1 m	<0.5 m/s	0.5
Grosser Mittellandbach	0.1–1.0 m ³ /s	1–5 m		1.0
Kleiner Voralpenbach	<0.1 m ³ /s	<1 m	>0.5 m/s	1.0
Grosser Voralpenbach	0.1–1.0 m ³ /s	1–5 m		2.0
Grössere Fließgewässer	>1.0 m ³ /s	>5 m		2.0

Für $V \geq 1$ beträgt $f_S = f_G = 1.0$

¹ Die Fließgeschwindigkeit hat hinweisenden Charakter für die Bestimmung des Gewässertyps. Langsam fließende (Mittelland-)Bäche haben in der Regel ein ausgeglicheneres Abflussregime als schneller fließende, welche eher dem Voralpen-Typus zuzuordnen sind.

Die Zulässigkeit der Einleitung in ein oberirdisches Gewässer wird anhand von Tabelle 4 bestimmt und hängt vom Typ des Gewässers, vom gewässerspezifischen Einleitverhältnis V_s sowie von der Belastungsklasse des Strassenabwassers ab.

Tabelle 4. VSA-Richtlinie [5], Tabelle B13 - Zulässigkeit der Einleitung von Niederschlagsabwasser in oberirdische Gewässer

Gewässertyp	spezifisches Einleitverhältnis $V_s = V \cdot f_G$ gemäss Tabelle B12	Art der zu entwässernden Fläche					
		Dach- und Fassadenflächen			Platz- und Verkehrsflächen		
		Belastungsklasse des Niederschlagsabwassers					
Fliessgewässer	$V_s > 1$	gering	mittel	hoch	gering	mittel	hoch
		+ B_{standard}	+ $B_{\text{erhöht}}$	+ B_{standard}	+ $B_{\text{erhöht}}$	+ B_{standard}^2	+ $B_{\text{erhöht}}$
stehende Gewässer	nicht definiert	+ B_{standard}	+ $B_{\text{erhöht}}$	+ B_{standard}	+ $B_{\text{erhöht}}$	+ B_{standard}	+ B_{standard}
Legende							
+		Einleitung zulässig					
B_{standard}		Einleitung zulässig mit Behandlung in Anlage der Anforderungsstufe «standard» oder «erhöht»					
$B_{\text{erhöht}}$		Einleitung zulässig mit Behandlung in Anlage der Anforderungsstufe «erhöht»					

5.4. Gesetzliche Grenzwerte für Schadstoffkonzentrationen in oberirdischen Gewässern

Die Schadstoffkonzentrationen in oberirdischen Gewässern müssen unter den Grenzwerten gemäss Anhang 2 der Gewässerschutzverordnung (GSchV) bleiben. In potenziell problematischen Fällen, unabhängig davon, ob Behandlungsmassnahmen umgesetzt werden oder nicht, ist eine Abschätzung der zu erwartenden Schadstoffkonzentrationen in oberirdischen Gewässern erforderlich. Das Dokument «Beurteilung der zu erwartenden Schadstoffkonzentrationen in den oberirdischen Gewässern» bietet hierfür eine vereinfachte Berechnungsmethodik an. Wenn sich herausstellt, dass die Grenzwerte trotz Einhaltung der VSA-Richtlinie [5] überschritten werden, ist zu prüfen, ob zusätzliche oder verstärkte Behandlungsmassnahmen erforderlich sind.

5.5. Anforderungen an die Reinigungsleistung

Die drei Anforderungsstufen «Standard», «Erhöht» und «Erleichtert» für die Behandlung von Strassenabwasser basieren auf der VSA-Richtlinie [5] und entsprechen ebenfalls den Anforderungsstufen der ASTRA-Richtlinie für die Behandlung von Strassenabwasser auf Nationalstrassen [4]. Für jede Anforderungsstufe sind die geforderten Reinigungsgrade für die verschiedenen Schadstoffe in Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 5: VSA-Richtlinie [5], Tabelle B15 - Geforderte Reinigungsgrade für die verschiedenen Anforderungsstufen

Anforderung	Geforderte Wirkungsgrade			
	hydraulisch	GUS	Metalle (Kupfer, Zink)	Pestizide (Mecoprop, Diuron)
Standard	≥ 90%	≥ 80%	≥ 70%	≥ 70%
Erhöht	≥ 90%	≥ 90%	≥ 90%	≥ 90%
Erleichtert*	≥ 90%	≥ 70%	–	–

* Diese Anforderungsstufe ist nur für reines Strassenabwasser und nur in bestimmten Fällen zulässig (siehe Tabelle B13). Aus diesem Grund werden nur die Anforderungen gemäss SN 640361 übernommen.

6. Massnahmen zur Behandlung von Strassenabwasser

Die VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (2019) [5] und die ASTRA-Richtlinie 18005 «Behandlung von Strassenabwasser auf Nationalstrassen» (2023 V1.31) [4] enthalten eine Liste möglicher Massnahmen für die Behandlung von Strassenabwasser, jeweils mit den entsprechenden Vor- und Nachteilen sowie technischen Vorgaben für Planung, Betrieb und Unterhalt. Die Massnahmen, welche in die Entscheidungsmatrizen aufgenommen wurden, sind nachfolgend aufgelistet und kurz beschrieben.

6.1. Versickerung über den Strassenrand

Die Nutzung der Strassenböschung für die Versickerung ist eine sehr wirksame dezentrale Behandlungsmassnahme für Strassenabwasser (bis zur Anforderungsstufe "Erhöht"), erfordert nur geringen baulichen Aufwand bei der Umsetzung, ist kostengünstig und bedarf wenig Betriebsunterhalt.

Die unmittelbaren Randbereiche der Fahrbahn (Bankett) können (gemäß Art. 3 Abs. 2c GSchV) als bereits belastete Flächen mit Schadstoffen betrachtet werden. Die Umsetzung dieser Massnahme vergrössert somit die belastete Bodenfläche nicht.

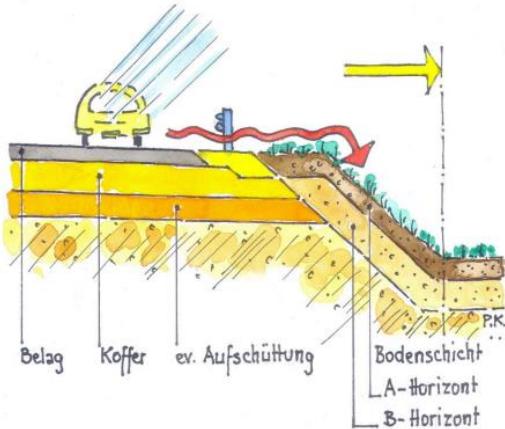
Damit diese Lösung effizient umgesetzt werden kann, müssen die Bodenbedingungen und die Geometrie der Strassenränder dafür geeignet sein.

Die Dokumentation des ASTRA Nr. 88006 [9] nennt vier Hauptkriterien für eine optimale Umsetzung für die Versickerung über das Bankett:

- **Oberflächenzustand:** Dichte, dauerhafte Grasvegetation zur Sicherstellung einer biologisch aktiven Bodenschicht;
- **Geometrie:** Das Abwasser der Fahrbahn muss zum Aussenrand des Banketts abfliessen können. Strasse auf Damm: Das Bankett sollte eine Mindestbreite von 1 Meter ab Strassenrand haben;
- **Tonanteil:** Zwischen 10 % und 25 %. Bei über 25 % Tonanteil ist der Boden zu wenig durchlässig. Unter 10 % Tonanteil: Boden ist zu stark durchlässig, was die Reinigungsleistung verringert;
- **Grundwasserschutzbereiche:** Die Versickerung muss zulässig sein (ausserhalb der Schutzzonen S1, S2 und S3 für Strassen mit mittlerer oder hoher Belastungsklasse).

Die Umsetzung dieser Massnahme ist bei Längsgefällen der Strasse von mehr als 3 % erschwert möglich.

Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung einer Infiltration über das Bankett (Quelle: ASTRA 18005 [4])



Diese Massnahme beinhaltet kein Speichervolumen. Sobald die Niederschlagsintensität die Infiltrationskapazität des Banketts übersteigt, fliesst das überschüssige Wasser auf benachbarte Parzellen ab.

Es ist sicherzustellen, dass dieser Abfluss nicht zu unkontrolliertem Oberflächenabfluss oder zu Überschwemmungen auf den Nachbarparzellen führt.

Um dies zu vermeiden, ist das Bankett entsprechend zu gestalten, etwa durch eine begrünte Randböschung oder eine kleine Mulde entlang der Strasse, sodass das Wasser innerhalb des vorgesehenen Versickerungsbereichs zurückgehalten wird und nicht unkontrolliert abfliesst.

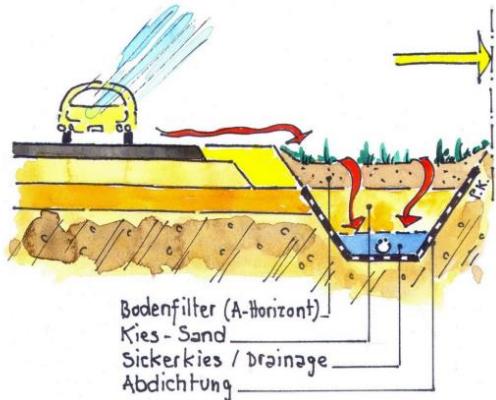
6.2. Mulden-Rigolen-System über das Bankett

Die Einrichtung eines Mulden-Rigolen-Systems ist möglich, wenn die Bodenbedingungen eine unmittelbare Versickerung des Strassenabwassers nicht zulassen. Dabei wird bei der Böschung eine Mulde mit einer Filterschicht aus Oberboden und einer darunterliegenden Filterschicht mit Drainageleitung erstellt.

Das an der Böschung eingeleitete Strassenabwasser wird in der Mulde zurückgehalten, durch den Bodenfilter behandelt, durch die Filterschicht gesammelt und anschliessend entweder in ein Oberflächengewässer oder in eine nachgeschaltete Versickerungsanlage geleitet.

Eine Abdichtungsschicht verhindert, dass das Wasser das Strassenfundament erreicht oder unkontrolliert in den Untergrund versickert.

Abbildung 2: Beispielhafte Darstellung eines Mulden-Rigolen-Systems über das Bankett (Quelle: ASTRA 18005 [4]).



Wie bei der Versickerung über die Böschung ist auch hier die Umsetzung bei Längsgefällen der Strasse von mehr als 3 % schwierig. Ist das an der Böschung verfügbare Erdmaterial für die Versickerung ungeeignet, kann es durch eine bepflanzte Sandschicht ersetzt werden, die eine höhere Durchlässigkeit als eine Humusschicht aufweist.

6.3. Versickerungs- / Behandlungsbecken mit Filter

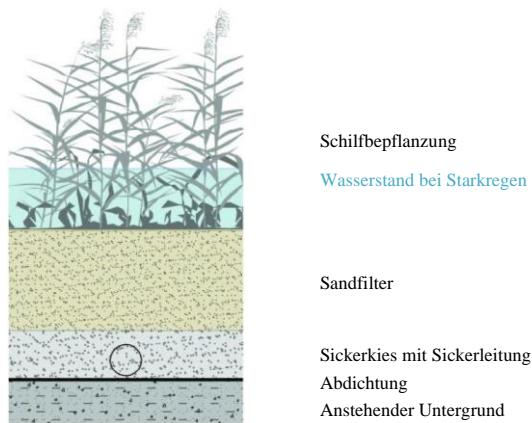
6.3.1. Bepflanzter Sandfilter

Ein Becken mit bepflanztem Sandfilter ist eine zentralisierte Behandlungsanlage mit einer Sandschicht als Filter und einem Rückhaltevolumen. Die Reinigungsleistung des Beckens für Strassenabwasser (Anforderungsstufe «Erhöht») wird durch eine sich im Betrieb bildende Schicht aus feinen Sedimenten und organischen Stoffen auf der Sandschicht erreicht (Sedimentauflage).

Die Versickerung des behandelten Strassenabwassers in den Untergrund ist gemäss [8] nicht zulässig. Unterhalb der Sandschicht wird deshalb ein Drainagesystem installiert, welches das Wasser in ein Oberflächengewässer ableitet.

Der bepflanzte Sandfilter ist durchlässiger ($3-4 \text{ l/min/m}^2$) als eine Humusschicht. Dadurch kann die benötigte Fläche für die Anlage kleiner dimensioniert werden und das Risiko einer Kolmatierung wird reduziert. Zusätzlich kann die Wasserhöhe auf dem Filter höher angesetzt werden, was ein grösseres Rückhaltevolumen auf derselben Fläche ermöglicht. Auch der Unterhalt gestaltet sich einfacher als bei einem Bodenfilter.

Abbildung 3: Schema eines Behandlungsbeckens mit bepflanztem Sandfilter (Quelle: ASTRA 88002 [10])



6.3.2. Filter mit bepflanztem Oberboden

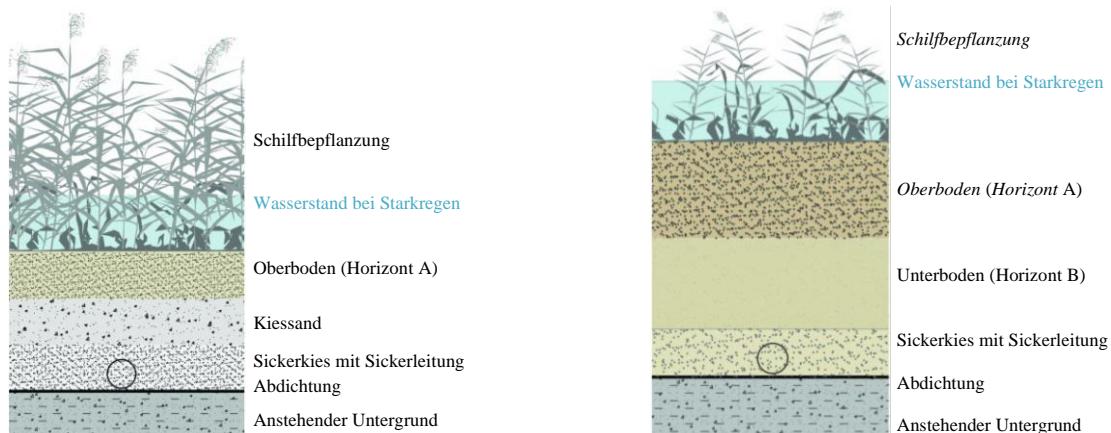
Ein Becken mit bepflanztem Oberboden ist eine zentralisierte Versickerungs- oder Behandlungsanlage mit einer humosen Oberbodenschicht und einem Rückhaltevolumen. Die Reinigungsleistung des Beckens für Strassenabwasser (Anforderungsstufe «Erhöht») wird durch die biologisch aktive Oberbodenschicht gewährleistet.

Das durch den humosen Oberboden behandelte Strassenabwasser versickert vertikal in den Untergrund, sofern die Versickerung zulässig und technisch möglich ist. In diesem Fall handelt es sich um eine Versickerungsanlage.

Ist die Versickerung nicht möglich, wird unter der Filterschicht eine Abdichtung eingebaut, und das Wasser wird über Drainagen gesammelt und in ein Oberflächengewässer eingeleitet. In diesem Fall handelt es sich um ein Behandlungsbecken.

Der bepflanzte Oberboden bietet eine sehr hohe Reinigungsleistung des Strassenabwassers. Er ist jedoch weniger durchlässig als ein Sandfilter ($1-2 \text{ l/min/m}^2$), was eine grösere Versickerungsfläche erfordert und ihn anfälliger für Kolmatierung und die Bildung bevorzugter Versickerungswege macht. Zudem ist geeignetes Filtermaterial nicht immer vor Ort verfügbar.

Abbildung 4: Schema eines Behandlungsbeckens mit bepflanztem Oberboden (Quelle: ASTRA 88002 [10]).



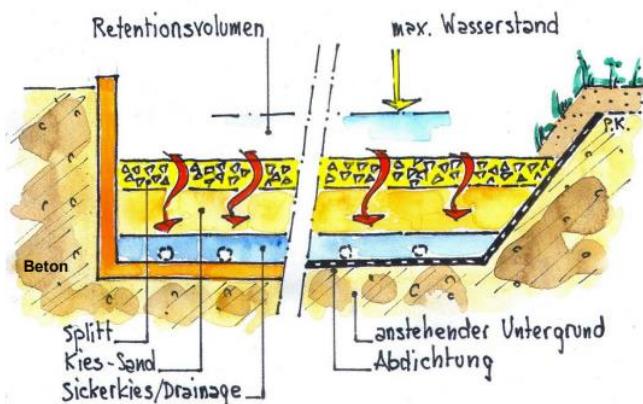
6.3.3. Splitt-Kiesfilter

Ein Splitt-Kiesfilter ist eine zentralisierte Behandlungsanlage, bei der die Reinigung (nicht biologisch) durch eine auf der Oberfläche ansammelnde Sedimentauflage gewährleistet wird. Das Strassenabwasser durchströmt den Filter vertikal, wird in einer darunterliegenden Drainageschicht gesammelt und in ein Oberflächengewässer abgeleitet. Das System erfüllt die Anforderungsstufe «Standard» für die Behandlung von Strassenabwasser.

Ein Splitt-Kiesfilter ist durchlässiger (4–5 l/min/m²) als ein Filter mit humosem Oberboden oder Sand. Dadurch wird eine kleinere Anlagengröße ermöglicht. Um die Reinigungsleistung aufrechtzuerhalten, muss die Sedimentauflage regelmäßig trocknen können und muss nach einigen Jahren abgeschabt und entfernt werden. Ohne diese Ablagerungsschicht verringert sich die Reinigungswirkung deutlich.

Durch die fortschreitende Kolmatierung sinkt die Durchlässigkeit des Splitt-Kies-Filters im Laufe der Zeit auf das Niveau eines Sandfilters (3–4 l/min/m²). Bei vollständiger Kolmatierung reduziert sich die Durchlässigkeit weiter auf etwa 0,5 l/min/m². Das Risiko der Kolmatierung kann durch eine Vorbehandlung der groben Feststoffe (z. B. mit einem hydrodynamischen Wirbelabscheider) erheblich vermindert werden.

Abbildung 5: Schema eines Splitt-Kies-Filters (Quelle: ASTRA 18005 [4]).



6.4. Systeme zur Abscheidung von ungelösten Stoffen (GUS)

Ein System zur Abscheidung von ungelösten Stoffen (gesamte ungelöste Stoffe - GUS) ist eine Anlage, die durch Absetzung oder Filtration die im Strassenabwasser enthaltenen Schwebstoffe entfernt. Es gibt verschiedene Typen solcher Anlagen, darunter Schlammsammler, hydrodynamische Wirbelabscheider, technische Filter, Kiesfilter, Absetzbecken oder Lamellenabscheider. Diese Systeme werden entweder als Vorbehandlung eingesetzt, um grobe Stoffe vor einer nachfolgenden Behandlungsanlage zurückzuhalten und so die Kolmatierungsgefahr zu verringern, oder sie dienen als eigenständige Behandlung bei einer Anforderungsstufe «Reduziert».

Für ein System der Anforderungsstufe «Reduziert» ist ein Modell zu wählen, das eine 70% Reduktion des GUS-Anteils (Partikelgrösse $> 0,45 \mu\text{m}$) ermöglicht und für 90% der hydraulischen Last ausgelegt ist. Dies wird durch eine Herstellergarantie sichergestellt. Eine gewisse Reinigungswirkung auf Schwermetalle wird ebenfalls erwartet, da ein Grossteil der Schwermetalle an die GUS gebunden ist.

6.5. Systeme vom Typ « Adsorber »

«Adsorber»-Systeme sind kompakte Behandlungsanlagen (Schacht- oder Rinnensysteme) mit einer oder mehreren Schichten technischer Filtermaterialien. Die Filtermedien sind speziell für die Behandlung von belastetem Strassenabwasser (GUS, Schwermetalle, Mikroschadstoffe) ausgelegt.

Der Einbau eines «Adsorber»-Systems erfordert wenig Platz. Um jedoch eine frühzeitige Kolmatierung der Filter zu vermeiden und der reduzierten hydraulischen Kapazität Rechnung zu tragen, können vorgelagerte Vorbehandlungs- und Rückhalteinrichtungen (z. B. Absetzbecken) erforderlich sein. Diese vorgelagerten Bauwerke können mehr Fläche beanspruchen als das «Adsorber»-System selbst.

Die Lebensdauer und die Veränderung der Filtereffizienz sind aufgrund mangelnder Praxiserfahrungen schwer vorherzusagen. Es sind hohe Unterhalts- und Wartungskosten zu erwarten.

Auf Initiative der VSA wurden verschiedene «Adsorber»-Systeme unter standardisierten Laborbedingungen getestet. Eine Niederschlagsreihe basierend auf MeteoSchweiz-Daten wurde simuliert, bestehend aus Regenereignissen unterschiedlicher Intensität über ein Jahr. Die getesteten Schadstoffe umfassten: Ungelöste Stoffe (GUS, simuliert mit Quarzmehl), Schwermetalle (Kupfer, Zink), Mikroverunreinigungen (Diuron, Mecoprop). Die Tests zeigten, dass sechs Systeme die Anforderungen der Anforderungsstufe «Standard» bis «Erhöht» gemäss VSA erfüllen können, je nach Modell. Die Remobilisierung von Schadstoffen durch Auftausalze erwies sich dabei als sehr gering. Die von der VSA getesteten und zertifizierten Produkte seit Juni 2023 sind folgende:

Tabelle 6: VSA geprüfte und zertifizierte «Adsorber»-Systeme mit der erfüllten Anforderungsklasse (Quelle: <https://vsa.ch/fachbereiche-cc/siedlungsentwaesserung/regenwetter/adsorber>)

Modell/Produkt	Fabrikant	GUS	Schwer-metalle	Microschadstoffe
ViaToc	Mall AG	Erhöht	Erhöht	Erhöht
Heavy Traffic	Creabeton AG	Erhöht	Erhöht	Standard
StormClean	ACO AG	Erhöht	Erhöht	Standard
HydroClean Pro	REHAU Vertriebs AG	Erhöht	Erhöht	Standard
D-Rainclean Sickermulde	Funke Kunststoffe GmbH	Erhöht	Erhöht	Erhöht
Hydrodrain	3P Technik Filtersysteme GmbH	Erhöht	Standard	Standard

6.6. Anschluss an eine Mischwasserkanalisation

Das Strassenabwasser kann an eine bestehende Mischwasserkanalisation angeschlossen werden, um anschliessend in einer ARA (Abwasserreinigungsanlage) behandelt zu werden. Diese Lösung setzt voraus, dass innerhalb des betrachteten Einzugsgebiets eine Mischwasserkanalisation vorhanden ist. Sie hat den Vorteil, dass sie nur wenig Platz benötigt und besonders für urbane Gebiete geeignet ist. Bei der Umsetzung muss das bestehende Konzept des GEP (Genereller Entwässerungsplan) berücksichtigt werden, um negative Auswirkungen auf das Kanalnetz zu vermeiden. Gegebenenfalls ist ein Rückhaltevolumen vor dem Anschluss vorzusehen, um die in das Mischsystem eingeleiteten Abflussmengen (Reduzierung der Mischwasserentlastungen, hydraulische Belastung) zu begrenzen.

6.6.1. Bestehender Anschluss

Bei einem Sanierungsprojekt, bei dem der bestehende Strassenabwasserkanal bereits an das Mischsystem angeschlossen ist, erfolgt die Behandlung des Strassenabwassers bereits in der ARA.

Wenn der GEP keine Entwässerung im Trennsystem des Gebietes oder der betroffenen Strassenflächen vorsieht, kann der bestehende Anschlusspunkt beibehalten werden. Fehlen entsprechende Angaben im GEP, muss mit dem GEP-Ingenieur abgeklärt werden, ob der Anschluss beibehalten wird, ob Rückhaltemassnahmen erforderlich sind oder ob eine Trennung (Trennsystem) sinnvoll und zweckmäßig wäre. Dabei muss sichergestellt werden, dass die Beeinträchtigung der Gewässer durch die entlasteten Schadstofffrachten aus dem Mischsystem (Regenüberläufe, Notüberläufe usw.) nicht grösser sind als bei einer direkten Einleitung des Strassenabwassers nach einer Vorbehandlung.

6.6.2. Neuer Anschluss

Neue Anschlüsse von Strassenabwasser an eine Mischwasserkanalisation sind nur nach vorläufiger Prüfung durch den GEP-Ingenieur zulässig. Dabei ist zu prüfen, ob die hydraulische Kapazität der ARA und des Mischwasserkanals ausreichend sind und nachzuweisen, ob die

Schadstofffrachten, die über Entlastungen aus dem Mischsystem ins Gewässer gelangen, nicht höher sind als jene, die bei einer direkten Einleitung des vorbehandelten Strassenabwassers entstehen würden (gemäss Art. 19 GewR).

Vor dem Anschluss kann ein grösseres Rückhaltevolumen notwendig sein, um den Einfluss auf das Kanalnetz zu begrenzen und die Abflüsse in das Mischsystem auf ein vernachlässigbares Mass zu reduzieren. Die TBA/AWEL-Richtlinie des Kantons Zürich [6] gibt Zielwerte für den Anschluss an das Mischsystem vor. Es wird darin empfohlen, das Rückhaltebauwerk nur für den am stärksten verschmutzten Teil des Strassenabflusses (First-Flush) auszulegen, während der Restabfluss direkt in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden kann. Wenn ein signifikanter Teil des Strassenabflusses über das Mischsystem bei Regenwetter in das Gewässer entlastet wird, ist die Möglichkeit einer verzögerten Entleerung des Rückhaltevolumens zu prüfen. Der Nachweis der Einhaltung der Behandlungsvorgaben gemäss VSA [5] ist in jedem Fall zu erbringen.

7. Erarbeitung und Anwendung der Entscheidungsmatrizen

7.1. Struktur der Entscheidungsmatrizen

Es wurden zwei verschiedene Entscheidungsmatrizen erstellt. Eine für Massnahmen für die Versickerung (Matrix A) und eine für Massnahmen bei Einleitung in ein oberirdisches Gewässer (Matrix B). Ihre Strukturen basieren auf den Tabellen B11 und B13 der VSA-Richtlinie [5]. Die Matrizen befinden sich im Anhang.

Die Entscheidungsmatrizen haben die Form einer Kreuztabelle, bei welcher jede Spalte einer Belastungsklasse entspricht. In Matrix A entspricht jede Zeile einem Gewässerschutzbereich. In Matrix B entspricht jede Zeile einem oberirdischen Gewässer (Fliessgewässer oder stehendes Gewässer). Für jede Kombination wird eine Auswahl geeigneter Massnahmen vorgeschlagen, die nach Priorität geordnet sind.

Die Entscheidungsmatrizen ermöglichen eine feinere Abstufung der Wahl der Behandlungsmassnahmen, je nachdem, ob die Strasse innerhalb der mittleren Belastungsklasse eher schwach belastet ist (näher bei 5 Belastungspunkten) oder eher stark belastet ist (näher bei 14 Belastungspunkten). Die mittlere Belastungsklasse wird somit in zwei gleich grosse Bereiche unterteilt:

- Belastungsklasse «mittlere-untere»: $5 \leq \text{Belastungspunkte} < 10$
- Belastungsklasse «mittlere-obere»: $10 \leq \text{Belastungspunkte} \leq 14$

7.2. Priorisierung der Massnahmen

Gemäss Art. 7 des GSchG haben Massnahmen zur Versickerung Vorrang vor Massnahmen mit Behandlung und Einleitung in ein Oberflächengewässer.

Bei der Auswahl und Priorisierung der Versickerungs- oder Behandlungsmassnahmen müssen zusätzlich folgende Kriterien berücksichtigen werden:

- **Reinigungsleistung**

Die empfohlene Massnahme muss in Bezug auf den gemäss VSA festgelegten Anforderungsstufen der Behandlung von Strassenabwasser geeignet und verhältnismässig sein.

- **Hydraulische Leistung**

Die Behandlungsanlage muss an die zu behandelnden Abflüsse angepasst sein. Bei unzureichender hydraulischer Kapazität ist zusätzlich ein Rückhaltevolumen (z. B. Mulde, Becken, Kanal) vorzusehen.

- **Kosten und Verhältnismässigkeit**

Bei gleicher Reinigungsleistung wird die Lösung bevorzugt, die in Bezug auf Bau, Betrieb und Wartung der Anlage am wirtschaftlichsten ist.

- **Nachhaltigkeit**

Die Massnahme sollte möglichst robust sein (Lebensdauer, Wartungsbedarf). Filter aus natürlichen Materialien (Oberboden, Sand, Kies) sind in der Regel langlebiger und wartungsärmer als technische Filtersysteme.

- **Realisierbarkeit**

Die Wahl der Massnahme richtet sich nach den örtlichen Rahmenbedingungen (verfügbarer Platz, Bodenverhältnisse, Topografie). Die Nutzung der Entwässerung über die Schulter wird bevorzugt. Das Erstellen eines Beckens mit Filter ist an die Bedingung geknüpft, dass eine ausreichend grosse Fläche zur Verfügung steht. Ist diese nicht vorhanden, wird eine kompakte Lösung gewählt (z. B. Anschluss an eine ARA, «Adsorber»-System).

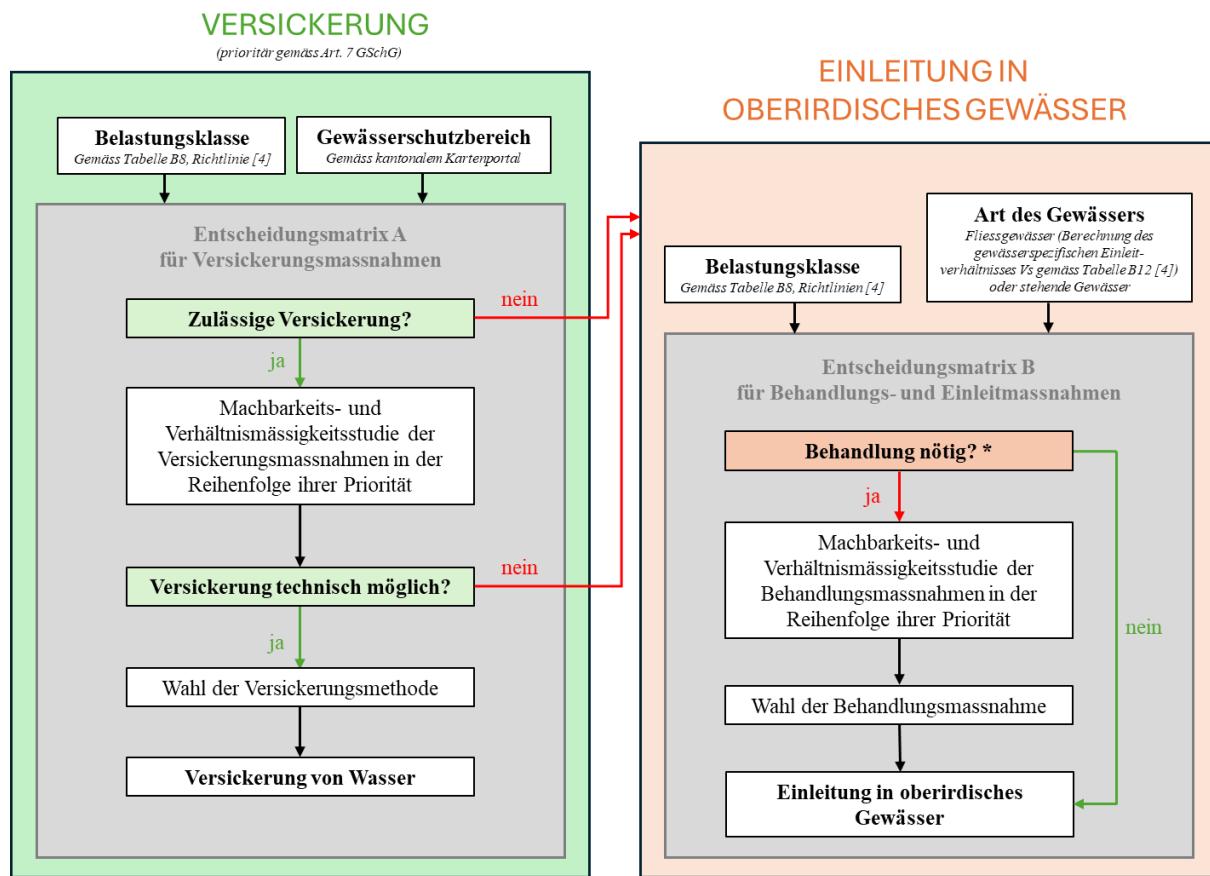
In den Entscheidungsmatrizen werden die Massnahmen nach Ihrer Prioritätenreihenfolge von ① bis ⑤ empfohlen, wobei ① die höchste Priorität darstellt. Die Prioritätenreihenfolge der Massnahmen wurde anhand der oben genannten Kriterien festgelegt. Nachdem eine Massnahme ausgewählt wurde, muss der Planer aufgrund der Richtlinien, der technischen Dokumentation oder der lokalen Bedingungen nachweisen, dass die Umsetzung von höher priorisierten Massnahmen unmöglich oder unverhältnismässig ist. Das Dokument ASTRA 88006 [9] dient insbesondere als technische Grundlage für die Machbarkeitsprüfung der Versickerung über das Bankett.

7.3. Anwendung der Entscheidungsmatrizen

Da die Versickerung von Strassenabwasser Priorität hat, ist zuerst die **Entscheidungsmatrix A** zu verwenden. Zunächst sind die Belastungsklasse des Strassenabschnitts und der entsprechende Gewässerschutzbereich zu bestimmen. Wenn die Versickerung gemäss Matrix A zulässig ist, wird zunächst die technische Machbarkeit einer Versickerung über das Bankett geprüft, bevor die Option eines zentralisierten Versickerungsbeckens mit Oberbodenpassage in Betracht gezogen wird.

Ist die Versickerung des Strassenabwassers nicht zulässig, technisch nicht möglich oder unverhältnismässig, wird die Einleitung in ein oberirdisches Gewässer geprüft. In Abhängigkeit von der Belastungsklasse und dem Typ des oberirdischen Gewässers bestimmt die **Entscheidungsmatrix B**, ob vor der Einleitung eine Behandlung erforderlich ist. Ist eine Behandlung erforderlich, wird eine Liste geeigneter Massnahmen in Prioritätsreihenfolge angegeben, die den erforderlichen Anforderungsstufen entsprechen. Die technisch umsetzbare und verhältnismässige Massnahme mit der höchsten Priorität ist zu wählen.

Abbildung 6: Vorgehensweise für die Anwendung der Entscheidungsmatrizen



7.4. Entscheidungsmatrizen

Die Entscheidungsmatrix A für die Auswahl von Versickerungsmassnahmen sowie die Entscheidungsmatrix B für die Auswahl von Behandlungs- und Einleitmassnahmen befinden sich in den Anhängen.

7.5. Entscheidungsfindungsbaum

Ein Entscheidungsfindungsbaum in Form eines Fragebogens wird als Anwendungswerkzeug der Entscheidungsmatrizen im Anhang zur Verfügung gestellt. Dieser ermöglicht es, direkt die empfohlenen Versickerungs- oder Behandlungsmassnahmen entsprechend den Projektparametern zu erhalten.

Tiefbauamt

Kantonsingenieur

Amt für Umwelt

Amtschef

André Magnin

Christophe Joerin

Freiburg, Version 1, 10.12.2024