



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Verkehr BAV
Bundesamt für Umwelt BAFU

Richtlinie

Entwässerung von Eisenbahnanlagen



August 2018

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Verkehr, 3003 Bern
Bundesamt für Umwelt, 3003 Bern

Autoren

Robert Attinger(BAV)
Tobias Schaller (BAV, bis Juli 2012)
Benjamin Meylan (BAFU)
Patrick Fischer (BAFU)
Simona Weber (BAFU, ab März 2014)
Judith Schöbi (SBB)
Martin Isler (BLS)
Ralph Rechsteiner (RhB)
Stefan Hasler (AWA Kt. Bern, VSA)

Titelfoto

Rhätische Bahn RhB

Download PDF (keine gedruckte Fassung)

www.bav.admin.ch, > Themen > Umwelt > Gewässerschutz
www.bafu.admin.ch, > Publikationen > Vollzugshilfen > Wasser

Sprachfassungen

Deutsch (Original)
Französisch
Italienisch

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
Glossar	5
1. Einleitung	6
1.1 Ausgangslage	6
1.2 Geltungsbereich	6
1.3 Adressaten und Stellenwert.....	7
1.4 Aufbau	7
2. Grundlagen	7
2.1 Gesetzliche Grundlagen	7
2.1.1 Nicht verschmutztes Abwasser	7
2.1.2 Verschmutztes Abwasser	8
2.1.3 Entwässerung in besonders gefährdeten Bereichen sowie Grundwasserschutz- zonen und – areale.....	9
2.2 Schadstoffe im Gleisabwasser	9
3. Festlegung der zulässigen Abwasserbeseitigung	10
3.1 Fahrbahn und Bankett	10
3.1.1 Grundsätze	10
3.1.2 Belastung des Gleisabwassers	11
3.1.3 Wesentliche Änderung	12
3.1.4 Abdichtung der Fahrbahn	13
3.1.5 Vorgehen zur Festlegung der Beseitigungsart	14
3.1.6 Behandlungs- und Retentionsanlagen	17
3.1.7 Stand der Technik von Behandlungsanlagen ohne Bodenpassage (künstliche Filter)	20
3.1.8 Fremdwasser	20
3.1.9 Vorgehen bei verunreinigten Gewässern	20
3.2 Perron und Perrondächer	21
3.2.1 Allgemein	21
3.2.2 Spezialfall Mittelperron	22
3.3 Personenunterführungen	23
3.4 Elektrische Anlagen	23
Anhang 1: Literaturverzeichnis	24
Anhang 2: Erläuterungen zu den Belastungsklassen des Gleisabwassers	25
Anhang 3: Entwässerungstypen nach R RTE21110	28
Anhang 4: Bestimmungsgrößen Einleitverhältnisse	30
Anhang 5: Beurteilung Bodenaufbau	31
Anhang 6: Stand der Technik von Behandlungsanlagen ohne Bodenpassage	32
Anhang 7: Aufwuchshemmendes Bankett nach R RTE 21110.....	34

Abkürzungsverzeichnis

AB-EBV	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung vom 15. Dezember 1983 (AB-EBV, SR 742.141.1)
A _o , A _u	Gewässerschutzbereich A _o , A _u
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAV	Bundesamt für Verkehr
EBG	Eisenbahngesetz vom 20. Dezember 1957 (EBG, SR 742.101)
EBV	Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen vom 23. November 1983 (Eisenbahnverordnung, EBV, SR742.141.1)
GEP	Genereller Entwässerungsplan
GSchG	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer vom 24. Januar 1991 (Gewässerschutzgesetz, GschG, SR 814.20)
GSchV	Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GschV, SR 814.201)
GWS-Areal	Grundwasserschutzareal
PSM	Pflanzenschutzmittel
Q _E	Eingleitete Regenwassermenge mit z = 1 (l/s)
Q ₃₄₇	Niedrigwasserabflussmenge für Fliessgewässer (m ³ /s). Abflussmenge, die gemittelt über zehn Jahre durchschnittlich während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird und die durch Stauung, Entnahme oder Zuleitung von Wasser nicht wesentlich beeinflusst ist.
REP	Regionaler Entwässerungsplan
R RTE	Regelwerk Technik Eisenbahn (Herausgeber VöV)
S1, S2, S3	Grundwasserschutzzonen S1, S2, S3
StFV	Verordnung über den Schutz von Störfällen vom 27. Februar 1991 (Störfallverordnung, StFV, SR 814.012)
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983 (Umweltschutzgesetz, USG, SR 814.01)
üb	Gewässerschutzbereich übriger Bereich
V	Einleitverhältnis hydraulisch
V _G	Einleitverhältnis gewässerspezifisch
V _{G,max}	Einleitverhältnis gewässerspezifisch über Gewässerabschnitt
VBBö	Verordnung über Belastungen des Bodens vom 1. Juli 1998 (VBBö, SR 814.12)
VöV	Verband öffentlicher Verkehr
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
Z _o , Z _u	Zuströmbereich Z _o , Z _u
z	Jährlichkeit (Wiederkehrintervall) eines Niederschlags

Glossar

Bahnhofbereiche	Perron-, Abstellbereiche sowie Rangierbereiche und –bahnhöfe. Gleise im Publikumsbereich sowie Gleise und zugehörige Bankette oder Gehwege, auf denen sich regelmässig Personal bewegt (Zugvorbereitung, Rangierpersonal, Zugpersonal etc.)
Bankett	Das Bankett bildet den seitlichen Abschluss der Fahrbahn. Es übernimmt unterschiedliche Funktionen wie z. B. Dienstweg, Fluchtweg, Abstellfläche, Aufwuchsbremse etc.
Behandlungsanlage	Naturnahe oder technische Anlage für Bahnabwasser, welche der Versickerung oder Einleitung vorgeschaltet ist und primär eine Reinigungswirkung erzielen soll.
Boden	Als Boden gilt nur die oberste unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können.
Bodenfilter	Filter aus geeignetem Bodenmaterial zur Gleisabwasserreinigung durch Abtrennung partikulärer und gelöster Stoffe.
Bodenschicht (filtrierende)	Bodenmaterial auf Böschungen oder Grünstreifen, welches die Reinigung des Gleisabwassers bei der Versickerung sicherstellt. Sie ist Teil der Bahnanlage (Versickerung über die Böschung).
Fahrbahn	Gesamtkörper, auf welchem eine Bahndurchfahrt einen Einfluss hat. Die Fahrbahn umfasst den Oberbau und den Unterbau mit der Fahrbahnentwässerung bis zur Ableitung.
Flurabstand	Vertikaler Abstand von der Geländeoberfläche zum Grundwasserspiegel. Als Maximum des Grundwasserspiegels gilt der alle 10 Jahre erreichte Höchstwert.
Bruttotonnen (Bt)	Summe der Gewichte der Züge inkl. deren Lasten, die auf einem Gleis verkehren.
Offene Strecke	Streckengleise, Einspur, Doppelspur oder Mehrspur mit zugehörigen Banketten. Bereiche, in der Regel ausserhalb der Ausfahrtsignale von Haltestellen und Bahnhöfen, die nur für Inspektionen oder Bauarbeiten von Bahnpersonal begangen werden.
Retentionsanlage	Naturnahe oder technische Anlage für Bahnabwasser, welche der Einleitung oder Versickerung vorgeschaltet ist und primär eine zeitliche Drosselung des Abflusses erzielen soll. In besonderen Fällen kann sie auch zum Auffangen von Havarieflüssigkeiten benötigt werden.
Dezentrale Versickerung	Versickerung über die Böschung, Bahn- oder Sickergraben
Zentrale Versickerung	siehe Behandlungsanlage

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage

Eine wirkungsvolle Entwässerung der Bahnanlagen ist aus Sicherheitsgründen notwendig. Das dabei anfallende Abwasser muss unter Berücksichtigung der Schutzziele für Gewässer und Böden beseitigt werden.

Bei Abwasser, das aus dem Fahrbahnbereich stammt, wurde die gewässerschutzkonforme Beseitigung bisher in der Wegleitung "Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen" des Bundesamtes für Umwelt [6] festgelegt. Eine Grundlage für die Bestimmung der zulässigen Beseitigungsart war die Ermittlung der Belastung des Abwassers in Abhängigkeit des Verkehrsaufkommens und -verhaltens, der Verkehrszusammensetzung sowie des Unterhalts. Neuere Untersuchungen ([4], [11], [12]) haben gezeigt, dass die Bewertungskriterien der Wegleitung zur Klassierung des Abwassers die potentielle Gefährdung für Grundwasser oder Oberflächengewässer nicht korrekt abschätzen lassen. Konkret hat sich gezeigt, dass die Belastung des Gleisabwassers mit Schwermetallen, deren Emission vom Verkehrsaufkommen abhängig ist, im Vergleich zur Belastung durch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln weniger bedeutend ist als in [6] angenommen. Hinzu kam, dass für die Erstellung und Beurteilung eines Entwässerungskonzeptes bisher mehrere Vollzugshilfen zugezogen werden mussten.

Aus diesem Grund haben sich das Bundesamt für Verkehr (BAV) und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) entschieden, neue Beurteilungskriterien für die Klassierung der Belastung von Gleisabwasser zu definieren. Dies wurde zum Anlass genommen, eine spezifische Richtlinie zur Entwässerung von Fahrbahnen der Eisenbahn zu erarbeiten und diese mit Vorgaben für die Entwässerung anderer Bahnanlagen zu ergänzen.

1.2 Geltungsbereich

Die Richtlinie regelt die Entsorgung von Niederschlagswasser von Fahrbahn (Gleisbereich, inkl. Rangiergleise), Perrons, Perrondächern und Personenunterführungen. Sie ist anzuwenden bei Neubauten, Erweiterungen und Sanierungen bestehender Anlagen. Sie regelt nicht die Entsorgung von Abwasser aus:

- Bereichen mit Lagerung und Umschlag wassergefährdender Flüssigkeiten
- häuslichem Gebrauch
- Fäkalienentsorgung aus Bahnwagen
- Baustellen
- Strassen, Plätzen und Dächern (ausser speziell erwähnte Anlagen wie Perrondächer).

Die Richtlinie regelt die Beseitigung des Abwassers von Bahnanlagen und berücksichtigt die technischen Grundlagen des R RTE 21110 (Regelwerk Technik Eisenbahn) [8]. Die Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung vom 15. Dezember 1983 (AB-EBV, SR 742.141.1, zu Art. 25) verweist für die Entwässerung auf die vorliegende Richtlinie.

Die Wegleitung Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen [6] hat für die Entwässerung von Eisenbahnanlagen mit Inkraftsetzung der vorliegenden Richtlinie keine Gültigkeit mehr.

Massnahmen an Entwässerungsanlagen, die aufgrund der Verordnung über den Schutz von Störfällen vom 27. Februar 1991 (Störfallverordnung, StFV, SR 814.012) erforderlich sind, werden durch die Richtlinie nicht geregelt.

1.3 Adressaten und Stellenwert

Die Richtlinie richtet sich an die Inhaber von Eisenbahnanlagen, an projektierende Ingenieurbüros sowie an die zuständigen Behörden (Kantone, BAV, BAFU), die im Rahmen von Plangenehmigungen nach Eisenbahngesetz (EBG) die Beseitigung von Abwasser zu beurteilen haben.

Diese Publikation ist eine gemeinsame Vollzugshilfe des Bundesamtes für Verkehr (BAV) als Leitbehörde des Bundes, die auch Umweltrecht vollzieht, und des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) als Fachbehörde. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigt die Leitbehörde diese Vollzugshilfe, so kann sie davon ausgehen, dass sie das Umweltrecht aus Sicht der Fachbehörde bundesrechtskonform vollzieht.

1.4 Aufbau

Das Kapitel 2 gibt einen kurzen Überblick der Grundlagen des Gewässerschutzes und mögliche Schadstoffe im Gleisabwasser.

Das Kernstück der Richtlinie ist Kapitel 3. Hier ist die Anwendung bei bahnspezifischen Anlagen festgelegt. Die getroffenen Festlegungen sollen Unsicherheiten in der Praxis bei Eisenbahnanlagen einheitlich klären.

2. Grundlagen

2.1 Gesetzliche Grundlagen

Niederschlagswasser, welches von bebauten oder befestigten Flächen wie Bahnanlagen abfließt, ist Abwasser im Sinne von Artikel 4 Buchstabe e des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer vom 24. Januar 1991 (Gewässerschutzgesetz, GSchG, SR 814.20). Verschmutztes Abwasser muss gemäss Artikel 7 Absatz 1 GSchG behandelt werden, bevor es versickert oder in ein Oberflächengewässer eingeleitet werden kann. Die Versickerung oder Einleitung in ein Oberflächengewässer ist nur mit Bewilligung zulässig. Nicht verschmutztes Abwasser dagegen ist nach Anordnung des BAV versickern zu lassen. Nur, wo die örtlichen Verhältnisse eine Versickerung nicht zulassen, ist eine Einleitung in ein oberirdisches Gewässer zulässig (Art. 7 Abs. 2 GSchG).

2.1.1 Nicht verschmutztes Abwasser

Als nicht verschmutztes Abwasser wird Abwasser bezeichnet, das nicht geeignet ist, das Gewässer zu verschmutzen, in welches es durch Einleitung oder Versickerung gelangt (vgl. Art. 4 Bst. f GSchG). Gemäss Artikel 3 Absatz 3 der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201) gilt von bebauten oder befestigten Flächen abfließendes Niederschlagswasser 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 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 Pflanzenschutzmitteln verzichtet wird oder wenn Pflanzenschutzmittel bei der Versickerung durch eine biologisch aktive Bodenschicht ausreichend zurückgehalten und abgebaut werden.

Der Ausdruck "in der Regel" weist darauf hin, dass es Ausnahmen geben kann. Das BAV beurteilt, ob Abwasser bei der Einleitung in ein Gewässer oder bei der Versickerung als verschmutzt oder nicht verschmutzt gilt. Entscheidend sind Art, Menge, Eigenschaften und zeitlicher Anfall der Stoffe, die im Abwasser enthalten sind und Gewässer verunreinigen können. Wichtig ist aber auch der Zustand des Gewässers, in welches das Abwasser gelangt (Art. 3 Abs. 1 GSchV). Bei der Versickerung ist ausserdem zu berücksichtigen, ob das Abwasser wegen einer bestehenden Belastung des Bodens oder des nicht wassergesättigten Untergrundes verunreinigt werden könnte und ob das Abwasser im Boden ausreichend gereinigt wird (Art. 3 Abs. 2 Bst. a und b GSchV). Zudem ist bei der Versickerung darauf zu achten, dass die Richtwerte der Verordnung vom 1. Juli 1998 über die Belastung des Bodens (VBBo, SR 814.12) langfristig eingehalten werden können. Ausgenommen ist die Versickerung in einer dafür bestimmten Anlage oder entlang der Gleisanlage im Bereich der Böschung und der Grünstreifen (Art. 3 Abs. 2 Bst. c GSchV).

Einleitung von nicht verschmutztem Abwasser in ein oberirdisches Gewässer ist nur dann zulässig, wenn die örtlichen Verhältnisse eine Versickerung nicht erlauben. Dabei sind nach Möglichkeit Rückhaltemassnahmen zu treffen, damit das Wasser bei grösserem Anfall gleichmässig abfliessen kann (Art. 7 Abs. 2 GSchG).

2.1.2 Verschmutztes Abwasser

Das Versickern von verschmutztem Abwasser ist verboten. Das BAV kann das Versickern jedoch bewilligen, wenn die Voraussetzungen nach Artikel 8 Absatz 2 GSchV erfüllt sind. Dies bedingt, dass das Abwasser behandelt wurde und insbesondere die Anforderungen an die Oberflächengewässer- und Grundwasserqualität sowie des Bodenschutzes eingehalten werden.

Das BAV 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 3.3 GSchV eingehalten sind (Art. 6 Abs.1 GSchV). Es kann die Anforderungen verschärfen oder ergänzen, wenn die Wasserqualität nach Anhang 2 GSchV für eine besondere Nutzung des betroffenen Gewässers nicht ausreicht.

Niederschlagswasser, das von bebauten oder befestigten Flächen abfließt und als verschmutzt beurteilt wird, gilt als 'anderes verschmutztes Abwasser' im Sinne von Artikel 7 Absatz 1 GSchV. Das BAV kann die Einleitung in die öffentliche Kanalisation bewilligen, wenn die Anforderungen nach Anhang 3.3 Ziffer 1 GSchV erfüllt sind. Verschmutztes Abwasser, das ausserhalb des Bereichs der öffentlichen Kanalisationen anfällt und für das weder die Einleitung in ein Gewässer, noch die Versickerung zulässig oder machbar ist, muss in einer

abflusslosen Grube gesammelt und regelmässig einer zentralen Abwasserreinigungsanlage oder einer besonderen Behandlung zugeführt werden (Art. 9 Abs. 1 GSchV).

2.1.3 Entwässerung in besonders gefährdeten Bereichen sowie Grundwasserschutzzonen und – areale

Werden Bahnanlagen in besonders gefährdeten Bereichen oder in Grundwasserschutzzonen und -arealen Anlagen erstellt, geändert oder werden dort andere Tätigkeiten ausgeübt, die eine Gefahr für die Gewässer darstellen, sind die nach den Umständen gebotenen Massnahmen nach Artikel 31 GSchV zu treffen. In der Zone S3 ist die Versickerung von Abwasser unzulässig, davon ausgenommen ist die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser über eine biologisch aktive Bodenschicht (Anhang 4 Ziffer 221 Abs. 1 Bst. c GSchV). In der Zone S2 und in Grundwasserschutzzonen sind weder das Erstellen von Anlagen noch die Versickerung von Abwasser erlaubt (Anhang 4 Ziffer 222 Abs. 1 Bst. a und c sowie Ziffer 23 Abs. 1 GSchV) und in der Zone S1 sind ausschliesslich bauliche Eingriffe und andere Tätigkeiten gestattet, welche der Trinkwasserversorgung dienen (Anhang 4 Ziffer 223).

2.2 Schadstoffe im Gleisabwasser

Die Stoffe, welche im Normalbetrieb ins Gleisabwasser gelangen und die Gewässerqualität beeinträchtigen können, wurden im Rahmen des Projekts "Gewässerschutz an Bahnanlagen" untersucht ([4], [11], [12]). Die Messungen erfolgten an Standorten, bei denen eine hohe Belastung erwartet werden konnte (hot spots).

Aufgrund der eingesetzten Materialien/Stoffe und der erwarteten Emissionen aus dem Bahnbetrieb wurde das Gleisabwasser auf folgende Stoffe hin untersucht:

- Kohlenwasserstoffe (KW): Schmiermittel von Weichen, Lokomotiven, Kupplungen und Schienenschmieranlagen
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK): Holzschwellen
- Schwermetalle Eisen, Kupfer, Zink, Chrom, Nickel: als Bestandteile der Fahrleitung des Rollmaterials und insbesondere der Bremsen sowie im Falle von Eisen der Schienen
- Pflanzenschutzmittel: seit den 90er Jahren Glyphosat (mit dem Metaboliten AMPA) und in Spezialfällen Triclopyr [2].

Untersuchungen ([12], [4]) haben gezeigt, dass die Belastung des Gleisabwassers in der Regel deutlich geringer ist als bei Haupt- und Nationalstrassen und für die Gewässer vor allem Glyphosat problematisch ist. Bei der Anwendung von Glyphosat kann es vor allem bei ersten darauf folgenden Regenereignissen in Abhängigkeit des Einleitverhältnisses zu einer zeitweiligen Überschreitung der Qualitätsanforderungen an Fliessgewässer führen. Für Oberflächengewässer mit geringem Einleitverhältnis können zudem Aminomethylphosphonsäure (AMPA), Chrom, Kupfer und Zink problematisch sein.

Deshalb soll auf drainierten Gleisabschnitten nur ein minimaler Einsatz von Herbiziden [2] erfolgen. Zusätzliche Quellen, welche das Abwasser mit Emissionen belasten (z.B. Abwasser eines Zinkdaches), sind vom Gleisabwasser abzutrennen.

3. Festlegung der zulässigen Abwasserbeseitigung

Im folgenden Kapitel wird die Entwässerung für die wichtigsten Eisenbahnanlagen geregelt. In einigen Fällen (z.B. Bahnhöfe) fallen auf einem begrenzten Areal Abwässer aus verschiedenen Anlagen an (Fahrbahnbereich, Perrons, Perrondächer, andere befestigte Plätze). In solchen Fällen kann es sinnvoll sein, die Beseitigung nicht spezifisch für jede einzelne Anlage, sondern im Rahmen eines übergeordneten Entwässerungskonzeptes zu planen. Bei der Festlegung der Abwasserbeseitigung sind auch die Aspekte der Machbarkeit und der Verhältnismässigkeit zu berücksichtigen.

3.1 Fahrbahn und Bankett

3.1.1 Grundsätze

Das hier dargelegte Vorgehen zur Ermittlung der zulässigen Abwasserbeseitigung geht von einer Fahrbahn auf der offenen Strecke und in Bahnhofbereichen aus. In Tunnel oder auf Brücken sind zusätzliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Folgende Grundsätze sind in jedem Fall zu beachten:

- In den Grundwasserschutzzonen S2 sowie in Grundwasserschutzarealen darf Abwasser unabhängig von dessen Belastung nicht versickert werden, auch nicht über die Böschung.
- In der Grundwasserschutzzone S3, dem Gewässerschutzbereich A_u und dem übrigen Bereich hingegen darf nicht verschmutztes Abwasser grundsätzlich über eine biologisch aktive Bodenschicht dezentral versickert werden. Als nicht verschmutztes Abwasser kann in der Schutzzone S3 nur Gleisabwasser der Belastungsklasse „gering“ (vgl. Tab. 3.1) eingestuft werden. Eine zentrale Versickerung ist hier aber nicht erlaubt. Im Bereich der Böschungen und Grünstreifen ist die dezentrale Versickerung die bevorzugte Lösung. Da es sich hier um einen Teil der Bahnanlage handelt, ist die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit im Versickerungsstreifen nicht von Bedeutung. Aus Gründen des Bodenschutzes muss allenfalls mit konstruktiven Massnahmen vermieden werden, dass eine unkontrollierte Entwässerung über den Versickerungsstreifen hinaus stattfinden kann.
- Ist die dezentrale Versickerung entlang der Gleisanlage nicht möglich, ist verschmutztes Abwasser soweit zu behandeln, dass es die Bedingungen für eine zentrale Versickerung in einer Versickerungsanlage oder eine Einleitung in ein Oberflächengewässer erfüllt.
- Wird Abwasser von Eisenbahnanlagen in Oberflächengewässer eingeleitet, müssen allenfalls – insbesondere bei stehenden Gewässern und kleineren Fliessgewässern – mit zusätzlichen Massnahmen die Konzentrationsspitzen gedämpft und die Gesamtfrachten vermindert werden.
- An die öffentliche Kanalisation im Mischsystem sollen Entwässerungsanlagen von Bahnanlagen grundsätzlich nur dann angeschlossen werden, wenn andere Arten der Beseitigung nicht zulässig oder nicht verhältnismässig sind.

3.1.2 Belastung des Gleisabwassers

Das Gleisabwasser wird in die Belastungsklassen gering, mittel und hoch eingeteilt. Die Klassierung in Tabelle 3.1 basiert auf den standortabhängigen Faktoren "Verkehrsaufkommen" und "Erfordernis Einsatz von Pflanzenschutzmitteln" (vgl. Anhang 2).

Verkehrsaufkommen

Als Mass für das Verkehrsaufkommen sind die Bruttotonnen pro Tag und Gleis zu verwenden. Für die Bestimmung des massgebenden Verkehrsaufkommens ist die Entwicklung innerhalb eines bestimmten Planungshorizontes zu berücksichtigen. Bei mehrgleisigen Abschnitten mit einer einzigen Entwässerungsanlage soll der Mittelwert aller Gleise verwendet werden.

Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM)

PSM können im Gleisbereich gemäss der Richtlinie zur chemischen Vegetationskontrolle [2] eingesetzt werden. Die eingesetzte Menge ist vom Pflanzenaufwuchs abhängig, der durch eine Reihe von Faktoren (vgl. Anhang 2) bestimmt wird. Die wesentlichen, klar bestimmbareren Faktoren werden für die Bestimmung der Belastungsklassen in Tabelle 3.1 verwendet. Tendenziell ist der Einsatz von PSM bei stark befahrenen Hauptstrecken etwas höher. Bei Dammlagen ist der Einsatz von PSM geringer, da wegen fehlender Feuchtigkeit weniger Pflanzenaufwuchs vorhanden ist. Die Belastungsklasse wird bei Dammlagen deshalb um eine Stufe reduziert. Eine Auswaschung der PSM erfolgt insbesondere im ersten und zweiten Regenereignis nach der Applikation.

Die Belastungsklasse wird gemäss Tabelle 3.1 festgelegt.

Offene Strecke		Verkehrsaufkommen [Bruttotonnen/(Tag*Gleis)]				
		< 15'000	15'000 - 30'000	30'000- 60'000	60'000- 100'000	> 100'000
Mit Einsatz PSM	kein PSM-Einsatz	gering	gering	gering	gering	gering
	> 1500 m.ü.M	gering	gering	gering	gering	mittel
	> 1000 m.ü.M, kein Bankett oder Bankett aufwuchshemmend*	gering	gering	gering	gering	gering
	1000-1500 m.ü.M	gering	gering	gering	mittel	mittel
	500-1000 m.ü.M, kein Bankett oder Bankett aufwuchshemmend*	gering	gering	gering	gering	mittel
	500-1000 m.ü.M	gering	gering	mittel	mittel	mittel
	< 500 m.ü.M, kein Bankett oder Bankett aufwuchshemmend*	gering	gering	gering	gering	mittel
< 500 m.ü.M	gering	mittel	mittel	hoch	hoch	
Bahnhofbereiche		Verkehrsaufkommen [Bruttotonnen/(Tag*Gleis)]				
		< 15'000	15'000 - 30'000	30'000- 60'000	60'000- 100'000	> 100'000
Mit Einsatz PSM	kein PSM-Einsatz	gering	gering	gering	gering	mittel
	> 1500 m.ü.M	gering	gering	gering	mittel	mittel
	> 1000 m.ü.M, Bankett aufwuchshemmend*	gering	gering	gering	gering	mittel
	1000-1500 m.ü.M	gering	gering	mittel	mittel	mittel
	500-1000 m.ü.M, Bankett aufwuchshemmend*	gering	gering	gering	gering	mittel
	500-1000 m.ü.M	gering	mittel	mittel	mittel	hoch
	< 500 m.ü.M, Bankett aufwuchshemmend*	gering	gering	gering	mittel	mittel
< 500 m.ü.M	mittel	mittel	hoch	hoch	hoch	
* siehe Anhang 7, (Perronanlagen gelten als aufwuchshemmend)						

Tab. 3.1: Belastungsklassen Gleisabwasser für offene Strecke und Bahnhofbereiche (Begriffe vgl. Glossar)

Bei Dammlage mit Versickerung über die Böschung reduziert sich die Belastungsklasse um eine Stufe (hoch → mittel, mittel → gering)

Mischung von Gleisabwässern verschiedener Belastungsklassen

Bis zu einem Anteil von 30% von Gleisabwasser der nächsthöheren Klasse bleibt die Belastungsklasse unverändert. Bei höheren Anteilen wird das gesamte Gleisabwasser mit der höheren Belastungsklasse bewertet. Die Anteile können aufgrund der Gleislänge festgelegt werden.

Schienenschmieranlagen

Die Schmierstoffe sind weitgehend wasserunlöslich und biologisch gut abbaubar. In den Untersuchungen ([4], [11],[12]) konnten keine Kohlenwasserstoffe aus Schmiermitteln (Weichen, Loks, Kupplungen) nachgewiesen werden. Schienenschmieranlagen sind mit einer Auffangwanne auszustatten. In Grundwasserschutzzonen und in einem Pufferstreifen von 3 m Breite entlang von oberirdischen Gewässern sind Schienenschmieranlagen nicht zulässig.

3.1.3 Wesentliche Änderung

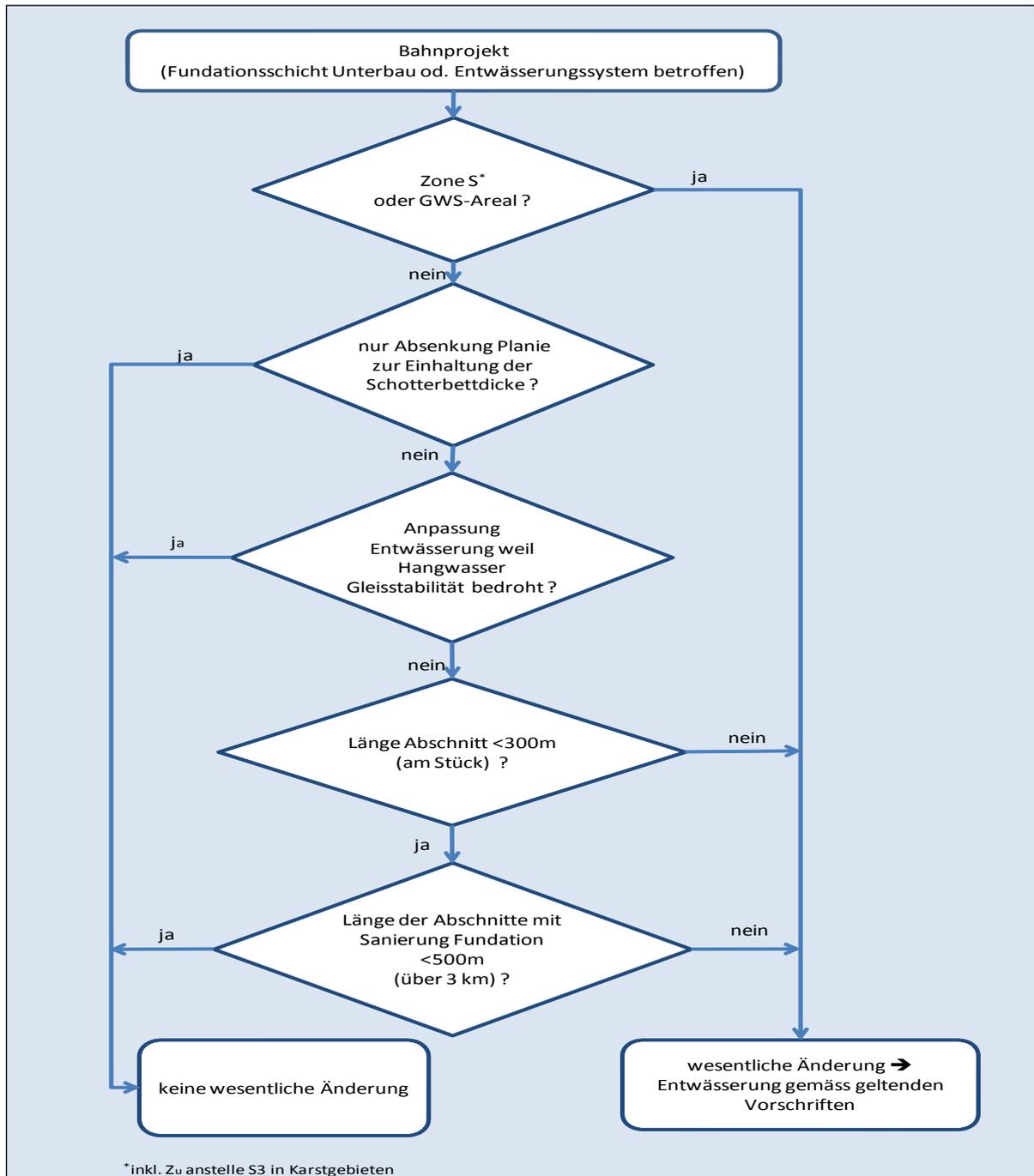
Bei Neubauten müssen in jedem Fall Massnahmen zur Vermeidung von Gewässerverschmutzungen (Abdichtung der Fahrbahn, Behandlung von verschmutztem Abwasser) ergriffen werden. Bei bestehenden Eisenbahnanlagen ist die Sanierung der vorhandenen Entwässerungssituation nur im Falle einer wesentlichen Änderung erforderlich oder, wenn die konkrete Gefahr einer Gewässerverschmutzung besteht bzw. bereits eine Verschmutzung eingetreten ist. In Grundwasserschutzzonen S2 müssen Eisenbahnanlagen, so saniert werden, dass sie die Fassung nicht gefährden.

Grundsätzlich gilt ein Bauvorhaben an einer Bahnanlage als wesentliche Änderung, wenn die Foundationsschicht des Unterbaus oder das Entwässerungssystem betroffen sind (z.B. Oberbauerhaltung mit Unterbausanierung). Damit wird eine Anpassung der Anlage an die geltenden Vorschriften erforderlich.

Vorhaben an anderen Teilen einer Gleisanlage (z.B. an Fahrleitungen, Kabelkanälen und Fahrleitungsmasten) gelten nicht als wesentliche Änderung einer Anlage, desgleichen Vorhaben, welche die Foundationsschicht oder das Entwässerungssystem zwar tangieren, aber nicht deren Änderung zum Ziel haben (z.B. Lärmschutzwände). Die Absenkung der Planie oder des Planums mit dem Ziel, die benötigte Schotterdicke zu erreichen, ist ebenfalls keine wesentliche Änderung. Die Anpassung zur Abführung von Hangwasser, das die Gleisstabilität bedroht, gilt ebenfalls nicht als wesentliche Änderung.

Projekte, die nur eine Gleislänge von weniger als 300 m am Stück betreffen, werden nicht als wesentliche Änderung beurteilt. Das Gleiche gilt, wenn mehrere Abschnitte mit einer Gesamtlänge von weniger 500 m über eine Gesamtstrecke von 3 km betroffen sind. Bei mehrgleisigen Abschnitten zählt die effektive Gleislänge.

Die Kriterien für die Beurteilung der wesentlichen Änderung sind in Abb. 3.1 dargestellt.

Abb. 3.1: Kriterien für eine wesentliche Änderung¹

3.1.4 Abdichtung der Fahrbahn

Bei Hauptgleisen entspricht der Einbau einer Sperrschicht dem Stand der Sicherheitstechnik. Diese schützt vor eindringendem Wasser (Sicherheitsziele), wirkt aufwuchshemmend und verhindert einen ungefilterten Eintrag von Gleisabwasser in das Grundwasser (Schutzziele).

Die technischen Vorschriften für die Abdichtung der Planie / des Planums sind im R RTE 21110 [8] sowohl für den Neubau von Strecken (Kap. 4.4) wie auch für die Erhaltung bestehender Strecken (Kap. 5.4) dargelegt.

¹ Diese Regelung stützt sich auf [15] und löst diese Vollzugshilfe ab.

3.1.5 Vorgehen zur Festlegung der Beseitigungsart

Die Festlegung der zulässigen Entwässerung erfolgt in fünf Schritten. Sie sind in Abbildung 3.2 in einem Entscheid-Diagramm dargestellt. Die aufgeführten Entwässerungstypen entsprechen den Festlegungen des R RTE 21110 [8]. Im dritten Schritt wird für die Beurteilung von Einleitungen in Oberflächengewässer auf Abbildung 3.3 verwiesen.

Die fünf Schritte sind nachstehend kurz kommentiert.

Grundwasserschutzzone S2 und Grundwasserschutzareal (Abb. 3.2, 1)

Als Erstes ist zu prüfen, ob im Projektperimeter Grundwasserschutzzonen oder Grundwasserschutzareale geplant, provisorisch ausgeschieden oder rechtsgültig festgelegt sind.

In den Grundwasserschutzzonen S2 und in den Grundwasserschutzarealen² ist die Ableitung des Abwassers zwingend erforderlich. Die anschliessende Beseitigung erfolgt entsprechend der örtlichen Machbarkeit und Zulässigkeit. Im Vordergrund stehen die Einleitung in ein Oberflächengewässer oder die Versickerung über eine Bodenfilteranlage, welche ausserhalb der Schutzzone (inkl. S3) oder des Grundwasserschutzareals liegt.

Versickerung über die Böschung oder Bahngraben mit bewachsener Oberfläche (Abb. 3.2, 2)

In der S3 und im üB ist grundsätzlich über die Böschung oder den bewachsenen Bahngraben zu versickern. Es sind dabei die Mindestanforderungen an den Bodenaufbau gemäss Tabelle 3.2 zu beachten.

Schutzzone oder Bereich	Belastungsklasse Abwasser	Bodenaufbau (siehe Anhang 5)	Versickerung
S3 ³	gering	optimal	zulässig
S3	mittel, hoch	-	nicht zulässig, Ableitung aus S3
A _u	gering	minimal	zulässig
A _u	mittel, hoch	mittel	zulässig
üB	gering, mittel	minimal	zulässig
üB	hoch	mittel	zulässig

Tab. 3.2: Versickerung über die Böschung oder bewachsenen Bahngraben – Anforderungen an den Bodenaufbau

Die Entwässerung über die Böschungsschulter setzt eine ausreichende Böschungshöhe voraus. Die Versickerung im Bahngraben erfordert eine ausreichende und dauerhafte Versickerungsfähigkeit der Bodenschicht und des Untergrunds. Die massgebenden k-Werte für die verschiedenen Entwässerungstypen sind in Anhang 3 zu finden.

Bei ungenügender⁴ oder mässiger⁵ Versickerungsfähigkeit der Bodenschicht ist eine Ableitung und anschliessende Beseitigung des Gleisabwassers erforderlich.

² In Grundwasserschutzarealen sind Ausnahmen denkbar, falls mit dem Kanton sichergestellt und vereinbart werden kann, dass das Gleis nie in eine künftige Schutzzone S2 fallen wird [7].

³ inkl. Zu anstelle S3 in Karstgebieten

⁴ $k < 10^{-6}$ m/s, Anteil Kies/Sand < 50%, Festgestein als Untergrund

⁵ $10^{-6} < k < 10^{-5}$ m/s

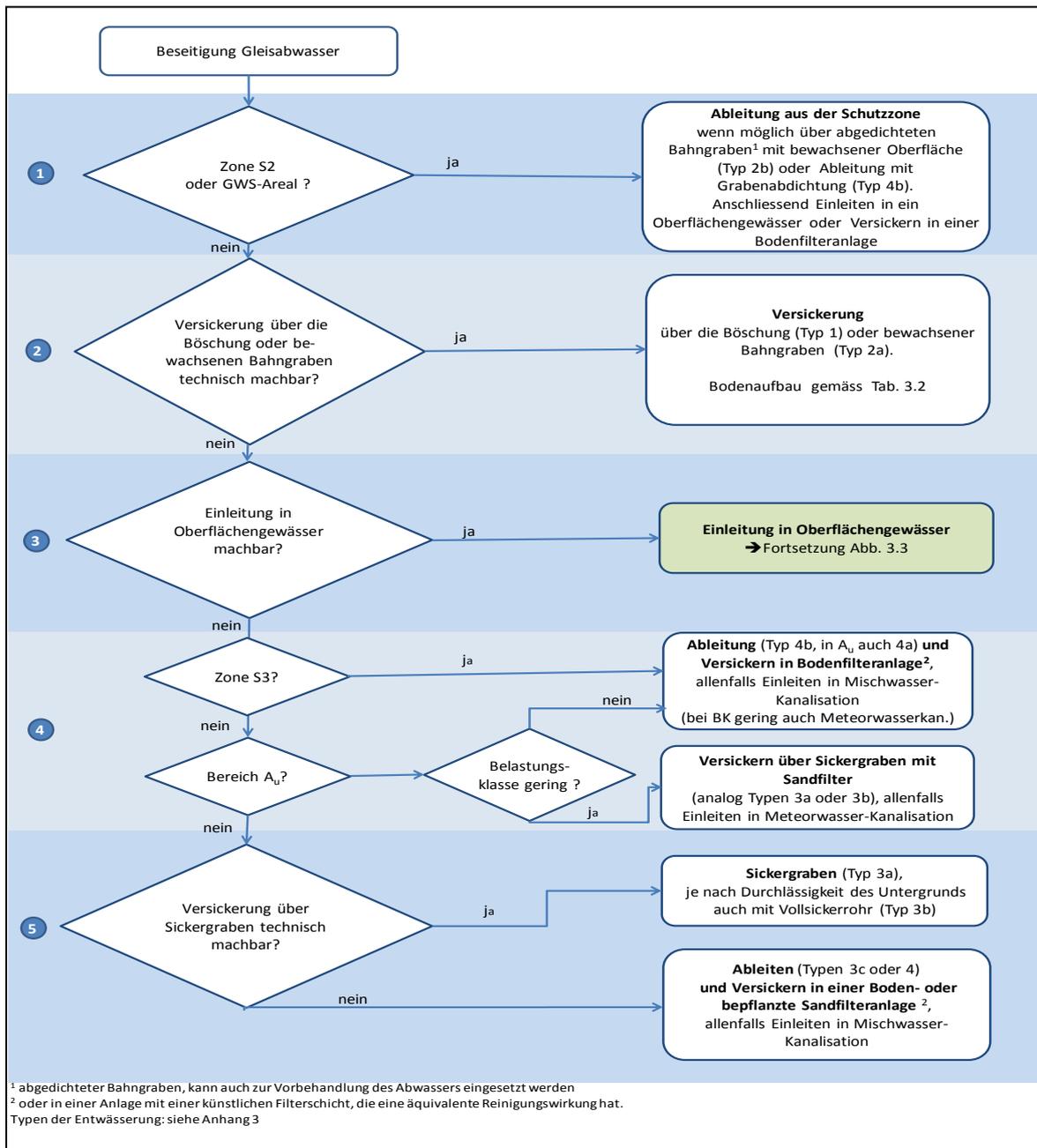


Abb. 3.2 Entscheidungsdigramm Versickerung (Entwässerungstypen gemäss [8])

Einleitung in Oberflächengewässer (Abb. 3.2, 3)

Ist eine Versickerung über eine biologisch aktive Bodenschicht (Böschung, bewachsener Bahngaben) nicht möglich, soll auch die Einleitung in ein Oberflächengewässer geprüft werden. Falls auf eine Einleitung verzichtet wird, ist eine Begründung wünschenswert, aber nicht obligatorisch. Der bewachsene Bahngaben (3.1) muss so beschaffen sein, dass er eine genügende Reinigungsleistung gewährleistet. Dies ist in der Regel sichergestellt.

Die Beurteilung der Zulässigkeit der Einleitung erfolgt aufgrund des Einleitverhältnisses und der Belastungsklasse des Gleisabwassers. In Abbildung 3.3 sind die Anforderungen gemäss der Gewässerschutzverordnung (GSchV Art. 3, Anhang 2 und Anhang 3.3.) für die Anwendung bei Gleisabwasser konkretisiert.

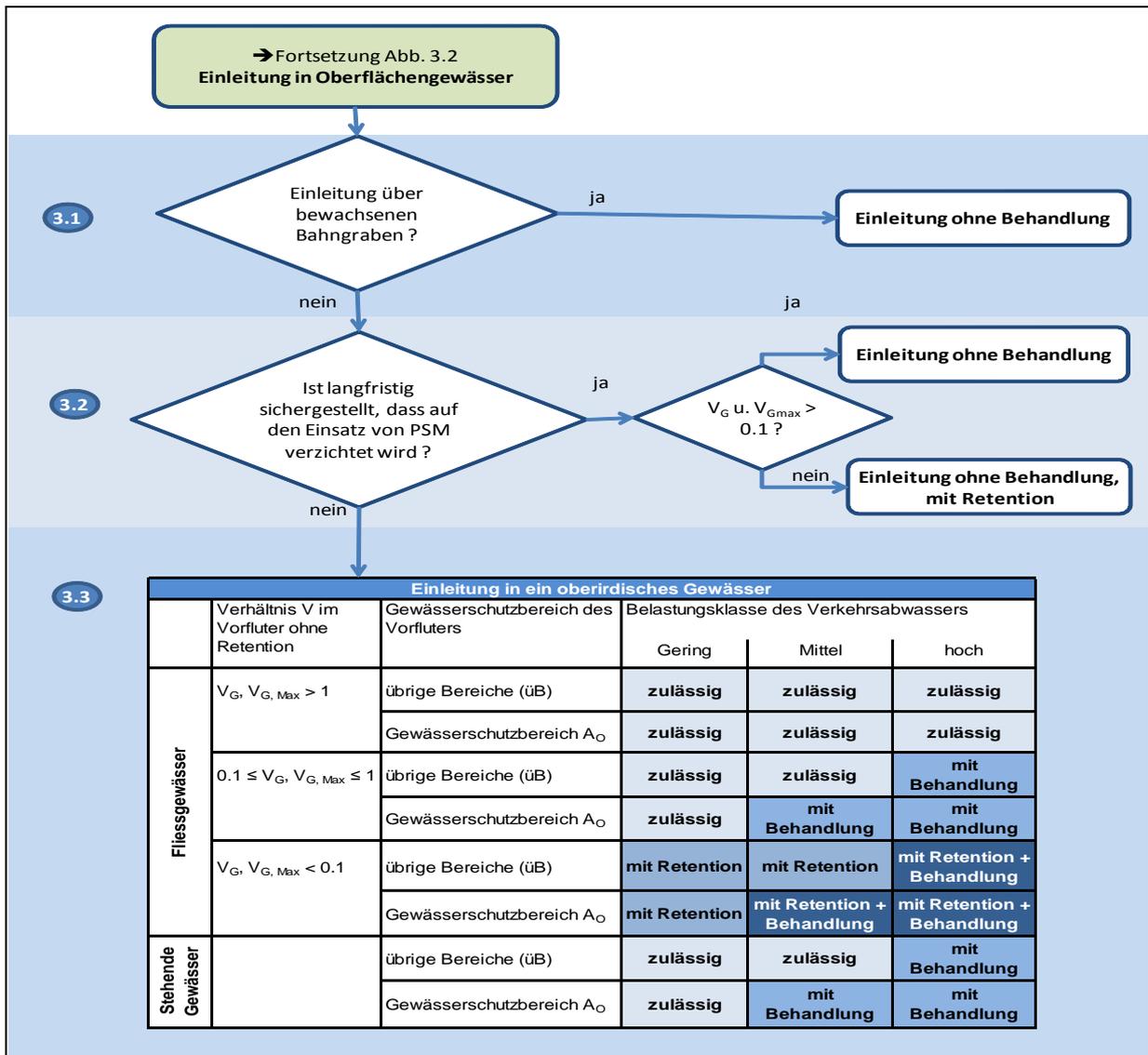


Abb. 3.3: Entscheiddiagramm Einleitung Oberflächengewässer (Belastungsklassen gemäss Tab. 3.1)

V_G : Einleitverhältnis hydraulisch (vgl. Anhang 4)

$V_{G,max}$: Einleitverhältnis gewässerspezifisch über Gewässerabschnitt (vgl. Anhang 4)

Falls eine Retention (evtl. mit Behandlung) notwendig ist, müssen spezielle Anlagen gebaut werden. Bewachte Bahngräben oder Retentionsfilterbecken bieten die Möglichkeit einer integrierten Retention. Stehendes Wasser (> 24 Stunden) sollte verhindert werden.

Versickerung in Sickergraben, zentraler Versickerungsanlage oder Einleitung in Kanalisation (Abb. 3.2, 4 u. 5)

Ist die Einleitung in ein Oberflächengewässer nicht möglich, muss geprüft werden, ob sich das Projektareal in einer Schutzzone S3 oder in einem Gewässerschutzbereich A_u befindet. In S3 ist eine Ableitung erforderlich. Im Bereich A_u muss die Belastungsklasse des Abwassers ermittelt werden. Bei einer geringen Belastung des Abwassers kann es dezentral über einen Sickergraben mit Sandfilter versickert werden. In diesem Fall wird der Sandfilter als Äquivalent zum Bodenaufbau minimal gemäss [9] betrachtet. Ist die Belastungsklasse des Abwassers mittel oder hoch, muss dieses in einer Bodenfilteranlage versickert werden.

Falls sich das Projektareal im Bereich üB befindet, kann das Abwasser über einen Sickergraben dezentral versickert werden. Falls dies technisch nicht machbar ist, muss geprüft werden, ob das Abwasser in einer Boden- oder bepflanzten Sandfilteranlage (Beispiel siehe: [1]) versickert werden kann. Allenfalls muss es in eine Mischwasserkanalisation eingeleitet werden. Eine entsprechende Beurteilung muss auf der Grundlage des GEP der betroffenen Gemeinde und der Kapazität der betroffenen ARA erfolgen.

3.1.6 Behandlungs- und Retentionsanlagen

Erforderliche Behandlungsanlagen sind vom BAV zu bewilligen. Behandlungsanlagen 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 dezentralen Versickerung ohne Behandlung über die Böschung oder in einem Bahngraben sind auch bei den Behandlungsanlagen Kurzschlüsse durch entsprechende bauliche Ausgestaltung zu verhindern.

Bei der Versickerung 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. Für die Behandlung von Gleisabwasser sind generell möglichst naturnahe Anlagen anzustreben. Deren Reinigungs- und Rückhaltewirkung beruht hauptsächlich auf dem Durchströmen einer biologisch aktiven Bodenschicht. Sie eignet sich am Besten, um Schadstoffe abzubauen oder zurückzuhalten.

Während Gleisarbeiten fallen durch das Einbringen von neuem Schotter und durch das Stopfen überdurchschnittlich viele Feinanteile an. Diese mineralischen Partikel können eine neu erstellte Behandlungsanlage schädigen. Die Entwässerung ist daher bis zum Ende der Bauarbeiten und den nachfolgenden ersten grösseren Regenereignisse über die Baustellenentwässerung (Rückhalt der Feinanteile) mit allfälligem Kontrollschacht für eine Intervention im Havariefall vorzusehen.

Behandlung von Gleisabwasser bei einer zentralen Versickerung

Durch einen geeigneten Aufbau und die Ansaug des Bodenfilters kann eine optimale Reinigungswirkung erzielt werden. Der Vernässungsgefahr ist Rechnung zu tragen.

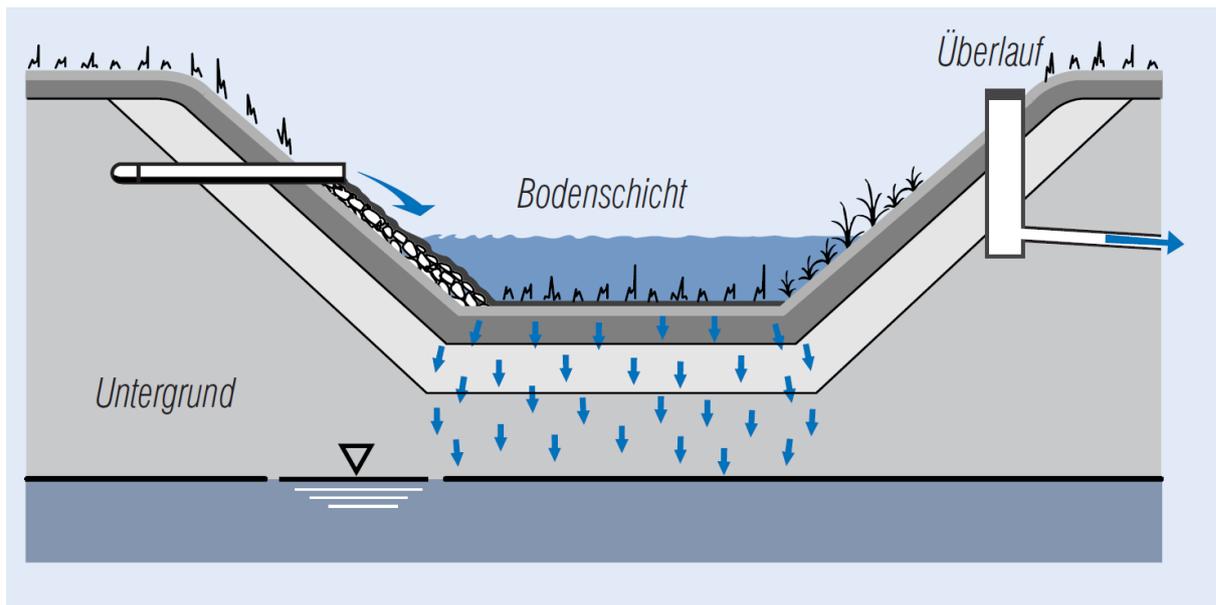


Abb. 3.4: Versickerungsmulde [6]

Ist keine Versickerung über eine biologisch aktive Bodenschicht möglich, ist eine Versickerung unter Umgehung einer Oberbodenschicht zu prüfen. Dabei ist der qualitative Schutz des Grundwassers durch eine künstliche Filterschicht (vgl. Kap. 3.1.7) mit derselben Reinigungswirkung wie eine biologisch aktive Bodenschicht sicherzustellen.

Behandlung von Gleisabwasser vor der Einleitung in ein Oberflächengewässer

Muss das Gleisabwasser vor der Einleitung in ein oberirdisches Gewässer behandelt werden, soll es in erster Priorität über einen Bodenfilter geleitet werden (Abb. 3.5, Typ 2b gemäss Anhang 3). Nach der Bodenpassage kann das behandelte Gleisabwasser gefasst und in ein Oberflächengewässer geleitet werden. Eine Abdichtung ist bei genügender Reinigungswirkung nicht zwingend.

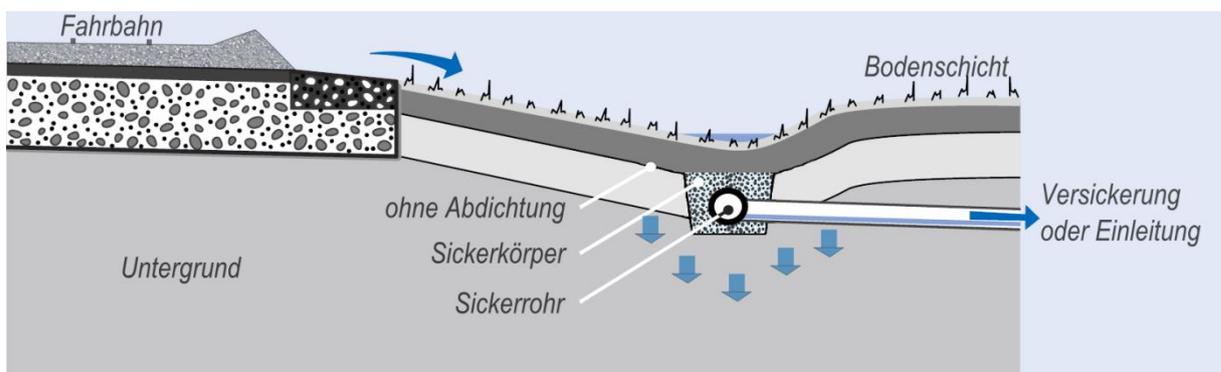


Abb. 3.5: Bewachsener Bahngraben ([6], angepasst)

Ebenso kann die Behandlung vor der Einleitung in ein Oberflächengewässer in einem Retentionsbodenfilter erfolgen. Auch hier ist eine Abdichtung nicht zwingend, wenn die Reinigungswirkung für den Schutz des Grundwassers ausreichend ist. Die Behandlungsanlage ist so zu dimensionieren, dass ein Regen mit einer Jährlichkeit von 1 ($z=1$) behandelt werden kann.

Retentionsanlagen

Eine Retentionsanlage für Bahnabwasser 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;
- Verringerung von Überlaufereignissen aus Regenentlastungen bei der Einleitung in die Mischwasserkanalisation.

Die Abbildung 3.6 zeigt schematisch eine mögliche Ausgestaltung eines Retentions- oder Drosselbeckens (ohne massstäbliche Dimensionen oder technische Details). Die Pfeile markieren den Entwässerungsweg. Das notwendige Retentionsvolumen ergibt sich aufgrund der gewählten Drosselspende und der anfallenden Menge an Bahnabwasser. Wenn das Becken keine Abdichtung aufweist, muss sichergestellt werden, dass die Reinigungswirkung für den Schutz des Grundwassers ausreichend ist.

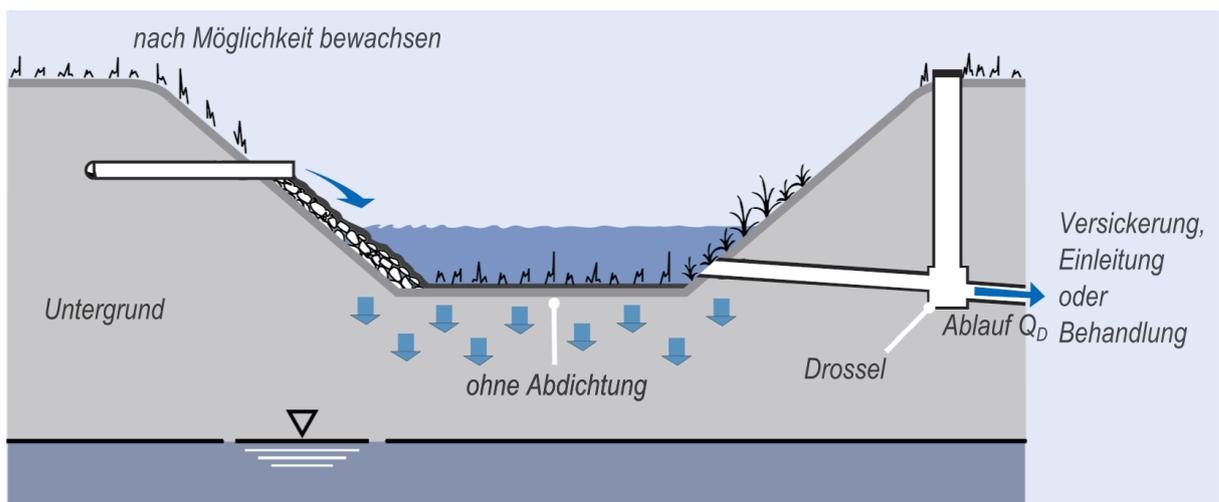


Abb. 3.6: Retentions- oder Drosselbecken ([6], angepasst)

Ist eine Behandlung über eine biologisch aktive Bodenschicht nicht realisierbar, ist der qualitative Schutz des Oberflächengewässers durch eine technische Behandlungsanlage sicherzustellen. Die Behandlung muss garantieren, dass die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Anhang 2 GSchV eingehalten werden. Dabei muss die Abwasserbehandlung nach dem Stand der Technik erfolgen, um Verunreinigungen der Gewässer zu vermeiden (vgl. Kap. 3.1.7).

In einer Behandlungsanlage darf das Wasser nicht über längere Zeit stehen bleiben, weil sich sonst sauerstofffreie Bedingungen ergeben können, bei denen Schadstoffe zurückgelöst werden. Als Richtwert gilt eine Standzeit von maximal 24 Stunden.

3.1.7 Stand der Technik von Behandlungsanlagen ohne Bodenpassage (künstliche Filter)

Der Eintrag von organischen Spurenstoffen d.h. von Mikroverunreinigungen aus der Gruppe der Pflanzenschutzmittel, Biozide und Pharmaka ist eine Herausforderung für den Gewässerschutz. Technische Massnahmen zur Reduktion der Mikroverunreinigungen aus Kläranlagen sind beschlossen. Neben diesen punktuellen Quellen gelangen Mikroverunreinigungen aber auch diffus in die Gewässer, was vor allem bei Regenwetter dazu führt, dass Qualitätskriterien regelmässig überschritten werden - insbesondere in kleinen Gewässern. Weitere technische Massnahmen zur Reduktion der diffus in die Gewässer eingetragenen Mikroverunreinigungen sind deshalb erforderlich. Hier stehen künstliche Adsorbermaterialien im Vordergrund, deren Entwicklung momentan stark vorangetrieben wird (siehe Anhang 6).

3.1.8 Fremdwasser

Fremdwasser ist der Bahnentwässerung zufließendes unverschmutztes Abwasser wie zum Beispiel:

- Landwirtschaftliche Drainagen, Hangdrainagen;
- Bauwerksdrainage (hangseitig);
- kleine Bäche.

Fremdwasser stört oder verunmöglicht den Betrieb von Behandlungsanlagen. Für Neubauten von Gleisanlagen sind die Gleisentwässerung und die Drainagen getrennt zu bauen (Fremdwasseranteil in der Gleisentwässerung: 0%).

Bei Sanierungen ist der Fremdwasseranfall zu beurteilen. Liegt der Fremdwasseranteil über 30% des zu behandelnden Gleisabwassers pro Jahr, sind geeignete Massnahmen zur Reduktion des Fremdwassers erforderlich. Das Abtrennen des Fremdwassers kann sehr aufwändig werden, weil meist ein zusätzliches Kanalsystem zur Ableitung des Fremdwassers gebaut werden muss. Ist dieser Aufwand unverhältnismässig, besteht die Möglichkeit eines Einbaus von Fremdwasserweichen als technisches Bauwerk. Es gilt dabei zu beachten, dass diese Bauwerke sehr unterhaltsintensiv sind. Für zentrale Anlagen kommen gegebenenfalls via Trübungs-Sonden gesteuerte Fremdwasserweichen zum Einsatz.

Wenn es nicht verschmutzt ist, kann das abgetrennte Fremdwasser an geeigneter Stelle direkt versickert oder in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden.

3.1.9 Vorgehen bei verunreinigten Gewässern

Gemäss neuen Untersuchungen, kann davon ausgegangen werden, dass mit der Anwendung dieser Richtlinie die Gewässerschutzanforderungen eingehalten werden können. Trotzdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass es in Einzelfällen zu Gewässerverunreinigungen kommen kann. Erfüllt ein Gewässer die Anforderungen an die Wasserqualität nach Anhang 2 GSchV nicht oder ist die besondere Nutzung des Gewässers nicht gewährleistet, so müssen gemäss Art. 47 GSchV die erforderlichen Massnahmen getroffen werden. Das heisst, dass bei verunreinigten Gewässern eine Sanierungspflicht besteht. Wird bei einem Gewässer eine Verunreinigung festgestellt, so ist deren Behebung mit dem betroffenen Bahnunternehmen abzusprechen. Führt dies zu keiner Einigung, ist das Bundesamt für Verkehr (BAV) mit einzubeziehen.

3.2 Perron und Perrondächer

3.2.1 Allgemein

Perron, Perrondächer und Dächer von Bahntechnikgebäuden, welche sich im Gleisfeld (gleisseitig) befinden, können über die Gleisentwässerung entwässert werden. Perron, Perrondächer und Dächer von Bahntechnikgebäuden, welche sich nicht im Gleisfeld befinden (bahnhofplatzseitig: wie bspw. Bahnhofgebäude, Bahnhoftplätze, üblicherweise Perron 1 etc.) sind gemäss Richtlinie des VSA [9] zu entwässern. Werden auf diesen Flächen Reinigungsmittel eingesetzt, muss das Abwasser behandelt werden.

Einleitung in die Gleisentwässerung

Dachabwasser von Bahntechnikgebäuden und Perrondächern sowie Abwasser von Perrons, die nicht mit Reinigungsmitteln gereinigt werden, sollen wenn möglich über eine biologisch aktive Bodenschicht versickert werden. Kann nur über die Gleisentwässerung entwässert werden und ist nur eine unterirdische Versickerung möglich, muss der Versickerungskörper mindestens so aufgebaut sein, wie jener der Gleisentwässerung. Ein länglicher Versickerungskörper ist zu bevorzugen (keine Punktversickerung). Es ist sicherzustellen, dass die Abflusskapazität der Gleisentwässerung bzw. die Kapazität der Versickerung genügen, so dass kein Rückstau in den Gleiskörper erfolgen kann⁶.

Ist eine Einleitung in die Gleisentwässerung nicht möglich, ist nach der VSA-Richtlinie [9] zu entwässern. Abwasser von Perrondächern, welche mit Reinigungsmitteln gereinigt werden (z. B. Glasdächer), müssen in die Mischwasserkanalisation eingeleitet werden.

Zulässigkeit der Einleitung in Oberflächengewässer

Die Abb. 3.7 dient der Bestimmung der Zulässigkeit der Einleitung in Oberflächengewässer in Abhängigkeit der Belastung des Abwassers und dem gewässerspezifischen Einleitverhältnis.

In gewissen Fällen führt dies zu weitergehenden Massnahmen mit Retention und Behandlung. Weitergehende Informationen zu diesen Massnahmen können der Richtlinie des VSA [9] entnommen werden.

⁶ vgl. auch AB-EBV zu Art. 25, Ziff. 6.2.

Gewässerspezifisches Einleitverhältnis V_G bzw. $V_{G,Max}$ ohne Retentionsmassnahmen		Gewässerschutzbereich (gemäss Anhang 4 GSchV)	Art der zu entwässernden Fläche		
			Perron und Dächer Gründächer ohne pestizidhaltige Materialien, Dachflächen aus inertem Materialien	Dächer Dachflächen aus überwiegend inertem Materialien mit üblichen Anteilen an unbeschichteten Cu-, Zn-, Sn-, Cr-, Ni-, oder Pb-haltigen Installationen	Dächer Dachflächen mit erhöhten Anteilen an unbeschichteten Cu-, Zn-, Sn-, Cr-, Ni-, oder Pb-haltigen Installationen oder – eindeckungen $A_{Metall} > 50m^2/Anlage$
Fließgewässer	$V_G, V_{G,Max} > 1$	übrige Bereiche (üB)	zulässig	zulässig	mit Behandlung
		Gewässerschutzbereich A_o	zulässig	zulässig	mit Behandlung
	$0.1 < V_G, V_{G,Max} \leq 1$	übrige Bereiche (üB)	zulässig	zulässig	mit Behandlung
		Gewässerschutzbereich A_o	zulässig	mit Behandlung	mit Behandlung
	$V_G, V_{G,Max} < 0.1$	übrige Bereiche (üB)	mit Retention*	mit Retention*	mit Retention u. Behandlung*
		Gewässerschutzbereich A_o	mit Retention*	mit Retention u. Behandlung*	mit Retention u. Behandlung*
stehende Gewässer	nicht definiert	übrige Bereiche (üB)	zulässig	zulässig	mit Behandlung
		Gewässerschutzbereich A_o	zulässig	mit Behandlung	mit Behandlung

zulässig	Einleitung zulässig ohne Behandlung oder Retention, vorbehalten bleiben Massnahmen zur Sanierung verunreinigter Gewässer (Art. 47 GSchV)
mit Retention	Einleitung zulässig mit Retention (vgl. [9], Kap. 8). Es ist ein Einleitverhältnis $V_G > 1$ anzustreben. Vorbehalten bleiben Massnahmen zur Sanierung verunreinigter Gewässer nach Art. 47 GSchV.
mit Behandlung	Einleitung mit vorgeschalteten Behandlungsmassnahmen.
mit Retention u. Behandlung	Einleitung zulässig mit Retention und vorgeschalteten Behandlungsmassnahmen.
	* Ist ein Einleitverhältnis $V_G > 1$ nur mit unverhältnismässig grossen Retentionsvolumina erreichbar, soll die optimale und wirtschaftlichste Lösung mittels differenzierter, immissionsorientierter Gewässerbetrachtung nach STORM [13] festgelegt werden.

Abb. 3.7: Zulässigkeit der Einleitung des Abwassers von Perron, Dächern von Perrons und Dächern von Bahntechnikgebäuden in Oberflächengewässer (Grundlage: [9], Tab. 3.8)

3.2.2 Spezialfall Mittelperron

Ein Mittelperron ist eine befestigte Fläche, die auf beiden Seiten von Gleisen umgeben ist. Es wird nur von Reisenden begangen, Fahrzeuge verkehren keine. Das Niederschlagswasser, welches auf das Perron fällt, muss weggeleitet werden, damit sich keine Pfützen/Eisflächen etc. bilden. In der Regel sind Mittelperrons nicht an eine Kanalisation angeschlossen. Es werden keine Reinigungsmittel eingesetzt.

Fall A: angrenzende Gleise mit Sperrschicht, vollständig entwässert

Das Regenabwasser des Mittelperrons wird über die Perronkante in den Gleiskörper eingeleitet, von wo es zusammen mit dem Gleisabwasser zur Entsorgung gebracht wird. Es erfolgt somit keine direkte Versickerung im Gleiskörper.

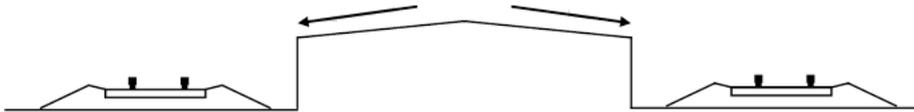


Abb. 3.8: Entwässerung Mittelperron

Fall B: teilweise entwässert, gering durchlässiger Untergrund

Gleis I und II verfügen über eine mindestens teilweise Entwässerung mit Sickerrohren. Die Einleitung von Perronabwasser ist in üB und A_u zulässig, wenn der k -Wert des Untergrundes mind. 1×10^{-5} m/s beträgt.

Fall C: keine Entwässerung, durchlässiger Untergrund

Die Gleise haben keine Entwässerung, die Einleitung ins Gleisabwasser von (Mittel) Perronabwasser ist in üB zulässig, nicht aber in A_u . Es ist anzustreben, einen Teil des Perrons mit Sickerasphalt (oder porösen Sickersteinen) zu bauen. In A_u muss das Wasser abgeleitet werden.

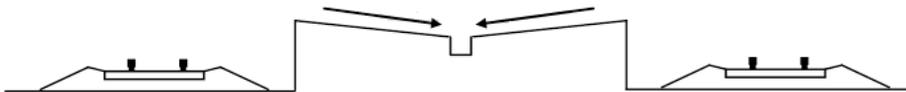


Abb. 3.9: Entwässerung Mittelperron in Grundwasserschutzzone

3.3 Personenunterführungen

Das Abwasser aus Personenunterführungen ist grundsätzlich in eine Misch- oder Schmutzwasserkanalisation einzuleiten.

Ist dies bei kleineren Anlagen mit unverhältnismässigem Aufwand verbunden, kann eine Ableitung in die Böschung oder ein Gewässer geprüft werden. Voraussetzung ist, dass es sich um gering belastetes Abwasser von Platzflächen handelt. In diesem Fall ist ein Schacht mit Schlamm sack und Schieber (für den Havariefall) vorzusehen. Bei Arbeiten mit Reinigungsmitteln muss das Abwasser einer Abwasserreinigungsanlage zugeführt werden.

3.4 Elektrische Anlagen

Die Entwässerung von elektrischen Anlagen hat gemäss der „Empfehlung des VSE über den Schutz der Gewässer bei Erstellung und Betrieb von elektrischen Anlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten“ des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen [14] zu erfolgen.

Anhang 1: Literaturverzeichnis

- [1] ASTRA: Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen, V1.00, Bern, 2013
- [2] BAV: Richtlinie, Chemische Vegetationskontrolle auf und an Gleisanlagen. BAV, 1. Januar 2016
- [3] BAV: Richtlinie, Stand der Sicherheitstechnik für Eisenbahninfrastrukturen, Massnahmenkatalog Art. 3 StFV. Bern, 1. September 2011
- [4] BMG Engineering AG: Gewässerschutz an Bahnanlagen, Untersuchung von Gleisabwasser. Auftrag SBB, BAV und BAFU, Juni 2011
- [5] BUWAL: Bodenschutz beim Bauen, Leitfaden Nr. 10, Bern, 2001
- [6] BUWAL: Wegleitung Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen. Bern, 2002.
- [7] BUWAL: Wegleitung Grundwasserschutz, Bern, 2004
- [8] VÖV: Regelwerk Technik Eisenbahn, R RTE 21110 Unterbau und Schotter. Bern, Ausgabedatum 1.9.2015
- [9] VSA: Regenwasserentsorgung. Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten. November 2002 (inkl. Update 2004, 2008), in Überarbeitung
- [10] VSS: Erdbau, Boden, SN 640581a, 640582, 640 583, Zürich, 1998-2000.
- [11] BMG Engineering AG: Untersuchung von Gleisabwasser. Studie im Auftrag des BAFU. 2012
- [12] Braun, Ch.; Gälli, R.; Kammer Ch.: Belastung durch Gleisabwasser, Aqua&Gas No.7/8, 2013, S. 40-49
- [13] VSA: Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter (STORM), 2008
- [14] Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen: Empfehlung des VSE über den Schutz der Gewässer bei Erstellung und Betrieb von elektrischen Anlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten
- [15] BAV, BAFU: Vollzugshilfe, wesentliche Änderung einer bestehenden Eisenbahnanlage im Sinne der Gewässerschutzverordnung, Januar 2006.
- [16] Burkhardt, M.; Schmidt, S.; Bigler, R.: VSA-Leistungsprüfung - Leistungsermittlung im Labor- und Feldtest für Anlagen zur Niederschlagswasserbehandlung, Aqua&Gas 11/2017, S. 33-41
- [17] Burkhardt, M.; Englert A.; Adolph G.: Behandlung von Gleisabwasser - Bau und Betrieb einer neuartigen Pilotanlage, Aqua&Gas 4/2018, S. 58-67

Anhang 2:

Erläuterungen zu den Belastungsklassen des Gleisabwassers

Matrix statt Punkte

Die bisherige Wegleitung Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen [6] beruht auf einem System mit Belastungspunkten (BP), welche auf Grund des Verkehrs und weiterer Charakteristiken der Strecke verteilt werden. Je nach Gesamtpunktzahl wird das Gleisabwasser der Belastungsklasse „schwach“, „mittel“, „hoch“ zugeteilt.

Auf Grund der Untersuchungen der letzten Jahre [4] hat sich herausgestellt, dass die Belastung des Gleisabwassers neu definiert werden muss, weshalb neu die nachfolgend genannten Faktoren eine Rolle spielen.

Eine genaue wissenschaftliche Prognose, welcher Faktor zu wie viel Pflanzenbewuchs führt und welche Gleise im Verlauf ihres Lebenszyklus zu welchen Belastungen im Abwasser führen werden, ist jedoch nicht möglich.

Deshalb wurde entschieden, nicht die Faktoren einzeln mit Punktzahlen zu versehen, sondern das Gleisabwasser via Matrix direkt den drei Belastungsklassen zu zuteilen. Sollten sich in den nächsten Jahren genauere Erkenntnisse ergeben, wird diese Zuteilung verfeinert.

Pflanzenschutzmittel

Das im Gleis gemäss Richtlinie zur chemischen Vegetationskontrolle [2] eingesetzte Pflanzenschutzmittel kann bei Regenereignissen ausgeschwemmt werden. Dies ist insbesondere nach der Applikation der Fall und kann in den ersten Regen zu Überschreitungen der Anforderungen der Gewässerschutzverordnung führen (siehe Kap. 2).

Faktoren, die das Pflanzenwachstum im Gleis begünstigen

Nebst der Beschaffenheit (Schotterqualität, Verunreinigungen) spielen folgende, teilweise saisonal variablen Faktoren eine Rolle für das Pflanzenwachstum und folglich der Menge an notwendigem PSM pro Laufmeter:

a) Feuchtigkeit:

- *Entwässerung*: da die Belastungsklassen gemäss Kap. 3.1.2 nur bei Gleisen mit Entwässerung zum Einsatz kommen, wird hier davon ausgegangen, dass diese gut ist;
- Topografie: Damm vs. Einschnitt, wobei auf Dämmen weniger Feuchtigkeit zu erwarten ist und der Wind dort besser zur Abtrocknung beiträgt;
- Regenmengen und -verteilung.

b) Wärme:

- je länger die Vegetationszeit, desto mehr Wachstumsmöglichkeiten für Pflanzen;
- Schatten / Sonneneinstrahlung.

c) Feinmaterial/Wurzelraum/Nährstoffe:

- Vorhandensein und Art des Banketts (Material, Verunreinigung);
- Ansammlung und erhöhter Eintrag von Feinmaterial durch Perron(kante) oder ähnlicher Hindernisse;
- Ausblasen von Feinmaterial durch hohe Zuggeschwindigkeiten;
- Einträge über Wind => nicht berücksichtigt.

- d) „**Sicherheitsrelevanz**“: in Zonen, die besonders häufig von Bahnpersonal begangen werden, ist weniger Bewuchs toleriert, da dieser zu Stolperfallen werden kann.

Gewählte Charakteristika zum Erfassen der Wachstumsfaktoren

Eine detaillierte Betrachtung all dieser Faktoren ist aufwändig, teilweise sind sie heterogen auf kurzen Abschnitten (z.B. Schatten/Sonne) und insbesondere ist eine Gewichtung schwierig. Deshalb wird wie folgt vereinfacht:

- a) Feuchtigkeit: Dieser Aspekt wird vernachlässigt, weil wir einerseits davon ausgehen, dass die Entwässerung gut ist und im günstigen Fall „Dammlage“ eine biologisch aktive Bodenschicht vorhanden ist, welche eine Versickerung in Abhängigkeit der Belastungsklasse erlaubt (vgl. Tab. 3.2).
- b) Wärme: Die Temperatur/Vegetationsdauer wird über die Höhe über Meer berücksichtigt. Ein Abgleich wichtiger Knoten des Eisenbahnnetzes der Schweiz hat gezeigt, dass u.a. die grossen Schweizer Seen oder Föhntäler, welche zu weniger Frosttagen im Winter⁷ und erfahrungsgemäss früherem Pflanzendruck führen, alle < 500 m.ü.M liegen. Deshalb wurde bei 500 m.ü.M eine erste Kategoriengrenze angesetzt, auch wenn das keiner botanischen Höhenstufe entspricht. Die weitere Kategoriengrenze bei 1'000 m.ü.M. ist eine Grenze zwischen den „Flachland-“, und den Bergbahnen. In den gebirgigen Strecken ist oft auch weniger Sonneneinstrahlung vorhanden, was wiederum das Wachstum bremst. Über 1'500 m.ü.M findet je nach Länge des Winters eventuell gar kein alljährlicher Herbizideinsatz statt.
- c) Feinmaterial: Dieser Punkt wird einerseits durch die Unterscheidung in Gleise mit oder ohne Bankett bzw. mit aufwuchshemmenden Banketten berücksichtigt und andererseits durch die Unterteilung in offene Strecken und Perron- und Rangierbereiche. Die Bahnhofsbereiche weisen in der Regel mehr Feinmaterial auf.
- d) Sicherheitsrelevanz: Diesem Punkt wird ebenfalls durch die Unterteilung in offene Strecken und Perron-/Rangierbereiche Rechnung getragen.

Offene Strecke und Bahnhofsbereich

Offene Strecke: Im Vordergrund steht die Sicherheit des Betriebes bei grosser Geschwindigkeit. Der gute Gleisaufbau und die geringen Feinanteile wirken aufwuchshemmend.

Bahnhofsbereiche: Die Sicherheit des Betriebs und des Personals steht im Zentrum. Es gibt eher mehr Feinanteileinträge und Abrieb durch Bremsen. Es wird in der Regel häufiger Herbizid angewendet als auf offener Strecke.

Verkehrsaufkommen

Der tägliche Verkehr ist ein Hinweis auf die Intensität des Abriebs von Schwermetallen. Auch wenn die Untersuchungen [4] gezeigt haben, dass die Anforderungswerte meist eingehalten sind, konnten diese aus dem Bahnbetrieb stammenden Stoffe doch im Gleisabwasser nachgewiesen werden. Deshalb wird das Verkehrsaufkommen in Form der täglichen Bruttoregistertonnen weiterhin berücksichtigt, jedoch in weniger feinen Schritten als in [6]. Die Kategoriengrenzen wurden an die Gleisbelastungsgruppen gemäss [8] angelehnt.

⁷ Siehe auch Frostindizes nach SN 670 140b.

Das Verkehrsaufkommen ist auch eine Aussage zur „Wichtigkeit“ des Gleises für das jeweilige Bahnunternehmen. Je höher die Belastung, desto häufiger finden Unterhaltsmassnahmen statt. Daraus lässt sich aber kein direkter Zusammenhang zu Belastungen des Abwassers herstellen, weil mehr Unterhalt z.B. weniger Feinmaterial oder mehr Budget für Pflanzenschutzmitteleinsatz bedeuten kann.

Anhang 3: Entwässerungstypen nach R RTE21110 (Quelle: [8], Anhang 8)

	Entwässerungstyp	Lage	Entwässerungsart	k-Wert [m/s] Grabensohle
1	Böschung	Damm Anschnitt	Versickern Verdunsten	--
2a	Bahngraben mit bewachsener Oberfläche	Einschnitt Anschnitt Ebene	Versickern Verdunsten	--
2b	Bahngraben mit bewachsener Oberfläche und Abdichtung	Einschnitt Anschnitt Ebene	Ableiten mit Vorbehandlung Verdunsten	--
3a	Sickergraben	Einschnitt Ebene	Versickern	$> 10^{-4}$
3b	Sickergraben mit Vollsickerrohr	Einschnitt Ebene	Verteilen Versickern	$10^{-4} \dots 10^{-5}$
3c	Sickergraben mit Teilsickerrohr	Einschnitt Ebene	Versickern Ableiten	$10^{-5} \dots 10^{-6}$
4a	Ableitung ohne Grabenabdichtung	Einschnitt Ebene	Ableiten	$< 10^{-6}$
4b	Ableitung mit Grabenabdichtung	Einschnitt Ebene	Ableiten	

Tab. A3.1: Übersicht der Entwässerungstypen

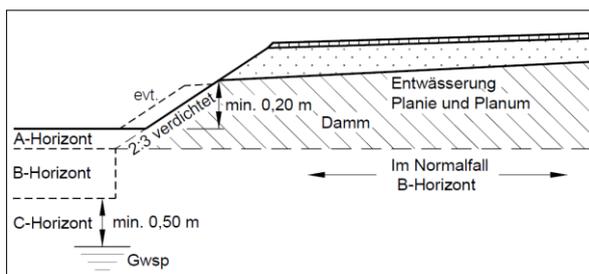


Abb. A3.1: Typ 1 – Böschung

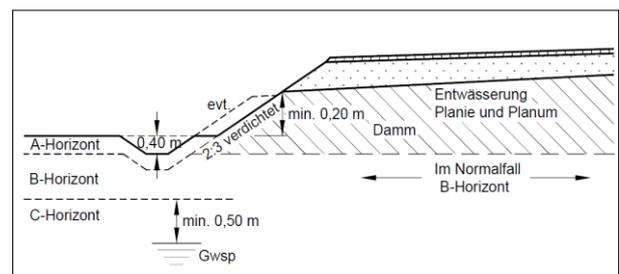


Abb. A3.2: Typ 2a - Bahngraben mit bewachsener Oberfläche

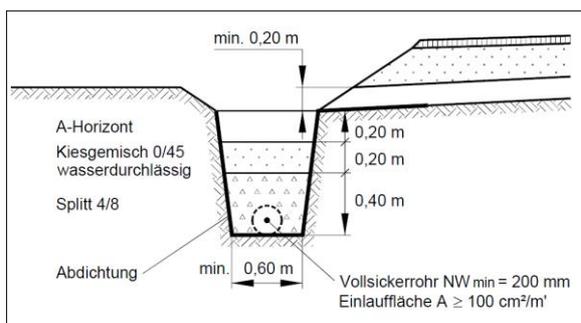


Abb. A3.3: Typ 2b - Bahngraben mit bewachsener Oberfläche und Abdichtung

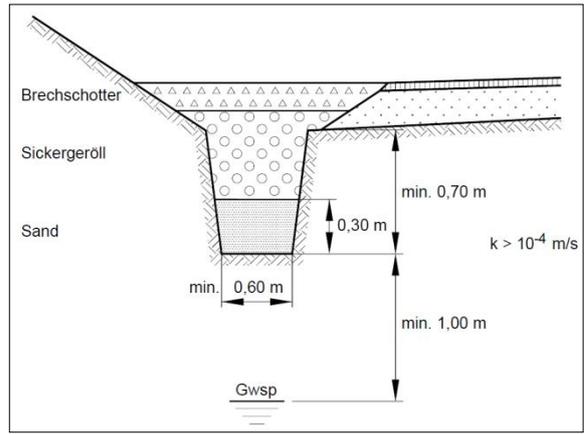
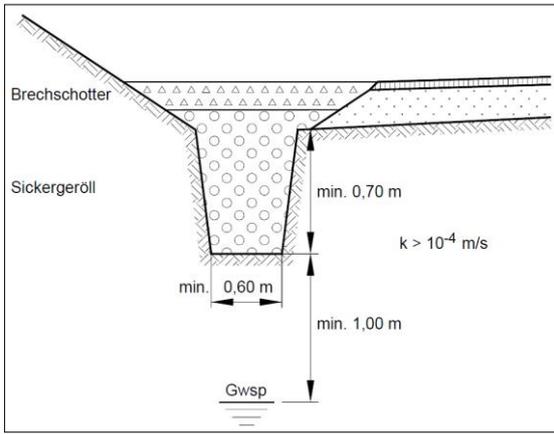


Abb. A3.4: Typ 3a - Sickergraben (mit Schotter bzw. Schotter/Sand)

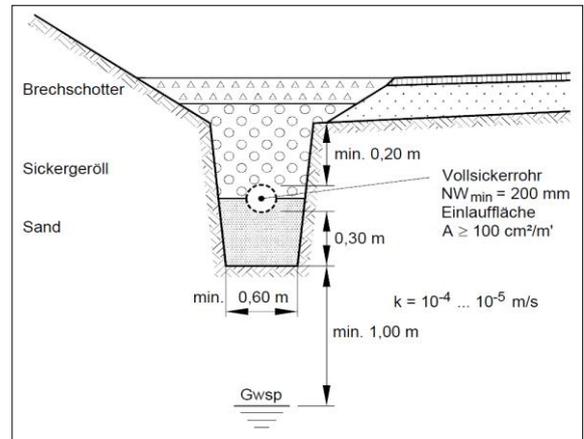
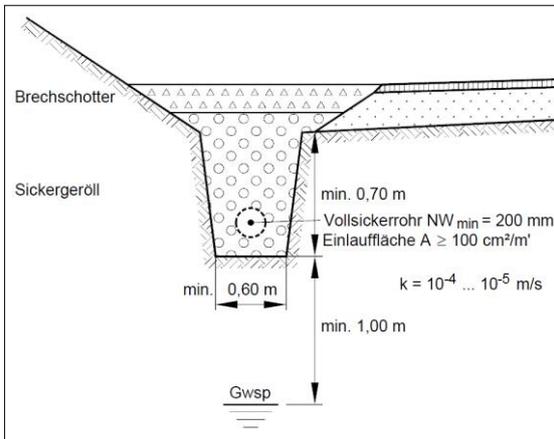


Abb. A3.5: Typ 3b - Sickergraben mit Vollsickerrohr (mit Schotter bzw. Schotter/Sand)

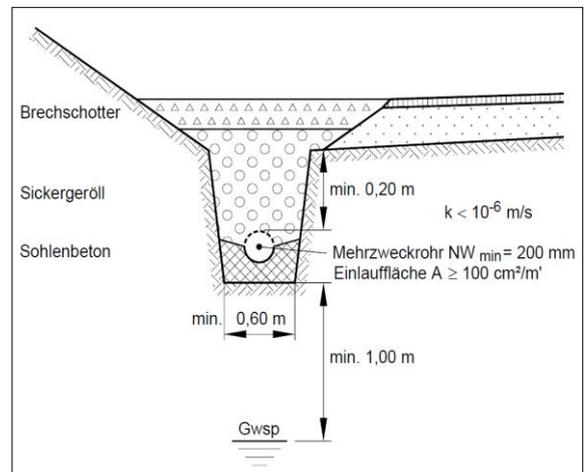
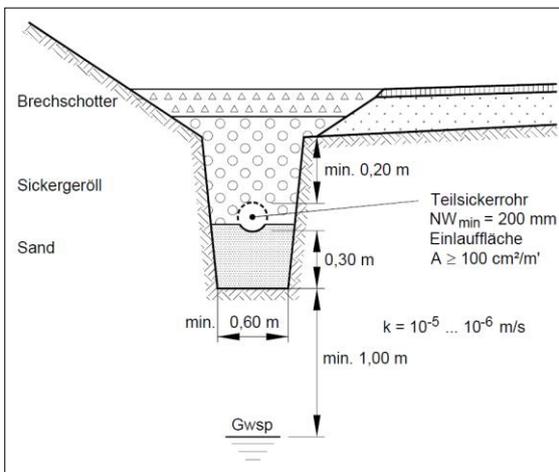


Abb. A3.6: Typ 3c - Sickergraben mit Teilsickerrohr

Abb. A3.7: Typ 4a - Ableitung ohne Grabenabdichtung

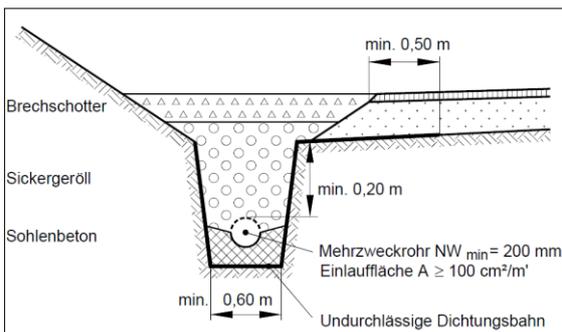


Abb. A3.8: Typ 4b – Ableitung mit Grabenabdichtung

Anhang 4:

Bestimmungsgrössen Einleitverhältnisse

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 ($\emptyset < \text{faustgross}$)		1.0		
überwiegend steinig ($\emptyset > \text{faustgross}$)		1.5		
überwiegend blockig ($\emptyset > 0.5 \text{ m}$)		2.0		
(für $V \geq 1$ gilt: $f_S = f_G = 1.0$)				
Gewässertyp	Q_{347} (m^3/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

Tab. A4.1: Abschätzung der Einleitverhältnisse zur Grob beurteilung der Belastung bei der Einleitung in oberirdische Gewässer (Quelle: Tabelle 6 [6])

Anhang 5: Beurteilung Bodenaufbau

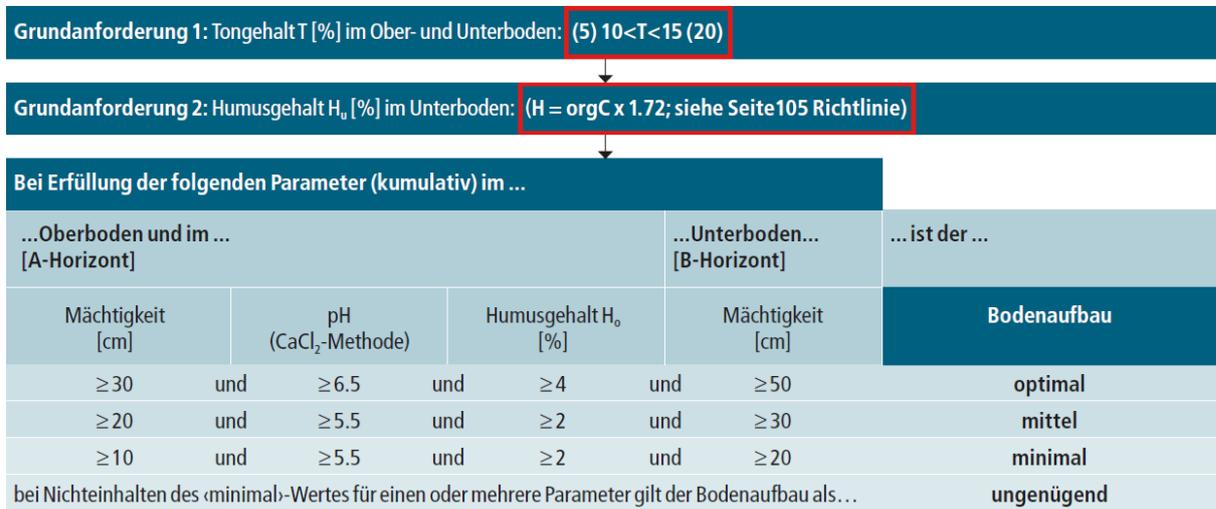


Abb. A5.1: Anforderungen an den Aufbau von natürlichem Bodenmaterial zur Versickerung von Niederschlagswasser auf der Basis einiger wichtiger Boden-Parameter (Quelle: Tab. 3.4 [9])

Bei speziellen oder inhomogenen Verhältnissen empfiehlt es sich, einen bodenkundlichen Experten beizuziehen. Es sind die einschlägigen Grundlagen wie der Leitfaden «Bodenschutz beim Bauen» [5] und die Schweizerischen Normen zu «Erbau und Boden» [10] zu berücksichtigen. Die Rückhaltewirkung der Bodenschicht hat zwangsläufig eine Akkumulation von Schadstoffen zur Folge, insbesondere von Schwermetallen. In bestehenden, bereits über mehrere Jahrzehnte betriebenen Versickerungen über eine Bodenschicht konnte bis anhin jedoch nicht festgestellt werden, dass sich die Rückhaltewirkung erschöpfen würde.

Anhang 6:

Stand der Technik von Behandlungsanlagen ohne Bodenpassage

Stand 2018

Der Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) hat ein Prüfverfahren für Adsorber zur Behandlung von Regenwasserabflüssen entwickelt [16]. Der Stand der Technik wird sich somit in den nächsten Jahren stark entwickeln.

Im Folgenden ist der Stand der Technik per Anfang 2018 zusammengefasst. Er wird voraussichtlich periodisch mittels Update der Richtlinie aktualisiert.

Erste Erfahrungen (der SBB) mit künstlichen Filtern haben gezeigt, dass auf folgende Punkte geachtet werden muss:

- Für Gleisabwasser mit $\text{pH} > 7$ ist Quarzsand (und nicht Kalksand) zu verwenden. Abwasser aus Gleiskörpern mit kalkhaltigem Schotter weist einen hohen Kalkgehalt und somit immer einen hohen pH-Wert auf. Zusätzliche Kalkzugaben im Filter können zu vorschneller Kolmatierung des Filtermaterials führen.
- Quarzsand ist in der Lage, die stoffliche Belastung des Gleisabwassers mit Schwermetallen zu senken. Die Reinigungsleistung nimmt vermutlich aufgrund der Eisenpartikel aus dem Schienen- und Bremsabrieb, welche die Sorptionskraft des Filters erhöhen, mit der Einsatzzeit zu. Gleisabwasser weist relativ viele Feinanteile auf. Diese Feinanteile können ebenfalls zur Verstopfung des Filters führen. Die Filter erfordern eine regelmässige Wartung.
- In einer Pilotanlage konnten 2017 erfolgversprechende Ergebnisse mit einem neuartigen Adsorbermaterial (grobkörniges Mischsubstrat) erzielt werden [17].

Aufgrund der noch begrenzten Erfahrung mit künstlichen Filtern kann die Bewilligungsbehörde ein periodisches Analyseprogramm oder eine Erfolgskontrolle verfügen. Es ist daher im Ablauf des Filters immer eine Möglichkeit für eine Probenahme vorzusehen, z.B. durch einen Kontrollschacht.

Anhang 7:

Aufwuchshemmendes Bankett nach R RTE21110

Die Anforderungen an ein aufwuchshemmendes Bankett sind im R RTE21110 [8] definiert:

4.8.4 Aufwuchshemmendes Bankett

Ein aufwuchshemmendes Bankett ist so aufzubauen, dass es für Pflanzen schlechte Wachstumsbedingungen aufweist. Aufwuchshemmende Bankette sollen damit zu weniger Verbrauch an Herbizid führen (siehe RL BAV zur Entwässerung von Eisenbahnanlagen).

Damit ein Bankett als aufwuchshemmend gilt, muss es in der Regel neu erstellt werden und folgende Eigenschaften haben

- Wenig Feinanteile
- Optimaler Wasserabfluss.

Dies kann durch einen Aufbau aus grobkörnigem Material ab Planum oder der Nutzung einer mit grobkörnigem Material abgedeckten Sperrschicht (AC Rail, mineralische Sperrschicht) als Bankett erreicht werden.

Falls bei einem tiefgründigen Bankett eine Abdeckung des grobkörnigen Materials gewünscht ist, muss dieses feinmaterial- und feuchtigkeitsarm sein (gemäß Abschnitt 4.8.3).