

WEGLEITUNG

Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen



Bundesamt für
Umwelt, Wald und
Landschaft
BUWAL

WEGLEITUNG

Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen

**Herausgegeben vom Bundesamt
für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL
Bern, 2002**

Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BUWAL als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis ermöglichen. Das BUWAL veröffentlicht solche Vollzugshilfen (oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe "Vollzug Umwelt".

Die Vollzugshilfen gewährleisten einerseits ein grosses Mass an Rechtsgleichheit und Rechtssicherheit; andererseits ermöglichen sie im Einzelfall flexible und angepasste Lösungen. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen. Andere Lösungen sind nicht ausgeschlossen, gemäss Gerichtspraxis muss jedoch nachgewiesen werden, dass sie rechtskonform sind.

Herausgeber Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)
Abteilung Gewässerschutz und Fischerei,
Sektion Abwasser und Landwirtschaft

Autoren Ernst Basler + Partner AG
Ingenieurunternehmen
Zollikerstrasse 65
8702 Zollikon
Dr. A. Zysset, Dr. C. Hugli, R. Pfammatter

Begleitung BUWAL P. Michel, BUWAL
E. Studer, BUWAL

Gestaltung HP Hauser, AVD

Titelblatt BUWAL/Docuphot

Bezug Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Dokumentation
3003 Bern
Fax + 41 (0)31 324 02 16
E-Mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: <http://www.buwalshop.ch>

Bestellnummer VU-2310-D
© BUWAL 2002

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	
1.1	Ausgangslage	9
1.2	Zielsetzung der Wegleitung	9
1.2.1	Zweck	9
1.2.2	Adressat	9
1.3	Geltungsbereich und Abgrenzung	10
1.3.1	Zentrale Begriffe	10
1.3.2	Einordnung der Wegleitung	10
1.3.3	Abgrenzung der Wegleitung	12
1.4	Aufbau der Wegleitung	13
2	Rechtliche Grundlagen	
2.1	Grundlagen	15
2.2	Erläuterungen zu relevanten Artikeln	15
2.2.1	Grundsatz der Verkehrsabwasserbeseitigung	15
2.2.2	Beurteilung des Verkehrswegeabwassers	16
2.2.3	Versickerung von Verkehrswegeabwasser	17
2.2.4	Einleitung in Gewässer oder in die öffentliche Kanalisation	19
3	Planung der Abwasserbeseitigung	
3.1	Charakteristik des Verkehrswegeabwassers	21
3.1.1	Verfrachtungen	21
3.1.2	Relevante Stoffe im Verkehrswegeabwasser	21
3.2	Verfahren für die Wahl der Abwasserbeseitigung	23
3.2.1	Grundsätze	23
3.2.2	Vorgehen bei der Verfahrenswahl	24
3.3	Machbarkeitsprüfung der Abwasserbeseitigung	27
3.3.1	Hydrogeologische Faktoren	27
3.3.2	Räumlich-topographische Faktoren	27
3.4	Zulässigkeitsprüfung der Abwasserbeseitigung	29
3.4.1	Grundsätzliches	29
3.4.2	Belastung des Verkehrswegeabwassers	29
3.4.3	Vulnerabilität des Grundwassers	32
3.4.4	Belastung bei der Einleitung in oberirdische Gewässer	37
3.4.5	Zustand und Nutzung der betroffenen Gewässer	39
3.4.6	Zulässigkeitsprüfungen für Versickerung und Einleitung	39
3.4.7	Retentions- und Behandlungsanforderungen	42
3.5	Verhältnismässigkeit der Abwasserbeseitigung	43

4 Entwässerungselemente und Schutzmassnahmen

4.1	Funktionsweise der Entwässerungselemente	45
4.1.1	Beläge	45
4.1.2	Ableitung	46
4.1.3	Versickerung ohne Behandlungsanlage	46
4.1.4	Behandlungsanlagen	48
4.1.5	Retentionsanlagen	50
4.2	Schutzmassnahmen	51
4.2.1	Grundsatz	51
4.2.2	Technische Schutzmassnahmen	51
4.2.3	Organisatorische Schutzmassnahmen	52
	Weiterführende Literatur	53
	Glossar	55

Abstracts

Deutsch

Verschmutztes Abwasser ist zu behandeln, nicht verschmutztes Abwasser wenn immer möglich zu versickern. Bei Verkehrswegen stellt sich die Frage, wann abfließendes Niederschlagswasser als verschmutzt zu gelten hat und wie es in welchen Fällen zu beseitigen ist. Die Wegleitung soll im Sinne der geltenden Bundesvorschriften in der Gewässerschutzgesetzgebung bei dieser Entscheidungsfindung Unterstützung bieten. Ausgehend von der Analyse der relevanten rechtlichen Grundlagen wird aus Sicht des Gewässerschutzes ein Verfahren für die Wahl der geeigneten Abwasserbeseitigung aufgezeigt, sowie die Funktionsweise einzelner Entwässerungselemente beschrieben. Die Wegleitung ist damit eine wichtige Planungshilfe im Bereich der Erstellung und des Unterhalts von Verkehrswegen. Sie richtet sich insbesondere an Inhaber von Verkehrswegen, projektierende Ingenieure und zuständige Behörden.

Schlüsselwörter: Abwasser, Niederschlagswasser, Strassen, Bahntrassees, Flugpisten

Français

Les eaux polluées doivent être traitées ; les eaux non polluées doivent être évacuées par infiltration partout où cela est possible. Pour les voies de communication, il faut décider si les eaux météoriques qui s'écoulent doivent être considérées comme polluées et comment les évacuer dans les différents cas. En tant que prescription fédérale de la législation sur la protection des eaux, la directive doit offrir une aide dans la prise de décision. En partant de l'examen des bases légales concernées, elle présente du point de vue de la protection des eaux une procédure pour choisir le mode approprié d'évacuation des eaux et décrit le fonctionnement de quelques éléments d'évacuation. La directive constitue ainsi une aide importante pour la planification dans les domaines de la construction et de l'entretien des voies de communication. Elle s'adresse en particulier aux propriétaires des voies de communication, aux ingénieurs réalisant les projets et aux autorités compétentes.

Mots-clés: eaux à évacuer, eaux météoriques, routes, voies de chemin de fer, pistes d'aviation

English

Contaminated wastewater is to be treated, whereas non-contaminated wastewater should, wherever possible, be allowed to infiltrate the soil. In the case of traffic routes (i.e. road, rail and air transport infrastructure), the question arises as to when rainwater runoff is to be regarded as contaminated and how – and in what circumstances – it is to be removed. This Guideline is intended to assist in this decision-making process in accordance with the applicable federal regulations on water protection. Based on an analysis of the relevant legislation, a procedure for selecting the appropriate means of wastewater disposal is outlined which serves the interests of water protection, and the functioning of individual drainage elements is described. The Guideline is therefore an important planning tool in relation to the construction and maintenance of traffic routes. It is aimed in particular at the owners of traffic routes, at project engineers and at competent authorities.

Keywords: wastewater, rainwater, roads, railway lines, airport runways

Italiano

Le acque di scarico inquinate devono essere trattate, le acque di scarico non inquinate devono, per quanto possibile, essere eliminate mediante infiltrazione. Nelle vie di comunicazione occorre stabilire quando le acque meteoriche che ne defluiscono vanno considerate inquinate e come vanno eliminate nei singoli casi. Le Istruzioni fungono da sussidio per questo processo decisionale ai sensi delle vigenti norme federali in materia di protezione delle acque. A partire dall'analisi dei pertinenti fondamenti giuridici viene indicato un procedimento conforme all'ottica della protezione delle acque per determinare il metodo idoneo di eliminazione delle acque di scarico e descritto il funzionamento di singoli elementi per lo smaltimento delle acque. Le Istruzioni offrono così un valido aiuto alla pianificazione e alla progettazione nell'ambito della costruzione e della manutenzione di vie di comunicazione. Esse sono destinate innanzi tutto ai proprietari di vie di comunicazione, agli ingegneri progettisti e alle competenti autorità.

Parole chiave: acque di scarico, acque meteoriche, strade, strade ferrate, piste di volo

Vorwort

Das Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991 verlangt einen umfassenden Schutz der Gewässer und eine möglichst naturnahe Erhaltung der Wasserkreisläufe. Gemäss Artikel 7 des Gewässerschutzgesetzes muss verschmutztes Abwasser behandelt und nicht verschmutztes Abwasser wenn immer möglich zur Versickerung gebracht werden. Damit diese Forderungen erfüllt werden können, muss bei der Entsorgung des abfliessenden Niederschlagswassers aus Verkehrswegen, d.h. aus Anlagen, die dem Strassen-, Eisenbahn- und Luftverkehr dienen, zuerst bestimmt werden, wann das Abwasser als verschmutzt oder nicht verschmutzt zu gelten hat.

Der Gesetzgeber hat sich schon Ende der Sechziger Jahre mit der Problematik der Entsorgung von Strassenabwasser beschäftigt. Die bis anhin verwendeten Richtlinien des Eidgenössischen Departements des Innern betreffend Gewässerschutzmassnahmen beim Strassenbau vom 27. Mai 1968 enthalten bereits wichtige Massnahmen für den Schutz des Grundwassers bei der Entsorgung des Strassenabwassers und zum Schutz vor Unfällen beim Transport von wassergefährdenden Flüssigkeiten. Diese Richtlinien genügen den heutigen Anforderungen nicht mehr. Einige der geforderten Massnahmen erfüllen die Anforderungen nicht mehr und können mit der neuen Konzeption der Entwässerung von Verkehrswegen nicht vereinbart werden. Diese Richtlinien werden durch die Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 und die vorliegende Wegleitung ersetzt.

Abfliessendes Niederschlagswassers aus Verkehrswegen wird massgebend von verschiedenen Faktoren wie Verkehrsdichte, klimatische Verhältnisse, Strassentopographie usw. beeinflusst. Die vom BUWAL erarbeitete und 1996 publizierte Studie „Gewässerschutzmassnahmen beim Strassenbau“, Schriftenreihe Umwelt Nr. 263, beschreibt die relevanten Einflussfaktoren der Verschmutzung von Strassenabwässern und zeigt ihren Stellenwert bei der Beurteilung von möglichen Entwässerungssystemen auf. Diese Systeme haben verschiedene umweltrelevante Ansprüche zu erfüllen: Sie sollen der Schadstofffracht im Verkehrswegeabwasser Rechnung tragen, möglichst weitgehend dem natürlichen Wasserkreislauf entsprechen, die Interessenabwägung zwischen den Schutzgütern „Gewässer“ und „Boden“ in Betracht ziehen und Sicherheit vor Unfällen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten bieten.

Die Wegleitung zeigt auf, welche Anforderungen die Entsorgung von Verkehrswegeabwasser im Rahmen einer zeitgemässen, ganzheitlichen und nachhaltigen Entwässerungsphilosophie erfüllen muss. Sie enthält für die Interpretation der Gesetzesvorschriften wichtige Randbedingungen und Kriterien sowie einen Vorschlag zu einem Verfahren für die Systemwahl. Die Wegleitung ist eine wichtige Planungshilfe im Bereich der Entwässerung von Anlagen, die dem Strassen-, Eisenbahn- und Luftverkehr dienen. Sie richtet sich insbesondere an Inhaber von Verkehrswegen und an projektierende Ingenieure und stellt für die Aufsichtsbehörde eine Vollzugshilfe dar. Sie konkretisiert somit unbestimmte Rechtsbegriffe des Gesetzes und der Verordnung und ermöglicht damit eine einheitliche Vollzugspraxis (siehe Impressum).

Peter Michel

Abteilung Gewässerschutz und Fischerei, BUWAL



1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Ein System zur Entwässerung von Verkehrswegen hat die Sicherheit und den Komfort für die Verkehrsteilnehmer zu gewährleisten, gleichzeitig aber auch verschiedene umweltrelevante Ansprüche zu erfüllen. So ist insbesondere der Wasserkreislauf auf möglichst natürliche Weise zu schliessen, ohne dass Gewässer verunreinigt werden. Zudem ist sicherzustellen, dass die Bodenfruchtbarkeit ausserhalb der Anlagen langfristig erhalten bleibt.

Gemäss Gewässerschutzgesetz (GSchG) vom 24. Januar 1991 sowie der entsprechenden Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 ist verschmutztes Abwasser zu behandeln, nicht verschmutztes Abwasser versickern zu lassen. Abwasser gilt dann als verschmutzt, wenn es ein Gewässer verunreinigen kann. Bei Verkehrswegen stellt sich damit die Frage, wie das abfliessende Niederschlagswasser zu beseitigen ist.

1.2 Zielsetzung der Wegleitung

1.2.1 Zweck

Die vorliegende Wegleitung soll im Sinne der geltenden Bundesvorschriften Unterstützung bieten bei der Wahl des jeweils geeignetsten Verfahrens zur Entwässerung von Verkehrswegen. Massgebend für diese Auswahl ist der Normalbetrieb. Zu beachten gilt es die gesetzlichen Anforderungen, die lokale Machbarkeit, aber auch die Verhältnismässigkeit.

Anwendung finden soll diese Wegleitung bei der Beurteilung bestehender Verkehrswege, bei wesentlichen Änderungen sowie bei der Realisierung von Neubauten. Wo Massnahmen gemäss GSchV Art. 31 (in Gewässerschutzbereichen und Schutzzonen/-arealen) und Art. 47 (bei verunreinigten Gewässern) erforderlich sind, besteht die Pflicht, bestehende Verkehrswege zu sanieren. Darüber hinaus entscheiden die zuständigen Behörden, nach welchen Prioritäten die neuen Erfordernisse umgesetzt werden.

1.2.2 Adressat

Die Wegleitung richtet sich an die Inhaber von Verkehrswegen, an projektierende Ingenieurbüros und an die zuständigen Behörden.

1.3 Geltungsbereich und Abgrenzung

1.3.1 Zentrale Begriffe

Verkehrswege im Sinne dieser Wegleitung sind Bahntrassees, Flugpisten/Rollwege, Strassen, Wege und befahrene Plätze.

Verkehrswegeabwasser ist Niederschlagswasser, welches von den genannten Verkehrswegen oberflächlich abfließt. Entlang von Bahntrassees fällt nur dann Verkehrswegeabwasser an, wenn unter dem Geleiseschotter eine befestigte Fläche (Beton, Bitumen oder andere wasserdichte Schicht) besteht oder das Sickerwasser gefasst wird. Bei den Strassen wird Wasser, das aus der Entwässerung des eigentlichen Strassenkörpers (Planumsentwässerung) resultiert, nicht als Verkehrswegeabwasser betrachtet, sofern es nicht zusammen mit dem auf der Oberfläche anfallenden Abwasser gesammelt und abgeleitet wird.

1.3.2 Einordnung der Wegleitung

Im Bereich der Regenwasserentsorgung existieren verschiedene Vorschriften und Planungsgrundlagen. Zur Einordnung dieser Wegleitung gibt Abbildung 1 einen Überblick über die Geltungsbereiche der wichtigsten Instrumente. Danach sollen die Verkehrswege im Rahmen der gesetzlichen Vorschriften und Grundsätze zur Regenabwasserentsorgung entwässert werden. In diesem Sinne stellt die Wegleitung ein Instrument dar, um die Entwässerungssituation von Verkehrswegen zu beurteilen. Gültigkeit hat sie prinzipiell im Baugebiet wie auch ausserhalb. Bei der Umsetzung zu berücksichtigen sind kantonale Vorgaben und Planungsgrundlagen sowie die Normen und Richtlinien der Fachverbände zu den Themen Siedlungs- und Strassenentwässerung. Die verschiedenen Vorgaben sollen schliesslich in die Entwässerungsplanung einer Gemeinde bzw. einer Region sowie in die einzelnen Entwässerungsprojekte einfließen. Bei der Umsetzung der Grundsätze ergibt sich Koordinationsbedarf. Dieser tritt insbesondere an folgenden Schnittstellen zu Tage:

Schnittstelle zu GEP/REP

Der gesetzlich vorgeschriebene Generelle Entwässerungsplan (GEP) befasst sich innerhalb von Siedlungsgebieten detailliert mit den lokalen Verhältnissen der Siedlungsentwässerung. Gestützt auf GSchV Art. 5 sorgen kantonale und kommunale Behörden dafür, dass im Rahmen eines GEP unter anderem diejenigen Gebiete bezeichnet werden, in denen nicht verschmutztes Abwasser versickert oder in Oberflächengewässer eingeleitet werden kann. Ein ähnliches Ziel wird mit dem Regionalen Entwässerungsplan (REP) verfolgt. Dieser soll soweit notwendig den übergreifenden Gewässerschutz für ein hydrologisch zusammenhängendes Gebiet gewährleisten. GEP und REP liefern damit wichtige Entscheidungsgrundlagen für die Wahl der Entwässerung in Siedlungsgebieten bzw. in einer Region.

Die Grundlagen für die Planung der Entwässerung von Verkehrswegen

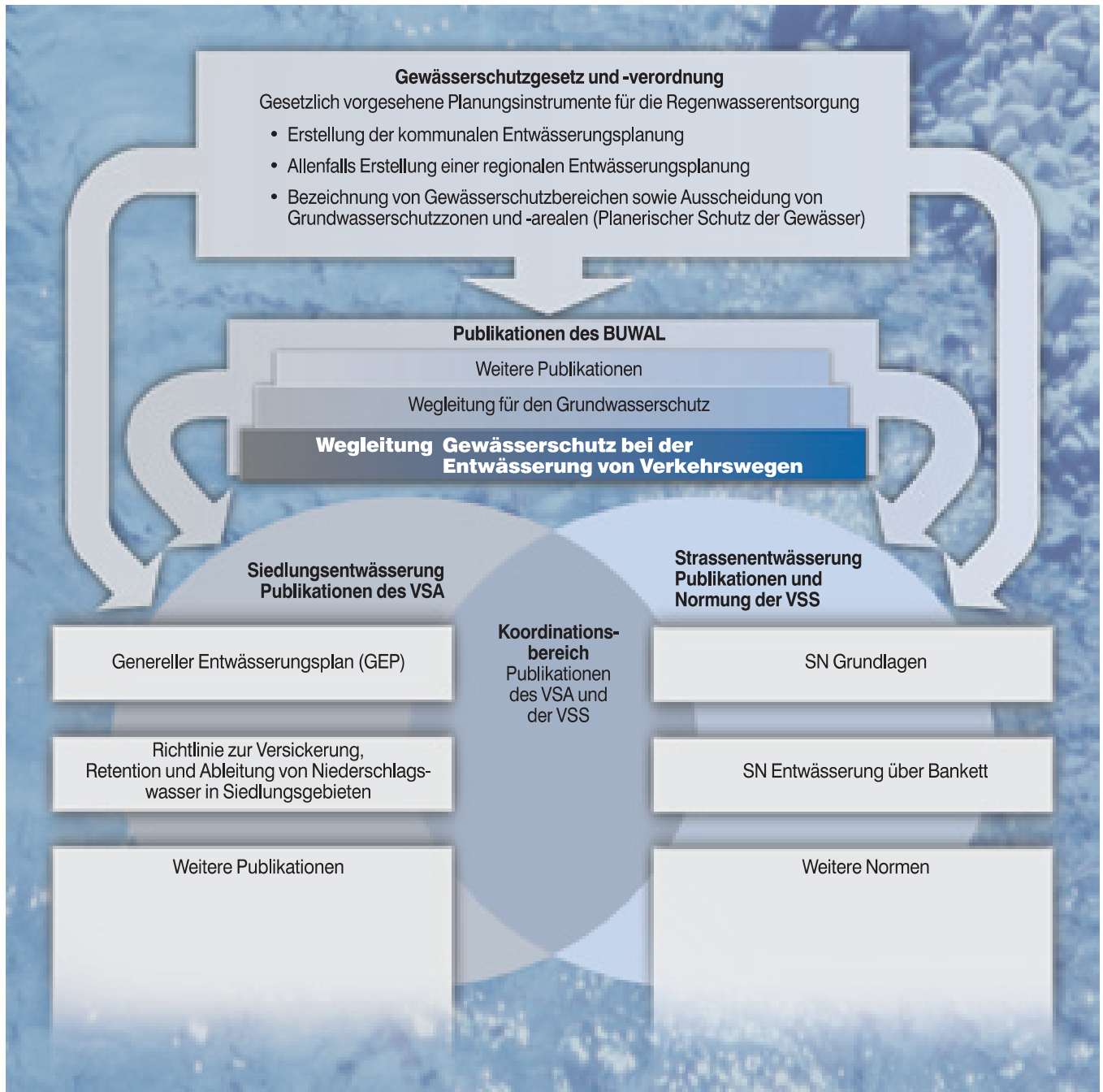


Abbildung 1

Schnittstelle zu technisch-konstruktiven Grundlagen

Um die einzelnen Bauwerksteile eines Entwässerungssystems technisch im Detail planen und ausgestalten zu können, müssen die technisch-konstruktiven Grundlagen der zuständigen Behörden und der jeweiligen Fachverbände konsultiert werden. Speziell zu erwähnen sind nebst den Bestimmungen für die Eisenbahnen [1] die Richtlinien des Verbandes Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) [2, 3] sowie das Normenwerk der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS) [4]. Verbände und Behörden stellen mit diesen Instrumenten die konkrete Umsetzung der Grundsätze sicher.

1.3.3 Abgrenzung der Wegleitung

Bestimmte Anlagen und Situationen werden im Rahmen dieser Wegleitung nicht behandelt. Dies betrifft insbesondere:

Landesflughäfen

Die Entwässerungsplanung für die Landesflughäfen erfordert in jedem Fall eine umfassende Betrachtung des Einzelfalls.

Feld-, Wald- und Flurwege

Bei nicht oder kaum befestigten Graspisten, Feld-, Wald- und Flurwegen versickert der grösste Teil des Niederschlags direkt durch die Verkehrsfläche. Für die Entwässerung dieser Flächen gelten deshalb in der Regel keine besonderen Anforderungen. Eine Ausnahme bilden Wege, die mit schwer durchlässigen Materialien aufgebaut sind und wo grössere Mengen Niederschlagswasser abgeleitet werden müssen. In diesen Fällen sind die Grundsätze der Wegleitung zu beachten.

Plätze mit regelmässigem Umschlag von Gefahrgut

Für Plätze mit regelmässigem Umschlag wassergefährdender Stoffe wie Flugvorfelder, Tankstellen oder gewisse Bahnanschlussgleise sind fallspezifisch jene Massnahmen zu treffen, welche dazu in der Verordnung über den Schutz der Gewässer vor wassergefährdenden Flüssigkeiten (VWF) vorgesehen sind.

Entwässerung von Baustellen

Die Entwässerung von Baustellen wird in der SIA Norm SN 509 431 «Entwässerung von Baustellen» [17] behandelt und ist nicht Gegenstand dieser Wegleitung.

Abwasser aus Untertagebauten

Die Fassung und Ableitung von Abwasser wie Drainage-, Tunnelreinigungs-, Schlepp- und Löschwasser aus Untertagebauten wie Tunnels etc. sind nicht Gegenstand dieser Wegleitung. Die Fassung und Ableitung von Drainagewasser sind in der Gewässerschutzverordnung (GSchV Art. 44) sowie in der Wegleitung zur «Umsetzung des Grundwasserschutzes bei Untertagebauten» [21] geregelt. Danach ist das Risiko möglichst klein zu halten, dass Drainagewasser durch den Betrieb der Untertagebauten verunreinigt wird. Bei der Einleitung von Drainagewasser in Fliessgewässer ist eine übermässige Aufwärmung zu vermeiden. Die zuständige Behörde legt weitere Einleitbedingungen

entsprechend den örtlichen Verhältnissen fest. Spezifische Massnahmen bei der Tunnelreinigung werden in der Wegleitung zu «Gewässerschutz bei der Tunnelreinigung» [5] dargelegt.

Störfälle

Störfälle auf Verkehrswegen sind ausserordentliche Ereignisse beim Transport oder Umschlag gefährlicher Güter, bei denen diese Güter auf oder neben dem Verkehrsweg freigesetzt werden und dadurch erhebliche Einwirkungen auf die Bevölkerung (inkl. Strassenbenützer) oder die Umwelt haben können. Die Störfallverordnung (StFV) gilt für Verkehrswege, auf denen gefährliche Güter transportiert werden. Dies betrifft alle Eisenbahnanlagen sowie die Durchgangsstrassen gemäss Durchgangsstrassenverordnung. Zu den Durchgangsstrassen gehören neben den Nationalstrassen auch Teile der Kantons- und Hauptstrassen. Die übrigen Strassen können von den zuständigen Vollzugsbehörden der StFV unterstellt werden, wenn darauf Störfälle mit gefährlichen Gütern möglich sind, welche die Bevölkerung oder die Umwelt schwer schädigen könnten.

Bei Verkehrswegen im Geltungsbereich der StFV sind zum Schutze der Gewässer nebst den Massnahmen gemäss dieser Wegleitung auch Sicherheitsmassnahmen gemäss Art. 3 StFV zu treffen. Diese Sicherheitsmassnahmen sind entsprechend den Grundsätzen zu treffen, welche in Anhang 2.3 StFV aufgeführt und im «Handbuch III zur Störfallverordnung StFV» [10] erläutert sind. Für die Nationalstrassen werden diese Sicherheitsmassnahmen im «Leitfaden zum Vollzug der StFV bei Nationalstrassen» [7] konkretisiert.

1.4 Aufbau der Wegleitung

Die Wegleitung «Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen» besteht neben dem einleitenden Kapitel 1 aus drei weiteren Kapiteln:

- Kapitel 2 behandelt die relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen für den Gewässerschutz bei der Beseitigung von Verkehrswegeabwässern.
- Kapitel 3 zeigt auf, wie bei der Wahl der geeigneten Art der Abwasserbeseitigung vorzugehen ist. Teile dieses Vorgehens sind die Machbarkeits- und Zulässigkeitsprüfung aus der Sicht des Gewässerschutzes sowie eine anschliessende Beurteilung der Verhältnismässigkeit.
- Kapitel 4 stellt die Funktionsweise der einzelnen Elemente eines Entwässerungssystems dar und beschreibt ihre Wirkung sowie die mögliche Ausgestaltung.

Am Schluss der Wegleitung finden sich Literaturhinweise und ein Glossar mit den für diese Wegleitung gültigen Begriffsdefinitionen.

Abflussrinne als Gestaltungselement im Strassenbereich



Oberflächliche Sammelrinnen gliedern die Strasse und beruhigen den Verkehr



2 Rechtliche Grundlagen

2.1 Grundlagen

Folgende gesetzliche Grundlagen sind im Zusammenhang mit dieser Wegleitung massgebend:

Relevante gesetzliche Grundlagen	Abkürzung
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

In den folgenden Abschnitten werden die zentralen Inhalte dieser gesetzlichen Grundlagen in Bezug auf die Entwässerung von Verkehrswegen dargelegt und erläutert.

2.2 Erläuterungen zu relevanten Artikeln

2.2.1 Grundsatz der Verkehrsabwasserbeseitigung

GSchG Art. 7 Abwasserbeseitigung

¹ Verschmutztes Abwasser muss behandelt werden. Man darf es nur mit Bewilligung der kantonalen Behörde in ein Gewässer einleiten oder versickern lassen.

² Nicht verschmutztes Abwasser ist nach den Anordnungen der kantonalen Behörden versickern zu lassen. Erlauben die örtlichen Verhältnisse dies nicht, so kann es mit Bewilligung der kantonalen Behörde in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden. Dabei sind nach Möglichkeit Rückhaltmassnahmen zu treffen, damit das Wasser bei grossem Anfall gleichmässig abfliessen kann.

Erläuterungen

Das GSchG unterscheidet in Bezug auf die Abwassereinleitung und Versickerung nur zwei Arten von Abwasser: verschmutztes und nicht verschmutztes Abwasser. Die Grundsätze und Prioritäten der Bundesvorschriften für die Abwasserableitung sind gemäss GSchG Art. 7 die folgenden:

- Verschmutztes Abwasser muss behandelt werden.
- Nicht verschmutztes Abwasser soll versickert werden, wo immer es die örtlichen Verhältnisse erlauben. Für die Beseitigung von nicht verschmutztem Verkehrswegeabwasser ist somit die Versickerung vor Ort erste Wahl.
- Die Einleitung von nicht verschmutztem Abwasser in ein oberirdisches Gewässer ist nur dann zulässig, wenn die örtlichen Verhältnisse eine Versickerung - mit oder ohne vorgängige Behandlung - nicht erlauben.

2.2.2 Beurteilung des Verkehrswegeabwassers

GSchV Art. 3 Abgrenzung zwischen verschmutztem und nicht verschmutztem Abwasser

¹ Die Behörde beurteilt, ob Abwasser bei der Einleitung in ein Gewässer oder bei der Versickerung als verschmutzt oder nicht verschmutzt gilt, aufgrund:

- a. der Art, der Menge, der Eigenschaften und des zeitlichen Anfalls der Stoffe, die im Abwasser enthalten sind und Gewässer verunreinigen können;
- b. des Zustandes des Gewässers, in welches das Abwasser gelangt.

² Bei der Versickerung von Abwasser berücksichtigt sie ausserdem, ob:

- a. das Abwasser wegen der bestehenden Belastung des Bodens oder des nicht wassergesättigten Untergrundes verunreinigt werden kann;
- b. das Abwasser im Boden oder im nicht wassergesättigten Untergrund ausreichend gereinigt wird;
- c. die Richtwerte der Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo) langfristig eingehalten werden können, ausgenommen bei der Versickerung in einer dafür bestimmten Anlage oder an Verkehrswegen im Bereich der Böschungen und der Grünstreifen.

³ Von bebauten oder befestigten Flächen abfließendes Niederschlagswasser gilt in der Regel als nicht verschmutztes Abwasser, wenn es:

- a. von Dachflächen stammt;
- b. von Strassen, Wegen und Plätzen stammt, auf denen keine erheblichen Mengen von Stoffen, die Gewässer verunreinigen können, umgeschlagen, verarbeitet und gelagert werden, und wenn es bei der Versickerung im Boden oder im nicht wassergesättigten Untergrund ausreichend gereinigt wird; bei der Beurteilung, ob Stoffmengen erheblich sind, muss das Risiko von Unfällen berücksichtigt werden;
- c. von Gleisanlagen stammt, bei denen langfristig sichergestellt ist, dass auf den Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln verzichtet wird, oder wenn die Pflanzenbehandlungsmittel bei der Versickerung durch eine mikrobiell aktive Bodenschicht ausreichend zurückgehalten und abgebaut werden.

Erläuterungen

Die Beurteilung, ob das Verkehrswegeabwasser verschmutzt ist, erfolgt aus der Sicht des Zielgewässers (Vorfluter). Also entscheiden nicht allein die Eigenschaften des Abwassers darüber, ob es als verschmutzt zu gelten hat oder nicht, sondern auch der Zustand des Gewässers, in welches das Abwasser gelangt.

In einer umfassenden Betrachtung kann die Belastung des Verkehrswegeabwassers nicht alleine durch Konzentrationswerte der Wasserinhaltsstoffe beschrieben werden. Diese müssen vielmehr in Kombination mit dem zeitlich schwankenden Volumen des Abwassers gesehen werden. Es gilt somit die Frachten der Wasserinhaltsstoffe zu beachten, das heisst die Massen der verschiedenen Stoffe pro Zeiteinheit. Zudem müssen die Eigenschaften der Inhaltsstoffe bekannt sein, insbesondere ihre Human- und Ökotoxizität sowie ihre biologische Abbaubarkeit. Im Falle einer Versickerung gilt erst der Übergang des Sickerwassers ins Grundwasser als Eintritt in das Gewässer. Es ist deshalb das Reinigungsvermögen des Bodens und des nicht wassergesättigten Untergrundes zu berücksichtigen. Die Schadstoffe können in diesen Schichten durch Filterung zurückgehalten, biologisch abgebaut oder durch Sorptionsprozesse aus dem Abwasser entfernt werden.

Bei der Versickerung können die Schadstoffe im Boden angereichert werden. Damit die Fruchtbarkeit des Bodens - mithin auch ein Schutzgut des Umweltschutzgesetzes - langfristig nicht beeinträchtigt wird, müssen die Anforderungen der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998 eingehalten werden. Die Richtwerte der VBBo dürfen durch die Versickerung von Verkehrswegeabwasser auch langfristig nicht überschritten werden. Nicht unter die Bestimmung der VBBo fallen Böden, die Bestandteil einer bewilligten Anlage sind (z.B. Strassenböschungen, Versickerungsmulden) und damit Nutzungsbeschränkungen unterworfen sind.

2.2.3 Versickerung von Verkehrswegeabwasser

GSchV Art. 8 Versickerung

¹ Das Versickernlassen von verschmutztem Abwasser ist verboten.

² Die Behörde kann das Versickernlassen von kommunalem Abwasser oder von anderem verschmutztem Abwasser vergleichbarer Zusammensetzung bewilligen, wenn:

- a. das Abwasser behandelt worden ist und die Anforderungen an die Einleitung in Gewässer erfüllt;
- b. beim betroffenen Grundwasser die Anforderungen an die Wasserqualität nach Anhang 2 nach der Versickerung des Abwassers eingehalten werden;
- c. die Versickerung in einer dafür bestimmten Anlage erfolgt, die Richtwerte der VBBo auch langfristig nicht überschritten werden oder beim Fehlen von Richtwerten die Bodenfruchtbarkeit auch langfristig gewährleistet ist; und
- d. die Anforderungen eingehalten sind, die für den Betrieb von Abwasseranlagen, die Abwasser in ein Gewässer einleiten, gelten (Art. 13-17).

Erläuterungen

Die Versickerung von verschmutztem Abwasser ist nach Art. 8 GSchV grundsätzlich verboten. Mit Art. 8 GSchV werden zudem die Bedingungen für die Versickerung von kommunalem Abwasser oder von anderem verschmutztem Abwasser konkretisiert. Dazu zählt auch verschmutztes Verkehrswegeabwasser (GSchV Anh. 3.3 Ziff. 1, Abs. 2). Die Behörde hat jeweils im Einzelfall die Vor- und Nachteile einer Versickerung abzuwägen und über die notwendigen Massnahmen bei der Versickerung von Verkehrswegeabwasser zu entscheiden.

GSchV Art. 29 Bezeichnung von Gewässerschutzbereichen sowie Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen und -arealen (Auszug)

¹ Die Kantone bezeichnen bei der Einteilung ihres Gebiets in Gewässerschutzbereiche (Art. 19 GSchG) die besonders gefährdeten und die übrigen Bereiche. Die in Anhang 4 Ziffer 11 beschriebenen besonders gefährdeten Bereiche umfassen:

- a. den Gewässerschutzbereich A_u zum Schutz nutzbarer unterirdischer Gewässer;
- c. den Zuströmbereich Z_u zum Schutz der Wasserqualität bei bestehenden und geplanten, im öffentlichen Interesse liegenden Grundwasserfassungen, wenn das Wasser durch Stoffe verunreinigt ist, die nicht genügend abgebaut oder zurückgehalten werden, oder wenn die konkrete Gefahr einer Verunreinigung durch solche Stoffe besteht;

GSchV Art. 31 Schutzmassnahmen (Auszug)

¹ Wer in den besonders gefährdeten Bereichen (Art. 29 Abs. 1) sowie in Grundwasserschutzzonen und -arealen Anlagen erstellt oder ändert oder wer dort andere Tätigkeiten, die eine Gefahr für die Gewässer darstellen, ausübt, muss die nach den Umständen gebotenen Massnahmen zum Schutz der Gewässer treffen; insbesondere muss er:

- a. die Massnahmen nach Anhang 4 Ziffer 2 treffen;

² Die Behörde sorgt dafür, dass:

- a. bei bestehenden Anlagen in den Gebieten nach Absatz 1, bei denen die konkrete Gefahr einer Gewässerverunreinigung besteht, die nach den Umständen gebotenen Massnahmen zum Schutz der Gewässer, insbesondere diejenigen nach Anhang 4 Ziffer 2, getroffen werden;

GSchV Anh. 4 Ziff. 2 Massnahmen zum Schutz der Gewässer (Auszug)

221 Weitere Schutzzone (Zone S3)

¹ In der Zone S3 sind unter Vorbehalt von Absatz 3 nicht zulässig:

- c. Versickerung von Abwasser, ausgenommen die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser von Dachflächen (Art. 3 Abs. 3 Bst. a) über eine bewachsene Bodenschicht;

222 Engere Schutzzone (Zone S2)

¹ In der Zone S2 gelten die Anforderungen nach Ziffer 221; überdies sind unter Vorbehalt der Absätze 2 und 3 nicht zulässig:

- c. Versickerung von Abwasser;

223 Fassungsbereich (Zone S1)

In der Zone S1 sind nur bauliche Eingriffe und andere Tätigkeiten zulässig, welche der Trinkwasserversorgung dienen; ausgenommen ist das Liegenlassen von Mähgut.

23 Grundwasserschutzareale

Für bauliche Eingriffe und andere Tätigkeiten in Grundwasserschutzarealen gelten die Anforderungen nach Ziffer 222 Absätze 1 und 3.

Erläuterungen

Der Schutzanspruch von Grundwasser ist in erster Linie flächendeckend. Wird die Nutzbarkeit von Grundwasser in Betracht gezogen, so richtet sich der Schutzanspruch nach den bestehenden und geplanten Nutzungen. Die Kantone stellen den planerischen Schutz gemäss GSchG Art. 19 bis 21 und GSchV Art. 29 sicher. Das Bundesrecht schreibt ihnen vor, Gewässerschutz- und Zuströmbereiche A_u und Z_u zu bezeichnen sowie die Grundwasserschutzzonen (S1, S2 und S3) und -areale auszuscheiden. Bei bestehenden und geplanten, im öffentlichen Interesse liegenden Grundwasserfassungen sind zum Schutz der Wasserqualität Zuströmbereiche Z_u zu bezeichnen, sofern das Wasser durch Stoffe verunreinigt ist, die nicht genügend abgebaut oder zurückgehalten werden. Dasselbe gilt auch, wenn die konkrete Gefahr einer Verunreinigung durch solche Stoffe besteht. Die Grundwasserschutzzonen und -areale sind mit einem Versickerungsverbot für Verkehrswegeabwasser belegt (GSchV Anh. 4 Ziff. 2). Eine Versickerung von Verkehrswegeabwasser kann somit nur ausserhalb in Frage kommen.

2.2.4 Einleitung in Gewässer oder in die öffentliche Kanalisation

GSchV Art. 6 Einleitung in Gewässer (Auszug)

¹ Die Behörde bewilligt die Einleitung von verschmutztem Abwasser in oberirdische Gewässer, Drainagen sowie unterirdische Flüsse und Bäche, wenn die Anforderungen an die Einleitung in Gewässer nach Anhang 3 eingehalten sind.

² Sie verschärft oder ergänzt diese Anforderungen, wenn:

- a. die betroffenen Gewässer durch die Einleitung des Abwassers die Anforderungen an die Wasserqualität nach Anhang 2 nicht erfüllen oder wenn dies zur Einhaltung internationaler Vereinbarungen oder Beschlüsse erforderlich ist; und
- b. aufgrund von Abklärungen (Art. 47) feststeht, dass die ungenügende Wasserqualität zu einem wesentlichen Teil auf die Einleitung des Abwassers zurückzuführen ist und die entsprechenden Massnahmen bei der Abwasserreinigungsanlage nicht unverhältnismässig sind.

³ Sie kann die Anforderungen verschärfen oder ergänzen, wenn die Wasserqualität nach Anhang 2 für eine besondere Nutzung des betroffenen Gewässers nicht ausreicht.

GSchV Art. 7 Einleitung in die öffentliche Kanalisation (Auszug)

¹ Die Behörde bewilligt die Einleitung von Industrieabwasser nach Anhang 3.2 oder von anderem Abwasser nach Anhang 3.3 in die öffentliche Kanalisation, wenn die Anforderungen des entsprechenden Anhangs eingehalten sind.

² Sie verschärft oder ergänzt diese Anforderungen, wenn durch die Einleitung des Abwassers:

- a. der Betrieb der öffentlichen Kanalisation erschwert oder gestört werden kann;
- b. beim Abwasser der zentralen Abwasserreinigungsanlage die Anforderungen an die Einleitung in ein Gewässer nicht oder nur mit unverhältnismässigen Massnahmen eingehalten werden können oder der Betrieb der Anlage in anderer Weise erschwert oder gestört werden kann;
- c. der Klärschlamm der zentralen Abwasserreinigungsanlage, der nach dem Klärschlamm-Entsorgungsplan (Art. 18) als Dünger verwendet werden soll, die Anforderungen nach Anhang 4.5 der Stoffverordnung vom 9. Juni 1986 (StoV) nicht erfüllt; oder
- d. der Betrieb der Anlage, in der Klärschlamm verbrannt wird, erschwert oder gestört werden kann.

GSchV Anhang 3.3 Ziffer 1 Allgemeine Anforderungen (Auszug)

¹ Für anderes verschmutztes Abwasser als kommunales Abwasser oder Industrieabwasser legt die Behörde die Anforderungen an die Einleitung aufgrund der Eigenschaften des Abwassers, des Standes der Technik und des Zustandes des Gewässers im Einzelfall fest. Sie berücksichtigt dabei internationale oder nationale Normen, vom Bundesamt veröffentlichte Richtlinien oder von der betroffenen Branche in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt erarbeitete Normen.

² Als anderes verschmutztes Abwasser gilt auch verschmutztes Niederschlagswasser, das von bebauten oder befestigten Flächen abfließt und nicht mit anderem verschmutztem Abwasser vermischt ist.

Erläuterungen

Bei der Einleitung von Abwasser muss zwischen «verschmutztem Abwasser» und «anderem verschmutztem Abwasser» als kommunales Abwasser oder Industrieabwasser unterschieden werden. Für die Einleitung von verschmutztem Abwasser gilt Artikel 6 der GSchV. Verschmutztes Verkehrswegeabwasser gilt als «anderes verschmutztes Abwasser». Wird dieses in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet, muss die Behörde die Anforderungen an die Einleitung im Einzelfall festlegen (Anhang 3.3, Ziffer 1 GSchV). Dabei beachtet sie zum einen den Zustand des Vorfluters, zum anderen auch die Eigenschaften des einzuleitenden Abwassers.



3 Planung der Abwasserbeseitigung

3.1 Charakteristik des Verkehrswegeabwassers

3.1.1 Verfrachtungen

Schadstoffe aus dem Verkehrsbetrieb können zu einem wesentlichen Anteil durch Wind- und Sprüheffekte verfrachtet werden. Nur ein Teil der gesamten Schadstofffracht wird also von der Oberfläche der Verkehrsfläche abgeschwemmt. Vor allem ausserhalb überbauter Gebiete und soweit nicht durch Bauten oder die Topographie (Einschnitte, Tunnels, seitliche Bebauung) verhindert, gelangen die Schadstoffe auch direkt in die Böschungsbereiche und darüber hinaus. Unabhängig vom gewählten Entwässerungssystem ist deshalb ein gewisser Bodenbereich entlang von Verkehrswegen oft bereits erheblich vorbelastet. Schon bei geringer Verkehrsdichte ist auf einer Distanz von bis zu fünf Metern eine Bodenbelastung mit Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Blei zu erwarten. Dies zeigen Schadstoffuntersuchungen entlang verschiedener Strassen, z.B. im Kanton Zürich [18]. Je nach Strassentyp, Anlagetopographie und Verkehrsaufkommen kann sich dieser belastete Bereich bis weit über 50 Meter von der Strasse ausdehnen. Werden die zulässigen Werte der VBBo überschritten, sollten Böschungen und Grünstreifen ausgeschieden und mit Nutzungsbeschränkungen belegt werden.

3.1.2 Relevante Stoffe im Verkehrswegeabwasser

Die Stoffe, welche im Normalbetrieb von Verkehrswegen emittiert werden, ins Verkehrswegeabwasser gelangen und die Gewässerqualität beeinträchtigen können, wurden im Grundlagenbericht «Gewässerschutzmassnahmen beim Strassenbau» [6] identifiziert. Sie sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Zur Information sind die numerischen Anforderungen an die Wasserqualität von Gewässern gemäss der GSchV (Anhang 2) aufgeführt. Wo solche fürs Grundwasser fehlen, sind Grenz- oder Toleranzwerte für Trinkwasser aus der Fremd- und Inhaltstoffverordnung (FIV) aufgeführt. Grundsätzlich wird erwartet, dass sich die Schadstoffemissionen pro Fahrzeugkilometer in Zukunft vermindern werden. Infolge des technischen Fortschritts und erhöhter Anforderungen ist im Verkehrswegeabwasser aber auch mit neuen Stoffen zu rechnen. Die Konzentrationen weisen eine grosse Variabilität auf. Sie hängen von verschiedensten Parametern ab, die stark von lokalen Gegebenheiten geprägt sind. Welche Art der Abwasserbeseitigung gewählt werden soll, um die Beeinträchtigung zu minimieren, kann deshalb immer nur für den Einzelfall bestimmt werden. Neben den in Tabelle 1 aufgeführten Stoffen, die im Normalbetrieb für die Wahl des Entwässerungssystems zu berücksichtigen sind, können als Folge eines Unfalls auch andere wassergefährdende Stoffe in das Abwasser eines Verkehrswegs gelangen. Meist handelt sich um kleinere Mengen von Benzin oder Dieselöl aus Treibstofftanks oder Transformatoren. Möglich sind auch flüssige Löschmittel, welche zur Brandbekämpfung eingesetzt werden. Ergänzende Massnahmen zum Schutze vor den Folgen derartiger Unfälle werden in Abschnitt 4.2 behandelt. Wassergefährdende Stoffe im Sinne von gefährlichen Gütern, die infolge von Störfällen in grösseren Mengen freigesetzt werden, sind im Rahmen des Vollzugs der StFV zu berücksichtigen.

Betriebs- und unterhaltsbedingte Stoffe im Verkehrswegeabwasser

Substanz	Herkunft/Eigenschaften Umweltrelevanz	Bahn	Flugpiste Rollweg	Strasse	Grenzwerte [mg/l]
Blei (Pb)	aus Treibstoff und Reifenabrieb; das am häufigsten gemessene Schwermetall im Verkehrswegeabwasser; wirkt auf Menschen, Tiere und Pflanzen toxisch.	—	+ (↓)	+ (↓)	OG: 0.01 (gesamt) UG: k/A TW: 0.01
Cadmium (Cd)	aus Reifen- und Bremsabrieb; gesundheitsgefährdendstes aller Schwermetalle im Verkehrswegeabwasser; wirkt auf Menschen, Tiere und Pflanzen toxisch.	+ (↓)	+	+	OG: 0.0002 (gesamt) UG: k/A TW: 0.005
Chlorid (Cl)	in allen für Strassen gebräuchlichen Taumitteln (Salze) enthalten; sehr gut löslich, wenig toxisch, kann in hohen Konzentrationen korrosiv wirken.	—	—	+ (Winterbetrieb)	OG: k/A UG: 40
Chrom (Cr)	aus Bremsabrieb und Schmiermitteln; kann toxisch auf Menschen und Tiere wirken.	+ (↓)	+	+	OG: 0.005 (gesamt) UG: k/A TW: 0.02
Kupfer (Cu)	von Fahrleitungen und Bremsen; in hoher Konzentration toxisch für Menschen, Tiere und Pflanzen.	+	+ (↓)	+	OG: 0.005 (gesamt) UG: k/A TW: 1.5 (Toleranzwert)
Zink (Zn)	aus Treibstoff, Strassenabrieb und Tropfverlusten; höchste Schwermetallkonzentration im Verkehrswegeabwasser; kann auf Pflanzen toxisch wirken.	+ (↓)	+	+	OG: 0.02 (gesamt) UG: k/A TW: 5 (Toleranzwert)
Ammonium (Summe von NH ₄ -N und NH ₃ -N)	aus Enteiserflüssigkeiten; kann sich unter bestimmten Bedingungen zu Nitrit umwandeln und toxisch auf Menschen, Tiere und Pflanzen wirken.	—	+ (Winterbetrieb)	—	OG: 0.2-0.4 abhängig von Temperatur UG: 0.08 (oxisch); 0.4 (falls anoxisch)
Benzinzusätze	Beigaben zum Treibstoff zur Optimierung der Verbrennung im Motor; wirken toxisch auf Menschen und Tiere.	—	—	+ (↑)	—
Gelöste organische Kohlenstoffe (DOC)	Sammelindex für Schadstoffe bedingt durch Treibstoffe, Tropfverluste und bestimmte Verkehrsflächenbeläge.	+	+ (Winterbetrieb)	+	OG: 1-4 abhängig von natürlicher Gewässerbelastung UG: 2
Organische Herbizide	Einsatz auf Verkehrswegeabschnitten; begrenzter Einsatz (Pflanzenvernichtung).	+ (↓)	—	+ (↓)	OG: 0.0001 UG: 0.0001 (je Stoff)
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	aus Treibstoffrückständen, Tropfverlusten oder Teerölen; wirken toxisch auf Menschen und Tiere.	+	+	+	OG: k/A UG: 0.0001

Tabelle 1

+	= im Verkehrswegeabwasser enthalten, Beeinträchtigung der Wasserqualität möglich
—	= im Verkehrswegeabwasser nicht in relevanten Mengen enthalten
↑ / ↓	= sinkende bzw. steigende Tendenz
OG	= numerische Anforderung an oberirdische Gewässer gemäss GSchV, Anh. 2 Ziff. 12
UG	= numerische Anforderung an unterirdische Gewässer gemäss GSchV, Anh. 2 Ziff. 22
TW	= Grenz- bzw. Toleranzwert für Trinkwasser gemäss Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV)
k/A	= keine numerische Anforderung gemäss GSchV, Anh. 2 (für unterirdische Gewässer in Vorbereitung)

3.2 Verfahren für die Wahl der Abwasserbeseitigung

3.2.1 Grundsätze

Die Wahl der geeigneten Art, Verkehrswegeabwasser zu beseitigen, basiert auf Prüfungen der lokalen Machbarkeit, der gesetzlichen Zulässigkeit sowie der Verhältnismässigkeit. Um bei dieser Wahl die gesetzlichen Anforderungen sicherzustellen, sind die folgenden allgemeinen Grundsätze massgebend:

- Die natürlichen Wasserkreisläufe sollen erhalten bleiben. Verkehrswegeabwasser ist deshalb zu versickern, solange dies machbar, zulässig und verhältnismässig ist. Gewässer und Boden sind dabei vor Verunreinigung zu schützen. Gleichzeitig soll eine effiziente Entwässerung des Verkehrsweges gewährleistet werden.
- Kann eine Versickerung realisiert werden, darf auf die Filterwirkung des belebten Oberbodens nur in begründeten Ausnahmefällen verzichtet werden (z.B. in Siedlungsgebieten, falls synthetische Filtermaterialien verwendet werden). Ohne Sickerstrecke darf Verkehrswegeabwasser nicht direkt ins Grundwasser eingespiesen werden. Das Reinigungs- und Rückhaltevermögen in der Sickerstrecke muss in jedem Fall ausreichen, um zu verhindern, dass Sickerwasser das Grundwasser beeinträchtigt. Über Altlasten ist die Versickerung unzulässig.
- Bei der Versickerung ausserhalb von Anlagen ist eine langfristige Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit zu vermeiden. Im Bereich der Böschungen und Grünstreifen ist die Versickerung gemäss GSchV aber ausdrücklich zugelassen. Aus Gründen des Bodenschutzes muss allenfalls mit konstruktiven Massnahmen vermieden werden, dass eine unkontrollierte Entwässerung über den ausgeschiedenen Belastungsperimeter hinaus stattfinden kann.
- Wird Verkehrswegeabwasser in Oberflächengewässer eingeleitet, müssen – insbesondere bei stehenden Gewässern und kleineren Fliessgewässern – mit zusätzlichen Massnahmen die Konzentrationsspitzen gedämpft und die Gesamtfrachten vermindert werden. Es sind auch Interventionsmöglichkeiten für den Fall vorzusehen, dass Schadstoffe durch einen Unfall freigesetzt werden.
- An die öffentliche Kanalisation im Mischsystem sollen Entwässerungen von Verkehrswegen grundsätzlich nur dann angeschlossen werden, wenn andere Arten, Verkehrswegeabwasser zu beseitigen, nicht machbar, nicht zulässig oder nicht verhältnismässig sind.
- Für Verkehrswege, die der StFV unterstellt sind, sind zusätzlich die Sicherheitsmassnahmen zu treffen, die sich aus dem Vollzug dieser Verordnung ergeben.

Abbildung 2 und Abschnitt 3.2.2 legen das empfohlene Vorgehen bei der Wahl der Beseitigungsart von Verkehrswegeabwässern dar. Dabei gelten die obgenannten Grundsätze.

3.2.2 Vorgehen bei der Verfahrenswahl

Die möglichen Arten der Abwasserbeseitigung sollen anhand der in Abbildung 2 dargestellten Prioritätenfolge geprüft werden auf:

- örtliche Machbarkeit (Abschnitt 3.3)
- gesetzliche Zulässigkeit (Abschnitt 3.4)

Grundsätzlich muss dabei die erste Variante, für welche beide Prüfungen positiv ausfallen, als Lösung in Betracht gezogen werden.

Falls es begründete Zweifel an der Verhältnismässigkeit dieser Erstvariante gibt, sind weitere Alternativen zu prüfen. Dabei ist entsprechend dem Entscheidungsschema in Abbildung 2 vorzugehen. Es sind auch Kombinationen von Entwässerungsarten für Teilstrecken bzw. Teilmengen des Verkehrswegeabwassers möglich. In derartigen Fällen erfolgt die Prüfung für die Einzelfälle.

Im Kosten/Nutzen-Vergleich möglicher Lösungen wird die Wahl der Bestvariante abgestützt auf die:

- Verhältnismässigkeit (Abschnitt 3.5).

Wird eine Art der Abwasserbeseitigung tieferer Priorität gewählt, so ist im Rahmen der Prüfungen bzw. des Variantenvergleichs für alle Varianten höherer Priorität zu begründen, weshalb sie ausgeschlossen werden.

Die möglichen Beseitigungsarten werden im Folgenden kurz diskutiert:

Versickerung (1. Priorität)

Vorrangig zu prüfen ist, ob das Verkehrswegeabwasser flächenförmig über den bewachsenen Boden des Belastungsstreifens entlang eines Verkehrsweges versickert werden kann. Kommt diese dezentrale Versickerung aus räumlich-topographischen oder hydrogeologischen Gründen nicht in Frage, soll geprüft werden, ob über eine zentrale Anlage (z.B. über Versickerungsmulde oder -becken) versickert werden kann.

Sind diese beiden Varianten zur Versickerung (dezentral oder über eine zentrale Anlage) weder machbar noch zulässig, oder bestehen Zweifel an der Verhältnismässigkeit dieser Lösungen, so ist als nächste Möglichkeit die Versickerung mit einer vorgeschalteten Behandlungsanlage in Betracht zu ziehen. Aufbau und Gestaltung von Versickerungs- und Behandlungsanlagen (z.B. Mulden-Rigolen-Systeme, Retentionsfilterbecken oder horizontal durchflossene Sickerkörper) werden in Kapitel 4 besprochen.

Vorgehen bei der Wahl der Beseitigungsart für Verkehrswegeabwasser

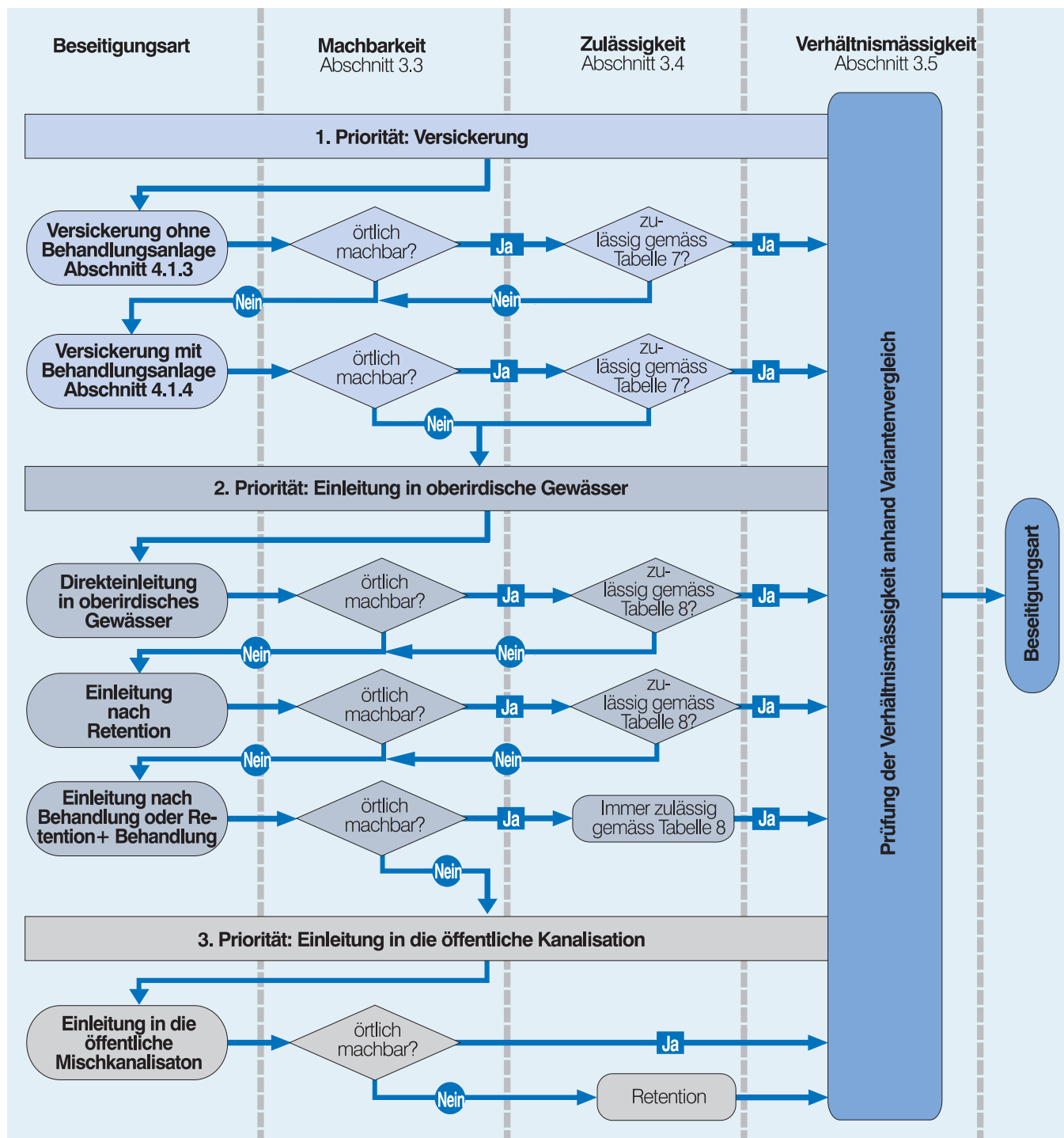


Abbildung 2

Einleitung in ein oberirdisches Gewässer (2. Priorität)

Kommt eine Versickerungslösung weder mit noch ohne Behandlungsanlage in Frage, muss die Machbarkeit und die Zulässigkeit einer Einleitung in ein nahe gelegenes oberirdisches Gewässer untersucht werden. Diese kann direkt oder indirekt über die Regenabwasserkanalisation (im Trennsystem) erfolgen. Durch geeignete Retentionsmassnahmen kann das Wasser dosiert abgeleitet und die Konzentrationsspitzen gebrochen werden, z.B. durch beschränkte Speicherung des Niederschlagswassers auf der Verkehrsfläche oder den Bau spezieller Systeme wie Retentions- oder Drosselbecken. Ist eine Behandlung des Verkehrswegeabwassers notwendig, können ähnliche Anlagen wie bei der Versickerung zum Einsatz kommen.

Einleitung in die öffentliche Kanalisation im Mischsystem (3. Priorität)

Als Letztes bietet sich die Möglichkeit, das Abwasser in eine bestehende Kanalisation im Mischsystem einzuleiten. Insbesondere in überbauten Siedlungsgebieten, die vorwiegend im Mischsystem entwässert werden, kann der Anschluss an die Kanalisation weiterhin eine akzeptable Option darstellen. Im Rahmen der Machbarkeitsprüfung gilt es die Kapazität der bestehenden Leitungen zu beurteilen und allenfalls Retentionsmassnahmen vorzusehen. Selbstverständlich muss die Wahl einer derartigen Lösung im Variantenvergleich begründet werden.

3.3 Machbarkeitsprüfung der Abwasserbeseitigung

Diese erste Prüfungsstufe hat zum Ziel, für einen gegebenen Verkehrswegeabschnitt die lokale Machbarkeit einer bestimmten Entwässerungsart abzuklären. Zu prüfen sind hydrogeologische und räumlich-topographische Faktoren im Bereich der Verkehrs- oder Behandlungsanlagen. Eine Abschätzung des zu erwartenden Abwasseranfalls dient dabei als Basis für die Beurteilung.

3.3.1 Hydrogeologische Faktoren

Für eine Versickerung müssen gewisse hydrogeologische Mindestanforderungen erfüllt sein. Nebst der Wassermenge sind im Rahmen der Machbarkeit deshalb folgende Parameter abzuschätzen:

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

Lage und Ausdehnung von sickerfähigem Untergrund können den geologischen und bodenkundlichen Kartengrundlagen und/oder den Versickerungskarten entnommen werden, welche im Rahmen des GEP zu erarbeiten sind. Die spezifische Sickerleistung und die Schichtmächtigkeiten werden durch Sickerversuche und Bohrungen ermittelt. Die Lage des Grundwasserspiegels bei Hochwasser kann entweder den hydrogeologischen Karten entnommen oder von vorhandenen Niveaumessungen extrapoliert werden.

3.3.2 Räumlich-topographische Faktoren

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

- Platzverhältnisse für Anlagen
- Gestaltung des Verkehrsweges
- Nachbarrechtliche Situation

Der Flächenbedarf für Versickerungen hängt ab von der Durchlässigkeit des Bodens und des Untergrundes (spezifische Sickerleistung) sowie den Mengen an Verkehrswegeabwasser. Im Einzelfall muss auch der Platzbedarf für allfällige Versickerungs-, Behandlungs- und Retentionsanlagen ermittelt werden. Ausserdem beeinflusst die Gestaltung des Verkehrsweges die Machbarkeit einer Beseitigungsart: In längeren Einschnitten oder Tunnels ist beispielsweise die flächenförmige, dezentrale Versickerung nicht machbar. Bei der Einleitung in Oberflächengewässer ist zusätzlich zu prüfen, ob die Hochwassersicherheit gegeben ist bzw. keine Gefahr eines Rückstaus besteht. Wird in die öffentliche Kanalisation im Mischsystem eingeleitet, sind die Abflusskapazität sowie die Auswirkungen auf die Entlastungsbauwerke und Regenbecken zu überprüfen.

Insbesondere bei der Versickerung können zudem 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.



3.4 Zulässigkeitsprüfung der Abwasserbeseitigung

3.4.1 Grundsätzliches

Ob eine bestimmte Art der Abwasserbeseitigung zulässig ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab. In Tabelle 2 sind die Faktoren dargestellt, welche sowohl für die Versickerung als auch für die Einleitung in oberirdische Gewässer zu untersuchen sind.

Beurteilungsfaktoren für die Zulässigkeit einer Art der Abwasserbeseitigung

Beurteilungsfaktor		Art der Abwasserbeseitigung	
		Versickerung	Einleitung in oberirdisches Gewässer
Belastung des Verkehrswegeabwassers	(Abschnitt 3.4.2)	X	X
Vulnerabilität des Grundwassers	(Abschnitt 3.4.3)	X	
Belastung des oberirdischen Gewässers	(Abschnitt 3.4.4)		X
Zustand und Nutzung der Gewässer	(Abschnitt 3.4.5)	X	X

Tabelle 2

Bei den beiden Alternativen, welche primär in Betracht kommen, ist als erstes die bestehende Schadstoffbelastung und die Belastung des Verkehrswegeabwassers zu beurteilen. Im Hinblick auf eine potenzielle Versickerung müssen die Reinigungsleistung des Bodens bzw. die Vulnerabilität des Grundwassers überprüft werden. Soll das Abwasser in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden, ist zu untersuchen, wie das entsprechende Gewässer dadurch belastet wird. Der Zustand und die Nutzung des entsprechenden Zielgewässers muss bei beiden Beseitigungsarten berücksichtigt werden. Nach Bewertung dieser Faktoren kann die eigentliche Zulässigkeitsprüfung mit Hilfe der Tabellen 7 und 8 (Abschnitt 3.4.6) erfolgen. In Abschnitt 3.4.7 sind die Anforderungen erläutert, die an eine Retention oder eine Behandlung gestellt werden. Die Beurteilungsfaktoren werden im Folgenden einzeln besprochen.

3.4.2 Belastung des Verkehrswegeabwassers

Das Verkehrswegeabwasser wird in die Belastungsklassen gering, mittel und hoch eingeteilt. Die Klassierung mittels Belastungspunkten in Tabelle 3 basiert auf den standortabhängigen Faktoren Verkehrsaufkommen, Verkehrsverhalten und –zusammensetzung sowie Verkehrswegeunterhalt. Nachfolgend wird ausgeführt, welchen Einfluss und welche Bedeutung diese Faktoren auf die Beurteilung der Belastung gemäss der Tabelle 3 haben.

Verkehrsaufkommen

Verschiedene Studien (z.B. [6], [18]) haben den zentralen Zusammenhang zwischen Verkehrsaufkommen und Belastung des Verkehrswegeabwassers aufgezeigt. Wichtigster Massstab für die Stoffmenge, die aus dem Fahrzeugbetrieb in die Umwelt freigesetzt wird (z.B. Pneu- und Brems-

abrieb, Betriebsstoffrückstände), ist das Verkehrsaufkommen. Massgebend ist dabei das auf einer Strecke erwartete Verkehrsaufkommen innerhalb eines bestimmten Planungshorizonts. Um die Belastungspunkte gemäss Tabelle 3 zu ermitteln, wird dieses als gesamtes tägliches Aufkommen pro Verkehrswegeabschnitt eingesetzt.

Klassierung der Belastung des Verkehrswegeabwassers anhand von Bewertungspunkten (BP) für standortabhängige Faktoren

Beurteilungsfaktor	Bewertungskriterium	Punkte
Verkehrsaufkommen		
Täglicher Verkehr	Strassen: BP = Motorfahrzeuge pro Tag / 1'000 Bahntrassees: BP = Gesamtbruttotonnen pro Tag / 10'000 Flugpiste: BP = Flugbewegungen pro Tag / 100	+ [BP]
Verkehrsverhalten und -zusammensetzung		
Anteil Güterverkehr Fluggeräte >2,5t	Strassen: BP = 2 für Anteil > 8%; BP = 1 für Anteil > 4% Bahntrassees: BP = 2 für Anteil > 40%; BP = 1 für Anteil > 20% Fluggeräte: BP = 2 für Anteil > 40%; BP = 1 für Anteil > 20%	+ [BP]
Anteil Ortsverkehr bzw. Fluggeräte mit Flugbenzin	Der Anteil Ortsverkehr bzw. mit Flugbenzin betriebener Fluggeräte überschreitet 20 % des Gesamtverkehrsaufkommens.	+ 1
Steigung der Strecke	Die Steigung beträgt über einen relevanten Abschnitt mehr als 8 % (bei Strassen) bzw. 20 ‰ (bei Bahntrassees)	+ 1
Verkehrswegeunterhalt		
Einsatz von Pflanzenschutzmitteln	Auf dem betrachteten Gleisabschnitt werden durchschnittlich mindestens einmal pro Jahr Pflanzenschutzmittel eingesetzt	+ 1
Regelmässige Reinigung von Strassen und Pisten	Strassen/Flugpisten: BP = Anzahl maschineller Reinigungen pro Monat	- [BP]
Summe =		...



Klassierung der Belastung	
gering	< 5
mittel	5 – 14
hoch	> 14

Zahlenbeispiel (Strasse):

Für einen zu überprüfenden Strassenabschnitt gilt es das durchschnittliche tägliche Verkehrsaufkommen abzuschätzen und durch Teilung mit dem vorgegebenen Divisor die Belastungspunkte zu bestimmen (bei DTV = 13'000 z.B. 13 Punkte). Zu dieser Grundbelastung kommen je nach Einzelfall noch weitere Belastungspunkte hinzu (z.B. für einen Anteil Güterverkehr von über 4% und eine relevante Steigung total 2 Punkte) bzw. können Punkte abgezogen werden (z.B. für monatliche maschinelle Reinigung der Strassenoberfläche 1 Punkt). Ausgehend vom berechneten Gesamttotal an Belastungspunkten (für den beispielhaften Fall: 14 Punkte) kann dann der untersuchte Verkehrsweg in eine der Belastungsklassen eingeteilt werden (im Beispiel: mittlere Belastung).

Tabelle 3

Verkehrsverhalten und Verkehrszusammensetzung

In geringerem Mass hängt die Belastung des Abwassers auch vom Verkehrsverhalten und der Verkehrszusammensetzung ab. Vor allem Güter- und Ortsverkehr bewirken höhere Schadstoffeinträge ins Verkehrswegeabwasser. Nimmt der Güterverkehrsanteil zu, steigen die Schadstoffemissionen sowie die Tropfverluste gewässerbelastender Stoffe aus den Fahrzeugen. Aufgrund der vergleichsweise kurzen Fahrstrecken sind auch bei einem hohen Anteil an Ortsverkehr, wozu unter anderem der landwirtschaftliche Verkehr zählt, die Schadstoffemissionen und allfällige Tropfverluste typischerweise erhöht. Die Menge des Materialabriebs von Rollmaterial, Bremsen und Verkehrsflächen hängt zudem direkt von den lokalen Beschleunigungs- und Verzögerungswerten ab. Sie müssen deshalb streckenabhängig beurteilt werden. Die Ausbaugeschwindigkeit sowie die Steigung dienen dabei als Beurteilungskriterien.

Im Flugverkehr gilt, dass die Emissionen grundsätzlich proportional zum Gewicht der Fluggeräte steigen. Im Vergleich zu Flugpetrol weist Flugbenzin einen deutlich höheren Bleigehalt auf, was entsprechend höhere Schadstoffemissionen zur Folge hat.

Verkehrswegeunterhalt

Pflanzenbehandlungsmittel, die beim Unterhalt auf eine Verkehrsfläche ausgebracht werden, belasten das abfliessende Abwasser massgeblich. Typischerweise bewirken solche Einsätze grosse Frachtspitzen von Schadstoffen im Verkehrswegeabwasser. Bei den Bahntrassees, auf welchen Einsätze mit Pflanzenbehandlungsmitteln noch begrenzt erlaubt sind, muss dies als belastender Faktor berücksichtigt werden.

Der Einsatz von Taumitteln wird im Rahmen der Grobbeurteilung nicht berücksichtigt. Taumittel stellen zwar eine Belastung dar, insbesondere wegen des leicht löslichen und im Boden nicht zurückgehaltenen Chlorids. Doch ist davon auszugehen, dass ein grosser Teil dieser Salze, unabhängig von der gewählten Entwässerungsart, durch Schneeräumungen oder Verfrachtungen ohnehin direkt in den Boden und ins Grundwasser gelangt. Tausalze können zudem mit einfachen Retentions- oder Behandlungsmethoden nicht zurückgehalten oder eliminiert werden. Sind Grundwasservorkommen bereits stark belastet, so muss der Einsatz von Taumitteln grundsätzlich reduziert werden.

Werden Strassen regelmässig gereinigt und das Wischgut entsorgt, nimmt die Schadstoffbelastung im Verkehrswegeabwasser ab. Bei Strassen und Flugpisten mit entsprechendem Unterhalt kann diese Entlastung für die Beurteilung berücksichtigt werden. Als Punktzahl ist die Anzahl maschineller Reinigungen pro Monat einzusetzen.

Die Entleerung von Schlamm-sammlern kann die Schadstoffbelastung zwar ebenfalls reduzieren. Trotzdem wird dieser Aspekt bei der Grob-beurteilung vernachlässigt. Entsprechend ihrem Haupt-zweck sind die Schlamm-sammler vor allem für leicht absetzbare Feststoffe wie z.B. Kies, Split oder Sand wirksam. Die relevanten Schadstoffe setzen sich jedoch eher an Feinanteilen fest und werden kaum zurückgehalten. Selbst bei regelmässigen Entleerungen wird der überwiegende Teil der Schadstoffe damit nicht aus dem Verkehrswegeabwasser entfernt.

3.4.3 Vulnerabilität des Grundwassers

Die Vulnerabilität ist ein Mass für die Empfindlichkeit eines Grundwasservorkommens in Bezug auf qualitative Gefährdungen durch Oberflächeneinflüsse. Bestimmt wird die Vulnerabilität eines Grundwassers vor allem durch die Mächtigkeit, Beschaffenheit und Ausdehnung des Bodens (A- und B-Horizont) und des nicht wassergesättigten Untergrundes. Die Abgrenzung dieser Begriffe ist in Abbildung 3 in Anlehnung an Art. 7 USG und Art. 3 GSchV grafisch dargestellt.

Vor dem Eintritt ins Grundwasser findet bei der Versickerung von Verkehrswegeabwasser in der Regel eine Reinigung des Sickerwassers statt. Diese kann bei der Zulässigkeitsprüfung berücksichtigt werden. Je besser die Reinigung und Rückhaltung im Boden und im nicht wassergesättigten Untergrund, desto geringer ist die Vulnerabilität des Grundwassers. Als Referenzniveau für den nicht wassergesättigten Untergrund dient der natürliche, zehnjährige Grundwasserhöchstspiegel (GSchV Anhang 4).

Die GSchV bezeichnet drei Typen von Aquiferen (Grundwasser führender geologischer Körper), die sich in Bezug auf ihre Vulnerabilität unterscheiden und deshalb gesondert zu betrachten sind:

1. *Lockergesteinsaquifere*: Je nach Ausbildung des Bodens und des nicht wassergesättigten Untergrundes variiert die Vulnerabilität von gering bis hoch. Gering ist die Vulnerabilität des Grundwassers bei einem mehrere Meter mächtigen, feinkörnigen nicht wassergesättigten Untergrund mit einem tiefgründigen, humosen Boden. Hoch ist die Vulnerabilität des Grundwassers hingegen bei einem gering mächtigen und kiesigen nicht wassergesättigten Untergrund mit einem gering mächtigen sandigen Boden.
2. *Karstaquifere*: Der Boden über Karstaquiferen ist meist nur gering mächtig ausgebildet. Bestehen keine ausgedehnten schützenden Deckschichten, so ist die Vulnerabilität der Grundwasservorkommen in Karst daher generell mittel bis hoch. Besonders hoch ist die Vulnerabilität bei Karstphänomenen, die eine direkte Verbindung zwischen der Oberfläche und dem Aquifer darstellen (z.B. aktive Dolinen).

3. *Kluftaquifere*: In Kluftaquiferen beschränkt sich die Wasserzirkulation in erster Linie auf tektonisch bedingte Trennflächen (Klüfte, Störzonen) sowie Auflockerungszonen. Wenn ausgedehnte schützende Deckschichten den Aquifer überdecken, ist die Vulnerabilität gering. Falls jedoch der Fels oberflächlich aufgeschlossen ist, muss mit einer hohen Vulnerabilität des Grundwassers gerechnet werden. Dies ist auch bei grösseren Störungszonen der Fall, die bis an die Oberfläche reichen.

Im Folgenden wird eine vereinfachte Methode vorgestellt, welche eine Beurteilung der Reinigungs- und Rückhaltungswirkung des Bodens und des nicht wassergesättigten Untergrunds ermöglicht. Darauf abgestützt kann eine Klassierung der Vulnerabilität des Grundwassers erfolgen.

Reinigungs- und Rückhaltungswirkung des Bodens

Der optimale Bodenaufbau in Bezug auf Reinigung und Rückhaltung lässt sich mit Hilfe ausgewählter Parameter beschreiben. Folgende Kenngrössen stehen im Vordergrund:

- *Mächtigkeit von Ober- und Unterboden (A- und B-Horizont)*: je mächtiger der Boden umso grösser die Reinigungs- und Rückhaltungswirkung;
- *Tongehalt*: Ein hoher Tongehalt begünstigt den Rückhalt von Schwermetallen, kann aber die Sickerfähigkeit reduzieren und zu Vernässung sowie zur Bildung präferenzieller Sickerwege führen;
- *Gehalt an organischer Substanz (Humus)*: Der Humusanteil spielt im Oberboden eine zentrale Rolle für den Abbau und Rückhalt organischer Schadstoffe wie z.B. PAK;
- *pH-Wert*: Hohe pH-Werte des Bodens begünstigen die Rückhaltungswirkung für Schwermetalle.

Tabelle 4 fasst die Beurteilung des Bodenaufbaus anhand dieser Kenngrössen zusammen. Ein für die Versickerung optimaler Boden ist charakterisiert durch: eine genügend grosse Mächtigkeit ($> 100\text{cm}$), einen mittlereren Tongehalt (10-35%), einen humosen A-Horizont ($\geq 4\%$) und einen hohen pH-Wert (≥ 6.5). Geringere Mächtigkeiten, tiefere pH-Werte und/oder geringere Humusgehalte bewirken eine schlechtere Reinigungswirkung. Der entsprechende Bodenaufbau ist je nach Verhältnissen für die Versickerung optimal, mittel, minimal oder ungenügend.

Abgrenzung der Begriffe "Boden" und "Untergrund" im gesetzlichen Sinne

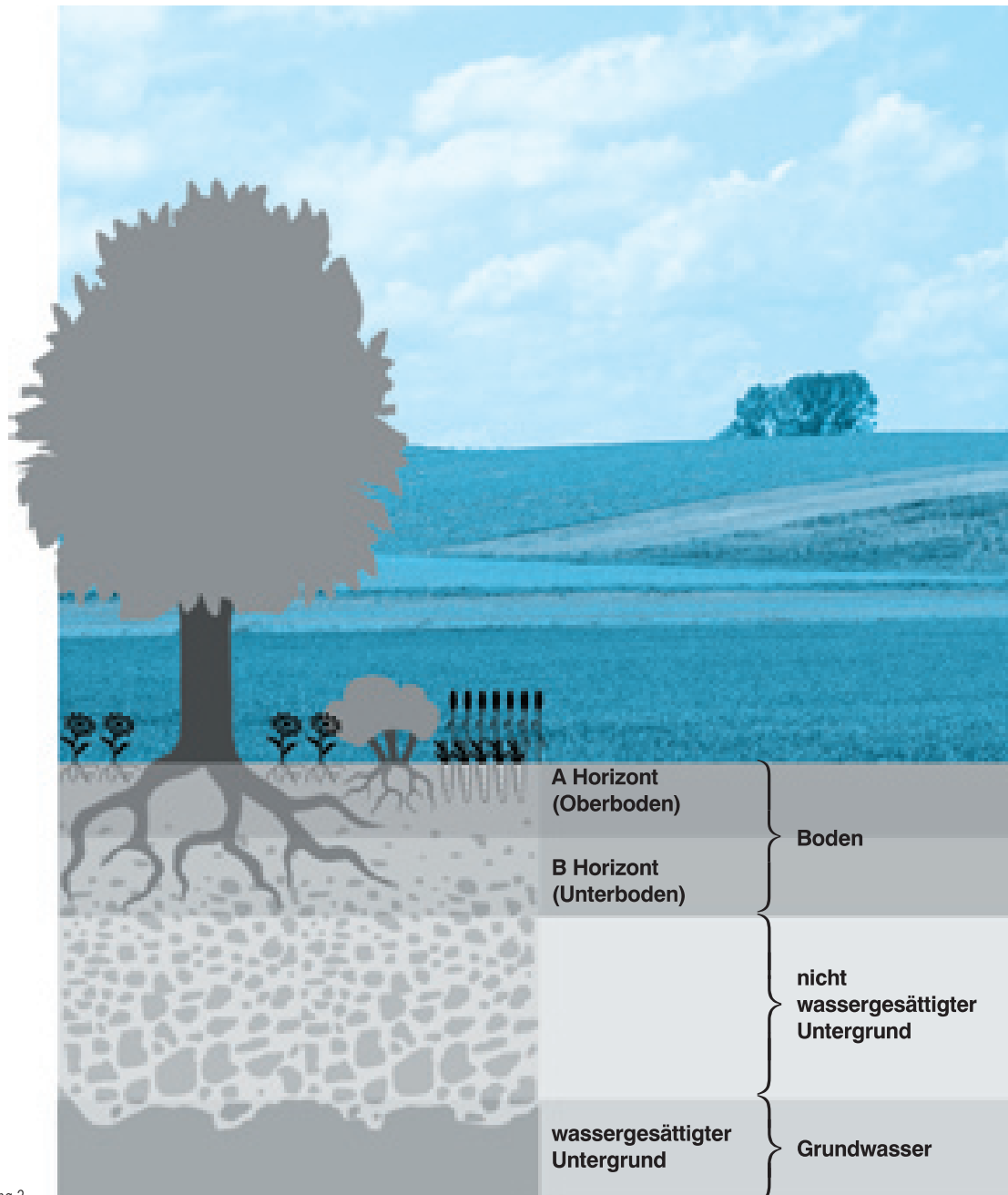


Abbildung 3

Beurteilung des Aufbaus von natürlichen Böden für die Versickerung in Abhängigkeit der wichtigsten Kenngrössen

Aufbau	Oberboden (A-Horizont)							Unterboden (B-Horizont)				
	Mächtigkeit [cm]		pH		Humusgehalt H _o [%]		Tongehalt T _o [%]	Mächtigkeit [cm]		Humusgehalt Hu [%]		Tongehalt Tu [%]
Optimal	≥ 30	und	≥ 6.5	und	≥ 4	und	10 < T _o < 35	und	≥ 70	und	< 1	und 10 < T _u < 35 sowie T _u ≤ T _o
Mittel	≥ 20	und	≥ 5.5	und	≥ 2	und	10 < T _o < 35	und	≥ 30	und	< 1	und 10 < T _u < 35 sowie T _u ≤ T _o
Minimal	≥ 10	und	≥ 5.5	und	≥ 2	und	10 < T _o < 45	und	≥ 20	und	< 1	und 10 < T _u < 35 sowie T _u ≤ T _o
Ungenügend	Bei Nichteinhalten des Wertes für eine Kenngrösse des Bodenaufbaues «Minimal»											

Tabelle 4

Bei speziellen oder inhomogenen Verhältnissen empfiehlt es sich, einen bodenkundlichen Experten beizuziehen. Bei einer Realisierung sind die einschlägigen Grundlagen wie der BUWAL-Leitfaden «Bodenschutz beim Bauen» [19] und die Schweizerischen Normen zu «Erdbau und Boden» [20] zu berücksichtigen. Die Rückhaltewirkung des Bodens hat zwangsläufig eine Akkumulation von Schadstoffen, insbesondere von Schwermetallen, zur Folge. Diese führt mittel- bis langfristig zu belasteten Standorten. In bestehenden, über mehrere Jahrzehnte betriebenen Versickerungen über den Boden konnte bis anhin jedoch nicht festgestellt werden, dass sich die Rückhaltewirkung erschöpfen würde. Nicht zurückgehalten werden bei einer Versickerung durch eine Bodenschicht mobile Stoffe, insbesondere leichtlösliche Salze (wie z.B. NaCl). Ist das Grundwasser durch diese Stoffe bereits massgeblich verunreinigt oder besteht die konkrete Gefahr dazu, so ist die Art der Abwasserbeseitigung entsprechend auszuwählen bzw. auszugestalten.

Bedeutung des nicht wassergesättigten Untergrundes bei der Versickerung

Auch der geologische Aufbau des nicht wassergesättigten Untergrundes beeinflusst die Vulnerabilität des Grundwassers. In Abhängigkeit verschiedener Kenngrössen wie z.B. Durchlässigkeit und Sorptionseigenschaften lassen sich Reinigungs- und Rückhaltewirkung des nicht wassergesättigten Untergrundes beurteilen. Stark vereinfacht lassen sich drei Klassen unterscheiden:

- *Untergrund mit hoher Filtrations- und Sorptionswirkung:* z.B. feinkörnige Lockergesteine wie Tone, tonige Silte und tonig-siltige Sande (Seeablagerungen, Verlandungssedimente, Grundmoränen, Alluvionen) sowie nicht geklüftete feinkörnige Festgesteine wie Mergel und tonig-mergelige Sandsteine;
- *Untergrund mit mittlerer Filtrations- und Sorptionswirkung:* z.B. grobkörnige Lockergesteine wie sandige Kiese und kiesige Sande (Alluvialkies, kiesige Moräne) sowie geklüftete feinkörnige Festgesteine wie siltige Sandsteine und Mergel;

- *Untergrund mit geringer oder fehlender Filtrations- und Sorptionswirkung:* z.B. geklüftete kristalline und metamorphe Gesteine wie Granit und Gneis sowie verkarstete Gesteine wie Kalk und Gips.

Diese Grobbeurteilung kann anhand vorhandener Grundlagen (z.B. geologische Karten) erfolgen. Für detailliertere Abklärungen ist ein Geologe beizuziehen.

Gesamtbewertung der Vulnerabilität des Grundwassers bei der Versickerung

Die Gesamtbewertung der Vulnerabilität stützt sich auf die Beurteilung des Bodenaufbaus (Tabelle 4) und berücksichtigt die jeweils vorherrschenden Verhältnisse im nicht wassergesättigten Untergrund. Tabelle 5 fasst diese Kriterien und die daraus resultierende Grobbewertung der Vulnerabilität des Grundwassers zusammen.

Grobbeurteilung der Vulnerabilität des Grundwassers in Abhängigkeit des Bodenaufbaus sowie des nicht wassergesättigten Untergrundes

Vulnerabilität des Grundwassers				
Aufbau des nicht wassergesättigten Untergrundes (Mächtigkeit > 1m)	Bodenaufbau (gemäss Tabelle 4)			
	Optimal	Mittel	Minimal	Ungenügend
Feinkörnige Lockergesteine wie Tone, tonige Silte und tonig-siltige Sande sowie nicht geklüftete feinkörnige Festgesteine wie Mergel und tonig-mergelige Sandsteine	gering	gering	mittel	hoch
Grobkörnige Lockergesteine wie sandige Kiese und kiesige Sande sowie geklüftete feinkörnige Festgesteine wie siltige Sandsteine und Mergel.	gering	mittel	hoch	hoch
Geklüftete kristalline und metamorphe Gesteine wie Granit und Gneis sowie verkarstete Gesteine wie Kalk und Gips	mittel	hoch	hoch	sehr hoch

Tabelle 5

Bei dieser Beurteilung ist vorausgesetzt, dass die Sickerstrecke (Mächtigkeit des nicht wassergesättigten Untergrundes) mindestens einen Meter beträgt. Wird diese Mächtigkeit um mehr als die Hälfte unterschritten, so ist die Bewertung der Vulnerabilität um mindestens eine Stufe zu verschärfen oder sind weitergehende Untersuchungen vorzunehmen. Ist andererseits der nicht wassergesättigte Untergrund mehrere Meter mächtig, sind ebenfalls weitergehende Untersuchungen angezeigt, bevor die Bewertung der Vulnerabilität gelockert wird.

3.4.4 Belastung bei der Einleitung in oberirdische Gewässer

Die Belastbarkeit eines oberirdischen Gewässers durch Einleitungen von Verkehrswegeabwasser hängt von folgenden Faktoren ab:

- Gewässertypus
- ökomorphologischer Zustand
- vorhandene Gesamtbelastung

Eine Einleitung von Verkehrswegeabwasser belastet das betroffene oberirdische Gewässer sowohl hydraulisch als auch stofflich. Die stoffliche Belastung kann bewirken, dass nicht oder schwer abbaubare Stoffe im Gewässer akkumuliert werden. Ausser bei unfallbedingten Freisetzung ist nicht mit akuter Toxizität des Abwassers zu rechnen. Aus diesem Grund steht die hydraulische Zusatzbelastung im Vordergrund, d.h. insbesondere der zusätzlich erzeugte Geschiebetrieb.

In Tabelle 6 ist das Vorgehen zur Grobbeurteilung der Belastung durch Einleitungen zusammengefasst. Als Beurteilungsparameter wird das Verhältnis V zwischen der Niedrigwasserkennzahl Q_{347} des Fliessgewässers und dem erwarteten Zufluss der Einleitung verwendet. Die negative Wirkung auf die Gewässerökologie, welche von einer zusätzlichen hydraulischen Belastung ausgeht, hängt von Art und Zustand des Gewässers ab: in Fliessgewässern mit feiner Sohle oder einem ausgeglichenen Abflussregime ist die Wirkung stärker als in Bächen mit grobem Substrat und ausgeprägten, natürlichen Abflussschwankungen. Fehlen detaillierte ökomorphologische Untersuchungen, muss die Empfindlichkeit des Gewässers mit den in Tabelle 6 angegebenen Kenngrössen zu Sohlenbeschaffenheit und Gewässertypus abgeschätzt und das Einleitverhältnis gewässerspezifisch korrigiert werden. Erfolgen mehrere Einleitungen nacheinander, sind vor allem bei kleinen Fliessgewässern ($V < 1$) nicht nur die einzelnen Einleitungen punktuell zu betrachten, sondern auch eine Gesamtbetrachtung über einen grösseren Gewässerabschnitt anzustreben.

Bei stehenden Gewässern sollen insbesondere im Uferbereich die Lebens- und Fortpflanzungsbedingungen für die Organismen nicht nachteilig verändert werden. Der Wasseraustausch ist bei stehenden Gewässern weit geringer als bei Fliessgewässern. Dadurch besteht eine Tendenz zu erhöhter Akkumulation von Schmutz- und Schadstoffen in Organismen und Sedimenten.

Abschätzung der Einleitverhältnisse zur Grob beurteilung der Belastung bei der Einleitung in oberirdische Fliessgewässer

Formeln	Zeichen	Bedeutung		
Einzelbetrachtung an einer Einleitstelle				
$V = \frac{Q_{347}}{Q_E}$	V	Einleitverhältnis hydraulisch		
	Q_{347}	Abflussmenge im Vorfluter, die, gemittelt über zehn Jahre, durchschnittlich während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird (aus hydrologischen Jahrbüchern oder zu schätzen)		
	Q_E	Maximale Abflussmenge des Verkehrswegeabwassers an einer Einleitstelle, die einmal pro Jahr erwartet wird (vor allfälligen Retentionsmassnahmen)		
$V_G = V \cdot f_S \cdot f_G$	V_G	Einleitverhältnis gewässerspezifisch		
	f_S, f_G	Korrekturfaktoren für Sohlenbeschaffenheit und Gewässertypus; Werte siehe unten		
Gesamtbetrachtung über einen Gewässerabschnitt				
$V_{Max} = \frac{Q_{347}}{Q_{E, Max}}$	V_{Max}	Einleitverhältnis hydraulisch über Gewässerabschnitt		
	$Q_{E, Max}$	Summe aller Abflussmengen Q_E über einen Gewässerabschnitt (Länge = 1'000 x die Wasserspiegelbreite bei Mittelwasser), die einmal pro Jahr erwartet werden		
$V_{G, Max} = V_{Max} \cdot f_S \cdot f_G$	$V_{G, Max}$	Einleitverhältnis gewässerspezifisch über Gewässerabschnitt		
	f_S, f_G	Korrekturfaktoren für Sohlenbeschaffenheit und Gewässertypus; Werte siehe unten		
Gewässerspezifische Korrekturfaktoren f_S, f_G				
Sohlenbeschaffenheit:		f_S		
überwiegend Feinsediment		0.5		
überwiegend kiesig ($\varnothing < \text{faustgross}$)		1.0		
überwiegend steinig ($\varnothing > \text{faustgross}$)		1.5		
überwiegend blockig ($\varnothing > 0.5 \text{ m}$)		2.0		
Gewässertyp	Q_{347} (m³/s)	mittlere Wasserspiegelbreite (m)		
		mittlere Fließgeschwindigkeit (m/s)		
		f_G		
kleiner Mittellandbach	< 0.1	< 1	< 0.5	0.5
grosser Mittellandbach	0.1 - 1.0	1 - 5	< 0.5	1.0
kleiner Voralpenbach	< 0.1	< 1	> 0.5	1.0
grosser Voralpenbach	0.1 - 1.0	1 - 5	> 0.5	2.0
Grössere Fließgewässer	> 1.0	> 5	> 0.5	2.0

Tabelle 6

3.4.5 Zustand und Nutzung der betroffenen Gewässer

Sind die Anforderungen an die Wasserqualität von unter- und oberirdischen Gewässern gemäss Anhang 2 GSchV in den betroffenen Gewässern erfüllt, kann die Zulässigkeit der Versickerung oder Einleitung von Verkehrswegeabwasser aufgrund der bestehenden oder geplanten Nutzung beurteilt werden.

Sind die Anforderungen in den betroffenen Gewässern nicht erfüllt, so gelten diese als verunreinigt. In diesem Fall ist gemäss Art. 47 GSchV zu verfahren und zu prüfen, ob die Versickerung oder Einleitung von Verkehrswegeabwasser massgebend zur Verunreinigung beiträgt. Unter Umständen können zusätzliche Massnahmen zur Behandlung des Verkehrswegeabwassers vorgesehen werden, bevor eine Versickerung oder Einleitung erfolgt. Ansonsten ist eine andere Art der Beseitigung des Verkehrswegeabwassers zu wählen.

Die Zuströmbereiche Z_u gemäss Art. 29 GSchV (vgl. auch [16]) werden im Wesentlichen aufgrund der Belastung mit Pflanzenschutzmitteln oder Nährstoffen ausgedehnt. Der von den Verkehrswegen zu erwartende Beitrag ist kaum massgebend.

3.4.6 Zulässigkeitsprüfungen für Versickerung und Einleitung

Ausgehend von den in den Abschnitten 3.4.2 bis 3.4.5 dargestellten Einflussfaktoren kann die Zulässigkeit einer Art der Abwasserbeseitigung mit Hilfe der Tabelle 7 (für Versickerung) beziehungsweise Tabelle 8 (für Einleitungen in oberirdische Gewässer) überprüft werden. Zu berücksichtigen bleiben zudem die Vorgaben, welche in der übergeordneten Planung (z.B. mittels GEP oder REP) für die betroffenen Gewässer festgelegt sind.

Bei der Beurteilung für Versickerungen wird in Tabelle 7 zwischen Grundwasserschutzzonen, Gewässerschutzbereichen A_u und übrigen Bereichen unterschieden. Generell nicht zulässig ist die Versickerung in Grundwasserschutzzonen und -arealen. Ausserhalb dieser Gebiete ist in Abhängigkeit der Vulnerabilität des Grundwassers und der Belastung des Verkehrswegeabwassers zu entscheiden. Im Gewässerschutzbereich A_u darf zum Beispiel ohne zusätzliche Behandlung nur bei geringer Vulnerabilität des Grundwassers versickert werden.

Bei der Beurteilung der Einleitung in Oberflächengewässer wird in Tabelle 8 zwischen Fliessgewässern und stehenden Gewässern unterschieden. Im Gewässerschutzbereich A_o werden Einleitungen in stehende Gewässer in der Regel nur zulässig sein, wenn zuvor eine Behandlung erfolgte. Bei Fliessgewässern ist individuell zu entscheiden, wobei das Einleitverhältnis sowie die Belastung des Verkehrswegeabwassers massgebend sind. Für hoch belastete Abwässer ist eine Behandlung notwendig, bei verhältnismässig kleinen Vorflutern zusätzlich eine Retention.

Zulässigkeit einer Versickerung in Abhängigkeit der Belastung des Verkehrswegeabwassers und der Vulnerabilität des Grundwassers

Versickerung				
Gewässerschutzbereich/ Schutzzonen	Vulnerabilität des Grundwassers (gemäss Tabelle 5)	Belastungsklasse des Verkehrswegeabwassers (gemäss Tabelle 3)		
		gering	mittel	hoch
übrige Bereiche (üB)	gering	zulässig	zulässig	zulässig
	mittel	zulässig	zulässig	zulässig
	hoch	zulässig	mit Behandlung	mit Behandlung
	sehr hoch	mit Behandlung	mit Behandlung	mit Behandlung
Gewässerschutzbereich A _u	gering	zulässig	zulässig	zulässig
	mittel	zulässig	zulässig	mit Behandlung
	hoch	mit Behandlung	mit Behandlung	mit Behandlung
	sehr hoch	mit Behandlung	mit Behandlung	mit Behandlung
Schutzzonen und -areale		nicht zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig

Definition der Begriffe

Vulnerabilität des Grundwassers bei der Versickerung:

Gewässerschutzbereiche:

Belastung des Verkehrswegeabwassers:

gemäss Abschnitt 3.4.3

gemäss GSchV Anhang 4 bzw. Gewässerschutzkarte

gemäss Tabelle 3

zulässig

Versickerung zulässig ohne zusätzliche Behandlungsanlage; vorbehalten bleiben Massnahmen zur Sanierung verunreinigter Gewässer (Art. 47 GSchV)

mit Behandlung

Versickerung zulässig mit zusätzlicher Behandlungsanlage gemäss Abschnitt 3.4.7 resp. 4.1.4

nicht zulässig

Versickerung nicht zulässig

Tabelle 7

Zulässigkeit einer Einleitung in ein oberirdisches Gewässer in Abhängigkeit der Belastung des Verkehrswegeabwassers und des Einleitverhältnisses V

Einleitung in ein oberirdisches Gewässer				
Verhältnis V im Vorfluter ohne Retention (gemäss Tabelle 6)	Gewässerschutzbereich des Vorfluters	Belastungsklasse des Verkehrswegeabwassers (gemäss Tabelle 3)		
		gering	mittel	hoch
Fließgewässer	$V_G, V_{G, Max} > 1$	übrige Bereiche (üB)	zulässig	mit Behandlung
		Gewässerschutzbereich A_0	zulässig	mit Behandlung
	$0.1 \leq V_G, V_{G, Max} \leq 1$	übrige Bereiche (üB)	zulässig	mit Behandlung
		Gewässerschutzbereich A_0	mit Behandlung	mit Behandlung
	$V_G, V_{G, Max} < 0.1$	übrige Bereiche (üB)	mit Retention	mit Retention + Behandlung
		Gewässerschutzbereich A_0	mit Retention + Behandlung	mit Retention + Behandlung
Stehendes Gewässer	übrige Bereiche (üB)	zulässig	zulässig	mit Behandlung
	Gewässerschutzbereich A_0	zulässig	mit Behandlung	mit Behandlung

Definition der Begriffe

Verhältnis V_G bzw. $V_{G, Max}$ im Vorfluter:

Gewässerschutzbereiche:

Belastung des Verkehrswegeabwassers:

gemäss Tabelle 6

gemäss GSchV Anhang 4

gemäss Tabelle 3

zulässig

Einleitung zulässig ohne Behandlungsanlage oder Retention; vorbehalten bleiben Massnahmen zur Sanierung verunreinigter Gewässer (Art. 47 GSchV).

mit Retention

Einleitung zulässig mit Retention gemäss Abschnitt 3.4.7 resp. 4.1.5; vorbehalten bleiben Massnahmen zur Sanierung verunreinigter Gewässer (Art. 47 GSchV).

mit Behandlung

Einleitung zulässig mit Behandlungsanlage gemäss Abschnitt 3.4.7 resp. 4.1.4

mit Retention + Behandlung

Einleitung zulässig mit Retention und Behandlungsanlage gemäss Abschnitt 3.4.7 resp. 4.1.5 und 4.1.4

3.4.7 Retentions- und Behandlungsanforderungen

Retentions- und/oder Behandlungsanlagen werden entweder aus Gründen der Machbarkeit (Abschnitt 3.3) oder der Zulässigkeit (Tabellen 7 und 8) notwendig.

Retentionsanforderungen

Bei Versickerungen kann eine Retention erforderlich sein, falls die Sickerleistung der vorgesehenen Fläche bei Starkregen unzureichend ist. Eine Retention reduziert in diesem Fall die Hochwasserspitzen. Die Kontrolle der Versickerungsfähigkeit bzw. die Notwendigkeit einer Retention sowie deren Anforderungen ergeben sich aus der Machbarkeitsprüfung.

Bei Einleitungen in oberirdische Gewässer dient eine Retention dazu, die hydraulische Belastung des Vorfluters zu begrenzen. Ist gemäss Tabelle 8 eine Retention erforderlich, so ist mindestens ein Verhältnis von $V > 1$ gemäss Tabelle 6 anzustreben. Auch bei relativ grossen Vorflutern kann eine Retention in Frage kommen; beispielsweise um Konzentrationsspitzen zu glätten, Hochwasserspitzen zu vermeiden und/oder einen effizienteren Betrieb allfälliger Behandlungsanlagen zu gewährleisten.

Neben der Möglichkeit, Niederschlagswasser beschränkt auf der Verkehrsfläche zu speichern, kommt für die Retention der Bau spezieller Anlagen in Frage. Ein Typ einer eigentlichen Retentionsanlage ist in Abschnitt 4.1.5 dargestellt. Behandlungsanlagen wie Mulden-Rigolen-Systeme, Retentionsfilterbecken oder Versickerungsmulden bieten die Möglichkeit einer integrierten Retention.

Behandlungsanforderungen

Ist eine Behandlung des Verkehrswegeabwassers erforderlich, so sind die Anlagen den spezifischen Anforderungen anzupassen. Die Anlagen sind nach Möglichkeit so zu gestalten, dass die Filterschicht naturnah und mikrobiell aktiv ist. Zudem müssen die Bedingungen an eine gute Reinigungs- und Rückhaltungswirkung des Bodens und Untergrundes gemäss Tabellen 4 und 5 erfüllt sein. Bei künstlichen Filtermaterialien ist eine mindestens ebenbürtige Wirkung nachzuweisen.

Die Wirksamkeit der Anlagen sollte in regelmässigen Zeitabständen (5-10 Jahre) überprüft werden. Die dabei verwendete Methode (Bodenprofiluntersuchungen, Messungen im Abfluss etc.) ist den lokalen Verhältnissen anzupassen. Mögliche Typen von Behandlungsanlagen sind in Abschnitt 4.1.4 dargestellt.

3.5 Verhältnismässigkeit der Abwasserbeseitigung

Bei begründeten Zweifeln an der Verhältnismässigkeit einer machbaren und zulässigen Erstvariante, sind weitere Alternativen gemäss dem Entscheidungsdiagramm in Abbildung 2 zu prüfen und die verschiedenen Varianten zu vergleichen. Ein Instrument für die Beurteilung stellt die Kosten/Nutzen-Analyse dar. Bei dieser Methode wird der Nutzen einer Abwasserbeseitigungsart den Kosten gegenübergestellt.

Der Nutzen eines Systems zur Entwässerung von Verkehrswegen misst sich dabei an der Erreichung der gesetzten Ziele. Neben den in dieser Wegleitung formulierten Forderungen des quantitativen und qualitativen Gewässerschutzes sind auch Aspekte des Bodenschutzes, der Zulässigkeit und Sicherheit sowie weitere Nutzungsansprüche an die Gewässer relevant. Folgende, unter Umständen konkurrierende Interessen gilt es zu berücksichtigen:

- möglichst natürliche, direkte Schliessung des Wasserkreislaufs
- Sicherstellung des Schutzes von Oberflächen- und Grundwasser
- Sicherstellung des langfristigen Schutzes von kultivierbarem Boden
- Gewährleistung der Sicherheit und des Komforts von Verkehrsteilnehmern
- Gewährleistung weiterer Nutzungsansprüche an die Gewässer

Anhand dieser Kriterien kann der Nutzen einer Variante ermittelt werden. Basierend auf dem Vergleich des Verhältnisses von gewichteten Nutzen zu entstehenden Kosten ist die geeignetste Beseitigungsart auszuwählen. Es empfiehlt sich, nicht nur einmalige Investitionen, sondern auch periodisch auftretende Unterhalts- und Betriebskosten zu berücksichtigen.



Seitlicher Versickerungsgraben



Humusiertes Retentions- und Versickerungsbecken

4 Entwässerungselemente und Schutzmassnahmen

4.1 Funktionsweise der Entwässerungselemente

Ein Entwässerungssystem für Verkehrswege umfasst verschiedene Elemente, deren prinzipielle Funktionsweise bezüglich des Gewässerschutzes in den folgenden Absätzen beschrieben ist:

- Beläge (Abschnitt 4.1.1)
- Ableitung (Abschnitt 4.1.2)
- Versickerung ohne Behandlungsanlage (Abschnitt 4.1.3)
- Behandlungsanlagen (Abschnitt 4.1.4)
- Retentionsanlagen (Abschnitt 4.1.5)

Die eigentliche Dimensionierung sowie die technische Ausgestaltung dieser Elemente ist nicht Gegenstand der Wegleitung. Für die detaillierte technisch-konstruktive Ausgestaltung der gewählten Entwässerungselemente sind die Normen und Richtlinien der zuständigen Bundesämter, kantonalen Behörden, Fachverbände und Institutionen (vgl. weiterführende Literatur) zu konsultieren und auf den Einzelfall anzuwenden.

4.1.1 Beläge

Die in den Belägen verwendeten Materialien haben einen Einfluss auf die Schad- und Schmutzstofffrachten im davon abfliessenden Abwasser. Bei der Wahl der Materialien sollen deshalb neben verkehrstechnischen Aspekten auch solche des Gewässerschutzes in Betracht gezogen werden. Zu berücksichtigen sind insbesondere der zugeordnete Gewässerschutzbereich der betroffenen Gewässer, die bereits bestehende Belastung derselben sowie die lokalen Verhältnisse.

Die möglichen Auswirkungen verschiedener Materialien auf den Gewässerschutz sind in Tabelle 9 summarisch dargestellt. Eine detaillierte Diskussion der umweltrelevanten Eigenschaften von Bauprodukten und Baurecyclingstoffen findet sich in [14] und [15].

Gewässerschutzaspekte verschiedener Materialien und Beläge im Verkehrswegaufbau

Belagsart	Gewässerschutzrelevante Eigenschaften
Asphalt, bituminöse Beläge und Heissmischtragschichten (HMT)	Versiegelung. Bei saurem Niederschlag geringe pH-Pufferkapazität; enthalten organische Verbindungen.
Teerstämmige Materialien (Bitumenteere, Teerbitumen, Teer, Pech und Teeröl)	Versiegelung. Bei saurem Niederschlag geringe pH-Pufferkapazität; enthalten bedeutenden Anteil an organischen Verbindungen; können erhöhte Sedimentfrachten erzeugen. Infolge der heutigen Vorschriften ist die Anwendung stark eingeschränkt.
Beton	Versiegelung. Gute pH-Pufferkapazität; enthält wenig organische Verbindungen.
Lärmarme Beläge	Versiegelung. Bei saurem Niederschlag geringe pH-Pufferkapazität; enthalten organische Verbindungen; erfordern erhöhten Taumitteinsatz.
Durchlässige Beläge (Bahnschotter, Rasen-, Schotterpisten, Kieswege, Gittersteine, Drainbeläge etc.)	keine vollständige Versiegelung. Rückhaltungswirkung für Schadstoffe abhängig von mikrobieller Aktivität, Körnung und Zusammensetzung des Sickerbereichs.

Durchlässige Beläge sind nur dann geeignet, wenn eine Versickerung des Verkehrswegeabwassers vor Ort möglich und zulässig ist.

Tabelle 9

4.1.2 Ableitung

Die Ableitung des Abwassers von Verkehrswegen und die Entlastung allfälliger dazugehöriger Retentions- oder Behandlungsanlagen müssen so dimensioniert sein, dass Überstausituationen in den Anlagen nur selten und nur kurzzeitig auftreten. Dies ist einerseits wichtig, um die Funktions-, die Reinigungs- und die Rückhaltefähigkeit der Anlagen sicherzustellen; andererseits sollen Überschwemmungsschäden in der Umgebung nur in Ausnahmefällen auftreten können.

Ableitungssysteme für Verkehrswegeabwässer sollen generell so gestaltet werden, dass die Konzentrationsspitzen der darin enthaltenen Schmutz- und Schadstoffe gedämpft und deren Gesamtfrachten nach Möglichkeit vermindert werden. Für diesen Zweck geeignet sind offene bewachsene Gräben, welche im Normalbetrieb eine gewisse Reinigungs- und Rückhaltewirkung erbringen. Nach unfallbedingten Freisetzungen von Schadstoffen erleichtern es offene Entwässerungen, die Ausbreitung zu beobachten. Gleichzeitig ermöglichen sie einen einfacheren Zugang für Interventionen. Bei offenen Entwässerungen besteht zudem kaum die Gefahr, dass sie durch Explosionen zerstört würden bzw. sich grosse Volumen explosiver Gemische entwickeln könnten.

4.1.3 Versickerung ohne Behandlungsanlage

Aus der Sicht des Gewässerschutzes hat die Versickerung für die Beseitigung von Verkehrswegeabwasser immer erste Priorität. Zwei Fälle sind zu unterscheiden (vgl. Zulässigkeitsprüfung Tabelle 7)

- Eine Versickerung ist aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ohne Behandlung zulässig
- Eine Versickerung ist aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nur nach einer Behandlung in einer Anlage zulässig.

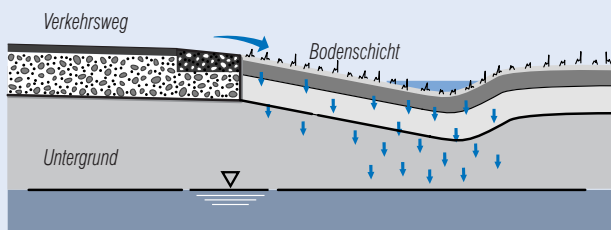
Als Behandlung wird in diesem Zusammenhang das Versickern über eine Anlage verstanden, die erlaubt, das Wasser nach erfolgter Boden- oder Filterpassage zu fassen und dessen Qualität zu kontrollieren (siehe Abschnitt 4.1.4).

Wird das Sickerwasser nach erfolgter Versickerung nicht gefasst, wird dies nicht als Behandlung verstanden. Diese naturnahe Art der Versickerung über eine bewachsene Bodenschicht ist vorzusehen, wenn eine Versickerung ohne Behandlung aufgrund der Zulässigkeitsprüfung zulässig ist. Der massgebende Regen soll in den dafür bestimmten Flächen versickern können. Gegebenenfalls sind dazu bauliche Begrenzungen vorzusehen. Die Machbarkeit (Abschnitt 3.3) ist in diesem Sinne zu überprüfen. Übermässige Belastungen können die Filterwirkung der Versickerungsflächen überfordern oder vorzeitig erschöpfen. Sie können auch eine Vernässung zur Folge haben und dadurch die mikrobielle Aktivität beeinträchtigen.

Die folgenden drei Abbildungen zeigen schematisch mögliche Gestaltungen von Versickerungen ohne Behandlungsanlagen. Die Pfeile markieren den Entwässerungs- bzw. Sickerweg. Kurzschlüsse am Übergang von der Verkehrsfläche zur bewachsenen Bodenschicht können zu ungenügender

Reinigung des Abwassers und zu Schäden am Verkehrsweg führen. Geeignete bauliche Ausgestaltung hilft dies zu verhindern. Bei durchlässigen Belägen versickert ein Teil des Niederschlagswassers von der Verkehrsfläche direkt in den Untergrund.

Versickerung über die Schulter und in bewachsenen Gräben



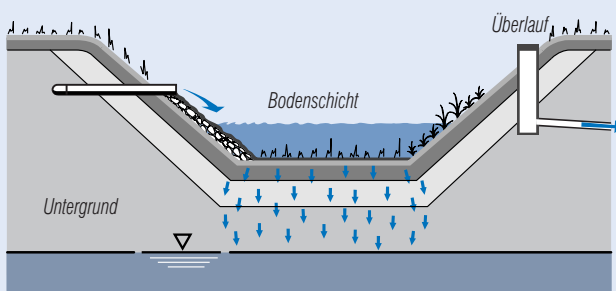
Die Versickerung über die Schulter oder in Gräben sowie Mulden entlang der Verkehrsanlage ist wenn immer möglich anzustreben. Sie befriedigt in der Regel optimal die Anforderungen sowohl des quantitativen als auch des qualitativen Gewässerschutzes.

Es ist sicherzustellen, dass die Versickerung des massgebenden Regens tatsächlich in dem dafür bestimmten Belastungsstreifen erfolgt.

Im Allgemeinen ist der Platzbedarf für die Versickerung in Gräben oder Mulden entlang des Verkehrsweges geringer. Jedoch ist der Vernässungsgefahr besonderes Augenmerk zu widmen.

Abbildung 4

Versickerungsmulde



Versickerungsmulden gestatten, gefasstes Verkehrswegeabwasser an definierter Stelle über eine künstlich aufgebaute Bodenschicht versickern zu lassen.

Durch geeigneten Aufbau dieser Filterschicht kann eine optimale Reinigungswirkung erzielt werden. Der Vernässungsgefahr ist Rechnung zu tragen.

Abbildung 5

Versickert Verkehrswegeabwasser direkt in den Untergrund, ohne eine Bodenschicht zu passieren, ist damit zu rechnen, dass sich Schmutz- und Schadstoffe aus dem Verkehrswegeabwasser weitreichend und nur schwer kontrollierbar ausbreiten. Versickerungen ohne Bodenpassage gehören deshalb nicht zu den prioritär empfohlenen Beseitigungsarten. Werden Versickerungen neu angelegt oder umfassend erneuert, ist auf Anlagen ohne Bodenpassage zu verzichten oder eine Behandlungsanlage mit Bodenschicht (siehe Absatz 4.1.4) vorzuschalten. Bei bestehenden Anlagen und zu vermutender Grundwassergefährdung, sind die Verhältnisse im Einzelfall zu untersuchen und gegebenenfalls Sanierungen anzuordnen.

4.1.4 Behandlungsanlagen

Lassen die örtlichen Gegebenheiten gemäss Zulässigkeitsprüfung eine Versickerung oder eine Einleitung in Oberflächengewässer nur mit einer zusätzlichen Behandlung zu, so müssen weitergehende Massnahmen getroffen werden. Diese Massnahmen sind von den zuständigen Behörden zu bewilligen.

Im Hinblick auf eine allfällige Versickerung kann die Vulnerabilität des Grundwassers gemäss Tabelle 5 allenfalls soweit verringert werden, dass eine Versickerung auch ohne zusätzliche Behandlung nach Tabelle 7 realisiert werden darf. Dazu muss der Boden (Oberboden und Unterboden), der für die Versickerung des anfallenden Abwassers nicht geeignet ist, ausgewechselt werden. Für diesen künstlich aufgebauten Boden gelten die Kriterien nach Tabelle 4. Sowohl für die Versickerung wie auch für die Einleitung in Oberflächengewässer kommen als weitere Massnahmen auch Behandlungsanlagen in Frage. Diese müssen in ihrer Dimension und Ausgestaltung die Anforderungen bezüglich Reinigung und Rückhaltewirkung erfüllen.

Die folgenden Abbildungen zeigen schematisch mögliche Ausgestaltungen (ohne massstäbliche Dimensionen oder technische Details). Die Pfeile markieren den Entwässerungsweg. Wie bei der naturnahen Versickerung über die Schulter sind auch bei diesen Anlagentypen Kurzschlüsse durch entsprechende bauliche Ausgestaltung zu verhindern.

Retentionsfilterbecken

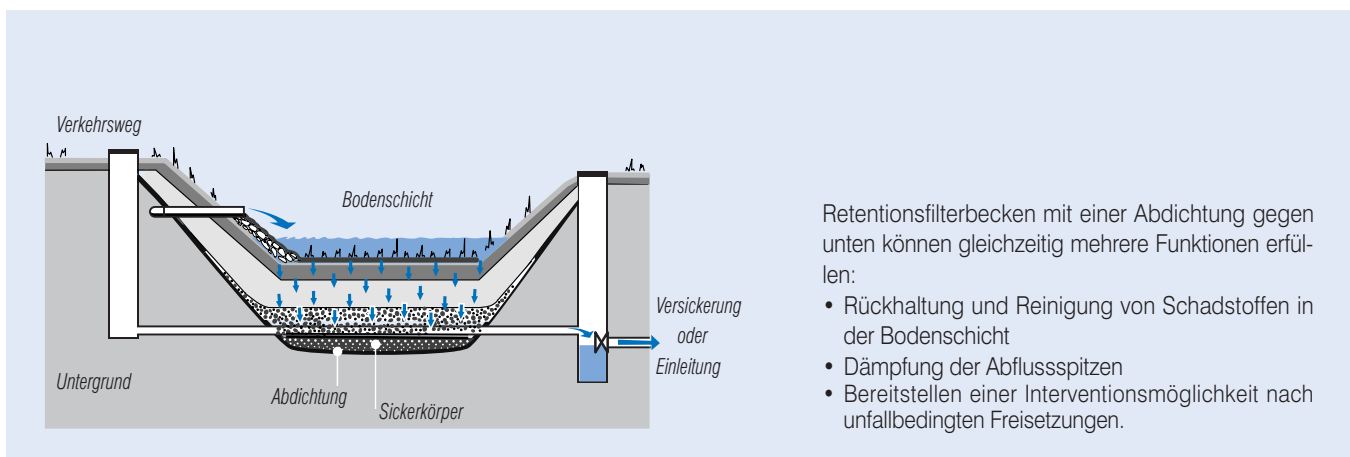
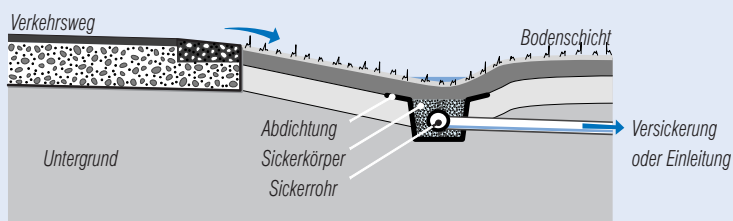


Abbildung 6

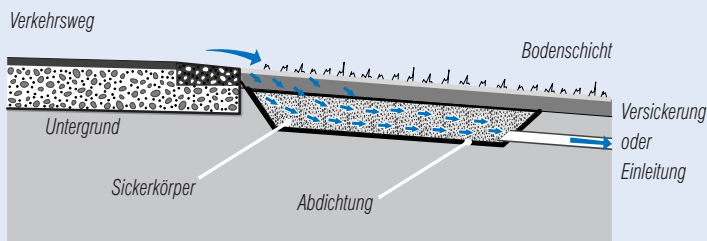
Mulden-Rigolen-System



Flexibles Versickerungssystem, das bei ungenügender Durchlässigkeit mit entsprechender Abdichtung aber auch bei lokal unzulässiger Versickerung ins Grundwasser eingesetzt werden kann. Bei ungenügender Durchlässigkeit des Untergrunds bewirkt das Sickerrohr eine Verteilung in Längsrichtung. Dies kann sich bei unfallbedingten Freisetzungen nachteilig auswirken. Bei nicht zulässiger Versickerung am Standort der Mulden ermöglicht das Sickerrohr die Ableitung an einen anderen Versickerungsstandort oder in einen Vorfluter.

Abbildung 7

Horizontal durchflossener Sickerkörper



Bei hohem Grundwasserstand oder schlecht durchlässigem Untergrund kann durch den Einbau eines horizontal durchflossenen und gegen unten abgedichteten Filters eine zusätzliche Sickerstrecke gewonnen werden. Die Bodenschicht als Abdeckung ermöglicht eine optimale Reinigungs- und Rückhaltewirkung.

Abbildung 8

Für die Behandlung von Verkehrswegeabwasser sind generell möglichst naturnahe Anlagen anzustreben. Deren Reinigungs- und Rückhaltewirkung beruht hauptsächlich auf dem Durchströmen einer Bodenschicht. Sie eignet sich am besten, die am stärksten belasteten Kleinpartikel zu entfernen. Wird eine Filterschicht eingebaut, muss diese eine gute Reinigungs- und Rückhaltewirkung gemäss Tabelle 4 erzeugen.

Permanente Wasserflächen können die Reinigungs- und Rückhaltewirkung der darunter liegenden Bodenschicht beeinträchtigen. Die Belastung derartiger Feuchtbiotope schwankt erheblich. Sie gefährden dadurch die sich ansiedelnde Flora und Fauna.

Die Behandlung von Verkehrswegeabwässern mit speziellen oder extrem hoch konzentrierten Inhaltsstoffen, für welche eine Reinigungs- und Rückhaltewirkung durch eine Bodenschicht nicht nachgewiesen ist, muss für den Einzelfall entwickelt werden. Der Zu- und Abfluss von Behandlungsanlagen muss für Kontrollmessungen zugänglich sein. Entspricht der Zustand der betroffenen Gewässer nicht den Anforderungen der GSchV oder soll die Anlage im Sinne einer Pilotanlage optimiert werden, sind periodische Kontrollmessungen angezeigt.

4.1.5 Retentionsanlagen

Ist aus Gründen der Machbarkeit oder der Zulässigkeit eine Retention notwendig, sind zusätzlich zur allfälligen Speicherung von Niederschlagswasser auf der Verkehrsfläche eigentliche Retentionsanlagen vorzusehen. Eine Retentionsanlage für Verkehrswegeabwasser kann mehrere Zwecke erfüllen. Im Vordergrund stehen folgende Aspekte:

- Stapelvolumen bereitstellen bei Versickerungen mit limitierter Sickerleistung;
- Abflussspitzen von Regenereignissen dämpfen bei Einleitungen in einen Vorfluter;
- Konzentrationsspitzen der Schadstoffe vermindern und glätten durch Sedimentations- und Mischungsvorgänge in der Retentionsanlage;
- Interventionszeitraum verlängern im Falle unfallbedingter Freisetzungen wassergefährdender Stoffe.

Die folgende Abbildung zeigt schematisch eine mögliche Ausgestaltung eines Retentions- oder Drosselbeckens (ohne massstäbliche Dimensionen oder technische Details). Die Pfeile markieren den Entwässerungsweg.

Retentions- oder Drosselbecken

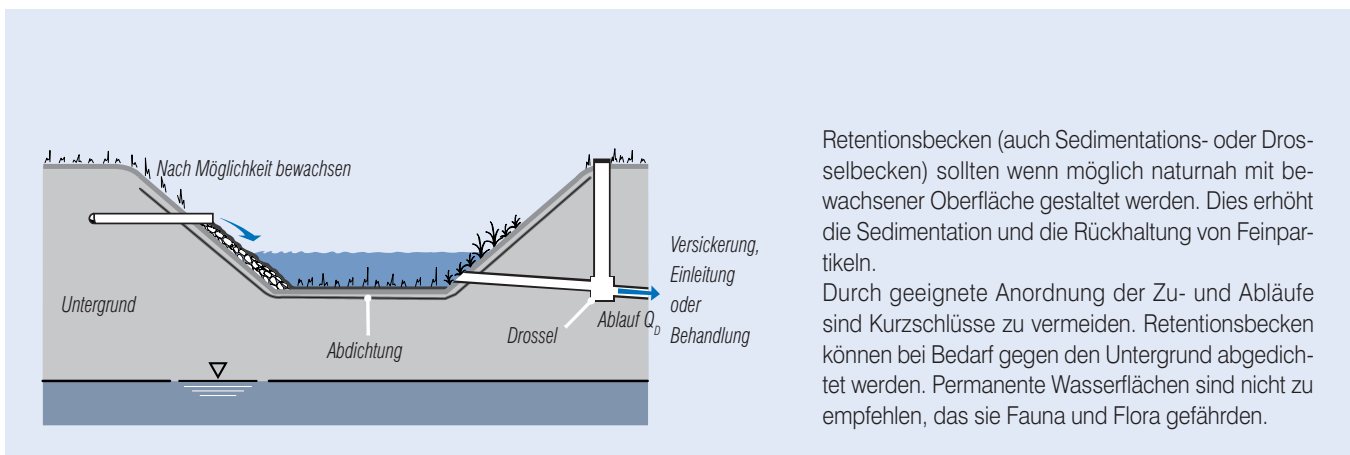


Abbildung 9

Das notwendige Retentionsvolumen ergibt sich aufgrund der gewählten Drosselspende und der anfallenden Menge an Verkehrswegeabwasser.

4.2 Schutzmassnahmen

4.2.1 Grundsatz

Ergänzende Schutzmassnahmen dienen dem Schutze der Gewässer vor Freisetzen als Folge von Unfällen. Ob weitere Sicherheitsmassnahmen zum Schutze der Gewässer vor Störfällen erforderlich sind, ergibt sich aus dem Vollzug der Störfallverordnung (StFV). Die vorliegende Wegleitung ist für die Beantwortung dieser Fragen nicht vorgesehen.

Müssen ergänzende Massnahmen getroffen werden, kommen die unten aufgeführten technischen und organisatorischen Schutzmassnahmen – kombiniert oder alternativ – in Betracht. Besteht die Möglichkeit, zwischen organisatorischen und technischen Schutzmassnahmen zu wählen, so ist zu beachten, dass organisatorische Schutzmassnahmen eine hohe Flexibilität aufweisen. Diese erlaubt eine optimale Anpassung an die spezifische, sich eventuell verändernde Unfallcharakteristik eines Verkehrsweges.

In den Grundwasserschutzzonen und -arealen dürfen wassergefährdende Stoffe nicht in den Untergrund eindringen können. Mögliche Freisetzungsorte sind durch Abschränkungen oder andere geeignete Massnahmen auf den entwässerten Nahbereich zu begrenzen (vgl. unten).

4.2.2 Technische Schutzmassnahmen

Der folgende Abschnitt erläutert die gewässerschutztechnische Begründung von Abschränkungen bzw. Leitplanken, Abdichtungen und Abscheideanlagen. Informationen zur Ausgestaltung, Dimensionierung und unterhaltsbedingter Optimierung dieser technischen Schutzmassnahmen finden sich in der weiterführenden Literatur.

Erstellung von Abschränkungen

Abschränkungen grenzen den Ort von Freisetzungen nach Unfällen ein. Dadurch wird das Risiko einer direkten Verschmutzung der Gewässer verkleinert. Ob Abschränkungen notwendig sind, ergibt sich aus dem planerischen Schutz der betroffenen Gewässer.

Abdichtungen

Ist für ein bestimmtes Verkehrswegeabwasser eine Versickerung ohne zusätzliche Behandlung nicht zulässig, ist der entsprechende Verkehrsweg mitsamt dem belasteten Nahbereich abzudichten. Die Ausdehnung des belasteten Nahbereichs ergibt sich hauptsächlich aus der örtlichen Topographie, der mittleren Fahrgeschwindigkeit sowie den Windverhältnissen. Sie beträgt in der Regel zwischen einem bis drei Metern.

Die Abdichtung kann durch natürliche undurchlässige Materialien oder durch Geotextilien erfolgen. Im abgedichteten Nahbereich ist nach Möglichkeit eine Bodenschicht beizubehalten. Sie erlaubt eine Vorreinigung, eine Reduktion und eine Retention des gefassten Verkehrswegeabwassers.

Erstellung von Abscheideanlagen

Abscheideanlagen (Ölabscheider, Schlammssammler) bezwecken primär, bei Unfällen freigesetzte wassergefährdende Stoffe abzuscheiden und zurückzuhalten. Die Wahrscheinlichkeit für ein erfolgreiches Eingreifen der Ereignisdienste soll dadurch erhöht und das Verschmutzungsrisiko für Gewässer entsprechend vermindert werden.

Um Schadstoffe im Normalbetrieb zurückzuhalten, sind Abscheideanlagen weniger geeignet. Begrenzt halten solche Anlagen zwar absetzbare Feststoffe zurück, die stärker belasteten Feinpartikel aber in der Regel nicht. Die regelmässige Entsorgung der abgeschiedenen Schlämme entlastet jedoch das nachfolgende Entwässerungssystem von Feststoffen. Dies bringt vor allem auch betriebliche Vorteile mit sich.

Bei Behandlungs- und Retentionsanlagen ist zu prüfen, ob sie ohne wesentliche Kostensteigerung mit Abscheide- oder Abschliesselementen für unfallbedingte Freisetzungen ausgestattet werden können.

Ob eine primär auf unfallbedingte Freisetzungen ausgelegte Abscheideanlage erforderlich ist, soll im Einzelfall abgeklärt werden. Auch für solche Anlagen kommt prioritär eine naturnahe Ausgestaltung mit hoher Normalbetriebstauglichkeit in Frage. In jedem Fall ist aber auch zu prüfen, ob mit den mobilen Interventionsmitteln organisatorischer Schutzmassnahmen nicht ein ebenso hoher Nutzen bei geringeren Kosten erreicht werden kann wie mit einer statischen Abscheideanlage.

4.2.3 Organisatorische Schutzmassnahmen

Organisatorische Schutzmassnahmen sollen unfallbedingte Freisetzungen wassergefährdender Stoffe vermeiden und begrenzen helfen.

Vorsorgliche organisatorische Schutzmassnahmen wie Geschwindigkeitsbeschränkungen, Durchfahrverbote, Monitoring, Aufklärungskampagnen etc. ermöglichen es, unfallbedingte Freisetzungen wassergefährdender Stoffe zu vermeiden oder frühzeitig zu erkennen.

Bei unfallbedingten Freisetzungen helfen organisatorische Schutzmassnahmen das Schadenausmass auf ein Minimum zu begrenzen, indem die verschiedenen Ereignisdienste und deren mobile Mittel koordiniert werden. Zentrale Bedeutung haben dabei Einsatzplanung und -übung, in deren Rahmen Ausbreitungspfade, Abscheide- und Absperrmöglichkeiten bezeichnet werden.

Weiterführende Literatur

- [1] Schweizerische Bundesbahnen, Baudirektion
Reglement 211.1 (Unterbau und Schotter - Vorschriften für Neubau und Erneuerung)
Drucksachenzentrale SBB, Bern, 1.11.1997.
- [2] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten
in Vorbereitung.
- [3] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
Genereller Entwässerungsplan (GEP) – Richtlinie für die Bearbeitung und Honorierung (inkl. Musterbuch)
VSA, Zürich, 1989.
- [4] Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute
Normenwerk zur Entwässerung von Strassen
in Vorbereitung/Überarbeitung
- [5] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Wegleitung - Gewässerschutz bei der Tunnelreinigung*
BUWAL-Mitteilung zum Gewässerschutz Nr. 6, Juni 1991.
- [6] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Gewässerschutzmassnahmen beim Strassenbau - Grundlagenbericht*
Schriftenreihe Umwelt Nr. 263, August 1996.
- [7] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bundesamt für Strassen
Leitfaden zum Vollzug der Störfallverordnung bei Nationalstrassen
in Vorbereitung.
- [8] Schweizerische Bundesbahnen
Grünflächen bei Bahnanlagen – Handbuch für die Projektierung
Drucksachenzentrale SBB, Bern, 1994.
- [9] KARCH
Lebensräume für Reptilien. Erhalten – aufwerten – gestalten.
Kanton Aargau, Baudepartement, Sektion Natur und Landschaft, 1997.
- [10] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Handbuch III zur Störfallverordnung - Richtlinien für Verkehrswege*
EDMZ, Dezember 1992.
- [11] Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute
SN 640 550a: Geotextilien und geotextilverwandte Produkte – Begriffe und Produktbeschreibung
VSS, Zürich, September 1996.

* **Bezug**
BUWAL
Dokumentation
CH-3003 Bern
Telefax: +41 (0)31 324 02 16
E-Mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: www.buwalshop.ch

- [12] Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute
SN 640 552a: Geotextilien – Anforderungen für die Funktionen Trennen, Filtern, Drainieren
 VSS, Zürich, April 1997.
- [13] Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute
SN 670 125a: Filtermaterialien
 VSS, Zürich, Juli 1983.
- [14] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle*
 Vollzug Umwelt, BUWAL, Bern, Dezember 1997.
- [15] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Bauprodukte und Zusatzstoffe in der Schweiz*
 Schriftenreihe Umwelt Nr. 245, BUWAL, Bern, November 1995.
- [16] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Wegleitung Grundwasserschutz*
 In Vorbereitung.
- [17] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SN 509 431: Entwässerung von Baustellen
 SIA, Zürich, 1997.
- [18] Fachstelle Bodenschutz Kanton Zürich
Die Belastung mit PAK und Blei an Strassen im Kanton Zürich
 Kanton Zürich, Februar 2000
- [19] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Bodenschutz beim Bauen*
 Leitfaden Nr. 10, BUWAL, Bern, 2001
- [20] Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute
SN 640 581a / 640 582 / 640 583: Erdbau, Boden
 VSS, Zürich, 1998
- [21] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Wegleitung zur Umsetzung des Grundwasserschutzes bei Untertagebauten*
 Vollzug Umwelt, BUWAL, Bern, 1998

* **Bezug**

BUWAL

Dokumentation

CH-3003 Bern

Telefax: +41 (0)31 324 02 16

E-Mail: docu@buwal.admin.ch

Internet: www.buwalshop.ch

Glossar

Abflussmenge Q_{347} : 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 ist.

Ableitungssystem: Netz von Verbindungen wie offenen Gräben, Halbschalen, Rohrleitungen etc. zwischen den zu entwässernden Verkehrswegen, den Retentions- und Behandlungsanlagen und dem für die Einleitung bestimmten Gewässer.

Ableitung von Verkehrswegeabwasser: Ableitung des Verkehrswegeabwassers in ober- oder unterirdische Gewässer durch Versickerung in den Untergrund oder durch Einleitung in oberirdische Fließgewässer oder stehende Gewässer.

Aquifer: Geologischer Körper mit mehr oder weniger konstanten Eigenschaften (Geometrie, Durchlässigkeit, etc.), der geeignet ist, Grundwasser aufzunehmen und weiterzuleiten; er kann ganz oder teilweise wassergesättigt sein.

Behandlungsanlage: Naturnahe oder technische Anlage für Verkehrswegeabwasser, welche der Versickerung oder Einleitung vorgeschaltet ist und primär eine Rückhalte- und Reinigungswirkung erzielen soll (z.B. Retentionsfilterbecken).

Belastungsstreifen: Zu einer Verkehrsanlage gehörender Grünstreifen entlang des Verkehrsträgers, der durch Schadstoffemissionen des Verkehrs stark belastet wird.

Boden: Oberste unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können.

Drosselspende: Zulässig einleitbare Wassermenge, auf die das Retentionsvolumen zu dimensionieren ist.

Entlastung: Kontrollierte Ableitung in einen Vorfluter von Verkehrswegeabwasser, welches die Dimensionierungsmenge der Retentions- und Behandlungsanlagen übersteigt (vgl. Überstau).

Entwässerungssystem:

System zur Versickerung von Verkehrswegeabwasser im Untergrund oder zur Ableitung von Verkehrswegeabwasser in ein Oberflächengewässer oder in die öffentliche Kanalisation.

Flurabstand: Vertikaler Abstand von der Geländeoberfläche zum maximalen natürlichen Grundwasserspiegel. Als Maximum des Grundwasserspiegels gilt der alle 10 Jahre erreichte Höchstwert.

GEP: Genereller Entwässerungsplan.

Gewässer: Ober- und unterirdische Gewässer.

Grundwasser: Wasser, das Hohlräume des Untergrundes (z.B. Poren, Klüfte) zusammenhängend ausfüllt und hauptsächlich der Schwerkraft und nicht den Kapillarkräften unterliegt. Nicht als Grundwasser gelten Wassermassen in Hohlräumen von wesentlicher Ausdehnung, deren

Morphologie, mit Ausnahme ihres unterirdischen Verlaufs, derjenigen eines Oberflächengewässers entspricht (z.B. unterirdische Wasserläufe und Seen in Karsthöhlen) oder die künstlich geschaffen wurden (z.B. Wasser in Drainagen, Kanalisationen, Leitungen, Reservoirs).

Karstaquifere: Geologischer Körper aus chemisch löslichen Gesteinen (vorwiegend Kalk), charakterisiert durch Systeme von Hohlräumen und Höhlen, in denen Grundwasser zirkulieren kann.

Kluftaquifere: Festgestein mit mehr oder weniger geöffneten Systemen von Gesteinsfugen, in denen Grundwasser zirkulieren kann.

Lockergesteinsaquifere: Geologischer Körper aus nicht verfestigten Sedimenten (wie Kies, Sand), in denen Grundwasser zirkulieren kann.

Oberirdisches Gewässer: Wasserkörper mit Sohle und Böschung sowie die tierische und pflanzliche Besiedlung. Oberirdische Gewässer umfassen stehende Gewässer (Seen, Weiher und Teiche) und Fließgewässer (Bäche, Flüsse und Flusstäue).

Retentionsanlage: Naturnahe oder technische Anlage für Verkehrswegeabwasser, welche der Versickerung oder Einleitung vorgeschaltet ist und hauptsächlich Abflussspitzen dämpfen und verzögern soll (z.B. Absetzbecken).

REP: Regionaler Entwässerungsplan.

Sorption: Sammelbezeichnung für alle Vorgänge, bei denen ein (gelöster) Stoff durch einen anderen mit ihm in Berührung stehenden (festen) Stoff selektiv aufgenommen wird.

Störfälle: Ausserordentliche Ereignisse beim Transport oder Umschlag gefährlicher Güter, bei denen diese Güter auf oder neben dem Verkehrsweg freigesetzt werden und die dadurch erhebliche Einwirkungen auf die Bevölkerung (inkl. Strassenbenutzer) und die Umwelt haben können.

Unfälle: Verkehrsunfälle, bei welchen wassergefährdende Stoffe wie Benzin oder Dieselöl aus Treibstofftanks oder Transformatoren in kleineren Mengen freigesetzt werden oder bei denen flüssige Löschmittel zur Bekämpfung eines Brandes verwendet werden.

Überstau: Zustand eines Entwässerungssystems, in welchem das anfallende Wasser nicht mehr abgeleitet werden kann und unkontrolliert aus dem Entwässerungssystem austritt.

Verhältnis V: Massgebendes hydraulisches Verhältnis bei der Einleitung von Verkehrswegeabwasser in ein Fließgewässer. Verglichen wird das Niedrigwasser des Fließgewässers mit dem Abfluss von der entwässerten Verkehrswegefläche.

Verkehrswege: Bahntrassees, Flugpisten und Strassen ohne Sonderbereiche mit Umschlag wassergefährdender Stoffe.

Verkehrswegeabwasser: Das von der Verkehrswegeoberfläche und deren Nahbereich abfließende Niederschlagswasser.

Verschmutztes Abwasser: Abwasser, das ein Gewässer, in das es gelangt, verunreinigen kann.

Verunreinigung: Nachteilige physikalische, chemische oder biologische Veränderung des Wassers.

Versickerung: Eindringen von Wasser durch enge Hohlräume in das Erdreich.

Versickerung über die Schulter: Ungefasstes Abfließen von Strassenabwasser über das Bankett in die Böschung und Versickerung am Ort.

Vulnerabilität des Grundwassers: Mass für die Empfindlichkeit eines Grundwasservorkommens bezüglich potenzieller, qualitativer Gefährdungen durch Oberflächeneinflüsse.

Wassergefährdende Stoffe: Stoffe, welche die physikalische und chemische Beschaffenheit des Wassers nachteilig verändern oder die im Wasser vorkommenden Lebewesen schädigen können.