

Gewässerschutz an Strassen, Strassenentwässerung

Teil 1b
Strategiebericht

Impressum

Arbeitsgruppe Strategie Strassenentwässerung TBA und AWEL (in alphabetischer Reihenfolge):

- Dirk Göbbels, TBA
- Hans Häusermann, AWEL
- Erich Suter, TBA
- Kurt Venzin, AWEL
- Marco Pezzatti, ALN (Workshop 2)

Externe Unterstützung (Pöyry Schweiz AG):

- Frédéric Mohr, Projektleiter
- Clotilde Stauffer, Sachbearbeiterin

Einzelbesprechungen:

- Felix Hermann, AWEL
- Daniel Meister, AWEL
- Gerhard Stutz, AWEL

Vernehmlassung

- AWEL via Hans Häusermann
- TBA via Dirk Göbbels
- ALN via Marco Pezzatti
- ARE-ZH
- AFV

Datum: 03.03.2014

Datei: 01_02_strategie_strassenentwaesserung_teil_1b.docx

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Dokumente	4
1.3	Auftragsziele	5
1.4	Gültigkeit	5
2	Vision	5
2.1	Vision	5
2.2	Umsetzungsziele	5
3	Grundsätze und Grundlagen	6
3.1	Grundsätze	6
3.1.1	Wahl des Strassenentwässerungssystems	6
3.1.2	Minimierung von Bodenverbrauch und Energiebedarf	6
3.2	Grundlagen	6
3.3	Mitgeltende Gesetze und Verordnungen	6
4	Auslöser und Ablauf der Prüfung der Strassenentwässerung	7
4.1	Auslöser für eine Prüfung	7
4.2	Ablauf bei Auslösung durch das TBA	7
4.2.1	Ablauf der Planung	7
4.2.2	Prüfung seitens TBA	8
4.3	Ablauf bei Auslösung durch das AWEL	9
4.3.1	Ablauf der Planung	9
4.3.2	Prüfung seitens AWEL	10
5	Sanierungsprioritäten	11
6	Wahl der Beseitigungsart	12
6.1	Machbarkeitsprüfung	13
6.1.1	Hydrogeologische Mindestanforderungen	13
6.1.2	Räumlich-topographische Faktoren	14
6.2	Zulässigkeitsprüfung	15
6.2.1	Schadstoffbelastung des Strassenabwassers	15
6.2.2	Zulässigkeit einer Versickerung	16
6.2.3	Zulässigkeit einer Einleitung in oberirdische Gewässer	19
6.3	Verhältnismässigkeit der Abwasserbeseitigung	21
7	Strassenabwasserbehandlungsmassnahmen	22
8	Literaturverzeichnis	23
8.1	Mitgeltende Gesetze und Verordnungen	23
8.2	Literaturverzeichnis	24
9	Anhänge und Checklisten	25
9.1	Entscheidungsdiagramm: Vorgehen bei der Wahl der Beseitigungsart	26
9.2	Begriffe	27

1 Allgemeines

1.1 Ausgangslage

Die Entwässerung der Zürcher Kantonsstrassen soll auch in Zukunft den Umweltanforderungen sowie den aktuell gültigen Gesetzen und Richtlinien genügen.

TBA und AWEL haben deshalb die Strategie für die Strassenentwässerung mit entsprechenden Dokumenten (vgl. auch Tabelle 1) für die Projektleiter und das Management des TBA und des AWEL erarbeitet. In diesen Dokumenten wird erläutert, wie zukünftig bei neuen Strassenprojekten bzw. der Sanierung bestehender Strassen verfahren werden soll.

1.2 Dokumente

Der Umgang mit der Thematik der Strassenentwässerung und der Behandlung von Strassenabwasser wird in einer Reihe von Dokumenten erläutert. Diese Dokumente legen die Strategie fest, wie die Prüfung der Strassenentwässerung erfolgen soll, die Massnahmen zu priorisieren und umzusetzen sind, und nach welchen Kriterien ein Strassenentwässerungssystem konzipiert werden kann. Hierzu beschreibt der Bericht „Projektierung und Ausführung von Gewässerschutzmassnahmen“ die konkrete Umsetzung von Strassenentwässerungsanlagen. Im Dokument „Handlungsbedarf aufgrund des Gewässerschutzes“ wird mit Hilfe von GIS-Auswertungen erfasst und dargestellt, welche Strassenabschnitte zum heutigen Zeitpunkt prioritär Sanierungsmassnahmen benötigen. Dieses Dokument wird regelmässig vom AWEL aktualisiert.

Dokument	Bezeichnung	Inhalt	Hauptadressat
Teil 1a	Strategie Strassenentwässerung sowie Anleitung zur Wahl des Strassenentwässerungssystems	Zusammenfassung Strategie, Abläufe und Behandlungsarten	Kader, Projektleiter
Teil 1b	Strategiebericht	Erläuterungen zur Strategie Erläuterungen der Abläufe und Möglichkeiten	Kader, Projektleiter
Teil 1c	Grundlagen für die Zulässigkeitsprüfung der Einleitung in Oberflächengewässer	Wissenschaftliche Grundlagen	Projektleiter
Teil 2	Projektierung und Ausführung von Gewässerschutzmassnahmen	Technische Lösungen Normalien	Projektleiter
Teil 3	Handlungsbedarf aufgrund des Gewässerschutzes	GIS-Auswertungen Prioritätenlisten Sanierungen seitens AWEL	Kader, Projektleiter

Tabelle 1: Dokumentenset Strassenabwasserbehandlung

Gewisse Informationen sind in mehreren Dokumenten des Dokumentensets aufgeführt. Diese Redundanz ist bewusst gewählt, damit die einzelnen Dokumente soweit möglich selbsterklärend sind.

1.3 Auftragsziele

Mit der Strategie zur Strassenentwässerung (Teil 1) werden die folgenden Ziele angestrebt:

- Das TBA und das AWEL haben eine einheitliche Strategie bzgl. der Strassenentwässerung.
- Das Vorgehen, um zukünftig die Strassenentwässerung im Kanton Zürich gesetzeskonform, ökonomisch und ökologisch zu konzipieren, ist festgelegt. Die Grundlagen, um diesen Zustand zu erreichen, sind erarbeitet.
- Kader, Projektleiter und externe Fachleute haben ein Hilfsmittel zur Beurteilung des Bedarfs und der Konzeption einer Strassenabwasserbehandlung zur Verfügung.
- Das Vorgehen und die Wahl der Beseitigungsart für die Strassenentwässerung im Kanton Zürich sind, so weit sinnvoll, standardisiert.

1.4 Gültigkeit

Die Strategie gilt für alle Kantonsstrassen im Kanton Zürich ausserhalb der Städte Zürich und Winterthur. Für überkommunale Strassen in den Städten Zürich und Winterthur gilt die Strategie sinngemäss an die städtischen Gegebenheiten angepasst.

Die Richtlinie tritt per 01.01.2014 in Kraft.

2 Vision

2.1 Vision

Die Staatsstrassen des Kantons Zürich weisen ein Strassenentwässerungssystem auf, welches

- hohe Sicherheit und hohen Komfort sowie höchstmögliche Verfügbarkeit des Strassenraums für die Verkehrsteilnehmer bietet,
- einfach und kostengünstig bei der Erstellung sowie im baulichen und betrieblichen Unterhalt ist,
- die ober- und unterirdischen Gewässer optimal schützt und
- mit übrigen Ressourcen haushälterisch umgeht (Energie, Boden / Fruchtfolgeflächen).

2.2 Umsetzungsziele

- Der Umgang mit Strassenabwasser (Ableitung und Behandlung) im Kanton Zürich ist standardisiert und erforderliche Massnahmen werden laufend bis 2035 umgesetzt.
- Zukünftige Strassenbauprojekte werden systematisch hinsichtlich der Strassenentwässerung geprüft; entsprechende Massnahmen werden umgesetzt.
- Staatsstrassen, deren Strassenentwässerungen einen Sanierungsbedarf der „Sanierungspriorität 1“ aufweisen, sind in die mittelfristige Strassenbauplanung (5-10 J.) aufgenommen.
- Staatsstrassen, deren Strassenentwässerungen einen Sanierungsbedarf der „Sanierungspriorität 2“ aufweisen, sind in die langfristige Strassenbauplanung (10-20 J.) aufgenommen.
- Die Finanzierung der notwendigen Sanierungen ist sichergestellt.

3 Grundsätze und Grundlagen

3.1 Grundsätze

3.1.1 Wahl des Strassenentwässerungssystems

Das Strassenabwasser soll grundsätzlich möglichst ohne Behandlungs- und Retentionsanlagen versickert werden. Mit einem wirksamen Aufbau des Bodenfilters kann so auf ein aufwändiges Entwässerungssystem mit zentraler Abwasserbehandlung verzichtet werden.

Entsprechend können für den Umgang mit Strassenabwasser und dessen Behandlung nachstehende Prioritäten definiert werden:

1. Priorität: Versickerung (wo möglich dezentral über die Schulter ohne Behandlungsanlage, ansonsten zentral mit Behandlungsanlage)
2. Priorität: Einleitung in oberirdische Gewässer mit/ohne Behandlung und/oder Retention
3. Priorität: Einleitung in die öffentliche Mischwasserkanalisation ohne Behandlung mit/ohne Retention

3.1.2 Minimierung von Bodenverbrauch und Energiebedarf

Bei der Erstellung und dem Unterhalt von Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA) muss dem Bodenschutz und dem Energiehaushalt Rechnung getragen werden. Sowohl der Verlust an Boden- und insbesondere der Fruchtfolgeflächen (FFF) als auch der allfällige Energieverbrauch beim Pumpen von Abwasser sollen auf ein Minimum reduziert werden.

3.2 Grundlagen

Die Strategie Strassenentwässerung stützt sich grundsätzlich auf die Wegleitung zum „Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen“, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, 2002 [2].

Da diese Wegleitung für manche Sachverhalte im Kanton Zürich nur bedingt anwendbar ist, werden die Grundlagen der Wegleitung im hier vorliegenden Dokument durch kantonsspezifische Grundsätze ergänzt bzw. bei Bedarf angepasst. Dies wird nachfolgend im Detail beschrieben und begründet.

Mit den vorliegenden Dokumenten kann in der Regel auf den Beizug der BUWAL Wegleitung verzichtet werden – die kantonalen Dokumente enthalten alle relevanten Informationen.

Der besseren Lesbarkeit halber wird bei der Zitierung der Wegleitung oder bei Verweisen darauf auf ein Referenzieren verzichtet.

Alle weiteren Grundlagen sind im Literaturverzeichnis (Kapitel 8) aufgelistet und werden an entsprechender Stelle im Text gekennzeichnet.

3.3 Mitgeltende Gesetze und Verordnungen

Aus gesetzlichen Grundlagen kann nur ein genereller, aber kein direkter strategischer bzw. operativer Handlungsbedarf abgeleitet werden. Auf eine Referenzierung wird deshalb verzichtet. Die mitgeltenden Gesetze und Verordnungen sind im Literaturverzeichnis (Kapitel 8) aufgelistet.

4 Auslöser und Ablauf der Prüfung der Strassenentwässerung

4.1 Auslöser für eine Prüfung

Eine konkrete Prüfung der Strassenentwässerung an einem Strassenabschnitt kann wie folgt ausgelöst werden:

Amt	Auslöser
TBA	- Geplantes Strassenbauvorhaben (Neu-/Ausbau, Erneuerung, Verstärkung oder Instandsetzung)
AWEL	- Revitalisierung des Vorfluters, in den ein Strassenabschnitt entwässert wird - Erkanntes Gewässerschutzdefizit: <ul style="list-style-type: none"> - Unzulässige Strassenentwässerung in einer Grundwasserschutzzone - Nichteinhalten von Zulässigkeitsbedingungen gemäss Entscheidmatrizen - Resultate Umweltbeobachtung AWEL - Erosionserscheinungen durch Einleitungen - Meldung / Reklamation Dritter (z.B. Fischerei)

Tabelle 2: mögliche Auslöser für eine Prüfung der Strassenentwässerung

4.2 Ablauf bei Auslösung durch das TBA

4.2.1 Ablauf der Planung

Der Ablauf zur Planung eines Strassenbauvorhabens (Fokus auf Strassenentwässerung) wird nachfolgend beschrieben und anschliessend in Abbildung 1: Ablauf bei Auslösung durch das TBA dargestellt.

- Der Bedarf an einem Neu-/Ausbau, einer Erneuerung, Verstärkung oder Instandsetzung wird vom Besteller bei der Projektportfoliosteuerung (PPS) gemeldet.
- Die PPS informiert alle Anlageneigner des TBA, inklusive die Fachstelle Strassenentwässerung des TBA sowie das AWEL.
- Die Fachstelle Strassenentwässerung prüft die Sachlage hinsichtlich Zulässigkeit gemäss Kapitel 6.2. Im Zweifelsfall wird die Abteilung Gewässerschutz, AWEL, beigezogen.
- Bzgl. der Unterhaltsprojekte treffen sich das TBA und das AWEL zwei Mal pro Jahr, um das Projektportfolio abzugleichen und zu vermeiden, dass notwendige Sanierungen nicht berücksichtigt werden.
- Aufgrund aller Bedarfsmeldungen und der Zulässigkeitsprüfung bildet die PPS in Zusammenarbeit mit dem Besteller und dem Ersteller ein Projekt. Daraus ergibt sich ein Projektauftrag.
- Im Rahmen der Projektierung wird die Beseitigungsart für das Strassenabwasser gemäss Kapitel 6 in Zusammenarbeit mit der Abteilung Gewässerschutz, AWEL, gewählt und in der Folge umgesetzt.
- Nach der Projektrealisierung führt das TBA im GIS den Zustand der Strassenentwässerung nach.

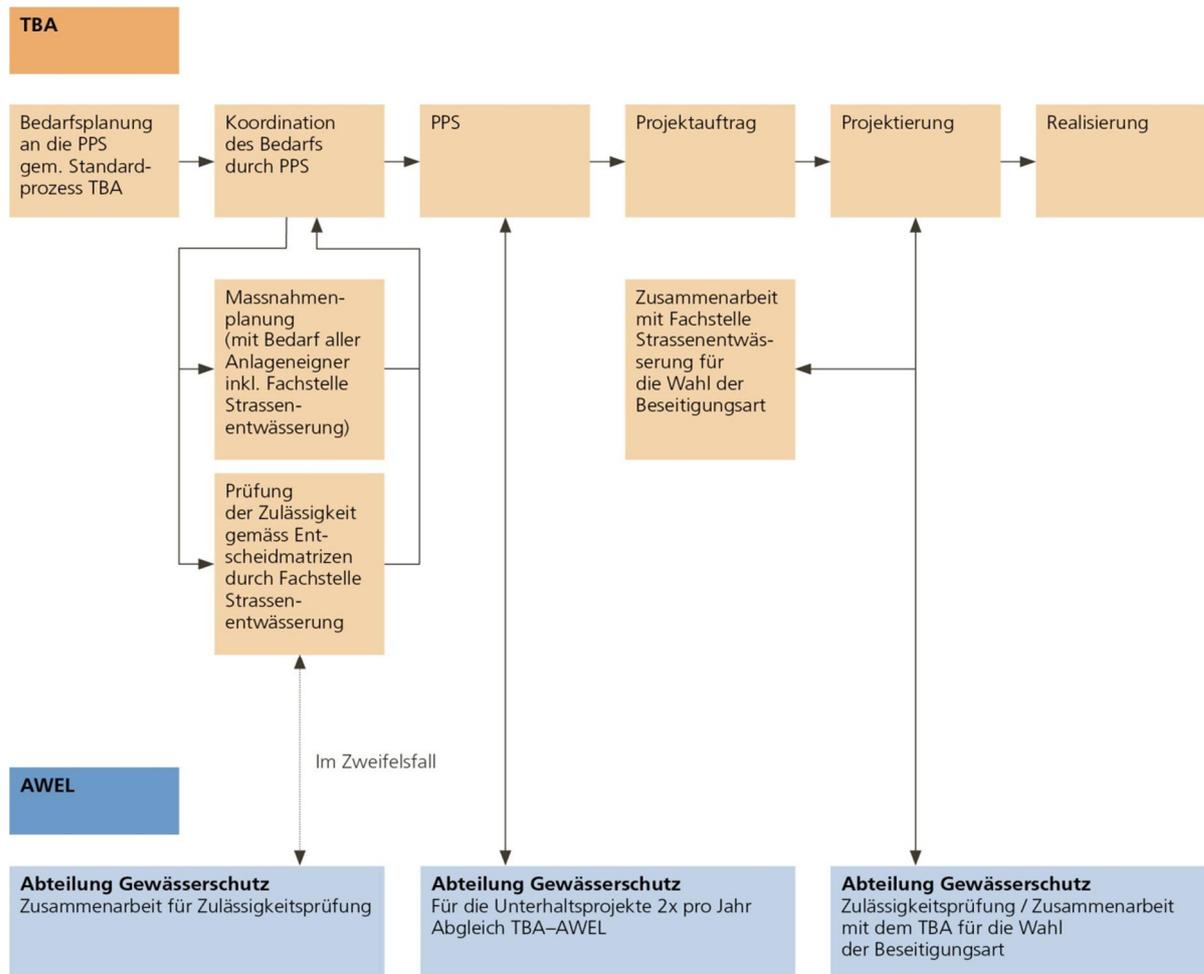


Abbildung 1: Ablauf bei Auslösung durch das TBA

4.2.2 Prüfung seitens TBA

Die Prüfpflicht für Strassenbauvorhaben bzgl. Strassenentwässerung durch das TBA ergibt sich gemäss folgender Tabelle.

Verkehrsbelastung	TBA			
	Neu-/ Ausbau der Strasse	Oberbauerneuerung (Ersatz Deck-, Binder-, Trag- und Foundationsschicht)	Baulicher Unterhalt (Ersatz Deck-, Binder-, und / oder Tragschicht)	Sanierungsbedarf Entwässerungsleitungen
DTV ≥ 14'000	Prüfung gemäss Entscheidungsdiagramm gleichzeitig mit Neubau	Prüfung gemäss Entscheidungsdiagramm gleichzeitig mit Sanierung	Prüfung gemäss Entscheidungsdiagramm gleichzeitig mit baulichem Unterhalt	Prüfung gemäss Entscheidungsdiagramm gleichzeitig mit baulichem Unterhalt
5'000 ≤ DTV < 14'000			Prüfung gemäss Entscheidungsdiagramm gleichzeitig mit baulichem Unterhalt	Prüfung gemäss Entscheidungsdiagramm gleichzeitig mit baulichem Unterhalt
DTV < 5'000			Keine Prüfpflicht ¹	Keine Prüfpflicht ¹

Tabelle 3: Prüfpflicht bzgl. der Strassenentwässerung

¹ Ausnahme: Strassenabschnitte in einer Grundwasserschutzzone oder einem -areal, entlang der Töss und am Ufer des Zürichsees

4.3 Ablauf bei Auslösung durch das AWEL

4.3.1 Ablauf der Planung

Der Ablauf der Planung bei einem Auslöser durch das AWEL ist unten beschrieben und in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

- Die Notwendigkeit für einen Neu-/Ausbau, eine Erneuerung, Verstärkung oder Instandsetzung der Strassenentwässerung eines Strassenabschnitts wird von der Abteilung Gewässerschutz, AWEL, in den folgenden beiden Fällen geprüft:
 - bei einem Revitalisierungsprojekt
 - bei erkanntem Gewässerschutzdefizit aus der Sicht der Zulässigkeit gemäss Kapitel 6.2.
- Falls die aktuelle Strassenentwässerung unzulässig ist, ergibt sich ein Sanierungsbedarf, den das AWEL der PPS, TBA, meldet. Die PPS wird alle Anlageneigner zur Stellungnahme bitten, um entscheiden zu können, ob und wann ein Projekt gebildet wird.
- Im Fall eines Revitalisierungsprojekts erfolgt die Planung der Revitalisierung koordiniert mit der Prüfung der Entwässerung der betroffenen Strassenabschnitte.
- Im Fall eines positiven Entscheids ergibt sich ein Projektauftrag (weitere Planung durch TBA).
- Im Rahmen der Projektierung wird die Beseitigungsart für das Strassenabwasser gemäss Kapitel 6 in Zusammenarbeit mit der Abteilung Gewässerschutz gewählt.
- Bei einem negativen Entscheid wird die Abteilung Gewässerschutz, AWEL, informiert und eine gemeinsame Lösung gesucht. Sofern die Massnahme nicht zeitnah umgesetzt werden kann, wird sie in einer Defizitliste erfasst, um eine Berücksichtigung zu einem späteren Zeitpunkt zu ermöglichen.

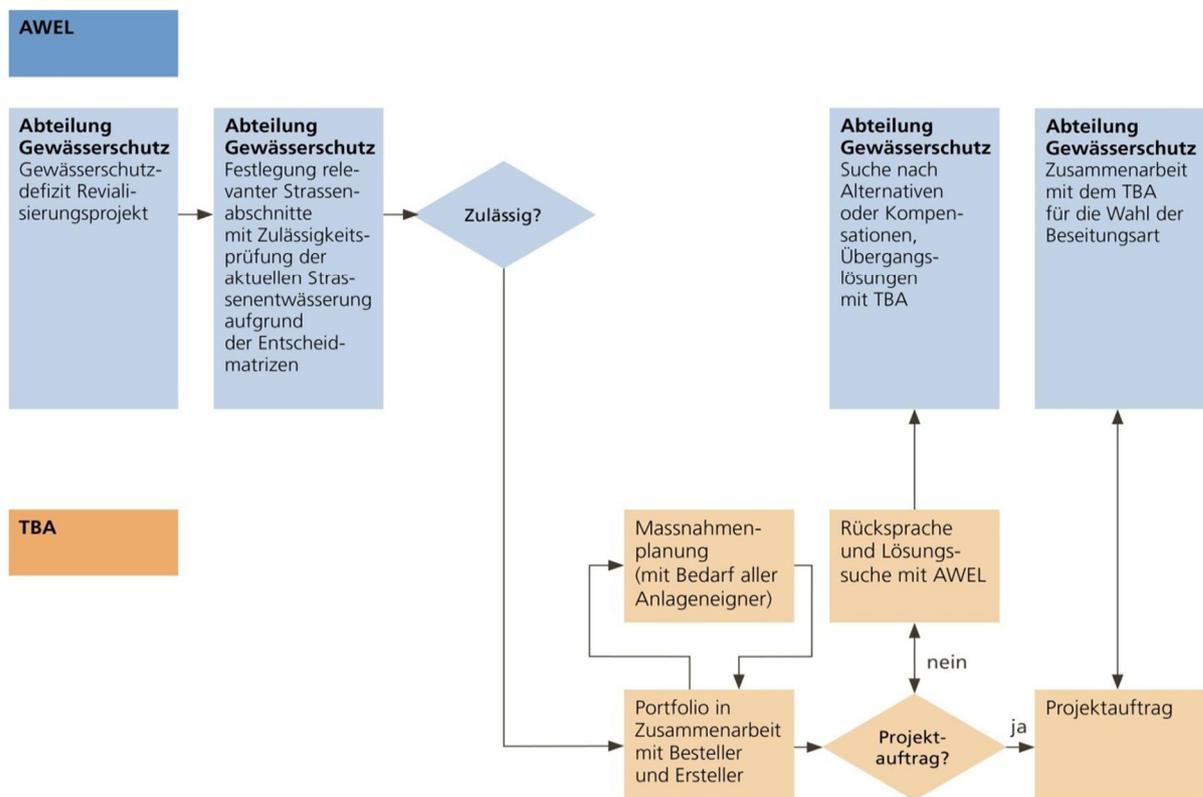


Abbildung 2: Ablauf bei Auslösung durch das AWEL

4.3.2 Prüfung seitens AWEL

Die folgende Tabelle zeigt die möglichen Auslöser und die Prüfpflicht seitens AWEL.

Verkehrsbelastung	AWEL	
	Revitalisierungsprojekt	Gewässerschutzdefizit
DTV \geq 14'000	Prüfung der Strassenabschnitte im Einzugsgebiet des Revitalisierungsprojekts sobald Projekt bekannt	Prüfung der Strassenabschnitte im Einzugsgebiet der betroffenen Gewässer sobald Defizit bekannt
5'000 \leq DTV < 14'000		
DTV < 5'000		

Tabelle 4: Prüfung der Strassenentwässerung eines Strassenabschnittes (AWEL)

Auslöser Revitalisierungsprojekt:

Die im Rahmen des Revitalisierungsprogramms priorisierten Gewässerabschnitte werden bereits frühzeitig zwischen der Abteilung Wasserbau, AWEL und dem TBA gemeinsam bearbeitet, um möglichst effektiv und effizient kombinierte Projekte (Revitalisierung und Sanierung der Strassenentwässerung) zu erzeugen.

Die Abteilung Wasserbau, AWEL, meldet der Abteilung Gewässerschutz, AWEL, die zu revitalisierenden Gewässerabschnitte.

Auslöser Gewässerschutzdefizit:

Ein Gewässerschutzdefizit ergibt sich aufgrund der folgenden Erkenntnisse:

- Die Strassenentwässerung in einer Grundwasserschutzzone ist unzulässig gemäss Kapitel 6.2.
- Die Zulässigkeitsbedingungen der Strassenentwässerung gemäss den Entscheidungsmatrizen (Kapitel 6.2) sind nicht eingehalten².
- Resultate der Überwachung der Fliessgewässer im Kanton Zürich zeigen eine Gewässerverschmutzung durch eingeleitetes Strassenabwasser.
- Erosionserscheinungen durch Einleitungen werden beobachtet.
- Es erfolgt die Meldung einer Verschmutzung durch Dritte (Fischerei, Naturschutz, Landwirtschaft, andere), welche auf die Strassenentwässerung zurückgeführt werden kann.

² Die Einhaltung der Zulässigkeitsbedingungen wird aufgrund der aktuellsten DTV-Werte geprüft. Das AWEL erhält vom TBA im regelmässigen Abstand die aktualisierten DTV-Werte.

5 Sanierungsprioritäten

Für Vorhaben, welche im Rahmen des unter Kapitel 4.2 skizzierten Ablaufs für einen Neu-/Ausbau, Erneuerung, Verstärkung oder Instandsetzung durch das TBA ausgelöst werden, erfolgt die Prüfung der Strassenentwässerung während der Massnahmenplanung. Die Massnahmenplanung beinhaltet automatisch eine Priorisierung der Sanierung der Strassen und damit gleichzeitig verbunden auch der Strassenentwässerung. Die Projektierung und Realisierung von Massnahmen an der Strassenentwässerung erfolgen je nach Prüfungsergebnis.

Falls die Prüfung der Strassenentwässerung durch das AWEL aufgrund eines Revitalisierungsprojekts oder eines Gewässerschutzdefizites erfolgt ist, muss eine Priorisierung der Sanierungsmassnahmen entsprechend nachfolgender Tabelle erfolgen, damit das TBA die notwendigen Massnahmen in einem angemessenen zeitlichen Rahmen berücksichtigt.

Verkehrsbelastung	TBA				AWEL	
	Neu-/Ausbau der Strasse	Oberbauerneuerung	Baulicher Unterhalt		Revitalisierungsprojekt	Gewässerschutzdefizit
			Sanierungsbedarf Entwässerungsleitungen	ohne Sanierungsbedarf Entwässerungsleitungen		
DTV \geq 14'000	Ausführung je nach Ergebnis der Prüfung				Projekte zur Defizitbehebung zu koordinieren. Sanierungspriorität im Einzelfall mit TBA festlegen.	Sanierungspriorität 1
5'000 \leq DTV < 14'000						Sanierungspriorität 2
DTV < 5'000						Sanierungspriorität 3

Legende:

- Sanierungspriorität 1: Das Projekt ist in die mittelfristige Strassenbauplanung (5-10 J.) aufzunehmen.
- Sanierungspriorität 2: Das Projekt ist in die langfristige Strassenbauplanung (10-20 J.) aufzunehmen.
- Sanierungspriorität 3: Das Projekt ist in die Defizitliste aufzunehmen und bei Gelegenheit einer Sanierung zuzuführen.

Tabelle 5: Prioritäten für die Sanierung der Strassenabwasserentwässerung

Die Darstellung der Sanierungsprioritäten für die Bereinigung mit dem TBA und die anschliessende koordinierte Projektgenerierung erfolgt im Dokument „Handlungsbedarf“, Teil 3 der Strategie Strassenentwässerung.

6 Wahl der Beseitigungsart

Die Beseitigungsart des Strassenabwassers wird durch das TBA während der Projektierungsphase geprüft und definiert. Dies erfolgt in engem Austausch mit dem AWEL.

Dabei gilt die folgende Priorisierung:

1. Priorität: Versickerung (wo möglich dezentral über die Schulter ohne Behandlungsanlage, ansonsten zentral mit Behandlungsanlage).
2. Priorität: Einleitung in oberirdische Gewässer mit/ohne Behandlung und/oder Retention.
3. Priorität: Einleitung in die öffentliche Mischwasserkanalisation ohne Behandlung mit/ohne Retention-

In Anhang 9.1 ist das im Kanton Zürich gültige Vorgehen für die Wahl der Beseitigungsart dargestellt.

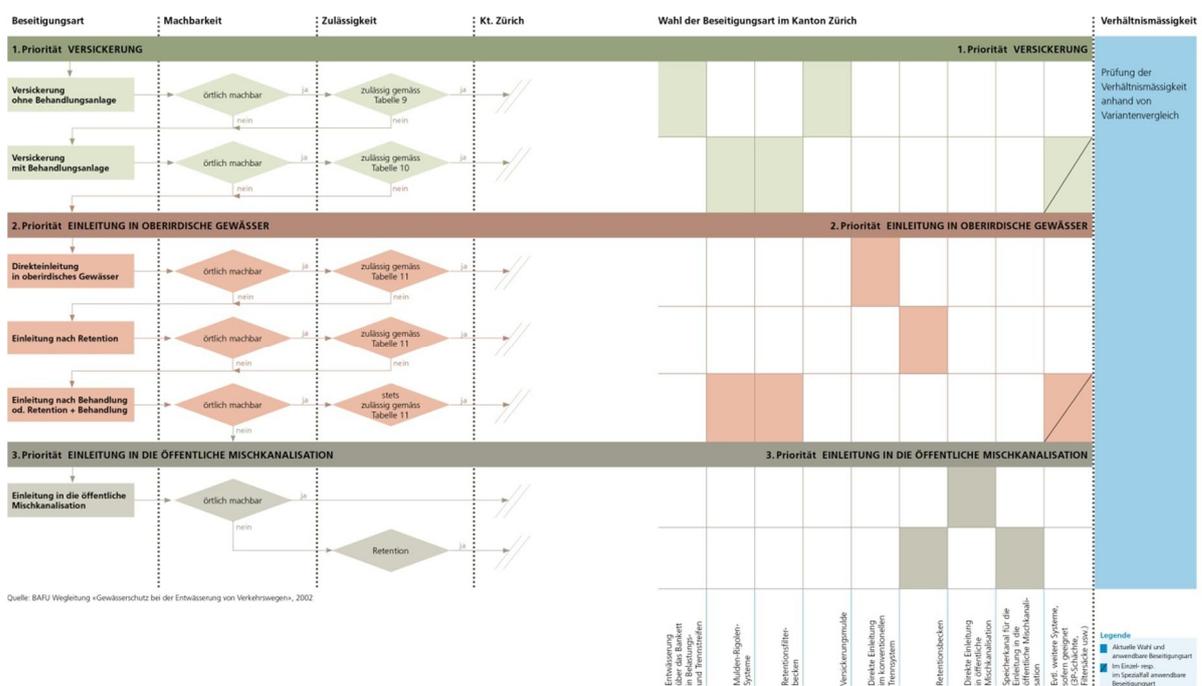


Abbildung 3: Entscheidungsdiagramm Beseitigungsart³

Für jede Beseitigungsart müssen in einem ersten Schritt die örtliche Machbarkeit, dann die Zulässigkeit der Beseitigungsart und letztendlich die Verhältnismässigkeit (u.a. Kosten/Nutzen) geprüft werden.

³ Quelle für Ablaufdiagramm: [2] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Wegleitung Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen, Vollzug Umwelt, Bern, 2002

6.1 Machbarkeitsprüfung

Die örtliche Machbarkeit ist für jede Beseitigungsart aufgrund der folgenden zwei Faktoren zu prüfen:

- Hydrogeologische Mindestanforderungen (relevant nur bei Versickerung)
- Räumlich-topographische Faktoren

Nachfolgend werden die obigen Faktoren im Detail beschrieben. Im Anhang 9.1 befindet sich das Entscheidungsdiagramm, aus dem die für die jeweilige Beseitigungsart spezifisch relevanten Faktoren hervorgehen, welche bei der örtlichen Machbarkeitsprüfung zu beachten sind.

6.1.1 Hydrogeologische Mindestanforderungen

Für eine Versickerung müssen gewisse hydrogeologische Mindestanforderungen erfüllt sein [2]. Neben der Wassermenge sind im Rahmen der lokalen Machbarkeit deshalb folgende Parameter abzuschätzen:

- Sickerfähigkeit des Untergrundes bzw. des Bodens (spezifische Sickerleistung)
- Mächtigkeit von schlecht durchlässigen Deckschichten
- Lage des Grundwasserspiegels bei einem 10-jährlichem Hochwasserstand (HW_{10})

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 Sickersversuche und Sondierungen ermittelt. In der Grundwasserkarte des Kantons Zürich (Hochwasserstandskarte) ist der höchste Grundwasserspiegel dargestellt. Der 10-jährliche Hochwasserstand kann aus der Grundwasserkarte (evtl. aus den kommunalen Versickerungskarten) abgeleitet oder von vorhandenen Spiegelmessungen extrapoliert werden.

6.1.2 Räumlich-topographische Faktoren

Um die Machbarkeit einer Entwässerungsart zu beurteilen, müssen auch die räumlichen und topographischen Gegebenheiten untersucht werden [2]. Im Vordergrund stehen folgende Faktoren:

Faktoren	Erläuterungen										
Platzverhältnisse für Anlagen, insbesondere Flächenbedarf	<p>Bei der oberflächlichen Versickerung hängt der Flächenbedarf von der Durchlässigkeit des Bodens und des Untergrundes (spezifische Sickerleistung) sowie den Mengen an Verkehrswegeabwasser ab.</p> <p>Im Einzelfall muss auch der Platzbedarf für allfällige Versickerungs-, Behandlungs- und Retentionsanlagen ermittelt werden.</p> <p>Die minimale Breite des Belastungsstreifens ist in Abhängigkeit von der Anzahl Fahrzeuge auf dem Strassenabschnitt unterschiedlich:</p> <table border="1" data-bbox="571 703 1441 864"> <thead> <tr> <th>Strasstyp</th> <th>Breite ab Fahrbahnrand (links und rechts)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Autobahn</td> <td>6m</td> </tr> <tr> <td>Strassen > 20'000 Fz</td> <td>3 m</td> </tr> <tr> <td>Strassen > 10'000 Fz</td> <td>1.5 m</td> </tr> <tr> <td>Strassen > 2'000 Fz</td> <td>1 m</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabelle 6: Breite des Belastungsstreifens gemäss VSA [3]</p> <p>Da ein grosser Anteil des Strassenabwassers verweht und somit die Schadstoffe verfrachtet werden, sind im Belastungsstreifen für den Bodenaufbau dieselben Anforderungen wie für eine Versickerung zu erfüllen.</p>	Strasstyp	Breite ab Fahrbahnrand (links und rechts)	Autobahn	6m	Strassen > 20'000 Fz	3 m	Strassen > 10'000 Fz	1.5 m	Strassen > 2'000 Fz	1 m
Strasstyp	Breite ab Fahrbahnrand (links und rechts)										
Autobahn	6m										
Strassen > 20'000 Fz	3 m										
Strassen > 10'000 Fz	1.5 m										
Strassen > 2'000 Fz	1 m										
Topographische Verhältnisse	<p>Der Standort für eine Anlage soll am tiefsten Punkt des Geländes liegen, um zusätzlich benötigte Pumpenenergie zu vermeiden.</p>										
Raumplanerische Rahmenbedingungen (Zonen, Siedlungsgebiete)	<p>Überprüfung der Zonenzuteilung. Im Siedlungsgebiet kann eine Versickerung oder die Erstellung von Behandlungs- oder Retentionsanlagen problematisch sein.</p>										
Gestaltung des Verkehrsweges	<p>In längeren Einschnitten oder Tunnels ist beispielsweise die flächenförmige, dezentrale Versickerung nicht machbar.</p>										
Nachbarrechtliche Situation	<p>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.</p>										
Bodenverhältnisse und Fruchtfolgeflächen	<p>Falls Strassenabwasserbehandlungsanlagen erforderlich sind, bilden die Bodenverhältnisse und Fruchtfolgeflächen 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 [10]. Das Amt für Landschaft und Natur (ALN) prüft im Einzelfall bzw. bei Bedarf, ob Standorte im Wald in Frage kommen und nimmt eine Schutzgüterabwägung vor ([8] und [9]).</p>										

Faktoren	Erläuterungen
Baulinien, Natur- und Landschaftsschutz (Einordnung der Anlage in Umgebung)	Verkehrsbaulinien dienen der Raumsicherung für ausgebaute, auszubauende und geplante Strassen. Die Raumsicherung umfasst neben Strassen auch Radfahreranlagen, Wege und Plätze sowie das sogenannte Vorgartengebiet. Die Baulinien sind daher bei der Prüfung der örtlichen Machbarkeit zu berücksichtigen und die Aktualität der Baulinien in der amtlichen Vermessung und im Kataster zu prüfen [11]. Berücksichtigung der Anforderungen der Natur- und Heimatschutzverordnungen
Archäologie	Berücksichtigung der Anforderungen der Archäologie.
Altlasten	Insbesondere bei einer Versickerung muss die Altlastensituation geprüft und berücksichtigt werden.
Hochwassersicherheit	Bei der Einleitung in Oberflächengewässer ist zusätzlich 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 die Entlastungsbauwerke, Regenbecken und ARA zu überprüfen.

Tabelle 7: Faktoren der Machbarkeitsprüfung

6.2 Zulässigkeitsprüfung

Ob eine Beseitigungsart zulässig ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Die Schadstoffbelastung des Strassenabwassers und die Nutzung der Gewässer (Trinkwasser mit entsprechenden Schutzzonen, Fischgewässer, Freizeitnutzung etc.) sind Faktoren, die sowohl für eine Versickerung als auch für die Einleitung in oberirdische Gewässer zu berücksichtigen sind.
- Die Vulnerabilität des Grundwassers ist bei der Zulässigkeitsprüfung einer Versickerung zu berücksichtigen.
- Die hydraulische Belastung der oberirdischen Gewässer ist bei einer Einleitung direkt in ein Gewässer relevant.

6.2.1 Schadstoffbelastung des Strassenabwassers

Die Belastung eines Strassenabschnitts kann gemäss [2] auf Basis der folgenden Faktoren abgeschätzt werden:

- Verkehrsaufkommen
- Verkehrsverhalten und –zusammensetzung (Anteil Güterverkehr, Ortsverkehr, Steigung)
- Strassenunterhalt / -reinigung

Zur Vereinfachung der Analyse hat der Kanton Zürich entschieden, die Schadstoffbelastung nur aufgrund des Verkehrsaufkommens zu ermitteln. Dieses wird aufgrund des DTV (durchschnittlicher täglicher Verkehr) beurteilt. Der Einfluss von Verkehrszusammensetzung, Steigung sowie Strassenunterhalt und –reinigung wird nicht berücksichtigt.

Bei der Beurteilung werden folgenden Schwellenwerte festgelegt:

DTV [Fahrzeuge/Tag]	Klassierung der Belastung
$DTV \geq 14'000$	Hoch
$5'000 \leq DTV < 14'000$	Mittel
$DTV < 5'000$	Gering

Tabelle 8: Belastungsklasse abhängig von DTV

6.2.2 Zulässigkeit einer Versickerung

Die Zulässigkeit einer Versickerung wird aufgrund der Schadstoffbelastung des Strassenabwassers, der Vulnerabilität des Grundwassers sowie den Gewässerschutzbereichen bzw. den Grundwasserschutzzonen und -arealen ermittelt.

Die Vulnerabilität des Grundwassers wird aufgrund der folgenden Faktoren bewertet:

- Aufbau des nicht wassergesättigten Untergrundes
- Bodenaufbau (Mächtigkeit Oberboden / Unterboden)

Die Zulässigkeit der Versickerung vom Strassenabwasser unterscheidet sich, je nachdem ob er sich um natürlichen, unveränderten Boden (ohne Veränderung des Bodenaufbaus) oder um einen künstlich aufgebauten Boden handelt.

Die folgende Tabelle zeigt die Zulässigkeit einer Versickerung im **natürlichen, unveränderten Boden** in Abhängigkeit der Schadstoffbelastung, des Gewässerschutzbereichs, der Grundwasserschutzzone und des Grundwasserschutzareals, des Untergrundes und des Bodenaufbaus.

Schadstoffbelastung	Gewässerschutzbereich "Übrige Bereiche"	Gewässerschutzbereich A_u		Grundwasserschutzzone	Grundwasserschutzareal
		Untergrund feinkörnig	Untergrund grobkörnig		
$DTV \geq 14'000$	Zulässig bei minimalem Bodenaufbau (10/20)	Zulässig bei mittlerem Bodenaufbau (20/30)	Zulässig bei optimalem Bodenaufbau (30/70)	Nicht zulässig.	Grundsätzlich nicht zulässig. Sanierungsfall ist mit dem AWEL abzuklären.
$5'000 \leq DTV < 14'000$	Zulässig bei minimalem Bodenaufbau (10/20)	Zulässig bei minimalem Bodenaufbau (10/20)	Zulässig bei mittlerem Bodenaufbau (20/30)	(Zulässigkeit für bestehende Strassen muss im Einzelfall mit dem AWEL geprüft werden)	
$DTV < 5'000$	Zulässig bei minimalem Bodenaufbau (10/20)	Zulässig bei minimalem Bodenaufbau (10/20)	Zulässig bei mittlerem Bodenaufbau (20/30)		

Legende:

- (10/20): 10 cm Oberboden, 20 cm Unterboden
- (20/30): 20 cm Oberboden, 30 cm Unterboden
- (30/70): 30 cm Oberboden, 70 cm Unterboden

Tabelle 9: Zulässigkeit einer Versickerung im natürlichen, unveränderten Boden⁴

⁴ D.h. ohne Veränderung des Bodenaufbaus

Falls eine Versickerung im natürlichen, unveränderten Boden unzulässig ist, kommen Behandlungsanlagen in Frage.

Die folgende Tabelle zeigt die Anforderungen an einen **künstlichen** Bodenaufbau.

Schadstoffbelastung	Gewässerschutzbereich "Übrige Bereiche"	Gewässerschutzbereich A _u				Grundwasserschutzzone	
		Untergrund feinkörnig		Untergrund grobkörnig			
		Böschungeneigung < 2:5	Böschungeneigung > 2:5	Böschungeneigung < 2:5	Böschungeneigung > 2:5		
hoch (DTV ≥ 14'000)	Zulässig mit 20 cm Oberboden	Zulässig mit Bodenaufbau (20/30)	Böschungslänge < 5m: 30 cm Oberboden und am Böschungsfuss 2-schichtiger Bodenaufbau (20/30)	Zulässig mit Bodenaufbau (30/70)	Böschungslänge < 5m: 30 cm Oberboden und am Böschungsfuss 2-schichtiger Bodenaufbau (30/70)	Nicht zulässig (Bestehende Strassen sind mit dem AWEL abzuklären)	
			Böschungslänge > 5 m: 1-schichtig 30 cm Oberboden		Böschungslänge > 5 m: 1-schichtig 30 cm Oberboden		
Zulässig mit Bodenaufbau (10/20)		Böschungslänge < 5m: 30 cm Oberboden und am Böschungsfuss 2-schichtiger Bodenaufbau (10/20)	Zulässig mit Bodenaufbau (20/30)	Böschungslänge < 5m: 30 cm Oberboden und am Böschungsfuss 2-schichtiger Bodenaufbau (20/30)			
		Böschungslänge > 5 m: 1-schichtig mit 30 cm Oberboden		Böschungslänge > 5 m: 1-schichtig mit 30 cm Oberboden			
gering (DTV < 5'000)			Zulässig mit 30 cm Oberboden		Zulässig mit 30 cm Oberboden		

Legende:

- (10/20): 10 cm Oberboden, 20 cm Unterboden
- (20/30): 20 cm Oberboden, 30 cm Unterboden
- (30/70): 30 cm Oberboden, 70 cm Unterboden
- Unterboden kann auch durch Oberboden ersetzt werden
- Ausbildung: siehe Teil 2, Projektierung und Ausführung von Gewässerschutzmassnahmen

Tabelle 10: Zulässigkeit einer Versickerung über einen künstlichen aufgebauten Boden

Gewässerschutzbereich „Übrige Bereiche“

Im Kanton Zürich ist der Aufbau des nicht wassergesättigten Untergrundes meistens feinkörnig. Zudem spielen im Kanton Zürich die geklüfteten und verkarsteten Gesteine nur eine untergeordnete Rolle.

Dies bedeutet, dass eine diffuse Versickerung in den übrigen Bereichen bei minimalem Bodenaufbau (10 cm Oberbodenmächtigkeit / 20 cm Unterbodenmächtigkeit) zulässig ist.

Gewässerschutzbereich „A_u“

In den Bereichen A_u im Kanton Zürich ist der nicht wassergesättigte Untergrund sehr unterschiedlich aufgebaut. Z.B. ist entlang der Töss an gewissen Orten der Untergrund feinkörnig und an anderen Orten grobkörnig. Daraus ergibt sich, dass das Vorgehen in den Bereichen A_u nur vereinfacht werden darf, wenn man davon ausgeht, dass der Untergrund grundsätzlich grobkörnig ist. Für die Bereiche A_u gibt es daher zwei mögliche Vorgehensweisen:

- 1. Methode: Eine Vereinfachung mit der Annahme, dass der Untergrund überall grobkörnig ist. In diesem Fall ist im Bereich A_u mit einer geringen und mittleren Schadstoffbelastung nur bei einem mittleren Bodenaufbau (mindestens 20 cm Oberbodenmächtigkeit / 30 cm Unterbodenmächtigkeit) eine Versickerung zulässig. Bei einer hohen Schadstoffbelastung darf nur bei einem optimalen Bodenaufbau (30 cm Oberbodenmächtigkeit / 70 cm Unterbodenmächtigkeit) versickert werden. Mit dieser Vereinfachung müssen keine zusätzlichen geologischen Untersuchungen (Sondierungen) durchgeführt werden.
- 2. Methode (gemäss BAFU Wegleitung [2]): Anhand von vorhandenen Informationen oder von Baugrundsondierungen muss der Aufbau des Untergrundes eruiert werden; dann kann der erforderliche Bodenaufbau ermittelt werden.

Grundwasserschutzzonen und –areale

Es ist grundsätzlich nicht zulässig, Strassenabwasser in Grundwasserschutzzonen und –arealen zu versickern.

Der Einsatz von Mulden-Rigolen-Systemen ist in Grundwasserschutzzonen und –arealen nicht zulässig.

Die Ableitung von Strassenabwasser in Schutzzonen S2 muss in Doppelrohren erfolgen.

Bei der Erstellung neuer Strassen ist eine dichte, vom Sickerleitungssystem unabhängige Strassenentwässerung zu erstellen.

Bei bereits bestehenden Strassen innerhalb von Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzarealen ist jeder Einzelfall mit dem AWEL abzuklären.

6.2.3 Zulässigkeit einer Einleitung in oberirdische Gewässer

Die Zulässigkeit einer Einleitung in oberirdische Gewässer wird aufgrund der Schadstoffbelastung des Strassenabwassers sowie der hydraulischen Belastung, des Zustands und der Nutzung der Gewässer ermittelt.

Die folgende Tabelle zeigt die Zulässigkeit einer Einleitung.

Schadstoffbelastung	Fliessgewässer ⁵		stehendes Gewässer		Spezialfälle
	„Übrige Bereiche“	Gewässerschutzbereich A ₀	„Übrige Bereiche“	Gewässerschutzbereich A ₀	Töss ⁶ Zürichsee ⁷
hoch (DTV ≥ 14'000)	Behandlung	Behandlung	Behandlung	Behandlung	Behandlung
mittel⁸ (5'000 ≤ DTV < 14'000)	Zulässig ohne Behandlung	Behandlung	Zulässig ohne Behandlung	Behandlung	Behandlung
gering (DTV < 5'000)	Zulässig ohne Behandlung	im Einzelfall mit dem AWEL abzuklären	Zulässig ohne Behandlung	im Einzelfall mit dem AWEL abzuklären	im Einzelfall mit dem AWEL abzuklären

Tabelle 11: Zulässigkeit einer Einleitung in oberirdische Gewässer

6.2.3.1 Retentionsanforderungen bei Fliessgewässern

Die zulässige hydraulische Belastung der Fliessgewässer im Kanton Zürich wird aufgrund der Eigenschaften der Fliessgewässer ermittelt.

Um die zulässige Einleitmenge von Strassenabwasser zu ermitteln, ist die Berücksichtigung des Einzugsgebiets des Vorfluters zentral. Das AWEL hat den mittleren jährlichen Abfluss (MQ) gemäss Deutscher Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall [13] die jährliche Hochwassermenge des Gewässers (HQ1) gemäss Bayern [12] für die Schweiz angewendet und ist zu der Schlussfolgerung gekommen, dass eine Retention gegen hydraulischen Stress im Gewässer erforderlich ist, wenn die Einleitmenge des Strassenabwassers über einen Gewässerabschnitt von 1000 mal die Wasserspiegelbreite bei Mittelwasser folgende Werte überschreitet (für Erläuterungen, siehe Bericht Handlungsbedarf beim Gewässerschutz an Staatstrassen [7]):

- sandige Bachsohle: > 90 l / s x km² Bacheinzugsgebiet am Einleitungsstandort
- kiesige Bachsohle: > 150 l / s x km² Bacheinzugsgebiet am Einleitungsstandort

⁵ Retention gegen hydraulischen Stress im Gewässer ist je nach Eigenschaften der Fliessgewässer erforderlich, wenn die Einleitmenge des Strassenabwassers über einen Gewässerabschnitt von 1000 mal die Wasserspiegelbreite bei Mittelwasser folgende Werte überschreitet:

a) sandige Bachsohle: > 90 l / s x km² Bacheinzugsgebiet am Einleitungsstandort

b) kiesige Bachsohle: > 150 l / s x km² Bacheinzugsgebiet am Einleitungsstandort

⁶ Keine direkte Versickerung über das Flussbett in den Untergrund

⁷ Trinkwasserspeicher

⁸ Wenn der DTV heute über 11'000 Fahrzeuge pro Tag beträgt, muss die Behandlung unter Berücksichtigung der Verkehrsentwicklung diskutiert werden.

Die Abschätzung des eingetragenen Strassenabwassers (Q_e) an der Einleitstelle wird wie folgt berechnet:

$$Q_e = \text{Strassenfläche} * \text{Regenspende}$$

Für die Abschätzung der Regenspende wird von einem 1-jährlichen 15min andauernden Regenereignis ausgegangen, gemittelt über die Gebiete Mittelland und Voralpen (gemäss Norm SN 640350 [5]). Die einmal pro Jahr wiederkehrende Periode entspricht dabei der Wegleitung BAFU [2] und die Regendauer ungefähr der Zeit, die das Wasser bis zum Vorfluter braucht.

6.2.3.2 Behandlungsanforderungen bei Fließgewässern und stehenden Gewässern

Gewässerschutzbereich „Übrige Bereiche“

Für hohe Schadstoffbelastungen (vgl. Tabelle 8) ist eine Behandlung notwendig, bei mittlerer und geringer Belastung nicht.

Gewässerschutzbereich A_0 , besondere Nutzung

Im Gewässerschutzbereich A_0 sind Einleitungen in der Regel nur zulässig, wenn zuvor eine Behandlung erfolgte. Bei einem DTV unter 5'000 Fahrzeuge muss jeder Fall mit dem AWEL abgeklärt werden, um zu beurteilen, ob eine direkte Einleitung ohne Behandlung zulässig ist.

Spezialfälle

Entlang der Töss

Die Töss liegt grösstenteils im Gewässerschutzbereich A_0 . Das Wasser der Töss infiltriert sehr schnell direkt ins Grundwasser, so dass die Töss zeitweise trocken fällt. Es ist daher grundsätzlich nicht zulässig, ohne Behandlungsanlage Strassenabwasser in die Töss einzuleiten. Da der Grundwasserstrom der Töss zur Trinkwassergewinnung genutzt wird, muss bei Abweichungen jeder Fall individuell mit dem AWEL abgeklärt werden.

Zürichsee

Der Zürichsee (umgeben vom Gewässerschutzbereich A_0) ist zwar mit keinem nutzbaren Grundwasser direkt verbunden, stellt aber das wichtigste Reservoir zur Trinkwassergewinnung (Seewasserwerke) dar. Die Ergebnisse des Berichtes vom AWEL zur Belastung des Zürichsees durch die Strassenentwässerung [6] haben gezeigt, dass durch die Einleitung von Strassenabwasser in den Zürichsee bei den bereits heute bestehenden rund 350 Einleitstellen lokale Beeinträchtigungen sowohl des Sediments als auch der Wasserqualität stattfinden. Aus diesen Gründen soll am Zürichsee grundsätzlich kein Strassenabwasser ohne Behandlungsanlage eingeleitet werden. Die Behandlungsanlagen richten sich nach den Kriterien beste verfügbare und wirtschaftliche Technik. Die anzustrebenden Lösungen sind mit dem AWEL zu besprechen.

Andere Seen

Bei den übrigen Seen im Kanton Zürich sind nur die Bereiche in der Nähe von Badeanlagen als Gewässerschutzbereich A_0 ausgeschieden. In diesen Bereichen ist es nicht zulässig, Strassenabwasser ohne Behandlungsanlage einzuleiten. Bei Abweichungen muss jeder Fall individuell mit dem AWEL abgeklärt werden.

6.3 Verhältnismässigkeit der Abwasserbeseitigung

Es ist nicht auszuschliessen, dass in besonderen Fällen trotz erfolgter Prüfung auf Machbarkeit und Zulässigkeit aus Kostengründen eine andere Beseitigungsart in Erwägung zu ziehen ist.

Hierbei spielt die Länge des zu sanierenden / entwässernden Strassenabschnittes eine entscheidende Rolle und ist bei der Standortwahl und der Beseitigungsart zu berücksichtigen. Ebenfalls ist die Möglichkeit, Strassenabschnitte zusammenzufassen, zu prüfen.

In solchen Fällen ist eine enge Zusammenarbeit zwischen TBA und AWEL zur Lösungsfindung notwendig.

7 Strassenabwasserbehandlungsmassnahmen

In der folgenden Tabelle werden die möglichen Massnahmen zur Strassenentwässerung dargestellt. Die Massnahmen sind im Teil 2 der Strategie in Detail beschrieben.

Wahl der Beseitigungsart im Kanton Zürich									Verhältnismässigkeit
1. Priorität VERSICKERUNG									
									Prüfung der Verhältnismässigkeit anhand von Variantenvergleich
2. Priorität EINLEITUNG IN OBERIRDISCHE GEWÄSSER									
									Prüfung der Verhältnismässigkeit anhand von Variantenvergleich
3. Priorität EINLEITUNG IN DIE ÖFFENTLICHE MISCHKANALISATION									
									Prüfung der Verhältnismässigkeit anhand von Variantenvergleich

Entwässerung über das Bankett in Belastungs- und Trennstreifen	Mulden-Rigolen-Systeme	Retentionsfilterbecken	Versickerungsmulde	Direkte Einleitung im konventionellen Trennsystem	Retentionsbecken	Direkte Einleitung in öffentliche Mischkanalisation	Speicherkanal für die Einleitung in die öffentliche Mischkanalisation	Evtl. weitere Systeme, sofern geeignet (3P-Schächte, Filtersäcke usw.)
--	------------------------	------------------------	--------------------	---	------------------	---	---	--

Legende

- Aktuelle Wahl und anwendbare Beseitigungsart
- Im Einzel- resp. im Spezialfall anwendbare Beseitigungsart

Abbildung 4: Beseitigungsarten

8 Literaturverzeichnis

8.1 Mitgeltende Gesetze und Verordnungen

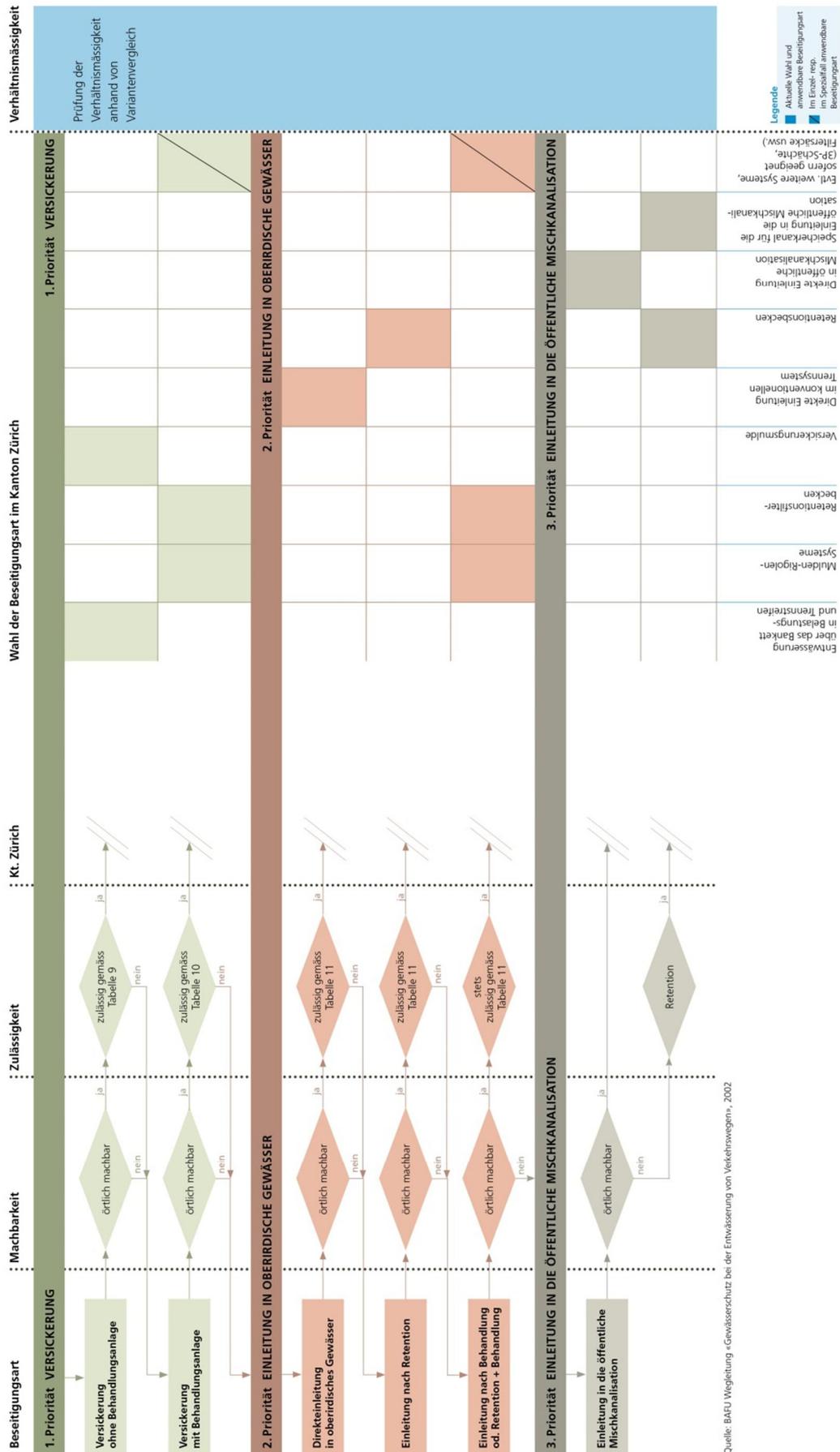
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer vom 24. Januar 1991 (Gewässerschutzgesetz) (SR 814.20) GSchG
- Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983 (Umweltschutzgesetz) (SR 814.01) USG
- Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (SR 814.201) GSchV
- Verordnung über den Schutz von Störfällen vom 27. Februar 1991 (Störfallverordnung) (SR 814.012) StfV
- Verordnung über Belastungen des Bodens vom 1. Juli 1998 (SR 814.12) VBBo

8.2 Literaturverzeichnis

- [1] Richtlinie Gewässerschutz an Strassen - Teil 2: Projektierung und Ausführung von Gewässerschutzmassnahmen, Kanton Zürich, BBS Ingenieure, 2012
- [2] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Wegleitung Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen, Vollzug Umwelt, Bern, 2002
- [3] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA, Regenwasserentsorgung, Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten, Zürich, 2002, Updates 2004 und 2008
- [4] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA, Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter (STORM), 2008
- [5] SN 640 350 Oberflächenentwässerung von Strasse; Regenintensitäten
- [6] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Baudirektion Kanton Zürich, Belastung des Zürichsees durch die Strassenentwässerung, 2009
- [7] Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Baudirektion Kanton Zürich, Grundlagen für die Zulässigkeitsprüfung der Einleitung in oberirdische Gewässer, 4. Entwurf, 2012
- [8] Amt für Landwirtschaft und Naturschutz und Amt für Raumentwicklung, Kanton Zürich, Merkblatt, Ressource Boden und Sachplan Fruchtfolgeflächen, Umsetzung in den Gemeinden
- [9] Amt für Landwirtschaft und Naturschutz und Amt für Raumentwicklung, Kanton Zürich, Ressource Boden und Sachplan Fruchtfolgeflächen, Weisung für kantonale Amtsstellen
- [10] Baudirektion Kanton Zürich, Richtlinien zur Beurteilung von Terrainveränderungen ausserhalb Bauzonen (Richtlinien Terrainveränderungen), Juli 2011
- [11] Regierungsratsbeschluss 39/2010 Baulinienrevision (Konzept Aufarbeitung und Bewirtschaftung; Finanzierung)
- [12] Untersuchungen an kleinen Fließgewässern über Auswirkungen von Regeneinleitungen aus Siedlungen, Informationsberichte Heft 1/04 des Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft (München, September 2004 – ISBN 3-9302 53-92-5).
- [13] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall) (Merkblatt ATV-DVWK M 153) Beurteilung einer Einleitung an der mittleren jährlichen Wasserführung (MQ) im Gewässer.

9 Anhänge und Checklisten

9.1 Entscheidungsdiagramm: Vorgehen bei der Wahl der Beseitigungsart



9.2 Begriffe

Begriff	Erläuterung
Abfluss	Wassermenge pro Zeiteinheit
A Horizont (Oberboden)	Obere Bodenschicht mit bis zu 30% organischer Substanz
Belastungsstreifen	Zu einer Strasse gehörender Grünstreifen längs der Strasse, der durch Schadstoffemissionen des Verkehrs belastet wird
B Horizont (Unterboden)	Untere Bodenschicht
Boden	Oberste unversiegelte Erdschicht aus verwitterten mineralischen Stoffen und organischen Bestandteilen, in der Pflanzen wachsen (A- und B-Horizont)
Defizitliste	Liste mit allen vom AWEL gemeldeten Sanierungsmassnahmen, die weder in die mittelfristige noch in die langfristige Planung des TBA aufgenommen werden können.
Fruchtfolgefläche (FFF)	Für die landwirtschaftliche Nutzung besonders gut geeignete, ackerfähige Kulturland: im Kanton Zürich sind es die Standorte der Nutzungseignungsklassen 1 bis 5.
HQ 1	Hochwasserabfluss eines Fliessgewässers mit Wiederkehrperiode von einem Jahr
Hydraulische Belastung	Störende Einwirkung von zufließendem Wasser auf die Sohle und Ufer von Gewässern
MQ	Mittlerer Abfluss eines Fliessgewässers
Nicht wassergesättigter Untergrund	Schicht zwischen dem Unterboden und dem wassergesättigten Untergrund (Grundwasser)
Öko-SABA	Sammelbegriff für Massnahmen, die auf einer Filtration mit natürlichem Material (Boden, Sand, Split, Kies) basieren und ohne Energieeinsatz funktionieren
Regenintensität	Regenmenge pro Zeiteinheit gemessen in mm/h
Retention	Zwischenspeicherung von Strassenabwasser, um einen nachfolgenden Vorfluter oder eine Reinigungsanlage hydraulisch nicht zu überlasten
Retentionsfilterbecken (RFB)	Anlage, welche der Versickerung oder Einleitung vorgeschaltet ist und primär eine Rückhalte- und Reinigungswirkung erzielen soll
Strassenabschnitt (SA)	Hier: bezüglich Strassenentwässerung gesamtheitlich zu betrachtendes Strassenstück
Techno-SABA	Sammelbegriff für Massnahmen die auf einer konventionellen ARA-Technik (Lamellen-, Partikelabscheider, Siebe, Stapelbecken, künstliche Absorber, Filterfliese, Membranfilter, usw.) basieren
Trennstreifen	Streifen zwischen Fahrstreifen
Versickerungsmulde	Mulde mit dem Ausbaustandard eines RFB, jedoch mit einer Versickerung in den Untergrund
Vulnerabilität des Grundwassers	Mass für die Empfindlichkeit eines Grundwasservorkommens bezüglich natürlicher oder anthropogener Verschmutzungen