

TITELSEITE (UMSCHLAG)

Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft- Grundwasserleitern

Untertitel

Entwurf

Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation

Diese Publikation ist ein Modul der Vollzugshilfe «Grundwasserschutz» 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.

Impressum

...

Entwurf

Inhaltsverzeichnis

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	3
<u>Abstracts</u>	4
<u>Vorwort</u>	5
<u>1 Grundlagen und Zuständigkeiten</u>	6
1.1 Ausgangslage	6
1.2 Zielsetzung der Schutzzonen bei stark heterogenen Grundwasserleitern	6
1.3 Die wichtigsten Änderungen der rechtlichen Grundlagen	7
1.3.1 Dimensionierungsvorgaben	7
1.3.2 Nutzungseinschränkungen	7
1.3.3 Übergangsbestimmungen	8
1.4 Zuständigkeiten	8
<u>2 Vorkommen und Eigenschaften</u>	9
2.1 Durchlässigkeit von Karst- und Kluft-Grundwasserleitern	9
2.2 Unterteilung in schwach und stark heterogene Systeme	9
2.3 Hydrodynamik des Grundwassers	11
<u>3 Planerischer Grundwasserschutz</u>	13
3.1 Grundsätze	13
3.2 Grundwasserschutzzone S ₁	14
3.3 Grundwasserschutzzone S ₂	14
3.4 Grundwasserschutzzone S _h	15
3.5 Grundwasserschutzzone S _m	16
3.6 Zuströmbereich Z _u anstelle der Zone S _m	16
3.7 Gewässerschutzbereich A _u	17
3.8 Gewässerschutzbereich A _o zum Schutz infiltrierender Oberflächengewässer	17
3.9 Grundwasserschutzareale	19
3.10 Sonderfall: Grundwasser aus stark heterogenen Karst-Grundwasserleitern mit mächtiger, geringdurchlässiger Überdeckung	20
<u>4 Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen</u>	21
4.1 Grundwasserschutzzonen S _h und S _m	21
4.2 Zuströmbereich Z _u anstelle der Zone S _m	22
4.3 Gewässerschutzbereich A _o	23
4.4 Besonderheiten bei Eingriffen im Untergrund	23
4.5 Referenztabellen	25
<u>Literatur</u>	40

ABSTRACT TITEL
Max. 24 Zeichen

Abstracts

ABSTRACT TEXT
Max. 2'560 Zeichen

This publication

Diese Publikation

Cette publication

Entwurf

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 mit daran angepassten Methoden ausgedehnt 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, welche 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 Nutzungseinschränkungen 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.

Bundesamt für Umwelt

Vorname, Name

Position

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 Nutzungseinschränkungen (z.B. Bauverbot in der Zone 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 Nutzungseinschränkungen 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_n 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 Schutzzonen bei stark heterogenen Grundwasserleitern

Aufgrund ihrer hydrogeologischen Eigenschaften verfügen stark heterogene Karst- und Kluft-Grundwasserleiter 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. Dies führt dazu, dass auch

mithilfe eines konsequenten planerischen Grundwasserschutzes oft nicht verhindert werden kann, dass Krankheitserreger oder Schadstoffe in unzulässigen Mengen bzw. Konzentrationen in die Grundwasserfassung gelangen. 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 Nutzungseinschränkungen, welche bei Lockergesteinsgrundwasserleitern gelten, nicht umsetzbar. Um die gewünschte Schutzwirkung dennoch zu erreichen, werden gewisse Anlagen und Tätigkeiten zwar zugelassen, jedoch nur, wenn nach menschlichem Ermessen 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 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. Die Dimensionierungsvorgaben für die verschiedenen Grundwasserschutzzonen und Gewässerschutzbereiche werden in Kapitel 3 erläutert.

1.3.2 Nutzungseinschränkungen

Die geltenden Einschränkungen innerhalb der Zonen S1 und S2 entsprechen jenen für Lockergesteinsgrundwasserleiter. 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 gereinigtem 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 Nutzungseinschränkungen 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. nach den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung von 1998, ausgeschieden, 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 werden¹. Entscheidend ist dabei, dass die altrechtlichen Schutzzonen aufgrund von Vulnerabilitätskriterien ausgeschieden wurden.

In den bestehenden Schutzzonen S2 und S3 gelten allerdings in jedem Fall weiterhin die Nutzungseinschränkungen dieser Schutzzonen (also z.B. das generelle Bauverbot in der Zone S2), die für die Schutzzonen 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 oder bei bestehenden oder absehbaren Nutzungskonflikten 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 Grundwasserschutz verwiesen². Im Hinblick auf das neue Schutzzonenkonzept sind die Zuständigkeiten wie folgt aufgeteilt:

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-Grundwasserleitern³ sowie bei Karst-Grundwasserleitern (EPIK, 2020). Ebenso entscheidet sie, ob eine bestehende Schutzzone in wesentlichem Umfang angepasst werden muss (vgl. Kapitel 1.3.3).⁴

Gemeinden oder Wasserversorger

Als Inhaber der Trinkwassergewinnungsanlagen veranlassen Gemeinden oder Wasserversorger die Erhebung der für die Schutzzonenausscheidung erforderlichen Daten. Sie müssen gemäss Lebensmittelrecht eine ausreichende Trinkwasserqualität und gegebenenfalls die Wirksamkeit entsprechender Aufbereitungsanlagen sicherstellen (vgl. Kapitel 1.2).

¹ Übergangsbestimmungen zur Änderung vom 4. November 2015 Abs. 2 GSchV

² Wegleitung Grundwasserschutz, BUWAL 2004, S. 102.

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

⁴ Vgl. Art. 19 Abs. 1 GSchG und Erläuternder Bericht zur Änderung der GSchV (<http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/37816.pdf>).

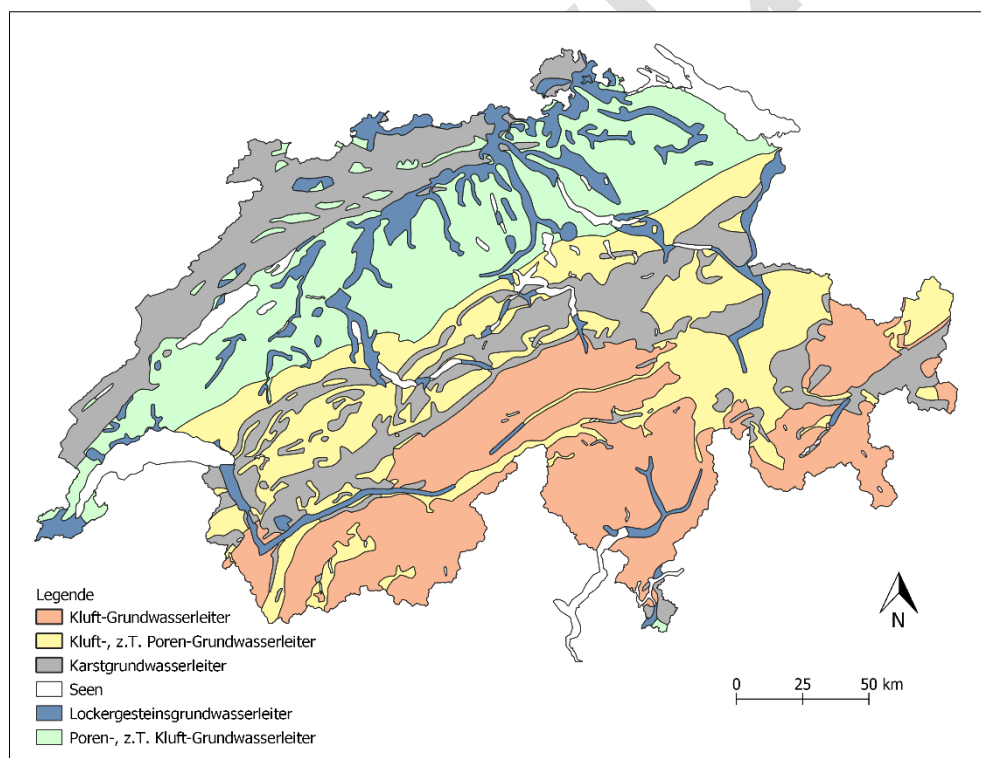
2 Vorkommen und Eigenschaften

2.1 Durchlässigkeit von Karst- und Kluft-Grundwasserleitern

Bei Festgesteinen wird zwischen Gesteins- und Gebirgsdurchlässigkeit unterschieden: Die Gesteinsdurchlässigkeit bezieht sich auf den Porenraum des Gesteins. Die Gebirgsdurchlässigkeit resultiert aus grossräumigen 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 solche verstanden, die sich insbesondere durch hohe Fließgeschwindigkeiten sowie starke und rasche Schwankungen der Schüttung und der Wasserqualität auszeichnen. Hier stehen

wasserwegsame Strukturen des Untergrundes in direkter Verbindung zur Fassung. In solchen Grundwasserleitern nimmt zudem die Verweilzeit des Grundwassers mit zunehmender Entfernung zur Fassung nicht generell zu, weshalb die Bemessungsgrundsätze für Schutzzonen in schwach heterogenen Systemen, welche auf einer stetig zunehmenden Verweilzeit basieren, hier nicht zielführend sind. Die Schutzzonen in stark heterogenen Systemen werden deshalb aufgrund der Vulnerabilität im Einzugsgebiet der Fassung bemessen.

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 2003⁵) sowie «Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Karstgrundwasserleitern» (EPIK, BAFU 2020) 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 respektive Quellen mit geringer Schüttung aus.

Tabelle 1 – Charakteristika schwach und stark heterogener Systeme

Kriterium	Stark heterogene Systeme (Gegenstand dieser Vollzugshilfe)	Schwach heterogene Systeme (zu behandeln wie Lockergesteins- Grundwasserleiter)
Allgemeine Kriterien		
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 entfernteren 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.

⁵ Praxishilfe Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern, BUWAL und BWG 2003, Abb. 7 / S. 21

Spezielle Kriterien für Karst-Grundwasserleiter		
Ausbildung der Karststrukturen	Zusammenhängendes Karstnetz, hohe Dichte an Karströhren	Wenig ausgebildetes Karstnetz, örtlich begrenzte Karststrukturen
Dominierende Gesteinstypen	Kalke, Gips und Anhydrit, Salz	Mergel, Kalkmergel, Kalkschiefer, Kalkkonglomerate und -brekzien, 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)

2.3 Hydrodynamik des Grundwassers

In den Zonen S_n und S_m dürfen bauliche Eingriffe die Hydrodynamik des Grundwassers nicht beeinträchtigen⁶. Das versickernde Niederschlagswasser zirkuliert in stark heterogenen Grundwasserleitern hauptsächlich entlang offener und kommunizierender Karströhren oder Klüfte. Der Untergrund wird bezüglich des Bergwasserspiegels in folgende drei Bereiche unterteilt.⁷

Vadose Zone

Ungesättigter Bereich, Transitzone des Wassers von der Oberfläche bis zum Bergwasserspiegel. 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 Bergwasserspiegels, d.h. dieser Bereich ist periodisch mit Wasser gesättigt. In Karstsystemen sind Schwankungen des Wasserspiegels von rund 10 bis 100 m üblich, sie können im Extremfall mehrere Hundert Meter erreichen. In Kluft-Grundwasserleitern kann es zu einem Druckaufbau in gewissen Klüften kommen.

Phreatische Zone

Ständig wassergesättigter Bereich unterhalb des Tiefststands des Bergwasserspiegels. 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. Durch das Anschneiden einer solchen Karströhre muss zudem wegen der Gefahr einer plötzlichen starken Wasserführung bei

⁶ Anh. 4, Ziff. 125 Abs. 1 Bst. b GSchV

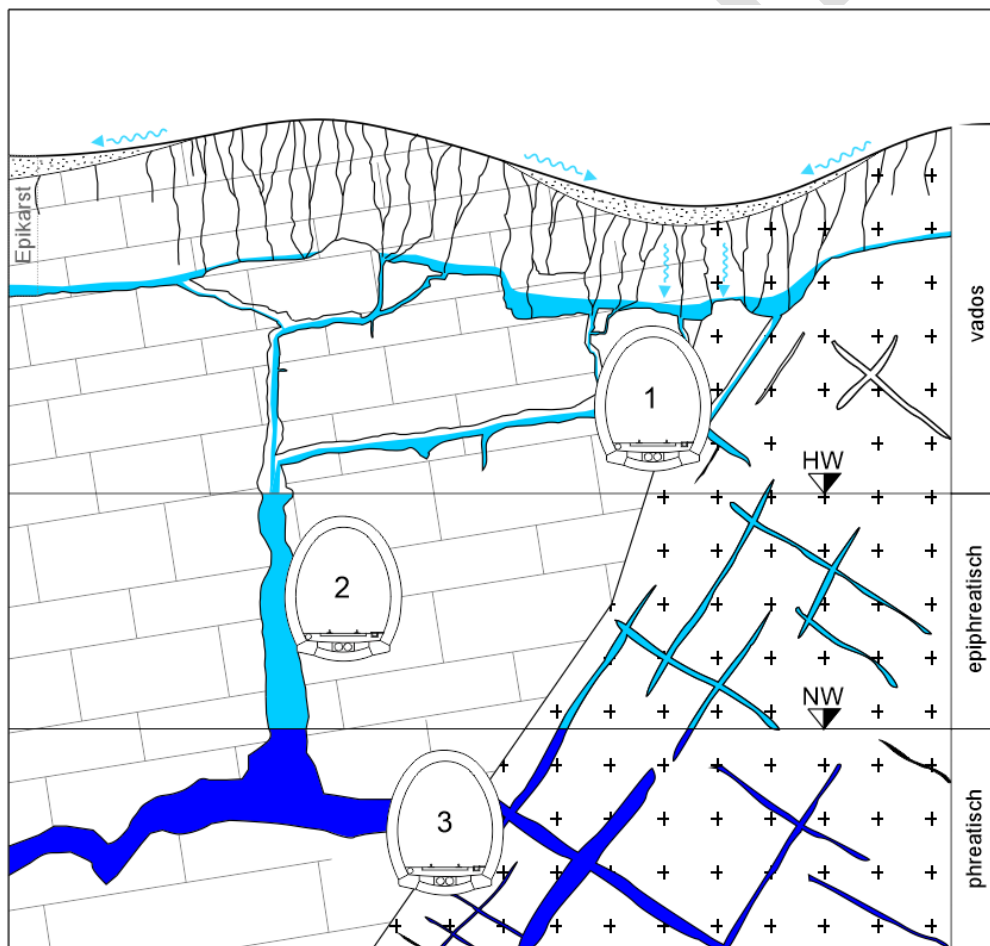
⁷ Hierzu und zum folgenden: KarstALEA Kapitel 3.

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.

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 Bergwasserspiegel nicht abgesenkt wird⁸, sind Ableitungen grosser Bergwassermengen, z.B. durch eine Tunnelentwässerung, unzulässig. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass durch Untertagebauwerke keine Kurzschlüsse zwischen verschiedenen wasserwegsamem Strukturen entstehen⁹. Der ungehinderte Abfluss des Bergwassers 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 oder den Durchfluss behindern.



⁸ Art. 43 Abs. 1 und 6 GSchG

⁹ 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 Vulnerabilität im Einzugsgebiet der Fassung bildet die Grundlage für die Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen. Sie 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“ (2020) ermittelt¹⁰.
- Bei Quellen bildet das hydrogeologische Fassungseinzugsgebiet den Bezugsraum für die Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen.
- Bei Förderbrunnen gilt auch für stark heterogene Grundwasserleiter der Grundsatz, dass für die Dimensionierung der Schutzzonen von der höchsten zulässigen Fördermenge auszugehen ist.
- Gebiete geringer Vulnerabilität im Einzugsgebiet einer Fassung, bei denen das Schutzniveau eine intensivere Landnutzung zulässt, ohne dass die Trinkwassernutzung gefährdet wird, 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. Allgemein gültige Grundlagen zu den Grundwasserschutzzonen S1 und S2, sowie zu den Gewässerschutzbereichen Z_u , A_u und A_o sind in der «Wegleitung Grundwasserschutz» (BUWAL 2004) beschrieben.

¹⁰ 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_n und die Zone S3 durch die Zone S_m ersetzt werden. Dies gilt ausserhalb des engeren Fassungsbereichs von 100 m, wo nach wie vor eine Zone S2 ausgeschieden wird. Gegenüber der EPIK-Methode von 1998 wird in der überarbeiteten EPIK- Methode (EPIK 2020) der Überdeckung ein grösseres Gewicht beigemessen.

3.2 Grundwasserschutzzone S1

Zweck	Die Zone S1 soll verhindern, dass <ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Grundwasserfassung sowie deren unmittelbare Umgebung • Schluckstellen, bei denen eine Gefährdung der Trinkwassernutzung besteht, und deren unmittelbare Umgebung.
Bemessungsgrundlagen	Äussere Begrenzung <ul style="list-style-type: none"> • 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 _h 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 Kriterien wie Grösse, versickerndes Wasservolumen, schnelle Verbindung zur Fassung usw. zu beurteilen. Kriterien dazu sind in der Praxishilfe «Kartierung der Vulnerabilität in Karstgebieten» (BAFU 2020) beschrieben.

3.3 Grundwasserschutzzone S2

Zweck	Die Zone S2 soll verhindern, dass <ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Nahbereich der Fassung
Bemessungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> • 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 angehörten, werden im Wesentlichen der Zone S _h 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. pathogenen 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Gebiete mit hoher Vulnerabilität • Gebiete ohne Bodenschicht (z.B. Karrenfelder) oder mit einer ungenügend ausgebildeten oder nicht durchgehenden Bodenschicht, in denen insbesondere das Ausbringen flüssiger Hof- und Recyclingdünger die Trinkwassernutzung gefährdet
Bemessungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> • 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 Bodenschicht 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. 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 Bodenschicht weisen in der Regel eine hohe Vulnerabilität auf und werden deshalb als Zone S_h ausgeschieden. Ein Gebiet ist ebenfalls als Zone S_h auszuscheiden, wenn davon ausgegangen werden muss, dass die Bodenschicht keine genügende Aufnahmekapazität für ausgebrachten flüssigen Dünger aufweist. Bei der Beurteilung der Vulnerabilität spielt also der Faktor Boden 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 <ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> Gebiete mit mittlerer Vulnerabilität
Bemessungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> 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 Bodenschicht verfügen.

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

3.6 Zuströmbereich Z_u anstelle der Zone S_m

Zweck	<ul style="list-style-type: none"> Anstelle der Zone S_m kann diese besondere Form des Zuströmbereichs Z_u festgelegt werden. Die Nutzungseinschränkungen sind dieselben wie in der Zone S_m, ausser dass der Materialabbau im Bereich Z_u möglich ist, sofern er die Trinkwassernutzung nicht gefährdet.
Betroffene Flächen	<ul style="list-style-type: none"> Gebiete mit mittlerer Vulnerabilität (Fläche der Zone S_m)
Bemessungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> Bestimmung der Vulnerabilität: Gebiete mit mittlerer Vulnerabilität können dem Bereich Z_u anstelle der Zone S_m zugeordnet werden.
Neuerungen gegenüber GSchV vor 1.1.2016:	Die Möglichkeit der Ausscheidung eines Zuströmbereichs Z _u anstelle einer Schutzzone (bisher Zone S3, neu Zone S _m) stellt keine inhaltliche Neuerung dar.

Der „Zuströmbereich Z_u anstelle der Zone S_m“ darf nicht mit dem normalen Zuströmbereich Z_u gemäss Artikel 29 Absatz 1 Buchstabe c GSchV verwechselt werden, welcher bei einer bestehenden oder drohenden Verunreinigung als *Sanierungsinstrument* dient und keine vorbeugende Schutzzone darstellt. Effektiv handelt es sich im vorliegenden Fall um einen Ersatz für die Schutzzone S_m, in welcher ebenfalls alle Einschränkungen der Zone S_m gelten, ausser dem Verbot für den Abbau von Material. Es handelt sich also um ein *Schutzinstrument*. Der „Zuströmbereich Z_u anstelle der Zone S_m“ muss daher auch in den Schutzzonenplänen sowie den kantonalen und kommunalen Richt- und Nutzungsplänen aufgeführt werden und die darin geltenden Nutzungseinschränkungen sind explizit im Schutzzonenreglement der betroffenen Fassung aufzuführen. Es handelt sich nicht um ein Instrument, mit dem andere Nutzungseinschränkungen der Zone S_m umgangen werden können.

3.7 Gewässerschutzbereich A_u

Zweck	<ul style="list-style-type: none"> Der Gewässerschutzbereich A_u gewährleistet den Schutz des nutzbaren (bzw. hier des Einzugsgebiets des genutzten) Grundwassers.
Betroffene Flächen	<ul style="list-style-type: none"> Gebiete mit geringer Vulnerabilität innerhalb des Fassungseinzugsgebiets, welche nicht der Grundwasserschutzzone zugeordnet werden.
Bemessungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> 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 ein Schutzniveau gewährleistet ist, das an der Oberfläche eine intensivere Nutzung zulässt, ohne die Trinkwasserversorgung zu gefährden. 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 ist¹¹.

Bauten und Anlagen in den besonders gefährdeten Bereichen, d.h. im Gewässerschutzbereich A_u und in den Grundwasserschutzzonen, brauchen immer eine kantonale Bewilligung nach Art. 19 Abs. 2 GSchG, wenn sie die Gewässer oder das Grundwasser gefährden können. Über die Bewilligungspflicht haben die Kantone eine Kontrolle über solche Bauten und Anlagen im Einzugsgebiet einer für die Trinkwasserversorgung genutzten Fassung, auch wenn sie ausserhalb der Schutzzone liegen.

3.8 Gewässerschutzbereich A_o zum Schutz infiltrierender Oberflächengewässer

Zweck	<ul style="list-style-type: none"> Der Gewässerschutzbereich A_o gewährleistet zusätzlich zur Grundwasserschutzzone den Schutz oberirdischer Gewässer und deren Uferbereiche, soweit dies zur Gewährleistung einer besonderen Nutzung erforderlich ist (hier der Trinkwassernutzung des Grundwassers, das durch das versickernde Oberflächengewässer beeinflusst wird).
Betroffene Flächen	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> Bestimmung der Infiltrationsverhältnisse im Einzugsgebiet der Fassung
Neuerungen gegenüber GSchV vor 1.1.2016:	keine

¹¹ Anh. 4 Ziff. 111 Abs. 1 GSchV

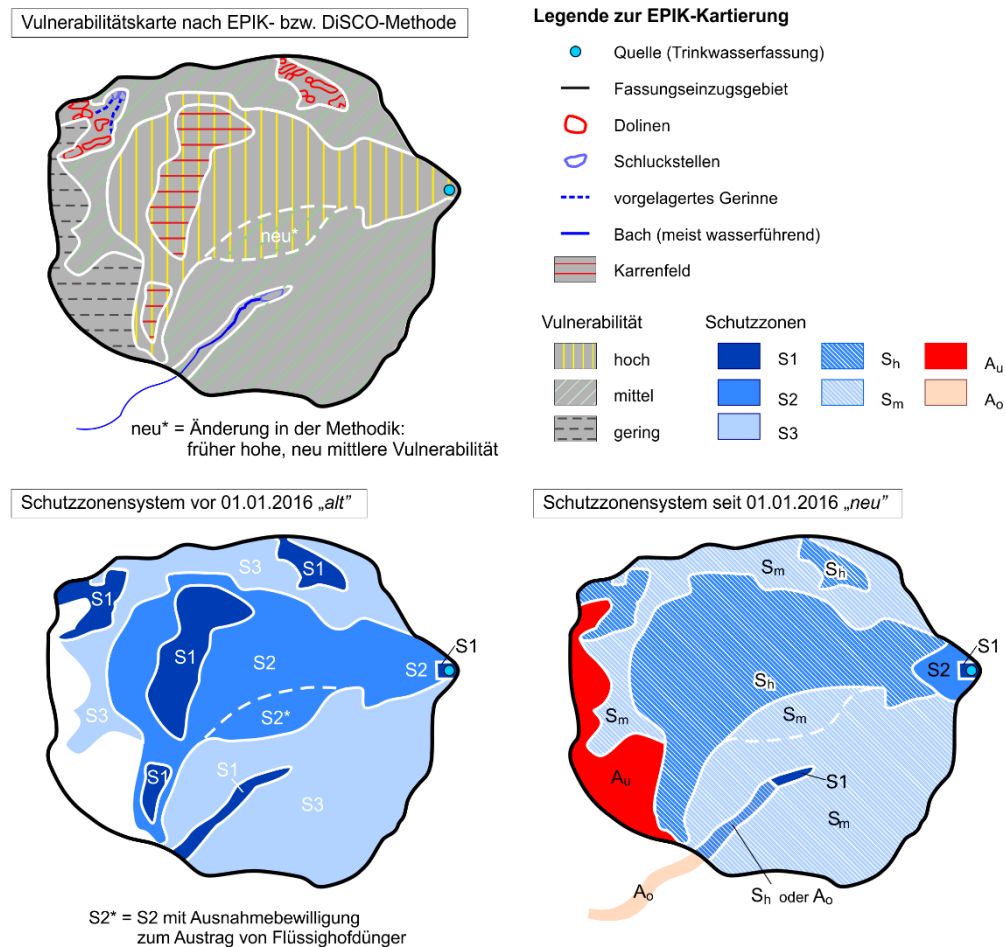
Im Einzugsgebiet einer Grundwasserfassung können Oberflächengewässer wie Flüsse oder Seen ins Grundwasser infiltrieren. Die Grundwasserneubildung in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern kann zudem über versickernde Oberflächengewässer von Gebieten, die ausserhalb des hydrogeologischen Einzugsgebiets s.str. liegen, verstärkt werden: Morphologische Besonderheiten können dazu führen, dass signifikante oberirdische Abflüsse über weitgehend undurchlässige Boden- und Gesteinshorizonte (z.B. Mergel oder feinkörnige Schiefer) ins Einzugsgebiet einer Karst- oder Kluftquelle gelangen und dort versickern. Solche Oberflächengewässer können Verschmutzungsvektoren darstellen, die die Qualität des Grundwassers gefährden. Gewisse Alpine Einzugsgebiete sind zudem durch abschmelzende Gletscher geprägt. Freigesetztes Gletscherwasser (das aufgrund von Aktivitäten auf dem Gletscher verschmutzt sein kann) kann im Abstrombereich permanente oder temporäre Bachsysteme speisen, die in Schluckstellen versickern.

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 ausgeschieden. Wenn daraus ein gleichwertiger Schutz resultiert, kann auch ein Gewässerschutzbereich A_o ausgeschieden werden. Zusätzlich können ausserhalb des hydrogeologischen Einzugsgebietes gelegene Abschnitte von Oberflächengewässern oder Gletschern, die die Qualität des der Fassung zuströmenden Grundwassers beeinträchtigen können, mit dem Gewässerschutzbereich A_o geschützt werden. Bei landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten kann der Schutz des Grundwassers durch die im Gewässerraum geltenden Bestimmungen über die zusätzliche Bezeichnung eines Gewässerschutzbereichs A_o verstärkt werden.

Der Gewässerschutzbereich A_o wird zusätzlich zu den Grundwasserschutzzonen bezeichnet und ermöglicht, dass eine zusätzliche Komponente des Wasserkreislaufs in die Gewässerschutzkarte integriert wird. Dies kann für den Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern von Bedeutung sein und muss von Fall zu Fall evaluiert werden.

Abbildung 3 – Beispielhafter Vergleich der Schutzzonenkonzepte

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



3.9 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 Lockergesteinsgrundwasserleitern die restriktiven Einschränkungen der Grundwasserschutzzone S2, solange die Lage und Ausdehnung der zukünftigen Schutzzonen nicht bekannt ist¹². Dies kann aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse zu sehr grossen Gebieten mit strengen Nutzungseinschränkungen führen. Es empfiehlt sich daher, Lage und Ausdehnung der künftigen Schutzzonen zügig zu bestimmen, sodass jeweils die Nutzungseinschränkungen der entsprechenden Flächen (Zonen S2, S_h oder S_m) gelten.

¹² Anh. 4 Ziff. 23 Abs. 1 GSchV.

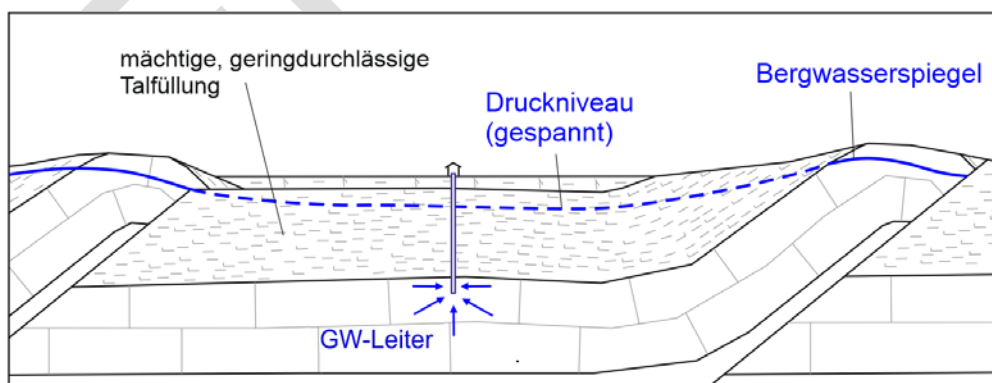
3.10 Sonderfall: Grundwasser aus stark heterogenen Karst- Grundwasserleitern mit mächtiger, geringdurchlässiger Überdeckung

Bei Förderbrunnen, die Karst-Grundwasser unterhalb einer durchgehenden, mächtigen und geringdurchlässigen Überdeckung entnehmen, ist die Gefahr einer Verunreinigung des Grundwassers in der Regel gering. Daher kann in solchen Sonderfällen von der 100-m-Regel für die Dimensionierung der Zone S2 abgewichen werden¹³. 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 entfallen die entsprechenden Schutzzonen S_h und ggf. S_m . Um einen effektiven Schutz des tiefen Grundwassers zu gewährleisten, genügt in solchen Fällen der Schutz der Fassung durch eine Grundwasserschutzzone 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 Umkehr der Gradienten 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 der Schutzwirkung der Überdeckung, z.B. durch Bohrungen, verhindert werden kann.

Abbildung 4 – Nutzung des Grundwassers aus stark heterogenen Grundwasserleitern unter mächtiger Überdeckung



¹³ Vgl. Anh. 4 Ziff. 123 Abs. 3 Bst. a GSchV.

4 Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen

4.1 Grundwasserschutzzonen S_h und S_m

Die Schutzziele der Zonen S_h und S_m sind identisch: Sie 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 wird¹⁴. Das identische Schutzziel von S_h und S_m beruht darauf, dass im Unterschied zu Lockergesteinsgrundwasserleitern 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. Das Fassungseinzugsgebiet muss unter diesem Aspekt als Gesamtsystem betrachtet werden.

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 Nutzungseinschränkungen der Zone S_h gelten (z.B. Austragungsverbot von Flüssighofdünger).

Im Folgenden werden die wesentlichen Unterschiede in den Nutzungseinschränkungen gegenüber den Zonen S3 und S2 kurz ausgeführt, die sich aus den hydrogeologischen Besonderheiten der Zonen S_m und S_h ergeben. Die detaillierten Nutzungseinschränkungen sind in den Referenztabellen in Kapitel 4.5 aufgeführt.

Verwendung von Stoffen (Dünger, Pflanzenschutzmittel, Holzschutzmittel)

Für alle Einschränkungen bei der Verwendung von Stoffen wurden in der Zone S_m die Einschränkungen der Zone S3 übernommen. Der wesentliche Unterschied in den Nutzungsbeschränkungen für Stoffe in der Zone S_h gegenüber der Zone S2 betrifft die Verwendung flüssiger Hof- und Recyclingdünger. Grundsätzlich ist sowohl in der Zone S2 wie in der Zone S_h die Anwendung 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 möglich¹⁵. 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.

Versickerung von Abwasser

Die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser (z.B. Niederschlagswasser 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 zulässig, dies im Unterschied zur Zone S2, wo die Versickerung von Abwasser generell nicht zulässig ist. Zusätzlich darf

¹⁴ Anh. 4 Ziff. 125 Abs. 1 Bst. a und b GSchV.

¹⁵ Anh. 2.6. Ziff. 3.3.1. Abs. 2 und Ziff. 3.3.2 Abs. 1 ChemRRV.

in der Zone S_m auch behandeltes kommunales Abwasser aus Kleinkläranlagen versickert werden, sofern dessen Ableitung aus der Schutzzone unverhältnismässig wäre und eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann¹⁶. Eine solche Versickerung darf allerdings in jedem Fall nur dann erfolgen, wenn

- das Abwasser behandelt worden ist und die Anforderungen an die Einleitung in ein Gewässer erfüllt,
- im Grundwasser auch nach der Versickerung die Anforderungen an die Wasserqualität von Anhang 2 GSchV eingehalten werden,
- die Versickerung in einer dafür bestimmten Anlage mit biologisch aktiver Bodenschicht erfolgt, bei der auch langfristig die Richtwerte der VBBo eingehalten werden und
- die Anforderungen an den Betrieb von Abwasseranlagen, die Abwasser in ein Gewässer einleiten, eingehalten sind.

Das Vorgehen ist im Detail im Leitfaden «Abwasser im ländlichen Raum» (VSA 2017) sowie in der Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter» (VSA 2019) beschrieben.

Bauten und Anlagen

Bezüglich Bauten und Anlagen gelten fast 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 einer einzelnen Kluft negativ auf die Hydrodynamik und somit auf einzelne 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 4.4).

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 Gründe¹⁷ 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 Zuströmbereich Z_u anstelle der Zone S_m

Wird ein Zuströmbereich Z_u anstelle der Zone S_m bezeichnet, so gelten darin dieselben Nutzungseinschränkungen wie in der Zone S_m . Der Materialabbau bildet die einzige Ausnahme von den für die Schutzzone S_m geltenden Auflagen: dieser ist im

¹⁶ Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. c GSchV

¹⁷ 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 (Anh. 4 Ziff. 222 Abs. 1 Bst. a GSchV).

Zuströmbereich Z_u zugelassen, wenn dadurch die Trinkwassernutzung nicht gefährdet wird. Der Z_u anstelle von S_m ist in den entsprechenden Plänen (Schutzzoneplan, Gewässerschutzkarte, ÖREBK, kantonale und kommunale Richt- und Nutzungspläne) auszuweisen und die darin geltenden Nutzungsbeschränkungen sind im Schutzzoneplan aufzuführen.

4.3 Gewässerschutzbereich A_0

Bei landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten ist zu beachten, dass innerhalb des Gewässerraums die Anwendung von Düngern und Pflanzenschutzmitteln nicht zulässig ist¹⁸. Bei Gewässern ohne definitiv ausgeschiedenen Gewässerraum dürfen keine Dünger und Pflanzenschutzmittel in einem Streifen von 3 m Breite neben dem Gewässer eingesetzt werden¹⁹. 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 vierten Meter zulässig)²⁰. Diese Bestimmungen gewähren bei infiltrierenden Oberflächengewässern auch einen gewissen Schutz des Grundwassers.

Für einen zusätzlichen Schutz kann zudem ein Gewässerschutzbereich A_0 bezeichnet werden. Die darin anzuwendenden Nutzungseinschränkungen sind kantonale festzulegen. In der Regel sind die Schutzbestimmungen in Gewässerschutzbereichen nicht direkt eigentümergebunden (d.h. sie werden nicht im Grundbuch eingetragen). Spezifische Nutzungseinschränkungen im Gewässerschutzbereich A_0 müssen deshalb meist in Einzelverfügungen mit jedem betroffenen Grundbesitzer festgehalten werden.

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

4.4 Besonderheiten bei Eingriffen im Untergrund

Bei der Ausscheidung von Grundwasserschutzonen wird vor allem auf die oberflächennahen Bereiche geachtet, weil dies für den üblichen Vollzug der massgebende Bereich ist. Für Schutzonen in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern gilt dies ganz besonders, da die Ausscheidung der Schutzonen mehrheitlich auf der Auswertung von an der Oberfläche erhobenen Parametern basiert. So wird die Vulnerabilität, auf die sich die Ausscheidung der Schutzonen stützt, massgeblich durch die Ausbildung der Überdeckung bestimmt.

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 haben²¹. Das Risiko einer

¹⁸ Art. 41c Abs. 3 GSchV

¹⁹ Anh. 2.5 Ziff. 1.1 Abs. 1 Bst. e ChemRRV, Anh. 2.6 Ziff. 331 Abs. 1 Bst. d ChemRRV.

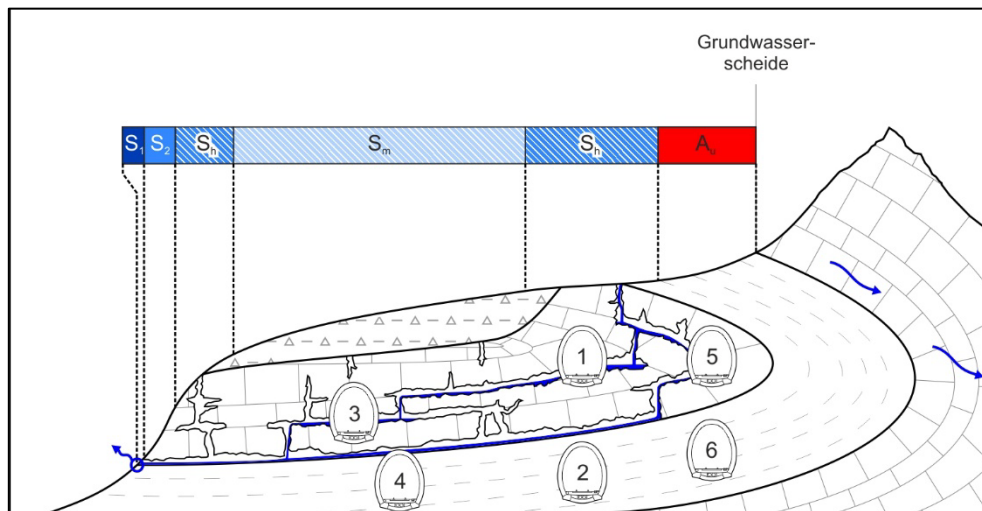
²⁰ Anh. 1 Ziff. 9.6 DZV

²¹ Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. b GSchV.

solchen Beeinträchtigung in der Tiefe ist dabei nicht unbedingt 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.

Abbildung 5 – Beurteilung baulicher Eingriffe im Untergrund

Die Bauvorhaben 1 und 2 befinden sich zwar beide bezüglich der Oberfläche in der Zone S_h , 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), welche für die Schutzzonenausscheidung erhoben wurden, können zur Abklärung der Strukturen im Untergrund beitragen und die Beurteilung unterstützen. Bei grösseren Vorhaben kann es notwendig 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, welche 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.

4.5 Referenztabellen

In den nachfolgenden Referenztabellen werden, geordnet nach Tätigkeiten und Anlagentypen, die Nutzungsbeschränkungen und Schutzmassnahmen aufgelistet, welche innerhalb der Grundwasserschutzzonen Sh und Sm gelten. Die Nutzungsbeschränkungen in den Grundwasserschutzzonen S1 und S2, 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. Für wasserbauliche Massnahmen an Fliessgewässern wird auf die Referenztable im Vollzugshilfemodul «Grundwasserschutz bei flussnahen Fassungen» (BAFU, in Vorbereitung) 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
Grundwasserschutz bei flussnahen Fassungen	in Vorbereitung

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 Bestandesgarantie, 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 zu den Referenztabellen

1. Baustellen, Baugrubensicherung und Foundationen
2. Oberirdische Bauten, Betriebe und Anlagen
3. Wärmenutzung aus dem Untergrund
4. Abwasseranlagen
5. Versickerungsanlagen
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 gebotenen 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 notwendig. 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 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 Fundationen

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 (temporär) wegfällt und Verunreinigungen sehr schnell in die Fassung gelangen können. Mit Erdarbeiten oder Bohrungen verbundene Bauarbeiten müssen deshalb in solchen Gebieten besonders sorgfältig geplant und ausgeführt werden.

Nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasser muss ggf. mittels unter den bestehenden Umständen erforderlichen Massnahmen vorgebeugt werden (Sorgfaltpflicht, 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 Bauherr, 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_n	S_m
Grossbaustellen und Installationsplätze	-.1	b
Abstellplätze für Nutzfahrzeuge und Baumaschinen (keine Wartung)	b ²	b ²
Auftanken von Nutzfahrzeugen und Baumaschinen	-.3	b ³
Plätze für Fahrzeug- und Baumaschinenwartung sowie Lagerplätze für geölte, gefettete oder chemisch behandelte Baumaterialien	-.2	b ²
Lagerplatz für neu hergestellte Beton-Fertigteile (z.B. Tübbinge)	-.2	b ²
Betrieb und Reinigung von Aufbereitungs-, und Mischanlagen für Beton und Mörtel sowie von grösseren Apparaten für Bohr- und Fräsarbeiten	-.2	b ²
Sanitäre Anlagen	-.4	b ⁴
Reinigungsarbeiten und Oberflächenbehandlungen, die zu verschmutztem Abwasser führen können (z.B. Fassadenreinigung)	-.5	b ⁵
Dichtungswände	-	-
Spundwände	-.6	-.6
Ramm- und Bohrpfählung ^{7, 10, 14}		
- gerammte Holzpfähle und Fertigbetonpfähle	b	b
- Ortsbetonpfähle	-.1, 8	b ⁸
- Bohrpfähle mit Bohrspülung	-	-
- Bohrpfähle mit Trockendrehbohrung	-.1	b
- Fundationen mittels Hochdruck-, Düsenstrahl- und Einspülverfahren	-	-
Spritzbeton	b ⁸	b ⁸
Verdichtungsarbeiten (z.B. Rüttelverdichtung)	-.8, 9, 14	-.8, 9, 14
Injektionen	-.1, 8, 9	-.8, 9
Sondierbohrungen ^{7, 8, 10} , Rammsondierungen ¹⁰	b	b
Bohrungen zur Wärmenutzung aus dem Untergrund	siehe Referenztabelle 3	

Grabungen, Baggerschlitz	b	b
Terrainveränderungen mit Abgrabungen (z.B. für Golfplätze, Skipisten, Parkanlagen)	-	b ¹¹
Terrainveränderungen mit Aufschüttungen (z.B. Golfplätze, Skipisten, Park- und Gartenanlagen)	b ¹²	b ¹²
Verwertung von unverschmutztem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial	b ¹³	b ¹³
Verwendung von Recyclingbaustoffen und/oder industriellen Nebenprodukten	-	_ ^{13, 14}
Verwendung von geöltem oder geschmiertem Schalungsmaterial	-	-
Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten (Treibstoffe, Brennstoffe, usw.)	siehe Referenztable 6	

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) Massnahmen sind insbesondere ein dichter Belag, Randbordüren und die fachgerechte Beseitigung des Abwassers, ggf. 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 zum Abpumpen).
- 5) Versickerungsverbot mit Ausnahmen gemäss Art. 8 GSchV.
- 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 nachzuweisen, dass die eingesetzten Stoffe die Grundwasserqualität nicht gefährden können.
- 9) Ausschliesslich zur Stabilisierung im nicht wassergesättigten Untergrund.
- 10) Die Beeinträchtigung des Grundwassers durch die durchstossenden Bohrungen muss durch Schutzvorkehrungen verhindert werden (Art. 43 Abs. 3 GSchG).
- 11) Nicht zulässig sind dauerhafte nachteilige Verminderungen der schützenden Überdeckung (Boden und Deckschicht; Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. d GSchV).
- 12) Es darf ausschliesslich unverschmutztes Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial verwendet werden. Die Funktion der schützenden Bodenschicht ist einschliesslich der Vegetation nahtlos wiederherzustellen.
- 13) Anforderungen nach VVEA. Wird die Aufschüttung nicht durch ein dichtes Bauwerk abgedeckt, muss die Funktion der schützenden Bodenschicht einschliesslich der Vegetation nahtlos wiederhergestellt werden.
- 14) Ein sicherer Abstand zu wasserwegsamem Strukturen muss eingehalten werden.

2. Oberirdische Bauten, Betriebe und Anlagen

	S _n	S _m
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.	-	_ ³
Durchlässig gestaltete Einzelparkplätze und Garagenvorplätze ohne Wasseranschluss (keine Fahrzeugwäsche oder -wartung).	_ ⁴	b
Einzelparkplätze und Garagenvorplätze mit Wasseranschluss sowie nicht-gewerbliche Einzel-Autowaschplätze	_ ⁵	b ⁵

Gewerbliche Waschplätze für Fahrzeuge (inkl. Waschstrassen und öffentliche Waschanlagen)	-	-
Baustellen (inkl. Baugrubensicherung und Fundationen)	siehe Referenztabelle 1	
Windkraftanlagen	siehe Referenztabellen 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 Referenztabellen 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) In der Zone S_h sind nur Parkplätze mit dichtem Belag zulässig. Verfügt der Parkplatz über keinen Wasseranschluss, kann das anfallende Abwasser über die Schulter über eine biologisch aktive Bodenschicht versickert werden.
- 5) Massnahmen sind insbesondere dichter Belag, Randbordüren und fachgerechte 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 Schutzzonen 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 im Boden, 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_h	S_m
Erdwärmesonden	-	-
Erdregister, Wärmekörbe	- ¹	- ¹
Energiepfähle und ähnliche thermoaktive Elemente	- ¹	b ¹
Entnahmebrunnen und Versickerungsbauwerke für die Nutzung von Grundwasser zu Heiz- und Kühlzwecken.	-	-
Koaxialbrunnen	-	-
Tiefengeothermische Anlagen (Geothermiebohrungen)	-	-

Indizes

- 1) Keine Direktverdampferanlagen. Flüssigkeitsverluste müssen leicht erkannt werden können (selbsttätige Lecküberwachung). Keine Flüssigkeiten als Wärmeträger, die 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.

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)

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

Indizes

- 1) Die Planung und Erstellung von Abwasseranlagen haben nach der Schweizer Norm SN 592 000 (SIA 2017) 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 Grundwasserschutzonen 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 Kanalfertigkeitsaufnahme. 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. Sie 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 werden. Eine allfällige Versickerung des behandelten Abwassers ist nach Referenztabelle 5 zu beurteilen.

5. Versickerungsanlagen

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

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

	S_n	S_m
Versickerungsanlagen für nicht verschmutztes Abwasser - über eine biologisch aktive Bodenschicht	b ¹	b ¹

- unter Umgehung einer biologisch aktiven Bodenschicht	-	-
Versickerungsanlagen für gereinigtes Abwasser	-	-2
Versickerung von Gleisabwasser ⁴	-1,3	-1,2,3
Versickerung von Strassenabwasser ⁵	-1	-1,2
Versickerung von Flug-Pistenabwasser	-1	-1,2

Indizes

- 1) In den Zonen S_m und S_n darf nicht verschmutztes Abwasser über eine biologisch aktive Bodenschicht dezentral versickert werden (über die Schulter oder in einem Graben mit bewachsener Oberfläche). Eine punktuelle Versickerung 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 «Wegleitung Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen» (BAFU 2002) zu beachten.
- 2) Gereinigtes 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) Als nicht verschmutztes Abwasser kann nur Gleisabwasser der Belastungsklasse «gering» gemäss Richtlinie «Entwässerung von Eisenbahnanlagen» (BAV und BAFU 2014) eingestuft werden.
- 4) Technische Details siehe Richtlinie «Entwässerung von Eisenbahnanlagen» (BAV und BAFU 2018).
- 5) Technische Details siehe Richtlinie «Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen» (ASTRA 2013).

6. Lagerung und Umschlag von wassergefährdenden Flüssigkeiten

Eine Hilfe zur Einstufung von Flüssigkeiten bietet die Liste «Klassierung wassergefährdender Flüssigkeiten» des Bundesamtes für Umwelt BAFU²². 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_n	S_m
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 ^{1,2,3,4}	b ^{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	- ⁶	b ⁶

Indizes

²² https://tankportal.ch/wp-content/uploads/Klassierung_wassergefaehrdender_Fluessigkeiten.pdf

- 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) 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. 221^{bis} 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 S3 zugelassen sind.
- 6) Für die Erstellung und den Betrieb elektrischer Anlagen (u.a. Transformatorenstationen) 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.

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 _h	S _m
Bahnhof ohne oder mit wenig Güterumschlag	b ¹	b
- Perron	b ²	b ²
- Personenunterführung	b ^{3, 4, 5}	b ^{3, 4, 5}
Stationen und Masten für Seilbahnen, Sessellifte und Skilifte	b ¹	b
Rangier- oder Güterbahnhof, Güterumschlagsbereich inkl. wassergefährdende Flüssigkeiten, Abstellgleise	-	-, 3, 4
Bahndienst-Werkstatt und -Depot	-	-, 3, 4
Garagen mit Betankung und Unterhalt von Pistenfahrzeugen	-, 3, 4	b ^{3, 4}
Trasseeführung		
- in Dammlage oder ebenerdig	b	b
- in Unterführungen oder Geländeinschnitten	-, 3, 5	b ^{3, 5}
- Tunnel	siehe Referenztable 10	
Fahrbahn		
- mit Abdichtung (Sperrschicht)	b ³	b ³
- ohne Abdichtung (Sperrschicht)	-	-
Grössere bzw. mehrere Spurwechsel	b	b
Schutzweichen (mit Inkaufnahme der Entgleisung)	-	-
Schienenschmieranlagen	-	-
Baustellen und Fundationen	siehe Referenztable 1	
Versickerung von Abwasser	siehe Referenztable 5	
Transformatoren, Notstromaggregate und Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Lagerung, Einsatz, Umschlag)	siehe Referenztable 6	
Lagerung und Umschlag von wassergefährdenden Flüssigkeiten	siehe Referenztable 6	
Verwendung von Pflanzenschutzmitteln	siehe Referenztable 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) Die Entwässerung des Perrons über die Perronkante in den Gleiskörper ist unzulässig. Das Niederschlagswasser muss abgeleitet werden.

- 3) Das Abwasser muss fachgerecht beseitigt werden, ggf. nach Behandlung, siehe Referenztable 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_h	S_m
Strassen		
- in Dammlage oder ebenerdig	b	b
- in Unterführungen und Geländeeinschnitten	b ^{1,2}	b ^{1,2}
Landwirtschaftliche Flurwege und Forststrassen	b	b
Tankstellen	-	-
Grosse Parkplatzanlagen	- ¹	b 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, ggf. 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_h	S_m
Befestigte Pisten und Helikopterlandeplätze	- ^{1,2}	b ²
Unbefestigte Pisten und Helikopterlandeplätze	- ^{1,3}	b 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, ggf. nach Behandlung, siehe Referenztable 5.
- 3) Betanken oder Enteisen ist 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 4.4). 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 sinngemäss der KarstALEA-Methode die vorhandenen Kenntnisse ausgewertet werden.

	S_h	S_m
--	----------------------	----------------------

Tunnelbau	- ¹	- ¹
Instandsetzung von oder Wartungsarbeiten an Untertagebauten	b	b
Freispiegel- und Druckstollen, Wasserschläsler, Kraftwerkskavernen ohne Transformatoren	- ¹	- ¹
Kraftwerkskavernen mit Transformatoren	-	-

Indizes

- 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 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 und der Boden genügt nicht, um auch nur geringe Mengen Gülle aufnehmen zu können. Auch in der Zone S_m ist eine möglichst weitgehende Reduktion der acker-, garten- und gemüsebaulichen Produktion zu Gunsten eines erhöhten Anteils Dauergrünland anzustreben.

Bei Verunreinigungen oder drohenden Verunreinigungen des Grundwassers scheidet die Behörden zur Sanierung einen Zuströmbereich aus und legen darin die notwendigen Einschränkungen und Auflagen für die landwirtschaftlichen Nutzungen fest²³.

Bezüglich der technischen Details zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft wird auf die Vollzugshilfe «Umweltschutz in der Landwirtschaft» (BAFU und BLW 2016) verwiesen.

	S _h	S _m
Dauergrünland (Schnittnutzung)	+	+
Weidehaltung von Nutz-, Freizeit- und Sporttieren	+	+
Tränkestellen, Futterboxen und Unterstände auf Weiden	- ¹	+
Ackerfläche (inkl. Kunstwiesen)	b ¹	+
Obst-, Wein- und Gemüsebau sowie vergleichbare landwirtschaftliche Intensivkulturen und Gartenbau	- ¹	b
Container-Pflanzschulen, Freiland-Baumschulen u.Ä.	- ¹	b
Bewässerung mit nicht verschmutztem Grund- oder Oberflächenwasser	- ¹	+
Freilandhaltung von Schweinen	-	b
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	- ¹	b
Stallungen	- ¹	b ²
Lagerung von Siloballen auf Naturboden	-	+
Flachsilos mit Ableitung in Sammelbehälter	- ^{1,5}	b ^{2,5}
Hochsilos mit Ableitung in Sammelbehälter	- ⁵	b ⁵
Erdverlegte Lageranlagen für flüssige Hof- und Recyclingdünger (Güllegruben)	- ^{3,5}	b ^{3,5}
Erdverlegte Leitungen für flüssige Hof- und Recyclingdünger, Güllezapfstellen	-	- ⁵
Überflur-Lagerbehälter für flüssige Hof- und Recyclingdünger	- ^{4,5}	b ^{4,5}
Gülleteiche	-	-
Lager für feste Hof- und Recyclingdünger (Misthaufen, Kompostmieten)		
- Lager auf Platte mit Ableitung in Sammelbehälter	- ¹	b
- Zwischenlagerung im Feld, Feldrandkompostierung	-	-

²³ 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.

Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten (Pflanzenschutzmittel, Treibstoffe, Brennstoffe usw.)	siehe Referenztablelle 6
Verwendung von Düngern, Pflanzenschutzmitteln und Holzschutzmitteln	siehe Referenztablelle 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) Nur mit vollständiger Entwässerung der Bodenplatte in ein Güllelager oder einen entsprechend dimensionierten separaten Sammelbehälter.
- 3) Der Einbau eines Leckererkennungssystems 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 Wegleitungen) sind alle 5 Jahre zu prüfen und zu protokollieren. Dabei ist auch die korrekte Entwässerung des Hofes zu kontrollieren.
- 4) 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.
- 5) 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_h	S_m
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	- ¹	b
Rodungen	- ³	- ³
Verwendung von Düngern, Pflanzenschutzmitteln und Holzschutzmitteln	siehe Referenztablelle 13	

Index

- 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 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).
- 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, welche 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 BLW veröffentlicht und laufend nachgeführt²⁴.

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

	S_h	S_m
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) - 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 - 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 - Behandlung von geschlagenem Holz mit Insektiziden im Wald - Auf und an Gleisanlagen - In oberirdischen Gewässern und auf einem Streifen von 3 Metern Breite entlang der Gewässer sowie im gesamten Gewässerraum. - Herbizide und Regulatoren - auf Lagerplätzen, Dächern und Terrassen - auf und entlang von Strassen, Wegen und Plätzen - auf Böschungen und Grünstreifen entlang von Strassen und Gleisanlagen - Übrige Flächen und Nutzungen (Landwirtschaft, Park- und Sportanlagen usw.)	_ ₁ _ _{3, 4} _ _{3, 4} - _ _{3, 6, 7} _ _{3, 8} - _ _{3, 9} _ _{3, 10}	_ _{1, 2} _ ₄ _ ₄ _ ₅ _ ₇ _ ₈ - _ ₉ _ ₁₀ 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 im Pufferstreifen von 3 Metern Breite und in bestockten Weiden (Anh. 2.5 Ziff. 1.2 Abs. 2 ChemRRV).

²⁴ www.psm.admin.ch/de/produkte

- 2) Kann in forstlichen Pflanzgärten vom Kanton 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_h nur angewendet werden, wenn sie oder ihre biologisch bedeutsamen Metabolite nicht aufgrund ihrer Mobilität oder ihrer mangelnden Abbaubarkeit 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_h 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 des Gewässers: 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_h	S_m
Parkanlagen	b	+
Kunsteisbahnen	-	-
Natureisbahnen	b	b
Permanente Parcours für nicht motorisierte Sportarten (z.B. Vitaparcours, Mountain-Bike-Parcours, Reitwege)	b	b
Permanente Parcours für motorisierte Sportarten (z.B. Motocross)	-	-
Mechanisch präparierte Skipisten und Langlauf-Loipen (ohne bauliche Eingriffe)	+	+
Bau von Skipisten und Langlauf-Loipen mit Terrainveränderungen	- ³	b ³
Beschneigungsanlagen (inkl. Wasser- und Elektroleitungen)	b ²	b
Rodel- und Bobbahnen	b ³	b ³
Golfplätze		
- Greens und Tees, Fairways	- ¹	b
- Roughs	+	+
Sportplätze und Freibäder		
- Wasseraufbereitung	- ¹	b
- Schwimmbecken, Hartanlagen wie Tennisplätze, Minigolfanlagen, fest installierte Kinderspielplätze und ähnliche Anlagen	b ³	b ³
- Kunstrasenanlagen	- ⁴	b ⁴
- Grünanlagen	b	+
Zeltplätze sowie Plätze für Wohnwagen und Mobilhomes	- ^{1,5}	b
Familiengartenanlagen (Schrebergärten)	- ¹	b
Temporäre oder permanente Infrastrukturanlagen für Grossanlässe, Festivitäten und Sportveranstaltungen	- ¹	b
Reitplätze	- ¹	b

Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten (Chemikalien für Wasseraufbereitung, Treibstoffe, usw.)	siehe Referenztable 6
Anwendung von Düngern, Pflanzenschutzmitteln und Holzschutzmitteln	siehe Referenztable 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) Beschneidung 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 Regenabwasser über eine biologisch aktive Bodenschicht (Anh. 4 Ziff. 221^{bis} Abs. 1 Bst. c GSchV).

15. Friedhofsanlagen und Wasenplätze

	S_h	S_m
Friedhofsanlagen für Erdbestattungen	-	-
Friedhofsanlagen für Urnengräber	b	+
Wasenplätze	-	-

16. Materialausbeutung und Gewinnung von Bodenschätzen

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

Indizes

- 1) Wurde anstelle der Zone S_m ein Zuströmbereich Z_z 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_h	S_m
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
Lagerung und Umschlagplätze von wassergefährdenden Flüssigkeiten (Treibstoffe, Brennstoffe, usw.) sowie von Feststoffen, die vermisch mit Flüssigkeiten zu wassergefährdenden Flüssigkeiten werden	siehe Referenztable 6	

18. Militärische Anlagen und Schiessplätze

	S_n	S_m
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		
- mit Vollmunition (inkl. zivile Scheibenstände)	-	b
- mit Sprengmunition	-	-
- mit Brand- und Nebelmunition	-	-

Entwurf

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 Karstgrundwasserleitern (Methode EPIK). 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 2002: Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen. Wegleitung. Vollzug Umwelt: 59 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

SIA 2017: SIA-Norm 190 Kanalisationen

SIA 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: Empfehlung des VSE über den Schutz der Gewässer bei Erstellung und Betrieb von elektrischen Anlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten, Version 2.19 d: 26 S.