

Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern

Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern

Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz

Impressum

Rechtliche Bedeutung

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert die bundesumweltrechtlichen Vorgaben (bzgl. unbestimmten Rechtsbegriffen und Umfang/Ausübung des Ermessens) und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind.

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autoren

Daniele Biaggi, Elena Hubert, Stéphane Kock (Geotechnisches Institut, Bern); Sybille Kilchmann (Sekt. Gewässerschutz, Abt. Wasser, BAFU)

Begleitgruppe

Paul Bohrer (AWA, BE), Jean-Pierre Clément (AWA, BE), Markus Oberholzer (AWE, SG), Mauro Veronesi (Ufficio della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico, TI), Pierre Christe (Dienststelle für Umwelt, VS), Ruth Badertscher (BLW), Jan Béguin (BLW), Samuel Cornaz (Sekt. Gewässerschutz, Abt. Wasser, BAFU), Reto Murali (Sekt. Wasserqualität, Abt. Wasser, BAFU), Michael Sinreich (Abt. Hydrologie, BAFU), Clémence Dirac (Abt. Wald, BAFU), Simona Weber (Rechtsdienst 3, BAFU)

Zitierung

BAFU (Hrsg.) 2022: Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern. Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 2223: 50 S.

Gestaltung

Funke Lettershop AG

Abbildungen

Geotechnisches Institut, Bern

Titelbild

Karstlandschaft in den Voralpen

© Stefan Näff, Bottmingen

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uv-2223-d

Eine gedruckte Fassung kann nicht bestellt werden.

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU 2022

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5	Literatur	49
Vorwort	6		
1 Grundlagen und Zuständigkeiten	7		
1.1 Ausgangslage	7		
1.2 Zielsetzung der Grundwasserschutzzonen bei stark heterogenen Grundwasserleitern	7		
1.3 Die wichtigsten Änderungen der rechtlichen Grundlagen	8		
1.4 Zuständigkeiten	9		
2 Vorkommen und Eigenschaften	10		
2.1 Durchlässigkeit von Karst- und Kluft-Grundwasserleitern	10		
2.2 Unterteilung in schwach und stark heterogene Systeme	11		
2.3 Hydrodynamik des Grundwassers	13		
3 Planerischer Grundwasserschutz	15		
3.1 Grundsätze	15		
3.2 Grundwasserschutzzone S ₁	16		
3.3 Grundwasserschutzzone S ₂	16		
3.4 Grundwasserschutzzone S _h	17		
3.5 Grundwasserschutzzone S _m	17		
3.6 Gewässerschutzbereich A _u	18		
3.7 Gewässerschutzbereich A _o zum Schutz infiltrierender Oberflächengewässer	19		
3.8 Grundwasserschutzareale	21		
3.9 Sonderfall: Grundwasser aus stark heterogenen Karst-Grundwasserleitern mit mächtiger, geringdurchlässiger Überdeckung	21		
3.10 Sonderfall: Fassungen mit Karstwasseraustritt im Lockergestein	22		
4 Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen	24		
4.1 Grundwasserschutzzonen S _h und S _m	24		
4.2 Gewässerschutzbereich A _o	25		
4.3 Besonderheiten bei Eingriffen im Untergrund	26		
4.4 Referenztabellen	28		

Abstracts

The enforcement aid entitled Groundwater Protection in Highly Heterogeneous Karst and Fissured Aquifers is a module in the Confederation's Groundwater Protection enforcement aid. Its purpose is to harmonise groundwater protection measures in Switzerland. It describes the principles upon which groundwater protection zones (S1, S2, Sh, Sm) are designated in areas with highly heterogeneous karst and fissured aquifers. It also specifies the protective measures and restrictions on use for the Sh and Sm zones. The enforcement aid is primarily aimed at the enforcement authorities as well as at water companies and geological consulting and engineering firms.

Die Vollzugshilfe Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern ist ein Modul der Vollzugshilfe des Bundes für den Grundwasserschutz. Sie soll die Massnahmen zum Grundwasserschutz in der Schweiz harmonisieren. Die Vollzugshilfe beschreibt die Grundsätze für die Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen (S1, S2, Sh, Sm) in Gebieten mit stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern. Zudem präzisiert sie die Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen für die Zonen Sh und Sm. Die Vollzugshilfe richtet sich primär an die Vollzugsbehörden sowie an die Wasserversorgungen und an geologische Beratungs- und Ingenieurbüros.

La publication « Protection des eaux souterraines : aquifères karstiques et fissurés fortement hétérogènes » est un module de l'aide à l'exécution « Protection des eaux souterraines », élaborée par la Confédération. Elle a pour objectif l'uniformisation, au niveau national, des mesures en matière de protection des eaux souterraines. Cette aide à l'exécution décrit les principes de délimitation des zones de protection des eaux souterraines (S1, S2, Sh, Sm) dans les régions caractérisées par des aquifères karstiques et fissurés fortement hétérogènes. En outre, elle indique les mesures de protection et les restrictions d'utilisation applicables aux zones Sh et Sm. Cette aide à l'exécution est destinée en premier lieu aux autorités d'exécution ainsi qu'aux services des eaux et aux bureaux de conseil et d'ingénieurs en géologie.

L'aiuto all'esecuzione «Protezione delle acque sotterranee negli acquiferi in rocce carsiche e fessurate fortemente eterogenei» è un modulo dell'aiuto all'esecuzione per la protezione delle acque sotterranee elaborato dalla Confederazione. Esso mira ad armonizzare le misure relative alla protezione delle acque sotterranee in Svizzera. Questo aiuto all'esecuzione descrive i principi per delimitare le zone di protezione delle acque (S1, S2, Sh, Sm) negli acquiferi in rocce carsiche e fessurate fortemente eterogenei. Inoltre precisa le misure di protezione e le limitazioni d'uso per le zone Sh e Sm. L'aiuto all'esecuzione si rivolge in primo luogo alle autorità esecutive come pure ai gestori di impianti di approvvigionamento idrico e agli studi di consulenza e di ingegneria in ambito geologico.

Keywords:

Enforcement aid module, groundwater protection zones, karst and fissured aquifers, restrictions on use

Stichwörter:

Vollzugshilfemodul, Grundwasserschutzzonen, Karst- und Kluft-Grundwasserleiter, Nutzungsbeschränkungen

Mots-clés :

module d'aide à l'exécution, zones de protection des eaux souterraines, aquifères karstiques et fissurés, restrictions d'utilisation

Parole chiave:

modulo dell'aiuto all'esecuzione, zone di protezione delle acque sotterranee, acquiferi in zone carsiche e fessurate, limitazioni d'uso

Vorwort

Das Grundwasser hat in der Schweiz als Trinkwasserressource eine grosse Bedeutung. Um es auch künftig wirkungsvoll zu schützen, müssen die unterschiedlichen Eigenschaften verschiedener Grundwasserleitertypen besser berücksichtigt werden. Dies soll geschehen, indem Grundwasserschutzzonen für Lockergesteine sowie für stark und schwach heterogene Karst- und Kluft-Grundwasserleiter jeweils mit daran angepassten Methoden ausgeschrieben werden.

Während für Grundwasserleiter in Lockergesteinen und in schwach heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern seit langem Regeln vorliegen, welche den hydrogeologischen Eigenschaften dieser Grundwasserleiter entsprechen, fehlten differenzierte Regelungen für stark heterogene Karst- und Kluft-Grundwasserleiter bis anhin. Deshalb wurde mit der Änderung der Gewässerschutzverordnung, die am 1. Januar 2016 in Kraft getreten ist, auch für diese Grundwasserleitertypen ein spezifisches System von Grundwasserschutzzonen mit angepassten Nutzungsbeschränkungen eingeführt, welches deren hydrogeologischen Besonderheiten Rechnung trägt.

Die vorliegende Publikation ist ein Modul der Vollzugshilfe «Grundwasserschutz» und wurde unter der Leitung des BAFU in enger Zusammenarbeit mit den kantonalen Gewässerschutzfachstellen erarbeitet. Sie richtet sich in erster Linie an die kantonalen Vollzugsbehörden, jedoch auch an Fassungsinhaber bzw. Betreiber von Wasserversorgungen. Sie ist ausserdem für Geologie-, Planungs- und Ingenieurbüros nützlich, die im Bereich Grundwasserschutz tätig oder bei der Planung von Bauvorhaben in Gebieten mit stark heterogenen Grundwasserleitern beteiligt sind. Ebenso birgt sie Nutzen für Private, die in Grundwasserschutzzonen Tätigkeiten ausüben und Anlagen betreiben, sowie für von solchen Schutzzonen betroffene Gemeindebehörden.

Nach der Darlegung von Grundlagen zu und Eigenschaften von stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern (Kapitel 1 und 2) wird die Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen nach dem neuen Schutzzonensystem behandelt (Kapitel 3). Anschliessend werden die damit verknüpften Schutzmassnahmen erläutert und anhand der Referenztabelle die Nutzungsbeschränkungen in den Zonen S_h und S_m aufgezeigt (Kapitel 4). Das Vollzugshilfemodul dient der verständlichen Darstellung und Konkretisierung der neuen Rechtsgrundlagen und soll so eine praxistaugliche und einheitliche Umsetzung des Grundwasserschutzes in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern gewährleisten.

Franziska Schwarz, Vizedirektorin
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

1 Grundlagen und Zuständigkeiten

1.1 Ausgangslage

Die Vollzugspraxis seit dem Inkrafttreten des Gewässerschutzgesetzes (GSchG vom 24. Januar 1991, SR 814.20) und der Gewässerschutzverordnung (GSchV vom 28. Oktober 1998, SR 814.201) hat gezeigt, dass die ursprünglich geltenden Regeln bei stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern zum Teil zu unverhältnismässigen Einschränkungen anderer Nutzungen führen. Die Durchsetzung der oft sehr ausgedehnten Grundwasserschutzzonen mit restriktiven Nutzungsbeschränkungen (z. B. Bauverbot in den Zonen S1 und S2) bereitete aufgrund erheblicher Nutzungskonflikte in der Praxis oft grosse Probleme. Demgegenüber kann der gewünschte Schutz aufgrund der hydrogeologischen Eigenschaften dieser besonderen Art von Grundwasserleitern selbst bei optimalem Vollzug der Nutzungsbeschränkungen oft nur ungenügend erreicht werden. Als Konsequenz müssten entweder bestehende Grundwasserfassungen aufgegeben oder die Landnutzung in ihren Einzugsgebieten stark eingeschränkt werden. Beides wäre im Sinne einer nachhaltigen Nutzung der betroffenen Grundwasservorkommen als Trinkwasserressource nicht zweckmässig, da die Nutzung solcher Grundwasserleiter für die Trinkwassergewinnung in gewissen Gebieten der Schweiz notwendig ist, um eine ausreichende Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Gleichzeitig soll auch die wirtschaftliche Entwicklung in solchen Gebieten möglich bleiben.

Aufgrund dieser Problematik wurden Änderungen an der GSchV vorgenommen, die am 1. Januar 2016 in Kraft traten. Für stark heterogene Karst- und Kluft-Grundwasserleiter wurde das bisherige Konzept mit den Grundwasserschutzzonen S1, S2 und S3 angepasst. Neu werden für solche Grundwasserleiter die Zonen S1, S2, S_h und S_m ausgeschieden. Die Zone S3 wird bei stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern nicht mehr ausgeschieden. Den Vollzugsbehörden wird damit ein Instrument zur Verfügung gestellt, das den besonderen hydrogeologischen Verhältnissen gerecht wird und welches eine praxistaugliche Umsetzung des planerischen Grundwasserschutzes in den betroffenen Gebieten gewährleisten soll.

1.2 Zielsetzung der Grundwasserschutzzonen bei stark heterogenen Grundwasserleitern

Aufgrund ihrer hydrogeologischen Eigenschaften verfügen stark heterogene Karst- und Kluft-Grundwasserleiter oft nur über eine geringe natürliche Reinigungswirkung gegenüber versickerndem Niederschlags- und Oberflächenwasser. Häufig ist die Filterwirkung der überdeckenden Schutzschichten (Boden und Deckschicht) sowie des Grundwasserleiters für einen wirksamen Rückhalt von Schadstoffen und Krankheitserregern zu gering. Durch die oft hohe Fliessgeschwindigkeit des Grundwassers reicht die Zeit im Untergrund nicht für einen wesentlichen Abbau von wassergefährdenden Stoffen und mikrobiologischen Verunreinigungen aus, weshalb z. B. ein erheblicher Teil der mit dem versickernden Wasser ins Grundwasser gelangten pathogenen Keime bis zur Ankunft in der Fassung überlebt. Das Ausscheiden einer gesetzeskonformen Grundwasserschutzzone ist eine Voraussetzung für einwandfreies Trinkwasser, kann aber alleine nicht garantieren, dass die Trinkwasseranforderungen künftig bei allen Witterungsverhältnissen eingehalten werden. Zur Eliminierung

solcher – teilweise auch naturbedingten – Verunreinigungen ist daher in der Regel eine Aufbereitung des Grundwassers vor der Abgabe als Trinkwasser notwendig.

Grundwasserschutzzonen in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern sollen das gefasste Wasser soweit schützen, dass es durch menschliche Aktivitäten nicht in relevantem Mass zusätzlich qualitativ beeinträchtigt oder quantitativ gefährdet wird. Wegen der meist grossflächigen Ausdehnung der Schutzzonen insbesondere in Karstgebieten sind jedoch verschiedene Nutzungsbeschränkungen, die bei Lockergesteins-Grundwasserleitern gelten, nicht umsetzbar. Um die gewünschte Schutzwirkung dennoch zu erreichen, werden gewisse Anlagen und Tätigkeiten zwar zugelassen, jedoch nur, wenn aufgrund der eingereichten Unterlagen (ggf. hydrogeologische Abklärungen)¹ davon ausgegangen werden kann, dass sie – unter Umständen mit geeigneten Schutzmassnahmen – das Grundwasser nicht zusätzlich verunreinigen bzw. die Hydrodynamik des Grundwassers nicht beeinträchtigen.

1.3 Die wichtigsten Änderungen der rechtlichen Grundlagen

1.3.1 Dimensionierungsvorgaben

Das zentrale Kriterium für die Dimensionierung von Grundwasserschutzzonen in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern bildet wie bisher die Vulnerabilität. Die Grundwasserschutzzone S1 umfasst im Gegensatz zum bisherigen Schutzzonensystem nur die Fassungsanlage und ihre unmittelbare Umgebung, sowie Schluckstellen und deren unmittelbare Umgebung, wenn von diesen Schluckstellen eine Gefährdung für die Trinkwassernutzung ausgeht. Die Zone S2 wird nur als enger Bereich von mindestens 100 m in Zuströmrichtung um die Fassung ausgeschieden. Im weiteren Fassungseinzugsgebiet werden für Gebiete hoher Vulnerabilität die Zone S_h (h für «hohe Vulnerabilität») und für Gebiete mit mittlerer Vulnerabilität die Zone S_m (m für «mittlere Vulnerabilität») ausgeschieden. Im Wesentlichen umfassen die Zonen S_h und S_m jene Teile des Fassungseinzugsgebietes, die nach früherer Gesetzgebung den Zonen S2 bzw. S3 zugeteilt wurden. Zweck und Dimensionierungsvorgaben für die verschiedenen Grundwasserschutzzonen und Gewässerschutzbereiche werden in Kapitel 3 erläutert.

1.3.2 Nutzungsbeschränkungen

Die geltenden Einschränkungen in den Zonen S1 und S2 entsprechen jenen für Lockergesteins-Grundwasserleiter. In der Zone S_m gelten grösstenteils die Bestimmungen der Zone S3. Neu dürfen dort keine baulichen Eingriffe vorgenommen werden, die nachteilige Auswirkungen auf die Hydrodynamik des Grundwassers haben. Dagegen ist die Versickerung von behandeltem kommunalem Abwasser aus Kleinkläranlagen unter bestimmten Bedingungen zulässig. Im Unterschied zur Zone S2 gilt in der Zone S_h kein generelles Bauverbot. Das Erstellen von Anlagen und die Ausübung von Tätigkeiten sind unter der Bedingung erlaubt, dass dadurch die Trinkwassernutzung nicht gefährdet wird. Die Verwendung von flüssigen Hof- und Recyclingdüngern ist in der Zone S_h dagegen ausnahmslos verboten und die Versickerung von Abwasser ist nur dann zulässig, wenn es unverschmutzt ist (z. B. Dachwasser) und über eine biologisch aktive Bodenschicht versickert. Die Nutzungsbeschränkungen werden im Detail in Kapitel 4 erläutert.

1.3.3 Übergangsbestimmungen

Sind in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern bereits Grundwasserschutzzonen nach bisherigem Recht, d.h. gemäss den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung von 1998, ausgeschieden,

¹ Art. 32 Abs. 3 GSchV

so kann auf die Ausscheidung der Zonen S_h und S_m verzichtet werden, wenn die bisherigen Schutzzonen einen mindestens gleichwertigen Schutz gewährleisten und solange die bestehenden Schutzzonen und deren Reglemente nicht in wesentlichem Umfang angepasst werden.² Entscheidend ist dabei, dass die altrechtlichen Schutzzonen aufgrund von Vulnerabilitätskriterien ausgeschieden wurden.

In den bestehenden Zonen S2 und S3 gelten allerdings in jedem Fall weiterhin die Nutzungsbeschränkungen dieser Schutzzonen (also z. B. das generelle Bauverbot in der Zone S2), die für die Zonen S_h und S_m eingeführten abweichenden Einschränkungen können hier nicht angewendet werden. Auslöser einer wesentlichen Anpassung kann beispielsweise die Überprüfung der Schutzzonen bei einer Erneuerung der Konzession, bei bestehenden oder absehbaren Nutzungskonflikten oder bei neuen hydrogeologischen Kenntnissen sein. Diese Übergangsbestimmung ist zeitlich nicht befristet, d.h. solche altrechtlichen Schutzzonen können auf unbestimmte Zeit weiterbestehen, bis eine wesentliche Anpassung der Schutzzonen notwendig ist.

1.4 Zuständigkeiten

Für die allgemeine Aufteilung der Zuständigkeiten zwischen den verschiedenen Akteuren im Bereich Grundwasserschutz wird auf die Wegleitung Grundwasserschutz³ verwiesen. Im Hinblick auf das neue Schutzzonenkonzept sind die Zuständigkeiten wie folgt aufgeteilt. Dabei ist eine enge Absprache zwischen Kanton und Gemeinde bzw. Wasserversorger notwendig.

Kantone

Die kantonale Gewässerschutzfachstelle validiert im Einzelfall aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse die Entscheidung, ob der Grundwasserleiter als schwach oder stark heterogen einzustufen ist und legt somit fest, welche Kriterien für die Ausscheidung der Schutzzone zur Anwendung kommen (Fließzeit bzw. Vulnerabilität). Leitlinien dazu liefern die Praxishilfen zur Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern⁴ sowie bei Karst-Grundwasserleitern («EPIK-Methode»). Ebenso entscheidet sie, ob eine bestehende Schutzzone in wesentlichem Umfang angepasst werden muss (vgl. Kapitel 1.3.3).⁵

Gemeinden oder Wasserversorger

Als Inhaber der Trinkwassergewinnungsanlagen veranlassen Gemeinden oder Wasserversorger die Erhebung der für die Schutzzonenausscheidung erforderlichen Daten. Sie sind verpflichtet, bei der Abgabe des Trinkwassers die Anforderungen des Lebensmittelgesetzes (Bundesgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände LMG, SR 817.0) und der entsprechenden Verordnung (Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen TBDV, SR 817.022.11) jederzeit zu erfüllen⁶ und gegebenenfalls die Wirksamkeit entsprechender Aufbereitungsanlagen sicherstellen.

² Übergangsbestimmungen zur Änderung vom 4. November 2015 Abs. 2 GSchV

³ Wegleitung Grundwasserschutz, BUWAL 2004, S. 102

⁴ Praxishilfe Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern, BUWAL 2003, Kap. 3

⁵ Vgl. Art. 19 Abs. 1 GSchG und Erläuternder Bericht zur Änderung der GSchV (<http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/37816.pdf>)

⁶ Die Gemeinden resp. Wasserversorger sind nach LMG Art. 23 als Lebensmittelproduzenten verpflichtet, eine Selbstkontrolle durchzuführen. Die Selbstkontrolle hat nach dem HACCP Konzept (Hazard Analysis and Critical Control Points) zu erfolgen. Dabei sind auch Risiken im Zuströmbereich der Fassung zu bewerten.

2 Vorkommen und Eigenschaften

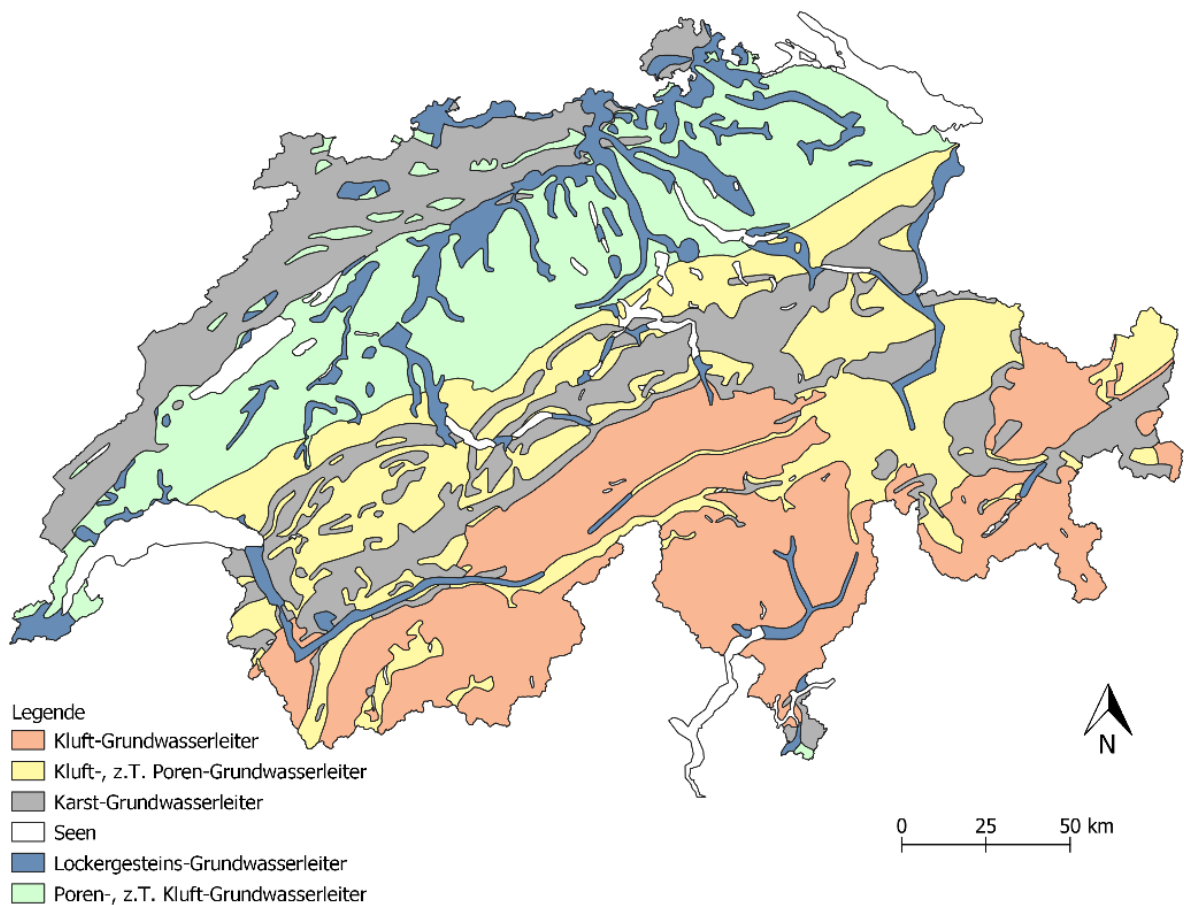
2.1 Durchlässigkeit von Karst- und Kluft-Grundwasserleitern

Bei Festgesteinen wird zwischen Gesteins- und Gebirgsdurchlässigkeit unterschieden: Die Gesteinsdurchlässigkeit bezieht sich auf die Poren innerhalb des Gesteins. Die Gebirgsdurchlässigkeit resultiert aus Strukturen im Felsmassiv. Dazu zählen Trennflächen wie Klüfte und Schichtfugen sowie Karsthohlräume. In heterogenen Karst- oder Kluft-Grundwasserleitern fliesst ein wesentlicher Teil des Grundwassers entlang solcher wasserwegsamem Strukturen.

Abbildung 1

Hydrogeologische Übersichtskarte der Schweiz mit Verbreitungsgebieten von Karst- und Kluft-Grundwasserleitern

Karst-Grundwasserleiter kommen hauptsächlich im Jura und in den Voralpen vor. Stark heterogene Kluft-Grundwasserleiter sind vor allem in den Voralpen und Alpen zu erwarten.



2.2 Unterteilung in schwach und stark heterogene Systeme

Das neue Schutzzonensystem, das in der vorliegenden Vollzugshilfe erläutert wird, kommt nur bei stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern zur Anwendung. Unter stark heterogenen Grundwasserleitern werden Festgesteins-Grundwasserleiter verstanden, die sich insbesondere durch hohe Fließgeschwindigkeiten sowie starke und rasche Schwankungen der Schüttung und der Wasserqualität auszeichnen. Hier stehen wasserwegsamen Strukturen des Untergrundes in direkter Verbindung zur Fassung. In solchen Grundwasserleitern nimmt zudem die Verweilzeit des Grundwassers nicht unbedingt proportional mit zunehmender Entfernung zur Fassung zu, weshalb die Bemessungsgrundsätze für Schutzzonen in schwach heterogenen Systemen, wo die Verweilzeit mit wachsender Entfernung zur Fassung stetig zunimmt, hier nicht zielführend sind. Die Schutzzonen in stark heterogenen Systemen werden deshalb aufgrund des Grades der Vulnerabilität im Einzugsgebiet der Fassung bemessen (Vgl. «EPIK-Methode»).

Die Kriterien und Vorgehensweise zur Abgrenzung zwischen stark und schwach heterogenen Grundwasserleitern – insbesondere im Hinblick auf das hydrologische Verhalten der Quellabflüsse – sind in den Praxishilfen «Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern» (BUWAL und BWG 2003⁷) sowie «Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Karst-Grundwasserleitern» («EPIK-Methode») beschrieben. Für schwach heterogene Karst- und Kluft-Grundwasserleiter wird auf die Vollzugshilfemodule «Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern» (BUWAL und BWG 2003) und «Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteinen» (BAFU 2012) verwiesen.

Unter schwach heterogene Karst-Grundwasserleiter fallen Grundwasserleiter in verkarstungsfähigen Gesteinen, die jedoch effektiv nicht oder nur schwach verkarstet sind (z. B. oft in Kalkmergeln oder im Dolomitgestein). Solche Grundwasserleiter zeichnen sich häufig durch kleinere Einzugsgebiete sowie kleine Quellen mit geringer Schüttung aus.

⁷ Praxishilfe Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern, BUWAL und BWG 2003, Abb. 7 / S. 21

Tabelle 1**Typische Merkmale schwach und stark heterogener Systeme.**

Stark heterogene Systeme sind Gegenstand dieser Vollzugshilfe, schwach heterogene Systeme sind analog zu Lockergesteins-Grundwassern zu behandeln.

Kriterium	Stark heterogene Systeme	Schwach heterogene Systeme
Allgemeine Kriterien⁸		
Zeitlicher Gang der Quellschüttung	rasche und ausgeprägte Reaktion auf Niederschlagsereignisse	verzögerte und gedämpfte Reaktion auf Niederschlagsereignisse
Zeitlicher Gang qualitativer Parameter (z. B. Trübung, Temperatur, Leitfähigkeit und Mikrobiologie)	hohe Variabilität	geringe Variabilität
Wasserqualität	mikrobiologische Beeinträchtigungen nach Niederschlägen	geringe bzw. kontinuierliche mikrobiologische Beeinträchtigung
Fliessgeschwindigkeit	hohe Fliessgeschwindigkeit Auch von entfernten Orten im Einzugsgebiet sind kurze Fliesszeiten bis zur Fassung von wenigen Stunden bis wenigen Tagen möglich.	geringe Fliessgeschwindigkeit Die Fliesszeit erhöht sich mit zunehmendem Abstand zur Fassung.
Spezielle Kriterien für Karst-Grundwasserleiter		
Ausbildung der Karststrukturen ⁹	zusammenhängendes Karstnetz, hohe Dichte an Karströhren	wenig ausgebildetes Karstnetz, örtlich begrenzte Karststrukturen
Dominierende Gesteinstypen	Kalk, Kalksandstein, Gips und Anhydrit, Salz	Mergel, Schiefer, Konglomerate und Brekzien mit geringem Kalkanteil, Dolomitgestein
Spezielle Kriterien für Kluft-Grundwasserleiter		
Ausbildung der Trennflächen	stark tektonisch beanspruchte Festgesteine der Voralpen und Alpen	schwach tektonisch beanspruchte Festgesteine des Mittellandes
Oberflächenrelief	starkes Oberflächenrelief, hoher hydraulischer Gradient	schwaches Oberflächenrelief, niedriger hydraulischer Gradient
Dominierende Gesteinstypen	Sandsteine, -konglomerate und -mergel (subalpine Molasse, Flysch, Verrucano), Schiefer, Kieselkalk, kristalline Gesteine	Sandsteine, -konglomerate und -mergel (mittelländische Molasse)

⁸ Bei schwach heterogenen Systemen müssen sämtliche allgemeine Kriterien erfüllt sein, im gegenteiligen Fall ist von einem stark heterogenen System auszugehen.

⁹ Die Ausbildung des Karstnetzes ist häufig unbekannt, obwohl ein solches Karstsystem tatsächlich existiert. Dieses Kriterium darf deshalb nicht überbewertet werden.

2.3 Hydrodynamik des Grundwassers

In den Zonen S_h und S_m dürfen bauliche Eingriffe die Hydrodynamik des Grundwassers nicht beeinträchtigen.¹⁰ Das versickernde Niederschlagswasser zirkuliert in stark heterogenen Grundwasserleitern hauptsächlich entlang offener und kommunizierender Karströhren oder Klüfte. Der Untergrund wird bezüglich des Grundwasserspiegels in folgende drei Bereiche unterteilt (Vgl. Abb. 2; in diesem Zusammenhang ist auch der Begriff «Bergwasserspiegel» geläufig).¹¹

Vadose Zone

Ungesättigter Bereich, Transitzone des Wassers von der Oberfläche bis zum Grundwasserspiegel. Eine einzelne Karströhre bzw. Kluftzone kann über längere Zeit trocken sein, bei Hochwasser jedoch grosse Wassermengen (mehrere Hundert Liter oder gar einige Kubikmeter pro Sekunde) führen.

Epiphreatische Zone

Schwankungsbereich zwischen dem Höchst- und Tiefststand des Grundwasserspiegels, d.h. dieser Bereich ist periodisch mit Wasser gesättigt. In Karstsystemen sind Schwankungen des Wasserspiegels von bis zu einigen Duzend Metern üblich, sie können im Extremfall 100 m und mehr erreichen. In Kluft-Grundwasserleitern kann es zu einem Druckaufbau in gewissen Klüften kommen.

Phreatische Zone

Ständig wassergesättigter Bereich unterhalb des Tiefststands des Grundwasserspiegels. Bei Niedrigwasser wird nur in der phreatischen Zone Wasser zu den Quellaustritten des Systems geleitet.

In stark heterogenen Grundwasserleitern können grosse Wassermengen durch einzelne Karströhren beziehungsweise offene Klüfte zirkulieren. Wenn eine solche Karströhre oder Kluft durch Einbauten in den Untergrund blockiert wird, besteht die Gefahr, dass die natürliche Hydrodynamik des Systems verändert wird und dadurch Quellen beeinträchtigt werden oder sogar ganz versiegen. Beeinträchtigungen von Quelfassungen, welche für die öffentliche Wasserversorgung genutzt werden¹², sind nicht zulässig und durch geeignete Massnahmen zu vermeiden.

Durch das Anschneiden einer solchen Karströhre muss zudem wegen der Gefahr einer plötzlichen starken Wasserführung bei Hochwasser mit beträchtlichen Auswirkungen auf ein unterirdisches Bauwerk gerechnet werden. Bleiben solche angeschnittenen Karströhren über längere Zeit offen, besteht das Risiko, dass sich irreversible Veränderungen im Karstsystem einstellen, z. B. durch die innere Erosion von in Teilen des Karstsystems oberhalb des Anschnitts abgelagerten Sedimenten. Dadurch können genutzte Quellen ebenfalls in unzulässiger Weise beeinträchtigt werden.

Die Wegsamkeit offener Strukturen, die zeitweise oder dauernd Wasser führen, muss folglich erhalten werden. Dies betrifft alle drei oben beschriebenen Bereiche des Untergrunds (vados, epiphreatisch, phreatisch). Damit der natürliche Grundwasserspiegel nicht abgesenkt wird¹³, sind Ableitungen grosser Grundwassermengen, z. B. durch eine Tunnelentwässerung, unzulässig. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass durch Untertagebauwerke

¹⁰ Anh. 4, Ziff. 125 Abs. 1 Bst. b GSchV

¹¹ Hierzu und zum folgenden: KarstALEA Kapitel 3

¹² Bei privaten Quelfassungen sind die Rechte Dritter zu beachten, vgl. Art. 706ff ZGB.

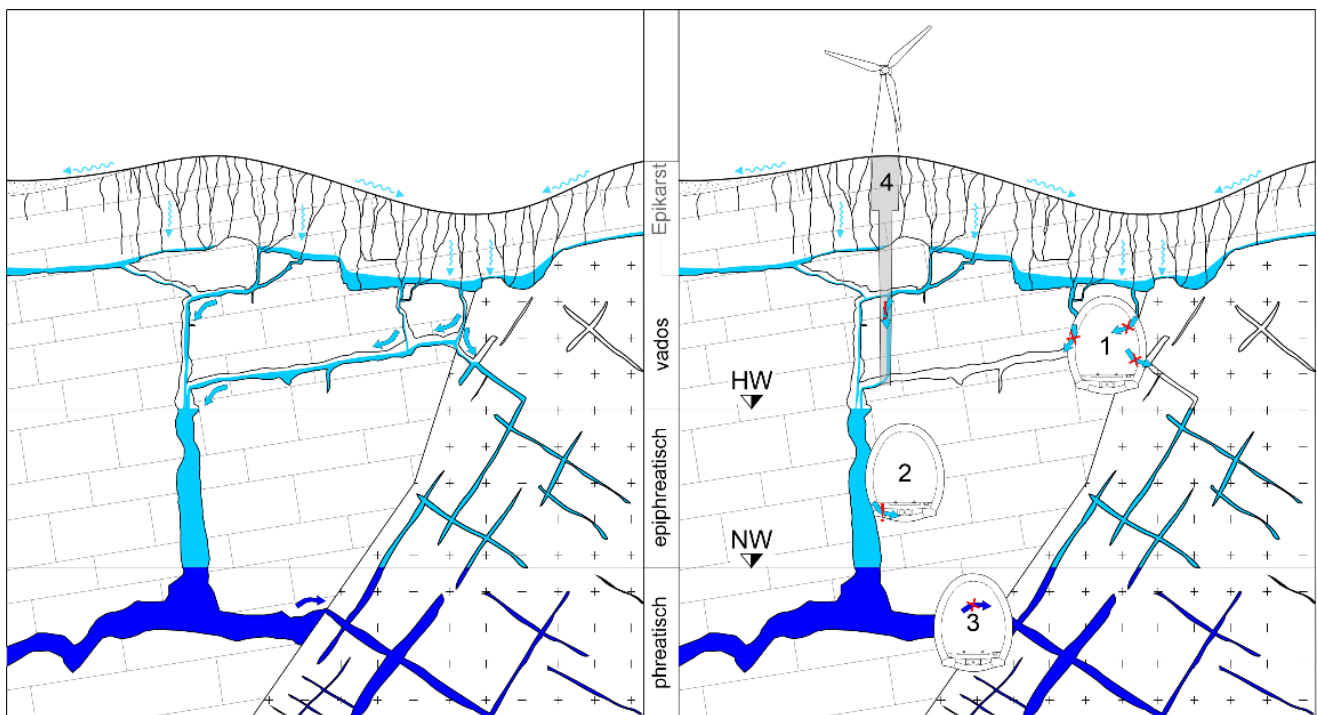
¹³ Art. 43 Abs. 1 und 6 GSchG

keine Kurzschlüsse zwischen verschiedenen wasserwegsamen Strukturen entstehen.¹⁴ Der ungehinderte Abfluss des Grundwassers einerseits und die Abdichtung gegen das unterirdische Bauwerk andererseits müssen durch geeignete bauliche Massnahmen sichergestellt werden.

Abbildung 2

Hydrodynamik des Grundwassers

Bauten im Untergrund können dem System durch Drainage Wasser entziehen (1, 2), den Durchfluss behindern (3) oder die Wasserwegsamkeiten verändern (4).



¹⁴ Art. 43 Abs. 3 GSchG

3 Planerischer Grundwasserschutz

3.1 Grundsätze

Bei der Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen und Gewässerschutzbereiche bei stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern gelten folgende Grundsätze:

- Die Kartierung der Vulnerabilität im Einzugsgebiet der Fassung bildet die Grundlage für die Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen. Der Grad der Vulnerabilität wird aufgrund der Mächtigkeit und Beschaffenheit der Überdeckung, der Ausbildung des Karst- oder Kluftsystems sowie der Versickerungsverhältnisse bestimmt. Bei stark heterogenen Kluft-Grundwasserleitern wird sie mittels der sogenannten «DISCO-Methode», in stark heterogenen Karst-Grundwasserleitern mittels der sogenannten «EPIK-Methode» ermittelt.¹⁵
- Bei Quellen bildet das hydrogeologische Fassungseinzugsgebiet den Bezugsraum für die Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen.
- Bei Förderbrunnen gilt wie im Lockergestein auch für stark heterogene Grundwasserleiter der Grundsatz, dass für die Bestimmung des hydrogeologischen Fassungseinzugsgebiets und somit für die Dimensionierung der Schutzzonen von der höchsten zulässigen Fördermenge auszugehen ist. Des Weiteren ist bei den herrschenden hydraulischen Bedingungen von einem ungünstigen Zustand (Hochwasserstand) auszugehen.
- Gebiete geringer Vulnerabilität im Einzugsgebiet einer Fassung werden nicht den Grundwasserschutzzonen, sondern dem Gewässerschutzbereich A_u zugeordnet.

Der Zweck der einzelnen Schutzzonen und Gewässerschutzbereiche bei stark heterogenen Grundwasserleitern, ihre Bemessungsgrundlagen und die Gebietszuordnung, sowie Hinweise zu Neuerungen gegenüber der bisherigen Regelung sind im Folgenden zusammengefasst und in Abbildung 3 dargestellt. Allgemein gültige Grundlagen zu den Grundwasserschutzzonen S1 und S2, zu den Gewässerschutzbereichen A_u und A_o sowie zum Zuströmbereich Z_u sind in der «Wegleitung Grundwasserschutz» (BUWAL 2004) beschrieben.

¹⁵ Vgl. Praxishilfe Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern, BUWAL 2003, Kapitel 5 und Praxishilfe Kartierung der Vulnerabilität in Karstgebieten (2020). Zu beachten ist, dass die aktuelle «DISCO-Methode» bei der Zuordnung der Grundwasserschutzzonen noch vom bisherigen Schutzzonensystem (S1, S2, S3) ausgeht. Bei der Zuordnung der Schutzzonen kann in diesem Fall die Zone S2 durch die Zone S_h und die Zone S3 durch die Zone S_m ersetzt werden. Dies gilt ausserhalb des engeren Fassungsereichs von 100 m, wo nach wie vor eine Zone S2 ausgeschieden wird. Gegenüber der «EPIK-Methode» von 1998 wird in der überarbeiteten «EPIK-Methode» (in Vorbereitung) der Überdeckung ein grösseres Gewicht beigemessen.

3.2 Grundwasserschutzzone S1

Zweck	Die Zone S1 soll verhindern, dass • die Fassung sowie deren unmittelbare Umgebung beschädigt oder verunreinigt wird; • die unmittelbare Umgebung geologischer Strukturen verunreinigt wird, bei denen Oberflächenwasser konzentriert in den Untergrund gelangt (Schluckstellen) und bei denen eine Gefährdung der Trinkwassernutzung besteht.
Betroffene Flächen	• Grundwasserfassung sowie deren unmittelbare Umgebung • Schluckstellen, bei denen eine Gefährdung der Trinkwassernutzung besteht, und deren unmittelbare Umgebung.
Bemessungsgrundlagen	Äussere Begrenzung • Mindestens 10 m um die Fassungsanlage (inkl. Fassungsstränge) • Schluckstellen und deren unmittelbare Umgebung
Neuerungen gegenüber GSchV vor 1.1.2016	Karrenfelder, Dolinen, Bäche und andere Gebiete mit hoher Vulnerabilität, welche nicht den neuen Kriterien für die Zone S1 entsprechen, werden neu der Zone S ₁ zugeordnet.

Die Zone S1 wird bei Schluckstellen nur ausgeschieden, wenn eine Gefährdung der Trinkwassernutzung besteht. Ob eine solche Gefährdung im konkreten Fall vorliegt, ist aufgrund von hydrologischen Kriterien wie versickerndes Wasservolumen, schnelle Verbindung zur Fassung usw. zu beurteilen. Beurteilungsgrundlagen dazu sind in der Praxishilfe «Kartierung der Vulnerabilität in Karstgebieten» («EPIK-Methode») beschrieben.

3.3 Grundwasserschutzzone S2

Zweck	Die Zone S2 soll verhindern, dass • das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten nahe der Grundwasserfassung verunreinigt wird; • der Zufluss durch unterirdische Anlagen im Nahbereich der Fassung behindert wird.
Betroffene Flächen	Nahbereich der Fassung
Bemessungsgrundlagen	• In Zuströmrichtung beträgt der Abstand zwischen der Zone S1 um die Fassung und dem äusseren Rand der Zone S2 mindestens 100 m
Neuerungen gegenüber GSchV vor 1.1.2016:	Die Zone S2 in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern wird ausschliesslich nach der «mindestens 100-Meter-Regel» ausgeschieden. Die restlichen Bereiche, die gemäss GSchV vor dem 1.1.2016 der Zone S2 angehört, werden im Wesentlichen der Zone S ₁ zugeordnet (vgl. unten). So wird z. B. um Zonen S1 bei Schluckstellen keine Zone S2 mehr ausgeschieden.

Die Filterwirkung der Überdeckung und des Grundwasserleiters ist in stark heterogenen Grundwasserleitern für einen wirkungsvollen Rückhalt von mikrobiologischen Verunreinigungen oder wassergefährdenden Stoffen in der Regel gering. Die Fliesszeit des Grundwassers ist zudem meist so kurz, dass auch kein wesentlicher Abbau von Krankheitserregern oder Schadstoffen im Untergrund stattfindet. So überleben z. B. pathogene Keime häufig bis zur Ankunft in der Fassung. Die Zone S2 kann somit nicht denselben Zweck erfüllen wie in schwach heterogenen oder homogenen Grundwasserleitern. In stark heterogenen Grundwasserleitern wird die Zone S2 deshalb nur noch mit einer minimalen Ausdehnung zum Schutz des Nahbereichs der Fassung ausgeschieden.

3.4 Grundwasserschutzzone S_h

Zweck	Die Zone S _h soll verhindern, dass • das Grundwasser durch Bau und Betrieb von Anlagen und das Ausbringen von Stoffen verunreinigt wird; • die Hydrodynamik des Grundwassers durch bauliche Eingriffe beeinträchtigt wird.
Betroffene Flächen	• Gebiete mit hoher Vulnerabilität – Gebiete ohne Überdeckung (d.h. ohne Boden und Deckschicht, z. B. Karrenfelder) oder mit einer ungenügend ausgebildeten oder nicht durchgehenden Überdeckung, in denen insbesondere das Ausbringen flüssiger Hof- und Recyclingdünger die Trinkwassernutzung gefährdet
Bemessungsgrundlagen	• Bestimmung der Vulnerabilität: Gebiete mit hoher Vulnerabilität sind der Zone S _h zuzuordnen.
Neuerungen gegenüber GSchV vor 1.1.2016:	Die Zone S _h entspricht im Wesentlichen der Ausdehnung der früheren Zone S2, sofern in dieser keine genügend ausgebildete und durchgehende Überdeckung vorhanden ist. Sie ersetzt zudem alle Zonen S1, die nicht den neuen Ausscheidungskriterien entsprechen, z. B. Karrenfelder, Dolinen und Bäche.

Als Kriterium für die Zonen S_h und S_m dient eine Beurteilung der Vulnerabilität des Grundwassers gegen Einflüsse von aussen (Vgl. «EPIK-Methode»). Dabei ist bei der Ausscheidung der Zone S_h insbesondere auf die Gefährdung der Trinkwassernutzung durch das Ausbringen von flüssigen Hof- und Recyclingdüngern zu achten. Gebiete innerhalb des Fassungseinzugsgebiets ohne eine gut ausgebildete, durchgehende Überdeckung weisen in der Regel eine hohe Vulnerabilität auf und werden deshalb als Zone S_h ausgeschieden. Das Gleiche gilt, wenn davon ausgegangen werden muss, dass die Überdeckung keine genügende Aufnahmekapazität für ausgebrachten flüssigen Dünger aufweist. Bei der Beurteilung der Vulnerabilität spielt also die Beschaffenheit der Überdeckung eine wichtigere Rolle als bisher. Dementsprechend gehören Flächen im Einzugsgebiet einer Fassung, auf denen flüssige Hof- und Recyclingdünger ohne Gefahr für die Trinkwassernutzung angewendet werden können, nicht zur Zone S_h, sie sind vielmehr je nach Vulnerabilität der Zone S_m oder dem Gewässerschutzbereich A_u zuzuordnen.

3.5 Grundwasserschutzzone S_m

Zweck	Die Zone S _m soll verhindern, dass • das Grundwasser durch Bau und Betrieb von Anlagen und das Ausbringen von Stoffen verunreinigt wird; • die Hydrodynamik des Grundwassers durch bauliche Eingriffe beeinträchtigt wird.
Betroffene Flächen	• Gebiete mit mittlerer Vulnerabilität
Bemessungsgrundlagen	• Bestimmung der Vulnerabilität: Gebiete mit mittlerer Vulnerabilität sind der Zone S _m zuzuordnen
Neuerungen gegenüber GSchV vor 1.1.2016:	Die Zone S _m ersetzt ungefähr die frühere Zone S3 sowie Teile der früheren Zone S2, welche über eine genügend gut ausgebildete und durchgehende Überdeckung verfügen.

Gebiete mittlerer Vulnerabilität sind Flächen mit einer gut ausgebildeten durchgehenden Überdeckung, die eine Schutzwirkung aufweist, welche eine Nutzung mittlerer Intensität zulässt (z. B. Landwirtschaft, Versickerung von behandeltem Abwasser aus Kleinkläranlagen), ohne die Trinkwassernutzung zu gefährden (Vgl. «EPIK-Methode»).

In Karstgebieten kann an Stelle einer Zone S_m ein Zuströmbereich Z_u ausgeschieden werden, wenn dabei ein gleichwertiger Schutz gewährleistet ist.¹⁶ Damit dies gewährleistet werden kann, müssen in solchen Zuströmbereichen Z_u die Nutzungsbeschränkungen identisch sein mit denjenigen in einer Zone S_m (Ausnahme:

¹⁶ Anh. 4 Ziff. 121 Abs. 1 Bst. b GSchV

Materialabbau). Diese Nutzungsbeschränkungen sind im Schutzzonenreglement der Fassung festzuhalten. Ferner soll aus dem Schutzzonenplan und aus der Gewässerschutzkarte klar hervorgehen, dass es sich um einen Zuströmbereich Z_U handelt, der eine Zone S_m ersetzt. Im minimalen Geodatenmodell des Bundes «Planerischer Gewässerschutz - Grundwasserschutzzonen, -areale und Gewässerschutzbereiche ist dafür die Bezeichnung «SmZu» (ID 131,132,130)» aufgeführt.

3.6 Gewässerschutzbereich A_u

Zweck	• Der Gewässerschutzbereich A_u gewährleistet den Schutz des nutzbaren (bzw. hier des Einzugsgebiets des genutzten) Grundwassers.
Betroffene Flächen	• Gebiete mit geringer Vulnerabilität innerhalb des Fassungseinzugsgebiets, welche nicht der Grundwasserschutzzone zugeordnet werden.
Bemessungsgrundlagen	• Bestimmung des Fassungseinzugsgebiets • Bestimmung der Vulnerabilität: Gebiete mit geringer Vulnerabilität
Neuerungen gegenüber GSchV vor 1.1.2016:	keine

Gebiete geringer Vulnerabilität sind solche, bei denen zum Beispiel durch eine mächtige, geringdurchlässige Überdeckung ein Schutzniveau gewährleistet ist, das an der Oberfläche eine intensivere Nutzung als in den Schutzzonen selber zulässt, ohne die Trinkwasserversorgung zu gefährden (s. «EPIK-Methode»). Solche Gebiete innerhalb des Fassungseinzugsgebiets werden nicht der Grundwasserschutzzone, sondern dem Gewässerschutzbereich A_u zugeordnet. Diese Zuordnung zum Gewässerschutzbereich A_u ist zwingend, da auch dieser Teil des Fassungseinzugsgebiets zum Schutz des nutzbaren (bzw. hier des genutzten) Grundwassers erforderlich ist.¹⁷

Bauten und Anlagen sowie Erdarbeiten und ähnliche Tätigkeiten in den besonders gefährdeten Bereichen, d.h. in den Grundwasserschutzzonen und im Gewässerschutzbereich A_u , brauchen immer eine kantonale Bewilligung nach Art. 19 Abs. 2 GSchG, wenn sie das Grundwasser gefährden können. Über die Bewilligungspflicht haben die Kantone eine Kontrolle über solche Bauten, Anlagen sowie Arbeiten im Einzugsgebiet einer für die Trinkwasserversorgung genutzten Fassung, auch wenn sie ausserhalb der Schutzzone liegen. Die Behörde erteilt eine Bewilligung, wenn mit Auflagen und Bedingungen ein ausreichender Schutz der Gewässer gewährleistet werden kann.¹⁸

¹⁷ Anh. 4 Ziff. 111 Abs. 1 GSchV

¹⁸ Art. 32 Abs. 4 GSchV

3.7 Gewässerschutzbereich A₀ zum Schutz infiltrierender Oberflächengewässer

Zweck	• Der Gewässerschutzbereich A ₀ kann zusätzlich zur Grundwasserschutzzone zum Schutz oberirdischer Gewässer und deren Uferbereiche bezeichnet werden, soweit dies zur Gewährleistung einer besonderen Nutzung erforderlich ist (hier der Trinkwassernutzung des Grundwassers, das durch das versickernde Oberflächengewässer beeinflusst wird).
Betroffene Flächen	• Abschnitte von infiltrierenden Oberflächengewässern und Gletschern, von welchen eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeht, insbesondere wenn sie der Fassung Wasser von ausserhalb des hydrogeologischen Einzugsgebiets zuführen.
Bemessungsgrundlagen	• Bestimmung der Infiltrationsverhältnisse im Einzugsgebiet der Fassung
Neuerungen gegenüber GSchV vor 1.1.2016:	keine

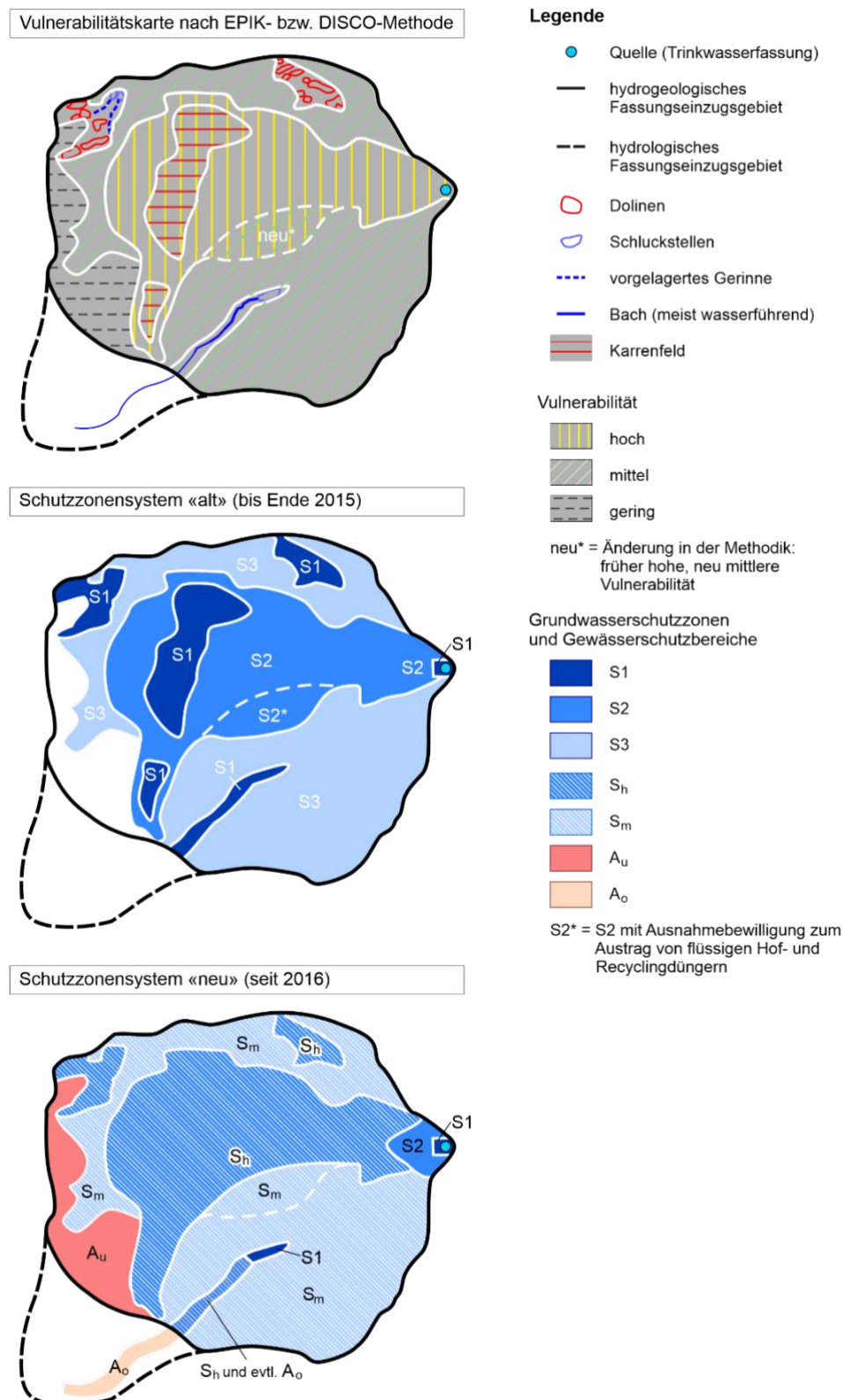
Im hydrogeologischen Einzugsgebiet einer Grundwasserfassung können Oberflächengewässer wie Flüsse oder Seen ins Grundwasser infiltrieren. Morphologische Besonderheiten können zudem dazu führen, dass Oberflächengewässer über weitgehend undurchlässige Boden- und Gesteinshorizonte (z. B. Mergel oder feinkörnige Schiefer im hydrologischen Einzugsgebiet) ins hydrogeologische Einzugsgebiet einer Karst- oder Kluftquelle gelangen und dort versickern. Gewisse alpine Einzugsgebiete sind zudem durch abschmelzende Gletscher geprägt. Solches Gletscherschmelzwasser (das aufgrund von Aktivitäten auf dem Gletscher verschmutzt sein kann) kann ebenfalls in Schluckstellen versickern. Solche Oberflächengewässer können Verschmutzungsvektoren darstellen, welche die Qualität des Grundwassers gefährden.

Wenn die Infiltration von verunreinigtem Oberflächenwasser eine Trinkwassernutzung gefährdet, müssen solche Oberflächengewässer oder Gletscher entsprechend geschützt werden. Innerhalb des hydrogeologischen Einzugsgebiets der Fassung fallen infiltrierende Oberflächengewässer und ihr Uferbereich in den meisten Fällen in die hochvulnerable Zone und es wird eine Zone S_h ausgedehnt. Wenn daraus ein gleichwertiger Schutz resultiert, kann auch ein Gewässerschutzbereich A₀ bezeichnet werden.¹⁹ Zusätzlich können ausserhalb des hydrogeologischen Einzugsgebiets gelegene Abschnitte von Oberflächengewässern oder Gletschern, welche die Qualität des gefassten Grundwassers beeinträchtigen können, mit einem Gewässerschutzbereich A₀ geschützt werden. Schliesslich kann bei landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten der Schutz des Grundwassers durch die im Gewässerraum geltenden Bestimmungen mit der zusätzlichen Bezeichnung eines Gewässerschutzbereichs A₀ verstärkt werden. Der Gewässerschutzbereich A₀ kann also bei stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern fallweise ein zusätzliches Schutzinstrument darstellen.

¹⁹ Gewisse Kantone verfügen dafür über entsprechende kantonale Rechtsgrundlagen.

Abbildung 3**Beispielhafter Vergleich der Schutzzonenkonzepte**

Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen und Bezeichnung von Gewässerschutzbereichen in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern vor und nach dem Inkrafttreten der geänderten Gewässerschutzverordnung im Vergleich



3.8 Grundwasserschutzareale

Grundwasserschutzareale schützen Grundwasservorkommen, die für die künftige Grundwassernutzung oder -anreicherung vorgesehen sind. Werden in Gebieten mit stark heterogenen Grundwasserleitern Schutzareale ausgeschieden, so gelten darin analog zu Schutzarealen in Lockergesteins-Grundwasserleitern die restriktiven Einschränkungen der Zone S2, solange die Lage und Ausdehnung der zukünftigen Schutzzonen nicht bekannt sind.²⁰ Dies kann aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse zu sehr grossen Gebieten mit strengen Nutzungsbeschränkungen führen. Es empfiehlt sich daher, Lage und Ausdehnung der künftigen Schutzzonen zügig zu bestimmen, sodass jeweils die Nutzungsbeschränkungen der entsprechenden Flächen (Zonen S2, S_n oder S_m) gelten.

3.9 Sonderfall: Grundwasser aus stark heterogenen Karst-Grundwasserleitern mit mächtiger, geringdurchlässiger Überdeckung

Bei Förderbrunnen, die Karst-Grundwasser unterhalb einer durchgehenden, mächtigen und geringdurchlässigen Überdeckung entnehmen, ist die Gefahr einer Verunreinigung des Grundwassers in der Regel gering (vgl. Abb. 4). Eine ähnliche Situation kann auch auf Quelfassungen in tiefliegenden Tunnels oder Galerien zutreffen. Daher kann in solchen Sonderfällen von der 100-m-Regel für die Dimensionierung der Zone S2 abgewichen werden.²¹ Im Extremfall kann der Schutz des Grundwassers durch die mächtige Überdeckung, ein ausgedehntes Einzugsgebiet und ein mächtiges Grundwasserreservoir sowie die Abwesenheit von schnellen Zuflüssen und Oberflächenwasserinfiltrationen so gut sein, dass keine Gebiete mit hoher oder sogar mit mittlerer Vulnerabilität im Einzugsgebiet vorhanden sind. In solchen Situationen können die entsprechenden Zonen S_n und gegebenenfalls S_m entfallen. Um einen effektiven Schutz des tiefen Grundwassers zu gewährleisten, genügt in solchen Fällen der Schutz der Fassung durch eine Zone S1 und eine gegebenenfalls reduzierte Zone S2.

Bei der Beurteilung der Vulnerabilität ist auch bei mächtiger und geringdurchlässiger Überdeckung zu prüfen, ob rasche Zuflüsse zur Fassung wirklich ausgeschlossen werden können, z. B. auch dann, wenn durch die Nutzung des Grundwassers der Grundwasserspiegel (Druckspiegel) abgesenkt wird, was zu einer Änderung der Fliessrichtung im Untergrund führen kann.

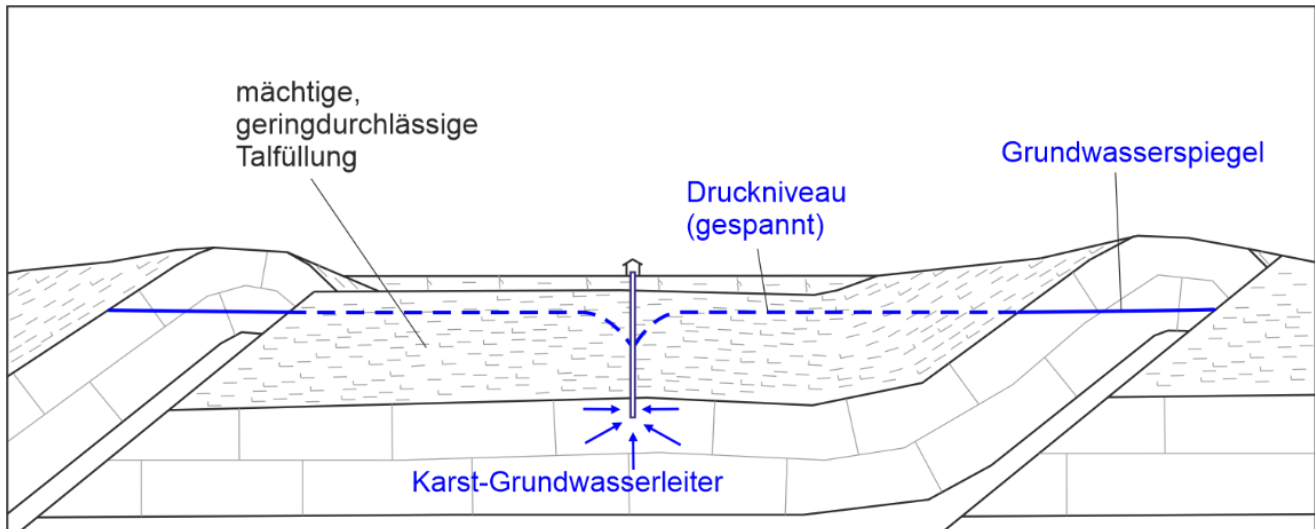
Das Einzugsgebiet der Fassung ist auch in diesem Fall vollständig dem Gewässerschutzbereich A_U zuzuordnen, welcher insbesondere den tiefen Grundwasserleiter schützt. Damit wird sichergestellt, dass Eingriffe in den Untergrund kontrolliert werden (Bewilligungspflicht) und eine Beeinträchtigung z. B. durch Bohrungen, verhindert werden kann.

²⁰ Anh. 4 Ziff. 23 Abs. 1 GSchV.

²¹ Vgl. Anh. 4 Ziff. 123 Abs. 3 Bst. a GSchV.

Abbildung 4

Nutzung des Grundwassers aus stark heterogenen Grundwasserleitern unter mächtiger Überdeckung



3.10 Sonderfall: Fassungen mit Karstwasseraustritt im Lockergestein

Viele Quellen entspringen nicht direkt den verkarsteten oder geklüfteten Felsformationen, sondern treten weiter hangabwärts im Lockergestein aus (z. B. im Gehänge- oder Blockschutt). Auch wenn solche Quellen im Lockergestein gefasst sind, stammt der grösste Teil des Quellwassers aus dem Karst- bzw. Kluft-Grundwasservorkommen und die Quellen weisen oft die typische Charakteristik stark heterogener Grundwasserleiter auf. Bei längerer Verweilzeit des Grundwassers im Lockergestein kann diese Charakteristik aber auch verloren gehen, insbesondere wenn es sich beim Lockergestein nicht um Hangablagerungen, sondern um angrenzende Talfüllungen handelt, welche durch Förderbrunnen erschlossen sind. Das Karst- bzw. Kluft-Grundwasser fliesst vor seiner Fassung durch das Lockergesteins-Grundwasservorkommen, bzw. speist es. Die Fliessstrecke im Lockergestein kann dabei durchaus mehrere hundert Meter betragen. Solche Mischsysteme mit einem signifikanten Anteil von Karstwasser im Lockergesteins-Grundwasserleiter sind zum Beispiel am Jurasüdfuss häufig anzutreffen.

Im Falle solcher Mischsysteme muss einerseits die Verweilzeit im Lockergestein für die Schutzzonenbemessung im heterogenen Karst- bzw. Kluft-Grundwasserleiter mitberücksichtigt werden. Andererseits ist die Fassung auch im Bereich des Lockergesteins-Grundwasservorkommens selbst zu schützen. Dies bedeutet:

- Die Schutzzonen S_h und S_m beschränken sich auf den Karst- bzw. Kluft-Grundwasserleiter. Dabei ist die Verweilzeit zwischen dem Austritt am Fuss des Festgesteins und der Fassung im Lockergestein abzuschätzen. Beträgt die Verweilzeit im Lockergestein weniger als 10 Tage, sind im verkarsteten Teil des Einzugsgebiets entsprechend der Vulnerabilität die Zonen S_h oder S_m auszuscheiden.
- Beträgt die Verweilzeit im Lockergestein aber in jedem Fall mehr als 10 Tage, ist im verkarsteten Teil des Einzugsgebiets nur die Zone S_m auszuscheiden.
- Die Einteilung in die Zone S_1 von Schwinden beim Karst- bzw. Kluft-Grundwasserleiter erfolgt situativ wie vorgesehen.

-
- Im Bereich des Lockergesteins-Grundwasserleiters werden die Zonen S1 und S2 und falls notwendig der Zone S3 ausgeschieden. Beträgt der Abstand der Fassung zum Karst- bzw. Kluftgebiet mehr als 100 m, wird die Ausdehnung der Zone S2 und gegebenenfalls der Zone S3 innerhalb des Lockergesteins-Grundwasserleiters aufgrund der Isochronenmethode dimensioniert. Dies kann dazu führen, dass die Zone S2 bei Fassungen im Lockergestein mehr als 100 m betragen kann. Die Zone S2 bzw. S3 endet dann aber spätestens mit Erreichen des Karst- bzw. Kluftgebiets.

4 Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen

4.1 Grundwasserschutzzonen S_h und S_m

Die Schutzziele der Zonen S_h und S_m sollen beide verhindern, dass das Grundwasser durch den Bau und Betrieb von Anlagen und das Ausbringen von Stoffen verunreinigt und die Hydrodynamik des Grundwassers durch bauliche Eingriffe beeinträchtigt wird.²² Das identische Schutzziel von S_h und S_m beruht darauf, dass im Unterschied zu Lockergesteins-Grundwasserleitern und schwach heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern die Verweilzeit in stark heterogenen Grundwasserleitern nicht zwingend mit zunehmender Distanz zur Fassung zunimmt, d.h. kurze Fließzeiten bis zur Fassung sind von beliebigen Standorten innerhalb des Einzugsgebiets möglich.

In der Zone S_h gelten – analog zum Verhältnis zwischen den Zonen S2 und S3 bei Lockergesteinen und schwach heterogenen Grundwasserleitern – auch sämtliche Vorschriften, welche in der Zone S_m gelten; darüber hinaus bestehen in der Zone S_h aufgrund der höheren Vulnerabilität zusätzliche Einschränkungen. Dasselbe Prinzip gilt für die Zone S2 nahe der Fassung, wo auch die Nutzungsbeschränkungen der Zone S_h gelten, neben den strengeren Einschränkungen der Zone S2, wie z. B. dem generellen Bauverbot.

Im Folgenden werden die wesentlichen Unterschiede in den Nutzungsbeschränkungen gegenüber den Zonen S2 und S3 kurz ausgeführt, die sich aus den hydrogeologischen Besonderheiten der Zonen S_m und S_h ergeben. Die detaillierten Nutzungsbeschränkungen sind in den Referenztabelle in Kapitel 4 aufgeführt.

Verwendung von Stoffen (Dünger, Pflanzenschutzmittel, Holzschutzmittel)

Bei der Verwendung von Stoffen gelten in der Zone S_m die gleichen Einschränkungen wie der Zone S3. In der Zone S_h betrifft der wesentliche Unterschied gegenüber der Zone S2 die Verwendung flüssiger Hof- und Recyclingdünger. Grundsätzlich ist sowohl in der Zone S2 wie in der Zone S_h die Verwendung flüssiger Hof- und Recyclingdünger verboten. Während in der Zone S2 jedoch unter gewissen Bedingungen Ausnahmen von diesem Verbot bewilligt werden können, ist dies in der Zone S_h nicht möglich.²³ Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass aufgrund der hohen Vulnerabilität in der Zone S_h jede Anwendung flüssiger Hof- und Recyclingdünger eine Gefahr für die Trinkwassernutzung bedeutet. Da bei stark heterogenen Grundwasserleitern in der Zone S2 auch die Einschränkungen der Zone S_h gelten (siehe oben), darf in diesem Fall auch in der Zone S2 keine Ausnahmegewilligung für die Verwendung flüssiger Hof- und Recyclingdünger erteilt werden.

In den Zonen S2 und S_h gelten zudem teilweise unterschiedliche Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel (vgl. Kapitel 4.4 Referenztabelle 13).

²² Anh. 4 Ziff. 125 Abs. 1 Bst. a und b GSchV.

²³ Anh. 2.6 Ziff. 3.3.1 Abs. 2 und Ziff. 3.3.2 Abs. 1 ChemRRV

Versickerung von Abwasser

Die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser (z. B. Niederschlagswasser mit geringer Belastungsklasse von Verkehrsflächen oder Plätzen oder von Dächern) über eine biologisch aktive Bodenschicht ist nicht nur in der Zone S_m sondern auch in der Zone S_h unter gewissen Voraussetzungen zulässig²⁴, dies im Unterschied zur Zone S_2 , wo die Versickerung von Abwasser generell nicht zulässig ist.

Behandeltes kommunales Abwasser aus Kleinkläranlagen darf unter gewissen Voraussetzungen in der Zone S_m versickert werden, sofern dessen Ableitung aus der Schutzzone unverhältnismässig wäre und eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann.²⁵

Bauten und Anlagen

Bezüglich Bauten und Anlagen gelten nahezu alle Auflagen der Zone S_3 auch in der Zone S_m . Ein Unterschied besteht bei den Anforderungen für Einbauten im Untergrund: Während bei Lockergesteinen oder schwach heterogenen Grundwasserleitern für den quantitativen Schutz primär das Speichervolumen und der Durchflussquerschnitt relevant sind, kann sich bei stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern die Beeinträchtigung einer einzelnen Karströhre oder Kluft (hauptsächlich durch Drainage oder Verstopfen) negativ auf die Hydrodynamik und somit auf eine oder mehrere Quellen auswirken. Deshalb muss hier die Hydrodynamik vor nachteiligen Auswirkungen baulicher Eingriffe geschützt werden. Damit wird den lokal konzentrierten Fliesswegen in stark heterogenen Grundwasserleitern Rechnung getragen und nachteilige Auswirkungen durch Veränderungen von Wasserwegsamkeiten können vermieden werden (siehe auch Kapitel 3).

Im Gegensatz zur Zone S_2 gilt in der Zone S_h kein grundsätzliches Verbot für das Erstellen von Anlagen, d.h. der Bau oder die Erweiterung von Anlagen ist auch dann zulässig, wenn dafür keine wichtigen Gründe²⁶ vorliegen. Wie in der Zone S_2 müssen die Gesuchsteller auch in der Zone S_h nachweisen, dass die Anlage die Trinkwassernutzung nicht gefährdet. Massgebend für die Gefährdungsbeurteilung sind unter anderem die hydrogeologischen Gegebenheiten bei der Baustelle, der Bauvorgang an sich (Baugrubensicherung, Art und Tiefe der Foundationen, Entwässerung der Baustelle usw.), die Lagerung und Verwendung wassergefährdender Stoffe sowie die Art der Abwasserentsorgung.

4.2 Gewässerschutzbereich A₀

Bei landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten ist zu beachten, dass innerhalb des Gewässerraums die Anwendung von Düngern und Pflanzenschutzmitteln nicht zulässig ist.²⁷ Bei Gewässern ohne definitiv ausgeschiedenen Gewässerraum dürfen keine Dünger und Pflanzenschutzmittel in einem Streifen von 3 m Breite entlang von Gewässern eingesetzt werden.²⁸ Für Landwirte, die den ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) erfüllen müssen, besteht ein erweitertes Anwendungsverbot für Pflanzenschutzmittel auf einer Breite von insgesamt mindestens 6 m neben den Gewässern (Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen sind ab dem

²⁴ Anh. 4 Ziff. 221^{ter} Abs. 1 Bst. b GSchV in Verbindung mit Art. 3 GSchV

²⁵ Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. c GSchV in Verbindung mit Art. 8 GSchV

²⁶ In der Zone S_2 kann das Erstellen von Anlagen ausnahmsweise bewilligt werden, wenn wichtige Gründe dafür vorliegen. Wichtige Gründe liegen dann vor, wenn das öffentliche Interesse an der Anlage mindestens gleich gross ist wie jenes am Schutz des Grundwassers und wenn der Standort aufgrund des Zwecks der Anlage zwingend vorgegeben ist (vgl. Anh. 4 Ziff. 222 Abs. 1 Bst. a GSchV).

²⁷ Art. 41c Abs. 3 GSchV

²⁸ Anh. 2.5 Ziff. 1.1 Abs. 1 Bst. e ChemRRV, Anh. 2.6 Ziff. 331 Abs. 1 Bst. d ChemRRV

vierten Meter zulässig).²⁹ Diese Bestimmungen gewährleisten bei infiltrierenden Oberflächengewässern auch einen gewissen Schutz des Grundwassers.

Für einen zusätzlichen Schutz kann zudem ein Gewässerschutzbereich A₀ bezeichnet werden. Im Gewässerschutzbereich A₀ können die Kantone fallspezifisch die erforderlichen Schutzmassnahmen festlegen. In der Regel sind die Schutzbestimmungen in Gewässerschutzbereichen nicht direkt eigentümerverbindlich (d.h. sie werden nicht im Grundbuch angemerkt oder in den Kataster der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen [ÖREB-Kataster] aufgenommen. Gewisse Kantone verfügen dafür jedoch über entsprechende kantonale Rechtsgrundlagen). Spezifische Nutzungsbeschränkungen im Gewässerschutzbereich A₀ müssen deshalb meist in Einzelverfügungen mit jedem betroffenen Grundbesitzer festgehalten werden.

In gewissen Fällen können Schlucklöcher, bei denen das Grundwasser durch eine temporäre Versickerung von Oberflächenwasser gefährdet wird (z. B. aus einem nahegelegenen Landwirtschaftsgebiet), durch einen Ablenkdamms effizient geschützt werden, sodass verschmutztes Oberflächenwasser nicht ins genutzte Grundwasser gelangt.

4.3 Besonderheiten bei Eingriffen im Untergrund

Die Vulnerabilität, auf die sich die Ausscheidung der Schutzzonen in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern stützt, wird massgeblich durch die Ausbildung der Überdeckung bestimmt («EPIK-Methode»). Die Ausscheidung der Schutzzonen basiert somit mehrheitlich auf der Auswertung von an der Oberfläche erhobenen Parametern. Eingriffe im Untergrund, welche unter der Überdeckung stattfinden, müssen deshalb anders beurteilt werden als Eingriffe an der Oberfläche.

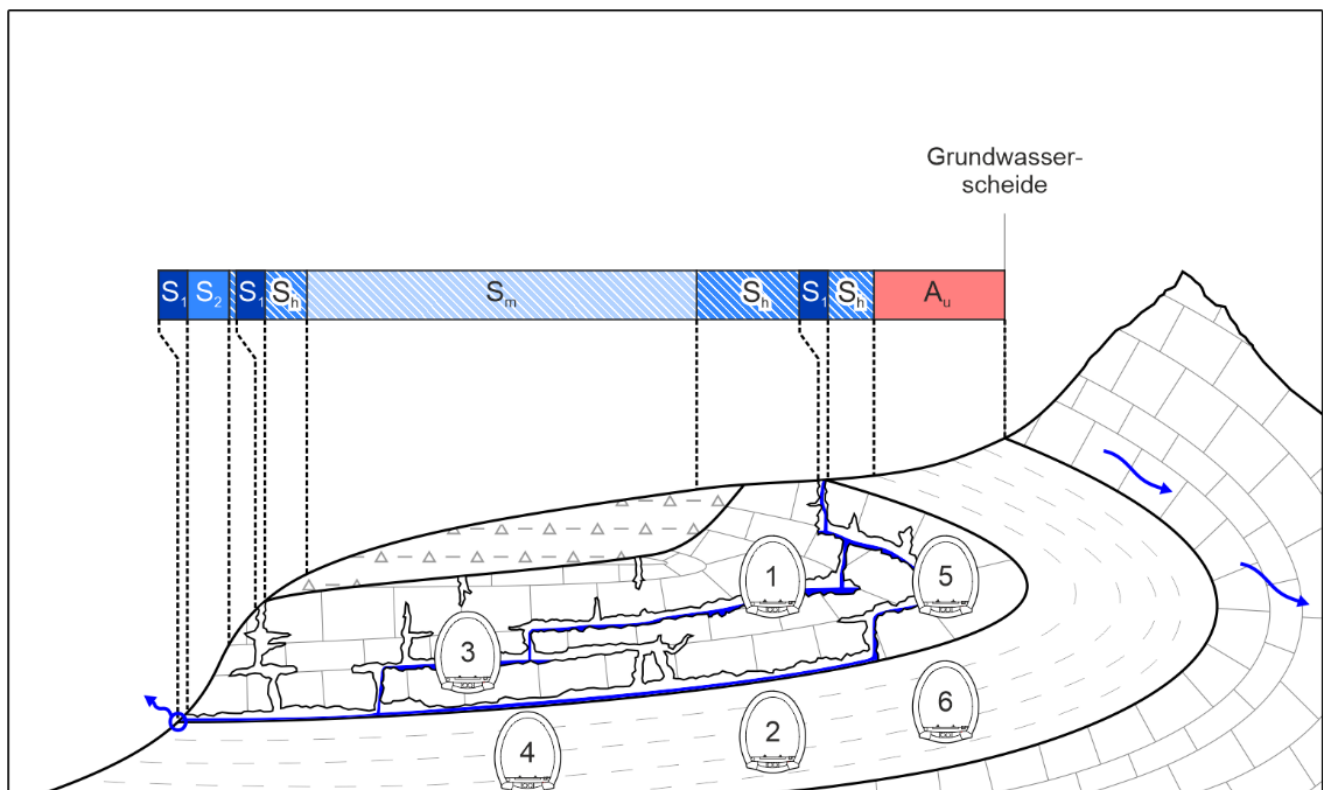
Untertagebauten und andere bauliche Eingriffe in den Untergrund sind generell nur dann zulässig, wenn sie nutzbares Grundwasser bzw. die Trinkwassernutzung nicht gefährden. Wenn Einzugsgebiete von Fassungen in stark heterogenen Systemen betroffen sind, muss deshalb sichergestellt werden, dass die Eingriffe keine nachteiligen Auswirkungen auf die Hydrodynamik des Grundwassers haben.³⁰ Das Risiko einer solchen Beeinträchtigung in der Tiefe ist dabei nicht ohne Weiteres aus den Verhältnissen an der Oberfläche abzuleiten: Es kann im Untergrund sowohl niedriger als auch höher sein, als es die an der Oberfläche ausgeschiedene Schutzzone anzeigt.

²⁹ Anh. 1 Ziff. 9.6 DZV

³⁰ Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. b GSchV

Abbildung 5**Beurteilung baulicher Eingriffe im Untergrund**

Die Bauvorhaben 1 und 2 befinden sich zwar beide bezüglich der Oberfläche in der Zone S_n , auf ihrer jeweiligen Tiefenlage aber nicht gleichermassen im Einzugsgebiet der Fassung. Sie werden unterschiedlich beurteilt, da sie unterschiedliche Auswirkungen auf das Grundwasser haben können. Dasselbe ist der Fall für die Bauvorhaben 3 und 4 in der Zone S_m und für die Bauvorhaben 5 und 6 im Gewässerschutzbereich A_u . Die Beurteilung von Untertagebauten im Einzugsgebiet einer Fassung muss deshalb immer einzelfallbezogen und nach Abklärung der Strukturen im Untergrund erfolgen.



In stark heterogenen Systemen ist deshalb für Eingriffe in den Untergrund (beispielsweise Tiefgründungen, Untertagebauten) im Einzugsgebiet einer Fassung im Rahmen des Bewilligungsverfahrens immer eine Beurteilung der Zulässigkeit im Einzelfall notwendig. Hydrogeologische Grundlagendaten und regionale konzeptionelle Modelle (z. B. KARSYS, Malard et. al 2018), die für die Schutzzonenausscheidung erhoben wurden, können zur Abklärung der Strukturen im Untergrund beitragen und die Beurteilung unterstützen. Bei grösseren Vorhaben kann es erforderlich sein, ein detaillierteres geologisches 3D-Modell des betroffenen Gebietes zu erstellen, um die unterirdische Wasserzirkulation besser zu verstehen und verschiedene Fließsysteme gegeneinander abzugrenzen.

Um die Zulässigkeit eines Eingriffs in Bezug auf die Vorkenntnisse und die Umsetzbarkeit von Massnahmen zum Erhalt der Hydrodynamik zu beurteilen, sind die folgenden Faktoren entscheidend:

1. Qualität der hydrogeologischen Vorerkundung im Projektgebiet: Verhältnisse im Untergrund, insbesondere wasserwegsame oder potenziell wasserwegsame Strukturen, Lage, Ausbildung und Mächtigkeit von Stauschichten, Fliesswege und Quellen. Auf dieser Grundlage wird beurteilt, ob und inwiefern der Eingriff einen Einfluss auf die Hydrodynamik des Grundwassers bzw. auf die Trinkwassernutzung haben kann.
2. Handlungsspielraum während der Bauphase: Verfügbarkeit geeigneter Massnahmen während der Realisierung des Bauvorhabens, um unerwartet auftretende Beeinträchtigungen der Hydrodynamik zu vermeiden oder in ausreichendem Mass begrenzen zu können.

Die Bauherrschaft ist in der Pflicht, im Bewilligungsverfahren nachzuweisen, dass ein Vorhaben die Hydrodynamik des Grundwassers nicht beeinflusst oder dass geeignete Gegenmassnahmen verfügbar sind (die z. B. auch bei sehr hohen Wasserdrücken realisier- und beherrschbar sind), mit denen eine bleibende Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse sicher vermieden werden kann. Entsprechende Unterlagen sind vom Gesuchsteller zu erstellen und einzureichen. Für Untertagebauten ist die «Wegleitung zur Umsetzung des Grundwasserschutzes bei Untertagebauten» (BUWAL 1998) zu berücksichtigen. In dieser werden unter anderem die Methodik der Szenarienanalyse, die Grundwasserüberwachung und geeignete Massnahmen im Vortrieb und Endausbau dargelegt. Die «Wegleitung zur Prognose von karstspezifischen Gefahren im Untertagebau» (KarstALEA, ASTRA 2012) enthält zusätzlich eine praxisnahe Methodik, die zur Beurteilung und Erkundung des verkarsteten Gebirges im Hinblick auf die Planung von Untertagebauten empfohlen wird.

Seitens der Vollzugsbehörden wird bewertet, ob bei einem Projekt mit den von der Bauherrschaft vorgeschlagenen Massnahmen effektiv das erforderliche Schutzniveau gewährleistet ist. Fehlen ausreichend genaue Vorerkundungen und besteht kein ausreichender Handlungsspielraum bei der Realisierung, kann das Vorhaben nicht bewilligt werden.

4.4 Referenztabellen

In den nachfolgenden Referenztabellen werden, geordnet nach Tätigkeiten und Anlagentypen, die Nutzungseinschränkungen und Schutzmassnahmen aufgelistet, welche innerhalb der Grundwasserschutzzonen S_h und S_m gelten. Die relevanten Nutzungsbeschränkungen aus älteren Vollzugshilfemodulen wurden dabei für die Zonen S_h und S_m angepasst. Die Nutzungsbeschränkungen in den Grundwasserschutzzonen S_1 und S_2 sowie in Grundwasserschutzarealen und im Gewässerschutzbereich Au bleiben unverändert bestehen; es wird diesbezüglich auf die Referenztabellen in der «Wegleitung Grundwasserschutz» (BUWAL 2004, Hauptmodul der Vollzugshilfe «Grundwasserschutz») sowie in der Vollzugshilfe «Umweltschutz in der Landwirtschaft» verwiesen.

Tabelle 2**Relevante Module der Vollzugshilfe «Grundwasserschutz» sowie der Vollzugshilfe «Umweltschutz in der Landwirtschaft»**

Titel	Jahr
Wegleitung Grundwasserschutz	2004
Wärmenutzung aus Boden und Untergrund	2009
Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft	2012
Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft	2012
Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft	2013

Die hier festgelegten Regelungen gelten für neue Tätigkeiten und Anlagen sowie für wesentliche Änderungen an bestehenden Anlagen (Art. 31 Abs. 2 GSchV). Für bestehende Tätigkeiten und Anlagen sowie kleine Änderungen an diesen gilt die Bestandsgarantie, solange sie eine Grundwasserfassung nicht gefährden.

Die Regelungen gelten auch nicht an sanierungsbedürftigen belasteten Standorten (Altlasten) gemäss Altlasten-Verordnung, da es sich hierbei um zwingend notwendige und standortgebundene Umweltschutzmassnahmen handelt.

Übersicht der Referenztabellen

1. Baustellen, Baugrubensicherung und Foundationen
2. Oberirdische Bauten, Betriebe und Anlagen
3. Wärmenutzung aus dem Untergrund
4. Abwasseranlagen
5. Versickerung von Abwasser
6. Lagerung und Umschlag von wassergefährdenden Flüssigkeiten
7. Bahnanlagen
8. Strassen
9. Luftverkehrsanlagen
10. Untertagebauten
11. Landwirtschaft
12. Waldwirtschaft
13. Verwendung von Düngern, Pflanzenschutzmitteln und Holzschutzmitteln
14. Freizeit- und Sportanlagen
15. Friedhofanlagen und Wasenplätze
16. Materialausbeutung und Gewinnung von Bodenschätzen
17. Deponien, Materiallager, Umschlagplätze und Transportleitungen
18. Militärische Anlagen und Schiessplätze

Legende zu den Referenztabellen

- +** Grundsätzlich zulässig, keine gewässerschutzrechtliche Bewilligung erforderlich. Weitere gesetzliche Bestimmungen sowie Anforderungen gemäss Normenwesen bleiben vorbehalten.
- b(n)** Kann fallweise durch die zuständige Behörde zugelassen werden. Bewilligung nach Art. 19 Abs. 2 GSchG in Verbindung mit Art. 32 GSchV erforderlich. Allfällige Anforderungen gemäss Indizes. In der Projektdokumentation sind die notwendigen Massnahmen zum Schutz des Grundwassers darzulegen.
- (n)** Grundsätzlich nicht zulässig, da solche Anlagen oder Tätigkeiten das Grundwasser bzw. die Trinkwassernutzung gefährden können. Kann durch die zuständige Behörde nach Prüfung des Einzelfalls mit Anforderungen gemäss Indizes bewilligt werden (Art. 19 Abs. 2 GSchG in Verbindung mit Art. 32 GSchV). In der Projektdokumentation sind die notwendigen Massnahmen zum Schutz des Grundwassers darzulegen und der Nachweis zu erbringen, dass eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann.
- Nicht zulässig.

Bezüglich der notwendigen Massnahmen zum Schutz des Grundwassers sind auch die spezifischen Merkblätter der Behörden zu beachten. Gegebenenfalls sind hydrogeologische Abklärungen erforderlich. Ebenso sind weitere Vorgaben der Behörde zu beachten.

Folgende Anforderungen gelten in den Zonen S_h und S_m für sämtliche Referenztabellen und werden deshalb nicht separat in einzelnen Tabellen aufgeführt. Bei sämtlichen Bauprojekten in den Zonen S_h und S_m sind deshalb gegebenenfalls geeignete Massnahmen aufzuzeigen und die entsprechenden Nachweise zu erbringen:

- Bauliche Eingriffe dürfen keine nachteiligen Auswirkungen auf die Hydrodynamik des Grundwassers haben (Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. b GSchV).
- Nicht zulässig sind nachteilige Verminderungen der schützenden Überdeckung (Boden und Deckschicht; Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. d GSchV).
- Ein Verlust von wassergefährdenden Flüssigkeiten muss durch geeignete Massnahmen verhindert bzw. sofort bekämpft werden können (Art. 6 GSchG).

1. Baustellen, Baugrubensicherung und Foundationen

Das Gefährdungspotenzial von Baustellen für das Grundwasser ist bei stark heterogenen Grundwasserleitern aufgrund der schnellen Fliessgeschwindigkeit in der Regel erheblich. Die schützenden Boden- und Deckschichten werden bei Bauarbeiten häufig durchstossen oder ganz entfernt, sodass der natürliche Schutz des Grundwassers vorübergehend wegfällt und Verunreinigungen sehr schnell in die Fassung gelangen können. Mit Erdarbeiten oder Bohrungen verbundene Bauarbeiten sowie wasserbauliche Massnahmen müssen deshalb in den Zonen S_m und S_h besonders sorgfältig geplant und ausgeführt werden. Dabei ist es wichtig, Mächtigkeit und Eigenschaften der schützenden Überdeckung zu kennen und den Schutz mit geeigneten Massnahmen wiederherzustellen. Bei Bauteilen, welche unter die schützende Überdeckung reichen oder wenn deren Schutz nicht ausreichend ist, muss gegebenenfalls mit einer Abdichtung sichergestellt werden, dass eine Gefährdung des Grundwassers bzw. der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann.

Nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasser muss gegebenenfalls mittels unter den bestehenden Umständen erforderlichen Massnahmen vorgebeugt werden (Sorgfaltspflicht, Art. 3 GSchG). Es gilt insbesondere Verunreinigungen durch wassergefährdende Stoffe wie z. B. Treibstoff, Hydrauliköl, Zementrückstände sowie Hilfsstoffe in Beton oder Bohrspülungen (Verschmutzungsverbot, Art. 6 GSchG), aber auch eine Beeinträchtigung der Hydrodynamik zu vermeiden.

Weiter gelten folgende Anforderungen:

Die erforderlichen Überwachungs-, Alarm- und Bereitschaftsdispositive (Art. 31 Abs. 1 Bst. b GSchV) sind zu erstellen. Bei Bauarbeiten in Grundwasserschutzzonen ist dafür die betroffene Wasserversorgung rechtzeitig vor Baubeginn zu informieren und es sind die unter den bestehenden Umständen erforderlichen Absprachen und Vereinbarungen zu treffen.

Für das Erstellen eines Gewässerschutzkonzeptes bei Baustellen ist die SIA Empfehlung 431 Entwässerung von Baustellen (Schweizer Norm SN 509 431), ergänzt durch die Dimensionierungsvorgaben in der Schweizer Norm SN 592 000 zu beachten.

Bei der Ausführung von Baumassnahmen sind Bauherrschaft, Planer und Unternehmer jeweils innerhalb ihres Zuständigkeitsbereichs dafür verantwortlich, dass die Gewässerschutzvorschriften umgesetzt werden. Eine hydrogeologische Baubegleitung mit Weisungsbefugnis gegenüber den Bauunternehmen und mit Verantwortlichkeit gegenüber den Behörden stellt die Überwachung des Grundwassers und die ordnungsgemässe Umsetzung der erforderlichen Schutzmassnahmen sicher. Die Behörden haben die Aufsicht über die Umsetzung der Gewässerschutzvorschriften.

	S_m	S_h
Grossbaustellen und Installationsplätze	b	— ¹
Abstellplätze für Nutzfahrzeuge und Baumaschinen (keine Wartung)	b ²	b ²
Auftanken von Nutzfahrzeugen und Baumaschinen	b ³	— ³
Plätze für Fahrzeug- und Baumaschinenwartung sowie Lagerplätze für geölte, gefettete oder chemisch behandelte Baumaterialien	b ²	— ²
Lagerplatz für neu hergestellte Beton-Fertigteile (z. B. Tübbinge)	b ²	— ²
Betrieb und Reinigung von Aufbereitungs- und Mischanlagen für Beton und Mörtel sowie von grösseren Maschinen für Bohr- und Fräsarbeiten	b ²	— ²
Sanitäre Anlagen	b ⁴	— ⁴
Reinigungsarbeiten und Oberflächenbehandlungen, die zu verschmutztem Abwasser führen können (z. B. Fassadenreinigung)	b ⁵	— ⁵

Dichtungswände	—	—
Spundwände	— ⁶	— ⁶
Ramm- und Ortsbetonpfähle ^{7, 8, 11, 14} : • Fertigrampfpfähle (Holz, Stahl, Fertigbeton) • Bohrpfähle mit Trockendrehbohrung • Bohrpfähle mit Bohrspülung • Foundationen mittels Hochdruck-, Düsenstrahl- und Einspülverfahren	b b ¹⁰ b ¹⁰ —	b — ^{1, 10} — ^{1, 10} —
Spritzbeton	b ⁸	b ⁸
Verdichtungsarbeiten (z. B. Rüttelverdichtung)	— ^{8, 14}	— ^{1, 8, 14}
Injektionen (z. B. für Verankerungen, Abdichtungen)	— ^{8, 9, 10}	— ^{1, 8, 9, 10}
Sondierbohrungen ^{7, 8, 11} , Rammsondierungen ¹¹	b	b
Bohrungen zur Wärmenutzung aus dem Untergrund	siehe Referenztable 3	
Grabungen, Baggerschlitze	b ¹²	b ¹²
Terrainveränderungen mit Abgrabungen (z. B. für Golfplätze, Skipisten, Park- und Gartenanlagen)	b ¹²	—
Terrainveränderungen mit Aufschüttungen (z. B. für Golfplätze, Skipisten, Park- und Gartenanlagen) Verwertung von unverschmutztem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial	b ¹³	b ¹³
Verwendung von Recyclingbaustoffen und/oder industriellen Nebenprodukten	— ¹³	—
Verwendung von geöltem oder geschmiertem Schalungsmaterial	—	—
Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten (z. B. Treibstoffe, Brennstoffe usw.)	siehe Referenztable 6	

Indizes

1) Aufgrund der hohen Vulnerabilität können solche Anlagen und Tätigkeiten in der Zone S_h nur dann zugelassen werden, wenn nachgewiesen wird, dass dadurch die Trinkwassernutzung nicht gefährdet wird (Anh. 4 Ziff. 221^{ter} Abs. 1 Bst. a GSchV).

2) Massnahmen sind insbesondere ein dichter Belag, Randbordüren und die fachgerechte Beseitigung des Abwassers, gegebenenfalls nach Behandlung. Kann das Abwasser von der Behörde nach Art. 3 Abs. 1 und 2 GSchV als nicht verschmutzt eingestuft werden, ist es in ein oberirdisches Gewässer einzuleiten oder es ist eine flächige Versickerung über eine für die Reinigung des Wassers genügend gut ausgebildete, biologisch aktive Bodenschicht sicherzustellen.

3) Das Auftanken der Maschinen und Fahrzeuge ist ausserhalb der Baugrube auf einem befestigten Platz vorzunehmen. Das auf dem Platz anfallende Niederschlagswasser muss zurückgehalten, fachgerecht behandelt und beseitigt werden.

4) Mit Ableitung in die Kanalisation gemäss Art. 9 Abs. 3 GSchV. Bei unverhältnismässig grosser Distanz zur Kanalisation auch Sammeln in dichtem Behälter und regelmässiges Abführen in ARA (mobile Toiletten mit Tank).

5) Versickerungsverbot mit Ausnahmen gemäss Art. 8 GSchV, vgl. Referenztable 5

6) Die Verwendung von geschmierten Spundwänden ist nicht zulässig. Spundwände sind nach dem Gebrauch vollständig zu entfernen.

7) Bohrarbeiten sind nach dem Stand der Technik auszuführen. Dazu gehören: hohe technische Anforderungen an das Bohrgerät, die adäquate fachliche Ausbildung des Bohrpersonals, dessen Vertrautheit mit den gesetzlichen Vorgaben, den zu erwartenden Schwierigkeiten und mit den im Notfall zu ergreifenden Massnahmen, die Bereitstellung der Gerätschaften und Mittel zur Bekämpfung und Sanierung von Schadenfällen sowie die sachgemässe Lagerung und Entsorgung der auf der Bohrstelle verwendeten oder anfallenden Materialien.

8) Es ist sicherzustellen, dass die eingesetzten Stoffe die Grundwasserqualität nicht gefährden können (Art. 6 Abs.1 GSchG).

9) Injektionen sind nur zulässig, wenn nachweislich keine technische Alternative möglich ist (Art. 6 Abs.1 GSchG).

10) Verankerungen bzw. Mikrobohrpfähle müssen mit Strümpfen versehen sein (Art. 6 Abs.1 GSchG).

11) Die Beeinträchtigung des Grundwassers durch durchstossende Bohrungen muss durch Schutzvorkehrungen verhindert werden (Art. 43 Abs. 3 GSchG).

12) Nicht zulässig sind dauerhafte nachteilige Verminderungen der schützenden Überdeckung (Boden und Deckschicht; Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. d GSchV).

13) Es darf ausschliesslich unverschmutztes Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial verwendet werden, Anforderungen nach Anh. 3 Ziff. 1 VVEA. Die Funktion der schützenden Überdeckung ist einschliesslich der Vegetation nahtlos wiederherzustellen.

14) Ein sicherer Abstand zu wasserwegsamem Strukturen muss eingehalten werden.

2. Oberirdische Bauten, Betriebe und Anlagen

	S_m	S_n
Hochbauten inkl. gewerbliche und industrielle Betriebe mit oder ohne Schmutzwasseranfall, in denen wassergefährdende Stoffe weder erzeugt, verwendet, umgeschlagen, befördert noch gelagert werden (ausser Heizöl)	b ^{1, 2}	b ^{1, 2}
Gewerbliche und industrielle Betriebe, die wassergefährdende Stoffe erzeugen, verwenden, umschlagen, befördern oder lagern	— ^{1,2,3}	—
Parkplätze und Vorplätze mit geringer Belastungsklasse ⁴	b	— ⁵
Parkplätze und Vorplätze mit mittlerer bis hoher Belastungsklasse ⁴	b ⁶	— ⁶
Gewerbliche Waschplätze für Fahrzeuge (inkl. Waschstrassen und öffentliche Waschanlagen)	—	—
Baustellen (inkl. Baugrubensicherung und Foundationen)	siehe Referenztabelle 1	
Windkraftanlagen	siehe Referenztabelle 1 und 6	
Abwasseranlagen	siehe Referenztabelle 4	
Versickerung	siehe Referenztabelle 5	
Lagerung und Umschlag von wassergefährdenden Flüssigkeiten (Treibstoffe usw.) sowie entsprechende Betriebsanlagen	siehe Referenztabelle 6	
Grosse Parkplatzanlagen inkl. Tiefgaragen	siehe Referenztabelle 8 und 10	

Indizes

1) Der Gesuchsteller muss nach den Vorgaben der zuständigen Behörde nachweisen, dass das Erstellen der Anlage, deren Betrieb, Unterhalt und allfälliger Rückbau das Grundwasser bzw. die Trinkwassernutzung nicht gefährden. Die erforderlichen Auflagen sind im Einzelfall festzulegen.

2) Die Lagerung von Heiz- und Dieselöl für die Energieversorgung von Gebäuden und Betrieben ist unter gewissen Bedingungen zulässig. Für die Anforderungen an die Lagereinrichtungen inkl. Schutzbauwerk siehe Referenztabelle 6.

3) Bei der Bewilligung derartiger Betriebe und Anlagen muss gewährleistet sein, dass Flüssigkeitsverluste leicht erkannt und auslaufende Flüssigkeiten vollständig zurückgehalten werden. Für die Anforderungen an die Lagereinrichtungen inkl. Schutzbauwerk siehe Referenztabelle 6.

4) Für detaillierte Angaben zu betroffenen Flächen und Belastungsklassen siehe Vollzugshilfe «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (VSA 2019) Tabelle B7

5) In der Zone S_n sind nur Parkplätze mit dichtem Belag zulässig. Das anfallende Niederschlagswasser kann über die Schulter über eine biologisch aktive Bodenschicht versickert werden.

6) Massnahmen sind insbesondere dichter Belag, Randbordüren und fachgerechte Behandlung und Beseitigung des Abwassers.

3. Wärmenutzung aus dem Untergrund

Wie in Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteinen und schwach heterogenen Grundwasserleitern sind Kreisläufe im Untergrund zur Wärmegewinnung oder Kühlung auch in den Zonen S_h und S_m nicht zulässig (Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. f GSchV). Zulässig sind unter gewissen Bedingungen einzig un tiefe Anlagen, die den Untergrund nicht tangieren (z. B. Erdregister) sowie thermoaktive Elemente in der Gebäudestruktur. Bezüglich der detaillierten Anforderungen des Gewässerschutzes wird auf die Vollzugshilfe «Wärmenutzung aus Boden und Untergrund» (BAFU 2009) verwiesen.

	S_m	S_h
Erdwärmesonden	–	–
Erdregister, Wärmekörbe	– ^{1, 2}	–
Energiepfähle und ähnliche thermoaktive Elemente	– ¹	– ¹
Entnahmebrunnen und Versickerungsbauwerke für die Nutzung von Grundwasser zu Heiz- und Kühlzwecken	–	–
Koaxialbrunnen	–	–

Indizes

1) Keine Direktverdampferanlagen. Flüssigkeitsverluste müssen leicht erkannt werden können (selbsttätige Lecküberwachung). Keine Flüssigkeiten als Wärmeträger, welche in den verwendeten Mengen das Grundwasser bzw. die Trinkwassernutzung gefährden können. Das Vorhaben darf ausserdem keine nachteiligen Auswirkungen auf die Hydrodynamik des Grundwassers haben. Ein sicherer Abstand zu wasserwegsamem Strukturen muss eingehalten werden.

2) Liegen Erdregister und Wärmekörbe nicht im Untergrund, sondern im Boden (untiefe Anlage), ist eine Bewilligung in der Zone S_m im Einzelfall möglich.

4. Abwasseranlagen

Für die Planung und Ausführung von Abwasseranlagen sind folgende Dokumente zu berücksichtigen:

- Niederschlagswasser im Siedlungsgebiet: «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (VSA 2019)
- Kleinkläranlagen: Leitfaden «Abwasser im ländlichen Raum» (VSA 2017)
- Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA): «Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen» (ASTRA 2013)
- Eisenbahnanlagen: Richtlinie «Entwässerung von Eisenbahnanlagen» (BAV und BAFU 2018)

	S_m	S_n
Abwasserleitungen für häusliche Abwässer sowie Industrieabwasser aus Betrieben, in denen wassergefährdende Stoffe weder erzeugt, verwendet, umgeschlagen, befördert noch gelagert werden.	b ^{1, 2}	b ^{1, 2}
Abwasserleitungen für Industrieabwasser aus Betrieben, in denen wassergefährdende Stoffe erzeugt, verwendet, umgeschlagen, befördert oder gelagert werden.	b ^{1, 2}	–
Abwasserreinigungsanlagen	–	–
Einzel-, Klein- und Pflanzenkläranlagen	– ³	–
Sanitäre Anlagen mit Sickergrube	–	–
Versickerung von Abwasser	siehe Referenztabelle 5	

Indizes

1) Die Planung und Erstellung von Abwasseranlagen haben nach der Schweizer Norm SN 592 000 Liegenschaftsentwässerung (Suissetec/VSA 2012) und der SIA-Norm 190 Kanalisationen (SIA 2017) zu erfolgen. Weiter ist die VSA-Richtlinie «Dichtheitsprüfungen von Abwasseranlagen» (VSA 2002) zu berücksichtigen.

Gebäudeintern sind Abwasserleitungen sichtbar zu führen (Kellerdecke) und gesamthaft via Kontrollschacht in einfachen und dauerhaften Systemen an die öffentliche Kanalisation anzuschliessen. Abwasserinstallationen müssen so ausgeführt werden, dass spätere Kontrollen möglich sind. Vor Inbetriebnahme sind sämtliche Bauteile auf ihre Dichtheit zu prüfen. Kanalisationsanlagen in Grundwasserschutzzonen sind mittels visueller Kontrollen regelmässig entsprechend dem Zustand, mindestens jedoch alle 5 Jahre, zu inspizieren. Nicht sichtbare Leitungen sind alle fünf Jahre auf ihre Dichtheit zu prüfen (SIA-Norm 190). Bei fugenlosen oder spiegelgeschweissten Leitungen genügt dafür eine Kanalfemsehaufnahme. Die Abnahme der Dichtheitsprüfung hat in Anwesenheit eines Vertreters der Gemeinde und der Wasserversorgung zu erfolgen und ist protokollarisch festzuhalten. Die Protokolle sind aufzubewahren.

2) Öffentliche Kanalisationen und Grundstücksanschlussleitungen sind als Doppelrohrsysteme oder lecküberwachte Mehrschichtrohrsysteme zu erstellen. Dies gilt in der Zone S_n, sowie auch in der Zone S_m, wenn die darunter liegende schützende Überdeckung ungenügend ist. Die Leitungen sind jährlich visuell auf Leckverluste zu kontrollieren. Neue Leitungen unter der Bodenplatte (Grundleitungen) sind zu vermeiden bzw. als frei sichtbar geführte Leitungen zu erstellen. Wo dies nicht möglich ist, sind die Leitungen mit spiegelgeschweissten oder fugenlosen Rohren zu erstellen.

3) Voraussetzung für die Einleitung von behandeltem Abwasser in oberirdische Gewässer, Drainagen sowie unterirdische Flüsse und Bäche ist die Einhaltung der Qualitätsanforderungen nach Anhang 3 GSchV (Art. 6 Abs. 1 GSchV). Als weitere Voraussetzung muss sichergestellt sein, dass dadurch die Trinkwassernutzung nicht gefährdet wird. Deshalb müssen in Gebieten mit stark heterogenen Grundwasserleitern insbesondere auch die Infiltrationsverhältnisse von Oberflächengewässern und allfällige Verbindungen zu Grundwasserfassungen im Abstrom von Abwassereinleitungen beurteilt werden. Ist eine Einleitung nicht möglich (z. B. weil kein diese Vorgabe erfüllendes Oberflächengewässer vorhanden ist), muss das behandelte Abwasser grundsätzlich aus der Schutzzone abgeleitet oder abgeführt werden. Eine allfällige Versickerung des behandelten Abwassers ist nach Referenztabelle 5 zu beurteilen.

5. Versickerung von Abwasser

Die zulässigen Belastungsklassen des zu versickernden Abwassers und die Einschränkungen bezüglich Zulässigkeit und Machbarkeit von Versickerungsanlagen sind in folgenden Wegleitungen und Richtlinien geregelt:

- Niederschlagswasser im Siedlungsgebiet sowie Strassenabwasser von Kantons- und Gemeindestrassen: «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (VSA 2019)
- Kleinkläranlagen: Leitfaden «Abwasser im ländlichen Raum» (VSA 2017)
- Gleisabwasser: Richtlinie «Entwässerung von Eisenbahnanlagen» (BAV und BAFU 2018)
- Strassenabwasser: «Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen» (ASTRA 2013)

Die Abklärung der lokalen Verhältnisse ist in jedem Fall Voraussetzung für eine Versickerung, insbesondere muss sichergestellt sein, dass das Abwasser im Boden ausreichend gereinigt wird. In Karstgebieten ist zusätzlich die Gefahr von Erdfällen zu beachten.

	S_m	S_h
Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser • über eine biologisch aktive Bodenschicht • unter Umgehung einer biologisch aktiven Bodenschicht	b^1 —	b^1 —
Versickerungsanlagen für behandeltes Abwasser	— ²	—
Versickerung von Gleisabwasser ³	— ^{1,2}	— ¹
Versickerung von Strassenabwasser ⁴	— ^{1,2}	— ¹
Versickerung von Pistenabwasser bei Flugplätzen	— ^{1,2}	— ¹

Indizes

1) In den Zonen S_m und S_h darf nicht verschmutztes Niederschlagsabwasser (d.h. Belastungsklasse «gering» gemäss Vollzugshilfe «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (VSA 2019) oder Richtlinie «Entwässerung von Eisenbahnanlagen» (BAV und BAFU 2018) oder Richtlinie «Strassenentwässerung; Belastung des Strassenabwassers», SN-640347, (VSS 2009)) über eine biologisch aktive Bodenschicht dezentral versickert werden (z. B. über die Schulter oder in einem Sickergraben, einer möglichst grossflächigen Versickerungsmulde oder Mulden-Rigole mit bewachsener Oberfläche). Eine punktuelle Versickerung, z. B. in einem Versickerungsbecken oder -schacht, ist nicht zulässig.

Die Behörde beurteilt zuerst aufgrund von Art. 3 Abs. 1 und 2 GSchV, ob das zu versickernde Abwasser als verschmutzt oder nicht verschmutzt gilt. Weiter beurteilt die Behörde, ob die am Ort der allfälligen Versickerung vorhandene, biologisch aktive Bodenschicht eine genügende Qualität aufweist, um eine ausreichende Reinigung des Abwassers in jedem Fall zu gewährleisten (Mächtigkeit, Zusammensetzung, laterale Ausdehnung). Dabei ist die Vollzugshilfe ««Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (VSA 2019) zu beachten.

2) Behandeltes Abwasser darf unter Einhaltung der Anforderungen von Art. 8 Abs. 2 GSchV in einer dafür vorgesehenen Anlage versickert werden, wenn der Aufwand für eine Ableitung aus der Schutzzone unverhältnismässig ist und eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann (Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. c GSchV). Dabei sind der Leitfaden «Abwasser im ländlichen Raum» (VSA 2017) bzw. «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (VSA 2019) und die entsprechenden spezifischen technischen Richtlinien «Entwässerung von Eisenbahnanlagen» (BAV und BAFU 2018) oder «Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen» (ASTRA 2013) zu berücksichtigen.

3) Technische Details siehe Richtlinie «Entwässerung von Eisenbahnanlagen» (BAV und BAFU 2018)

4) Technische Details siehe Richtlinie «Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen» (ASTRA 2013) oder «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (VSA 2019)

6. Lagerung und Umschlag von wassergefährdenden Flüssigkeiten

Eine Hilfe zur Einstufung von Flüssigkeiten bietet die Liste «Klassierung wassergefährdender Flüssigkeiten» des Bundesamtes für Umwelt BAFU.³¹ Im Gegensatz zum Gewässerschutzbereich A_u erfolgt bei Grundwasserschutzzonen keine Unterteilung in wassergefährdende Flüssigkeiten, die bereits in kleinen Mengen Wasser verunreinigen können (Klasse A gemäss o.g. Liste) und solchen, die erst in grossen Mengen Wasser verunreinigen können (Klasse B). Feste Stoffe, die vermischt mit Flüssigkeiten zu wassergefährdenden Flüssigkeiten werden können, sind sinngemäss wie wassergefährdende Flüssigkeiten zu behandeln. Flüssige Hof- und Recyclingdünger fallen nicht unter den Begriff der wassergefährdenden Flüssigkeiten gemäss GSchV, diese werden separat behandelt.

Für die technischen Anforderungen an die Lagereinrichtungen wird auf die Anforderungen der KVV verwiesen (www.tankportal.ch).

	S_m	S_h
Erdverlegte Lagerbehälter und Rohrleitungen	–	–
Freistehende Lagerbehälter mit weniger als 450 l Nutzvolumen je Schutzbauwerk	+	$b^{1, 2}$
Freistehende Lagerbehälter mit mehr als 450 l Nutzvolumen je Schutzbauwerk	$b^{2, 3, 4}$	$b^{1, 2, 3, 4}$
Betriebsanlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten mit weniger als 2000 l Nutzvolumen	$b^{2, 4}$	–
Betriebsanlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten mit mehr als 2000 l Nutzvolumen	$_{-4, 5}$	–
Umschlag wassergefährdender Flüssigkeiten auf Gleisanlagen	–	–
Transformatorstationen	b^6	$_{-6}$
Tankstellen	–	–

Indizes

- 1) Aufgrund der hohen Vulnerabilität können solche Anlagen und Tätigkeiten in der Zone S_h nur dann zugelassen werden, wenn nachgewiesen wird, dass dadurch die Trinkwassernutzung nicht gefährdet wird (Anh. 4 Ziff. 221¹⁶⁷ Abs. 1 Bst. a GSchV).
- 2) Bei der Bewilligung derartiger Anlagen muss gewährleistet sein, dass Flüssigkeitsverluste leicht erkannt und auslaufende Flüssigkeiten vollständig zurückgehalten werden. Die Befüllung/Betankung der Anlagen muss auf befestigten Plätzen oder provisorisch abgedichteten Bereichen erfolgen.
- 3) Bewilligt werden können einzig freistehende Lageranlagen für Heiz- und Dieselöl zur Energieversorgung von Gebäuden oder Betrieben für längstens zwei Jahre mit einem Nutzvolumen von maximal 30 m³ (Anh. 4 Ziff. 221¹⁶⁸ Abs. 1 Bst. h GSchV).
- 4) Bewilligungspflichtige Lagerbehälter müssen mindestens alle 10 Jahre kontrolliert werden (Art. 22 GSchG). Die Funktionstüchtigkeit der Leckanzeigesysteme von Lageranlagen für wassergefährdende Flüssigkeiten ist von den Inhabern bei doppelwandigen Behältern und Rohrleitungen alle zwei Jahre, bei einwandigen Behältern und Rohrleitungen einmal jährlich kontrollieren zu lassen (Art. 32a GSchV).
- 5) Anlagen mit mehr als 2000 l Nutzvolumen sind nur dann zulässig, wenn sie gemäss Art. 7 Abs. 2 der Schwachstromverordnung vom 30. März 1994 oder Art. 7 Abs. 2 der Starkstromverordnung vom 30. März 1994 in der Zone S_3 zugelassen sind.
- 6) Für die Erstellung und den Betrieb elektrischer Anlagen (u.a. Transformatorstationen) ist die «Empfehlung des VSE über den Schutz der Gewässer bei Erstellung und Betrieb von elektrischen Anlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten, Version 2.19 d – 2006» zu beachten.

³¹ https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wasser/fachinfo-daten/Klassierung_wassergefaehrdender_Fluessigkeiten_DE.pdf.download.pdf/Klassierung_wassergefaehrdender_Fluessigkeiten_DE.pdf

7. Bahnanlagen

Änderungen an Bahnanlagen, für die keine Grabungen notwendig sind bzw. bei denen der Unterbau der Gleisanlagen nicht tangiert wird (z. B. lediglich Schotterersatz), gelten nicht als wesentliche Änderungen und sind somit im Sinne von Art. 31 Abs. 1 GSchV nicht bewilligungspflichtig. Weiterführende Beurteilungsgrundlagen finden sich in der Richtlinie «Entwässerung von Eisenbahnanlagen» (BAV und BAFU 2018).

	S_m	S_n
• Bahnhof ohne oder mit wenig Güterumschlag • Perron • Personenunterführung	b b ² b ^{3, 4, 5}	b ¹ b ² b ^{3, 4, 5}
Rangier- oder Güterbahnhof, Güterumschlagsbereich inkl. wassergefährdende Flüssigkeiten, Abstellgleise	– ^{3, 4}	–
Bahndienst-Werkstatt und -Depot	– ^{3, 4}	–
Stationen und Masten für Seilbahnen, Sessellifte und Skilifte	b	b ¹
Garagen mit Betankung und Unterhalt von Pistenfahrzeugen	b ^{3, 4}	– ^{3, 4}
Trasseeführung • in Dammlage oder ebenerdig • in Unterführungen oder Geländeeinschnitten • Tunnel	b b ^{3, 5} siehe Referenztabelle 10	b – ^{3, 5}
Fahrbahn • mit Abdichtung (Sperrschicht) • ohne Abdichtung (Sperrschicht)	b ³ –	b ³ –
Grössere bzw. mehrere Spurwechsel	b	b
Schutzweichen (mit Inkaufnahme der Entgleisung)	–	–
Schienen schmieranlagen	–	–
Baustellen und Fundationen	siehe Referenztabelle 1	
Versickerung von Abwasser	siehe Referenztabelle 5	
Transformatoren, Notstromaggregate und Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Lagerung, Verwendung, Umschlag)	siehe Referenztabelle 6	
Lagerung und Umschlag von wassergefährdenden Flüssigkeiten	siehe Referenztabelle 6	
Verwendung von Pflanzenschutzmitteln	siehe Referenztabelle 13	

Indizes

1) Aufgrund der hohen Vulnerabilität können solche Anlagen und Tätigkeiten in der Zone S_n nur dann zugelassen werden, wenn nachgewiesen wird, dass dadurch die Trinkwassernutzung nicht gefährdet wird (Anh. 4 Ziff. 221^{ter} Abs. 1 Bst. a GSchV).

2) Die Entwässerung des Perrons über die Perronkante in den Gleiskörper ist unzulässig. Das Niederschlagswasser muss abgeleitet werden.

3) Das Abwasser muss fachgerecht beseitigt werden, gegebenenfalls nach Behandlung, siehe Referenztabelle 5.

4) Solche Bereiche müssen gegen unten abgedichtet werden (Sperrschicht, dichter Belag).

5) Es darf keine Beeinträchtigung der Hydrodynamik und keine nachteilige Verminderung der schützenden Überdeckung erfolgen bzw. die Schutzwirkung der abgetragenen Überdeckung muss mit entsprechenden baulichen Massnahmen (Abdichtung) wiederhergestellt werden.

8. Strassen

	S_m	S_h
Strassen • in Dammlage oder ebenerdig • in Unterführungen oder Geländeeinschnitten	b $b^{1, 2}$	b $b^{1, 2}$
Landwirtschaftliche Flurwege und Forststrassen	b	b
Grosse Parkplatzanlagen	b^1	$_{-}^1$
Baustellen und Fundationen	siehe Referenztable 1	
Versickerung von Strassenabwasser	siehe Referenztable 5	
Tunnel	siehe Referenztable 10	

Indizes

1) Zu treffende Massnahmen sind insbesondere dichter Belag und Randbordüren. Das Strassenabwasser muss fachgerecht beseitigt werden, gegebenenfalls nach Behandlung, siehe Referenztable 5.

2) Es darf keine Beeinträchtigung der Hydrodynamik und keine nachteilige Verminderung der schützenden Überdeckung erfolgen bzw. die Schutzwirkung der abgetragenen Überdeckung muss mit entsprechenden baulichen Massnahmen (Abdichtung) wiederhergestellt werden.

9. Luftverkehrsanlagen

	S_m	S_h
Befestigte Pisten und Helikopterlandeplätze	b^2	$_{-}^{1, 2}$
Unbefestigte Pisten und Helikopterlandeplätze	b^3	$_{-}^{1, 3}$
Abstellplätze, auf denen enteist oder betankt wird, Betankungsanlagen	–	–
Versickerung von Pistenabwasser	siehe Referenztable 5	
Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten (Treibstoffe usw.)	siehe Referenztable 6	

Indizes

1) Aufgrund der hohen Vulnerabilität können solche Anlagen und Tätigkeiten in der Zone S_h nur dann zugelassen werden, wenn nachgewiesen wird, dass dadurch die Trinkwassernutzung nicht gefährdet wird (Anh. 4 Ziff. 221^{ter} Abs. 1 Bst. a GSchV).

2) Massnahmen sind insbesondere dichter Belag und fachgerechte Beseitigung des Pistenabwassers, gegebenenfalls nach Behandlung, siehe Referenztable 5.

3) Betanken oder Enteisen sind nicht zulässig.

10. Untertagebauten

Untertagebauten können nicht allein aufgrund der oberflächlichen Schutzzonenausscheidung beurteilt werden, sondern bedürfen einer sorgfältigen hydrogeologischen Abklärung und einer darauf basierenden Einzelfallbeurteilung durch die zuständige Behörde (siehe hierzu Kapitel 4.3). Bei unterirdischen oder tief eingebundenen Anlagen im Karstgebiet empfiehlt es sich, bei der Planung und Realisierung die KarstALEA-Methode (ASTRA 2012) anzuwenden. In stark heterogenen Kluftgebieten sollten die vorhandenen Kenntnisse sinngemäss anhand der KarstALEA-Methode ausgewertet werden.

	S_m	S_h
Tunnelbau	– ¹	– ¹
Instandsetzung von oder Wartungsarbeiten an Untertagebauten	b	b
Freispiegel- und Druckstollen, Wasserschlässe, Kraftwerkskavernen ohne Transformatoren	– ¹	– ¹
Kraftwerkskavernen mit Transformatoren	–	–

Index

1) Die «Wegleitung zur Umsetzung des Grundwasserschutzes bei Untertagebauten» (BUWAL 1998) ist zu berücksichtigen. Durch die baulichen Eingriffe dürfen keine nachteiligen Auswirkungen auf die Hydrodynamik des Grundwassers entstehen (Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. b GSchV). Für den Fall, dass das Bauwerk für die Hydrodynamik des Grundwassers wichtige Strukturen tangieren kann, ist vom Gesuchsteller nachzuweisen, dass mit geeigneten baulichen Massnahmen die Abdichtung des Bauwerks bzw. der Durchfluss in diesen Strukturen sichergestellt werden kann. Bei der Ausführung des Bauwerks sind dementsprechend alle notwendigen Vorkehrungen zu treffen (z. B. Bereitstellung von allenfalls erforderlichem Material und Maschinen) um im Ereignisfall die notwendigen Massnahmen umzusetzen.

11. Landwirtschaft

In den Zonen S_h und S_m ist eine extensive Beweidung anzustreben und es ist besonders auf eine intakte Grasnarbe zu achten. In der Zone S_h sind aufgrund der Bodenverhältnisse in aller Regel weder Ackerbau noch Spezialkulturen möglich. Auch in der Zone S_m ist eine möglichst weitgehende Reduktion der acker-, garten- und gemüsebaulichen Produktion zu Gunsten eines erhöhten Anteils Dauergrünland anzustreben.

Bezüglich der technischen Details sowie der Details zu den Nutzungseinschränkungen zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft wird auf die Vollzugshilfe «Umweltschutz in der Landwirtschaft» (BAFU und BLW 2016), Modul «Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft» (BAFU und BLW 2012) und Modul «Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft» (BAFU und BLW 2011) verwiesen. Dabei müssen die Anlagen und Tätigkeiten in der Zone S_m grundsätzlich die Anforderungen einhalten, welche in der Zone S_3 gelten. In der Zone S_h genügt der Boden dagegen nicht, um auch nur geringe Mengen flüssige Hof- und Recyclingdünger (z. B. Gülle) aufnehmen zu können; das Ausbringen solcher Dünger ist deshalb ohne Ausnahme unzulässig.

Bei Verunreinigungen oder drohenden Verunreinigungen des Grundwassers bezeichnen die Behörden zur Sanierung einen Zuströmbereich Z_u und legen darin die notwendigen Einschränkungen und Auflagen für die landwirtschaftlichen Nutzungen fest³². Bei stark heterogenen Grundwasserleitern entspricht der Zuströmbereich zur Sanierung ungefähr dem Fassungseinzugsgebiet, das zur Ausscheidung der Grundwasserschutzzone bekannt sein muss.

	S_m	S_h
Dauergrünland (Schnittnutzung)	+	+
Ackerfläche (inkl. Kunstwiesen)	+	b ¹
Obst-, Wein- und Gemüsebau sowie vergleichbare landwirtschaftliche Intensivkulturen und Gartenbau (ausgenommen extensive Hochstammbäume)	b	— ¹
Container-Pflanzschulen, Freiland-Baumschulen u.Ä.	b	— ¹
Bewässerung mit nicht verschmutztem Grund- oder Oberflächenwasser	+	— ¹
Ganzjahresweide von Raufutterverzehrer	+	—
Freilandhaltung von Schweinen	—	—
Freilandauslauf von grossen Geflügelbeständen	—	—
Weidestallungen und -zelte	—	—
Tränkstellen	b ²	— ^{1, 2}
Fressplätze	b ²	—
Teilbefestigte und unbefestigte (undichte) Laufhöfe für Nutz-, Freizeit- und Sporttiere sowie Melkplätze	—	—
Befestigte (dichte) Laufhöfe für Nutz-, Freizeit- und Sporttiere und Melkplätze mit Ableitung in Sammelbehälter	b	— ¹
Stallungen	b ³	— ¹
Lagerung von Siloballen auf Naturboden	+	—
Flachsilos mit Ableitung in Sammelbehälter	b ^{3, 6}	— ^{1, 6}
Hochsilos mit Ableitung in Sammelbehälter	b ⁶	— ^{1, 6}
Erdverlegte Lageranlagen für flüssige Hof- und Recyclingdünger (Güllegruben)	b ^{4, 6}	— ^{1, 4, 6}
Erdverlegte Leitungen und Schächte für flüssige Hof- und Recyclingdünger, Güllezapfstellen	b ⁶	—
Überflur-Lagerbehälter für flüssige Hof- und Recyclingdünger	b ^{5, 6}	— ^{1, 5, 6}
Gülleteiche	—	—
Lager für feste Hof- und Recyclingdünger (Misthaufen, Kompostmieten)		

³² Art. 29 Abs. 1 Bst. c GSchV i.V.m. Anh. 4 Ziff. 212 GSchV und Anh. 2.5 Ziff. 1.1 Abs. 4 ChemRRV

• Lager auf Platte mit Ableitung in Sammelbehälter	b ⁶	— ^{1, 6}
• Zwischenlagerung im Feld, Feldrandkompostierung	—	—
Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten (Pflanzenschutzmittel, Treibstoffe, Brennstoffe usw.)	siehe Referenztabelle 6	
Verwendung von Düngern, Pflanzenschutzmitteln und Holzschutzmitteln	siehe Referenztabelle 13	

Indizes

1) Aufgrund der hohen Vulnerabilität können solche Anlagen und Tätigkeiten in der Zone S₁ nur dann zugelassen werden, wenn nachgewiesen wird, dass dadurch die Trinkwassernutzung nicht gefährdet wird (Anh. 4 Ziff. 221^{ter} Abs. 1 Bst. a GSchV).

2) Zu beachten sind die Anforderungen, welche in der Zone S3 gelten gemäss Tabelle 16 Modul «Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft» (BAFU und BLW 2011).

3) Nur mit vollständiger Entwässerung der Bodenplatte in ein Güllelager oder einen entsprechend dimensionierten separaten Sammelbehälter.

4) Der Einbau eines Leckerkennungssystems mit durchgehender Abdichtung unter der Bodenplatte und Kontrollschacht ist erforderlich. Der bauliche Zustand, das Lagervolumen und der ordnungsgemässe Betrieb von Hofdüngeranlagen (inkl. Anschlüsse, Zu- und Ableitungen) sind alle 5 Jahre zu prüfen und zu protokollieren. Dabei ist auch die korrekte Entwässerung des Hofes zu kontrollieren.

5) Max. Nutzhöhe 4 m, max. Inhalt 600 m³. Im Falle des Berstens eines Behälters muss der auslaufende flüssige Hof- oder Recyclingdünger so zurückgehalten werden können, dass er nicht ins Grundwasser gelangen kann.

6) Die Inhaber von Lagereinrichtungen für Hofdünger, flüssiges Gärgut und Raufuttersilos sorgen dafür, dass die entsprechenden Anlagen sachgemäss erstellt, bedient und gewartet werden. Die kantonalen Behörden sind verpflichtet, für eine periodische Kontrolle der Anlagen zu sorgen. Die Mindestanforderungen an die Bauausführung (Qualität des Baugrunds, Anforderungen an die Armierung, Betonqualität usw.) für Anlagen in der Zone S3 gemäss Vollzugshilfe «Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft» (BAFU und BLW 2011) sind einzuhalten.

12. Waldwirtschaft

	S_m	S_h
Waldbewirtschaftung inkl. Verjüngung	+	+
Rundholzlager im Wald		
• Lagern von unbehandeltem Holz ohne Berieselung	+	+
• Berieselung von unbehandeltem Holz	+	— ¹
• Lagern von mit Insektiziden behandeltem Holz	— ²	—
Forstliche Pflanzgärten, Baumschulen	b	— ¹
Rodungen	— ³	— ³
Verwendung von Düngern, Pflanzenschutzmitteln und Holzschutzmitteln	siehe Referenztabelle 13	

Indizes

1) Aufgrund der hohen Vulnerabilität können solche Anlagen und Tätigkeiten in der Zone S_h nur dann zugelassen werden, wenn nachgewiesen wird, dass dadurch die Trinkwassernutzung nicht gefährdet wird (Anh. 4 Ziff. 221^{ter} Abs. 1 Bst. a GSchV).

2) Ausnahmen können bewilligt werden, wenn die Behandlung nicht durch Massnahmen ersetzt werden kann, welche die Umwelt weniger belasten, die Insektizide gestützt auf die Pflanzenschutzmittelverordnung für «Liegendes Rundholz im Wald und auf Lagerplätzen» zugelassen sind, das Holz nicht rechtzeitig abgeführt werden kann und die Behandlung auf dazu geeigneten Plätzen durchgeführt wird sowie wirksame Massnahmen gegen das Versickern und das Abschwemmen der Mittel getroffen werden (Anh. 2.5 Ziff. 1.2 Abs. 3 Bst. b ChemRRV).

3) Ausnahmen können unter den Bedingungen gemäss Art. 5 Abs. 2 WaG bewilligt werden. In den Zonen S_h und S_m ist insbesondere sicherzustellen, dass die Rodung das Grundwasser und die Trinkwassernutzung nicht gefährdet.

13. Verwendung von Düngern, Pflanzenschutzmitteln und Holzschutzmitteln

Pflanzenschutzmittel sind Stoffe und Organismen, die dazu dienen, Pflanzen oder Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen (Insekten, Pilze, Nagetiere usw.) zu schützen oder deren Einwirkung vorzubeugen, das Wachstum der Pflanzen zu regeln oder zu hemmen, unerwünschte Pflanzen zu vernichten sowie um Pflanzenerzeugnisse zu konservieren (Art. 2 PSMV). Darunter fallen auch Insektizide zur Behandlung von geschlagenem Holz im Wald. Ein Verzeichnis aller in der Schweiz zugelassenen Pflanzenschutzmittel wird vom Bund veröffentlicht und laufend nachgeführt³³. Pflanzenschutzmittel, die in bestimmten Grundwasserschutzzonen verboten sind, werden vom BLW in der Liste «Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel in den Grundwasserschutzzonen S2 bzw. S2 und S_h» bekannt gegeben.³⁴ Mit der Änderung von GSchV und PSMV per 1.1.2016 wurde bestimmt, dass Anwendungsverbote in der Zone S2 auch für die Zone S_h gelten, auch wenn dies von der Zulassungsstelle bei verschiedenen Wirkstoffen noch nicht in die einzelnen Zulassungsverfügungen aufgenommen worden ist. Produkte mit den Wirkstoffen Bentazon, Quinmerac, S-Metolachlor und Terbutylazin dürfen darüber hinaus in Karstgebieten generell nicht verwendet werden.

Wer beruflich oder gewerblich Pflanzenschutzmittel oder Holzschutzmittel verwendet, muss über eine Fachbewilligung verfügen. Jede Verwendung in der Land- und Forstwirtschaft, im Gartenbau, in Parks oder Sportanlagen ist eine berufliche oder gewerbliche Verwendung, ebenso wie die Verwendung bei landwirtschaftsähnlichen Tätigkeiten, z. B. durch Hobby-Winzer, welche ihre Produkte Dritten abgeben. Nichtberufliche Anwender dürfen keine Pflanzenschutz- oder Holzschutzmittel verwenden, die nicht explizit für die nichtberufliche Verwendung zugelassen sind. Die Kantone sind für die Kontrolle der Einhaltung der an die Fachbewilligungen geknüpften Auflagen verantwortlich.

Holzschutzmittel sind Biozidprodukte zum Schutz von Holz, ab dem Einschnitt im Sägewerk, oder von Holzerzeugnissen gegen Befall durch holzerstörende oder die Holzqualität beeinträchtigende Organismen, einschliesslich Insekten (Produktart 8 nach Anhang 10 VBP).

Weiterführende Informationen zur Verwendung von Düngern und Pflanzenschutzmitteln finden sich in der Vollzugshilfe «Umweltschutz in der Landwirtschaft», im Modul «Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft» (BAFU und BLW 2012), sowie im Modul «Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft» (BAFU und BLW 2013). Dabei müssen in der Zone S_m grundsätzlich die Anforderungen einhalten, welche in der Zone S3 gelten. In der Zone S_h genügt der Boden dagegen nicht, um auch nur geringe Mengen flüssige Hof- und Recyclingdünger (z. B. Gülle) aufnehmen zu können; das Ausbringen solcher Dünger ist deshalb ohne Ausnahme unzulässig.

In untenstehender Tabelle ist nur die berufliche und gewerbliche Verwendung von Düngern, Pflanzen- und Holzschutzmitteln geregelt. Für die nicht berufliche Verwendung sind nur Pflanzen- und Holzschutzmittel zugelassen, die ein geringes Risiko für Mensch und Umwelt aufweisen. Falls in Einzelfällen die nicht berufliche Verwendung von Düngern, Pflanzen- und Holzschutzmitteln problematisch sein sollte, sind diese Verwendungen in Analogie zu den beruflichen und gewerblichen Verwendungen zu behandeln.

³³ www.psm.admin.ch/de/produkte

³⁴ Verfügbar unter:

https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Nachhaltige%20Produktion/Pflanzenschutz/Pflanzenschutzmittel/Nachhaltige%20Anwendung%20und%20Risikoreduktion/Schutz%20des%20Grundwassers/grundwasserschutz_s2_sh.pdf.download.pdf/Anwendungsverbote%20Pflanzenschutzmittel%20in%20den%20Grundwasserschutzzonen%20S2%20und%20Sh.pdf

	S _m	S _n
Flüssige Hof- und Recyclingdünger		
• Wald und bestockte Weiden (Wytweiden) inkl. Streifen von 3 Metern Breite entlang Bestockung, Naturschutzgebiete, Riedgebiete und Moore, Hecken und Feldgehölze sowie deren Pufferstreifen, Gewässer inkl. Pufferstreifen von 3 Metern Breite sowie Gewässerraum	–	–
• Übrige Nutzungen (Landwirtschaft, Park- und Sportanlagen usw.)	+	–
Mist, feste Recyclingdünger und Mineraldünger		
• Wald und bestockte Weiden (Wytweiden) inkl. Streifen von 3 Metern Breite entlang Bestockung, Naturschutzgebiete, Riedgebiete und Moore, Hecken und Feldgehölze sowie deren Pufferstreifen, Gewässer inkl. Pufferstreifen von 3 Metern Breite sowie Gewässerraum	–	–
• Übrige Nutzungen (Landwirtschaft, Park- und Sportanlagen usw.)	+	+
Rückstände aus Abwassergruben und aus Kleinkläranlagen	–	–
Pflanzenschutzmittel		
• Wald (inkl. Streifen von 3 Metern Breite entlang Bestockung)	– ^{1, 2}	– ¹
• Behandlung von Holz im Wald, von dem in der Folge von Naturereignissen Waldschäden ausgehen können, und gegen die Erreger von Waldschäden selbst, wenn dies für die Erhaltung des Waldes unerlässlich ist	– ⁴	– ^{3, 4}
• Vorbeugen und Behebung von Wildschäden (z. B. mit Wundverschlussmitteln, Wildabhaltemitteln) in natürlichen Verjüngungen sowie bei Wieder- oder Neuanpflanzungen, wenn dies für die Erhaltung des Waldes unerlässlich ist	– ⁴	– ^{3, 4}
• Behandlung von geschlagenem Holz mit Insektiziden im Wald	– ⁵	–
• Auf und an Gleisanlagen	– ⁷	– ^{3, 6}
• In oberirdischen Gewässern und auf einem Streifen von 3 Metern Breite entlang von Gewässern sowie im gesamten Gewässerraum.	– ⁸	– ^{3, 8}
• Herbizide und Regulatoren		
– auf Lagerplätzen, Dächern und Terrassen	–	–
– auf und an Strassen, Wegen und Plätzen	– ⁹	– ^{3, 9}
– auf Böschungen und Grünstreifen entlang von Strassen und Gleisanlagen	– ¹⁰	– ^{3, 10}
• Übrige Flächen und Nutzungen (Landwirtschaft, Park- und Sportanlagen usw.)	gemäss produktspezifischen Anwendungsaufgaben (siehe PSM-Verzeichnis BLW)	
Holzschutzmittel (Biozide)		
• Verwendung von Holzschutzmitteln und Lagerung von damit behandeltem Holz	– ¹¹	–

Indizes

- 1) Zulässig sind einzig Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen in einem Streifen von 3 Metern Breite entlang der Bestockung und in bestockten Weiden (Anh. 2.5 Ziff. 1.2 Abs. 2 ChemRRV).
 - 2) Ausnahmen können in forstlichen Pflanzgärten bewilligt werden, wenn der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nicht durch andere Massnahmen ersetzt werden kann, welche die Umwelt weniger belasten (Anh. 2.5 Ziff. 1.2 Abs. 3 Bst. c ChemRRV).
 - 3) Pflanzenschutzmittel dürfen in der Zone S_n nur angewendet werden, wenn sie oder ihre biologisch bedeutsamen Metaboliten aufgrund ihrer Mobilität oder ihrer mangelnden Abbaubarkeit nicht in die Trinkwasserfassung gelangen können (Art. 68 Abs. 1 PSMV). Ein entsprechendes Verzeichnis wird vom BLW veröffentlicht und laufend nachgeführt (Art. 68 Abs. 3 PSMV).
 - 4) Ausnahmen können bewilligt werden, wenn die Pflanzenschutzmittel nicht durch Massnahmen ersetzt werden können, welche die Umwelt weniger belasten (Anh. 2.5 Ziff. 1.2 Abs. 3 Bst. a und d ChemRRV).
 - 5) Ausnahmen können bewilligt werden, wenn die Behandlung nicht durch Massnahmen ersetzt werden können, welche die Umwelt weniger belasten, die Insektizide gestützt auf die Pflanzenschutzmittelverordnung für «Liegendes Rundholz im Wald und auf Lagerplätzen» zugelassen sind, das Holz nicht rechtzeitig abgeführt werden kann und die Behandlung auf dazu geeigneten Plätzen durchgeführt wird sowie wirksame Massnahmen gegen das Versickern und das Abschwemmen der Mittel getroffen werden (Anh. 2.5 Ziff. 1.2 Abs. 3 Bst. b ChemRRV).
 - 6) Ausnahmen können bewilligt werden, wenn die Gleisanlage in einer dichten Wanne liegt, das anfallende Abwasser ausserhalb der Zone S_n beseitigt wird und der Ersatz von Pflanzenschutzmitteln durch andere Massnahmen, welche die Umwelt weniger belasten, unverhältnismässig wäre (Anh. 2.5 Ziff. 1.2 Abs. 3^{bis} ChemRRV).
 - 7) Gemäss Weisungen des Bundesamtes für Verkehr (BAV) nur mit den ausdrücklich für den Einsatz bei Bahnanlagen zugelassenen Mitteln (Anh. 2.5 Ziff. 1.1 Abs. 5 ChemRRV).
 - 8) Streifen von 3 Metern entlang von Gewässern: Wenn bei Fliessgewässern der Gewässerraum festgelegt ist, oder wenn explizit auf die Festlegung des Gewässerraumes verzichtet wurde (nach Art. 41a Abs. 5 GSchV), wird der Streifen ab Uferlinie gemessen, andernfalls, sowie bei stehenden Gewässern ab Böschungsoberkante (Anh. 2.5 Ziff. 1.1 Abs. 1 Bst. e ChemRRV).
- Im Gewässerraum sind ab dem 4. Meter Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen zulässig, sofern diese mit anderen Massnahmen nicht erfolgreich bekämpft werden können (Art. 41c Abs. 3 GSchV).
- 9) Bei National- und Kantonsstrassen zulässig, wenn es sich um Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen handelt, sofern diese mit anderen Massnahmen nicht erfolgreich bekämpft werden können (Anh. 2.5 Ziff. 1.2 Abs. 4 ChemRRV).

10) Zulässig, wenn es sich um Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen handelt, sofern diese mit anderen Massnahmen nicht erfolgreich bekämpft werden können (Anh. 2.5 Ziff. 1.2 Abs. 5 ChemRRV).

11) Ausnahmen können bewilligt werden, wenn bauliche Massnahmen gegen das Versickern und das Abschwemmen der Mittel getroffen werden (Anh. 2.4 Ziff. 1.4 Abs. 2 ChemRRV).

14. Freizeit- und Sportanlagen

	S_m	S_n
Parkanlagen	+	B
Kunsteisbahnen	–	–
Natureisbahnen	b	B
Permanente Parours für nicht motorisierte Sportarten (z. B. Vitaparcours, Mountain-Bike-Parours, Reitwege)	+	b
Permanente Parours für motorisierte Sportarten (z. B. Motocross)	–	–
Mechanisch präparierte Skipisten und Langlauf-Loipen (ohne bauliche Eingriffe)	+	+
Bau von Skipisten und Langlauf-Loipen mit Terrainveränderungen	b ³	– ³
Beschneigungsanlagen (inkl. Wasser- und Elektroleitungen)	b	b ²
Rodel- und Bobbahnen	b ³	b ³
Golfplätze		
Greens und Tees, Fairways	b	– ¹
Roughs	+	+
Sportplätze und Freibäder		
• Wasseraufbereitung	b	– ¹
• Schwimmbecken, Hartanlagen wie Tennisplätze, Minigolfanlagen, fest installierte Kinderspielplätze und ähnliche Anlagen	b ³	b ³
• Kunstrasenanlagen	b ⁴	– ⁴
• Grünanlagen	+	b
Zeltplätze sowie Plätze für Wohnwagen und Mobilhomes	b	– ^{1, 5}
Familiengartenanlagen (Schrebergärten)	b	– ¹
Temporäre oder permanente Infrastrukturanlagen für Grossanlässe, Festivitäten und Sportveranstaltungen	b	– ¹
Reitplätze	b	– ¹
Lagerung und Umschlag von wassergefährdenden Flüssigkeiten (Chemikalien für Wasseraufbereitung, Treibstoffe usw.)	siehe Referenztabelle 6	
Verwendung von Düngern, Pflanzenschutzmitteln und Holzschutzmitteln	siehe Referenztabelle 13	

Indizes

1) Aufgrund der hohen Vulnerabilität können solche Anlagen und Tätigkeiten in der Zone S_n nur dann zugelassen werden, wenn nachgewiesen wird, dass dadurch die Trinkwassernutzung nicht gefährdet wird (Anh. 4 Ziff. 221^{ter} Abs. 1 Bst. a GSchV).

2) Beschneigung ist nur mit Wasser ohne Zusatzstoffe zulässig.

3) Nicht zulässig sind nachteilige Verminderungen der schützenden Überdeckung (Boden und Deckschicht; Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. d GSchV).

4) Nicht zulässig sind Kunstrasen mit ungebundenem Kunststoffgranulat. Es muss sichergestellt werden, dass keine Kunststoffteile in wasserwegsame Strukturen gelangen.

5) Nicht zulässig ist die Versickerung von Abwasser, ausgenommen die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser (z. B. Niederschlagswasser) über eine biologisch aktive Bodenschicht (Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. c GSchV).

15. Friedhofanlagen und Wasenplätze

	S_m	S_h
Friedhofanlagen für Erdbestattungen	b	–
Friedhofanlagen für Urnengräber	+	b
Wasenplätze	–	–

16. Materialausbeutung und Gewinnung von Bodenschätzen

	S_m	S_h
Materialabbau (Kiesabbau, Sand- und Tongewinnung, Lehm- und Mergelgruben, Steinbrüche usw.)	– ¹	–
Bohrungen zur Gewinnung von Bodenschätzen (Erdgas, Erdöl, Salz)	–	–

Index

1) Wurde anstelle der Zone S_m ein Zuströmbereich Z_u ausgeschieden, ist der Materialabbau zulässig, wenn er die Trinkwassernutzung nicht gefährdet. Bewilligung nach Art. 44 GSchG erforderlich. Die maximale Abbautiefe und die weiteren Auflagen zum Schutz des Grundwassers sind im Einzelfall entsprechend festzulegen.

17. Deponien, Materiallager, Umschlagplätze und Transportleitungen

	S_m	S_h
Verwertung von unverschmutztem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial	b	b
Deponien und Zwischenlager	–	–
Aufbereitungsanlagen für mineralische Recyclingbaustoffe sowie Zwischenlager	–	–
Andere Anlagen zur Aufbereitung von Altstoffen (insb. Sammelplätze für Altfahrzeuge, Kühlschränke und Elektronik)	–	–
Industrielle und gewerbliche Flüssiggaslager	–	–
Transportleitungen für wassergefährdende Flüssigkeiten	–	–
Erdgasleitungen	b	b
Lager und Umschlagplätze für wassergefährdende Flüssigkeiten (Treibstoffe, Brennstoffe usw.) sowie für Feststoffe, die vermischt mit Flüssigkeiten zu wassergefährdenden Flüssigkeiten werden	siehe Referenztable 6	

18. Militärische Anlagen und Schiessplätze

	S_m	S_h
Schiessstände für Flachbahnwaffen (permanente und behelfsmässige Anlagen) sowie Stellungsräume für Steilfeuerwaffen	b	–
Gefechtsschiessplätze mit Verwendung von Spreng-, Brand- und Nebelmunition sowie Nah- und Häuserkampfanlagen	–	–
Zielgebiete für Schiessen mit Flachbahn- und Steilfeuerwaffen	b	–
• mit Vollmunition (inkl. zivile Scheibenstände)	–	–
• mit Sprengmunition	–	–
• mit Brand- und Nebelmunition	–	–

Literatur

Bundesamt für Strassen ASTRA 2012: KarstALEA: Wegleitung zur Prognose von karstspezifischen Gefahren im Untertagebau. 200 S.

Bundesamt für Strassen ASTRA 2013: Richtlinie Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen. ASTRA 18005: 94 S.

Bundesamt für Umwelt BAFU 2009: Wärmenutzung aus Boden und Untergrund. Vollzugshilfe für Behörden und Fachleute im Bereich Erdwärmenutzung. Umwelt-Vollzug Nr. 0910: 51 S.

Bundesamt für Umwelt BAFU 2012: Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteinen. Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz. Umwelt-Vollzug Nr. 1207: 58 S.

Bundesamt für Umwelt BAFU (in Vorbereitung): Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Karst-Grundwasserleitern (EPIK-Methode). Umwelt-Wissen.

Bundesamt für Umwelt BAFU (in Vorbereitung): Grundwasserschutz bei flussnahen Fassungen. Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz. Umwelt-Vollzug.

Bundesamt für Umwelt BAFU und Bundesamt für Landwirtschaft BLW 2011: Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Umwelt-Vollzug Nr. 1101: 122 S.

Bundesamt für Umwelt BAFU und Bundesamt für Landwirtschaft BLW 2012: Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Umwelt-Vollzug Nr. 1225: 62 S.

Bundesamt für Umwelt BAFU und Bundesamt für Landwirtschaft BLW 2013: Pflanzenschutzmittel in

der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Umwelt-Vollzug Nr. 1312: 58 S.

Bundesamt für Verkehr BAV und Bundesamt für Umwelt BAFU 2018: Richtlinie Entwässerung von Eisenbahnanlagen. 33 S.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL 1998: Kartierung der Vulnerabilität in Karstgebieten (Methode EPIK). Praxishilfe. Vollzug Umwelt: 58 S.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL 1998: Wegleitung zur Umsetzung des Grundwasserschutzes bei Untertagebauten. Vollzug Umwelt: 32 S.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL 2004: Wegleitung Grundwasserschutz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Vollzug Umwelt: 141 S.

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL und Bundesamt für Wasser und Geologie BWG 2003: Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern. Praxishilfe, Vollzug Umwelt: 83 S.

Malard, A., Lopez, S., Randles, S., Hausmann, Ph., Courrioux, G., Jeannin, P.-Y., Vogel, M. 2018: Visual KARSYS, a web-platform for the documentation of karst aquifers including online geological modelling.

Schweizer Norm SN 592 000 Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung, Planung und Ausführung (Suissetec/VSA 2012).

SIA 2017: SIA-Norm 190 Kanalisationen.

SIA 1992: Empfehlung 431 Entwässerung von Baustellen (Schweizer Norm SN 509 431).

Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA 2002: Richtlinie Dichtheitsprüfungen von Abwasseranlagen.

Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA 2017: Leitfaden Abwasser im ländlichen Raum.

Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA 2019: Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter.

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE 2006 (in Überarbeitung): Empfehlung des VSE über den Schutz der Gewässer bei Erstellung und Betrieb von elektrischen Anlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten, Version 2.19 d: 26 S.

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS 2009: Strassenentwässerung; Belastung des Strassenabwassers, SN-640347.