Vollzug Umwelt

Wegleitung Grundwasserschutz

Bundesamt für
Umwelt, Wald und
Landschaft
BUWAL

Vollzug Umwelt

Wegleitung Grundwasserschutz

Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL
Bern, 2004

Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation
Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BUWAL als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis ermöglichen. Das BUWAL veröffentlicht solche Vollzugshilfen (oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe «Vollzug Umwelt».
Die Vollzugshilfen gewährleisten einerseits ein grosses Mass an Rechtsgleichheit und Rechtssicherheit; andererseits ermöglichen sie im Einzelfall flexible und angepasste Lösungen. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen. Andere Lösungen sind nicht ausgeschlossen; gemäss Gerichtspraxis muss jedoch nachgewiesen werden, dass sie rechtskonform sind.

Herausgeber
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)
Das BUWAL ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)

Projektleitung
Daniel Hartmann; Ronald Kozel (Vorsitz); Claude Marie Marcuard; Federico Matousek; Benjamin Meylan; Peter Michel

Gemeinsame Arbeitsgruppe der Schweizerischen Gesellschaft für Hydrogeologie (SGH) und des BUWAL
Riccardo Bernasconi, Büro Dr. R. Bernasconi, Sargans*; Daniele Biaggi, Geotechnisches Institut, Bern*; Yves-Alain Brechbühler, Büro Yves A. Brechbühler, Boudry*; Samuel Cornaz, BUWAL, Bern*; Michel Fischler, BLW, Bern; Pierre Gaille, SVGW, Zürich; Daniel Hartmann, BUWAL, Bern*; Eduard Hoehn, EAWAG, Dübendorf*; Peter Jordan, Amt für Wasserwirtschaft, Solothurn*; René Jordan, SVGW, Zürich; Ronald Kozel, BWG, Bern (Vorsitz)*; Hans-Jörg Lehmann, BLW, Bern; Claude Marie Marcuard, Büro maric, Aigle*; Michel Marrel, SESA, Lausanne*; Federico Matousek, Büro mbn, Baden*; Anne-Marie Mayerat, SBB, Bern; Benjamin Meylan, BUWAL, Bern*; Peter Michel, BUWAL, Bern; Aurèle Parriaux, EPF-GEOLEP, Lausanne*; René Teutsch, FSK, Bern*; Jean-Pierre Tripet, BWG, Bern*; Kurt Venzin, AWEL, Zürich; Laurence von Segesser, SBB, Bern; Paul Wersin, NAGRA, Wettingen*; Martin Würsten, AfU, Solothurn; Frédéric Zuber, AfU, Sitten*; Jürg Zobrist, EAWAG, Dübendorf*
(*Mitglied der SGH)

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

Redaktion
Fritz Brühlmann; Raeto Conrad; Peter Haldimann; Theo Kempf

Gestaltung
Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

Titelfoto
Fassungsgebäude in der Langen Erlen, Kanton Basel Stadt (Benjamin Meylan, BUWAL)

Illustrationen
Raphael Volery, Zürich

Bildnachweis
Peter Hayoz, Nico Goldscheider, Ronald Kozel

Karten
VECTOR25 2002 Bundesamt für Landestopografie (DV002232), © BUWAL 2002

Bezug und PDF-Download
BBL, Vertrieb Bundespublikationen
CH-3003 Bern
www.bundespublikationen.admin.ch
Bestellnummer: 810.000.007d

www.bafu.admin.ch/publikationen
Code: VU-2508-D

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache erhältlich.

© BUWAL 2004

Inhaltsverzeichnis

Abstracts 5

Vorwort 7

Einleitung 9

Gesetzliche Grundlagen 10

1 Das Grundwasser: seine Nutzung, seine Gefährdung, sein Schutz 11
1.1 Was ist Grundwasser? 11
1.1.1 Definitionen und Begriffe 11
1.1.2 Grundwasserleiter 13
1.1.3 Grundwasserbeschaffenheit 17
1.2 Die Nutzung des Grundwassers 21
1.3 Die Gefährdung des Grundwassers 25
1.3.1 Qualitative Aspekte 25
1.3.2 Quantitative Aspekte 25
1.4 Der Schutz des Grundwassers 26
1.4.1 Grundsätzliches 26
1.4.2 Flächendeckender Grundwasserschutz 27
1.4.3 Nutzungsorientierter Grundwasserschutz 28
1.4.4 Vorgehen bei verunreinigtem Grundwasser 28

2 Planerischer Schutz des Grundwassers 29
2.1 Allgemeines 29
2.1.1 Grundlagenbeschaffung 29
2.1.2 Gewässerschutzkarten 29
2.1.3 Raumplanerische Verankerung des Grundwasserschutzes 32
2.1.4 Regionale Versorgungsplanung 32
2.1.5 Standortplanung für Fassungsanlagen 32
2.2 Gewässerschutzbereiche 33
2.2.1 Definition und Zielsetzung 33
2.2.2 Gewässerschutzbereich A_U 34
2.2.3 Zuströmbereich Z_U 35
2.2.4 Vorgehen zur Bemessung des Zuströmbereichs Z_U 38
2.3 Grundwasserschutzzonen 39
2.3.1 Definitionen und Zielsetzung 39
2.3.2 Generelles Vorgehen zum Ausscheiden der Schutzzonen 40
2.3.3 Bemessung der Schutzzonen bei Lockergesteins-Grundwasserleitern 43
2.3.4 Bemessung der Schutzzonen bei Karst-Grundwasserleitern 48
2.3.5 Bemessung der Schutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern 51
2.4 Grundwasserschutzareale 54
2.4.1 Definition und Zielsetzung 54
2.4.2 Bemessung der Grundwasserschutzareale 54

3 Schutzmassnahmen 55
3.1 Flächendeckende Schutzmassnahmen 55
3.1.1 Qualitativer Schutz 55
3.1.2 Quantitativer Schutz 55
3.2 Generelle nutzungsorientierte Schutzmassnahmen 57
3.2.1 Schutzmassnahmen in den besonders gefährdeten Bereichen A_U und Z_U 57
3.2.2 Schutzmassnahmen in Grundwasserschutzzonen 59
3.2.3 Schutzmassnahmen in Grundwasserschutzarealen 61
3.2.4 Bewilligungspflicht 62
3.3 Spezielle nutzungsorientierte Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen (Referenztabellen) 63
Indizes 85
3.4 Landwirtschaftliche Bodennutzung im Zuströmbereich Z_U 89
3.4.1 Grundsätzliches zu den Massnahmen im Zuströmbereich 89
3.4.2 Vorgehen zur Erarbeitung der notwendigen Massnahmen 90
3.4.3 Zielformulierung / Soll-Bewirtschaftung 91
3.4.4 Schutzmassnahmen 91
3.4.5 Zusammenfassung 92

4 Vollzug 93
4.1 Aufgaben und Kompetenzen 93
4.2 Anpassungen beim planerischen Schutz auf Grund der Gewässerschutzverordnung 1998 94
4.2.1 Wo herrscht ein Bedarf nach Überarbeitung? 94
4.2.2 Verantwortlichkeiten 95
4.3 Vorgehen bei Schutzzonen mit nicht zonenkonformen Nutzungen 95
4.3.1 Grundsätzliches 95
4.3.2 Gesetzlicher Spielraum für Ausnahmemöglichkeiten 95

4.4	Vorgehen bei der Neuausscheidung von Schutzzonen S2 im Falle bestehender Anlagen	96
4.4.1	Geringfügige Gefährdung (Bagatellfälle)	96
4.4.2	Wesentliche Gefährdung	96
4.4.3	Priorität Wasserfassung	97
4.4.4	Priorität andere Nutzung	97
4.5	Eigentumsbeschränkungen und Entschädigungen	98
4.5.1	Voraussetzungen für Eigentumsbeschränkungen	98
4.5.2	Verfahren und Rechtsmittel	98
4.5.3	Frage einer materiellen Enteignung infolge von Gewässerschutzmassnahmen	99
4.5.4	Entschädigungspflicht bei Grundwasserschutzmassnahmen	99
4.5.5	Bemessung einer Entschädigung	101
4.5.6	Der Entschädigungspflichtige	101
4.6	Ermittlung des Grundwasserzustandes	101
4.6.1	Zuständigkeiten	102
4.6.2	Grundwasserbeobachtung und -überwachung	102
4.6.3	Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Interpretation einer Grundwasserbeobachtung bzw. -überwachung	105
4.7	Empfehlungen für die Umsetzung des Grundwasserschutzes	107

Anhänge		**109**
A1	Indikatorwerte für die Grundwasserqualität	109
A2	Relevante Gesetzestexte	111

Verzeichnisse		**121**
1	Literaturverzeichnis	121
2	Glossar	123
3	Schlagwortverzeichnis	130
	Wichtige Adressen: Stand 2004	133
	Indizes (vier A3-Faltseiten)	135

Abstracts

E

Keywords:
Guide, groundwater, drinking water, groundwater protection, groundwater protection zone, water protection area, area of contribution

The Groundwater Protection Guide is a federal publication offering guidance on enforcement in the area of groundwater protection. It is designed to ensure the harmonization of groundwater protection throughout Switzerland. The Guide describes the procedure for determining the dimensions of the water protection area A_U and the area of contribution Z_U, together with the groundwater protection zones (S1, S2, S3) and groundwater protection areas. In addition, on the basis of water protection legislation, it specifies the protective measures applicable for the districts, zones and areas. The Guide is addressed primarily to enforcement authorities, and also to water suppliers and consulting geologists and engineers.

D

Stichwörter:
Wegleitung, Grundwasser, Trinkwasser, Grundwasserschutz, Grundwasserschutzzone, Gewässerschutzbereich, Zuströmbereich

Die Wegleitung Grundwasserschutz ist die Vollzugshilfe des Bundes für den Grundwasserschutz. Sie soll die Harmonisierung des Grundwasserschutzes in der Schweiz sicherstellen. Die Wegleitung beschreibt das Vorgehen für die Dimensionierung des Gewässerschutzbereichs A_U und des Zuströmbereichs Z_U sowie der Grundwasserschutzzonen (S1, S2, S3) und der Grundwasserschutzareale. Zudem legt sie, gestützt auf die Gewässerschutzgesetzgebung, die Schutzmassnahmen fest, welche für die Bereiche, Zonen und Areale gelten. Die Wegleitung richtet sich primär an die Vollzugsbehörden sowie an die Wasserversorgungen und an beratende Geologen und Ingenieure.

F

Mots-clés:
Instructions pratiques, eaux souterraines, eau potable, protection des eaux souterraines, zone de protection des eaux souterraines, secteur de protection des eaux, aire d'alimentation

Les Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines – une aide à l'exécution de la Confédération – doivent garantir l'harmonisation de la protection des eaux souterraines en Suisse. Elles décrivent la procédure à suivre pour délimiter le secteur de protection des eaux A_u et l'aire d'alimentation Z_u, ainsi que les zones de protection des eaux souterraines (S1, S2, S3) et les périmètres de protection des eaux souterraines. Se fondant sur la législation relative à la protection de eaux, elles fixent les mesures de protection à prendre pour les secteurs, les zones et les périmètres. Elles sont destinées avant tout aux autorités d'exécution, aux responsables de l'approvisionnement en eaux ainsi qu'aux géologues et ingénieurs conseils.

I

Parole chiave:
istruzioni, acque sotterranee, acqua potabile, protezione delle acque sotterranee, zona di protezione delle acque sotterranee, settore di protezione delle acque sotterranee, settore d'alimentazione

Le istruzioni relative alla Protezione delle acque sotterranee rappresentano un aiuto all'esecuzione con cui la Confederazione vuole assicurare una protezione delle acque sotterranee uniforme su tutto il territorio nazionale. Il testo descrive il procedimento di delimitazione del settore di protezione delle acque sotterranee A_U, del settore d'alimentazione Z_U come pure delle zone di protezione delle acque sotterranee (S1, S2, S3) e delle aree di protezione delle acque sotterranee. Inoltre, stabilisce ai sensi della legislazione sulla protezione delle acque le misure di protezione valide per i settori, le zone e le aree. Le istruzioni si rivolgono in primo luogo alle autorità esecutive, ai servizi di approvvigionamento idrico e a geologi ed ingegneri consulenti.

Vorwort

Im Gewässerschutzgesetz von 1971 stand die Reinhaltung der Gewässer im Vordergrund. Die «Wegleitung zur Ausscheidung von Gewässerschutzbereichen, Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzarealen» von 1977/82 war denn auch insbesondere auf den Schutz der Trinkwasserfassungen vor wassergefährdenden Flüssigkeiten und mikrobiellen Verunreinigungen ausgerichtet. Mit dem Gewässerschutzgesetz von 1991 kam der Aspekt des mengenmässigen Grundwasserschutzes hinzu.

Die Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 misst dem Grundwasserschutz noch grössere Bedeutung zu. Das Grundwasser wird als Teil des gesamten Wasserkreislaufs und als Grundlage für Ökosysteme betrachtet. Die Verordnung regelt den planerischen Schutz des Grundwassers und stellt mit der Einführung des Zuströmbereichs ein zusätzliches planerisches Instrument zum Schutz von Fassungen vor der Verunreinigung durch mobile und schwer abbaubare Stoffe zur Verfügung.

Die vorliegende Vollzugshilfe wurde unter der Leitung des BUWAL und der Schweizerischen Gesellschaft für Hydrogeologie in enger Zusammenarbeit mit kantonalen Fachstellen, Hochschulen, privaten Gutachterbüros und verschiedenen Wirtschaftsverbänden erarbeitet. Sie richtet sich an Fachbehörden, beratende Geologen und Ingenieure, Wasserversorgungen sowie an weitere interessierte Kreise. Die Publikation dient der verständlichen Darstellung der Grundwasserschutz-Philosophie und der Erleichterung des Vollzugs. Sie erläutert die rechtlichen Bestimmungen zum Grundwasserschutz und bildet die Grundlage zur Harmonisierung des Vollzugs. Dabei gewährleistet sie einerseits ein grosses Mass an Rechtsgleichheit und Rechtssicherheit, andererseits ermöglicht sie im Einzelfall flexible und angepasste Lösungen.

Bundesamt für
Umwelt, Wald und Landschaft

Stephan Müller
Abteilungschef Gewässerschutz

Schweizerische Gesellschaft
für Hydrogeologie

Ronald Kozel
Präsident

Einleitung

Die Wegleitung will eine möglichst einfach zu gebrauchende, praxistaugliche Arbeitshilfe sein. Sie berücksichtigt in ihrem Aufbau die unterschiedlichen Interessenlagen und Informationsansprüche der verschiedenen Benutzerkreise:

- Das erste Kapitel gibt eine Einführung in die Welt des Grundwassers und erläutert die wichtigsten Begriffe der Hydrogeologie. Es gewährt einen Einblick in die Zielsetzung, den Zweck und die Struktur des Grundwasserschutzes in der Schweiz und will damit das Verständnis für die Anliegen des Grundwasserschutzes wecken.
- Im zweiten Kapitel werden die aktuellen Instrumente des Grundwasserschutzes präsentiert und erklärt. Dieses Kapitel bietet insbesondere den hydrogeologisch geschulten Fachleuten und Fachbehörden Anleitungen, Checklisten und wichtige Argumentationshilfen für ihre Arbeit bei der Umsetzung des Grundwasserschutzes in die Praxis.
- Das dritte Kapitel ist für den Vollzug des Grundwasserschutzes ein Schlüsselkapitel; es beschreibt die in den verschiedenen Gewässerschutzbereichen und Grundwasserschutzzonen geltenden Schutzmassnahmen und zeigt in Form von so genannten Referenztabellen, geordnet nach Orten des Geschehens, die Zulässigkeit und Einschränkungen der wichtigsten grundwasserrelevanten Tätigkeiten.
- Das vierte Kapitel richtet sich vor allem an die im Grundwasserschutz tätigen Fachleute und an die Vollzugsbehörden. Es erläutert die wichtigsten Gesetzesbestimmungen und zeigt mit Blick auf den Vollzug, wie die Aufgaben des Grundwasserschutzes im Einklang mit den gesetzlichen Vorschriften gelöst werden können.
- Der Anhang enthält unter anderem eine Liste mit Indikatorwerten für die Grundwasserqualität, eine Sammlung der wichtigsten Gesetzestexte, ein Glossar, ein Literaturverzeichnis und am Schluss ein Schlagwortverzeichnis als Navigationshilfe innerhalb der Wegleitung.

Für vertiefte Informationen sind die jeweiligen **Praxishilfen des BUWAL** zu konsultieren, die eine unentbehrliche Ergänzung dieser Wegleitung darstellen. Dabei handelt es sich um:

- Praxishilfe zur Kartierung der Vulnerabilität in Karstgebieten (EPIK) Bestellnummer: VU-2504-D
- Praxishilfe zur Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern, Bestellnummer: VU-2505-D
- Praxishilfe zur Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteins-Grundwasserleitern (projektiert)
- Praxishilfe zur Bemessung von Zuströmbereichen Z_U Bestellnummer: VU-2507-D

Gesetzliche Grundlagen

Die folgenden gesetzlichen Grundlagen sind insbesondere massgebend:

- Bundesverfassung vom 18. April 1999
- Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991
- Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998

Im Anhang 2 dieser Wegleitung werden die für den Grundwasserschutz wichtigsten Gesetzestexte zitiert.

1 Das Grundwasser: seine Nutzung, seine Gefährdung, sein Schutz

1.1 Was ist Grundwasser?

1.1.1 Definitionen und Begriffe

Grundwasser

Das Grundwasser füllt die natürlichen Hohlräume (Poren, Spalten, Klüfte) des Untergrundes zusammenhängend aus und bewegt sich entsprechend der Schwerkraft. Grundwasserleiter können aus Lockergesteinen (z.B. Kies, Sand) oder aus Festgesteinen (z.B. Kalkstein, Granit) bestehen. Deren Durchlässigkeit ist ein entscheidender Faktor für den unterirdischen Wasserfluss.

Wasserkreislauf

Das Grundwasser ist ein Teil des natürlichen Wasserkreislaufes. Die Grundwasserneubildung erfolgt einerseits durch die natürliche Versickerung eines Niederschlagsanteils (Niederschlag minus Oberflächenabfluss und Verdunstung) und andererseits durch die Infiltration (Versickerung) von Wasser aus Flüssen und Bächen. Das Grundwasser kann unterirdisch in Bäche, Flüsse oder andere Oberflächengewässer übertreten, an der Erdoberfläche natürlich austreten (Quellen) oder künstlich gefasst werden.

Quellen

Quellen sind natürliche Grundwasseraustritte an der Erdoberfläche, sie sind damit eine besondere Erscheinungsform des Grundwassers.

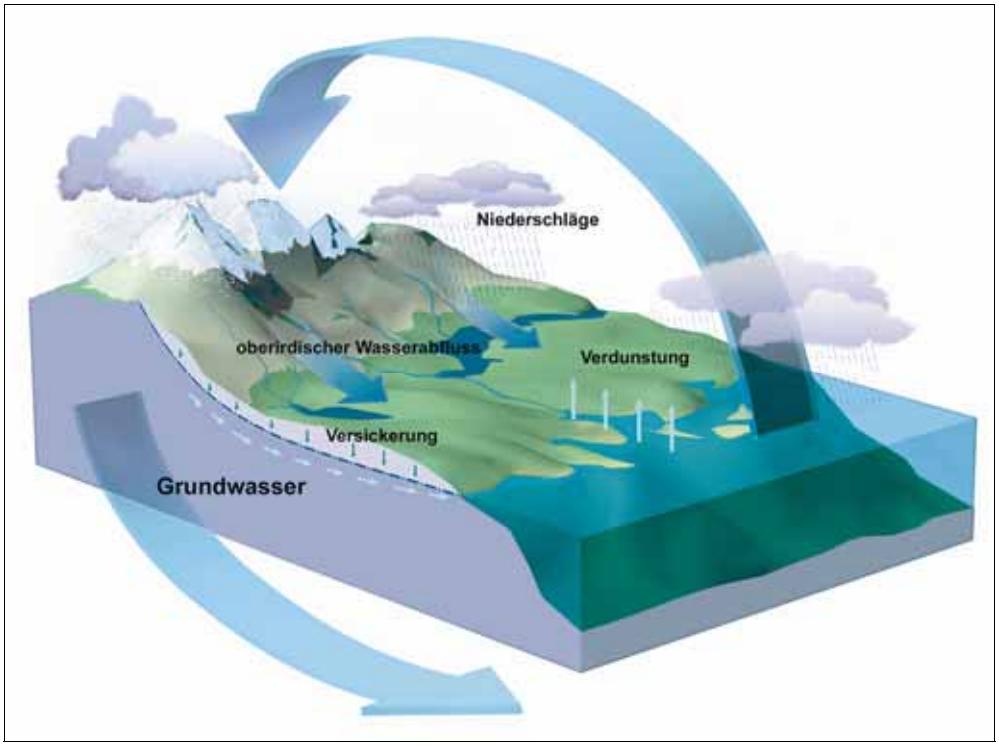


Abbildung 1: Wasserkreislauf: Etwa ein Drittel des Niederschlagwassers verdunstet, ein Drittel versickert und wird zu Grundwasser, und ein Drittel fliesst oberirdisch in Bächen, Flüssen und Seen ab.

Bei der praktischen Umsetzung des Grundwasserschutzes ist eine einheitliche Begriffswahl von entscheidender Bedeutung und bewahrt vor Missverständnissen. Bei den in Abbildung 2 illustrierten und erläuterten Begriffen handelt es sich um Definitionen im Sinne von Artikel 4 des Gewässerschutzgesetzes. In der Hydrogeologie werden diese Begriffe zum Teil anders verwendet.

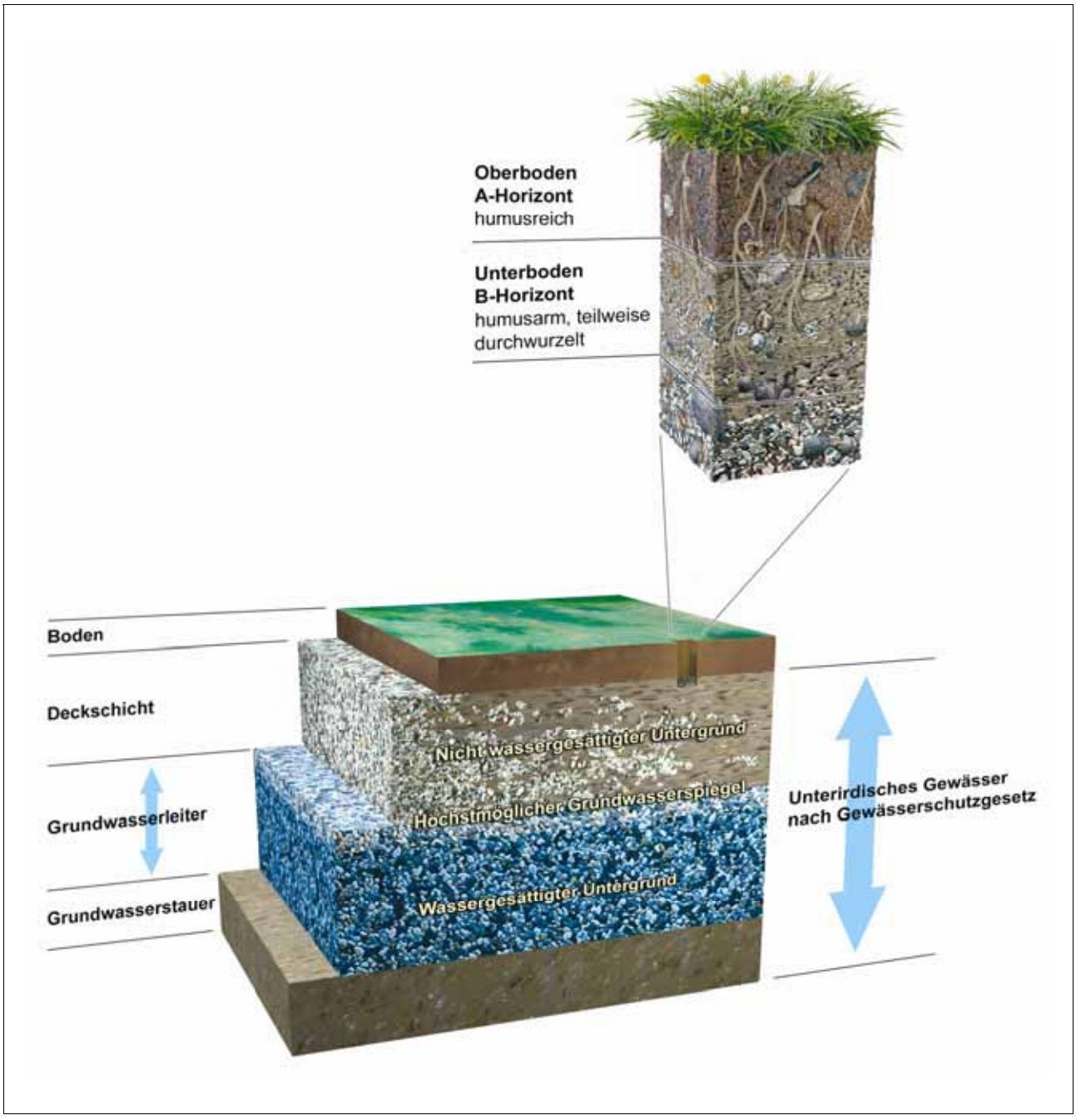


Abbildung 2: Begriffsdefinitionen der Untergrundelemente im Sinne des Gewässerschutzgesetzes.

1.1.2 Grundwasserleiter

Die wichtigsten Grundwasservorkommen der Schweiz erstrecken sich in den mit Lockergesteinen gefüllten eiszeitlichen Tälern, wie z.B. im Aaretal zwischen Thun und Bern, im Rhonetal, im Rheintal sowie in den zahlreichen Flusstälern des Mittellandes und des Tessins. Grössere zusammenhängende Grundwasservorkommen mit oft ergiebigen Quellen treten ausserdem in den verkarsteten Kalk- und Dolomitgesteinen im Jura und in den Alpen auf. Schliesslich bilden auch die Molasse des Mittellandes samt deren Lockergesteinsbedeckung und die geklüfteten Gesteine der Alpen wichtige Grundwasserleiter.

Grundsätzlich werden drei Typen von Grundwasserleitern unterschieden:
- Lockergesteins-Grundwasserleiter,
- Karst-Grundwasserleiter,
- Kluft-Grundwasserleiter.

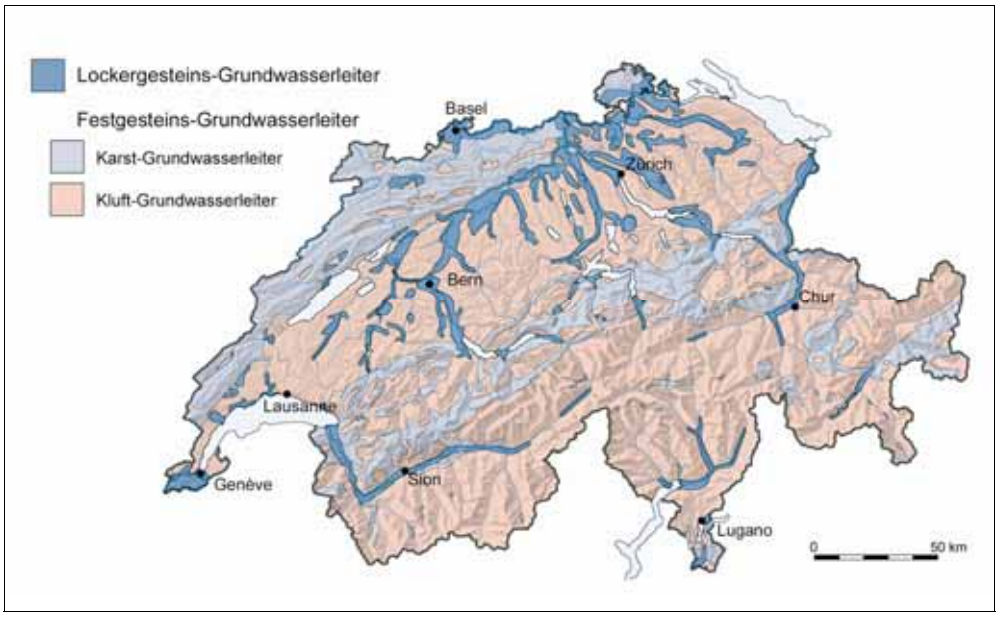


Abbildung 3:
Vorkommen der drei gewässerschutzrechtlich massgebenden Typen von Grundwasserleitern in der Schweiz.

Die Grundwasservorkommen der Schweiz sind auf hydrogeologischen Übersichtskarten, z.B. auf den Hydrogeologischen Karten der Schweiz 1:500'000 oder 1:100'000 oder auf kantonalen Grundwasserkarten 1:50'000 oder 1:25'000, dargestellt.

Lockergesteins-Grundwasserleiter

Abbildung 4a:
Verbreitung der Lockergesteins-Grundwasserleiter in der Schweiz.

Die grossen Täler der Alpen und des Schweizerischen Mittellandes sind in der Regel mit einer wechselnden Abfolge von Lockergesteinen gefüllt. Wichtige Grundwasserleiter sind die fluvioglazialen Schotter, welche während den vergangenen Eiszeiten durch Schmelzwässer flächenförmig geschüttet wurden und heute in den Talsohlen z.T. grosse Mächtigkeiten aufweisen.

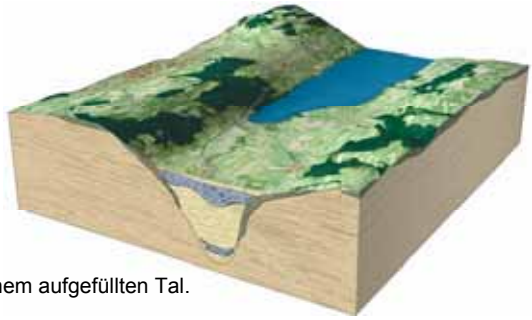


Abbildung 4b:
Typische Mittellandsituation mit einem aufgefüllten Tal.

Das Grundwasser fliesst in einem Lockergesteins-Grundwasserleiter (z.B. Kies, Sand) durch die Poren. Die Fliessgeschwindigkeit beträgt in der Regel wenige Meter pro Tag, je nach Gefälle und Durchlässigkeit. Die Empfindlichkeit gegenüber Schadstoffen ist eher gering, wenn genügend mächtige, feinkörnige Deckschichten vorliegen. Die natürliche Reinigungswirkung eines Lockergesteins-Grundwasserleiters mit seinen Bo den- und Deckschichten ist meist gut bis sehr gut.

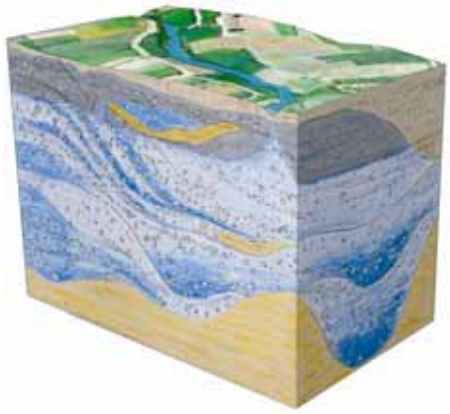


Abbildung 4c:
Lockergesteins-Grundwasserleiter.

Lockergesteins-Grundwasserleiter sind sehr unterschiedlich aufgebaut und weisen wechselhafte Sand- und Kiesgehalte und unterschiedliche Ablagerungsstrukturen auf. Entsprechend unterschiedlich sind die Durchlässigkeiten, die Filterwirkung und das Speichervolumen.

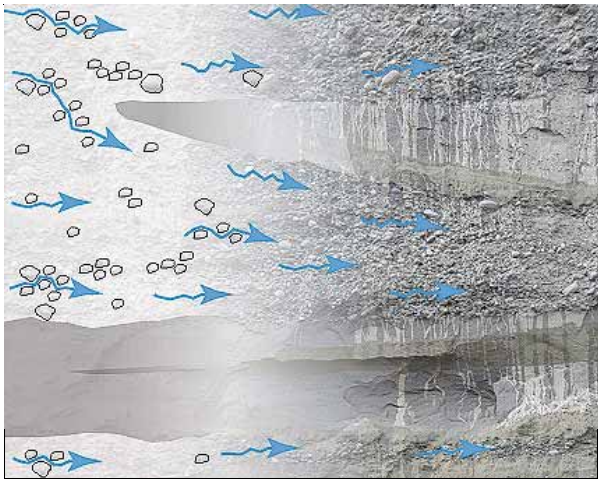


Abbildung 4d:
Fliesswege des Grundwassers in einem Lockergesteins-Grundwasserleiter.

Karst-Grundwasserleiter

Abbildung 5a:
Verbreitung der Karst-Grundwasserleiter in der Schweiz.

Typische Karstlandschaften sind der Falten- und der Tafeljura. Zudem sind Karst-Grundwasserleiter in den nördlichen Alpen verbreitet. Als Gesteine dominieren in der Regel mächtige Kalkschichten. In Karstlandschaften fehlt ein oberirdisches Entwässerungsnetz; charakteristisch sind hingegen Schluckstellen, Dolinen und bedeutende Quellaustritte.

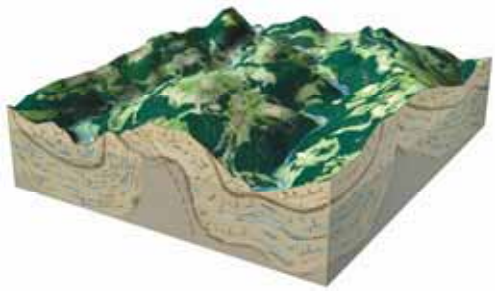


Abbildung 5b:
Typische Karstlandschaft.

Gesteine wie Kalk, Dolomit oder Gips können verkarsten, d.h. bestehende Strukturen (z.B. Risse, Klüfte, Schichtfugen) können durch Lösungsprozesse erweitert werden und sich schliesslich zu einem dreidimensionalen Netz von Spalten, Röhren und Höhlen entwickeln.
In einem Karstgebiet kann das Niederschlagswasser bei geringmächtigen oder fehlenden Böden sowie bei einem hohen Verkarstungsgrad des Untergrundes rasch versickern. Der Schutz gegen Oberflächeneinflüsse ist dann gering, und das Karstgrundwasser reagiert wegen der geringen Filterwirkung des Untergrundes sehr empfindlich auf Belastungen. Daher muss Karstwasser in der Regel zur Verwendung als Trinkwasser einer einfachen Aufbereitung unterzogen werden (Filtration, Desinfektion, Belüftung).

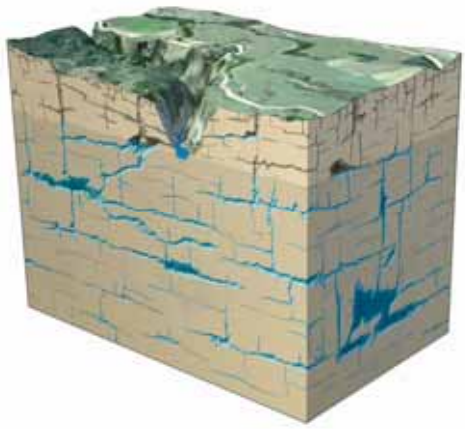


Abbildung 5c:
Karst-Grundwasserleiter.

In Karst-Grundwasserleitern sind die Fliessgeschwindigkeiten zum Teil sehr gross. Karst-Grundwasserleiter besitzen häufig eine geringe Speicherwirkung. In Trockenzeiten können die Wasserspiegel rasch absinken, Quellen trocken fallen, und Trinkwasser kann zur Mangelware werden.

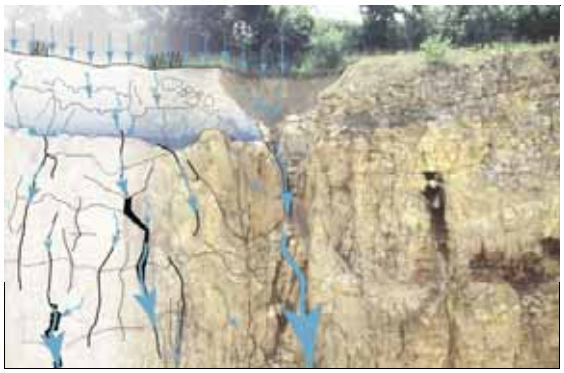


Abbildung 5d:
Fliesswege des
Grundwassers im Karst.

Kluft-Grundwasserleiter

Abbildung 6a:
Verbreitung der Kluft-Grundwasserleiter in der Schweiz.

Wichtige Kluft-Grundwasserleiter in der Schweiz sind die kristallinen Gesteine (z.B. Granit, Gneis) der Alpen, aber auch nicht verkarstete Kalke, Mergelkalke und Kalkschiefer. Die Sandstein- und Nagelfluhschichten der Molasse im Mittelland sind ebenfalls Kluft-Grundwasserleiter, wobei das Wasser häufig auch in Poren fliesst.

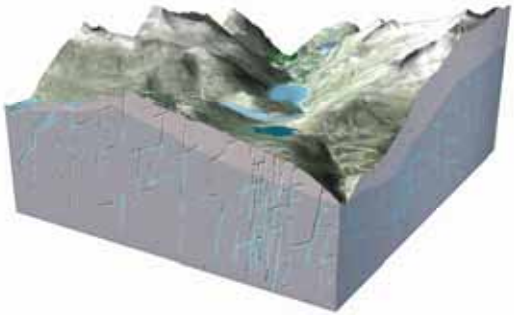


Abbildung 6b:
Typische Landschaft in geklüftetem Gebirge.

Das Reinigungsvermögen von Kluft-Grundwasserleitern ist je nach Zerklüftungsgrad sehr unterschiedlich. Bei weiten Kluftöffnungen beziehungsweise hohen Fliessgeschwindigkeiten werden Schadstoffe ungenügend filtriert oder absorbiert. Besonders empfindlich ist das Kluft-Grundwasser in Gebieten mit offenen Klüften an der Geländeoberfläche.

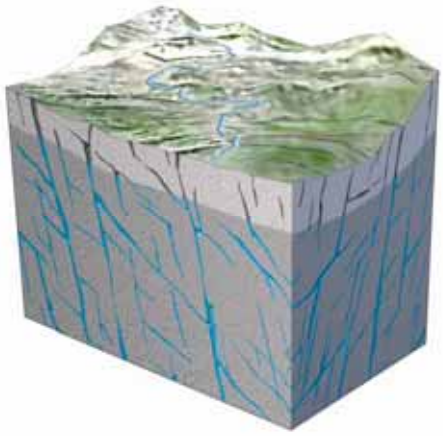


Abbildung 6c:
Kluft-Grundwasserleiter.

Das Wasser fliesst in einem Kluft-Grundwasserleiter entlang von Trennflächen, wie Rissen, Spalten, Klüften und Schichtfugen, welche im Gesteinsverband in der Regel ein verzweigtes Netzwerk bilden. Die Fliessgeschwindigkeit hängt von der Öffnungsweite der Klüfte, der Kluftdichte und der Vernetzung der Klüfte ab. Die Speicherwirkung ist meistens gering.

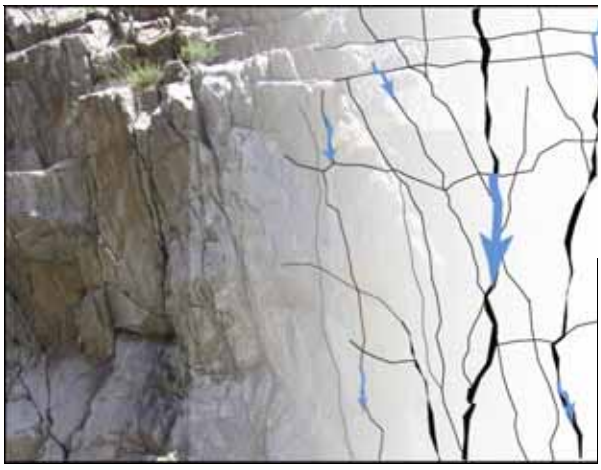


Abbildung 6d:
Fliesswege des Grundwassers im geklüfteten Gestein.

1.1.3 Grundwasserbeschaffenheit

Die chemische Beschaffenheit eines Grundwassers wird charakterisiert durch die darin gelösten Stoffe. Diese können räumlich und zeitlich variieren. In einem naturnahen, vom Menschen nicht oder wenig beeinflussten Grundwasser ist die chemische Beschaffenheit so, dass die Indikatorwerte für die Grundwasserqualität gemäss Anhang 1 dieser Wegleitung eingehalten sind. Lokal können Abweichungen von diesen Werten beobachtet werden, wenn besondere geologische Verhältnisse vorliegen.

Die Beschaffenheit bestimmt massgebend auch die Lebensgemeinschaften, welche im gesättigten Grundwasserleiter und im darüber liegenden nicht wassergesättigten Untergrund vorkommen (Biozönose unterirdischer Gewässer).

Die folgenden Faktoren beeinflussen die chemische Beschaffenheit eines Grundwassers:

Organisches Material

Organisches Material im Boden und im Untergrund wird von Mikroorganismen abgebaut. Dabei wird Sauerstoff verbraucht, und das Grundwasser wird mit Kohlensäure und organischen Inhaltsstoffen angereichert. Die Kohlensäure ihrerseits kann dazu beitragen, dass zusätzlich Mineralien gelöst werden.

Wechselwirkung mit dem Umgebungsgestein

Ein Kontakt mit Karbonatmineralien (Calcit, Dolomit) führt zu hartem, karbonatreichem Grundwasser (Abb. 7). Ein Kontakt mit Salz- oder Gipsgesteinen bewirkt natrium- und chlorid-, beziehungsweise calcium- und sulfatreiches Grundwasser. Im Kontakt zu silikatreichen Kristallingesteinen (z.B. Granit) entstehen schwach mineralisierte, leicht saure Grundwässer. Mit fortschreitender Verweilzeit des Grundwassers im Untergrund nimmt der Gesamtgehalt an gelösten Mineralien im Allgemeinen zu.

Biozönose

Unter der Biozönose unterirdischer Gewässer verstehen wir die Lebensgemeinschaften, welche das Grundwasser sowie den nicht wassergesättigten Untergrund besiedeln. Bei der Biozönose unterirdischer Gewässer handelt es sich um eine vorwiegend sesshafte Lebensgemeinschaft von Mikroorganismen wie Bakterien, Pilze und Protozoen. In Karst- und Kluft-Grundwasserleitern sowie in den Hohlräumen oberflächennaher Lockergesteins-Grundwasserleiter finden sich auch mehrzellige Organismen wie Kleinkrebse, Würmer, Schnecken und Muscheln.

Die Biozönose naturnaher unterirdischer Gewässer beziehungsweise diejenige, die typisch ist für nicht oder nur schwach belastete Gewässer, zeichnet sich aus durch eine geringe Anzahl Koloniebildender Keime, eine geringe Besiedlungsdichte der übrigen Bakterien und Organismen sowie einen langsamen Stoffumsatz. Diese sind auf die normalerweise niedrigen Temperaturen und geringen Nährstoffkonzentration im Grundwasser zurückzuführen. In nährstoffarmem Milieu kommen auch Bakterien in Form von Mikrozellen vor, d.h. Bakterien, welche mangels Energie- und Rohstoffquellen ihre normale Grösse nicht erreichen.

Die Infiltration von Oberflächenwasser ins Grundwasser bewirkt im Allgemeinen eine lokale Erhöhung des Nahrungsangebots für die dort angesiedelten Organismen und führt zu einer grösseren Artenvielfalt sowie einer erhöhten Anzahl von Ein- und Mehrzellern.

Die Biozönose unterirdischer Gewässer wird vom Typ des Grundwasserleiters, von der Temperatur, von den chemisch-physikalischen Eigenschaften des unterirdischen Gewässers und vom Nährstoffangebot beeinflusst. So weist beispielsweise ein Karst-Grundwasserleiter mit seinen grossen Hohlräumen und seiner ausgeprägt dynamischen Hydraulik naturgemäss eine andere Biozönose auf als ein feinporiger Lockergesteins-Grundwasserleiter mit einer langsamen Fliessgeschwindigkeit des Grundwassers. Die Biozönose eines hydrothermal beeinflussten Grundwasserleiters unterscheidet sich von derjenigen eines hochalpinen und hydrothermal unbeeinflussten Grundwasserleiters. Aufgrund der unterschiedlichen chemisch-physikalischen Eigenschaften ist die Biozönose eines Anhydrit-Grundwasserleiters (eher alkalisches Milieu, hartes Wasser) anders als diejenige eines Granit-Grundwasserleiters (eher saures Milieu, weiches Wasser).

Temperatur

Die natürliche Temperatur des Grundwassers wird durch die Lufttemperatur im Einzugsgebiet und den geothermischen Wärmefluss bestimmt. Je nach Flurabstand des Grundwassers dominiert entweder der Einfluss der Lufttemperatur oder die geothermische Wärme. Die Temperatur beeinflusst die Löslichkeit von Gasen und Mineralien im Grundwasser.

Wasserhärte

Ein leicht messbarer und technisch wichtiger Parameter der chemischen Wasserbeschaffenheit ist die Wasserhärte. Als Härte eines Wassers wird sein Gehalt an Calcium und Magnesium bezeichnet. In der Schweiz wird die Härte eines Wassers in französischen Härtegraden angegeben, wobei ein französischer Härtegrad 10 mg/l Calciumcarbonat (Kalk) entspricht. Hartes Wasser leistet einen kleinen Deckungsbeitrag (ca. 5%) an den täglichen Calcium-Bedarf des Menschen.

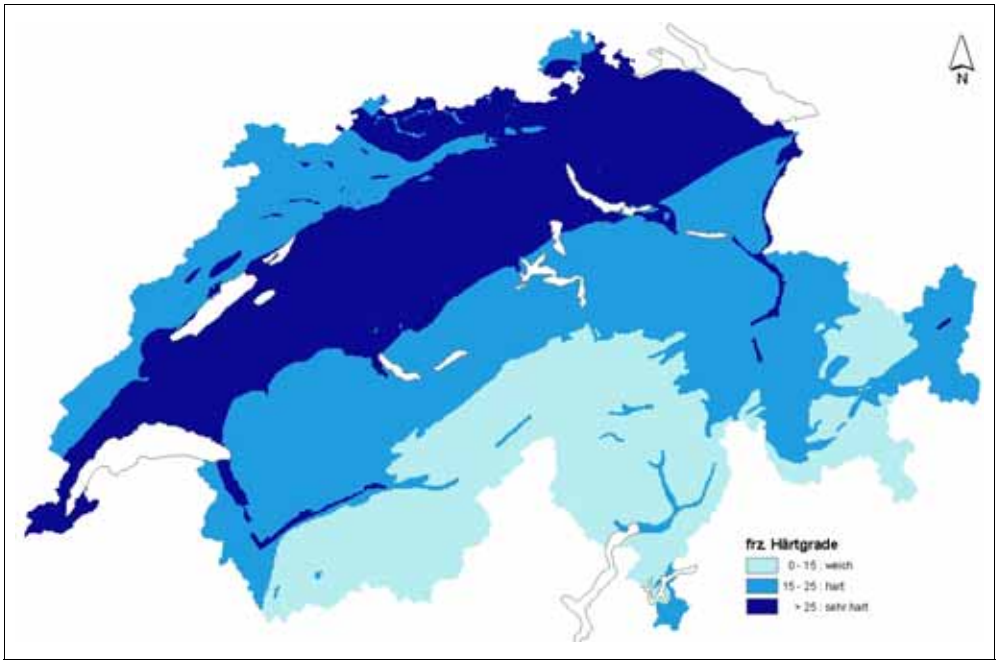


Abbildung 7:
Verteilung der Wasserhärten im schweizerischen Grundwasser (lokal kann die Härte erheblich abweichen).

Reinigungsprozesse im Untergrund

Bei der Versickerung des Niederschlagswassers spielen sich im belebten Boden, d.h. im Oberboden und im Unterboden, Reinigungsprozesse ab, welche für die Qualität des Grundwassers ausschlaggebend sind (siehe Abb. 8). Partikelförmige Stoffe werden mechanisch filtriert, und gelöste Stoffe werden durch Sorption oder biochemische Prozesse zurückgehalten. Die Sorption erfolgt insbesondere durch die im Boden enthaltenen Tonmineralien, Oxide und Huminstoffe.

Ein Grossteil der Belastungen des versickernden Niederschlagswassers kann im Oberboden und Unterboden zurückgehalten beziehungsweise abgebaut werden. Demgegenüber finden im nicht wassergesättigten Untergrund insbesondere ein vertikaler Transport, und nur noch untergeordnet Rückhalte- und Abbauprozesse statt. Im wassergesättigten Untergrund werden die meisten gelösten Stoffe mit dem Grundwasser relativ rasch über grössere Distanzen transportiert; hier findet vorwiegend Verdünnung statt.

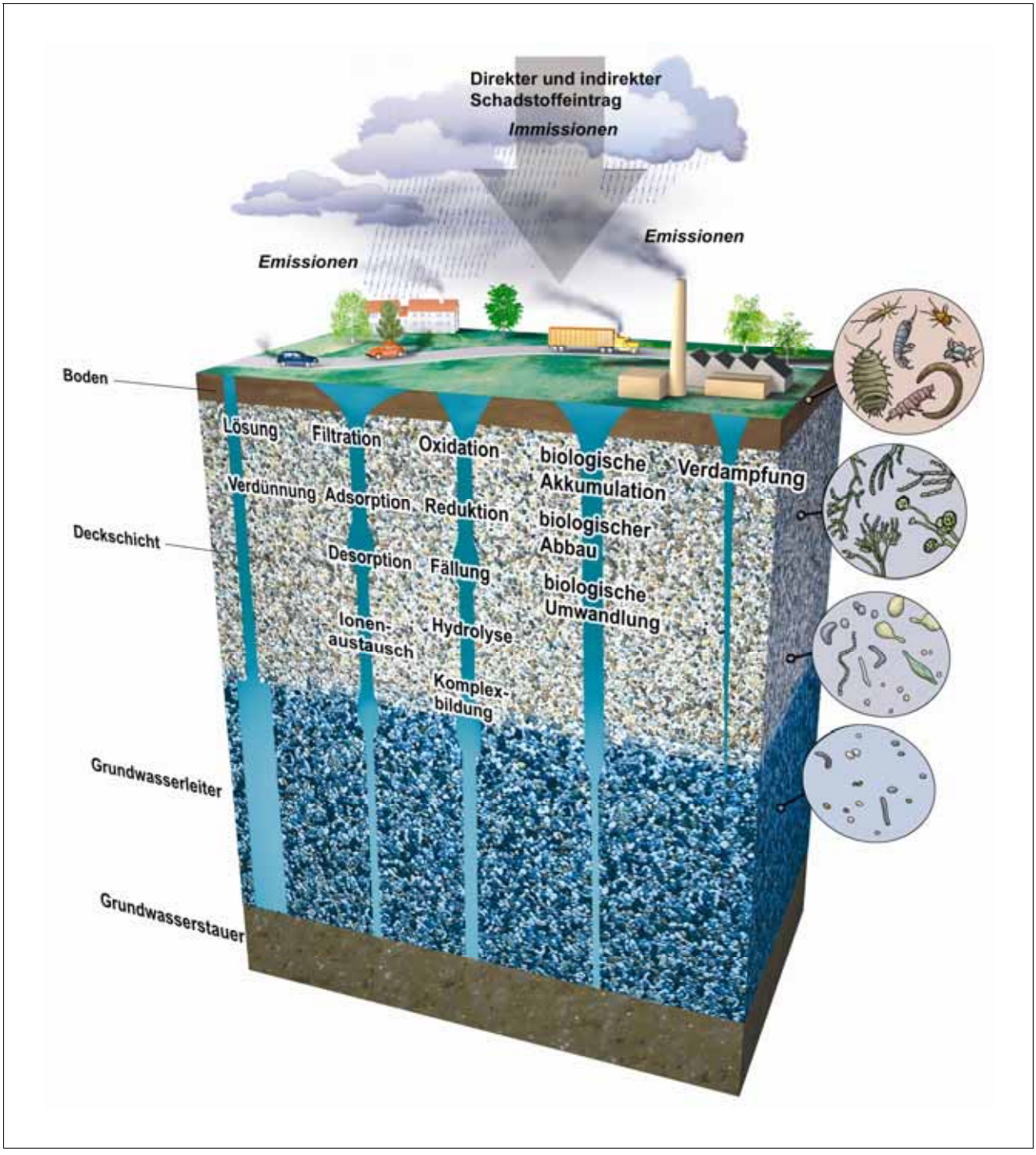


Abbildung 8: Elimination von Schadstoffen im Boden und Untergrund. Die senkrechten Säulen zeigen durch ihre Breite, wo und durch welche Prozesse im Boden und Untergrund Schadstoffe vorwiegend zurückgehalten bzw. abgebaut werden.

1.2 Die Nutzung des Grundwassers

Das Grundwasser ist unser wichtigster Rohstoff. 83% des Trink- und Brauchwasserbedarfs der Schweiz werden aus dem Grundwasser gedeckt; davon stammen 44% aus Quellen und 39% aus Filterbrunnen (siehe unten). Die restlichen 17% werden aus Seewasser gewonnen. Grundwasser wird in speziell dafür geeigneten, den hydrogeologischen Verhältnissen am Fassungsstandort und dem Wasserbedarf angepassten Anlagen gefasst. Dies erfordert im Allgemeinen den Beizug einer mit den hydrogeologischen Verhältnissen vertrauten Fachperson.

Abbildung 9:
Die Herkunft unseres Trink- und Brauchwassers.

Vertikalfilterbrunnen

Das Grundwasser wird in einem Filterbrunnen gefasst, welcher mit dem Filterrohr eine grössere vertikale Strecke im Grundwasserleiter erschliesst. Vertikalfilterbrunnen erfordern eine genügend grosse Grundwassermächtigkeit. Sie sind in der Regel ohne grossen technischen Aufwand realisierbar und stellen im schweizerischen Mittelland den Normalfall einer Grundwasserfassung dar.

Die Brunnenergiebigkeit eines Vertikalfilterbrunnens hängt im Wesentlichen von der erschlossenen Grundwassermächtigkeit, von der Durchlässigkeit und vom Speichervolumen des Grundwasserleiters, in geringerem Mass auch vom Brunnendurchmesser ab.

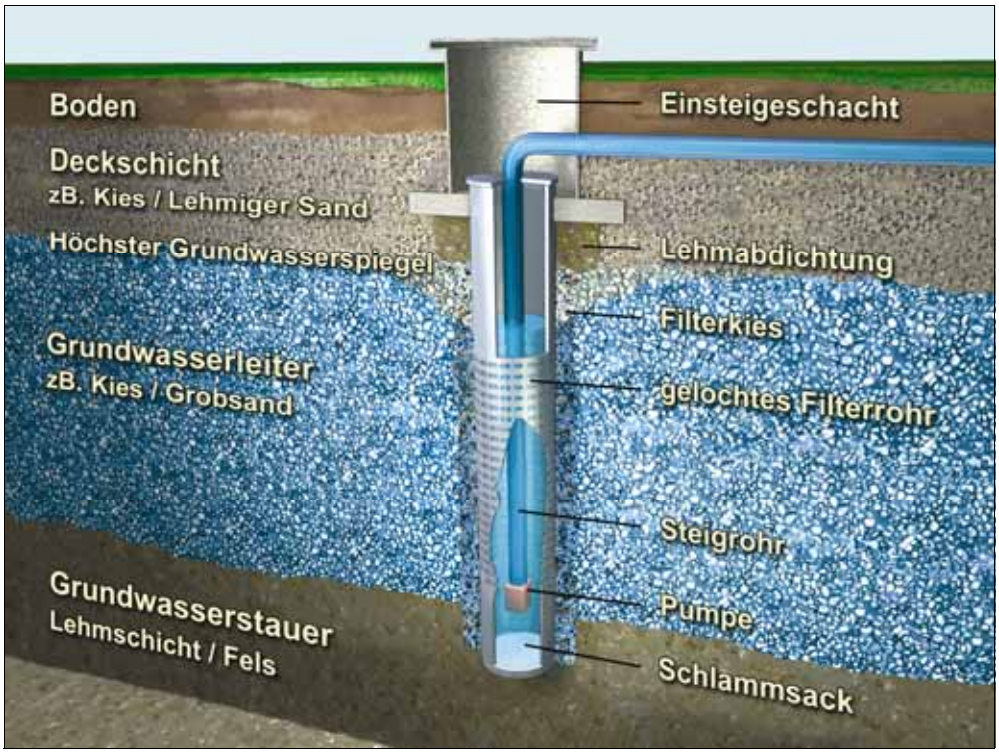


Abbildung 10:
Vertikalfilterbrunnen.

Horizontalfilterbrunnen

Das Grundwasser wird durch Horizontalfilterstränge gefasst, welche von einem vertikalen Fassungsschacht aus horizontal in den Grundwasserleiter gebohrt werden. Die Länge solcher Horizontalfilterstränge kann bis mehrere 10 m betragen.

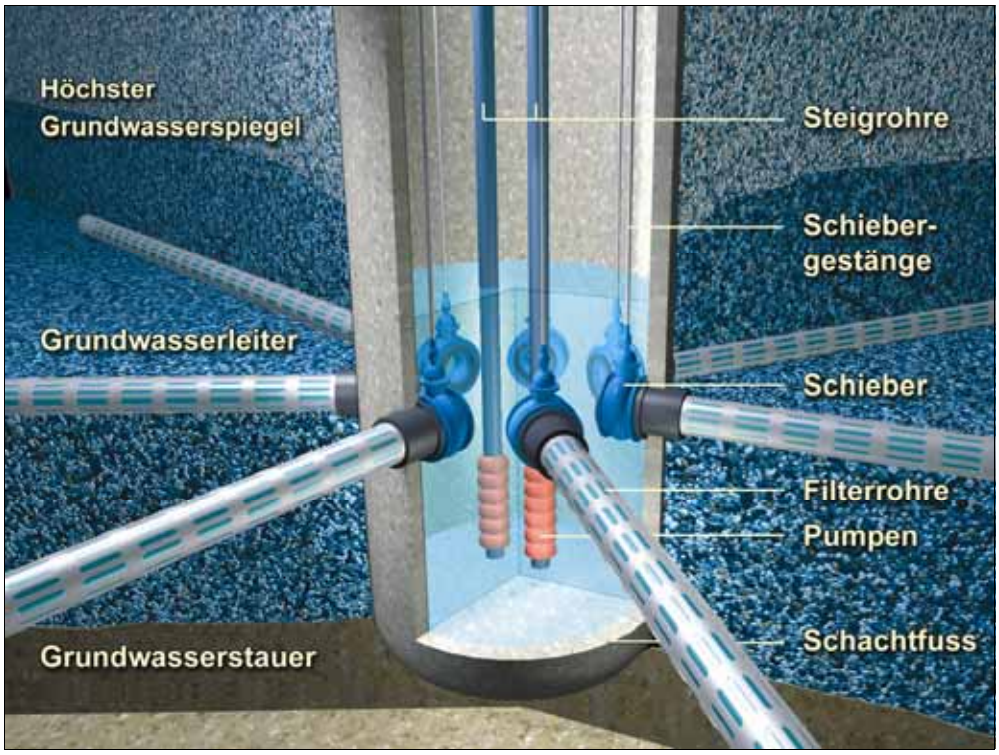


Abbildung 11:
Horizontalfilterbrunnen.

Horizontalfilterbrunnen eignen sich als Fassungsanlage vor allem bei geringen Grundwassermächtigkeiten und für grosse Entnahmemengen. Ihre technische Brunnenergiebigkeit ist abhängig von Anzahl und Länge der Horizontalfilterstränge sowie vom Speichervolumen und der Durchlässigkeit des Grundwasserleiters.

Quellfassung

In einer Quellfassung wird der natürliche Grundwasseraustritt in einem speziellen Bauwerk gefasst, zum Beispiel mit einem mehr oder weniger horizontal liegenden Fassungsstrang aus gelochten Filterrohren, welcher in eine Brunnenstube mündet. Das Wasser tritt in der Regel in freiem Gefälle vom Grundwasserleiter in den Fassungsstrang über und wird in die Brunnenstube geleitet.

Abbildung 12:
Quellfassung.

1.3 Die Gefährdung des Grundwassers

1.3.1 Qualitative Aspekte

Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit wird durch zivilisatorische Einflüsse verändert oder ist zumindest dadurch gefährdet. Beispiele sind:

- Auswaschung von Nährstoffen (z.B. Nitrat) und Pflanzenschutzmitteln und deren Abbauprodukte (z.B. Herbizide) aus landwirtschaftlichen Nutzflächen, Gärten und Sportanlagen;
- Mikrobielle Belastungen als Folge von falsch ausgebrachter Gülle (z.B. zur Unzeit, auf Brache oder in verkarsteten Gebieten direkt auf Karrenfelder);
- Sickerwässer aus Altlasten (Eintrag von unterschiedlichsten Schadstoffen ins Grundwasser);
- Sickerverluste aus undichten Abwasserkanalisationen, Güllegruben und Tankanlagen (Fäkalbakterien, Schadstoffe);
- Eintrag von wasserlöslichen Schadstoffen aus der Luft (z.B. Lösungsmittel, Nährstoffe, Pflanzenschutzmittel, Treibstoffzusätze);
- Schadstoffeinträge aus Unfällen verschiedenster Art.

Besonders problematisch für das Grundwasser sind die nicht oder schwer abbaubaren (persistenten) Schadstoffe, welche teilweise den Boden und auch die schützende Deckschicht über dem Grundwasserleiter durchdringen.

1.3.2 Quantitative Aspekte

In mengenmässiger Hinsicht besteht eine Gefährdung darin, dass das Speichervolumen beziehungsweise der Durchflussquerschnitt des Grundwasserleiters verringert wird, oder dass der Grundwasserspiegel dauerhaft abgesenkt wird. Zudem verringert die zunehmende Bodenversiegelung die Grundwasserneubildung.

Eingriffe, die den Grundwasserhaushalt negativ beeinflussen, sind:

- Bauwerke unterhalb des Grundwasserspiegels, namentlich Untertagebauten mit drainierender Wirkung;
- Intensive Überbauung und damit verbundene Bodenversiegelung;
- Übernutzung durch langfristige Grundwasserentnahmen, welche grösser sind als die natürliche Grundwasserneubildung;
- Materialabbau und Wiederauffüllung von Abbaustellen mit ungeeignetem Material;
- Landwirtschaftliche Drainagen, soweit sie die Grundwasserneubildung vermindern und den Grundwasserspiegel absenken;
- Verdichtung von Böden durch landwirtschaftliche Nutzung;
- Abdichtung von Fluss- und Bachbetten, welche in Grundwasservorkommen infiltrieren;
- Wasser- und Materialentnahmen aus Flüssen und Bächen, welche den Geschiebetransport reduzieren, die Kolmatierung fördern und damit die Infiltrationsverhältnisse der Fluss- bzw. Bachsohlen verringern.

1.4 Der Schutz des Grundwassers

1.4.1 Grundsätzliches

Die Gewässerschutzgesetzgebung bezweckt den Schutz des Grundwassers vor nachteiligen Einwirkungen und soll unter Berücksichtigung der ökologischen Ziele dessen nachhaltige Nutzung ermöglichen.

Angesichts der vielfältigen möglichen Gefährdungen und in Anbetracht der weiten Verbreitung von Grundwasservorkommen sind die ökologischen Ziele des Grundwasserschutzes möglichst *flächendeckend* umzusetzen. Um eine einwandfreie Trinkwasserversorgung zu gewährleisten, ist zudem ein spezieller, *nutzungsorientierter* Schutz für das genutzte oder zur Nutzung vorgesehene Grundwasser erforderlich.

Die folgenden drei Abschnitte geben einen Überblick über die Instrumente des Grundwasserschutzes in der Schweiz, welche in den Kapiteln 2 und 3 näher erläutert werden.

1.4.2 Flächendeckender Grundwasserschutz

Der flächendeckende Grundwasserschutz wird insbesondere durch die allgemeine Sorgfaltspflicht[1], das Verunreinigungsverbot[2] sowie die quantitative Erhaltung von Grundwasservorkommen[3] sichergestellt. Es sollen sowohl güte- als auch mengenmässig naturnahe Grundwasserverhältnisse gewährleistet werden, d.h. die Qualität des Grundwassers soll erhalten, und ein ausreichendes Wasserdargebot soll sichergestellt werden. Ziel des flächendeckenden Grundwasserschutzes ist es, das Grundwasser in seiner Gesamtheit, d.h. einschliesslich seiner geologisch-hydrogeologischen Umgebung und seiner chemisch-biologischen Eigenschaften zu erhalten[4]. Dieses Ziel kann wie folgt umschrieben werden:

- Physische Erhaltung von Grundwasserleiter, Grundwasserstauer und Deckschichten sowie der natürlichen Hydrodynamik
- Erhaltung der natürlichen chemischen Beschaffenheit des Grundwassers
- Erhaltung der natürlichen Biozönose (Lebensgemeinschaft) des Grundwassers.

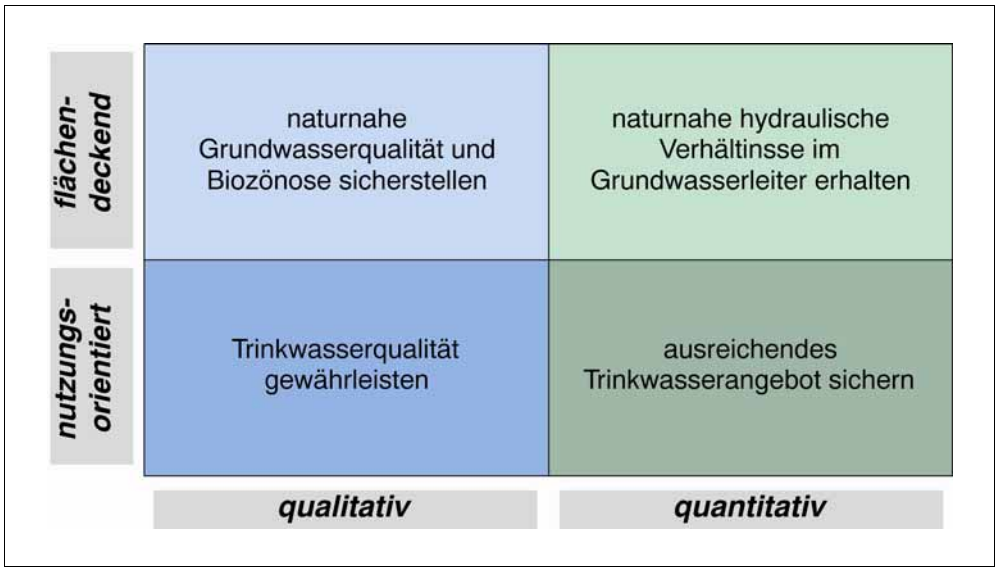


Abbildung 13:
Ziele des Grundwasserschutzes.

[1] Art. 3 GSchG
[2] Art. 6 GSchG
[3] Art. 43 GSchG
[4] Anh. 1 Ziff. 2 GSchV

1.4.3 Nutzungsorientierter Grundwasserschutz

Der nutzungsorientierte Grundwasserschutz wird sichergestellt durch die Bezeichnung der besonders gefährdeten Gewässerschutzbereiche[1] (inkl. Zuströmbereiche), sowie die Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen[2] und -areale[3]. Innerhalb dieser Bereiche, Zonen und Areale gelten abgestufte Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen. Wird das Grundwasser als Trinkwasser genutzt, oder ist es für diese Nutzung vorgesehen, soll seine Qualität so beschaffen sein, dass das Wasser, allenfalls nach Anwendung von einfachen Aufbereitungsverfahren, die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung erfüllt.

1.4.4 Vorgehen bei verunreinigtem Grundwasser

Wenn die Behörde feststellt, dass Grundwasser verunreinigt ist, muss sie[4]:

- Art und Ausmass der Verunreinigung ermitteln und bewerten;
- die Ursachen ergründen;
- die Wirksamkeit möglicher Massnahmen beurteilen;
- dafür sorgen, dass gestützt auf die entsprechenden Vorschriften die erforderlichen Massnahmen getroffen werden.

Für die Beurteilung, ob ein Grundwasser verunreinigt ist, kann sich die Behörde auf die im Anhang 1 dieser Wegleitung festgelegten Indikatorwerte für die Grundwasserqualität abstützen. Es handelt sich dabei um Werte mit indizieller Bedeutung (Hinweischarakter), die in der Regel auf eine anthropogen bedingte Belastung hinweisen, und nicht um human- oder ökotoxikologische Grenzwerte.

Wenn die Indikatorwerte für die Grundwasserqualität gemäss Anhang 1 dieser Wegleitung im Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist, überschritten werden, muss davon ausgegangen werden, dass eine Grundwasserverschmutzung vorliegt. In diesem Fall muss die Behörde die Ursache der Verunreinigung ermitteln und die notwendigen Massnahmen anordnen.

[1] Anh. 1 Ziff. 2 GSchV
[2] Art. 20 GSchG
[3] Art. 21 GSchG
[4] Art. 47 GSchV

2 Planerischer Schutz des Grundwassers

2.1 Allgemeines

Zielsetzung

Mit dem planerischen Grundwasserschutz wird eine effiziente, unseren hohen Nutzungsansprüchen genügende Grundwasserbewirtschaftung sichergestellt, die dem Schutzanspruch des Grundwassers frühzeitig und nachhaltig gerecht wird.

2.1.1 Grundlagenbeschaffung

Die Kantone sind verpflichtet[1], in ihrem Gebiet die «besonders gefährdeten Bereiche» zu bezeichnen, die Grundwasserschutzzonen und -areale auszuscheiden und diese in Gewässerschutzkarten darzustellen[2]. Sie stützen sich auf die vorhandenen hydrogeologischen Kenntnisse[3]. Reichen diese nicht aus, so sorgen sie für die Durchführung der erforderlichen hydrogeologischen Abklärungen.

Ein wichtiges Hilfsmittel für den planerischen Grundwasserschutz sind hydrogeologische Karten oder Grundwasserkarten, worin unter anderem die Grundwasservorkommen, deren Mächtigkeit, die Isohypsen (siehe Glossar) des Grundwasserspiegels (meistens für einen mittleren Wasserstand) und die Fliessrichtung des Grundwassers dargestellt werden. Grundwasserkarten bilden nicht nur eine unerlässliche Grundlage für die Erarbeitung der Gewässerschutzkarte, sondern auch ein wertvolles Instrument für die Grundwasserbewirtschaftung und für die Beurteilung anderer grundwasserrelevanter Tätigkeiten. Die kartographische Erfassung und Inventarisierung der Grundwasservorkommen durch die Kantone besitzt daher eine hohe Priorität.

2.1.2 Gewässerschutzkarten

Die Gewässerschutzkarte ist das zentrale planerische Instrument für den praktischen Vollzug des Grundwasserschutzes in der Schweiz. Sie werden durch die Kantone erstellt[2]. Die Karten enthalten mindestens folgende Elemente, welche in den Kapiteln 2.2 bis 2.4 näher erläutert werden:

- Übrige Bereiche üB
- Gewässerschutzbereiche A_U und A_O
- Zuströmbereiche Z_U und Z_O (falls erforderlich)
- Grundwasserschutzzonen
- Grundwasserschutzareale
- Grundwasseraustritte, -fassungen und -anreicherungsanlagen

[1] Art. 29 Abs. 1–3 GSchV
[2] Art. 30 Abs. 1 GSchV
[3] Art. 29 Abs. 4 GschV

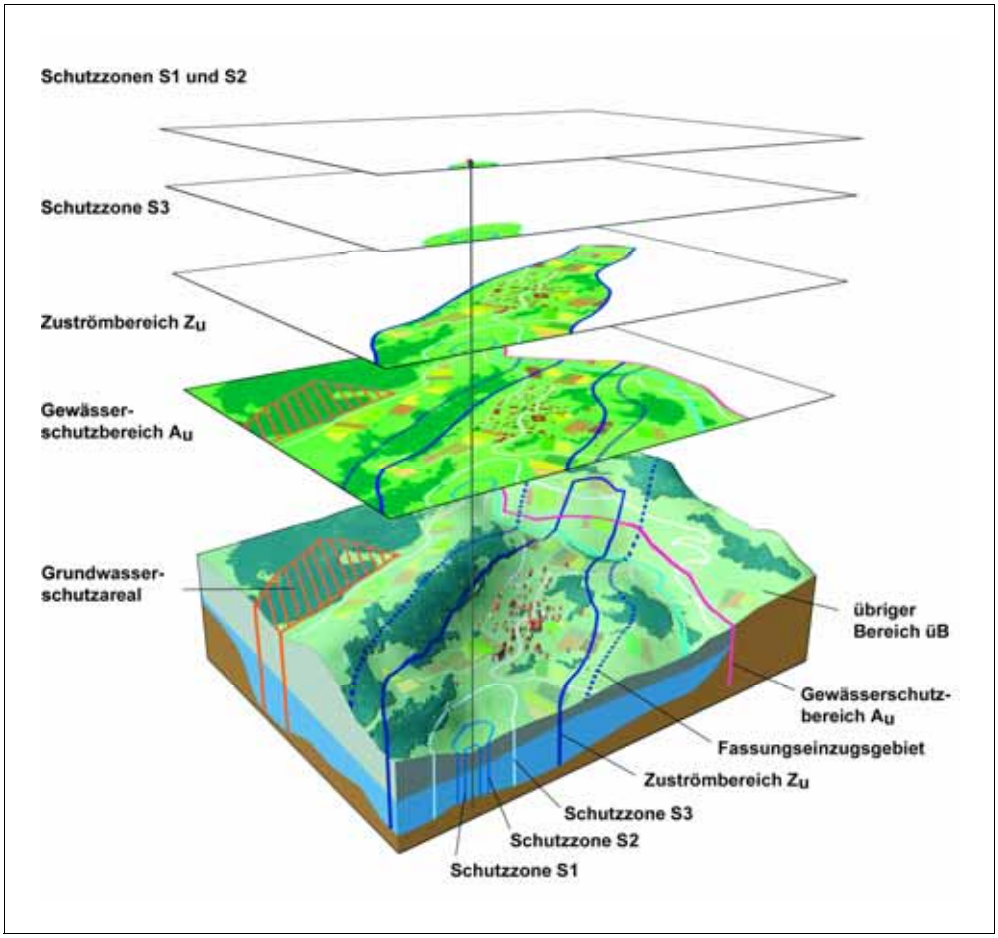


Abbildung 14:
Instrumente des planerischen Grundwasserschutzes.

Die Abbildung 14 zeigt die Instrumente des planerischen Grundwasserschutzes und veranschaulicht, wie sich die einzelnen Bereiche und Zonen überlagern. So überlagert die Grundwasserschutzzone S1 die Zone S2, und letztere überlagert die Zone S3. Die Schutzzonen und Areale ihrerseits sind ein Teil des Bereichs A_U. Der Bereich Z_U kann sowohl einen Teil aus A_U als auch einen Teil aus üB umfassen.

Die Grundwasserschutzbestimmungen werden in der Regel mit zunehmender Annäherung an eine Fassung strenger. Dies heisst, dass die Bestimmungen im Bereich A_U zusätzlich zu den flächendeckenden Bestimmungen in den übrigen Bereichen üB gelten, die Bestimmungen in der Zone S3 zusätzlich zu den Bestimmungen in A_U usw.

Zusammenfassung

Jede Grundwasserschutzzone und jedes Grundwasserschutzareal ist zugleich auch ein besonders gefährdeter Bereich A_U.
Ein Zuströmbereich Z_U kann sowohl einen Bereich A_U wie auch den übrigen Bereich üB überlagern.

Am Beispiel eines Ausschnittes aus der Gewässerschutzkarte 1:25'000 Blatt Hitzkirch wird in Abbildung 15 gezeigt, wie diese Elemente auf einer Gewässerschutzkarte dargestellt werden können.

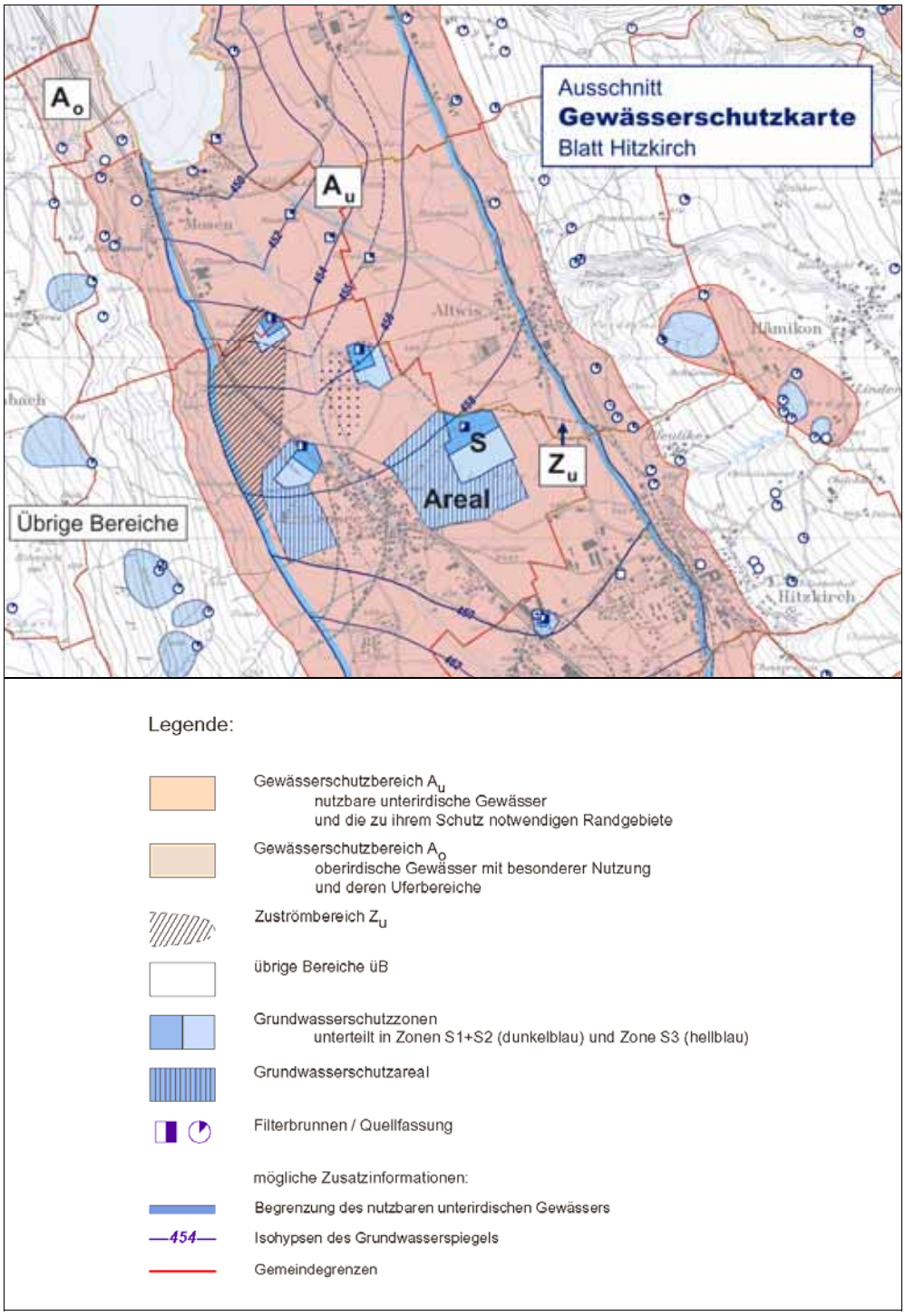


Abbildung 15:
Beispiel einer Gewässerschutzkarte.

2.1.3 Raumplanerische Verankerung des Grundwasserschutzes

Die Anliegen des Grundwasserschutzes und der Grundwasserbewirtschaftung müssen vorausschauend mit den anderweitigen raumplanerischen Interessen abgestimmt und in den Richt- und Nutzungsplänen verankert werden[1].

Interessenkonflikte (z.B. Materialausbeutung, Revitalisierung von Fliessgewässern, Biotope) müssen in einer möglichst frühen Phase gelöst werden.

Dies bedeutet, dass unterschiedliche Nutzungsansprüche frühzeitig erkannt und definiert werden sollen. Dadurch können die zuständigen Behörden des Gewässerschutzes und der Raumplanung die Interessen gegeneinander abwägen und koordinierte Entscheide treffen.

2.1.4 Regionale Versorgungsplanung

Die Grundwasserbewirtschaftung soll auf regionaler Ebene durch eine umsichtige Versorgungsplanung sichergestellt werden, welche sowohl die Erfordernisse als auch die Möglichkeiten der zukünftigen Grundwassernutzung aufzeigt.

Im Rahmen der regionalen Versorgungsplanung sollen zuerst die Daten der aktuellen Grundwassernutzung erhoben und dokumentiert werden. Anschliessend ist der zukünftige Bedarf der regionalen Trinkwasserversorgung abzuschätzen, und schliesslich sollen alle genutzten, die zur Nutzung vorgesehenen und alle weiteren nutzbaren Grundwasservorkommen quantitativ und qualitativ erfasst werden. Eine wichtige Grundlage hierfür bildet das Inventar über die Wasserversorgungsanlagen (Wasserversorgungsatlas), welches die Kantone zu erstellen haben[2].

2.1.5 Standortplanung für Fassungsanlagen

Aus der regionalen Versorgungsplanung heraus wird die Standortplanung für neue kommunale oder regionale Wasserfassungen entwickelt. Standorte für Wasserfassungen werden im Allgemeinen nach folgenden hydrogeologischen und planerischen Kriterien festgelegt:

- Geeignete hydrogeologische und grundwasserhydraulische Rahmenbedingungen;
- Regionale und kommunale Kriterien, wie Bedarf, Eigentumsverhältnisse, Integration in bestehende Netze oder Verbundsysteme, Energiebedarf, Bewilligungs- resp. Konzessionsfähigkeit seitens der zuständigen Behörden;
- Sicherstellung der Schutzanforderungen.

Für eine erfolgreiche Standortplanung müssen alle Kriterien erfüllt sein. Insbesondere ist bereits bei der Planung von Fassungsstandorten sicherzustellen, dass alle Anforderungen des nutzungsorientierten Grundwasserschutzes erfüllt werden können.

---

[1] Art. 46 GSchV

[2] Art. 58 Abs. 2 GSchG

2.2 Gewässerschutzbereiche

2.2.1 Definition und Zielsetzung

Die Kantone bezeichnen zum Schutz des Grundwassers und als Grundlage für die zu treffenden Schutzmassnahmen gemäss Kapitel 3 dieser Wegleitung die besonders gefährdeten und die übrigen Bereiche[1, 2].

Die besonders gefährdeten Bereiche[1] umfassen den:
- Gewässerschutzbereich A_U
- Gewässerschutzbereich A_O
- Zuströmbereich Z_U
- Zuströmbereich Z_O

Die Gewässerschutzbereiche A_U und Z_U dienen dem planerischen Schutz der unterirdischen Gewässer. Die Bereiche A_O und Z_O bezwecken den Schutz von Oberflächengewässern. Wenn beispielsweise besondere Nutzungen vorliegen oder Grundwasserfassungen durch infiltrierende Oberflächengewässer beeinträchtigt werden könnten, sind die erforderlichen Massnahmen an diesen Oberflächengewässern zu treffen. Die beiden Instrumente dienen also unterschiedlichen Zielsetzungen, wobei sich die entsprechenden Bereiche in der Praxis durchaus überlagern können. In der vorliegenden Wegleitung Grundwasserschutz werden von den besonders gefährdeten Bereichen nur die Bereiche A_U und Z_U behandelt.

Die übrigen Bereiche (üB) umfassen den Rest des Gebietes.

Auch die übrigen Bereiche sind durch die Gewässerschutzgesetzgebung geschützt. Insbesondere gelten darin die flächendeckenden Schutzbestimmungen, nämlich die Sorgfaltspflicht[3], das Verunreinigungsverbot[4] und die Bestimmungen zur quantitativen Erhaltung der Grundwasservorkommen[5].

[1] Art. 19 GSchG
[2] Art. 29 Abs. 1 GSchV
[3] Art. 3 GSchG
[4] Art. 6 GSchG
[5] Art. 43 GSchG

2.2.2 Gewässerschutzbereich A_U

Grundsätze

Der Gewässerschutzbereich A_U ist als Instrument des flächendeckenden, ressourcenorientierten Grundwasserschutzes gleichermassen auf den quantitativen wie auf den qualitativen Grundwasserschutz ausgerichtet. Er umfasst die nutzbaren unterirdischen Gewässer sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete.

Zum Gewässerschutzbereich A_U gehören sämtliche Grundwasserleiter mit nutzbarem Grundwasser.

Ein Grundwasservorkommen gilt als nutzbar, wenn das Wasser im natürlichen oder angereicherten Zustand die qualitativen Anforderungen an ein als Trinkwasser genutztes oder dafür vorgesehenes Grundwasser erfüllt[1] (nötigenfalls nach Anwendung einfacher Aufbereitungsverfahren). Zudem muss es in einer Menge vorhanden sein, dass es bei nachhaltiger Nutzung einen Beitrag zur regionalen oder kommunalen Versorgung leisten kann (ohne Berücksichtigung des Bedarfs) oder wesentlich zur Speisung eines stromabwärts liegenden nutzbaren Grundwasservorkommens beiträgt. Zu berücksichtigen ist auch die Eignung eines Grundwasservorkommens für die Trinkwasserversorgung in Notlagen. Zur Beantwortung der Frage der Nutzbarkeit sind in gewissen Fällen zusätzliche hydrogeologische und/oder grundwasserhydraulische Abklärungen durch eine Fachperson erforderlich.

Vorgehen bei der Bemessung des Bereichs A_U

Die Bemessung der Gewässerschutzbereiche A_U erfolgt anhand der vorhandenen hydrogeologischen Grundlagen, namentlich hydrogeologischer Karten oder Grundwasserkarten. Kapitel 4.2.1 gibt Hinweise, wie die bestehenden Gewässerschutzbereiche nötigenfalls an die geltenden Bestimmungen angepasst werden können.

Die Darstellung der Gewässerschutzbereiche erfolgt üblicherweise im Detaillierungsgrad der Landeskarte 1:25'000.

In überbauten Gebieten und in potenziellen Kiesabbaugebieten kann es sich als zweckmässig erweisen, die Gewässerschutzbereiche im Massstab 1:5000 darzustellen.

Bemessung des Bereichs A_U bei Lockergesteins-Grundwasserleitern

Der Gewässerschutzbereich A_U soll den ganzen Verbreitungsbereich des Lockergesteins-Grundwasserleiters umschliessen, in welchem das zu schützende nutzbare Grundwasser fliesst, einschliesslich des Randgebietes, das zum Schutz des Grundwassers nötig ist[2] (Abb.16).

[1] Anh. 2 Ziff. 22 GSchV
[2] Anh. 4 Ziff. 111 GSchV

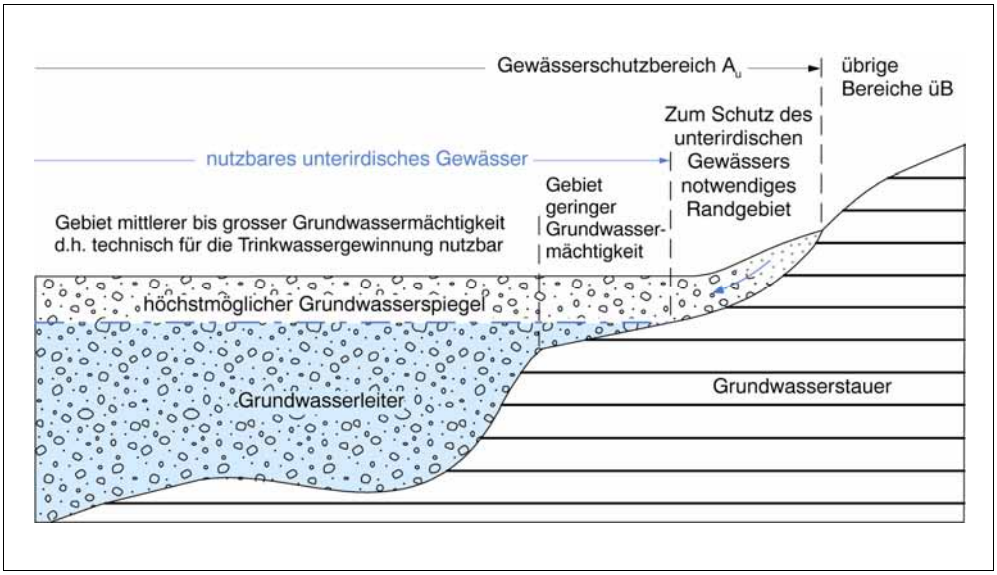


Abbildung 16:
Randliche Begrenzung des Gewässerschutzbereichs A_U.

Bemessung des Bereichs A_U bei Karst-Grundwasserleitern

Bei nutzbarem Karstgrundwasser muss der Gewässerschutzbereich A_U das ganze Vorkommen des Karst-Grundwasserleiters umfassen, einschliesslich aller Flächen, die sich unterirdisch in diesen entwässern.

Bemessung des Bereichs A_U bei Kluft-Grundwasserleitern

Bei Kluft-Grundwasserleitern, die nutzbares Grundwasser führen, soll der Gewässerschutzbereich A_U, wie bei Lockergesteins-Grundwasserleitern, den Teil des Grundwasserleiters umfassen, in welchem das zu schützende nutzbare Grundwasser fliesst.

2.2.3 Zuströmbereich Z_U

Grundsätze

Der Zuströmbereich Z_U soll einen umfassenden und gezielten Schutz der Wasserqualität bei Grundwasserfassungen von öffentlichem Interesse gewährleisten.

Er ist dann festzulegen, wenn das Grundwasser durch Stoffe verunreinigt ist, die nicht genügend abgebaut oder zurückgehalten werden (kurativer Grundwasserschutz). Typische Beispiele solcher Stoffe sind Nitrat und Pflanzenschutzmittel.

Er soll auch festgelegt werden, wenn die konkrete Gefahr einer solchen Verunreinigung besteht (präventiver Grundwasserschutz).

Der Zuströmbereich Z_U umfasst das Gebiet, aus dem etwa 90 Prozent des Grundwassers stammen, das zu einer Grundwasserfassung gelangt. Kann dieses Gebiet nur mit unverhältnismässigem Aufwand bestimmt werden, umfasst der Zuströmbereich Z_U das gesamte Fassungseinzugsgebiet[1].

[1] Anh. 4 Ziff. 113 GSchV

Die Kantone sorgen dafür, dass innerhalb des Zuströmbereichs die zur Erfüllung der Anforderungen an die Wasserqualität der unterirdischen Gewässer erforderlichen Massnahmen festgelegt und umgesetzt werden (vgl. Kap. 3.4). Dabei geht es primär um die möglichst rasche, effiziente, kostengünstige und nachhaltige Sanierung belasteter Trinkwasserfassungen.

Im Unterschied zum Bereich A_U, der den Schutz nutzbarer Grundwasservorkommen flächendeckend sicherstellen soll, steht beim Zuströmbereich Z_U der fassungsbezogene Schutz des Grundwassers im Vordergrund, d.h. die Qualitätssicherung bzw. die Sanierung des als Trinkwasser genutzten Grundwassers.

Die Bezeichnung von Z_U und die Umsetzung entsprechender Massnahmen zur Verminderung von Schadstoffeinträgen sind vor allem dann zweckmässig, wenn die Schadstoffe flächenhaft durch versickerndes Niederschlagswasser ins Grundwasser eingetragen werden. Stammt die Belastung von persistenten (nicht abbaubaren) Schadstoffen aus einzelnen, lokalisierbaren Anlagen (z.B. Industriebetriebe, Altlasten, defekte Kanalisationen, Eisenbahnlinien usw.) oder von Einträgen infiltrierender Oberflächengewässer, müssen diese Verschmutzungsquellen gezielt beseitigt oder saniert werden.

Bemessung des Zuströmbereichs Z_U

Die Bemessung des Zuströmbereichs Z_U basiert auf einer Betrachtung der Wasserflüsse und nicht der Stoffflüsse. Ein Zuströmbereich gilt damit gleichermassen für alle Stoffgruppen, und es müssen nicht für unterschiedliche Stoffe unterschiedliche Zuströmbereiche festgelegt werden.

Es gilt zu beachten, dass eine präzise Bestimmung der «90-Prozent-Fläche» weder notwendig noch möglich ist, da die Grösse der Fläche je nach Witterungs-, Infiltrations- und Nutzungsbedingungen schwankt. Diesem Umstand trägt die Gewässerschutzverordnung mit der Formulierung «etwa 90%» Rechnung, d.h. eine Toleranz ist beabsichtigt.

Die Bemessung des Bereichs Z_U erfolgt grundsätzlich in zwei Vorgehensschritten:

1. In einem ersten Untersuchungsschritt wird das Fassungseinzugsgebiet bestimmt. Sollte sich zeigen, dass die Ermittlung der 90-Prozent-Fläche mit einem unverhältnismässigen Aufwand verbunden wäre, wird das in diesem ersten Schritt ermittelte Fassungseinzugsgebiet als Zuströmbereich Z_U bezeichnet. Diese Situation trifft in Karstgebieten in den meisten Fällen zu.
2. Sprechen die Rahmenbedingungen für eine Vertiefung der Untersuchungen, so wird in einem zweiten Schritt das Gebiet bestimmt, aus dem etwa 90 Prozent des in der Fassung entnommenen Grundwassers stammen. Dieses Gebiet entspricht dem nach der 90-Prozent-Regel bezeichneten Zuströmbereich Z_U. Bei den Kluft-Grundwasserleitern ist dabei der Heterogenität des Grundwasserleiters mit der nötigen Differenzierung Rechnung zu tragen.

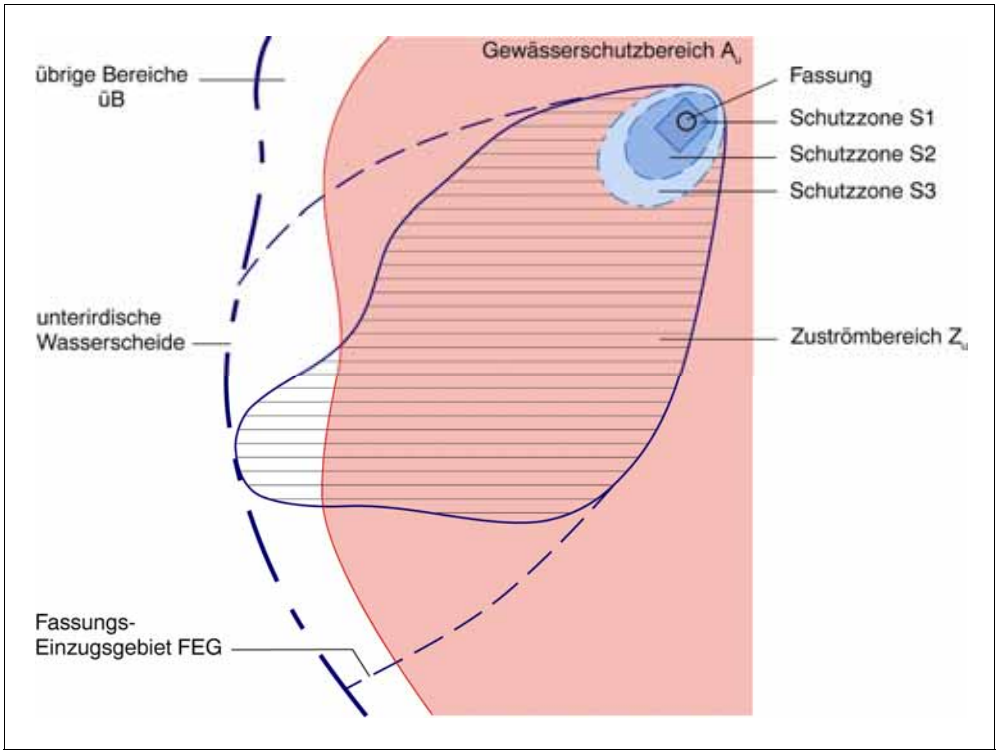


Abbildung 17:
Der Zuströmbereich Z_u.

Durch die Reduktion des Fassungseinzugsgebietes nach der 90-Prozent-Regel lassen sich diejenigen Teilgebiete ausklammern, die nur in untergeordnetem Masse zur Speisung der Fassung beitragen, beispielsweise, weil der grösste Anteil des auf diesen Flächen neu gebildeten Grundwassers an der Fassung vorbeiströmt oder die Grundwasserneubildung auf den fraglichen Flächen bedeutend geringer ist. Bei der Festlegung des Zuströmbereichs Z_U gelten folgende Bemessungsgrundsätze:

- Die für die Bemessung massgebende Entnahmeleistung einer Fassung ist vor Inangriffnahme der Untersuchungen durch die Behörde festzulegen. Dabei sind sowohl die gegenwärtige als auch die geplante durchschnittliche Leistung in die Überlegungen mit einzubeziehen. Für Quellen empfiehlt es sich, von der mittleren Schüttung auszugehen.
- Für die Bemessung ist von durchschnittlichen hydrogeologischen Verhältnissen auszugehen, d.h. von mittleren Zu- und Wegflussbedingungen und von einem mittleren Grundwasserstand.
- Das Einzugsgebiet infiltrierender Oberflächengewässer wird für die Bemessung des Zuströmbereichs nicht berücksichtigt.

2.2.4 Vorgehen zur Bemessung des Zuströmbereichs Z_U

Die Verfahrensschritte zur Bemessung des Bereichs Z_U sind in der Praxishilfe «Bemessung von Zuströmbereichen Z_U» [Lit. 6] im Detail dargelegt. Nachfolgend wird die Vorgehensweise kurz zusammengefasst:

1. Identifikation von Fliesssystemen

Grundlage für alle weitergehenden Betrachtungen sind genaue Kenntnisse über die Grundwasser-Fliessverhältnisse. Durch eine Typisierung des Grundwasservorkommens, oder von mehreren zusammenhängenden Grundwasservorkommen, werden die Fliesssysteme identifiziert, die möglicherweise zur Speisung des in der Fassung entnommenen Grundwassers beitragen.

2. Ermittlung des Fassungs-Einzugsgebietes

Die Betrachtungen konzentrieren sich zuerst auf denjenigen Teilbereich des Grundwasserleiters, der die Fassung speist. Es empfiehlt sich, eine Kombination mehrerer in der Hydrogeologie bewährter Methoden anzuwenden. Erst wenn die seitliche Begrenzung dieses Teilbereichs bekannt ist, werden die Untersuchungen auf das randliche Einzugsgebiet ausgeweitet. Das Fassungseinzugsgebiet besteht somit aus dem Teilbereich des Grundwasserleiters und dem Teilbereich des randlichen Einzugsgebietes, von denen das in der Fassung gewonnene Grundwasser stammt.

3. Plausibilitätskontrolle

Mit einer Grundwasserbilanzierung wird geprüft, ob der Flächeninhalt des ermittelten Fassungseinzugsgebietes plausibel ist.

4. Beurteilung, ob weitere Untersuchungen möglich und zweckmässig sind

Sind weiterführende Untersuchungen mit unverhältnismässig hohem Aufwand verbunden oder bestehen unlösbare Ungewissheiten über die genaue Begrenzung des Fassungseinzugsgebietes, so sind die Untersuchungen abzubrechen, und das ermittelte Fassungseinzugsgebiet ist als Zuströmbereich Z_U zu bezeichnen. Bei günstigen Voraussetzungen ist die Reduktion des Einzugsgebietes nach der 90-Prozent-Regel durchzuführen.

5. Bestimmung des Bereichs Z_U nach der 90-Prozent-Regel

Durch einen Flächenverschnitt werden Bilanzierungszellen mit etwa homogenem Speisungsbeitrag gebildet. Der Speisungsbeitrag ist abhängig von der Grundwasserneubildung innerhalb der Bilanzierungszelle und vom Anteil Grundwasser, das der Fassung aus der entsprechenden Bilanzierungszelle zuströmt. Kann der Zuströmbereich Z_U nach der Methode der Zellenbilanzierung bemessen werden, so umfasst er die Summe derjenigen Bilanzierungszellen, von denen gesamthaft etwa 90 Prozent der totalen Grundwasserspeisung ausgehen. Bilanzierungszellen mit sehr geringem Speisungsbeitrag können auf diese Art und Weise vom Zuströmbereich ausgeklammert werden.

2.3 Grundwasserschutzzonen

Grundsätze

Grundwasserschutzzonen dienen dazu, Trinkwassergewinnungsanlagen und das Grundwasser unmittelbar vor seiner Nutzung als Trinkwasser vor Beeinträchtigungen zu schützen. Sie sind um die im öffentlichen Interesse liegenden Grundwasserfassungen auszuscheiden[1], d.h. um alle Fassungen, deren Wasser den Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung entsprechen muss, sowie um Grundwasser-Anreicherungsanlagen. Die Grundwasserschutzzonen sind das wichtigste Instrument des nutzungsorientierten planerischen Grundwasserschutzes.

2.3.1 Definitionen und Zielsetzung

Grundwasserschutzzonen überlagern immer auch einen besonders gefährdeten Gewässerschutzbereich A_U (vgl. Abb. 14). Bereits bei der Standortplanung, spätestens aber bei der Schutzzonenausscheidung, ist die Notwendigkeit und der Stellenwert der Fassung abzuklären, und es ist sicherzustellen, dass der Schutzbedarf einer (neuen) Fassungsanlage oder Anreicherungsanlage erfüllt werden kann.

Dazu müssen folgende Fragen beantwortet werden:
- Können für den bestehenden oder vorgesehenen Fassungsstandort ordnungsgemässe Grundwasserschutzzonen festgelegt werden?
- Bedingen die geologischen, hydrogeologischen oder bodenkundlichen Gegebenheiten besondere Anforderungen an die Grundwasserschutzzonen?
- Bedingen die örtlichen Gegebenheiten (Topographie, bestehende oder geplante Raumnutzung, Verkehrswege usw.) besondere Massnahmen innerhalb der Grundwasserschutzzonen?
- Kann durch geeignete Wahl des Fassungstyps der Schutz verbessert werden?
- Liegt das Gefährdungspotenzial innerhalb der Schutzzone in einer beherrschbaren Grössenordnung?

Grundwasserschutzzonen werden gegliedert in[2]:
- Zone S1 (Fassungsbereich)
- Zone S2 (Engere Schutzzone)
- Zone S3 (Weitere Schutzzone)

Fassungsbereich, Zone S1

Die Zone S1 umfasst die unmittelbare Umgebung einer Trinkwasserfassung. Sie sollte im Besitz des Fassungsinhabers sein und eingezäunt werden.

Die Zone S1 soll verhindern, dass:
- Verunreinigungen direkt in die Fassung gelangen;
- die Fassungsanlage durch Eingriffe beschädigt oder gar zerstört wird.

[1] Art. 20 GSchG
[2] Art. 20 GSchG

Bei Karst- und Kluft-Grundwasserleitern umfasst die Zone S1 auch Gebiete mit besonders hoher Vulnerabilität:[1].

Engere Schutzzone, Zone S2

Die Zone S2 soll verhindern, dass:

- Keime und Viren sowie abbaubare Stoffe wie Benzin oder Mineralöl in die Grundwasserfassung oder Anreicherungsanlage gelangen;
- das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten verunreinigt oder die natürliche Filterwirkung des Bodens und des Untergrundes verringert wird;
- Schadstoffe rasch und in hoher Konzentration in die Fassung gelangen können;
- der Grundwasserzufluss durch unterirdische Anlagen behindert wird.

Weitere Schutzzone, Zone S3

Die Zone S3 bildet eine Pufferzone um die Zone S2. Sie gewährleistet den Schutz vor Anlagen und Tätigkeiten, die ein besonderes Risiko für das Grundwasser bedeuten (z.B. Materialabbau, Gewerbe- und Industriebetriebe) und soll es ermöglichen, dass bei unmittelbar drohender Gefahr (z.B. bei einem Unfall mit einem Gefahrengut) für die erforderlichen Interventions- oder Sanierungsmassnahmen genügend Zeit und Raum zur Verfügung stehen.

2.3.2 Generelles Vorgehen zum Ausscheiden der Schutzzonen

Für die Ausscheidung der Schutzzonen sind in der Regel folgende Unterlagen erforderlich, welche durch eine ausgewiesene Fachperson zu erarbeiten und vom Inhaber der Fassung beizubringen sind:

- **Hydrogeologischer Bericht** mit einer Auflistung der Gefahrenpotenziale und mit den erforderlichen Schutzmassnahmen sowie mit einer Erläuterung der Schutzzonenbemessung;
- **Schutzzonenplan** mit Darstellung der Abgrenzungen (Bemessung) der Schutzzonen;
- **Schutzzonenreglement** (in einigen Kantonen auch «Schutzzonenvorschriften» genannt) mit den Vorschriften und Nutzungsbeschränkungen.

Das Schutzzonenreglement und der Schutzzonenplan bilden zusammen eine Einheit.

Die Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen sind öffentlich zugänglich zu machen und insbesondere den Grundeigentümern, Mietern, Pächtern und Nutzniessern sowie Unternehmen, die innerhalb der Schutzzone Arbeiten ausführen, auf geeignete Weise mitzuteilen (vgl. Kap. 4.7).

[1] Anh. 4 Ziff. 122 GSchV

Schutzzonenbericht

Anforderungen an den hydrogeologischen Schutzzonenbericht

Es gilt der Grundsatz, dass der Detaillierungsgrad der hydrogeologischen Abklärungen im Verhältnis zum Gefährdungspotenzial und zur Komplexität des Einzugsgebiets sowie zur Bedeutung der Fassung stehen sollte.

Der hydrogeologische Bericht zur Schutzzonenausscheidung sollte folgende Angaben enthalten:

- Angaben zu Filterbrunnen, Quelle(n) bzw. Anreicherungsanlage(n): Bezeichnung, Inhaberin, Lage mit Flurname und Koordinaten.
- Ausbauspezifische Angaben zu Filterbrunnen, Quelle(n) bzw. Anreicherungsanlage(n); Ausführungspläne.
- Wasserrechtliche Angaben: konzessionierte Wassermenge, Datum der Konzessionserteilung, evtl. Ablauffrist, weitere wasserrechtliche Angaben.
- Eigentumsrechtliche Angaben (Grundbucheinträge, Dienstbarkeiten).
- Bei Filterbrunnen: sofern vorhanden, Förderraten der vergangenen Jahre. Angaben zu den Betriebsverhältnissen (z.B. Nachtbetrieb/durchgehender Betrieb).
- Bei Quellen: Angaben zu historischen Schüttungsraten (min./max.) sowie 14-tägige Schüttungsmessungen während mindestens 1 Jahr.
- Chemische, physikalische und bakteriologische Untersuchungsergebnisse des Rohwassers bzw. des zur Versickerung gelangenden Wassers sowie deren Beurteilung (Vergleich zu Anforderungen an Trinkwasser, evtl. weiterführende Interpretationen bezüglich Herkunft des Grundwassers).
- Wasseraufbereitung (bestehend/geplant).
- Hydrogeologische Daten und Unterlagen, die zur Bemessung der Schutzzonen dienen; d.h. regionale geologische und hydrogeologische Charakterisierung des Grundwasserleiters und dessen Einzugsgebietes (z.B. Ergebnisse von Markierversuchen, geophysikalische Untersuchungen, pedologische Daten usw.).
- Gegebenenfalls Angaben zum Einfluss der Grundwasserentnahme bzw. -anreicherung auf weitere Nutzungen in der Umgebung.
- Gefahrenkataster (Konfliktplan) und dessen Beurteilung (Ist-Zustand, erforderliche Massnahmen).
- Verzeichnis der betroffenen Parzellen (Nr./Eigentümer/Bewirtschafter).
- Begründung für die hydrogeologische Dimensionierung der Schutzzonen S1, S2 und S3.
- Vorschlag für ein Überwachungsprogramm: Ort, Häufigkeit und Zeitpunkt der Probenahmen sowie die Parameter, die gemessen werden sollen. Häufigkeit und Zeitpunkt der Probenahmen richten sich nach den hydraulischen und hydrogeologischen Eigenschaften im Fassungseinzugsgebiet.
- Vorschlag für ein Informations- und Alarmdispositiv im Fall einer Überschreitung der Werte gemäss Lebensmittelverordnung oder Gewässerschutzverordnung beziehungsweise Anhang 1 dieser Wegleitung.

Schutzzonenplan

Anforderungen an den Schutzzonenplan

Die Umgrenzungen der Schutzzonen S1, S2 und S3 lassen sich in eine «hydrogeologische» und eine «praktische» Umgrenzung unterscheiden.

Die hydrogeologische Umgrenzung basiert auf hydrogeologischen Kriterien und richtet sich nach den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung.

Die praktische Umgrenzung umhüllt die hydrogeologische Umgrenzung und berücksichtigt die örtlichen Gegebenheiten wie z.B. Geländestrukturen, Grundstücksgrenzen, Bauten und Anlagen, Waldränder. Sie stellt im Schutzzonenplan die rechtskräftige Abgrenzung dar.

Es wird empfohlen, im Schutzzonenplan beide Umgrenzungen darzustellen (vgl. Abb. 19).

Schutzzonenreglement

Inhalt des Schutzzonenreglementes

Das Schutzzonenreglement soll durch eine in Hydrogeologie ausgebildete Fachperson erarbeitet werden und folgende Punkte beinhalten:

- Schutzmassnahmen, Nutzungsbeschränkungen und -auflagen für Anlagen und Tätigkeiten in den einzelnen Zonen, am besten gegliedert nach Zone S3, Zone S2 und Zone S1.
- Signalisation (Markierung) der Schutzzonengrenzen.
- Meldepflicht für in der Schutzzone eingesetzte Pflanzenschutzmittel.
- Zuständigkeiten beim Vollzug des Schutzzonenreglements.
- Art, Zeitpunkt und Häufigkeit der Kontrollen über die Einhaltung der Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen. Hinweis auf die Notwendigkeit einer periodischen Überprüfung des Schutzzonenplans und des Schutzzonenreglements.

Bei bestehenden, nicht konformen Anlagen innerhalb der Grundwasserschutzzone zudem:

- Sanierungen, die durchgeführt werden sollen sowie Fristen dafür.
- Kontrollen, die durchgeführt werden sollen sowie Fristen und Häufigkeit.
- Fristen für die Stilllegung und Beseitigung der Anlagen.

Schutzzonenreglemente, welche die obigen Anforderungen nicht erfüllen, sind bis zum Jahr 2015 zu überarbeiten. Hinweise zum Vollzug (insbesondere Ausnahmeregelungen, Empfehlungen zur Umsetzung und Überwachung von Schutzzonen) finden sich im Kapitel 4.

2.3.3 Bemessung der Schutzzonen bei Lockergesteins-Grundwasserleitern

Detaillierte Informationen zum Thema Schutzzonenbemessungen in Lockergesteins-Grundwasserleitern finden sich in der Praxishilfe «Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen in Lockergesteins-Grundwasserleitern» des BUWAL [Lit. 8]

Bemessung der Zone S1 (Lockergesteins-Grundwasserleiter)

Die Zone S1 umfasst:

- die Fassungsanlage d.h. bei Vertikalfilterbrunnen den Brunnenschacht; bei Horizontalfilterbrunnen den Brunnenschacht und die Horizontalstränge; bei Quellfassungen den Fassungsstrang mit Filterrohren, evtl. mit Einbezug der Brunnenstube;
- den durch den Bohr- oder Bauvorgang aufgelockerten Bereich;
- im Falle von Anreicherungsanlagen die ganze Anlage einschliesslich der gesamten für die Anreicherung vorgesehenen Sickerfläche sowie die unmittelbare Umgebung der Anlage.

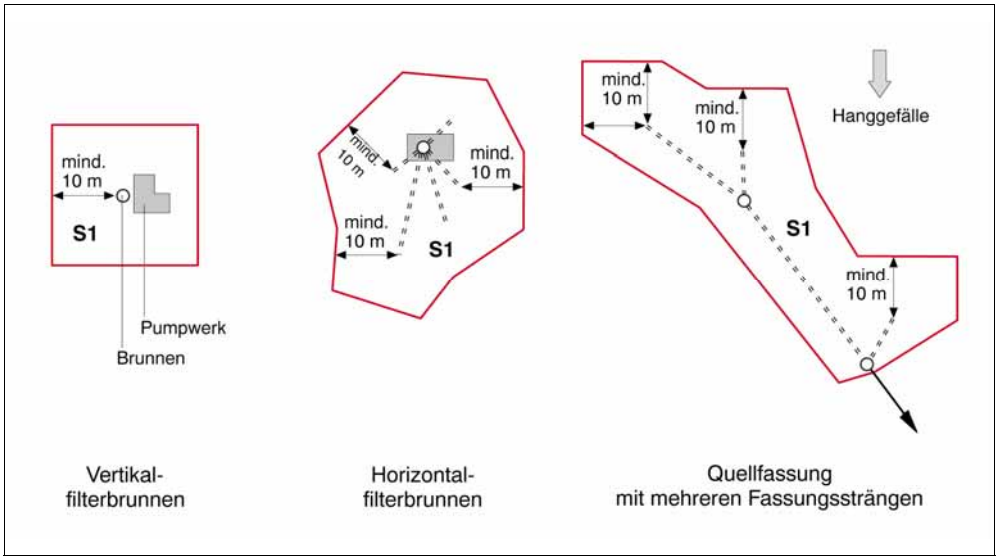


Abbildung 18:
Bemessung der Zone S1.

Es gibt zahlreiche unterschiedliche Bautypen von Trinkwasserfassungen, welche die Grösse der Zone S1 beeinflussen (vgl. Kapitel 1.2). Grundsätzlich gilt: die Begrenzung der Zone S1 soll vom äussersten Rand eines Fassungselementes (Fassungsstrang, Horizontalfilterstrang, usw.) gemessen mindestens 10 m weit reichen. Bei Quellfassungen kann der Grenzabstand talseitig weniger als 10 m betragen; soll aber bergseitig, zum Schutz vor Einschwemmungen, umso grösser sein.

Bei erhöhter Gefährdung ist der Abstand zwischen der Anlage und der Begrenzung der Zone S1 entsprechend grösser zu wählen.

Bei Horizontalfilterbrunnen mit tief liegenden Fassungssträngen oder bei Fassungen, bei denen genügend mächtige Deck- bzw. Zwischenschichten mit geringer Durchlässigkeit vorhanden sind, kann sich die Zone S1, je nach Situation, auf den Schutz der unmittelbaren Umgebung der oberirdischen Anlageteile beschränken.

Bemessung der Zone S2 (Lockergesteins-Grundwasserleiter)

Die Zone S2 wird bei Lockergesteins-Grundwasserleitern so dimensioniert, dass:

- die Verweilzeit (Fliessdauer, Aufenthaltszeit, Verweildauer) des Grundwassers vom äusseren Rand der Zone S2 bis zur Grundwasserfassung **mindestens 10 Tage** beträgt und
- der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2 in Zustromrichtung **mindestens 100 Meter** beträgt.

Dabei ist von der Entnahmemenge, die über längere Zeit höchstens gefördert werden darf, und von einem niedrigen Wasserstand auszugehen.

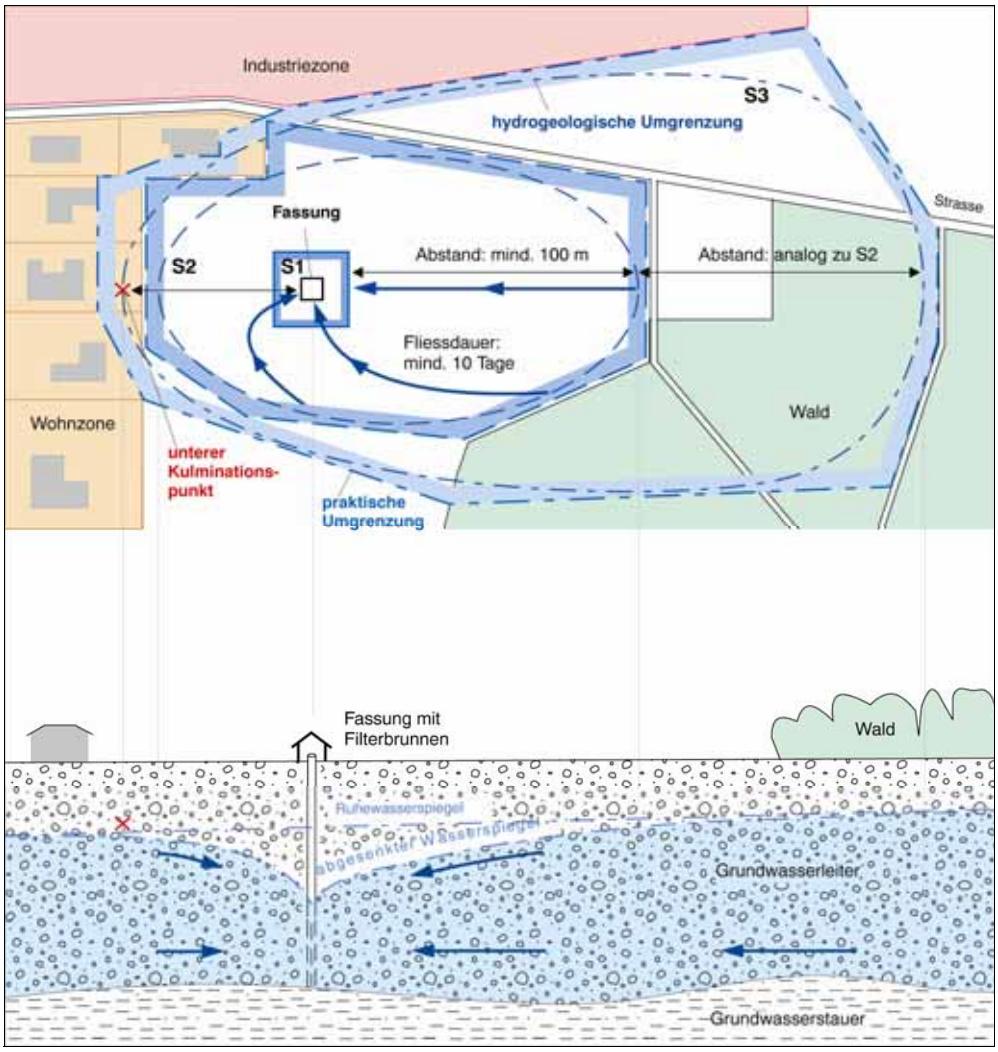


Abbildung 19:
Bemessung der Zonen S2 und S3.

Vier gebräuchliche Methoden zur Ermittlung der 10-Tages-Isochrone[1]

Die 10-Tages-Isochrone entspricht derjenigen Linie, von der aus das Grundwasser bis zum Erreichen der Fassungsanlage 10 Tage benötigt. Die Fliessstrecke, d.h. die Distanz von der 10-Tages-Isochrone bis zur Fassungsanlage, berechnet sich nach folgender Gleichung:

allgemein:	$\Delta z = v \times t$
für die Distanz der 10-Tages-Isochrone:	$\Delta z_{10d} = v \times 10d$
wobei:	Δz = Fliessdistanz in [m]
	v = Abstandsgeschwindigkeit in [m/d]
	t = Verweilzeit in [d]

Massgebend für die Ermittlung der 10-Tages-Isochrone sind gute Kenntnisse über die Fliessverhältnisse und die Verweilzeiten des Grundwassers im Fassungseinzugsgebiet.

Die 10-Tages-Isochrone kann auf verschiedene Arten ermittelt werden (vgl. Praxishilfe zur Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen in Lockergesteins-Grundwasserleitern [Lit. 8]). Die gebräuchlichsten Methoden sind:

Markierversuche (in der Praxis bevorzugte Methode)
Die Verweilzeit wird aus der Durchgangskurve des Markierstoffes bei der Fassung ermittelt (vgl. Kasten auf der folgenden Seite).

Manuell-graphisches Verfahren
Ausgehend vom Isohypsenplan, welcher für annähernd stationäre Verhältnisse bei Förderung der maximal zulässigen Entnahmemenge konstruiert wird, werden für einzelne Stromlinien die Verweilzeiten der Wasserteilchen von 10 Tagen nach der Strömungsgleichung von Darcy bestimmt.

Verfahren nach Wyssling [Lit. 22]
Dieses Verfahren erlaubt es, die folgenden Grössen zu bestimmen:

- Strecke vom Filterbrunnen bis zur talseitigen Begrenzung des Entnahmebereichs bei gegebener Entnahme (unterer Kulminationspunkt);
- Entnahmebreite auf Fassungshöhe und oberstrom der Fassung;
- Strecke stromaufwärts bzw. stromabwärts vom Filterbrunnen bis zu einem Punkt auf der Strömungsachse mit der gewünschten Verweilzeit;
- Verweilzeit (Tage) von einem Punkt auf der Strömungsachse bis zur Fassung.

Anmerkung: Im Gegensatz zu [Lit. 22] wird heute empfohlen, anstelle einer Porosität von 10–20% eine strömungswirksame Porosität von 3–8% in Rechnung zu setzen.

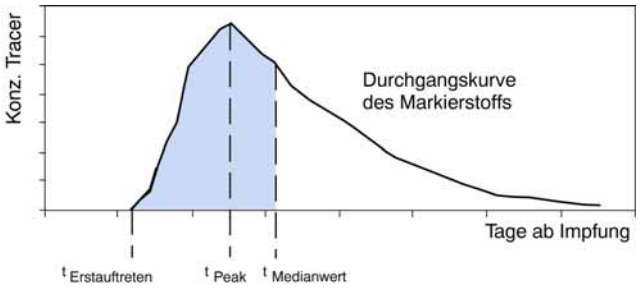
Grundwasser-Strömungsmodell-Verfahren
Die meisten Strömungsmodelle erlauben unter Annahme stationärer Verhältnisse die Darstellung von Stromlinien (particle-tracking). Für die Berechnung der 10-Tages-Isochrone nach dem «backtracking»-Verfahren wird für jedes «Wasserteilchen» berechnet, welchen Weg es bis zum Erreichen des Zielstandortes zurückgelegt hat.

[1] Grenzlinie einer Verweilzeit von 10 Tagen

Markierversuche

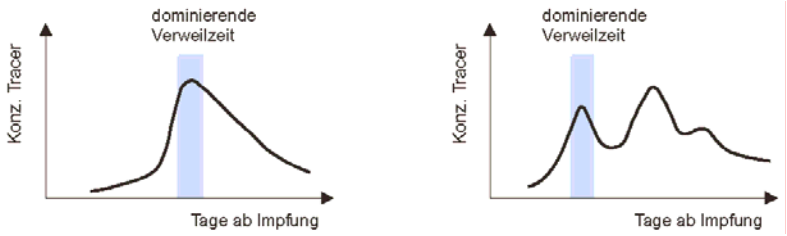
Wenn im Hinblick auf die Ausscheidung von Schutzzonen Markierversuche durchgeführt werden, soll der Markierstoff nach Möglichkeit direkt ins Grundwasser eingeimpft werden. Bei der zu untersuchenden Grundwasserfassung ist die über längere Zeit maximal zulässige Fördermenge zu entnehmen (konzessionierte Förderleistung bzw. maximale tägliche Fördermenge). Aus der Durchgangskurve des Markierstoffes lassen sich für den Abstand d zwischen Impfstelle und Entnahmestelle unterschiedliche Verweilzeiten t ermitteln:

Minimale Verweilzeit	$t_{Erstauftreten}$
Dominierende Verweilzeit	t_{Peak}
Mittlere Verweilzeit	$t_{Medianwert}$

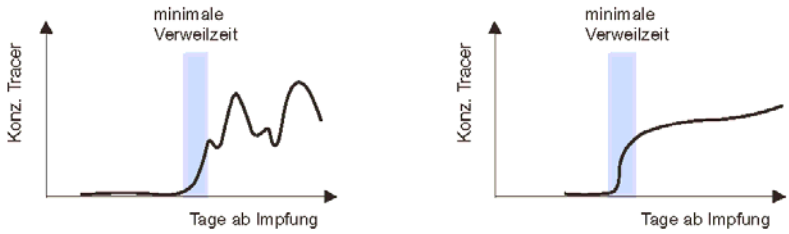


Durchgangskurven können unterschiedliche Formen haben. An je zwei Beispielen wird gezeigt, welche Verweilzeiten in Lockergesteins-Grundwasserleitern für die Bestimmung der 10-Tages-Isochrone massgebend sind. Mehr dazu findet sich in der Praxishilfe «Einsatz künstlicher Tracer in der Hydrogeologie» [Lit. 9].

Die Berechnung der 10-Tage-Isochrone erfolgt in der Regel aufgrund der **dominierenden Verweilzeit.** Bei Kurven, welche mehrere annähernd gleichwertige Konzentrationsmaxima aufweisen, ist der Zeitpunkt des ersten Peaks massgebend.



Bei Fassungen in sehr heterogenen Grundwasserleitern (heterogene Lockergesteine, geklüfteter Fels usw.) sollte in der Regel der Zeitpunkt des Erstauftretens, d.h. die **minimale Verweilzeit,** als Grundlage für die Bestimmung der 10-Tages-Isochrone verwendet werden. Dies gilt auch für alle Markierversuche, die zur Ermittlung der Interventionszeit bei Störfall- und Havarieszenarien durchgeführt werden.



Bei der Dimensionierung der Zone S2 ist einzig die Verweilzeit des Grundwassers im wassergesättigten Untergrund zu berücksichtigen. Die Dauer der Versickerung des Niederschlagswassers von der Geländeoberfläche bis zum Grundwasserspiegel soll nicht in die Berechnung miteinbezogen werden.

In gewissen **Sonderfällen,** bei Vorliegen spezieller hydrogeologischer Verhältnisse, kann dennoch von den aufgeführten Minimalanforderungen abgewichen werden. Insbesondere kann der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2 in Zuströmrichtung kleiner als 100 m sein, wenn durch hydrogeologische Untersuchungen nachgewiesen ist, dass eine durchgehende, gering durchlässige und nicht verletzte Deckschicht einen gleichwertigen Schutz gewährleistet[1]. Die oben genannte Minimaldistanz von 100 m kann also unter den nachfolgend genannten Voraussetzungen reduziert werden:

- **Bei einstöckigen Grundwasservorkommen,** wenn mit Baggerschlitzen, Sondierbohrungen und/oder geophysikalischen Untersuchungen ein homogener Aufbau der Deckschicht nachgewiesen wird, ohne dass die Sondierungen die Schutzwirkung der Deckschicht beeinträchtigen. Die Deckschicht soll eine geringe Durchlässigkeit ($k < 1 \times 10^{-7}$ m/s) und eine Mächtigkeit von mindestens 5 Metern aufweisen, und es dürfen keine besser durchlässigen Linsen auftreten. Die Durchlässigkeit der Deckschicht soll mittels Versuchen (z.B. Versickerungsversuche) bestimmt werden. Der Grenzabstand zwischen den Zonen S1 und S2 darf jedoch 50 m nicht unterschreiten.
- **Bei mehrstöckigen Grundwasservorkommen,** wenn das zur Trinkwassernutzung geförderte Grundwasser nachweislich aus einem tiefer liegenden Grundwasserstockwerk stammt, und eine hydraulische Verbindung zwischen dem oberflächennahen Grundwasser und dem genutzten tief liegenden Vorkommen auch langfristig ausgeschlossen werden kann. Dies kann z.B. bei Horizontalfilterbrunnen mit tief liegenden Fassungssträngen oder bei Quellfassungen mit gebohrten oder bergmännisch erstellten Fassungssträngen der Fall sein.

Bemessung der Zone S3 (Lockergesteins-Grundwasserleiter)

Für die Dimensionierung der Zone S3 in Lockergesteins-Grundwasserleitern gelten folgende Regeln:

- Stromabwärts soll die Zone S3 zumindest den Entnahmebereich bis zum unteren Kulminationspunkt umfassen. Es ist dies derjenige Punkt, von dem aus das Grundwasser auch bei ungünstigen Voraussetzungen (niedriger Wasserstand, flaches Spiegelgefälle, Dauerpumpbetrieb mit konzessionierter Menge) nicht mehr zur Fassung zurückströmen kann.
- Stromaufwärts soll der Abstand vom äusseren Rand der Zone S2 bis zum äusseren Rand der Zone S3 etwa so gross sein wie der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2.

Das Prinzip und Verfahren der Schutzzonendimensionierung in Lockergesteins-Grundwasserleitern wird in Abbildung 20 gezeigt.

[1] Anh. 4 Ziff. 123 Abs. 2 Bst. b GSchV

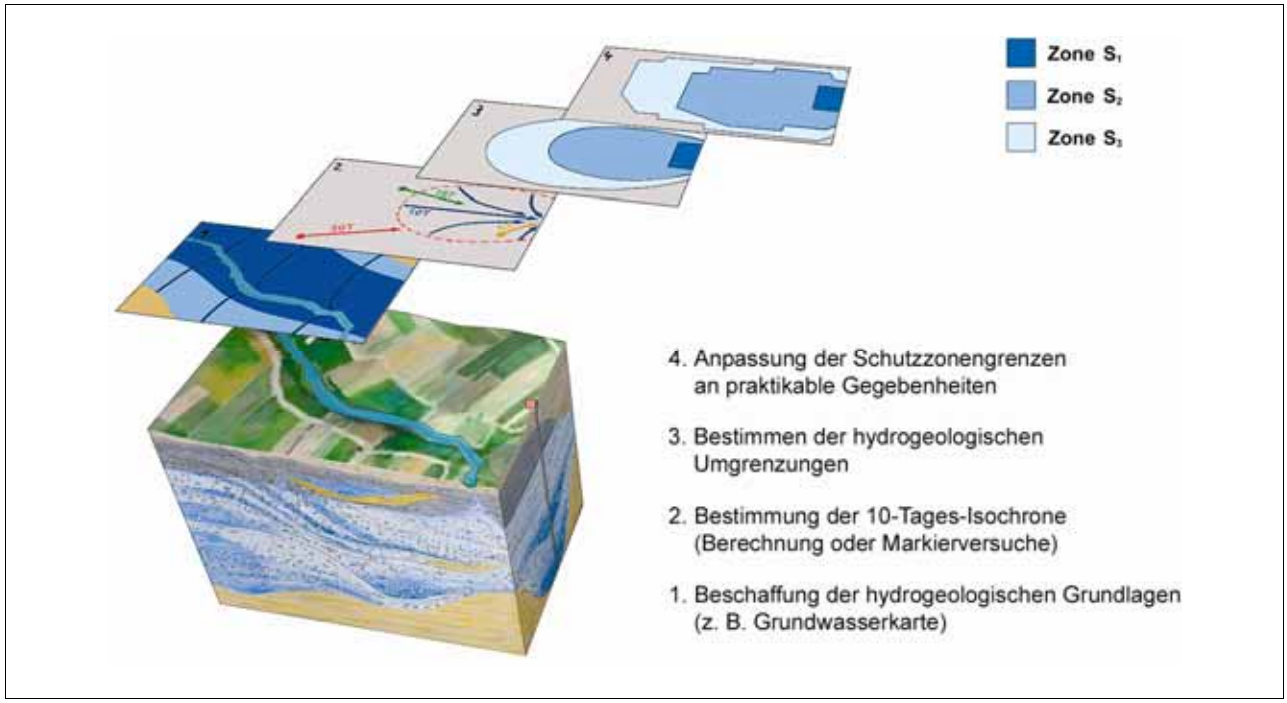


Abbildung 20: Prinzip und Verfahren der Schutzzonendimensionierung in Lockergesteins-Grundwasserleitern.

2.3.4 Bemessung der Schutzzonen bei Karst-Grundwasserleitern

Grundsätzliches zur Methodik

In Karst-Grundwasserleitern sind die Fliessgeschwindigkeiten des Grundwassers sehr unterschiedlich und können unter Umständen ausserordentlich hoch sein. Diese Grundwasserleiter weisen eine ausgeprägte Heterogenität auf. Die Gefahr einer Verschmutzung des gefassten Wassers nimmt in der Regel nicht mit zunehmender Entfernung des Gefahrenherdes von der Fassungsstelle ab, wie dies bei Lockergesteins-Grundwasser normalerweise der Fall ist. Zudem wird die Fliessgeschwindigkeit des Karst-Grundwassers sehr stark von den meteorologischen Verhältnissen beeinflusst. Ferner können die Erkenntnisse über die Elimination von pathogenen (krankheitserregenden) Keimen in Lockergesteinen nicht auf Karst-Grundwasserleiter übertragen werden. Das Kriterium der Aufenthaltszeit des Grundwassers ist demnach für die Bemessung von Grundwasserschutzzonen in Karst-Grundwasserleitern grundsätzlich ungeeignet.

Grundwasserschutzzonen in Karstgebieten werden daher nicht auf Grund der Verweilzeit des Grundwassers, sondern auf Grund von spezifischen geologischen, geomorphologischen und hydrogeologischen Kriterien innerhalb des Einzugsgebietes einer Fassung oder von Teilgebieten desselben dimensioniert. Diese Kriterien lassen sich unter dem Begriff **Vulnerabilität** des Grundwassers zusammenfassen. Prinzip und Verfahren werden in der Praxishilfe «Kartierung der Vulnerabilität in Karstgebieten» (EPIK) ausführlich beschrieben [Lit. 2]. Die Vulnerabilität ist eine natürliche Eigenschaft des Grundwasserleiters und stellt ein Mass für die Empfindlichkeit des Grundwassers auf natürliche und anthropogene Einflüsse dar.

Die Bemessung der Schutzzonen in Karst-Grundwasserleitern erfolgt daher aufgrund der Vulnerabilität[1]. Die Abbildungen 21 und 22 sowie die nachstehenden Erläuterungen geben dazu eine Übersicht.

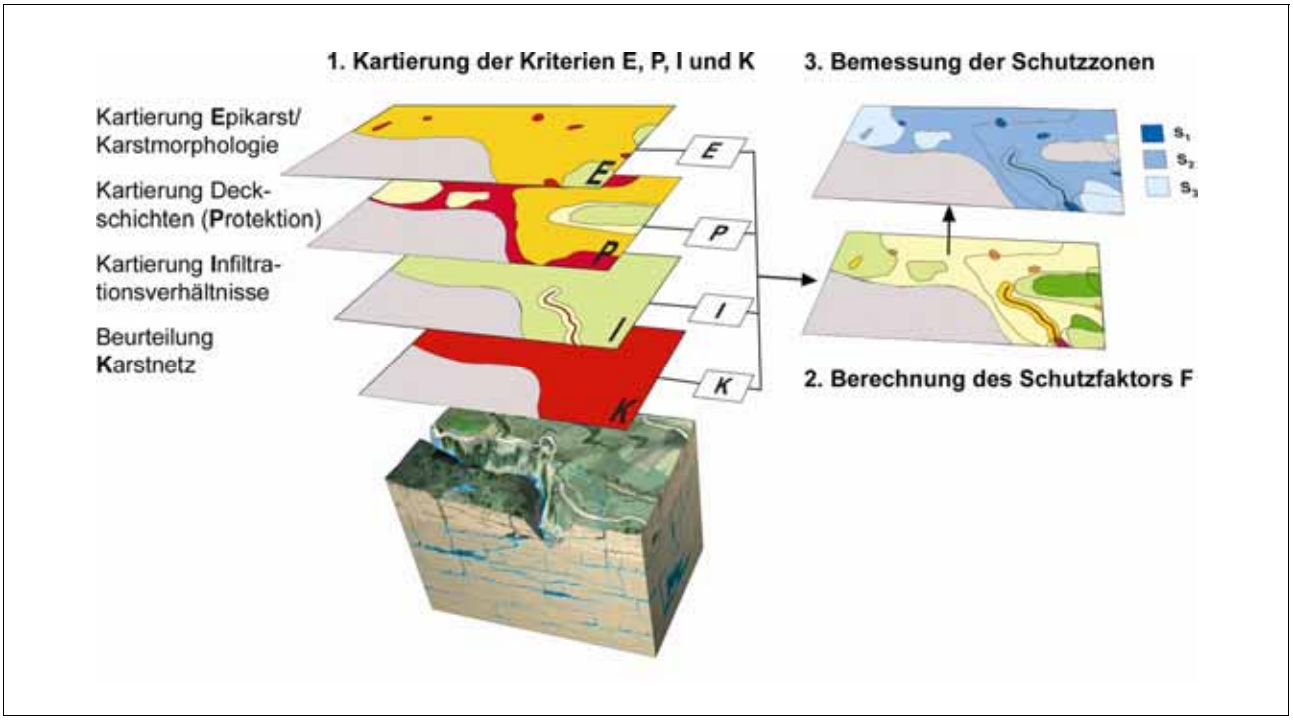


Abbildung 21: Prinzip und Verfahren der Schutzzonendimensionierung in Karst-Grundwasserleitern (Methode EPIK).

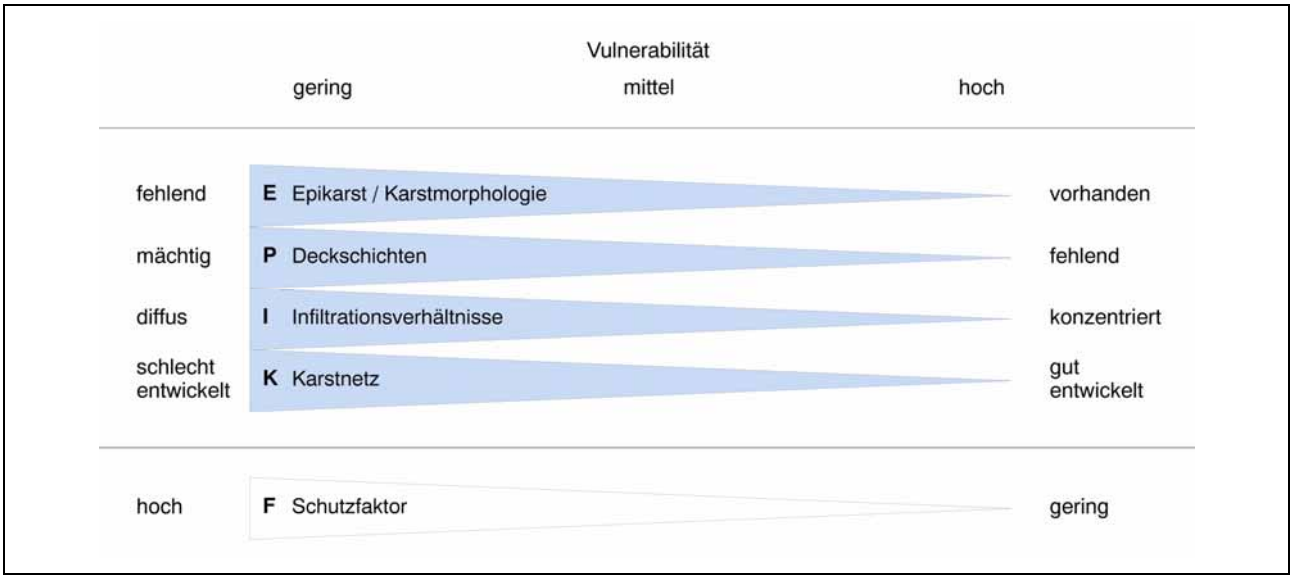


Abbildung 22: Einfluss der Bemessungsgrössen E, P, I und K auf die Vulnerabilität.

[1] Anh. 4 Ziff. 121 GSchV

Prinzip und Verfahren der EPIK-Methode

Die Methode EPIK beruht auf vier Kriterien: Ausbildung des **E**pikarsts, Schutz (**P**rotektion) durch Boden und Deckschicht, **I**nfiltrationsverhältnisse und Entwicklung des **K**arstnetzes. Prinzip und Verfahren der EPIK-Methode werden in der Praxishilfe «Kartierung der Vulnerabilität in Karstgebieten» [Lit. 2] detailliert beschrieben und hier kurz vorgestellt.

Die vier Kriterien **E, P, I** und **K** charakterisieren die spezifischen Eigenschaften eines Karst-Grundwasserleiters und dessen Vulnerabilität. Die EPIK-Methode erlaubt auf nachvollziehbare Weise, die Vulnerabilität von Grundwasser in Karstregionen bezüglich natürlichen und anthropogenen Einflüssen abzuschätzen. In gewissen Fällen, namentlich bei Vorhandensein von nicht verkarsteten Teileinzugsgebieten und in Siedlungsgebieten, ist die Methode mit der nötigen Differenzierung anzuwenden.

Zuerst muss das Einzugsgebiet der zu schützenden Fassungen bestimmt werden. Danach wird in drei Schritten vorgegangen:

1. Bewertung und Kartierung der vier Kriterien: Epikarst, Boden- und Deckschicht, Infiltrationsverhältnisse und Entwicklung des Karstnetzes

Das Einzugsgebiet der Fassung wird in Elementarflächen unterteilt, welche bezüglich der vier Kriterien E, P, I und K kartiert, charakterisiert und indiziert werden. Die Indizes werden mit Hilfe von verschiedenen direkten und indirekten, lokal oder regional anwendbaren Methoden ermittelt, wie beispielsweise geomorphologischen Studien, Hydrogrammanalysen von Hochwasserereignissen, Luftbildinterpretationen, Tracerversuchen, Bohrungen und Baggerschlitzen sowie Geophysik. Der Index für das Kriterium K wird meist global für das ganze Einzugsgebiet ermittelt.

⇓

2. Berechnung des Schutzfaktors F

Die indizierten Kriterien werden gemäss ihrer Schutzfunktion gewichtet und die erhaltenen Werte werden aufsummiert. Im konkreten Fall werden die vier Karten der indizierten Kriterien übereinander gelegt, um somit eine kartographische Darstellung der Verteilung des Faktors F über das gesamte Einzugsgebiet zu erhalten. Dieser Arbeitsschritt kann durch Anwendung eines Geographischen Informationssystems (GIS) in vielen Fällen vereinfacht werden.

⇓

3. Bemessung der Schutzzonen

Dank einer empirischen Beziehung zwischen dem Faktor F und den Schutzzonen können mit dieser Karte die Grundwasserschutzzonen S1, S2 und S3 auf nachvollziehbare Weise bemessen werden.

Besonderheiten

Für die Bemessung der Schutzzone S1 gilt sinngemäss Abbildung 18. Die Zone S1 kann aber in Karst-Grundwasserleitern auch weitere Gebiete umfassen, wenn diese eine besonders hohe Vulnerabilität aufweisen und eine direkte Verbindung zur Fassung nachgewiesen ist oder angenommen werden muss[1].

In Karstgebieten kann an Stelle einer Zone S3 ein Zuströmbereich Z_U ausgeschieden werden, wenn dabei ein gleichwertiger Schutz gewährleistet ist[1]. Damit dies gewährleistet werden kann, müssen in solchen Zuströmbereichen die Nutzungsbeschränkungen identisch sein mit denjenigen in einer Zone S3 (Ausnahme: Materialabbau). Diese Nutzungsbeschränkungen sind im Schutzzonenreglement der Fassung festzuhalten. Ferner soll aus dem Schutzzonenplan und aus der Gewässerschutzkarte klar hervorgehen, dass es sich um einen Zuströmbereich handelt, der eine Zone S3 ersetzt.

2.3.5 Bemessung der Schutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern

Grundsätzliches zur Methodik

Die besonderen und vielfältigen geologischen und hydrogeologischen Eigenschaften von Kluft-Grundwasserleitern bedingen ein spezielles Vorgehen für die Bemessung der Grundwasserschutzzonen. Prinzip und Verfahren werden in der Praxishilfe «Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern» [Lit. 4] ausführlich beschrieben. Die Bemessung der Schutzzonen in geklüfteten Gesteinen erfolgt gemäss Gewässerschutzverordnung[1] aufgrund der Vulnerabilität. Sie trägt damit der Vielfalt der hydrogeologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet Rechnung. Die Abbildung 23 zeigt, wie bei der Schutzzonenausscheidung in geklüfteten Gesteinen in abgestuften Einzelschritten vorgegangen wird.

Im ersten Schritt wird die Vulnerabilität (Empfindlichkeit auf Fremdeinflüsse) der Fassung beurteilt, und es wird unterschieden zwischen wenig vulnerablen und vulnerablen Fassungen.

gering vulnerable Fassungen

Diese Fassungen zeichnen sich aus durch eine relativ konstante Ergiebigkeit und durch günstige physikalisch-chemische und biologische Wassereigenschaften selbst nach starken Niederschlägen. Die Verweildauer des Grundwassers im Grundwasserleiter ist genügend lang und erlaubt eine natürliche Filtrierung und Reinigung des Wassers, bevor es gefasst wird.

In diesen Fällen können die Schutzzonen gestützt auf die vorhandenen Unterlagen in der Regel nach der *Distanz-Methode* ausgeschieden werden.

vulnerable Fassungen

Diese Fassungen weisen stärkere Schwankungen im Ertrag und in der physikalisch-chemischen Wasserbeschaffenheit auf, und/oder sie sind problematisch bezüglich der Wasserqualität (Mikrobiologie, Trübung). Ein Teil des Wassers besitzt eine zu kurze Verweilzeit im Grundwasserleiter und wird nicht genügend filtriert. Bei diesen Fassungen müssen diejenigen Gebietsflächen bestimmt werden, von welchen das Wasser mit kurzer Verweilzeit stammt.

[1] Anh. 4 Ziff. 121 Abs. 1 GSchV

schwache Heterogenität

Im zweiten Schritt wird bei vulnerablen Fassungen die Heterogenität des Grundwasserleiters beurteilt. Ist diese unbedeutend, d.h. sind keine besonderen Kluftsysteme und keine präferenziellen Wasserwege ausgebildet, können die Schutzzonen nach der *Isochronen-Methode* (vgl. Kap. 2.3.3) ausgeschieden werden.

starke Heterogenität

In stark heterogenen Grundwasserleitern kommt die Methode DISCO zur Anwendung, welche auf einer multikriteriellen Kartierung der Vulnerabilität im Einzugsgebiet der Fassung beruht [Lit. 4]. Kriterien für die Beurteilung der Vulnerabilität sind folgende drei Parameter:

- Verteilung und Geometrie der Trennflächen (**Dis**kontinuitäten) im Grundwasserleiter,
- Verteilung und Schutzwirkung der Boden- und Deckschichten (**co**uverture protectrice),
- Bedeutung der Oberflächenabflüsse.

Durch Kartierung, Gewichtung und Kombination dieser Parameter wird für definierte Teilflächen im Einzugsgebiet ein Schutzfaktor berechnet. Die Ausscheidung der Schutzzonen erfolgt durch Zuordnung der unterschiedlichen Schutzfaktoren zu den einzelnen Schutzzonen S1, S2 und S3.

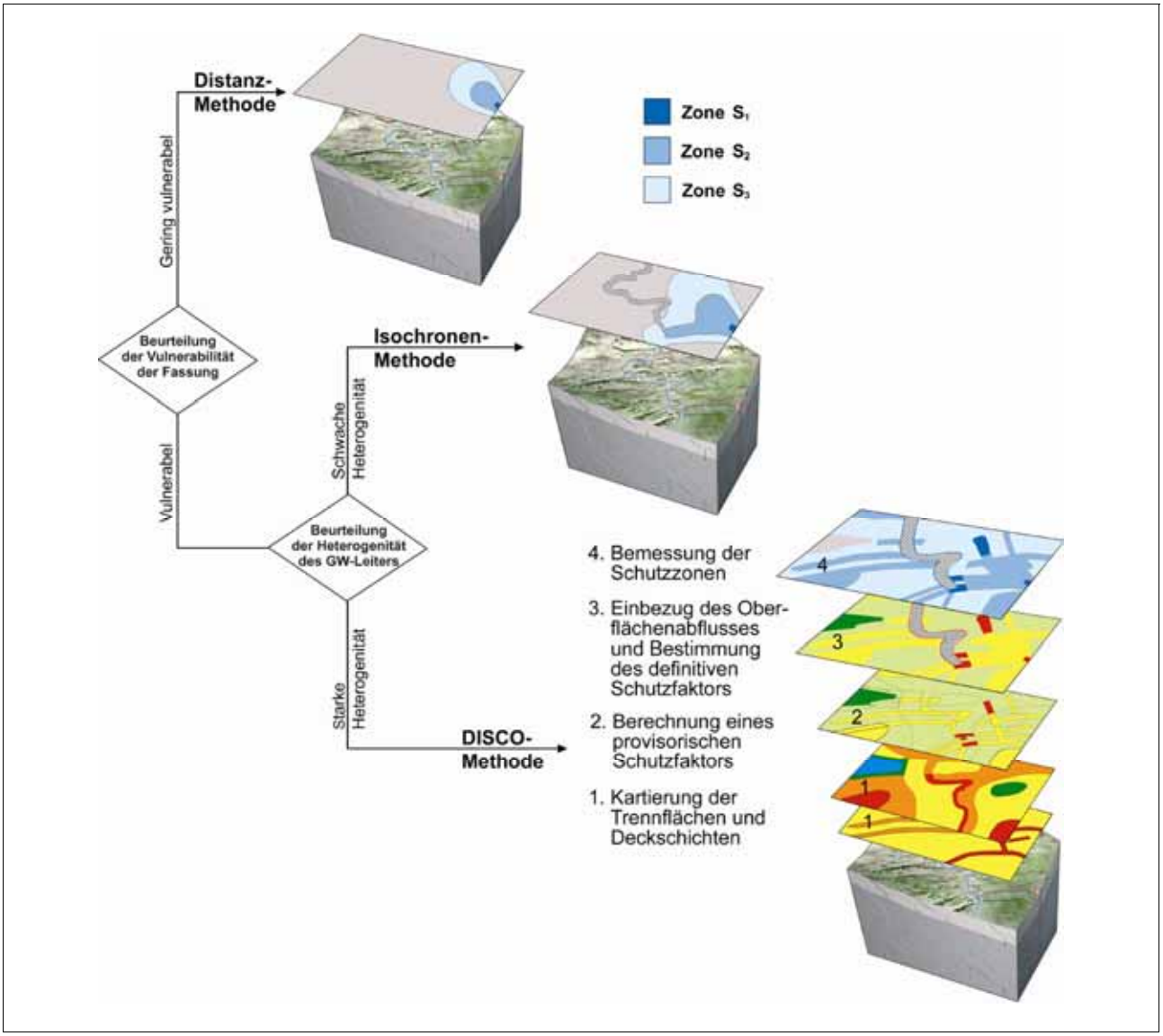


Abbildung 23: Prinzip und Verfahren der Schutzzonendimensionierung in Kluft-Grundwasserleitern.

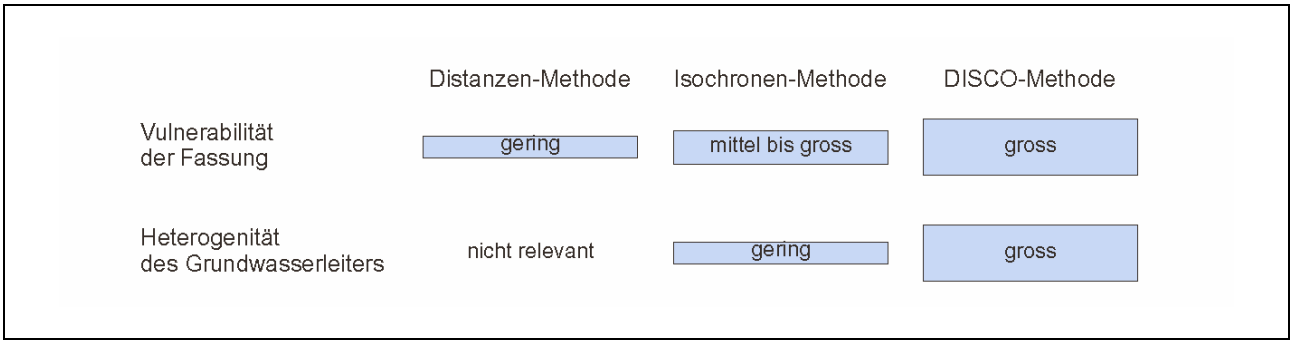


Abbildung 24: Einfluss der Vulnerabilität der Fassung sowie der Heterogenität des Grundwasserleiters auf die Wahl der Bemessungsmethode.

Besonderheiten

Für die Bemessung der Schutzzone S1 gilt sinngemäss Abbildung 18. Die Zone S1 kann aber in Kluft-Grundwasserleitern auch weitere Gebiete umfassen, wenn diese eine besonders hohe Vulnerabilität aufweisen und eine direkte Verbindung dieser Gebiete zur Fassung nachgewiesen ist oder angenommen werden muss[1].

Auch in Gebieten mit Kluft-Grundwasserleitern kann, wie bei Karst-Grundwasserleitern, an Stelle einer Zone S3 ein Zuströmbereich Z_U ausgeschieden werden, wobei die analogen Bestimmungen gelten (vgl. Kap. 2.3.4)

2.4 Grundwasserschutzareale

2.4.1 Definition und Zielsetzung

Grundwasserschutzareale sind speziell ausgeschiedene Gebiete, in welchen der Schutz des unterirdischen Gewässers im Hinblick auf eine künftige Grundwasserbewirtschaftung (Nutzung oder Anreicherung) vorsorglich sichergestellt werden soll. Sie werden durch die Kantone ausgeschieden, in den Gewässerschutzkarten dargestellt und in die jeweilige Richt- und Nutzungsplanung integriert[2].

In diesen Arealen dürfen keine Bauten und Anlagen erstellt werden, welche die künftige Bewirtschaftung beeinträchtigen können[3].

2.4.2 Bemessung der Grundwasserschutzareale

Die Grundwasserschutzareale werden so bemessen, dass im Bedarfsfall eine zukünftige Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage zweckmässig platziert und die Grundwasserschutzzonen ordnungsgemäss ausgeschieden werden können[4]. Dabei ist zu berücksichtigen, dass am voraussichtlichen Fassungsstandort unterschiedliche Fassungstypen in Frage kommen können, wie z.B. Vertikalfilterbrunnen, Horizontalfilterbrunnen oder Brunnenreihen, und dass diese je nach konzessionierter Entnahmemenge unterschiedlich grosse Schutzzonen benötigen.

Die Ausscheidung von Grundwasserschutzarealen setzt also voraus, dass die hydrogeologischen Verhältnisse bekannt sind (vgl. Anforderungen an einen hydrogeologischen Schutzzonenbericht, Kapitel 2.3.2), und dass die Voraussetzungen für eine spätere konkrete Standortplanung für Trinkwasseranlagen günstig sind. Die erforderlichen hydrogeologischen Abklärungen müssen vor Ausscheidung des Grundwasserschutzareals getroffen werden. Es gelten sinngemäss die Bemessungskriterien für die Dimensionierung von Grundwasserschutzzonen.

Den Kantonen steht es frei, Lage und Ausdehnung der künftigen Grundwasserschutzzonen innerhalb des Schutzareals schon vor dem Bau der Fassung festzulegen.

---

[1] Anh. 4 Ziff. 122 Abs. 3 GSchV
[2] Art. 46 GSchV
[3] Art. 21 GSchG, Art. 29 GSchV
[4] Anh. 4 Ziff. 13 GSchV

3 Schutzmassnahmen

3.1 Flächendeckende Schutzmassnahmen

Grundsatz

Im Gewässerschutz gilt generell und flächendeckend eine allgemeine Sorgfaltspflicht, d.h. es ist die gebotene Sorgfalt anzuwenden, um nachteilige Auswirkungen auf die Gewässer zu vermeiden.

Die nachfolgend aufgeführten Bestimmungen des flächendeckenden Grundwasserschutzes gelten also nicht nur in den besonders gefährdeten Bereichen, sondern auch in allen übrigen Bereichen üB.

3.1.1 Qualitativer Schutz

Verunreinigungsverbot

Es ist untersagt, Stoffe, die Wasser verunreinigen können, in ein Gewässer einzubringen oder sie versickern zu lassen[1]. Auch das Ablagern oder Ausbringen solcher Stoffe ist untersagt, wenn dadurch die konkrete Gefahr einer Verunreinigung des Wassers entsteht. Wenn im genutzten oder zur Nutzung vorgesehenen Grundwasser Stoffe vorkommen, die auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen sind, ist zu prüfen, ob das Verunreinigungsverbot bzw. ergänzende Vorschriften verletzt werden (vgl. Anh. 1 dieser Wegleitung).

Erhaltung der natürlichen Biozönose

In der Gewässerschutzverordnung[2] ist als ökologisches Ziel für unterirdische Gewässer formuliert, dass die Biozönose unterirdischer Gewässer naturnah und standortgerecht sowie typisch für nicht oder nur schwach belastete Gewässer sein soll (vgl. Kap. 1.1.3).

3.1.2 Quantitativer Schutz

keine dauernde Grundwasserspiegelabsenkung

Einem Grundwasservorkommen darf langfristig nicht mehr Wasser entnommen werden, als ihm zufliesst[3]. Diese Vorschrift ist nicht dahin zu interpretieren, dass die gesamte Neubildung genutzt werden dürfe, d.h. dass ein Abfluss = 0 zu tolerieren wäre. Sie besagt vielmehr, dass der Grundwasserspiegel weiträumig nicht langfristig bzw. dauernd abgesenkt werden darf. Eine lokale Absenkung durch die Nutzung des Grundwassers ist zulässig.

Restwasservorschriften

Ausserdem sind bei der Grundwasserentnahme die Restwasservorschriften für Oberflächengewässer zu berücksichtigen[4]. Das Grundwasser-Entnahmeregime und die zu konzessionierenden Entnahmemengen von Fassungsanlagen müssen auf diese Vorgaben abgestimmt werden.

temporäre Grundwasserspiegelabsenkung

Kurzfristig kann eine Überschreitung der so abgestimmten Entnahmemenge zur vorübergehenden Absenkung des Grundwasserspiegels toleriert werden. Dies gilt allerdings nur während der Erstellung von Bauten im Grundwasser, wenn keine

[1] Art. 6 GSchG
[2] Anhang 1 Ziffer 2
[3] Art. 43 Abs. 1 GSchG
[4] Art. 31–34 GSchG

verhältnismässige Lösung für die Bauausführung besteht, oder zur Überbrückung von Engpässen in der Trinkwasserversorgung. Dabei dürfen weder die Qualität des Grundwassers noch die Vegetation bzw. Biotope beeinträchtigt werden[1].

Entwässerung

Die dauerhafte Entwässerung eines landwirtschaftlich genutzten Gebietes mit grossflächiger Absenkung des Grundwasserspiegels ist nur zulässig, wenn die landwirtschaftliche Nutzung anders nicht gesichert werden kann[2]. Für andere Bedürfnisse, z.B. im Zusammenhang mit Bauten im Grundwasser, ist nur eine temporäre Absenkung zulässig.

Versickerung

Nicht verschmutztes Abwasser ist nach den Anordnungen der kantonalen Behörde versickern zu lassen[3]. Die Gewässerschutzverordnung erläutert, was unter verschmutztem respektive nicht verschmutztem Abwasser zu verstehen ist[4].

Einbauten

Einbauten in einen Grundwasserleiter dürfen Speichervolumen und Durchfluss nicht wesentlich und dauernd beeinträchtigen[5]. Dies gilt auch für tiefer reichende Bauhilfsmassnahmen (Injektionsschirme, Baugrubenabschlüsse, Verdichtungsmassnahmen), die oft nach Abschluss der Bauarbeiten im Untergrund verbleiben. Deren Auswirkungen können bedeutender sein als diejenigen des Bauwerkes selbst.

Materialausbeutung

Wer Kies, Sand oder anderes Material ausbeuten oder vorbereitende Grabungen dazu vornehmen will, braucht eine Bewilligung[6].

Verbindung von Grundwasserleitern

Die Verbindung von Grundwasservorkommen (z.B. beim Bau unterirdischer Verkehrsanlagen, welche mehrere Grundwasserleiter durchschneiden, bei der Ausführung von Bohrungen und bei Materialentnahmen) ist nur statthaft, wenn weder die Qualität noch die Menge des Grundwassers beeinträchtigt wird[7].

Stauanlagen

Bei Stauanlagen mit geringer Stauhöhe dürfen das Grundwasser und die von dessen Stand abhängige Vegetation nicht wesentlich beeinträchtigt werden[8]. Dies kann zu einer Nutzungsweise führen, welche erheblich vom rentabelsten Wasserwirtschaftsplan abweicht.

Fliessgewässer

Eingriffe in Fliessgewässer (Korrektionen, Verbauungen) haben so zu erfolgen, dass deren natürlicher Verlauf weitgehend beibehalten oder wiederhergestellt wird. Die Revitalisierung von Fliessgewässern hat auch das Ziel, Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischem Gewässer zu verstärken. Verbauungen von Fliessgewässern können dagegen einen negativen Einfluss auf die Grundwasserneubildung haben und eine Absenkung des Grundwasserspiegels bewirken. Verbauungen haben daher so zu erfolgen, dass die Wechselwirkung zwischen ober- und unterirdischem Gewässer weitgehend erhalten bleiben[9].

---

[1] Art. 31–34 GSchG
[2] Art. 43 Abs. 6 GSchG
[3] Art. 7 GSchG
[4] Art. 3 GSchV
[5] Art. 43 Abs. 4 GSchG
[6] Art. 44 GSchG
[7] Art. 43 Abs. 3 GSchG
[8] Art. 43 Abs. 5 GSchG
[9] Art 37 GSchG, Art 4 WBG

3.2 Generelle nutzungsorientierte Schutzmassnahmen

3.2.1 Schutzmassnahmen in den besonders gefährdeten Bereichen A_U und Z_U

Die Gewässerschutzverordnung formuliert die in den besonders gefährdeten Bereichen allgemein gültigen Grundwasser-Schutzmassnahmen[1]. Grundsätzlich ist immer zuerst der planerische Schutz des Grundwassers gemäss Kapitel 2 dieser Wegleitung sicherzustellen und durch die erforderlichen Überwachungs-, Alarm- und Bereitschaftsdispositive gemäss Kapitel 4.6 zu ergänzen.

Für bestehende Anlagen in einem besonders gefährdeten Bereich, in einer Grundwasserschutzzone oder in einem -schutzareal, bei denen die konkrete Gefahr einer Gewässerverunreinigung besteht, sorgt die Behörde dafür, dass die nach den Umständen gebotenen Schutzmassnahmen getroffen werden. Besteht eine solche Anlage in einer Zone S1 oder S2, so sorgt die Behörde dafür, dass die Anlage innert angemessener Frist beseitigt wird, und dass bis zur Beseitigung andere Massnahmen zum Schutz bzw. zur Überwachung des Trinkwassers getroffen werden[2].

Materialausbeutung (z.B. Kiesabbau) ist nur bis 2 m über dem natürlichen (nicht abgesenkten) höchsten Grundwasserspiegel einer 10-Jahres-Periode zugelassen[3].

Bauten und Anlagen sind grundsätzlich über dem mittleren Grundwasserspiegel zu erstellen. Die Behörde kann Ausnahmen bewilligen, soweit die Durchflusskapazität des Grundwassers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10% vermindert wird[4]. Dabei soll der Grundwasserspiegel nicht merkbar verändert werden.

[1] Art. 31 und 32 GSchV, Anh. 4 Ziff. 2 GSchV
[2] Art. 31 Abs. 2 GSchV
[3] Anh. 4 Ziff. 211 Abs. 3 GSchV
[4] Anh. 4 Ziff. 211 Abs. 2 GSchV

Was ist unter einer Verminderung der Durchflusskapazität um 10% zu verstehen?

Die Durchflusskapazität entspricht der Grundwassermenge, welche bei vorgegebenem natürlichem Gefälle einen bestimmten Durchflussquerschnitt des Grundwasserleiters pro Zeiteinheit zu durchströmen vermag. Für die Berechnung der Durchflusskapazität gilt grundsätzlich folgende Formel:

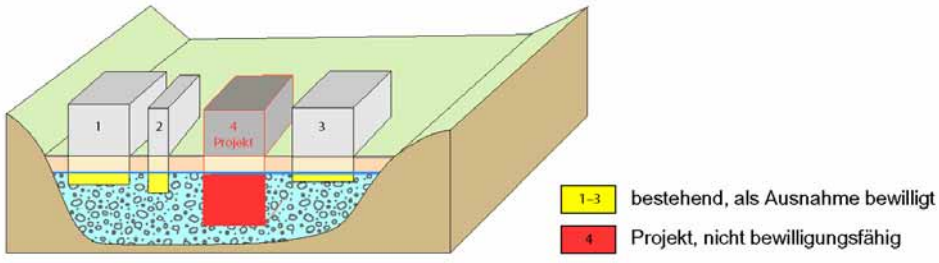
$$\mathbf{Q = k \times F \times i}$$

wobei: Q = Durchflusskapazität in m^3/s
k = Durchlässigkeitsbeiwert (Profil-k-Wert) des Grundwasserleiters in m/s
F = Durchflussquerschnitt in m^2
i = Gefälle

Für die Ermittlung des Durchflussquerschnittes können unterschiedliche Durchflussbreiten in Rechnung gesetzt werden: diejenige unter dem Einzelbauwerk, diejenige unter der Projektparzelle oder die gesamte Durchflussbreite des Grundwasserleiters. Unabhängig von der berücksichtigten Durchflussbreite darf die Summe aller Einbauten die Durchflusskapazität des Grundwasserleiters gesamthaft nicht um mehr als 10 Prozent verringern.

Wie die Kantone dies gewährleisten, steht in ihrem Ermessen. Der Kanton muss entscheiden, ob er sich auf den gesamten Querschnitt des Grundwasserleiters (unter Berücksichtigung bereits bestehender Einbauten unter dem mittleren Grundwasserspiegel), die jeweilige Parzelle oder auf das einzelne Bauwerk beziehen will.

Ein an sich unzulässiges Bauwerk kann bewilligungsfähig werden, wenn durch gezielte Ersatzmassnahmen (z.B. Sickerpackungen) die vorhandene Durchflusskapazität erhalten oder in Ausnahmefällen um höchstens 10% vermindert wird.



3.2.2 Schutzmassnahmen in Grundwasserschutzzonen

Schutzmassnahmen in der Zone S3

Wichtigste Schutzmassnahme in der Zone S3 ist das Verbot industrieller und gewerblicher Betriebe, von denen eine Gefahr für das Grundwasser ausgeht. Für alle neu zu errichtenden Anlagen gelten generell und ungeachtet allfälliger Bestimmungen in älteren Schutzzonenreglementen gewisse Mindestanforderungen[1]. Bereits vorhandene, nicht zonenkonforme Anlagen dürfen vorderhand bestehen bleiben und weiter genutzt werden, sofern keine Gefahr für das Grundwasser besteht. Besteht hingegen die konkrete Gefahr, dass von diesen Anlagen eine Gewässerverunreinigung ausgehen könnte, sind die nach den Umständen gebotenen Massnahmen zum Schutz der Gewässer[2] innert nützlicher Frist umzusetzen (z.B. Sanierung). Für Aus- und Umbauten sowie Umnutzungen gelten die gleichen Bestimmungen wie für Neubauten, d.h. die Mindestanforderungen sind einzuhalten.

Schutzmassnahmen in der Zone S2

In der Zone S2 ist zusätzlich zu den Anforderungen in der Zone S3 auch das Erstellen von Anlagen jeder Art unzulässig. Dies gilt auch für bereits ausgeschiedene Schutzzonen, ungeachtet allfälliger gegenteiliger Bestimmungen in Schutzzonenreglementen[3].

Die kantonale Behörde kann aus wichtigen Gründen Ausnahmen vom Bauverbot gestatten, wenn eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann[4]. Für eine Ausnahme vom Bauverbot müssen also folgende Bedingungen erfüllt sein: Es müssen wichtige Gründe vorliegen, und eine Gefährdung der Trinkwassernutzung muss ausgeschlossen sein. Was darunter zu verstehen ist, kann wie folgt skizziert werden:

Es soll ein begründbarer und nachvollziehbarer Sachzwang für die Errichtung oder Beibehaltung der Anlage bestehen, welcher stärker gewichtet wird als die Anliegen des Grundwasserschutzes und der Trinkwasserversorgung.

Das Bundesrecht gewichtet allerdings die Anliegen des Grundwasserschutzes sehr stark. Eigentlich erfüllen die genannten Bedingungen nur unverzichtbare Anlagen oder Teile von Anlagen, welche aufgrund geologischer oder topographischer Standorteigenschaften oder aus Gründen der öffentlichen Sicherheit (beispielsweise standortgebundene Lawinenverbauungen) zwingend in der Schutzzone liegen müssen. Wirtschaftliche Gründe oder Nutzungsinteressen rechtfertigen Ausnahmen nicht.

In der Schutzzone S2 sind Grabungen verboten, weil damit stets eine Verletzung der schützenden Deckschicht verbunden ist[5].

Bei auftretenden Konflikten mit bestehenden nicht zonenkonformen Anlagen ist gemäss den Ausführungen in Kapitel 4.3 und 4.4 vorzugehen.

---

[1] Anh. 4 Ziff. 221 GSchV
[2] Anh. 4 Ziff. 2 GSchV
[3] ZBl 1995, S. 369 f.
[4] Anh. 4 Ziff. 222 Abs. 1 Bst. a GSchV
[5] Art. 4 Ziff. 222 GSchV

Flüssige Hofdünger dürfen in der Schutzzone S2 nicht verwendet werden. Eine Ausnahme von diesem Verbot kann die kantonale Behörde gestatten, wenn der Boden und die schützende Deckschicht so ausgebildet ist, dass keine pathogenen Keime in die Grundwasserfassung gelangen können. Dabei dürfen pro Vegetationsperiode in angemessenen Abständen drei Mal maximal je 20 m³ pro ha ausgebracht werden.

Der Eintrag von pathogenen Keimen aus der landwirtschaftlichen Bodennutzung erfolgt nach heutigen Kenntnissen zum grössten Teil über präferenzielle Fliesswege. Solche können z.B. sein: Gänge von Würmern und Mäusen, Trockenrisse, Sickerleitungen, Kiesnester usw. Entlang von präferenziellen Fliesswegen werden Mikroorganismen, insbesondere nach starken Niederschlägen, im Boden nicht ausreichend zurückgehalten.

Zur Begründung einer Ausnahmeregelung für die Verwendung von flüssigen Hofdüngern muss mittels mikrobiologischer Analysen des gefassten Wassers geprüft werden, ob die Bodenbeschaffenheit gewährleistet, dass pathogene Keime nicht in die Grundwasserfassung gelangen können. Wenn solche Keime in der Fassung bereits festgestellt wurden, und wenn andere Ursachen (z.B. lecke Abwasserkanalisationen) ausgeschlossen werden können, besteht ein klares Indiz, dass die Eigenschaften des Bodens nicht genügen, pathogene Keime zurückzuhalten. Für eine solche Fassung darf die kantonale Behörde somit keine Ausnahme für die Verwendung von flüssigen Hofdüngern in der Zone S2 zulassen.

Wenn hingegen eine genügend lange Messreihe (mindestens 10 Jahre) mit genügender Probenahmedichte (in der Regel 2-monatlich) vorliegt und dabei nie eine Kontamination mit pathogenen Keimen festgestellt wurde, kann – bei unveränderter Nutzung – davon ausgegangen werden, dass die Bodenbeschaffenheit gewährleistet, dass solche Keime nicht ins Grundwasser gelangen.

Liegen zu wenige aussagekräftige mikrobiologische Untersuchungen vor, so sind ergänzende Abklärungen vor allem bei nassen Witterungsverhältnissen im Sommerhalbjahr durchzuführen.

In der Zone S2 dürfen nur solche Pflanzenschutzmittel angewendet werden, die aufgrund ihrer Abbaubarkeit und Mobilität nicht in Trinkwasserfassungen gelangen können.

Schutzmassnahmen in der Zone S1

Hier besteht ein generelles Nutzungsverbot. Ausgenommen sind einzig Anlagen der Wasserversorgung, die zwingend auf den Standort angewiesen sind, so z.B. das Fassungsbauwerk, die Umzäunung des Fassungsbereichs oder die Meteorwasserableitung, nicht aber das Reservoir oder die Werk- und Dienstgebäude der Wasserversorgung. Bestehende Bauten sind, sofern sie die Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage gefährden, in angemessener Frist zu entfernen. Die Gewässerschutzverordnung sieht keine Ausnahmemöglichkeiten vor. Dasselbe gilt auch für alle anderen Nutzungen.

3.2.3 Schutzmassnahmen in Grundwasserschutzarealen

Innerhalb der Grundwasserschutzareale gelten dieselben Nutzungsbeschränkungen wie in der Zone S2, namentlich ein generelles Bauverbot[1]. Die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngern, ist dagegen nicht speziell eingeschränkt.

Sind Lage und Ausdehnung der künftigen Zone S3 festgelegt, so gelten dort die selben Nutzungsbeschränkungen wie in einer rechtsgültigen Zone S3.

Zusammenfassung der wichtigsten Massnahmen und Nutzungsbeschränkungen

Bereiche, Zonen, Areale	**Massnahmen und Nutzungsbeschränkungen**
Übriger Bereich üB	• Sorgfaltspflicht • Bewilligungspflicht für Materialausbeutung • Ablagerungsverbot für brennbare Abfälle • Erhaltung der Grundwasservorkommen
Besonders gefährdete Bereiche	
Gewässerschutzbereich A_U	• kantonale Bewilligung für Bauten und Anlagen • keine Anlagen, die eine besondere Gefahr für ein Gewässer darstellen • besondere Vorschriften für die Gewinnung von Kies, Sand und anderem Material
Zuströmbereich Z_U	• Die Kantone legen die zum Schutz des Wassers erforderlichen Massnahmen fest, z.B.: ➢ Verwendungseinschränkungen für Pflanzenschutzmittel und Dünger ➢ Einschränkung der acker- und gemüsebaulichen Produktionsflächen, bei der Kulturwahl usw. ➢ Verzicht auf Wiesenumbruch im Herbst und auf Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland
Für Zuströmbereiche, welche anstelle einer Zone S3 ausgeschieden wurden (Z_U nach Anh. 4 Ziff. 121 Abs. 1 GSchV), gelten, ausser für die Materialausbeutung, die selben Nutzungsbeschränkungen wie in der Zone S3.	
Grundwasserschutzzonen und -areale	
Zone S3	• keine Ausbeutung von Kies, Sand und anderem Material • keine Deponien • keine industriellen und gewerblichen Betriebe, von denen eine Gefahr für das Grundwasser ausgeht • keine Einbauten unter den höchsten Grundwasserspiegel
Zone S2	zusätzlich zu den Massnahmen in S3: • Bauverbot (Ausnahmen möglich) • keine Grabungen und Terrainveränderungen • keine Tätigkeiten, die das Trinkwasser quantitativ oder qualitativ beeinträchtigen können • keine mobilen und persistenten Pflanzenschutzmittel • kein flüssiger Hofdünger (Ausnahmen möglich)
Zone S1	zulässig sind nur Tätigkeiten, die der Trinkwassernutzung dienen
Grundwasserschutzareale	• Bauverbot • keine Ausbeutung von Kies, Sand und anderem Material

[1] Anh. 4 Ziff. 23 GSchV

3.2.4 Bewilligungspflicht

In den besonders gefährdeten Bereichen, einschliesslich Grundwasserschutzzonen und -arealen, dürfen Anlagen nur mit einer kantonalen Bewilligung erstellt werden[1]. Mit der Bewilligungspflicht soll der ordnungsgemässe Vollzug der Gewässerschutzbestimmungen sichergestellt werden.

Gemäss Gewässerschutzverordnung[2] sind in den besonders gefährdeten Bereichen Anlagen, die eine Gefahr für ein Gewässer darstellen, bewilligungspflichtig. Anlagen und Tätigkeiten, für die in jedem Fall eine Bewilligung benötigt wird, sind[3]:

- Untertagebauten;
- Anlagen, die Deckschichten oder Grundwasserstauer verletzen;
- Grundwassernutzungen (auch zu Heiz- und Kühlzwecken);
- dauernde Entwässerungen und Bewässerungen;
- Freilegungen des Grundwasserspiegels;
- Bohrungen.

Es handelt sich dabei aber nicht um eine abschliessende Liste. Die Kantone können auch weitere Anlagen dieser Bewilligungspflicht unterstellen.

Es liegt in der Vollzugskompetenz der Kantone, die Bewilligung gewisser Anlagen, die zwar der Bewilligungspflicht[1] unterliegen, aber aus der Sicht des Gewässerschutzes weniger problematisch sind, an die Gemeinden zu delegieren. Der Kanton soll in diesem Fall mit geeigneten Mitteln dafür sorgen, dass das Gewässerschutzrecht von den Gemeinden richtig vollzogen wird.

Für bestimmte Anlagen des Bundes, z.B. Bahn- und Militäranlagen, wird die Bewilligung durch die zuständige Bundesbehörde erteilt.

[1] Art. 19 Abs. 2 GSchG
[2] Art. 32 Abs. 1 GSchV
[3] Art. 32 Abs. 2 GSchV

3.3 Spezielle nutzungsorientierte Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen (Referenztabellen)

In den nachfolgenden Referenztabellen werden, geordnet nach Tätigkeiten und Anlagen, die Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen aufgelistet, welche innerhalb der verschiedenen Gewässerschutzbereiche, Grundwasserschutzzonen und -areale gelten. Mit Fussnoten werden Spezialfälle oder Ausnahmen erläutert. Zudem werden die Gefährdungspotenziale der einzelnen Nutzungen kurz erläutert.

Falls es die Sicherstellung der Wasserqualität erfordert, können die zuständigen Behörden weitergehende Massnahmen vorschreiben.

Legende zu den Referenztabellen

+	Aus hydrogeologischer Sicht unproblematisch. Keine Bewilligung nach Art. 32 GSchV erforderlich; die Einhaltung sämtlicher weiterer Vorschriften bleibt vorbehalten.
b	Kann fallweise durch die zuständige Behörde zugelassen werden. Bewilligung nach Art. 32 GSchV erforderlich.
–	Nicht zugelassen.
$+^{n}$	Aus hydrogeologischer Sicht mit Einschränkungen gemäss Anmerkung unproblematisch. Keine Bewilligung nach Artikel 32 GSchV erforderlich; die Einhaltung sämtlicher weiterer Vorschriften bleibt vorbehalten.
$+^{b}$	Grundsätzlich unproblematisch. Bewilligung nach Artikel 32 GSchV erforderlich.
b^{n}	Kann fallweise durch die zuständige Behörde zugelassen werden, mit Einschränkungen gemäss Anmerkung. Bewilligung nach Art. 32 GSchV erforderlich.
$–^{b}$	Nicht zugelassen; die zuständige Behörde kann nach Prüfung des Einzelfalls Ausnahmen bewilligen.
$–^{n}$	Nicht zugelassen; die zuständige Behörde kann nach Prüfung des Einzelfalls unter Berücksichtigung der Anmerkung Ausnahmen bewilligen.

In aller Regel ist mit dem Hinweis «b» die *kantonale Bewilligung* gemäss Art. 19 GSchG und Art. 32 GSchV, also die grundwasserschutzrechtliche Bewilligung gemeint.

Übersicht zu den Referenztabellen

	Seite		Seite
• Baustellen	64	• Forstwirtschaft	76
• Oberirdische Bauten, Betriebe und Anlagen	65	• Pflanzen- und Holzschutzmittel sowie Dünger	77
• Wärmenutzung aus dem Untergrund	66	• Freizeit- und Sportanlagen	79
• Abwasseranlagen	68	• Friedhofanlagen und Wasenplätze	80
• Versickerungsanlagen	69	• Materialausbeutung	81
• Bahnanlagen	70	• Deponien, Materiallager, Umschlagplätze und Transportleitungen	82
• Strassen	71	• Militärische Anlagen und Schiessplätze	83
• Luftverkehrsanlagen	72	• Fliessgewässer-Revitalisierung	84
• Untertagebauten	73	• Indizes	85/135
• Landwirtschaft	74		

Baustellen

Das Gefährdungspotenzial von Baustellen ist in der Regel erheblich. Einerseits werden auf Baustellen häufig wassergefährdende Stoffe gelagert, anderseits können Zementrückstände im Betonwasser sowie die eingesetzten Hilfsstoffe zu erheblichen Gewässerverschmutzungen führen.

Referenztabelle Baustellen

	üB	A_U	Z_U[1]	Areal[2]	S3[3]	S2	S1
Grossbaustellen und Installationsplätze	+	+[b]		-	b	-	-
Abstellplätze für Nutzfahrzeuge und Baumaschinen (keine Wartung)	+	+		-	+[4]	-	-
Auftanken von Nutzfahrzeugen und Baumaschinen	+	+		+	+	-	-
Plätze für Fahrzeug- und Baumaschinenwartung sowie Lagerplätze für geölte, gefettete oder chemisch behandelte Baumaterialien[4]	+	+		-	+[b]	-	-
Lagerplatz für neu hergestellte Beton-Fertigteile (z.B. Tübbinge)	+	+		-	+[b]	-	-
Betrieb und Reinigung von Aufbereitungs-, und Mischanlagen für Beton und Mörtel, sowie von grösseren Apparaten für Bohr- und Fräsarbeiten	+	+[4]		+[4]	+[4]	-	-
Sanitäre Anlagen[5]	+	+		+	+	-	-
Reinigungsarbeiten und Oberflächenbehandlungen, die zu verschmutztem Abwasser führen können (z.B. Fassadenreinigung)[6]	+	+		-	+	-	-
Spritzbeton	+	+		-	b	-	-
Dichtungs-/Spundwände	+	b[7]		-	-	-	-
Ramm- und Bohrpfählung[8]							
• Holzpfähle und Fertigbetonpfähle	+	+[b/7]		-	+[b]	-	-
• Ortsbetonpfähle	+	+[b/7]		-	b	-	-
• Bohrpfähle mit Bohrspülung	+	+[b/7]		-	-	-	-
• Bohrpfähle mit Trockendrehbohrung	+	+[b/7]		-	b	-	-
Verdichtungsarbeiten (Rüttelverdichtung)	+	-[10]		-	-	-	-
Injektionen[9]	+	-[10]		-	-[10]	-	-
Bohrungen[8/11], Ramm-/Drucksondierungen[11]	+	b		-	-[b]	-	-
Grabungen, Baggerschlitze	+	+[12]		-	+[b]	-	-
Terrainveränderungen mit Abgrabungen (z.B. für Golfplätze, Skipisten, Parkanlagen)	+	+[b]		-	b[13]	-	-
Verwertung von unverschmutztem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial[68]	+	+		-	+	-	-
Verwendung von Recyclingbaustoffen[69]	+	+		-	b	-	-

Bauarbeiten im Grundwasser sind grundsätzlich auf das absolut Notwendige zu beschränken. Je nach Fall soll das Grundwasser vor, während und einer angemessenen Zeit nach Ausführung von Bauarbeiten in zweckmässiger Weise überwacht werden (vgl. Kapitel 4.6).

Für das Erstellen eines Konzeptes zum Schutz der Gewässer bei Baustellen ist die SIA-Empfehlung 431 «Entwässerung von Baustellen» (Schweizer Norm SN 509 431), ergänzt durch Dimensionierungsvorgaben in der Schweizer Norm SN 592 000 zu beachten.

Bei der Ausführung von Baumassnahmen sind Projektleiter, Bauleiter und Unternehmer dafür verantwortlich, dass diese Gewässerschutzvorschriften umgesetzt werden.

Oberirdische Bauten, Betriebe und Anlagen

Das Gefährdungspotenzial, das von Bauten und Anlagen ausgeht, ist vielfältig. Die meisten baulichen Eingriffe bedeuten entweder temporär (in der Bauphase) oder permanent ein Gefahrenpotenzial für das Grundwasser. Die stärkste Gefahr einer qualitativen Beeinträchtigung geht von der Versickerung wassergefährdender Flüssigkeiten, speziell während der Bauphase, aus. Auch Störfälle beim Betrieb von Industrie- und Gewerbeanlagen sowie undichte Leitungen und Kanalisationen stellen wesentliche potenzielle Verunreinigungsquellen dar. Weiter kann die Bautätigkeit, z.B. als Folge von tiefen Fundationen bis unter den Grundwasserspiegel, zu einer Verringerung des Grundwasserdurchflusses und damit zu quantitativen Beeinträchtigungen führen.

Referenztabelle oberirdische Bauten, Betriebe und Anlagen

	üB	A_U	Z_U[1]	Areal	S3[3]	S2	S1
Hochbauten inkl. gewerbliche und industrielle Betriebe mit oder ohne Schmutzwasseranfall, in denen wassergefährdende Stoffe weder erzeugt, verwendet, umgeschlagen, befördert noch gelagert werden. Lagerung von Mineralölprodukten für eigene Heizzwecke für höchstens zwei Jahre.	+	+[7/14]		-[2]	+[b/15]	-	-
Gewerbliche und industrielle Betriebe, die wassergefährdende Stoffe erzeugen, verwenden, umschlagen, befördern oder lagern	+	b[7/14]		-[2]	-[b/15]	-	-
Durchlässig gestaltete Einzelparkplätze und Garagenvorplätze ohne Wasseranschluss (keine Fahrzeugwäsche oder -wartung)	+	+		-[2]	+	-	-
Einzelparkplätze und Garagenvorplätze mit Wasseranschluss sowie nicht-gewerbliche Einzel-Autowaschplätze[4]	+	+		-[2]	+[b]	-	-
Gewerbliche Waschplätze für Fahrzeuge (inkl. Waschstrassen und öffentliche Waschanlagen)[4]	+	+		-	-	-	-

Die Referenztabelle gilt für neue Bauten und Anlagen sowie für wesentliche Nutzungsänderungen. Bestehende Bauten und Anlagen sind bei erster Gelegenheit und nach Massgabe der Gefährdung von Trinkwasserfassungen sinngemäss anzupassen.

Wärmenutzung aus dem Untergrund

Bei der Nutzung des Grundwassers zu Heiz- oder Kühlzwecken besteht eine Gefährdung vor allem darin, dass bei der Wiederversickerung des thermisch veränderten Grundwassers Schadstoffe ins Grundwasser eingetragen werden, sei es infolge von Defekten im System oder durch Eintrag aus Drittquellen in das Versickerungsbauwerk.

Jede Bohrung zur Nutzung der Erdwärme beinhaltet ein gewisses Gefährdungspotenzial. Anlagen zum Wärmeaustausch im Untergrund sind in qualitativer Hinsicht problematisch, besonders dort, wo natürlicherweise gut geschützte Grundwasserleiter angebohrt werden. Sofern die Grundwasserverhältnisse nicht exakt bekannt sind oder prognostiziert werden können, besteht die Gefahr, dass durch die Bohrung unterschiedliche Grundwasserstockwerke miteinander verbunden werden.

Referenztabelle Wärmenutzung aus dem Untergrund

	üB	A_U	Z_U[1]	Areal	S3	S2	S1
Entnahmebrunnen und Versickerungsbauwerke[8] für die Nutzung von Grundwasser zu Heiz- und Kühlzwecken	+	b[18]		-	-	-	-
Erdwärmesonden, -pfähle[8/11/66]	+	+[b/19]		-	-[b/20]	-	-
tiefe Geothermie (Geothermiebohrung)[8/11]	+	+[b/19]		-[2]	-[b/20]	-	-
Erdregister/Wärmekörbe[69]	+	+		-[2]	+[b/20]	-	-

Grundsätzlich sind nur geschlossene Systeme zulässig (ausgenommen Geothermiebohrungen). Zudem dürfen weder in offenen noch in geschlossenen Systemen wassergefährdende Stoffe verwendet werden.

Nutzung von Grundwasser zu Heiz- und Kühlzwecken

Anlagen zur Nutzung von Grundwasser zu Heiz- oder Kühlzwecken bestehen aus einem Entnahmebrunnen, einem Wärmetauscher (eventuell in Verbindung mit einer Wärmepumpe) und in der Regel aus einem Versickerungsbauwerk, in welchem das erwärmte oder abgekühlte, anderweitig aber nicht negativ veränderte Abwasser nach Anordnung der kantonalen Behörde versickert werden soll (Art. 7 Abs. 2 GSchG).

Um sicherzustellen, dass das zu versickernde Wasser nicht verschmutzt wird, sind Vorkehrungen zu treffen, welche eine Verschmutzung, z.B. durch ein Leck in der Wärmetauscheranlage, rechtzeitig erkennen lassen. Zudem ist sicherzustellen, dass keine Schadstoffe aus Drittquellen in die Versickerungsanlage gelangen können.

Die Wärmenutzung darf insgesamt, das heisst unter Berücksichtigung aller im betrachteten Grundwassergebiet installierten Anlagen, die natürliche saisonale Temperatur des Grundwassers um nicht mehr als 3 °C verändern. In der unmittelbaren Nachbarschaft des Versickerungsbauwerkes, d.h. in einem Umkreis von max. 100 m darf die Veränderung mehr als 3 °C betragen.

Erdwärmesonden

Da Erdwärmesonden-Bohrungen den weitaus häufigsten Typ von Bohrungen in der Tiefenklasse über 50 m darstellen, empfiehlt es sich, zur Beschleunigung der Verfahren und zur Vereinheitlichung der Auflagen spezielle Erdwärmesondenkarten zu erstellen, welche dem Aufbau des Untergrundes und der Vulnerabilität der Grundwasservorkommen Rechnung tragen. Grundsätzlich ist zwischen Gebieten zu unterscheiden, in welchen Erdwärmesonden unzulässig bzw. zulässig (bewilligbar) sind. Letztere Gebiete können weiter unterteilt werden in Gebiete mit unterschiedlichen Auflagen oder zulässigen Maximaltiefen.

Erdregister und Energiepfähle

Erdregister und Energiepfähle zur Nutzung der geothermischen und der im Boden gespeicherten Sonnenenergie bedürfen ausserhalb von Schutzzonen grundsätzlich keiner gewässerschutzrechtlichen Bewilligung, es sei denn, die Kantone schreiben die Bewilligungspflicht vor. Sofern Energiepfähle ins Grundwasser reichen, sind sie wie Einbauten in das Grundwasser zu behandeln.

Geothermie-Wärmenutzung

Projekte zur Nutzung der geothermischen Energie mittels Tiefbohrungen sind Einzelfälle, über deren Zulässigkeit und spezifische sichernde Auflagen und Bedingungen nach eingehender individueller Prüfung zu entscheiden ist. Grundsätzlich ist sicherzustellen, dass Bohrgerät und -personal den speziellen Anforderungen gewachsen und für nicht vorhersehbare Situationen ausgerüstet sind.

Abwasseranlagen

Unser weit verzweigtes Netz mit Kanalisationen und Abwasserleitungen beinhaltet ein besonders grosses Gefährdungspotenzial, hauptsächlich durch das Risiko von unerkannten Sickerverlusten undichter Leitungen.

Der sachgemässe Gewässerschutz ist bei der Planung, beim Unterhalt und bei der Erneuerung von Abwasseranlagen im Rahmen der generellen Entwässerungsplanung (GEP) zu gewährleisten.

Referenztabelle Abwasseranlagen

	üB	A_U[7]	Z_U[1]	Areal	S3[3]	S2	S1
Abwasserleitungen für häusliche Abwässer sowie Industrieabwasser aus Betrieben, in denen wassergefährdende Stoffe weder erzeugt, verwendet, umgeschlagen, befördert oder gelagert werden	+	+		-[2]	+[b/21]	-[21/22]	-
Abwasserleitungen für Industrieabwasser aus Betrieben, in denen wassergefährdende Stoffe erzeugt, verwendet, umgeschlagen, befördert oder gelagert werden	+	+		-[2]	b[21]	-	-
Abwasserreinigungsanlagen[23]	+	b		-	-	-	-
Einzel-, Klein- und Pflanzenkläranlagen[23]	+	b		-[2]	-[b/24]	-	-
Sanitäre Anlagen mit Sickergrube	-	-		-	-	-	-

Der einwandfreie Zustand von Abwasseranlagen ist durch regelmässige Kontrollen sicherzustellen. Dabei ist insbesondere die Dichtheit von Kanalisationen (inkl. deren Hausanschlüsse) periodisch je nach Ergebnis der Zustandskontrolle und den örtlichen Gegebenheiten zu prüfen. Bei der Verlegung von Spezialbetonrohren sind, sofern wegen der Art der abzuleitenden Abwässer keine strengeren Sicherheitsmassnahmen erforderlich sind, Rohre mit Glockenmuffen zu verwenden.

Bei der Dichtheitsprüfung von Rohrleitungen darf die zulässige Wasserzugabe die in der SIA-Norm 190 genannten Maximalwerte nicht überschreiten.

Sickergruben und Versickerungsschächte mit direkter Einleitung unbehandelter verschmutzter Abwässer sind verboten (Art. 8 GSchV).

Für die Sanierung von Abwasserkanalisationen ist die VSA-Richtlinie «Qualitätssicherung bei Sanierungs- und Instandsetzungsmassnahmen an nicht begehbaren Kanalisationen» massgebend.

Versickerungsanlagen

Bei jeder künstlichen Versickerung von Niederschlagswasser in einer Versickerungsanlage besteht das Risiko, dass Schadstoffe aus der Luft oder Stoffe, die von der Entwässerungsfläche abgeschwemmt werden, ins Grundwasser eingetragen werden. Bei Verkehrsflächen sind dies vor allem Kohlenwasserstoffe, Pneuabrieb und Salz, bei Dachflächen sind es unter anderem Schwermetalle.

Referenztabelle Versickerungsanlagen

	üB	A_U	Z_U[1]	Areal	S3	S2	S1
Versickerung von unbeeinflusstem Grundwasser	+	+[b]		-	b	-	-
Versickerungsanlagen für nicht verschmutztes Abwasser[25]							
• über eine bewachsene Bodenschicht	+	+		-[2]	-[b/27]	-	-
• unter Umgehung einer bewachsenen Bodenschicht[26]	+	b		-	-	-	-
Versickerungsanlagen für gereinigtes Abwasser	-[b]	-[b]		-	-	-	-

Um den negativen Auswirkungen der grossflächigen Versiegelung entgegenzuwirken, soll gemäss Artikel 7 GSchG nicht verschmutztes Abwasser versickert werden, sofern dies die örtlichen Verhältnisse zulassen. Die Anforderungen, die an das zu versickernde Wasser gestellt werden, und die Einschränkungen bezüglich Machbarkeit und Zulässigkeit sind in verschiedenen Wegleitungen und Richtlinien, z.B. des BUWAL, des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) sowie des Verbandes der Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) geregelt (siehe Literaturverzeichnis im Anhang).

Die GSchV legt in Artikel 3 fest, nach welchen Kriterien die zuständige Behörde die zur Versickerung vorgesehenen Abwässer als verschmutzt bzw. nicht verschmutzt zu beurteilen hat. Die Verordnung legt aber keine absoluten Werte bezüglich Inhaltsstoffe für diese Beurteilung fest. Durch die Versickerung darf die Qualität des Grundwassers nicht beeinträchtigt werden, und die Bodenfruchtbarkeit soll langfristig gewährleistet sein.

Bezüglich Grundwasserschutz ist eine Versickerung über eine biologisch aktive Bodenschicht weniger kritisch zu beurteilen, als eine Versickerung in einer unterirdischen Anlage unter Umgehung des bewachsenen Bodens, denn der belebte Boden besitzt für zahlreiche Schadstoffe, namentlich Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle, ein gutes Sorptionsvermögen. Dort, wo die Fruchtbarkeit des Oberbodens erhalten bleiben soll, schränken allerdings die Bestimmungen der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) eine Versickerung über den bewachsenen Boden ein.

Bei der Planung von Versickerungsanlagen muss in jedem Fall eine Machbarkeitsprüfung und eine Zulässigkeitsprüfung durchgeführt werden. Das Vorgehen ist in den einschlägigen Richtlinien und Wegleitungen (siehe Literaturverzeichnis im Anhang) beschrieben, welche auch weitergehende Referenztabellen bezüglich der Zulässigkeit von Versickerungsanlagen enthalten und auf die technischen Aspekte der Versickerung eingehen.

Bahnanlagen

Der Schienenverkehr führt in der Regel zu deutlichen Belastungen des trasseenahen Bereichs infolge Abrieb (Bremsen, Räder, Schienen, Fahrleitungen), Schmiermaterial, Herbizideinsatz und Fäkalien. Bei Strecken, auf denen wassergefährdende Stoffe transportiert werden, muss zudem mit einem erheblichen Risiko von Unfällen und Störfällen gerechnet werden, bei welchen Treibstoffe oder andere wassergefährdende Transportgüter ausfliessen können.

Chronische Belastungen aus dem Bahnbetrieb (z.B. infolge Herbizideinsatzes oder Freisetzung von Fäkalien auf offener Strecke) werden durch die einschlägige Gesetzgebung und durch betriebliche Massnahmen der Bahnen laufend verringert.

Referenztabelle Bahnanlagen

	üB	A_U[7]	Z_U[1]	Areal	S3[3]	S2	S1
Bahnlinien							
• in Dammlage oder ebenerdig	+	+[b]		-[2]	+[28]	-	-
• in Unterführungen und Geländeeinschnitten	+	b		-[2]	b[28]	-	-
Bahnlinien in Tunnels	siehe Tabelle Untertagebauten						
Station ohne oder mit wenig Güterumschlag	+	+		-[2]	+[b/28]	-	-
Bahnhof (grösserer Spurwechsel- und/oder Güterumschlagsbereich, inkl. wassergefährdende Flüssigkeiten)	+	+[b]		-	-[15]	-	-
Rangier- oder Güterbahnhof und Abstellgleise	+	b[29]		-	-[15]	-	-

Ausserhalb von Schutzzonen ist eine Versickerung von Abwasser aus Bahnanlagen über eine biologisch aktive Bodenschicht oder durch eine gleichwertige Versickerungsanlage zulässig. Unterhaltsarbeiten an den Gleisanlagen (z.B. Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, Oberflächenbehandlung technischer Anlagen) werden durch die Bundesbehörden mittels Weisungen basierend auf Anhang 5 GSchV geregelt und kontrolliert.

Die Referenztabelle betrifft den Aus- und Neubau von Bahnanlagen. Erneuerungen, für die keine Grabungen notwendig sind (z.B. Schotterersatz), gelten nicht als Ausbau. Für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln im Zusammenhang mit Bahnanlagen gilt die Referenztabelle «Einsatz von Pflanzen- und Holzschutzmittel sowie Dünger» (siehe Seite 78).

Für neue Eisenbahnlinien muss die Umweltverträglichkeit abgeklärt werden, welche auch die Belange des Grundwasserschutzes beinhaltet.

Strassen

Der Strassenverkehr führt zu deutlichen Belastungen des strassennahen Bereichs infolge Treibstoffkomponenten, Staub, Spritzwasser, Tausalz usw., insbesondere wenn die Strasse in Dammlage oder ebenerdig geführt wird. Bei Strassen muss zudem mit einem erheblichen Risiko von Unfällen gerechnet werden, bei welchen Treibstoffe oder andere wassergefährdende Transportgüter ausfliessen können.

Referenztabelle Strassen

	üB	A_U[7]	Z_U[1]	Areal	S3[3]	S2	S1
Strassen							
• in Dammlage oder ebenerdig	+	+[b]		-[2]	+[4]	-	-
• in Unterführungen und Geländeeinschnitten	+	b		-[2]	b[4]	-	-
Strassen in Tunnels	siehe Tabelle Untertagebauten						
Landwirtschaftliche Flurwege und Forststrassen	+	+		-[2]	+	-[31]	-[31]
Tankstellen[4]	+	b		-	-	-	-
Grosse Parkplatzanlagen	+	+		-[2]	b[4]	-	-

Für neue Strassen von grösserer Bedeutung muss die Umweltverträglichkeit abgeklärt werden, welche auch die Belange des Grundwasserschutzes beinhaltet.

Luftverkehrsanlagen

Das Gefährdungspotenzial von Luftverkehrsanlagen ist mit demjenigen von Strassen vergleichbar, nur dass bei einem Unfall mit wesentlich grösseren Mengen an grundwassergefährdenden Stoffen gerechnet werden muss. Hinzu kommt bei Luftverkehrsanlagen das Gefährdungspotenzial von Enteisungsflüssigkeiten.

Referenztabelle Luftverkehrsanlagen[32]

	üB	A_U[7]	Z_U[1]	Areal	S3[3]	S2	S1
befestigte Pisten	+	+[b]		-[2]	+[b/4]	-	-
unbefestigte Pisten und Helikopterlandeplätze	+	+		-[2]	+	-	-
Abstellplätze auf denen enteist oder betankt wird	+	+[b]		-	-	-	-

Für Luftverkehrsanlagen muss die Umweltverträglichkeit geprüft werden. Dabei sind auch die Aspekte des Grundwasserschutzes zu berücksichtigen.

Untertagebauten

Die Realisierung von Untertagebauten kann – ohne entsprechende Massnahmen – zu einer Drainage des Grundwassers und somit zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels führen. Eine Absenkung des Grundwasserspiegels kann Trinkwasserfassungen beeinträchtigen und sich nachteilig auf die Vegetation und die landwirtschaftlichen Kulturen sowie auf die Stabilität von Bauten (z.B. Staumauern) auswirken.

Referenztabelle Untertagebauten

	üB	A_U[7]	Z_U[1]	Areal	S3[3]	S2	S1
Tunnel	+	+[b]		-[2]	-[b]	-	-
Kavernenspeicher für wassergefährdende Flüssigkeiten	-[33]	-		-	-	-	-
Freispiegel- und Druckstollen, Wasserschlösser, Kraftwerkskavernen ohne Transformatoren	+	+[b]		-[2]	-[b]	-	-
Kraftwerkskavernen mit Transformatoren	+	+[b]		-	-	-	-

Grundwasserableitungen durch Untertagebauten müssen mengenmässig beschränkt und auf die Grundwasserneubildung abgestimmt sein. Eine kurzfristige Absenkung des Grundwasserspiegels während der Bauphase kann dann in Kauf genommen werden, wenn das Gleichgewicht zwischen Entnahme und Neubildung in absehbarer Zeit wieder hergestellt wird, d.h. nach Vollendung des Bauwerks soll der Grundwasserspiegel wieder seine ursprüngliche Lage einnehmen.

Für die Planung, Erstellung und den Betrieb von Untertagebauten sind zusätzlich zu den gesetzlichen Vorgaben die folgenden Wegleitungen sinngemäss zu berücksichtigen:

- Wegleitung zur Umsetzung des Gewässerschutzes bei Untertagebauten, BUWAL, 1998;
- Wegleitung Gewässerschutzmassnahmen bei der Tunnelreinigung, BUWAL, 1991.

Landwirtschaft

Die landwirtschaftliche Tätigkeit birgt generell ein erhebliches Risiko für Grundwasserverunreinigungen. Deshalb sind vorsorgliche Schutzmassnahmen erforderlich, welche im Einzelfall sorgfältig abzuklären und festzulegen sind.

Die grösste Gefährdung geht vom Einsatz von Düngern und Pflanzenschutzmitteln aus (siehe auch Referenztabelle «Pflanzen- und Holzschutzmittel sowie Dünger»), vor allem wenn sie zur Unzeit, d.h. ausserhalb der Vegetationsperiode und auf den unbewachsenen Boden (Acker- oder Brachflächen) ausgebracht werden. Stoffe, welche die Grundwasserqualität gefährden, sind Stickstoffverbindungen (Nitrat, Nitrit, Ammonium) sowie in Düngern vorkommende Medikamente und Pflanzenschutzmittel.

Bezüglich der Bewirtschaftungsweise gilt, dass bei einer dauerhaft geschlossenen Grasnarbe die Auswaschung von Schadstoffen ins Grundwasser wesentlich geringer ist, als bei einer Bewirtschaftung offener Ackerflächen.

Durch die Bewässerung eines Gebietes kann die Mobilisierung von Schadstoffen aus dem Boden verstärkt werden, so dass diese vermehrt ins Grundwasser ausgewaschen werden.

Soweit sich die Drainage eines Gebietes negativ auf die Grundwasserneubildung auswirkt, kann sie auch zur Zerstörung der Bodenstruktur führen (Zersetzung von organischem Material).

Referenztabelle Landwirtschaft

	üB	A_U	Z_U[1]	Areal	S3	S2	S1
Dauergrünland (Schnittnutzung)	+	+		+	+	+	+
Weiden	+	+		+	+	+[34]	-
Ackerfläche (inkl. Kunstwiesen)	+	+		+	+[35]	+[35]	-
Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen[36]	+	+		+	-	-	-
Obst-, Wein- und Gemüsebau sowie vergleichbare landw. Intensivkulturen und Gartenbau	+	+		b[2]	+[35]	-	-
Obstbaumgärten mit Hochstamm-Kulturen	+	+		+	+	+	-
Container-Pflanzschulen, Freiland-Baumschulen u.Ä.	+	+		b[2]	b	-	-
Bewässerung mit nicht verschmutztem Grund- oder Oberflächenwasser	+	+		+	+	-[b]	-
Freihaltung von Schweinen	+	+		b	-	-	-
Teilbefestigte und unbefestigte Laufhöfe	+	+		b	-	-	-
Befestigte Laufhöfe	+	+		-[2]	+[b]	-	-
Güllengruben, erdverlegte Güllenleitungen, Güllenzapfstellen[37]	+	+[b/38]		-[2]	+[b/39]	-	-
Überflur-Güllenbehälter	+	+		-	+[b/40]	-	-
Güllenteiche[37]	+	b		-	-	-	-
Mistlager							
• Mistlager auf Mistplatte	+	+		-[2]	+[b]	-	-
• Zwischenlagerung im Feld	+	+		b	-	-	-
Kompostmieten (namentlich Feldrandkompostierung)	+	+		b	-	-	-
Lagerung von Siloballen und -würsten auf Naturboden	+	+		+[b]	-[b]	-	-
Fahrsilos	+	+		b	-	-	-
Rauhfuttersilos	+	+		-[2]	+[b]	-	-

Die Referenztabelle zeigt die generellen Schutzmassnahmen und Nutzungsbeschränkungen für die landwirtschaftliche Nutzung. Bezüglich der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngern wird auf die entsprechende Tabelle weiter unten verwiesen.

Ackerbau ist in geregelter Fruchtfolge zu betreiben. Bracheperioden sind durch den Anbau von Gründüngungs- und Zwischenfutterpflanzen auf das absolute Minimum zu beschränken. Die Verwendung von Düngern muss den pflanzlichen Bedürfnissen entsprechen und darf nicht zur Unzeit (z.B. auf wassergesättigte, gefrorene oder schneebedeckte Böden) erfolgen.

Auf die landwirtschaftliche Bodennutzung im Zuströmbereich Z_U wird in Kapitel 3.4 speziell eingegangen.

Forstwirtschaft

Im Gegensatz zur landwirtschaftlichen Nutzung ist die forstwirtschaftliche Nutzung wenig risikobehaftet. Als kritisch sind Rodungen/Kahlschlag, Holzlagerplätze, der Bau von Forstwegen und -strassen sowie die Verwendung von chemischen Pflanzen- und Holzschutzmitteln anzusehen. Bei grossflächigen Rodungen und Kahlschlag muss der Gefahr einer Stickstoffmobilisierung Beachtung geschenkt werden. Bodenvertiefungen von entwurzelten Bäumen (Windwurf) können zu bakteriologischen Verunreinigungen und/oder zur Auswaschung von Stickstoff führen. In der näheren Umgebung von Trinkwasserfassungen sollten sie deshalb möglichst rasch wieder aufgefüllt werden.

Referenztabelle Forstwirtschaft

	üB	A_U	Z_U[1]	Areal	S3	S2	S1
Wald	+	+		+	+	+	+[41]
Pflege	+	+		+	+	+	+
Waldbewirtschaftung inkl. Verjüngung	+	+		+	+	+[b]	-
Rodungen/Kahlschlag	+	+[b]		b	b	-	-
Forstliche Pflanzgärten/Baumschulen	+	+		-[2]	+[b]	-	-
Holzlagerplätze[62]	+	+		+	+[b/63]	+[b/63]	-

Bezüglich der Verwendung von Pflanzen- und Holzschutzmitteln in der Forstwirtschaft und auf Holzlagerplätzen wird auf die spezielle Referenztabelle weiter unten verwiesen.

Pflanzen- und Holzschutzmittel sowie Dünger

Bei der Verwendung von Pflanzen- und Holzschutzmitteln sowie Düngern besteht die Gefahr, dass unerwünschte Stoffe ins Grundwasser gelangen und dort eine Verunreinigung verursachen.

Im Falle von Düngern sind es vor allem Stickstoffverbindungen (Nitrat, Nitrit und Ammonium) und andere anorganische Verbindungen, welche aus der belebten Bodenschicht ausgewaschen und ins Grundwasser eingetragen werden. Vor allem Nitrat, aber auch andere anorganische Salze werden im Grundwasser in der Regel nicht abgebaut und können über grosse Distanzen verfrachtet werden.

In den meisten Pflanzenschutzmitteln sind organische Verbindungen und/oder Schwermetalle enthalten. Dabei handelt es sich oft um mobile und/oder persistente Stoffe, d.h. Stoffe, die schlecht sorbiert und/oder langsam bzw. nicht abgebaut werden.

Im Fall flüssiger Hofdünger besteht vor allem die Gefahr einer bakteriologischen Verunreinigung des Grundwassers, wobei davon ausgegangen wird, dass Keime im Normalfall nach einer Verweildauer von 10 Tagen im Grundwasserleiter weitgehend eliminiert werden.

Jeder Einsatz von Pflanzen- und Holzschutzmitteln sowie Düngern ist den Bedürfnissen der jeweiligen Kulturen anzupassen und auf das geringst mögliche Mass zu reduzieren. Dem Einsatz von schnell abbaubaren Wirkstoffen ist der Vorzug zu geben.

Referenztabelle Pflanzen- und Holzschutzmittel sowie Dünger[42]

	üB	A_U	Z_U[1]	Areal	S3	S2	S1
Pflanzenschutzmittel ohne Herbizide und Regulatoren[43]							
• Landwirtschaft	+	+		+	+	+[44]	-
• Obst-, Wein- und Gemüsebau sowie vergleichbare landw. Intensivkulturen und Gartenbau	+	+		+	+	-	-
• Park- und Sportanlagen	+	+		+	+	-	-
• Wald, Waldrand und forstliche Pflanzgärten	-[45/46]	-[45/46]		-[45/46]	-[45/46]	-	-
• Strassen- und Wegränder, Böschungen usw.	-	-		-	-	-	-
Herbizide und Regulatoren							
• Landwirtschaft	+	+		+	+	+[44]	-
• Obst-, Wein- und Gemüsebau sowie vergleichbare landw. Intensivkulturen und Gartenbau	+	+		+	+	-	-
• Park- und Sportanlagen	+	+		+	+	-	-
• Wald, Waldrand und forstliche Pflanzgärten	-[47/48]	-[47/48]		-[47/48]	-[47/48]	-	-
• Bahnanlagen[49]	+	+		+	+	-	-
• National- und Kantonsstrassen	-[50]	-[50]		-[50]	-[50]	-	-
• übrige Strassen, Wege, Plätze	-	-		-	-	-	-
• Böschungen und Grünstreifen entlang von Strassen und Gleisanlagen	-[50]	-[50]		-[50]	-[50]	-	-
Holzschutzmittel							
• Verwendung von Holzschutzmitteln und Lagerung von damit behandeltem Holz	+	+		+	+[51]	-	-
Flüssige Hofdünger[52]							
• Landwirtschaft	+	+		+	+	-[53]	-
• Obst-, Wein- und Gemüsebau sowie vergleichbare landw. Intensivkulturen und Gartenbau	+	+		+	+	-	-
• Park- und Sportanlagen	+	+		+	+	-	-
• Wald, Waldrand und forstliche Pflanzgärten	-[54]	-[54]		-[54]	-[54]	-	-
Mist[52]							
• Landwirtschaft	+	+		+	+	+	-
• Obst-, Wein- und Gemüsebau sowie vergleichbare landw. Intensivkulturen und Gartenbau	+	+		+	+	-	-
• Park- und Sportanlagen	+	+		+	+	+	-
• Wald, Waldrand und forstliche Pflanzgärten	-[54]	-[54]		-[54]	-[54]	-	-
Kompost							
• Landwirtschaft	+	+		+	+	+	-
• Obst-, Wein- und Gemüsebau sowie vergleichbare landw. Intensivkulturen und Gartenbau	+	+		+	+	-	-
• Park- und Sportanlagen	+	+		+	+	+	-
• Wald, Waldrand und forstliche Pflanzgärten	-[55]	-[55]		-[55]	-[55]	-	-
Mineraldünger							
• Landwirtschaft	+	+		+	+	+	-
• Obst-, Wein- und Gemüsebau sowie vergleichbare landw. Intensivkulturen und Gartenbau	+	+		+	+	-	-
• Park- und Sportanlagen	+	+		+	+	+	-
• Wald, Waldrand und forstliche Pflanzgärten	-[56]	-[56]		-[56]	-[56]	-	-

Freizeit- und Sportanlagen

Das Gefährdungspotenzial solcher Anlagen ist in Abhängigkeit der Tätigkeiten und der zum Betrieb und Unterhalt der Anlage verwendeten Stoffe sehr unterschiedlich. Kritisch zu beurteilen sind Kunsteisbahnen und Schwimmbäder, bei denen grössere Mengen grundwassergefährdender Stoffe (Kühlmittel, Desinfektionsmittel) zum Einsatz kommen.

Referenztabelle Freizeit- und Sportanlagen

	üB	A_U	Z_U[1]	Areal[2]	S3	S2	S1
Parkanlagen	+	+		b	+	+[b]	-
Kunsteisbahnen	+	b		-	-	-	-
Natureisbahnen	+	+		+	+	-	-
Permanente Parcours für nicht motorisierte Sportarten (z.B. Vitaparcours, Mountain-Bike-Parcours, Reitwege)	+	+		+	+	+[b]	-
Permanente Parcours für motorisierte Sportarten (z.B. Motocross)	+	+[b]		-	-	-	-
Mechanisch präparierte Skipisten und Langlauf-Loipen	+	+		b	+	b	-
Rodel- und Bobbahnen	+	+		b	b	-	-
Beschneiungsanlagen	+	+		b	b	-[65]	-
Golfplätze							
• Greens und Tees	+	+[b]		-[b]	b	-	-
• Fairways	+	+		b	+[b]	b	-
• Roughs[57]	+	+		+	+	+	-
Sportplätze und Freibäder							
• Wasseraufbereitung	+	+[b]		-	-[15]	-	-
• Schwimmbecken, Hartanlagen*	+	+		-	+[b/3]	-	-
• Grünanlagen	+	+		-	+	+[b]	-
Zeltplätze sowie Plätze für Wohnwagen und Mobilhomes	+	+		-	+[b]	-	-
Familiengartenanlagen	+	+		-	b	-	-
Temporäre oder permanente Infrastrukturanlagen für Grossanlässe, Festivitäten und Sportveranstaltungen	+	+		+	b	-	-

Für die zu den Anlagen gehörenden Bauten und Abwasserleitungen wird auf die entsprechenden Referenztabellen (vgl. oben) verwiesen. Wenn bei Kunsteisbahnen wassergefährdende Kühlmittel verwendet werden, so unterliegen diese Anlagen denselben Kriterien, wie gewerbliche Betriebe, welche entsprechende Substanzen verwenden.

Bei allen Grünanlagen kann eine falsche Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngern das Grundwasser beeinträchtigen. Dies gilt vor allem bei intensivem und/oder grossflächigem Einsatz bei Sportstadien, Grünanlagen, Golfplätzen usw. Grünanlagen unterliegen den selben Vorschriften bezüglich der Pflege wie landwirtschaftliche Flächen (vgl. Referenztabelle Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Düngern).

Friedhofanlagen und Wasenplätze

Bei Friedhofanlagen geht vor allem von den mit dem Unterhalt verbundenen Tätigkeiten ein Gefährdungspotenzial aus. Hinsichtlich Pflege und Düngung der Anlagen gilt die Referenztabelle Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Düngern. Zudem müssen epidemiologische und hygienische Aspekte berücksichtigt werden.

Referenztabelle Friedhofanlagen und Wasenplätze

	üB	A_U	Z_U[1]	Areal	S3	S2	S1
Friedhofanlagen für Erdbestattungen	+	+[b]		-	-	-	-
Friedhofanlagen für Urnengräber	+	+		-[2]	+	-	-
Wasenplätze	+	-		-	-	-	-

Wasenplätze werden in der Regel nur in Ausnahmesituationen zur Bestattung einer grossen Zahl von Kadavern in einer einmaligen Aktion angelegt, was meist mit umfangreichen Grabarbeiten verbunden ist. Für die Standortwahl von Wasenplätzen gelten strenge Auflagen.

Materialausbeutung

Unter dem Begriff Materialausbeutung ist der Abbau von mineralischen Rohstoffen zu verstehen, wie Kiesabbau, Sand- und Tongewinnung, Lehmgruben und Steinbrüche.

Der Abbau von Kies, Sand und anderem Material kann die Grundwasserqualität und Quantität nachhaltig gefährden. Beim Abbau werden der Boden und die schützende Deckschicht entfernt, wodurch das Grundwasser in erhöhtem Masse den oberflächlichen Einwirkungen ausgesetzt wird. Zum Schutz des Grundwassers verlangt die Gewässerschutzverordnung daher als Minimalforderung, dass über dem natürlichen, zehnjährigen Grundwasserhöchstspiegel eine schützende Materialschicht von mindestens zwei Metern belassen werden muss[1].

Nach dem Abbau des Materials stellt sich das Problem der Wiederauffüllung. Jede aufgefüllte Grube birgt ein Risiko für die Grundwasserqualität, denn es kann nicht ausgeschlossen werden, dass das verwendete Material teilweise verschmutzt ist. Zudem kann, wegen der meist schlechteren Durchlässigkeit des Auffüllmaterials, die natürliche Grundwasserneubildung und -belüftung nachhaltig behindert werden. Die Ausbeutungsfläche ist deshalb so zu begrenzen, dass die natürliche Grundwasserneubildung gewährleistet bleibt[2].

Referenztabelle Materialausbeutung

	üB	A_U	Z_U[1]	Areal	S3	S2	S1
Ausbeutung oberhalb des Grundwasserspiegels[58]	+	b[59]		-	-	-	-
Ausbeutung unterhalb des Grundwasserspiegels[58]	b[61]	-		-	-	-	-

Die Ausbeutung mineralischer Rohstoffe erfordert immer eine Bewilligung des Kantons (Art. 44 Abs. 1 GSchG). Die Kantone bzw. Gemeinden müssen in den Richt- und Nutzungsplänen Abbaugebiete festlegen. Im Rahmen des Bewilligungsverfahrens sind die hydrogeologischen Verhältnisse im Detail abzuklären und allenfalls notwendige Gewässerschutzvorschriften zu erlassen.

[1] Anh. 4 Ziff. 211 Abs. 3 Bst. a GSchV
[2] Anh. 4 Ziff. 211 Abs. 3 Bst. b GSchV

Deponien, Materiallager, Umschlagplätze und Transportleitungen

Ablagerungen und Deponien beinhalten ein sehr grosses Gefährdungspotenzial für das Grundwasser, weshalb ihre Anlage und ihr Betrieb in besonderen Richtlinien und Verordnungen des Bundes geregelt wird. Aber auch kleinere Ablagerungen sowie Anlagen, welche der Zwischenlagerung oder Aufbereitung von Abfällen dienen, beinhalten ein hohes Gefährdungspotenzial.

Referenztabelle Deponien, Materiallager, Umschlagplätze und Transportleitungen

	üB	A_U[7]	Z_U[1]	Areal	S3[3]	S2	S1
Ablagerung von unverschmutztem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial	+	+		-	+	-	-
Deponien und Zwischenlager[68]	+[b/67]	+[b/67]		-	-	-	-
Aufbereitungsanlagen für mineralische Recyclingbaustoffe sowie Zwischenlager	+	+[b]		-	-	-	-
Andere Anlagen zur Aufbereitung von Altstoffen (insb. Sammelplätze für Altautos, Kühlschränke und Elektronik)	+	+[b]		-	-	-	-
Industrielle und gewerbliche Flüssiggaslager	+	b		-	-	-	-
Lager und Umschlagplätze für wassergefährdende Stoffe							
• Flüssigkeiten	+	b[7/14]		-[2]	-[15]	-[16]	-[17]
• Feststoffe	+	b		-	-	-	-
Transportleitungen für wassergefährdende Flüssigkeiten	+	b		-	-	-	-
Erdgasleitungen	+	+		-[2]	b	-	-

Sämtliche Deponien sind bewilligungspflichtig.

Die Behörde kann von Inhabern von Abfällen verlangen, dass sie bestimmte Abfälle verwerten statt deponieren, wenn die Verwertung möglich und wirtschaftlich tragbar ist und die Umwelt dadurch weniger belastet wird, als durch die Beseitigung und Neuproduktion (Art. 12 TVA).

Bei Deponien, Materiallagern und Umschlagplätzen darf keine zusätzliche Gefährdung durch An- und Abtransporte entstehen.

Bei Transportleitungen für wassergefährdende Flüssigkeiten besteht eine Gefahr vor allem bei Stör- oder Havariefällen. Erdgasleitungen sind diesbezüglich weniger kritisch, da Erdgas kein grundwassergefährdender Stoff ist und vor allem der Bau einer Erdgasleitung eine Gefahr für das Grundwasser darstellt.

Militärische Anlagen und Schiessplätze

Militärische Bauten und Anlagen stellen ein ähnliches Risiko für Grundwasserbeeinträchtigungen dar wie vergleichbare Hoch- und Tiefbauten, Untertagebauten oder andere Anlagen. Ein besonderes Risiko beinhalten Fabrikations- und Testanlagen für Munition und Sprengmittel sowie Schiessplätze. Ein Gefährdungspotenzial besitzen Munitionsrückstände, Blindgänger sowie Bodenbelastungen durch Blei, Antimon, Quecksilber und andere Metalle. Dasselbe gilt für zivile Schiessanlagen.

Referenztabelle militärische Anlagen und Schiessplätze

	üB	A_U[7]	Z_U[1]	Areal	S3[3]	S2	S1
Schiessstände für Flachbahnwaffen (permanente und behelfsmässige Anlagen) sowie Stellungsräume für Steilfeuerwaffen	+	+		-[2]	-[b]	-	-
Gefechtsschiessplätze mit Verwendung von Spreng-, Brand- und Nebelmunition sowie Nah- und Häuserkampfanlagen	+	b		-	-	-	-
Zielgebiete für Schiessen mit Flachbahn- und Steilfeuerwaffen[64]							
• mit Vollmunition (inkl. zivile Scheibenstände)	+	+		-[2]	-[b]	-	-
• mit Sprengmunition	+	b		-	-	-	-
• mit Brand- und Nebelmunition	+	-		-	-	-	-

Militärische Anlagen unterliegen den gleichen Beschränkungen wie zivile Bauten und Anlagen mit vergleichbarer Nutzung. Besondere Bestimmungen sind erforderlich für Schiessplätze aller Art. Dies gilt sowohl für Schiessanlagen selbst, wie auch für die Zielräume. Sowohl für Schiessanlagen wie für Zielräume sind die Einschränkungen nach Munitionsart zu differenzieren: Vollgeschosse, Sprengmunition, Brand- und Nebelmunition.

Fliessgewässer-Revitalisierung

Die Revitalisierung von Fliessgewässern mit naturnaher Wasserqualität ist in der Regel vorteilhaft für das Grundwasser. In der Nähe von Trinkwasserfassungen ist allerdings bei solchen Massnahmen besondere Vorsicht geboten, denn mit dem versickernden Flusswasser gelangen auch Keime und Schadstoffe ins Grundwasser, was zu einer Beeinträchtigung des gefassten Wassers führen kann. Dies gilt insbesondere bei baulichen Eingriffen und bei Hochwasser, wenn kolmatierende (abdichtende) Schichten verletzt oder zerstört werden. Zudem besteht eine erhöhte Gefahr der Remobilisierung von Schadstoffen aus dem Sediment.

Referenztabelle Fliessgewässer-Revitalisierung

	üB	A_U	Z_U[1]	Areal	S3[3]	S2	S1
Fliessgewässer-Revitalisierung inkl. Uferanrisse und andere Rückbaumassnahmen, Unterlassung von Unterhaltsarbeiten sowie Erstellung von Giessen und anderen aquatischen Habitaten; Umgestaltung von stillgelegten Kiesgruben zu Biotopen	+	b		-[2]	b	-	-

Wasserbauliche Massnahmen in Grundwasserschutzzonen setzen besonders sorgfältige und umfassende hydrogeologische Abklärungen zur Ermittlung der möglichen Auswirkungen auf die Fassung voraus. Um jede nachteilige Beeinflussung bestehender Trinkwassergewinnungsanlagen auszuschliessen, müssen die Massnahmen auf die spezifischen Gegebenheiten der Schutzzone und deren Schutzziele abgestimmt und ab Beginn der Planungsphase mit den für den Grundwasserschutz zuständigen Stellen koordiniert werden.

Indizes:

[1] Im Zuströmbereich Z_U gelten die von den Kantonen für den jeweiligen Z_U verfügten spezifischen Schutzmassnahmen. Zudem gelten die Bestimmungen und Nutzungsbeschränkungen der jeweils überlagerten Gewässerschutzbereiche oder Schutzzonen. Ist in Karst- und Kluftgesteinsgebieten ein Zuströmbereich an Stelle einer Zone S3 ausgeschieden worden, so gelten die Bestimmungen für die Zone S3, ausser für die Materialausbeutung

[2] Die zuständige Behörde kann in Ausnahmefällen die Bewilligung zur Erstellung einer Baute oder Anlage in der künftigen Zone S3 erteilen, wenn Lage und Ausdehnung der künftigen Grundwasserschutzzonen aufgrund hydrogeologischer Abklärungen bereits festgelegt sind. Bei ausnahmsweise bewilligten Bauten oder Anlagen gelten die Nutzungsbeschränkungen der zukünftigen Zonen (Anh. 4 Ziff. 23 Abs. 2 GSchV).

[3] In der Zone S3 dürfen Bauten und Anlagen weder das Speichervolumen noch den Durchflussquerschnitt des Grundwassers verringern (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. b GSchV). Nicht zulässig ist zudem eine wesentliche Verminderung der schützenden Deckschicht (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. d GSchV).
Nicht zulässig ist die Versickerung von Abwasser, ausgenommen die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser von Dachflächen über eine bewachsene Bodenschicht (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. c GSchV).

[4] Massnahmen sind insbesondere dichter Belag, Randbordüren und Ableitung des Wassers, ggf. nach Behandlung.

[5] Mit Ableitung in die Kanalisation gemäss Art. 9 Abs. 3 GSchV.

[6] Versickerungsverbot mit Ausnahmen gemäss Art. 8 GSchV.

[7] Im Bereich A_U sind Bauten und Anlagen grundsätzlich über dem mittleren Grundwasserspiegel zu erstellen; die Behörde kann Ausnahmen bewilligen, soweit die Durchflusskapazität des Grundwassers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10% vermindert wird (Anh. 4 Ziff. 211 Abs. 2 GSchV).
Ein temporäres Abdrainieren oder Abpumpen von Grundwasser während der Bauphase ist bewilligungspflichtig.

[8] Bohrungen sind grundsätzlich 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.

[9] Nur wenn die eingesetzten Stoffe keine Gefährdung der Grundwasserqualität verursachen können.

[10] Ausschliesslich zur Stabilisierung des Untergrundes im nicht wassergesättigten Untergrund.

[11] Die Beeinträchtigung des Grundwassers durch die durchstossenden Bohrungen muss durch Schutzvorkehrungen verhindert werden (Art. 43 Abs. 3 GSchG).

[12] Sofern der Eingriff mindestens 2 m über dem max. Grundwasserspiegel erfolgt, kann auf eine Bewilligung nach Art. 32 GSchV verzichtet werden.

[13] Nicht zulässig ist eine wesentliche Verminderung der schützenden Deckschicht (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. d GSchV).

[14] Grosstanks für die Lagerung von Flüssigkeiten, welche in kleinen Mengen Wasser nachteilig verändern können, sind im Bereich A_u nicht zulässig. Die Behörde kann aus wichtigen Gründen Ausnahmen gestatten.

[15] In der Zone S3 sind zulässig:
- freistehende Lagerbehälter, deren Inhalt ausschliesslich der Wasseraufbereitung dient, sowie die dafür erforderlichen freistehenden Rohrleitungen und Abfüllstellen;
- Gebinde mit einem Nutzvolumen bis 450 l je Schutzbauwerk (der Kanton kann die Anzahl der zugelassenen Gebinde beschränken);

- freistehende Lagerbehälter mit Heiz- und Dieselöl zur Energieversorgung von Gebäuden oder Betrieben für längstens zwei Jahre sowie die dafür erforderlichen freistehenden Rohrleitungen und Abfüllstellen; das gesamte Nutzvolumen darf höchstens 30 m³ je Schutzbauwerk betragen;
- Betriebsanlagen mit Flüssigkeiten, die in kleinen Mengen Wasser nachteilig verändern können bis 450 l und Betriebsanlagen mit Flüssigkeiten, die in grossen Mengen Wasser nachteilig verändern können bis 2000 l.
- Bei der Bewilligung derartiger Anlagen muss gewährleistet sein, dass Flüssigkeitsverluste leicht erkannt und auslaufende Flüssigkeiten vollständig zurückgehalten werden.

[16] In der Zone S2 sind nur freistehende Lagerbehälter, deren Inhalt ausschliesslich der Wasseraufbereitung dient, sowie die dafür erforderlichen freistehenden Rohrleitungen und Abfüllstellen zulässig.

[17] In der Zone S1 sind lediglich zur Fassung gehörende Bauten und Anlagen zulässig. Transformatorenanlagen mit Flüssigkühlung sowie wassergefährdende Betriebsstoffe (z.B. Dieselöl) für Notstromanlagen sind in der Zone S1 nicht zulässig. Falls Trafos als Bestandteil der Fassungsanlage aus technischen Gründen trotzdem bei der Fassung angelegt werden müssen, dürfen lediglich Trockentransformatoren verwendet werden.

[18] Die zuständige Behörde kann Minimalanforderungen, so z.B. an die Trägerschaft oder die Grösse der Anlage stellen, um eine professionelle Beaufsichtigung und Wartung der Entnahme- und Rückgabeanlage zu gewährleisten. Die Rückgabeanlage darf nicht zu anderen Zwecken verwendet werden und muss bei Nichtmehrverwendung rückgebaut werden.

[19] Es empfiehlt sich, ausserhalb von Schutzzonen Gebiete zu bestimmen, in welchen Erdwärmesonden und Energiepfähle zulässig, bedingt zulässig bzw. nicht zulässig sind.

[20] Keine Direktverdampferanlagen. Flüssigkeitsverluste müssen leicht erkannt werden können.

[21] 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. Sie haben der SIA-Norm 190 zu genügen. Vor Inbetriebnahme sind sämtliche Bauteile auf ihre Dichtheit zu prüfen. Kanalisationsanlagen in Grundwasserschutzzonen sind mittels visuellen 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 Kanalfernsehaufnahme.

[22] Ausnahmen vom Verbot der Durchleitung können von der zuständigen Behörde dort bewilligt werden, wo aus gefällstechnischen Gründen der Zone S2 nicht ausgewichen werden kann. In diesen Fällen sind öffentliche Kanalisationen und Grundstücksanschlussleitungen als Doppelrohrsysteme zu erstellen. Sie sind jährlich visuell auf Leckverluste zu kontrollieren. Neue Leitungen unter der Bodenplatte (Grundleitungen) sind als frei sichtbar geführte Leitungen zu erstellen. Wo dies nicht möglich ist, sind die Leitungen mit spiegelgeschweissten Rohren zu erstellen.

[23] Die Einleitung des gereinigten Abwassers in den Vorfluter hat so zu erfolgen, dass keine Grundwasserfassung gefährdet werden kann.

[24] Das gereinigte Abwasser darf nicht versickert werden (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. c GSchV)

[25] Die Sohle der Versickerungsanlage muss mindestens 1 m über dem höchstmöglichen Grundwasserspiegel liegen. Eine allfällige Beeinträchtigung des Grundwassers durch die durchstossenden Bohrungen resp. durch das Versickerungsbauwerk muss durch Schutzvorkehrungen verhindert werden (Art. 43 Abs. 3 GSchG).

[26] Der qualitative Schutz ist durch eine künstliche Filterschicht mit derselben Reinigungswirkung wie eine biologisch aktive Bodenschicht sicherzustellen.

[27] Ausgenommen die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser von Dachflächen über eine bewachsene Bodenschicht (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. c GSchV).

[28] Mit undurchlässiger Schicht und Ableitung des Gleisabwassers aus der Schutzzone.

[29] Falls nicht nur ausnahmsweise Zisternenwagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten abgestellt werden, sind spezielle Gewässerschutzmassnahmen erforderlich.

[30] In der Zone S2 ist das Erstellen von Anlagen nicht zulässig; die Behörde kann aus wichtigen Gründen Ausnahmen gestatten, wenn eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann.

[31] Im Interesse der Wassergewinnung zulässig.

[32] An- und Abflugschneisen sollen nicht direkt über Grundwasserschutzzonen führen.

[33] Gemäss Art. 24 GSchG.

[34] Es ist eine extensive Beweidung anzustreben. Besonders ist auf eine intakte Grasnarbe zu achten.

[35] In den Zonen S2 und S3 ist eine möglichst weitgehende Reduktion der acker-, garten- und gemüsebaulichen Produktion zu Gunsten eines erhöhten Anteils Dauergrünland anzustreben. Beim Auftreten von Qualitätsproblemen verfügen die Behörden die notwendigen Einschränkungen und Auflagen für diese Nutzungen.

[36] Bewilligung nach Art. 7 der Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt erforderlich (Freisetzungsverordnung, FrSV, SR 814.911 vom 25. August 1999).

[37] Güllengruben und -teiche sind über dem höchstmöglichen Grundwasserspiegel zu erstellen.

[38] Im Bereich A_U ist der bauliche Zustand von Hofdüngeranlagen (inkl. Anschlüsse, Zu- und Wegleitungen) mindestens alle 10 Jahre zu prüfen.

[39] In der Zone S3 ist der Einbau eines Leckerkennungssystems mit durchgehender Abdichtung unter der Bodenplatte und Kontrollschacht erforderlich. Der bauliche Zustand von Hofdüngeranlagen (inkl. Anschlüsse, Zu- und Wegleitungen) ist alle 5 Jahre zu prüfen.

[40] Max. Nutzhöhe 4 m, max. Inhalt 600 m³.

[41] Bäume und Sträucher sollten in der Zone S1 nur dann angepflanzt oder erhalten werden, wenn deren Wurzeln die Fassung nicht gefährden können.

[42] Vorbehalten bleiben die von den Behörden (BLW, BAV) für einzelne Produkte verfügten Einschränkungen (z.B. max. Einsatzmengen, Beschränkung auf einzelne Früchte) und Verbote (z.B. Atrazinverbot in Karstgebieten).

[43] Das Verwenden von Mitteln zum Schutz von Pflanzen gegen Nagetiere (Rodentizide) braucht eine Bewilligung, ausgenommen zum privaten Eigenbedarf.

[44] Nicht zulässig ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, die in Trinkwasserfassungen gelangen können.

[45] Die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln im Wald braucht eine Bewilligung (Art. 25 WaV).

[46] Können Pflanzenschutzmittel nicht durch Massnahmen ersetzt werden, welche die Umwelt weniger belasten, so wird ihre Verwendung in pflanzlichen Forstgärten ausserhalb der Zonen S bewilligt.

[47] Die Verwendung von Herbiziden ist im Wald verboten (Art. 26 Abs. 2 WaV).

[48] Bewilligt wird die Verwendung in forstlichen Pflanzgärten (Art. 26 Abs. 2 WaV).

[49] Gemäss Weisungen Bundesamt für Verkehr (BAV); nur mit den ausdrücklich für den Einsatz bei Bahnanlagen zugelassenen Mitteln.

[50] Ausgenommen sind Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen, sofern diese mit andern Massnahmen, wie regelmässiges Mähen, nicht erfolgreich bekämpft werden

[51] Voraussetzung für die Verwendung sind bauliche Massnahmen gegen das Versickern und Abschwemmen.

[52] Hofdünger muss umweltverträglich und entsprechend dem Stand der Technik landwirtschaftlich oder gartenbaulich verwertet werden (Art. 14 Abs. 2 GSchG). Das Grundwasser darf durch Düngung in keinem Fall beeinträchtigt werden (Art. 27 Abs. 1 GSchG).

[53] Die zuständige Behörde kann in Ausnahmefällen die Bewilligung erteilen, dass pro Vegetationsperiode bis dreimal in angemessenen Abständen je höchstens 20 m³/ha flüssiger Hofdün-

ger ausgebracht werden, wenn auf Grund der Bodenbeschaffenheit gewährleistet ist, dass keine pathogenen Keime in die Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage.
Zudem gilt:
- Der höchstmögliche Grundwasserspiegel muss mehr als 3 m unter der Erdoberfläche liegen.
- Die möglichst gleichmässige Düngung darf nur in der Vegetationsperiode und nur auf begrünte Flächen erfolgen.
- Güllenverschlauchung oder Lanzendüngung ist nicht zugelassen.
- Das oberflächliche Abfliessen in Geländevertiefungen oder zur Fassung hin muss ausgeschlossen sein.

54 Die Verwendung von Düngern und diesen gleichgestellten Erzeugnissen ist im Wald verboten (Art. 27 WaV). Eine Bewilligung für das Ausbringen von **Hofdüngern** kann erteilt werden auf bestockten Weiden (Art. 27 Abs. 2 Bst. b WaV).

55 Die Verwendung von Düngern und diesen gleichgestellten Erzeugnissen ist im Wald verboten (WaV Art. 27). Eine Bewilligung für die Verwendung von **Kompost** kann erteilt werden für das Ausbringen auf bestockten Weiden (Art. 27 Abs. 2 Bst. b WaV) sowie in forstlichen Pflanzgärten (Art. 27 Abs. 2 Bst. a Ziff. 1 WaV).

56 Die Verwendung von Düngern und diesen gleichgestellten Erzeugnissen ist im Wald verboten (Art. 27 WaV). Eine Bewilligung für das Ausbringen von **Mineraldüngern** kann erteilt werden in forstlichen Pflanzgärten sowie von nicht stickstoffhaltigem Mineraldünger auf bestockten Weiden (Art. 27 Abs. 2 WaV).

57 Kein Einsatz von Herbiziden und Düngern.

58 Bewilligung nach Art. 44 GSchG erforderlich.

59 Bei der Ausbeutung von Material muss eine schützende Materialschicht von mindestens 2 m über dem natürlichen, Grundwasserhöchstspiegel belassen werden; darunter wird der freie Spiegel verstanden, welcher entweder in langjährigen Messreihen (mindestens 10 Jahre) maximal erreicht wurde oder welcher, bei Aufzeichnungen von weniger als 10 Jahren, basierend auf einer hydrogeologisch ausreichenden Datenbasis, statistisch höchstens alle 10 Jahre einmal erreicht wird. Liegt bei einer Grundwasseranreicherung der Grundwasserspiegel höher, so ist dieser massgebend (Anh. 4 Ziff. 211 Abs. 3 Bst. a GSchV).

60 Ist in Karst- und Kluftgesteinsgebieten ein Zuströmbereich an Stelle einer Zone S3 ausgeschieden worden, so kann eine Abbaubewilligung nur so weit erteilt werden, als dadurch die Vulnerabilität nicht derart erhöht wird, dass der Abbaubereich in die Zone S2 zu liegen käme.

61 Die Bewilligung für den Kiesabbau aus dem Grundwasser darf nicht erteilt werden, falls nicht sichergestellt ist, dass
- der Durchfluss während und nach dem Abbau respektive der Auffüllung gewährleistet ist (Stehenlassen von Kieskorridoren);
- die Gefährdung durch wassergefährdende Flüssigkeiten mit entsprechenden Massnahmen ausgeschlossen werden kann (elektrische Schwimmbagger, Abbau vom Ufer aus mit Dragline, biologisch abbaubare Hydrauliköle usw.)

62 Berieselung von behandeltem Holz nicht zulässig

63 Nur unbehandeltes Holz; keine Berieselung.

64 Gilt auch für Zielgebiete der Luftwaffe.

65 Beschneiung mit Wasser ohne Zusatzstoffe zulässig.

66 Der Sondenfuss muss über dem höchstmöglichen Grundwasserspiegel liegen.

67 Vorbehalten sind die Bestimmungen der TVA.

68 Die Anforderungen gemäss Anhang 2 TVA müssen erfüllt sein.

69 Abstand zum höchstmöglichen Grundwasserspiegel mindestens 2 m.

3.4 Landwirtschaftliche Bodennutzung im Zuströmbereich Z_U

Zielsetzung

Im Zuströmbereich Z_U ist eine grundwasserverträgliche Bewirtschaftung zu gewährleisten.

3.4.1 Grundsätzliches zu den Massnahmen im Zuströmbereich

Wenn das Grundwasser als Folge der landwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Bodenbewirtschaftung durch die Auswaschung von Düngern oder Pflanzenschutzmitteln oder diesen gleichgestellten Erzeugnissen verunreinigt ist, sind innerhalb des Zuströmbereiches Z_U besondere Schutzmassnahmen erforderlich. Diese gehen über den allgemeinen, flächendeckenden Gewässerschutz[1] hinaus.

Die Kantone legen die erforderlichen Bewirtschaftungsauflagen fest, damit das Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist, den gewässerschutzrechtlichen Anforderungen genügt. Die Anforderungen an die grundwasserverträgliche landwirtschaftliche und gartenbauliche Bodenbewirtschaftung im Zuströmbereich Z_U sind abhängig von den klimatischen Verhältnissen, den hydrogeologischen Verhältnissen und der Bodenbeschaffenheit im Einzugsgebiet.

Naturgemäss sind nicht alle Gebiete in gleichem Masse auswaschungsgefährdet. Die angemessene landwirtschaftliche und gartenbauliche Bodenbewirtschaftung ist deshalb gebietsspezifisch, d.h. je nach Ausmass der Gefährdung bzw. der Sanierungserfordernisse festzulegen.

Neben dem allgemeinen Verbot bestimmter Nutzungen stehen dabei als wirksamste Massnahmen betriebsstrukturelle Veränderungen und die Anpassung des Flächenverhältnisses Ackerland zu Wiesland im Vordergrund. Die Bewirtschaftung soll so gestaltet werden, dass die getroffenen Massnahmen ihren Zweck nicht nur während einer bestimmten Zeit, sondern dauernd und nachhaltig erfüllen.

Wenn die Kantone die betroffenen Gebiete bezeichnet[2] und die vorgesehenen Massnahmen aufeinander abgestimmt haben, leistet der Bund Abgeltungen an die Massnahmen der Landwirtschaft, welche bis zu 80% der anrechenbaren Kosten betragen.

[1] Art. 27 GSchG

[2] Art. 62a Abs. 1 Bst. b GSchG

3.4.2 Vorgehen zur Erarbeitung der notwendigen Massnahmen

Das Vorgehen zur Erarbeitung von Sanierungsprojekten in Zuströmbereichen[1] ist in der «Grundlagensammlung Nitratstrategie» des Bundes [Lit. 5] aufgeführt.

Prioritätensetzung

Art und Umfang der Massnahmen, die umgesetzt werden müssen, um die grundwasserverträgliche Bewirtschaftung in einem Zuströmbereich Z_U zu gewährleisten, richten sich nach dem Ausmass der Gefährdung bzw. nach den Sanierungserfordernissen.

Grundlagenbeschaffung, Aufnahme der Ist-Situation

Damit die grundwasserverträgliche Bewirtschaftung für einen bestimmten Zuströmbereich definiert werden kann, müssen die Grundlagen erhoben werden, welche eine Abschätzung der aktuellen Schadstoffauswaschung (Nitrat, Pestizide) aus dem Wurzelraum erlauben und für die Evaluation von zweckmässigen Bewirtschaftungsvarianten dienen.
Diese Erhebungen müssen Gewähr bieten, dass einerseits das Grundwasser im nötigen Umfang geschützt werden kann und andererseits die Bodenbewirtschaftung nur soweit erforderlich und gezielt nur dort eingeschränkt wird, wo dies für den Schutz des Wassers unerlässlich ist.

Klimatische, agronomische und pedologische Grundlagen

Die folgenden klimatischen, agronomischen und pedologischen Grundlagen müssen bekannt sein:

- Daten zu Tagestemperaturen, relativer Luftfeuchtigkeit und Tagesniederschlägen (die Daten sind in der Regel über die MeteoSchweiz zugänglich);
- Aktuelle und durchschnittliche Flächennutzung der vergangenen 5 Jahre (Kulturanteile und Fruchtfolgen);
- Anteile offener Ackerflächen, Wiesen und Weiden, Wald und übrige Flächen;
- Düngungs- und Spritzpraxis (je nach Belastung) und Bodenbearbeitung;
- Pedologische Grundlagen/Bodenkartierung

Unterteilung der Gebiete nach Empfindlichkeit

Darauf abgestützt werden die Gebiete nach Empfindlichkeit unterteilt. Besonders empfindlich sind:

- Gebiete, welche sich aufgrund ihres geringen Wasserspeichervermögens oder beschränkten Wurzelraumes (geringe Gründigkeit) nicht für die ackerbauliche Nutzung eignen;
- Gebiete mit geringem Flurabstand (Grundwasserspiegel im Bereich des Wurzelraumes);
- Gebiete mit starker Hangwasserprägung, die Nährstoffe nur ungenügend zurückhalten;
- Gebiete, die aufgrund ihres hohen Anteils an organischer Substanz (z.B. Moorböden) bei ackerbaulicher Nutzung grosse Mengen an Stickstoff mineralisieren und somit eine erhöhte Auswaschgefahr aufweisen.

Die Unterteilung der Gebiete nach Empfindlichkeit dient in erster Linie dazu, die wirkungsvollsten Massnahmen bevorzugt in den empfindlichsten Gebieten umzusetzen.

[1] Art. 62a GSchG

3.4.3 Zielformulierung / Soll-Bewirtschaftung

In Abhängigkeit der Sanierungserfordernisse bzw. der aktuellen Auswaschungsgefahr wird für den gesamten Zuströmbereich die maximal tolerierbare Auswaschung festgelegt. Anhand der Evaluation verschiedener Bewirtschaftungsvarianten wird mit einem Ist-/Soll-Vergleich aufgezeigt, wie sich die Bewirtschaftung im Zuströmbereich verändern muss, damit die Anforderungen an die Wasserqualität erfüllt (Prävention, Erhaltung) bzw. wieder erreicht (Sanierung) werden.

Durch geeignete Kombinationen im Bereich der Kulturwahl, der Kulturabfolge (Fruchtfolge) und der Anbautechnik (Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz) ist die Auswaschung von Stoffen zu verhindern bzw. im erforderlichen Mass zu reduzieren.

3.4.4 Schutzmassnahmen

Verwendungseinschränkungen für Dünger und gleichgestellte Stoffe

Ein zweckmässiges Instrument zur Verminderung der Auswaschung von Stoffen sind Einschränkungen bezüglich deren Verwendung. Insbesondere dürfen stickstoffhaltige Dünger nur dann ausgebracht werden, wenn die Pflanzen den Stickstoff aufnehmen können und wenn keine Beeinträchtigung der Gewässer zu befürchten ist. Ferner dürfen flüssige Dünger nur dann ausgebracht werden, wenn der Boden saug- und aufnahmefähig und weder gefroren, noch durchnässt, schneebedeckt oder ausgetrocknet ist. Dies erfordert in der Regel ein Ausbringverbot für diese Stoffe im Winterhalbjahr (je nach Höhenlage und Witterungsverlauf ab etwa Mitte Oktober bis Mitte Februar).

Einschränkungen der Fruchtfolge

Fruchtfolgen sind so zu gestalten, dass nach Kulturen, welche hohe Rest-Stickstoffgehalte im Boden hinterlassen (hohe N_{min}-Werte im Herbst), Folgekulturen angebaut werden, welche in der Lage sind, den vorhandenen Stickstoff im Boden noch aufzunehmen. Auf den Anbau von spätabräumenden Kulturen wie Zuckerrüben oder Mais, die keinen Nachbau mehr zulassen, ist wenn möglich zu verzichten.

Winterbegrünung

Ein weiteres, wirksames Instrument zur Reduktion der Auswaschung von Nitrat im Boden ist die Winterbegrünung nach folgenden Grundsätzen:

- Spätestens 10 Tage nach der Ernte sind Zwischenfrüchte zu säen;
- Winterharte Zwischenfrüchte sind ab Mitte Dezember zu mulchen;
- Vor dem 15. Februar darf nicht gepflügt werden;
- Wird die Hauptkultur nicht vor dem 15. November gesät, ist vorgängig eine Gründüngung bzw. Zwischenfrucht anzusäen.

3.4.5 Zusammenfassung

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über empfohlene Massnahmen im Zuströmbereich Z_U zur Prävention einer Grundwasserbelastung durch die landwirtschaftliche Nutzung sowie zur Sanierung bereits belasteter Grundwasservorkommen.

	Prävention	Sanierung
Planerisch	• Beschränkung der ackerbaulichen Produktion innerhalb des Zuströmbereichs • Massnahmen in empfindlichen Gebieten • Keine ganzjährige Freilandhaltung von Schweinen • Keine Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland • Verzicht auf Risikokulturen	• Erhöhung des Anteils an langjährigem Grünland • Beschränkung der Kulturanteile je nach Auswaschungspotenzial und -empfindlichkeit • Reduktion der acker- und gemüsebaulichen Produktion • Einführung von Fruchtfolgen mit geringerem Auswaschungspotenzial • Reduktion der Düngung
Baulich	• Laufhöfe mit befestigtem Auslauf und Entwässerung in Güllegrube • Überprüfung und allenfalls Sanierung von Güllegruben	• Erforderliche bauliche Massnahmen bei Betriebsumstellungen aufgrund veränderter Anbauschwerpunkte
Betrieblich	• Keine Verwendung stickstoffhaltiger Dünger vom 15. Oktober bis 15. Februar • Verbot von Wiesenumbruch im Herbst • Anbau von Zwischenkulturen • 5-jährliche Kontrolle für Hofdüngeranlagen	• Elimination von Risikokulturen • Keine Verwendung von Pflanzenschutzmitteln, die in der Trinkwasserfassung nachgewiesen wurden • Kein Pflügen zwischen der Ernte der letzten Kultur und dem 15. Februar • Bodenbearbeitung frühestens 10 Tage vor der Aussaat • Zwischensaat spätestens 10 Tage nach der Ernte • Direktsaat, Mulchsaat

4 Vollzug

4.1 Aufgaben und Kompetenzen

Die Ziele für den Grundwasserschutz werden vom *Bund* in der Gesetzgebung und in Vollzugshilfen vorgegeben. Der Vollzug, also der Weg zum Ziel, ist jedoch grundsätzlich Sache der *Kantone*[1]. Diese stellen die erforderlichen Mittel bereit, namentlich Gewässerschutzfachstellen, Gewässerschutzpolizei, Schadendienst und Beratungsstellen im Zusammenhang mit dem Grundwasserschutz. In diesem Sinn obliegt den Kantonen auch die Koordination mit anderen Anforderungen, z.B. der Raumplanung, und ebenso die Verpflichtung, die Einhaltung der Schutzziele zu überwachen und allfällige Verstösse gegen die einschlägigen Vorschriften zu ahnden.

Die *Kantone* sind für die Festlegung sämtlicher Elemente des planerischen Grundwasserschutzes (Gewässerschutzbereiche, Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzareale) zuständig[2]. Dies gilt auch für die Bezeichnung der Zuströmbereiche.

Die Vollzugshoheit verpflichtet die Kantone auch dafür zu sorgen, dass die Massnahmen im Gewässerschutz den jeweiligen Strukturen angemessen sind, d.h. dass sie die unterschiedlichen Möglichkeiten von Gemeinden oder z.B. Zweckverbänden berücksichtigen.

Gewisse Vollzugsaufgaben können die Kantone an die Gemeinden weiter delegieren. Dies betrifft weniger die Kompetenz zur Erteilung von Bewilligungen, als vornehmlich die Durchführung von Aufgaben im Bereich Kontrolle und Überwachung. Solche Kontroll- und Überwachungsaufträge können auch an Private erteilt werden.

Der *Bund* wirkt im Vollzug vor allem als Aufsichts- und Koordinationsorgan gegenüber den Kantonen.

Die *Inhaber* der Wassergewinnungsanlagen haben bei der Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen für die notwendigen Erhebungen zur Abgrenzung der Schutzzonen und für den Erwerb der erforderlichen Rechte zu sorgen sowie für allfällige Entschädigungen bei Eigentumsbeschränkungen aufzukommen. Sie sind also verpflichtet, unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften die für die Ausscheidung der Schutzzonen sachdienlichen Unterlagen zu beschaffen, genehmigungsfähige Schutzzonen erarbeiten zu lassen, sämtliche damit zusammenhängenden Verhandlungen zu führen und für das Verhandlungsresultat materiell aufzukommen.

In allen Fällen ist als Grundlage für den Schutzzonenplan und das zugehörige Reglement eine hydrogeologische Beurteilung erforderlich.

---

[1] Art. 45 GSchV

[2] Art. 19–21 GSchG

4.2 Anpassungen beim planerischen Schutz auf Grund der Gewässerschutzverordnung 1998

4.2.1 Wo herrscht ein Bedarf nach Überarbeitung?

Hinsichtlich der *Gewässerschutzbereiche* sind die Kantone verpflichtet, die besonders gefährdeten Bereiche zu bezeichnen[1]. Als solche gelten Gebiete mit Grundwasservorkommen, die sich nach Menge und Qualität für die Wassergewinnung eignen (Bereich A_U), sowie wenn erforderlich Zuströmbereiche (Bereich Z_U). Den Kantonen steht es jedoch frei, den ausserhalb dieser besonders gefährdeten Bereiche liegenden übrigen Bereich üB weiter zu unterteilen (beispielsweise B und C).

In den meisten Fällen dürfte der Bereich A_U weitgehend dem bereits früher festgelegten Gewässerschutzbereich A entsprechen. Des Öfteren dürften auch Teile der bisherigen Bereiche B die Anforderungen an den Bereich A_U erfüllen, vor allem wenn zu deren Abgrenzung gegen die Bereiche A unter anderem das Kriterium einer mächtigen Schutzschicht angewandt worden ist.

Es wird dabei in Kauf genommen, dass gewisse Gebiete unter dem neuen Aspekt der Nutzbarkeit eher grosszügig zum Gewässerschutzbereich A_U geschlagen werden. Eine allfällige spätere Verkleinerung des Bereichs A_U ist indessen in der Praxis leichter umzusetzen als eine Vergrösserung.

Gegebenenfalls sind lokale Anpassungen erforderlich, insbesondere was die Überführung des Gewässerschutzbereichs A in den Bereich A_U sowie gegebenenfalls die Bezeichnung des Bereichs A_O betrifft. Dies hat im Laufe der ohnehin regelmässig erforderlichen Anpassung der Gewässerschutzkarten an neue Erkenntnisse zu erfolgen[2].

Die *Zuströmbereiche* sind zu bezeichnen, wenn die gesetzlichen Anforderungen an Grundwasser[3] nicht erfüllt sind oder wenn die Indikatorwerte für die Grundwasserqualität nach Anhang 1 dieser Wegleitung nicht eingehalten werden. Sie können auch präventiv bezeichnet werden.

Bei den *Grundwasserschutzzonen* in Lockergesteinsvorkommen wird in vielen Fällen kein Anpassungsbedarf bestehen. Im Hinblick auf die rechtliche Handhabung wird empfohlen, bestehende Schutzzonenpläne und die zugehörigen Reglemente auf ihre Übereinstimmung mit den Bestimmungen der Wegleitung zu überprüfen und dem neuesten Stand anzupassen (siehe auch Kapitel 4.3).

Grundwasserschutzzonen in Karstgebieten und in Gebieten mit Kluft-Grundwasserleitern bedürfen in aller Regel einer Überarbeitung, um den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung zu genügen (vgl. Praxishilfen: EPIK [Lit. 2], Kluft-Grundwasserleiter [Lit. 4]). Dasselbe gilt für Grundwasserschutzareale, wenn deren Ausscheidungskriterien Veränderungen erfahren haben.

---

[1] Art. 19 GSchG

[2] Art. 30 Abs. 1 GSchV

[3] Anh. 2 Ziff. 2 GSchV

4.2.2 Verantwortlichkeiten

Für die Revision und Anpassung der Gewässerschutzbereiche und Grundwasserschutzzonen an die geltenden Bestimmungen bleiben die Verantwortlichkeiten gleich wie für deren erste Festlegung. Für die Beschaffung der Grundlagen zur Anpassung der Schutzzonen sind die Inhaber verantwortlich. Bei Streitfällen ist davon auszugehen, dass die Gerichte die aktuelle Gewässerschutzverordnung und die vorliegende Wegleitung zu Rate ziehen dürften, wenn es um die effektiven Belange des Grundwasserschutzes geht.

4.3 Vorgehen bei Schutzzonen mit nicht zonenkonformen Nutzungen

4.3.1 Grundsätzliches

Die Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 gilt für alle Schutzzonen, also auch für diejenigen, die vor dem 1. Januar 1999 in Kraft gesetzt wurden. Nach gängiger Praxis sind auch für die altrechtlichen Schutzzonen wenigstens die Mindestanforderungen einzuhalten. Das heisst, dass z.B. auch in sogenannten «Schutzzonen mit beschränkter Wirkung», welche das Bauen auf bestimmten Parzellen in der Schutzzone S2 zuliessen, im Prinzip ein Bauverbot zu errichten ist. Die Gewässerschutzverordnung gibt also Anlass, die Situation innerhalb der Schutzzonen zu überprüfen.

In Fällen wo die Fassung nur noch eine beschränkte Zeit betrieben wird und bereits ein Ersatz in Aussicht steht oder eine Verlegung kurz bevorsteht, kann es zweckmässig sein, das alte Reglement auf Zusehen hin aufrecht zu erhalten.

In allen anderen Fällen ist zumindest eine Erfolgskontrolle der bisherigen Schutzmassnahmen durchzuführen. Dabei gilt es zu klären, ob mit den Massnahmen der sogenannten «Schutzzone mit beschränkter Wirkung» die Wasserqualität gehalten oder, bei belasteten Fassungen, verbessert werden konnte. Sollte dies nicht der Fall sein, ist eine Weiternutzung der Fassung für die öffentliche Trinkwasserversorgung weder sinnvoll noch zweckmässig; die Fassung sollte aufgehoben werden. Eventuell kann die Fassung im Sinne der Verordnung zur Trinkwasserversorgung in Notlagen (VTN) noch zur Notwasserversorgung beibehalten werden.

4.3.2 Gesetzlicher Spielraum für Ausnahmemöglichkeiten

In der Zone S2 müssen bereits vorhandene, nicht zonenkonforme Anlagen (insbesondere auch Abwasserleitungen oder Tankanlagen), innert angemessener Frist beseitigt werden, sofern diese Anlagen eine Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage gefährden[1].

[1] Art. 31 Abs. 2. Bst. b GschV

Ausschluss einer Gefährdung

Eine Gefährdung kann dann ausgeschlosen werden, wenn eine sorgfältige, der Problematik angepasste Abklärung ergibt, dass eine projektbedingte Beeinträchtigung der Wasserfassung ausgeschlossen werden kann. Es müssen nicht nur alle dem Stand der Technik entsprechenden, sondern auch alle objektiv in Frage kommenden und erforderlichen Massnahmen ergriffen werden, die eine Grundwasserverschmutzung nach praktischer Erfahrung ausschliessen. Eine grobe Abschätzung, die zum Schluss kommt, dass eine Gefährdung unwahrscheinlich sei, genügt nicht.

Die als Ausnahmen bewilligten Anlagen müssen mindestens den gesetzlichen Anforderungen für Anlagen in der Schutzzone S3 entsprechen. Darüber hinausgehende Ausnahmebewilligungen sind nicht zulässig. Die Ausnahmebewilligung soll den räumlichen und inhaltlichen Umfang der Ausnahme sowie die Auflagen und Bedingungen genau bezeichnen.

4.4 Vorgehen bei der Neuausscheidung von Schutzzonen S2 im Falle bestehender Anlagen

4.4.1 Geringfügige Gefährdung (Bagatellfälle)

Wenn in einer geplanten Zone S2 bereits Anlagen bestehen, ist vorerst abzuklären, ob von diesen eine Gefährdung für das Grundwasser ausgeht. Sofern diese Gefährdung nach allgemeiner praktischer Erfahrung höchstens geringfügig ist oder mit einfachen Mitteln eliminiert werden kann und eine Entfernung der fraglichen Anlagen unzweckmässig, unverhältnismässig oder unmöglich wäre, kann deren weiterer Bestand im Schutzzonenreglement garantiert werden. Die Anlagen sind im Schutzzonenreglement aufzuführen, und die entsprechenden sichernden Auflagen sind dort festzuhalten.

In der Schutzzone S2 gilt ein uneingeschränktes Verbot für die Neuerrichtung von Anlagen. Von diesem Verbot können allenfalls Anlagen ausgenommen werden, die für den Fortbestand bereits bestehender Anlagen oder für die Erschliessung von ausserhalb der Schutzzone S2 liegenden Anlagen zwingend notwendig sind. Eine Gefährdung der Grundwasserfassung durch solche neu zu errichtenden Anlagen sowie ein Präjudiz für das Fortbestehen der zonenwidrigen Anlage müssen dabei ausgeschlossen werden können.

Die entsprechenden Ausnahmen sind auf das absolute Minimum zu beschränken und im Schutzzonenreglement explizit aufzuführen.

4.4.2 Wesentliche Gefährdung

Wenn eine wesentliche Gefährdung besteht, oder wenn mit einer wesentlichen Gefährdung der Grundwasserfassung durch bereits bestehende Anlagen gerechnet werden muss, so ist in erster Linie festzulegen, ob mittelfristig der Wassergewinnung oder der die Wasserversorgung gefährdenden Nutzung der Vorrang gegeben werden soll. In erster Priorität ist die Beseitigung der Gefährdung zu prüfen, vor allem bei Fassungen, die für die Wasserversorgung wichtig und unverzichtbar sind

und bei denen tatsächlich Möglichkeiten bestehen, die Qualität mit Nutzungsbeschränkungen zu halten oder gar zu verbessern.

Demgegenüber sollte auf die Nutzung einer Trinkwassergewinnungsanlage verzichtet werden, wenn bestehende oder künftige zonenwidrige Anlagen nicht beseitigt resp. verhindert werden können. Stattdessen ist in solchen Fällen die Aufgabe oder Verlegung der Grundwasserfassung zu prüfen; allenfalls auch die Reduktion der konzessionierten Fördermenge auf ein Mass, welches eine verordnungskonforme Ausscheidung der Schutzzone S2 erlaubt.

Insbesondere ist auch auf die Ausscheidung von Schutzzonen für Fassungsanlagen zu verzichten, welche nicht den Bestimmungen der Lebensmittelgesetzgebung und den technischen Minimalanforderungen (Verordnung zur Trinkwasserversorgung in Notlagen, SVGW-Richtlinien usw.) entsprechen.

4.4.3 Priorität Wasserfassung

Wird der Wassergewinnung der Vorrang gegeben, so ist die Beseitigung oder Sanierung der störenden Anlagen oder Anlageteile sachlich und zeitlich zu regeln. Dabei sind akute Gefahren sofort, weniger gravierende Gefahren mittelfristig zu beseitigen. Die Frist zur Beseitigung aller störenden Anlagen ergibt sich aus dem Grad der Überbauung, der Art der bestehenden Anlagen und den Besitzverhältnissen. Sie sollte allerdings zehn bis zwanzig Jahre nicht überschreiten.

Auf keinen Fall dürfen in der Schutzzone S2 neue Anlagen errichtet werden. Ausgenommen sind allenfalls Anlagen, die der Verbesserung der Situation bezüglich Grundwasserschutz dienen, oder die für den Fortbestand bereits bestehender Anlagen in der Schutzzone S2 zwingend notwendig sind (vgl. oben).

4.4.4 Priorität andere Nutzung

Steht demgegenüber die bauliche Nutzung im Vordergrund oder ist eine Beseitigung der störenden Anlagen aus eigentumsrechtlichen Überlegungen nicht realisierbar, ist von der zuständigen Behörde eine Frist zur Verlegung der Fassung, zur teilweisen Aufgabe durch Reduktion der Konzessionswassermenge oder zur ersatzlosen Aufgabe der Fassung festzusetzen. Diese Frist hat sich am Grad der Gefährdung, dem Alter der Anlage und den Möglichkeiten zu einer alternativen Wasserbeschaffung zu orientieren. Bei einer Konzessionserneuerung ist die Konzessionsdauer auf diese Frist zu beschränken.

Die Frist kann bei einer Gemeindeversorgung, welche bereits über einen genügenden Anschluss an eine Nachbarversorgung verfügt, entsprechend kurz angesetzt werden. Für eine auf die fragliche Trinkwasserfassung zwingend angewiesene Wasserversorgung in einem abgelegenen, wasserarmen Gebiet kann die Frist entsprechend länger angesetzt werden. Sie sollte 10 Jahre nicht überschreiten.

Ist der Ersatz der Fassung geregelt und sprechen keine anderen Gründe dagegen, so kann durchaus auch eine weitere Überbauung der Schutzzone S2 unter sichernden

Massnahmen in Betracht gezogen werden. Solange die Wasserfassung betrieben wird, müssen die Anlagen jedoch mindestens die Anforderungen für gleichartige Anlagen in der Schutzzone S3 erfüllen. Bestehende Anlagen sind entsprechend anzupassen.

Abhängig von den örtlichen Gegebenheiten können im Schutzzonenreglement auch weitergehende sichernde Massnahmen vorgeschrieben werden. Diese Massnahmen können insbesondere den Umgang mit wassergefährdenden Flüssigkeiten (z.B. Holz-, Gas oder Strom- statt Ölheizung, zusätzliche Auflagen für Güllegruben usw.) oder die Sicherung der Abwasseranlagen, aber auch die Überwachung der Wasserqualität oder die vorsorgliche Aufbereitung des Trinkwassers betreffen.

4.5 Eigentumsbeschränkungen und Entschädigungen

Bei der Festlegung von Grundwasserschutzzonen und Gewässerschutzbereichen sowie beim Erlass von Bau- und Nutzungseinschränkungen ergeben sich häufig Fragen über deren Rechtmässigkeit und die Entschädigung allfällig sich daraus ergebender Nachteile. Die nachfolgenden Ausführungen sollen die rechtliche Ausgangslage darstellen.

4.5.1 Voraussetzungen für Eigentumsbeschränkungen

Öffentlich-rechtliche Beschränkungen des Eigentumsrechts müssen eine gesetzliche Grundlage haben, durch ein öffentliches Interesse gerechtfertigt sein und den Grundsatz der Verhältnismässigkeit beachten. Sie müssen auch mit den anderen verfassungsrechtlichen Grundsätzen vereinbar sein.

Da die Gewässerschutzverordnung die zu errichtenden Schutzmassnahmen ausdrücklich aufführt, ist das Erfordernis der gesetzlichen Grundlage erfüllt. Die Kantone können diese Massnahmen direkt anwenden, ohne dass sie in einem kantonalen Vollzugsgesetz nochmals aufgeführt werden müssen. Für den Schutz der Zuströmbereiche sieht die Verordnung jedoch nur einen Massnahmenkatalog vor[1] und überlässt es den Kantonen, konkrete Gewässerschutzmassnahmen zu erlassen.

4.5.2 Verfahren und Rechtsmittel

Gewässerschutzbereiche

Die Gewässerschutzkarten mit den Gewässerschutzbereichen müssen öffentlich zugänglich sein. Die Gewässerschutzbereiche sind für die Grundeigentümer nicht direkt verbindlich. Sie dienen der Information und stellen Weisungen für die Behörden dar. Die Kantone sind also nicht verpflichtet, eine Beschwerdemöglichkeit gegen die Abgrenzung der Gewässerschutzbereiche vorzusehen. Hingegen kann im Baubewilligungsverfahren vorgebracht werden, die Abgrenzung sei nicht gerechtfertigt.

[1] Anh. 4 Ziff. 212 GSchV

Grundwasserschutzzonen und -areale

In den Grundwasserschutzzonen und -arealen werden grundeigentümerverbindliche Nutzungsbeschränkungen errichtet. Es handelt sich dabei um auf Bundesrecht gestützte Anordnungen; für den Erlass solcher Verfügungen sieht das Bundesrecht verfahrensrechtliche Mindestgarantien vor, insbesondere:

- die Gewährung des rechtlichen Gehörs, sei es in Form einer persönlichen Zustellung oder einer öffentlichen Auflage mit Einsprachemöglichkeit;
- die Eröffnung der Verfügung auf schriftlichem Weg oder durch Veröffentlichung;
- eine Beschwerdemöglichkeit an ein kantonales Verwaltungsgericht.

In diesem Rahmen können die Kantone das Verfahren frei regeln. Sie können insbesondere vorsehen, dass eine Kantons- oder eine Gemeindebehörde für die Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen und -areale zuständig ist.

4.5.3 Frage einer materiellen Enteignung infolge von Gewässerschutzmassnahmen

Nach bisheriger bundesgerichtlicher Rechtssprechung liegt eine materielle Enteignung, d.h. ein eine Entschädigungspflicht hervorrufender Eingriff in das Grundeigentum dann vor,

- wenn entweder in ausserordentlich schwerer Weise in das Eigentum eingegriffen wird, indem dem Eigentümer eine wesentliche, aus dem Eigentum sich ergebende Befugnis entzogen wird, d.h. wenn eine grosse *Eingriffsintensität* vorliegt, oder
- wenn die Eigentumsbeschränkung zwar nicht derart weit reicht, der Eigentümer aber dennoch in der Ausübung seiner Rechte erheblich eingeschränkt wird und dem Betroffenen mit der Verweigerung einer Entschädigung ein mit dem Grundsatz der Rechtsgleichheit nicht zu vereinbarendes *Sonderopfer* auferlegt würde.

Unter diesen Gesichtspunkten wird nicht nur die gegenwärtige Nutzung, sondern auch die künftige mögliche Nutzung geschützt, die letztere jedoch nur insoweit, als sie nach den Umständen mit hoher Wahrscheinlichkeit in naher Zukunft zu erwarten ist.

Ob Gewässerschutzmassnahmen eine materielle Enteignung zur Folge haben, hängt also wesentlich von der Nutzung eines Gebietes ab. Die land- und forstwirtschaftliche Nutzung innerhalb von Grundwasserschutzzonen ist grundsätzlich zulässig. Massnahmen, wie das Verbot oder der beschränkte Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Dünger, könnten allerdings den Ertrag herabsetzen oder zusätzlichen Aufwand erfordern.

4.5.4 Entschädigungspflicht bei Grundwasserschutzmassnahmen

Gestützt auf die bisherige Rechtssprechung bezüglich Entschädigungspflicht von Nutzungsbeschränkungen, ergeben sich folgende Feststellungen:

- Im *Gewässerschutzbereich* A_U bzw. in den übrigen Bereichen üB erfüllen die Nutzungsbeschränkungen weder das Kriterium des ausserordentlich schweren

Eingriffs in das Eigentum noch wird dadurch dem Eigentümer ein erhebliches Sonderopfer auferlegt, so dass die Voraussetzungen für eine Entschädigung grundsätzlich nicht gegeben sind.

- In der *Grundwasserschutzzone S3* sind speziell gefährdende Nutzungsarten verboten. Werden durch eine entsprechende Einzonung bisher mögliche oder mit hoher Wahrscheinlichkeit in naher Zukunft zu erwartende Nutzungsarten verboten, so kann dies eine Entschädigungspflicht hervorrufen, wenn der Eingriff als schwer erscheint (grosse Eingriffsintensität) oder wenn er ein Sonderopfer darstellt.
- In der *Grundwasserschutzzone S2* ist das Erstellen von *Bauten und Anlagen* mit sehr wenigen Ausnahmen verboten. Ein solches Verbot dürfte wohl dann zu einer Entschädigungspflicht führen, wenn die Schutzzone in eine ausgeschiedene, bereits erschlossene oder unmittelbar vor der Erschliessung stehende Bauzone zu liegen kommt. Eine Entschädigung aus materieller Enteignung kann auch dann geschuldet sein, wenn baureifes Land, das nach den Kriterien des Raumplanungsgesetzes (RPG) in die Bauzone gehören würde, einer Nichtbauzone zugewiesen wird. Demgegenüber ist mit diesbezüglichen Entschädigungsleistungen nicht zu rechnen, wenn die Schutzzone im Wald oder in einer Landwirtschaftszone liegt, in der das Bauen sowieso nur zu ganz bestimmten Zwecken gestattet ist.
- Die landwirtschaftliche Nutzung ist in der Grundwasserschutzzone S2 eingeschränkt:
  Flüssige Hofdünger dürfen nicht verwendet werden, die Kantone können jedoch Ausnahmen gestatten, wenn der Nachweis der Unbedenklichkeit in Bezug auf die Trinkwassernutzung erbracht wird. Es dürfen nur solche Pflanzenschutzmittel angewendet werden, die aufgrund ihrer Abbaubarkeit und Mobilität nicht in Trinkwasserfassungen gelangen können. Nach der Rechtsprechung des Bundesgerichts kommen diese Beschränkungen keiner materiellen Enteignung gleich.
- In der *Grundwasserschutzzone S1* gilt praktisch ein absolutes Nutzungsverbot, was einer materiellen Enteignung gleichkommt. In der Regel wird der Fassungsbereich aber nicht mit Nutzungsbeschränkungen gesichert, sondern vom Fassungseigentümer erworben.
- Bei *Grundwasserschutzarealen* gelten sinngemäss die Bestimmungen für die Grundwasserschutzzone S2. Werden Grundwasserschutzareale im Hinblick auf eine noch folgende Detailplanung erst provisorisch ausgeschieden, dürften nach der herrschenden Rechtssprechung vorübergehende Nutzungsbeschränkungen, die nicht länger als etwa 5 bis 7 Jahre dauern, nicht als materielle Enteignung gelten.

4.5.5 Bemessung einer Entschädigung

Die Bemessung der Entschädigung geschieht nach der sogenannten *Wertdifferenz-Methode*[1]. Die Höhe der Entschädigung ergibt sich aus der Differenz zwischen dem *künftigen Verkehrswert* des Grundstückes, unter Berücksichtigung der aufzuerlegenden Nutzungsbeschränkung, und dem *bisherigen Verkehrswert*.

Im Rahmen der Schätzung des bisherigen Verkehrswertes sind die geltenden polizeilichen Nutzungsbeschränkungen, die sich der Eigentümer bis anhin entschädigungslos gefallen lassen musste (so z.B. ein schon bis anhin geltendes Bauverbot wegen Waldesnähe), im Sinne einer Verminderung zu berücksichtigen[2].

4.5.6 Der Entschädigungspflichtige

Das Gewässerschutzgesetz lässt die Frage offen, ob bei Nutzungsbeschränkungen als Folge von Grundwasserschutzmassnahmen überhaupt Entschädigungen geltend gemacht werden können. Wer jedoch für allfällige Entschädigungen aufzukommen hat, ist in Bezug auf die Grundwasserschutzzonen[3] und in Bezug auf die Grundwasserschutzareale[4] abschliessend geregelt.

Im Falle der *Grundwasserschutzzonen* sind es die Inhaber der Fassungen. Im Falle der *Grundwasserschutzareale* hat hierfür vorläufig der Kanton aufzukommen; er ist jedoch berechtigt, allfällig erbrachte Entschädigungsleistungen auf den späteren Eigentümer von Grundwasserfassungen und Anreicherungsanlagen zu überwälzen.

4.6 Ermittlung des Grundwasserzustandes

Zielsetzung

Der Zustand des Grundwassers muss auf verschiedenen Stufen ermittelt werden, um Veränderungen durch anthropogene und natürliche Einflüsse frühzeitig zu erkennen. Die **Grundwasserüberwachung** ist als Frühwarnsystem direkt auf eine sichere Nutzung des Grundwassers ausgerichtet. Bei einer Grundwasserverschmutzung erlaubt sie die gezielte Kontrolle der Grundwasserqualität bis zum Abschluss der Sanierung. In einem breiteren Rahmen liefert die **Grundwasserbeobachtung** eine wichtige Datengrundlage, um die Wirkung von Massnahmen im Grundwasserschutz beurteilen und bei negativen Entwicklungen regulierend eingreifen zu können.

[1] BGE 98 Ia 386
[2] BGE 97 I 114
[3] BGE 97 I 114
[4] Art. 21 GSchG

4.6.1 Zuständigkeiten

Gemäss Gewässerschutzgesetz und Gewässerschutzverordnung sind verschiedene Akteure in die Beobachtung und Überwachung der unterirdischen Gewässer involviert:

- der Bund, als Vollzugsbehörde des Gewässerschutzgesetzes in Bereichen von gesamtschweizerischem Interesse[1]
- die Kantone, als Vollzugsbehörde der Gewässerschutzgesetzgebung, auf kantonaler Ebene[2]
- die Eigentümer von Trinkwassergewinnungsanlagen, als Verantwortliche für die Erhebungen, die für die Ausscheidung von Schutzzonen erforderlich sind[3] und als Verantwortliche für die Qualität des Wassers, das ins Versorgungsnetz abgegeben wird (Lebensmittelgesetzgebung)
- die Inhaber und/oder Betreiber von Anlagen bzw. Standorten, von denen eine Gefahr für das Grundwasser ausgehen könnte. Sie sind verpflichtet, die notwendigen Abklärungen durchzuführen, allfällige Schutzmassnahmen zu ergreifen und nachzuweisen, dass die Anforderungen zum Schutze der Gewässer erfüllt sind[4].

4.6.2 Grundwasserbeobachtung und -überwachung

Der Aufbau und Betrieb von Messnetzen zur Erfassung des Grundwasserzustandes, die zu erhebenden Daten und Parameter, Typ, Dauer und Häufigkeit der Messungen sowie die Qualität und Quantität der zu ermittelnden Daten sind abhängig von der Zielsetzung.

Grundwasserbeobachtung durch den Bund

Zur Erfüllung des gesetzlichen Auftrags werden vom *Bund* verschiedene gesamtschweizerische Beobachtungsnetze betrieben:

- Das Nationale Netz zur Beobachtung der Grundwasserstände und Quellschüttungen NABESS;
- Das Nationale Netz zur Beobachtung der Grundwasserqualität NAQUA, wobei mit $NAQUA_{TREND}$ die langfristige Entwicklung der Grundwasserqualität beobachtet wird und mit $NAQUA_{SPEZ}$ gezielte Fragestellungen (z.B. Einfluss der Landwirtschaft oder des Verkehrs) beantwortet werden können.

Grundwasserbeobachtung und -überwachung durch die Kantone

Die *Kantone* sind mit der regionalen Überwachung und Beobachtung ihres Kantonsgebiets betraut. Diese dienen als Grundlage

- für die Inventarisierung der Grundwasservorkommen;
- für die Festlegung von Gewässerschutzbereichen A_U, von Zuströmbereichen Z_U und von Grundwasserschutzarealen;
- für den Schutz der Grundwasservorkommen.

---

[1] Art. 57 GSchG

[2] Art. 58 GSchG Art. 29, 31 und 32 GSchV

[3] Art. 20 GSchG

[4] namentlich Art. 32 GSchV oder Art. 20 AltlV

Die regionale Beobachtung ist langfristig ausgelegt. Sie erlaubt eine Charakterisierung des natürlichen Zustandes der verschiedenen Grundwasservorkommen und legt besonderes Gewicht auf die quantitative und qualitative Entwicklung in Zusammenhang mit menschlichen Tätigkeiten.

Die langfristige regionale Grundwasserbeobachtung erfordert den Aufbau eines Beobachtungsnetzes mit repräsentativen Messstellen (Brunnen, Quellen, Beobachtungsrohre) in sämtlichen wichtigen Grundwassergebieten. Das Netz soll sowohl unbeeinflusste Referenzmessstellen enthalten, als auch Messstationen in Gebieten, welche der Beeinflussung durch menschliche Tätigkeiten besonders ausgesetzt sind. Die regionale Grundwasserbeobachtung ist auf die Erfassung langfristiger Umweltveränderungen ausgelegt; deshalb muss das Messprogramm flexibel und anpassungsfähig sein. In der Anfangsphase der Beobachtung muss eine genügend grosse Anzahl Parameter erfasst werden, damit das Grundwasservorkommen umfassend charakterisiert werden kann (Definition eines Referenz-Zustandes). Nach Auswertung jeder Beobachtungsphase soll das Beobachtungskonzept den Resultaten angepasst werden.

Ein dynamisches Überwachungs- und Beobachtungskonzept beinhaltet zwei Elemente:
Die *routinemässige Beobachtung* erlaubt aufgrund der wichtigsten Basis-Daten einen Vergleich von unterschiedlichen Grundwasservorkommen und dient zur Früherkennung von kritischen Situationen. Sie erstreckt sich wenn möglich auf das gesamte Beobachtungsnetz.

Bei besonderen Problemstellungen kann sich eine *spezifische Überwachung* als zweckmässig erweisen, wobei die Häufigkeit der Beprobung intensiviert und/oder die Parameterliste ausgedehnt wird. Eine spezifische Überwachung ist z.B. sinnvoll:
- im gesamten Netz, wenn eine besondere Situation die Beobachtung eines oder mehrerer spezifischer Parameter verlangt;
- zielgerichtet, wenn die Entwicklung der Wasserqualität in einem Gebiet mit besonderem Gefährdungspotenzial verfolgt werden soll.

Grundwasserüberwachung durch die Inhaber von Fassungen

In Ergänzung zur regionalen Grundwasserüberwachung durch die Kantone empfiehlt es sich für die *Eigentümer von Fassungen* die Grundwasserqualität nicht nur in der Fassung selbst sondern bereits in deren Vorfeld zu überwachen.

Zudem sollten sie im eigenen Interesse die Verhältnisse mindestens innerhalb der Schutzzonen regelmässig kontrollieren, um sicherzustellen, dass keine konkrete Gefährdung der Fassung besteht und die Schutzzonenvorschriften eingehalten werden. Um Synergien zu nutzen und Doppelspurigkeiten zu vermeiden, empfiehlt es sich, dass der Wasserversorger gemeinsam mit der zuständigen Behörde einen Überwachungsplan aufstellt. Die Kontrolle erfolgt durch regelmässige Begehungen des Fassungseinzugsgebiets und der Schutzzonen sowie durch Beprobung des Grundwassers und evtl. des Bodens.

Die Überwachung bezweckt unter anderem folgende Ziele:
- Erlangen von Kenntnissen über das Einzugsgebiet der Fassung;
- Überprüfung der Richtigkeit der ausgeschiedenen Schutzzonen;
- Kontrolle, dass die Schutzzonenvorschriften eingehalten werden;
- Auswirkungen der Nutzung (Veränderungen des Grundwasserstandes, qualitative Veränderungen).

Der Überwachungsbedarf einer Grundwasserfassung ist abhängig von den spezifischen Eigenheiten der Fassung und von den Verhältnissen im Einzugsgebiet. Wenn diesbezügliche Kenntnisse fehlen, muss der Fassungseigentümer durch Fachpersonen die erforderlichen hydrogeologischen Untersuchungen durchführen lassen. Insbesondere sind umfassende chemische, physikalische und mikrobiologische Grundwasseranalysen bei unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen erforderlich.

Aufgrund der Ergebnisse dieser Untersuchungen wird das den Eigenheiten der Fassung und dem Gefährdungspotenzial im Einzugsgebiet angepasste Überwachungsprogramm festgelegt. Die zu messenden Parameter und die Periodizität der Probenahmen müssen den spezifischen Eigenheiten des Einzugsgebietes bei unterschiedlichen hydrologischen und meteorologischen Bedingungen Rechnung tragen.

Grundwasserüberwachung durch die Inhaber von belasteten Standorten sowie Bauten und Anlagen

Liegt eine Fassung im Einflussbereich eines Verschmutzungsherdes mit bedeutendem Gefährdungspotenzial (z.B. einem belasteten Standort), sind eine oder mehrere zusätzliche Überwachungsstelle(n) zwischen dem Verschmutzungsherd und der Fassung erforderlich. Deren Überwachung geht zu Lasten des überwachungspflichtigen Inhabers (Verursacher) und muss so lange durchgeführt werden, wie eine Verschmutzungsgefahr für das Grundwasser besteht.

Die Grundwasserüberwachung als *projektbegleitende Massnahme* in Zusammenhang mit der Erstellung von Bauten oder dem Betrieb von Anlagen deckt verschiedene Bedürfnisse ab:
- Beschaffung von Beweismitteln, auf welche in einem allfälligen Rechtsverfahren zurückgegriffen werden kann (z.B. Feststellung negativer Auswirkungen auf eine Fassung, Entschädigungsleistungen);
- Wirksamkeitskontrolle der vorgeschriebenen Massnahmen, um eine genutzte oder nutzbare Ressource zu schützen (Umweltverträglichkeitsprüfung, Plangenehmigungsverfahren);
- Erkennen von projekt- oder betriebsbedingten Beeinträchtigungen des Grundwassers.

Als projektbegleitende Massnahme muss das Grundwasser sowohl qualitativ wie quantitativ überwacht und die Überwachung dokumentiert werden. Dazu müssen zuerst die möglichen Gefahren und Risiken erkannt und eingeschätzt werden, und für besondere Risikosituationen müssen die angemessenen Vorsorge- und Grundwasserschutzmassnahmen geplant werden.

Der räumliche Rahmen der Überwachung muss auf die Grundwasserverhältnisse und auf die Projektbedingungen abgestimmt werden. Auf jeden Fall sollten der Oberstrom- und der Abstrombereich des Projektareals erfasst werden. Die Messungen im Oberstrombereich dienen als Referenzmessungen. Im Abstrombereich kann zwischen einem Nahbereich und einem Fernbereich unterschieden werden:

Im Nahbereich dient die Überwachung dazu, Schäden in der unmittelbaren Umgebung des Projektes zu erkennen (Überwachung der Emissionen) und entsprechende Massnahmen ergreifen zu können (Intervention). Die Dichte des Überwachungsnetzes hängt von den möglichen Gefahren und den hydrogeologischen Bedingungen ab. Im Fernbereich wird mit der Überwachung die Wirksamkeit der getroffenen Grundwasserschutzmassnahmen überprüft.

Vor Projektbeginn muss der unbeeinflusste Ausgangszustand des Grundwassers erhoben und dokumentiert werden, damit im Laufe der Überwachung Veränderungen erkannt und die Zweckmässigkeit der Schutzmassnahmen überprüft werden können. Der unbeeinflusste Ausgangszustand sollte für bedeutende Projekte während mindestens eines Jahres aufgezeichnet werden.

Während der Bau- resp. Betriebszeit ergibt sich die Häufigkeit der Messungen aus der Art der Gefährdung, den natürlichen Schwankungen der beobachteten Parameter, der Fliessgeschwindigkeit des Grundwassers und der erforderlichen Interventionszeit bei einem Unfall. Die Messungen im Nahbereich erfolgen häufiger als im Fernbereich. Sehr nützlich sind kontinuierliche Überwachungssysteme mit einer automatischen Erfassung der wichtigsten Leitparameter.

Die Auswahl der zu ermittelnden Parameter muss je nach Situation und Projekt getroffen werden. Oft ist es sinnvoll, Summenparameter (z.B. elektrische Leitfähigkeit, DOC, Kohlenwasserstoffe) kontinuierlich bzw. in engeren Abständen zu messen, um rasch einen Trend der Entwicklung festzustellen und in grösseren Abständen ausführlichere Analysen durchzuführen.

4.6.3 Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Interpretation einer Grundwasserbeobachtung bzw. -überwachung

Konzept

Vor Beginn der Beobachtung bzw. Überwachung sind die zu erreichenden Ziele fest zu legen und zu definieren, wie diese erreicht werden sollen, namentlich:

- Ort, Art und Dichte des Netzes;
- Häufigkeit, Typ, Dauer der Messungen;
- zu erhebende Daten und Parameter;
- Anforderungen an die Qualität und Quantität der zu erhebenden Daten;
- evtl.: Interventionswerte und Massnahmen im Fall einer Überschreitung dieser Werte;
- Modus der Auswertung, der Interpretation und der Qualitätskontrolle.

Beobachtungs- bzw. Überwachungsphase; Datenbeschaffung

In der *Beobachtungs- bzw. Überwachungsphase* werden die Daten gemäss dem erarbeiteten Konzept beschafft. Wichtig dabei sind die fachgerechte und sorgfältige Probenahme [Lit. 7], die der Zielsetzung angepasste Analysemethoden, die Qualitätskontrolle sowie die bedürfnisgerechte Speicherung der Daten.

Auswertung und Interpretation

Auf jede Beobachtungs- bzw. Überwachungsphase folgt eine *Auswertungs- und Interpretationsphase*. Diese ist ebenso wichtig wie die Datenbeschaffung. Die Auswertung und Interpretation einer Grundwasserbeobachtung beinhaltet folgende Schritte:

- Erfassung sämtlicher Erhebungen in Datenbanken;
- Validation (Überprüfung) der Daten (hydrochemische Methoden wie z.B. Ionenbilanz, Parameter, die sich gegenseitig ausschliessen, statistische Methoden wie z.B. Extremwerte);
- Erstellung von Übersichtstabellen mit den erhobenen Daten sowie mit Angaben zur Datenbeschaffung und zu Mess- und Analysemethoden;
- Erfassung bedeutender lokaler Phänomene;
- Interpretation saisonaler Schwankungen;
- Interpretation beobachteter Entwicklungstendenzen;
- Darstellung der Auswertungen in grafischer Form (Grafiken, Karten).

Aufgrund der Auswertung kann sich die Notwendigkeit ergeben, die Beobachtung bzw. Überwachung weiterzuführen, zu modifizieren oder es zeigt sich, dass sie beendet werden kann. Aus der Interpretation lassen sich allenfalls Massnahmen ableiten, welche getroffen werden müssen.

4.7 Empfehlungen für die Umsetzung des Grundwasserschutzes

Entscheidend für den Schutz des Grundwassers ist nicht allein die Festlegung von Gewässerschutzbereichen, Zuströmbereichen oder Grundwasserschutzzonen und deren Darstellung auf Plänen, sondern vielmehr die Umsetzung der Schutzmassnahmen in der Praxis.

Für diese Umsetzung werden hier einige Empfehlungen, Denkanstösse und Hinweise gegeben.

Information der Betroffenen

Damit die betroffenen landwirtschaftlichen Bewirtschafter, Forstfachleute oder Inhaber von Bauten und Anlagen das Vorgehen der Behörde und die ihnen auferlegten Nutzungsbeschränkungen nachvollziehen und eine standortangepasste, grundwasserschonende Landnutzung umsetzen können, ist die Kooperation aller Akteure und eine offene und transparente Kommunikationskultur und Informationspolitik der Behörde und der Inhaber von Wasserversorgungsanlagen anzustreben.

Besonders betroffen sind Grundeigentümerinnen und Pächter von Parzellen in Grundwasserschutzzonen, etwas weniger stark auch in Zuströmbereichen. Es hat sich bewährt, die Betroffenen frühzeitig, d.h. sobald die Schutzzonenabmessungen feststehen und sobald ein Entwurf des Schutzzonenreglementes vorliegt, auf jeden Fall aber vor der eingeschriebenen Zustellung einer Feststellungsverfügung, über das Wie, Wo und Warum zu informieren (rechtliches Gehör). Am besten geschieht dies mit einer Informationsveranstaltung, bei welcher die hydrogeologisch geschulten Fachleute und die Fachbehörde die Schutzzonenabmessungen erläutern, die zu treffenden Massnahmen begründen und Fragen beantworten.

Ein wichtiges Instrument sind Beratungsstellen, welche die Betroffenen bei der Umsetzung der Grundwasserschutzmassnahmen unterstützen und in Härtefällen Hilfe anbieten

Sensibilisierung einer breiteren Öffentlichkeit

Die Öffentlichkeit ist von der Umsetzung des Grundwasserschutzes in zweierlei Hinsicht betroffen: einerseits als Konsument von Trinkwasser, andrerseits als potenzieller Verschmutzer (Landwirt, Tankstellenbetreiber, Automobilist, Bauherr oder Kiesgrubenbetreiber).

Deshalb muss die breite Öffentlichkeit für die Anliegen des Grundwasserschutzes laufend sensibilisiert werden, z.B. durch Informationsschriften oder Flyers, durch Fachvorträge oder Artikel in der Presse. In regelmässigen Abständen sollte auch über die Inhalte des Schutzzonenreglements sowie über Probleme und Entwicklungen in der Schutzzone informiert werden. Von besonderer Bedeutung ist es, Branchen mit einem erhöhten Gefährdungspotenzial für die Anliegen des Grundwasserschutzes zu sensibilisieren.

Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen

Das Verfahren zur Ausscheidung der Schutzzonen und die möglichen Rechtsmittel sind kantonal geregelt; Auskünfte darüber geben die kantonalen Gewässerschutzfachstellen. Mit dem Ausscheidungsbeschluss wird auch festgehalten, wer für den Vollzug und die Überwachung der Schutzmassnahmen verantwortlich ist; in der

Regel sind dies die Gemeindebehörden der Standortgemeinde gemeinsam mit dem Fassungsinhaber.

Um die Schutzzonen im Gelände zu visualisieren ist es zweckmässig, die Grenzen resp. die Eckpunkte mit geeigneten Mitteln zu markieren, so wie dies beispielsweise auch bei Naturschutzgebieten geschieht. Dies kann diskret erfolgen, z.B. mit Marchsteinen, mit im Boden versetzten Leerrohren, in welche der Bewirtschafter bei Bedarf zu seiner eigenen Orientierung Jalons stellen kann, oder mit markanten natürlichen Elementen (grosse Blöcke, Hecken, usw.). Oder es wird bewusst mit Schildern auf das Vorhandensein einer Schutzzone hingewiesen *(z.B.: Sie betreten das Gebiet, aus dem das Trinkwasser der Gemeinde Wilhausen stammt).*

Kontrolle und Überwachung der Schutzzonen

Sind die Schutzzonen rechtskräftig ausgeschieden, muss der Fassungseigentümer die Verhältnisse innerhalb der Schutzzonen und die Einhaltung der Schutzzonenvorschriften gemäss einem Überwachungsplan periodisch kontrollieren. Er meldet Verstösse unverzüglich den zuständigen Behörden.

Die Überwachung der Schutzzonen dient nicht nur als Erfolgskontrolle, sie ermöglicht auch die frühzeitige Feststellung von Einflüssen, die das Grundwasser nachteilig verändern können, und erlaubt die rechtzeitige Einleitung von Gegenmassnahmen. Bei Wassergewinnungsanlagen, die wegen der geomorphologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet nur kurze Fliesswege und -zeiten aufweisen, ist ein erhöhter Kontroll- und Schutzaufwand erforderlich.

Bauvorhaben innerhalb einer Schutzzone brauchen von der zuständigen kantonalen Behörde eine Bewilligung[1]. Die Behörde soll den Fassungseigentümer bei allen Planungen und Eingriffen, von denen eine Gefährdung für das Grundwasser ausgehen kann, in die Entscheidungsprozesse miteinbeziehen. Der Fassungseigentümer soll auch bei der Kontrolle und Bauüberwachung mitwirken können.

Mindestens alle 10 Jahre soll überprüft werden, ob das Schutzzonenreglement noch sämtliche Gefährdungspotenziale in der Schutzzone abdeckt und ob die einzelnen Massnahmen noch dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Gegebenenfalls ist das Schutzzonenreglement anzupassen.

Überwachung der Grundwasserqualität

Die Überwachung der Grundwasserqualität durch den Fassungsinhaber ist von besonderer Bedeutung; diese dient unter anderem auch der Früherkennung von Verunreinigungen. Wenn eine Grundwasserverunreinigung festgestellt wird, die zu einer schwerwiegenden Beeinträchtigung der Wasserversorgung führen kann, sind im Alarmplan oder in der Dienstanweisung der Wasserversorgung die entsprechenden Massnahmen festzulegen.

Information der Öffentlichkeit

Die Öffentlichkeit soll über die Resultate der Qualitätsüberwachung informiert werden. Für die von Nutzungsbeschränkungen Betroffenen können die Messdaten eine Bestätigung des Erfolgs ihrer Anstrengungen oder eine Motivation für weitergehende Massnahmen sein, und für die Trinkwasserkonsumenten dokumentieren sie die Qualität ihres wichtigsten Lebensmittels.

[1] Artikel 19 GSchG

Anhänge

A1 Indikatorwerte für die Grundwasserqualität

In der Gewässerschutzverordnung (Anh. 2 Ziff. 22 GSchV) sind die numerischen Anforderungen an Grundwasser festgelegt, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist. Im Folgenden wird jene Parameterliste durch eine Liste mit Indikatorwerten ergänzt. Es handelt sich dabei um Werte deren Überschreitung in der Regel auf eine anthropogen bedingte, vorschriftswidrige Belastung des Grundwassers hinweist. Erfüllt ein genutztes oder zur Nutzung vorgesehenes Grundwasser diese Werte nicht und ist die Überschreitung nicht geogen bedingt, sind gemäss Artikel 47 GSchV die Art, das Ausmass und die Ursache der Verunreinigung zu ermitteln und die notwendigen Massnahmen zu treffen (vgl. Kap. 1.4.4).

Physikalische Indikatoren

Temperatur	<3 °C Abweichung vom naturnahen Zustand
Trübung	<1 TE/F
pH-Wert	<0,5 Abweichung vom naturnahen Zustand

Haupt- und Nebenbestandteile

Calcium (Ca^{2+})	höchstens 40 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
Magnesium (Mg^{2+})	höchstens 10 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
Sulfat (SO_4^{2-})	<40 mg/l[1]
Kieselsäure (H_4SiO_4)	höchstens 10 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
Barium (Ba^{2+})	höchstens 0,5 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
Natrium (Na^+)	höchstens 25 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
Kalium (K^+)	höchstens 5 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
Chlorid (Cl^-)	<40 mg/l[1]
Fluorid (F^-)	höchstens 0,5 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
Bromid (Br^-)	höchstens 0,05 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
Nitrat (NO_3^-)	<25 mg/l[1]
Ammonium (NH_4^+)	<0,1 mg/l[1] bei oxischen Verhältnissen <0,5 mg/l[1] bei anoxischen Verhältnissen
Nitrit (NO_2^-)	höchstens 0,05 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
Phosphat (o-PO_4^{3-})	höchstens 0,05 mg/l P mehr als im naturnahen Zustand
Cyanid (CN^-)	<0,025 mg/l
Sauerstoffsättigung (O_2)	>20%
Eisen (Fe) gelöst	höchstens 0,3 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
Mangan (Mn) gelöst	höchstens 0,05 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	<2 mg/l[1]

[1] Werte gemäss Anhang 2 Ziffer 22 GSchV.

Spurenelemente

Bor (B)	höchstens 0,05 mg/l mehr als im naturnahen Zustand
Zink (Zn) gelöst	<5 µg/l
Kupfer (Cu) gelöst	<2 µg/l
Nickel (Ni) gelöst	<5 µg/l
Blei (Pb) gelöst	<1 µg/l
Cadmium (Cd) gelöst	<0,05 µg/l
Quecksilber (Hg) gelöst	<0,01 µg/l
Arsen (As)	<5 µg/l
Selen (Se)	<5 µg/l
Chrom (Cr)	<2 µg/l

Organische und synthetische Stoffe

Adsorbierbare org. Halogen-vebindungen (AOX)	<10 µg/l[1]
AOX inkl. FHKW	<10 µg/l
Wasserdampfflüchtige Phenole	<5 µg/l
Monocyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)	<1µg/l je Einzelstoff[1]
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	<1 µg/l je Einzelstoff[1]
Flüchtige halogenierte Kohlen-wasserstoffe (FHKW)	<1 µg/l je Einzelstoff[1]
Vinylchlorid	<0,1 µg/l
Pestizide	<0,1 µg/l je Einzelstoff[1], Summe <0,5 µg/l
Summe Nitroaromaten	<0,5 µg/l
EDTA und strukturanaloge Kom-plexbildner	<5 µg/l je Einzelstoff
NTA	<3 µg/l
Polyzyklische Aromaten (PAK)	<0.1 µg/l je Einzelstoff[1]
Benz(a)pyren	<0,01 µg/l
Methyl-tert.-butyl Ether (MTBE)	<2 µg/l
Chlorphenole	geruchlos
Pentachlorphenol	<0,1 µg/l
Chlorbenzole	<1 µg/l je Einzelstoff
Di(2-ethylhexyl)-phatalat (DEHP)	<1 µg/l
Aromatische Amine	<0,1 µg/l je Einzelstoff, Summe <0,5 µg/l
Benzotriazole	<1 µg/l je Einzelstoff
Halogensäuren	<0,5 µg/l je Einzelstoff

[1] Werte gemäss Anhang 2 Ziffer 22 GSchV.

A2 Relevante Gesetzestexte

Gewässerschutzgesetz
GSchG

Art. 3 Sorgfaltspflicht
Jedermann ist verpflichtet, alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt anzuwenden, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden.

Art. 3a Verursacherprinzip
Wer Massnahmen nach diesem Gesetz verursacht, trägt die Kosten dafür.

Art. 6 Grundsatz
[1] Es ist untersagt, Stoffe, die Wasser verunreinigen können, mittelbar oder unmittelbar in ein Gewässer einzubringen oder sie versickern zu lassen.
[2] Es ist auch untersagt, solche Stoffe ausserhalb eines Gewässers abzulagern oder auszubringen, sofern dadurch die konkrete Gefahr einer Verunreinigung des Wassers entsteht.

Art. 19 Gewässerschutzbereiche
[1] Die Kantone teilen ihr Gebiet nach der Gefährdung der ober- und der unterirdischen Gewässer in Gewässerschutzbereiche ein. Der Bundesrat erlässt die erforderlichen Vorschriften.
[2] In den besonders gefährdeten Bereichen dürfen die Erstellung und die Änderung von Bauten und Anlagen sowie Grabungen, Erdbewegungen und ähnliche Arbeiten nur gestützt auf eine kantonale Bewilligung vorgenommen werden.

Art. 20 Grundwasserschutzzonen
[1] Die Kantone scheiden Schutzzonen für die im öffentlichen Interesse liegenden Grundwasserfassungen und -anreicherungsanlagen aus; sie legen die notwendigen Eigentumsbeschränkungen fest.
[2] Die Inhaber von Grundwasserfassungen müssen:
a. die notwendigen Erhebungen für die Abgrenzung der Schutzzonen durchführen;
b. die erforderlichen dinglichen Rechte erwerben;
c. für allfällige Entschädigungen von Eigentumsbeschränkungen aufkommen.

Art. 21 Grundwasserschutzareale
[1] Die Kantone scheiden Areale aus, die für die künftige Nutzung und Anreicherung von Grundwasservorkommen von Bedeutung sind. In diesen Arealen dürfen keine Bauten und Anlagen erstellt oder Arbeiten ausgeführt werden, die künftige Nutzungs- und Anreicherungsanlagen beeinträchtigen könnten.
[2] Die Kantone können Entschädigungen von Eigentumsbeschränkungen auf die späteren Inhaber von Grundwasserfassungen und Anreicherungsanlagen überwälzen.

Art. 43 Erhaltung von Grundwasservorkommen

[1] Die Kantone sorgen dafür, dass einem Grundwasservorkommen langfristig nicht mehr Wasser entnommen wird, als ihm zufliesst. Kurzfristig darf mehr Wasser entnommen werden, sofern dadurch die Qualität des Grundwassers und die Vegetation nicht beeinträchtigt werden.

[2] Ist ein Grundwasservorkommen durch übermässige Entnahme oder durch eine verringerte Speisung beeinträchtigt, so sorgt der Kanton für eine möglichst weitgehende Verbesserung des Zustands, sei es durch Verminderung der Entnahme, durch künstliche Anreicherung oder durch Untergrundspeicherung von Trinkwasser.

[3] Grundwasservorkommen dürfen nicht dauernd miteinander verbunden werden, wenn dadurch Menge oder Qualität des Grundwassers beeinträchtigt werden können.

[4] Speichervolumen und Durchfluss nutzbarer Grundwasservorkommen dürfen durch Einbauten nicht wesentlich und dauernd verringert werden.

[5] Bei Stauanlagen mit geringer Stauhöhe dürfen das Grundwasser und die vom Grundwasserstand abhängige Vegetation nicht wesentlich beeinträchtigt werden. Für bestehende Anlagen kann die Behörde Ausnahmen bewilligen.

[6] Die Entwässerung eines Gebiets, durch die der Grundwasserspiegel auf einer grossen Fläche abgesenkt wird, ist nur zulässig, wenn die landwirtschaftliche Nutzung anders nicht gesichert werden kann.

Art. 44 Ausbeutung von Kies, Sand und anderem Material

[1] Wer Kies, Sand oder anderes Material ausbeuten oder vorbereitende Grabungen dazu vornehmen will, braucht eine Bewilligung.

[2] Die Bewilligung für solche Arbeiten darf nicht erteilt werden:

a. in Grundwasserschutzzonen;

b. unterhalb des Grundwasserspiegels bei einem Grundwasservorkommen, das sich nach Menge und Qualität für die Wassergewinnung eignet;

c. in Fliessgewässern, wenn der Geschiebehaushalt nachteilig beeinflusst wird.

[3] Bei einem Grundwasservorkommen, das sich nach Menge und Qualität für die Wassergewinnung eignet, kann die Ausbeutung oberhalb des Grundwasserspiegels bewilligt werden, wenn über dem höchstmöglichen Grundwasserspiegel eine schützende Materialschicht belassen wird. Diese ist nach den örtlichen Gegebenheiten zu bemessen.

Gewässerschutzverordnung GSchV

Art. 29 Bezeichnung von Gewässerschutzbereichen sowie Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen und -arealen

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

a. den Gewässerschutzbereich A_U zum Schutz nutzbarer unterirdischer Gewässer;
b. den Gewässerschutzbereich A_O zum Schutz der Wasserqualität oberirdischer Gewässer, wenn dies zur Gewährleistung einer besonderen Nutzung eines Gewässers erforderlich ist;
c. den Zuströmbereich Z_U zum Schutz der Wasserqualität bei bestehenden und geplanten, im öffentlichen Interesse liegenden Grundwasserfassungen, wenn das Wasser durch Stoffe verunreinigt ist, die nicht genügend abgebaut oder zurückgehalten werden, oder wenn die konkrete Gefahr einer Verunreinigung durch solche Stoffe besteht;
d. den Zuströmbereich Z_O zum Schutz der Wasserqualität oberirdischer Gewässer, wenn das Wasser durch abgeschwemmte Pflanzenschutzmittel oder Nährstoffe (…) verunreinigt ist.

[2] Sie scheiden zum Schutz der im öffentlichen Interesse liegenden Grundwasserfassungen und -anreicherungsanlagen die im Anhang 4 Ziffer 12 umschriebenen Grundwasserschutzzonen (Art. 20 GSchG) aus. Sie können Grundwasserschutzzonen auch für geplante, im öffentlichen Interesse liegende Fassungen und Anreicherungsanlagen ausscheiden, deren Lage und Entnahmemenge feststehen.

[3] Sie scheiden zum Schutz von zur Nutzung vorgesehenen unterirdischen Gewässern die im Anhang 4 Ziffer 13 umschriebenen Grundwasserschutzareale (Art. 21 GSchG) aus.

[4] Sie stützen sich bei der Bezeichnung von Gewässerschutzbereichen sowie bei der Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen und -arealen auf die vorhandenen hydrogeologischen Kenntnisse; reichen diese nicht aus, sorgen sie für die Durchführung der erforderlichen hydrogeologischen Abklärungen.

Art. 30 Gewässerschutzkarten

[1] Die Kantone erstellen Gewässerschutzkarten und passen diese nach Bedarf an. Die Gewässerschutzkarten enthalten mindestens:

a. die Gewässerschutzbereiche;
b. die Grundwasserschutzzonen;
c. die Grundwasserschutzareale;
d. die Grundwasseraustritte, -fassungen und -anreicherungsanlagen, die für die Wasserversorgung von Bedeutung sind.

[2] Die Gewässerschutzkarten sind öffentlich zugänglich. Die Kantone stellen dem Bundesamt und den betroffenen Nachbarkantonen je ein Exemplar der Gewässerschutzkarten (einschliesslich der Änderungen) zu.

Art. 31 Schutzmassnahmen

[1] Wer in den besonders gefährdeten Bereichen (Art. 29 Abs. 1) sowie in Grundwasserschutzzonen und -arealen Anlagen erstellt oder ändert oder wer dort andere Tätigkeiten, die eine Gefahr für die Gewässer darstellen, ausübt, muss die nach

den Umständen gebotenen Massnahmen zum Schutz der Gewässer treffen; insbesondere muss er:

a. die Massnahmen nach Anhang 4 Ziffer 2 treffen;
b. die erforderlichen Überwachungs-, Alarm- und Bereitschaftsdispositive erstellen.

[2] Die Behörde sorgt dafür, dass:

a. bei bestehenden Anlagen in den Gebieten nach Absatz 1, bei denen die konkrete Gefahr einer Gewässerverunreinigung besteht, die nach den Umständen gebotenen Massnahmen zum Schutz der Gewässer, insbesondere diejenige nach Anhang 4 Ziffer 2, getroffen werden;
b. bestehende Anlagen in den Grundwasserschutzzonen S1 und S2, die eine Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage gefährden, innert angemessener Frist beseitigt werden und bis zur Beseitigung der Anlagen andere Massnahmen zum Schutz des Trinkwassers, insbesondere Entkeimung oder Filtration, getroffen werden.

Art. 32 Bewilligungen für Anlagen und Tätigkeiten in den besonders gefährdeten Bereichen

[1] In den besonders gefährdeten Bereichen ist eine Bewilligung nach Artikel 19 Absatz 2 GSchG erforderlich für die Erstellung oder Änderung von Anlagen (einschliesslich Lageranlagen für Lebensmittel, Futtermittel oder flüssige Hofdünger), die eine Gefahr für die Gewässer darstellen.

[2] In den besonders gefährdeten Bereichen A_U und Z_U ist eine Bewilligung insbesondere erforderlich für:

a. Untertagebauten;
b. Anlagen, die Deckschichten oder Grundwasserstauer verletzen;
c. Grundwassernutzungen (einschliesslich Nutzungen zu Heiz- und Kühlzwecken);
d. dauernde Entwässerungen und Bewässerungen;
e. Freilegungen des Grundwasserspiegels;
f. Bohrungen.

[3] Ist eine Bewilligung erforderlich, müssen die Gesuchsteller nachweisen, dass die Anforderungen zum Schutze der Gewässer erfüllt sind, und die dafür notwendigen Unterlagen (gegebenenfalls hydrogeologische Abklärungen) beibringen.

[4] Die Behörde erteilt eine Bewilligung, wenn mit Auflagen und Bedingungen ein ausreichender Schutz der Gewässer gewährleistet werden kann; sie legt dabei auch die Anforderungen an die Stilllegung der Anlagen fest.

Anhang 1 GSchV

Anh. 1 Ziff. 2 Unterirdische Gewässer

[1] Die Biozönose unterirdischer Gewässer soll:

a. naturnah und standortgerecht sein;

b. typisch sein für nicht oder nur schwach belastete Gewässer.

[2] Der Grundwasserleiter (Durchflussquerschnitt, Durchlässigkeiten), der Grundwasserstauer und die Deckschichten sowie die Hydrodynamik des Grundwassers (Grundwasserstände, Abflussverhältnisse) sollen naturnahen Verhältnissen entsprechen. Insbesondere sollen sie die Selbstreinigungsprozesse und die Wechselwirkungen zwischen Wasser und Umgebung uneingeschränkt gewährleisten.

[3] Die Grundwasserqualität soll so beschaffen sein, dass:

a. die Temperaturverhältnisse naturnah sind;

b. im Wasser keine künstlichen, langlebigen Stoffe enthalten sind;

c. andere Stoffe, die Gewässer verunreinigen können und die durch menschliche Tätigkeit ins Wasser gelangen können,

- in der Biozönose und in der unbelebten Materie des Grundwasserleiters nicht angereichert werden,
- im Grundwasser im Bereich der natürlichen Konzentrationen liegen, wenn sie dort natürlicherweise vorkommen,
- im Grundwasser nicht vorhanden sind, wenn sie dort natürlicherweise nicht vorkommen,
- keine nachteiligen Einwirkungen auf die Nutzung des Grundwassers haben.

Anhang 2 GSchV

Anh. 2 Ziff. 2 Unterirdische Gewässer

Ziff. 21 Allgemeine Anforderungen

[1] Die Konzentration von Stoffen, für die Ziffer 22 nummerische Anforderungen enthält, darf im Grundwasser nicht stetig zunehmen.

[2] Die Qualität des Grundwassers muss so beschaffen sein, dass es bei Exfiltration oberirdische Gewässer nicht verunreinigt.

[3] Die Temperatur des Grundwassers darf durch Wärmeeintrag oder -entzug gegenüber dem natürlichen Zustand um höchstens 3 °C verändert werden; vorbehalten sind örtlich eng begrenzte Temperaturveränderungen.

[4] Durch die Versickerung von Abwasser darf sich im Wasser unterirdischer Gewässer:

a. der Geruch gegenüber dem natürlichen Zustand nicht störend verändern;

b. kein sauerstoffarmer Zustand und kein nachteiliger pH-Wert ergeben;

c. keine Trübung und keine Verfärbung ergeben, ausgenommen bei Festgesteinsgrundwasser.

[5] Durch Versickerungsanlagen, Wasserentnahmen und andere bauliche Eingriffe dürfen die schützende Deckschicht möglichst nicht verletzt und die Hydrodynamik nicht derart verändert werden, dass sich nachteilige Auswirkungen auf die Wasserqualität ergeben.

Anh. 2 Ziff. 22 Zusätzliche Anforderungen an Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist

[1] Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass das Wasser nach Anwendung einfacher Aufbereitungsverfahren die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung einhält.

[2] Es gelten die nachfolgenden nummerischen Anforderungen; vorbehalten bleiben besondere natürliche Verhältnisse. Für Stoffe, die von belasteten Standorten stammen, gelten diese Anforderungen nicht im Abstrombereich, in dem der grösste Teil dieser Stoffe abgebaut oder zurückgehalten wird.

Nr.	Parameter	Anforderung
1	Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	2 mg/l C
2	Ammonium (Summe von NH_4^+ – N und NH_3-N)	bei oxischen Verhältnissen: 0,08 mg/l N (entspricht 0,1 mg/l Ammonium) bei anoxischen Verhältnissen: 0,4 mg/l N (entspricht 0,5 mg/l Ammonium)
3	Nitrat (NO_3^- -N)	5,6 mg/l N (entspricht 25 mg/l Nitrat)
4	Sulfat (SO_4^{2-})	40 mg/l SO_4^{2-}
5	Chlorid (Cl^-)	40 mg/l Cl^-
6	Aliphatische Kohlenwasserstoffe	0,001 mg/l je Einzelstoff
7	Monocyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	0,001 mg/l je Einzelstoff
8	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	0,1 µg/l je Einzelstoff
9	Flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (FHKW)	0,001 mg/l je Einzelstoff
10	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	0,01 mg/l X
11	Organische Pestizide (Pflanzenschutzmittel, Holzschutzmittel, Antifoulings, usw.)	0,1 µg/l je Einzelstoff. Vorbehalten bleiben andere Werte auf Grund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens

Anh. 4 Ziff. 1 Bezeichnung der besonders gefährdeten Gewässerschutzbereiche sowie Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen und -arealen

Ziff. 11 Besonders gefährdete Gewässerschutzbereiche

Ziff. 111 Gewässerschutzbereich A_U

[1] Der Gewässerschutzbereich A_U umfasst die nutzbaren unterirdischen Gewässer sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete.

[2] Ein unterirdisches Gewässer ist nutzbar beziehungsweise für die Wassergewinnung geeignet, wenn das Wasser im natürlichen oder angereicherten Zustand:

a. in einer Menge vorhanden ist, dass eine Nutzung in Betracht fallen kann; dabei wird der Bedarf nicht berücksichtigt; und

b. die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung an Trinkwasser, nötigenfalls nach Anwendung einfacher Aufbereitungsverfahren, einhält.

Anh. 4 Ziff. 112 Gewässerschutzbereich A_O

Der Gewässerschutzbereich A_O umfasst das oberirdische Gewässer und dessen Uferbereiche, soweit dies zur Gewährleistung einer besonderen Nutzung erforderlich ist.

Anh. 4 Ziff. 113 Zuströmbereich Z_U

Der Zuströmbereich Z_U umfasst das Gebiet, aus dem bei niedrigem Wasserstand etwa 90 Prozent des Grundwassers, das bei einer Grundwasserfassung höchstens entnommen werden darf, stammt. Kann dieses Gebiet nur mit unverhältnismässigem Aufwand bestimmt werden, umfasst der Zuströmbereich Z_U das gesamte Einzugsgebiet der Grundwasserfassung.

Anh. 4 Ziff. 114 Zuströmbereich Z_O

Der Zuströmbereich Zo umfasst das Einzugsgebiet, aus dem der grösste Teil der Verunreinigung des oberirdischen Gewässers stammt.

Anh. 4 Ziff. 12 Grundwasserschutzzonen

Ziff. 121 Allgemeines

[1] Grundwasserschutzzonen bestehen aus dem Fassungsbereich (Zone S1), der Engeren Schutzzone (Zone S2) und der Weiteren Schutzzone (Zone S3). Die Zone S3 muss bei Karst- und Kluftgesteinsgrundwasser nicht ausgeschieden werden, wenn durch die Bezeichnung eines Zuströmbereichs Z_u ein gleichwertiger Schutz gewährleistet ist.

[2] Für die Dimensionierung der Zonen S2 und S3 bei Lockergesteinsgrundwasser ist von der Wassermenge, die höchstens entnommen werden darf, und von einem niedrigen Wasserstand auszugehen.

[3] Für die Dimensionierung der Grundwasserschutzzonen bei Karst- und Kluftgesteinsgrundwasser ist die Vulnerabilität im Einzugsgebiet der Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage massgebend. Die Vulnerabilität wird auf Grund folgender Kriterien bestimmt:

a. Ausbildung des oberflächennahen Felsbereichs, wie Epikarst und Auflockerungszone;

b. Ausbildung der Deckschicht;

c. Versickerungsverhältnisse;
d. Ausbildung des Karstsystems oder der Trennflächensysteme.

Anh. 4 Ziff. 122 Fassungsbereich (Zone S1)

[1] Die Zone S1 soll verhindern, dass Grundwasserfassungen und -anreicherungsanlagen sowie deren unmittelbare Umgebung beschädigt oder verschmutzt werden.

[2] Sie umfasst die Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage, den durch den Bohr- oder Bauvorgang aufgelockerten Bereich sowie, soweit zweckmässig, die unmittelbare Umgebung der Anlagen.

[3] Bei Karst- und Kluftgesteinsgrundwasser umfasst sie auch weitere Gebiete, wenn:
a. diese eine besonders hohe Vulnerabilität aufweisen (z.B. Ponore, Dolinen, Klüfte und Störungszonen); und
b. eine direkte Verbindung dieser Gebiete zur Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage nachgewiesen ist oder angenommen werden muss.

Anh. 4 Ziff. 123 Engere Schutzzone (Zone S2)

[1] Die Zone S2 soll verhindern, dass:
a. Keime und Viren in die Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage gelangen;
b. das Grundwasser durch Grabungen und unterirdische Arbeiten verunreinigt wird; und
c. der Grundwasserzufluss durch unterirdische Anlagen behindert wird.

[2] Sie wird bei Lockergesteinsgrundwasser so dimensioniert, dass:
a. die Fliessdauer des Grundwassers vom äusseren Rand der Zone S2 bis zur Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage mindestens zehn Tage beträgt; und
b. der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2 in Zuströmrichtung mindestens 100 m beträgt; er kann kleiner sein, wenn durch hydrogeologische Untersuchungen nachgewiesen ist, dass die Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage durch wenig durchlässige und nicht verletzte Deckschichten gleichwertig geschützt ist.

[3] Sie umfasst bei Karst- und Kluftgesteinsgrundwasser die Teile des Einzugsgebiets der Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage, die eine hohe Vulnerabilität aufweisen.

Anh. 4 Ziff. 124 Weitere Schutzzone (Zone S3)

[1] Die Zone S3 soll gewährleisten, dass bei unmittelbar drohenden Gefahren (z.B. bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen) ausreichend Zeit und Raum für die erforderlichen Massnahmen zur Verfügung stehen.

[2] Bei Lockergesteinsgrundwasser ist der Abstand vom äusseren Rand der Zone S2 bis zum äusseren Rand der Zone S3 in der Regel mindestens so gross wie der Abstand von der Zone S1 bis zum äusseren Rand der Zone S2.

[3] Die Zone S3 umfasst bei Karst- und Kluftgesteinsgrundwasser die Teile des Einzugsgebiets der Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage, die eine mittlere Vulnerabilität aufweisen.

Anh. 4 Ziff 13 Grundwasserschutzareale

Die Grundwasserschutzareale werden so ausgeschieden, dass die Standorte der Grundwasserfassungen und -anreicherungsanlagen zweckmässig festgelegt und die Grundwasserschutzzonen entsprechend ausgeschieden werden können.

Anh. 4 Ziff 2 Massnahmen zum Schutz der Gewässer

Ziff. 21 Besonders gefährdete Gewässerschutzbereiche

Ziff. 211 Gewässerschutzbereiche A_U und A_O

[1] In den Gewässerschutzbereichen A_U und A_O dürfen keine Anlagen erstellt werden, die eine besondere Gefahr für ein Gewässer darstellen; für das Erstellen von Grosstanks für die Lagerung wassergefährdender Flüssigkeiten gilt Artikel 9 Absatz 1 der Verordnung vom 1. Juli 1998 über den Schutz der Gewässer vor wassergefährdenden Flüssigkeiten (VWF).

[2] Im Gewässerschutzbereich A_U dürfen keine Anlagen erstellt werden, die unter dem mittleren Grundwasserspiegel liegen. Die Behörde kann Ausnahmen bewilligen, soweit die Durchflusskapazität des Grundwassers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10 Prozent vermindert wird.

[3] Bei der Ausbeutung von Kies, Sand und anderem Material im Gewässerschutzbereich A_U muss:

a. eine schützende Materialschicht von mindestens 2 m über dem natürlichen, zehnjährigen Grundwasserhöchstspiegel belassen werden; liegt bei einer Grundwasseranreicherung der Grundwasserspiegel höher, so ist dieser massgebend;
b. die Ausbeutungsfläche so begrenzt werden, dass die natürliche Grundwasserneubildung gewährleistet ist;
c. der Boden nach der Ausbeutung wieder so hergestellt werden, dass seine Schutzwirkung der ursprünglichen entspricht.

Anh. 4 Ziff. 212 Zuströmbereiche Z_U und Z_O

Wenn bei der Bodenbewirtschaftung in den Zuströmbereichen Z_u und Z_o wegen der Abschwemmung und Auswaschung von Stoffen, wie Pflanzenschutzmittel nach Anhang 4.3 StoV oder Dünger und diesen gleichgestellte Erzeugnisse, Gewässer verunreinigt werden, legen die Kantone die zum Schutz des Wassers erforderlichen Massnahmen fest. Als solche gelten beispielsweise:

a. Verwendungseinschränkungen für Pflanzenschutzmittel nach Anhang 4.3 StoV sowie Dünger und diesen gleichgestellte Erzeugnisse, welche die Kantone nach den Anhängen 4.3 Ziffer 3 Absatz 3 und 4.5 Ziffer 33 Absatz 3 der StoV festlegen;
b. Einschränkung der acker- und gemüsebaulichen Produktionsflächen;
c. Einschränkung bei der Kulturwahl, bei der Fruchtfolge und bei Anbauverfahren;
d. Verzicht auf Wiesenumbruch im Herbst;
e. Verzicht auf Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland;
f. Verpflichtung zu dauernder Bodenbedeckung;
g. Verpflichtung zur Verwendung besonders geeigneter technischer Hilfsmittel, Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsmethoden.

Anh. 4 Ziff. 22 Grundwasserschutzzonen

Ziff. 221 Weitere Schutzzone (Zone S3)

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

a. industrielle und gewerbliche Betriebe, von denen eine Gefahr für das Grundwasser ausgeht;
b. Einbauten, die das Speichervolumen oder den Durchflussquerschnitt des Grundwasserleiters verringern;
c. Versickerung von Abwasser, ausgenommen die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser von Dachflächen (Art. 3 Abs. 3 Bst. a) über eine bewachsene Bodenschicht;
d. wesentliche Verminderung der schützenden Deckschicht;
e. Rohrleitungen, die dem Rohrleitungsgesetz vom 4. Oktober 1963 unterstehen; ausgenommen sind Gasleitungen.

[2] Für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln nach Anhang 4.3 StoV, Holzschutzmitteln sowie Düngern und diesen gleichgestellten Erzeugnissen gelten die Anhänge 4.3, 4.4 und 4.5 der StoV.

[3] Für Anlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten gilt Artikel 9 Absatz 3 VWF.

Anh. 4 Ziff. 222 Engere Schutzzone (Zone S2)

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

a. das Erstellen von Anlagen; die Behörde kann aus wichtigen Gründen Ausnahmen gestatten, wenn eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann;
b. Grabungen, welche die schützende Deckschicht nachteilig verändern;
c. Versickerung von Abwasser;
d. andere Tätigkeiten, die das Trinkwasser quantitativ und qualitativ beeinträchtigen können.

[2] Für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln nach Anhang 4.3 StoV, Holzschutzmitteln sowie Düngern und diesen gleichgestellten Erzeugnissen gelten die Anhänge 4.3, 4.4 und 4.5 der StoV.

[3] Für Anlagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten gilt Artikel 9 Absatz 2 VWF.

Anh. 4 Ziff. 223 Fassungsbereich (Zone S1)

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

Anh. 4 Ziff. 23 Grundwasserschutzareale

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

[2] Sind Lage und Ausdehnung der künftigen Weiteren Schutzzone (Zone S3) bekannt, so gelten für die entsprechenden Flächen die Anforderungen nach Ziffer 221 Absätze 1 und 3.

Verzeichnisse

1 Literaturverzeichnis

[1] BUNDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ BUS (1977/82): Wegleitung zur Ausscheidung von Gewässerschutzbereichen, Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzarealen.

[2] BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT BUWAL (1998): *Kartierung der Vulnerabilität in Karstgebieten (Methode EPIK).* Vollzug Umwelt, Praxishilfe.

[3] BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT BUWAL (2002): Wegleitung für den Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen.

[4] BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT BUWAL und BUNDESAMT FÜR WASSER UND GEOLOGIE BWG (2004): *Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern.* Vollzug Umwelt, Praxishilfe.

[5] BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT BUWAL (2000): *Grundlagensammlung Nitratstrategie.* Dokumentationsordner.

[6] BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT BUWAL (2004): *Bemessung von Zuströmbereichen Z_u.* Vollzug Umwelt, Praxishilfe.

[7] BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT BUWAL (2003): *Grundwasserprobenahme.* Vollzug Umwelt, Praxishilfe.

[8] BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT BUWAL (Projekt): A*usscheidung von Grundwasserschutzzonen in Lockergesteins-Grundwasserleitern.* Vollzug Umwelt, Praxishilfe.

[9] BUNDESAMT FÜR WASSER UND GEOLOGIE BWG (2002): *Einsatz künstlicher Tracer in der Hydrogeologie, Praxishilfe.* Berichte des BWG, Serie Geologie, Nr. 3.

[10] BUSSARD, T., TACHER, L., PARRIAUX, A., BAYARD, D., & MAÎTRE, V. (2004): *Dimensionnement des aires Z_u. Document de base.* Laboratoire de géologie GEOLEP, EPFL, Lausanne.

[11] DOERFLIGER, N., ZWAHLEN, F., MEYLAN, B., TRIPET, J.-P. & WILDBERGER, A. (1999): *Die Vulnerabilität von Grundwasserfassungen in Karstgebieten.* Gas Wasser Abwasser 79(7), 585–592.

[12] GREBER, E. et al. (2002): *Grundwasserqualität in der Schweiz.* Gas Wasser Abwasser 3/2002.

[13] HARTMANN, D. & MICHEL, P. (1992): *Grundwasserschutz in der Schweiz.* Gas Wasser Abwasser 72(3), 167–173.

[14] HOEHN, E., BLAU, R. V., HARTMANN, D., KANZ, W., LEUENBERGER, H., MATOUSEK, F., & ZUMSTEIN, J.,(1994): *Der Zuströmbereich als Element eines zeitgemässen Grundwasserschutzes.* Gas Wasser Abwasser 3/, 1–6.

[15] KUHLMANN, U., JORDAN, P. & TRÖSCH, J. (2000): *Zuströmbereiche von Grundwasserentnahmen.* Gas Wasser Abwasser, 4/2000, 278–286.

[16] MAÎTRE, V., PARRIAUX, A. et ZUMSTEIN, J. (2000): *Assainissement de sources chargées en nitrates.* Gas Wasser Abwasser, 3/2000, 188–200.

[17] MICHEL, P. (2001): Zuströmbereiche für Grundwasserfassungen: Definition und Zweck. Gesetzliche Grundlagen für die Sanierung. Gas Wasser Abwasser, 1/2001, 5–9.

[18] SCHWEIZERISCHE VEREINIGUNG FÜR LANDESPLANUNG VLP (1999): *Planerischer Schutz der Gewässer. Ziele und Instrumente der neuen Gewässerschutzverordnung.* Information der Dokumentationsstelle für Raumplanungs- und Umweltrecht, Mai 1999.

[19] SCHWEIZERISCHER VEREIN DES GAS- UND WSSERFACHES SVGW (1989): Richtlinien für Projektierung, Ausführung und Betrieb von Quellfassungen.

[20] STAUFFER, F. & KINZELBACH, W. (2001): Zuströmbereiche für Grundwasserfassungen. Bestimmung in Lockergesteinsgrundwasserleitern. Gas Wasser Abwasser, 1/2001, 15–20.

[21] VERBAND SCHWEIZER ABWASSER- UND GEWÄSSERSCHUTZFACHLEUTE VSA (2002): *Regenwasserentsorgung.* Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten.

[22] WYSSLING, L. (1979): Eine neue Formel zur Berechnung der Zuströmungsdauer (Laufzeit) des Grundwassers zu einem Grundwasser-Pumpwerk. Eclogae geol. Helv. 72.2, 401–406.

2 Glossar

Abfluss
Ober- oder unterirdischer Transport des auf die Erdoberfläche gelangten Niederschlagswassers, welcher unter dem Einfluss der Schwerkraft stattfindet.

Abstandsgeschwindigkeit
Geschwindigkeit, mit der ein Wasserteilchen die direkte Verbindungsstrecke zwischen zwei Punkten zurücklegt. Diese kann in guter Näherung durch einen Markierversuch bestimmt werden. Die tatsächliche Fliessgeschwindigkeit eines Wasserteilchens weicht in der Regel aufgrund des unterschiedlichen Fliessverhaltens des Markierstoffs davon ab.

Abstrombereich
Die in der Regel stromabwärts offene, parabelförmige Umhüllende der Fliesspfade von Wasserteilchen, die von einem Standort ausgehen («Fahne»). Die Ausbreitung der Wasserteilchen im Grundwasser wird durch Advektion (Bewegung in Gefällsrichtung) und Dispersion (heterogenitätsbedingte Geschwindigkeits- und Richtungsvariationen, welche zusätzlich die Ausbreitung der Wasserteilchen in Längs-, Quer- und Vertikalrichtung bewirken) verursacht. Bei einem gelösten Stoff kann aufgrund von Konzentrationsunterschieden zusätzlich Dispersion auftreten, was zu einem vom hydraulischen Fliessfeld abweichenden, stoffspezifischen Abstrombereich führen kann.

Abwasser
Das durch häuslichen, industriellen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch veränderte Wasser, ferner das von bebauten oder befestigten Flächen abfliessende Niederschlagswasser.

Artesisch
Als artesisch gespannt bezeichnet man ein Grundwasser, dessen Grundwasser-Druckfläche über der Geländeoberfläche liegt.

Aufenthaltszeit
Zeit in der sich ein Wasserteilchen in einem definierten Teil eines Grundwasserleiters aufhält (siehe auch Verweilzeit).

Aufbereitung
Behandlung eines Rohwassers, so dass es z. B. den gesetzlichen Bedingungen für die Trinkwassernutzung genügt.

Boden
Oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können. Ein Boden besteht aus Verwitterungsprodukten des unterliegenden Gesteins und organischen Stoffen (Humus).

Brunnenstube
Der in der Regel zugänglicher Einlaufschacht einer Quellfassung, in welchen die Fassungsstränge münden.

Deckschicht
Nicht wassergesättigter Untergrund über dem Grundwasserspiegel mit Ausnahme des Bodens. Der Schutz des Grundwassers ist abhängig von der Mächtigkeit und Durchlässigkeit der Deckschicht.

Drainage
Entwässerung eines Bodens durch ein Röhren- oder Grabensystem, mit welchem Sicker- oder Grundwasser gesammelt und abgeleitet wird.

Durchflusskapazität
Grundwassermenge, welche bei vorgegebenem natürlichem Gefälle einen bestimmten Durchflussquerschnitt des Grundwasserleiters pro Zeiteinheit zu durchströmen vermag.

Durchlässigkeit
Kapazität eines Gesteins, Wasser weiterzuleiten; auch Permeabilität oder hydraulische Leitfähigkeit genannt.

Einzugsgebiet
siehe hydrologisches bzw. hydrogeologisches Einzugsgebiet und Fassungseinzugsgebiet.

Fassung
Oberbegriff für Brunnen und Quellfassungen.

Fassungseinzugsgebiet
Gebiet, aus dem das Grundwasser stammt, das einem Filterbrunnen entnommen wird respektive einer Quellfassung zufliesst. Das Einzugsgebiet infiltrierender Oberflächengewässer wird davon ausgeklammert.

Fassungsstrang
Bauwerk aus Filterrohren und Vollrohren zur Fassung von Grundwasser.

Festgestein
Verfestigtes Gestein, Fels (im Gegensatz zu Lockergestein, siehe dort).

Filterbrunnen
Eine mit Filterrohren ausgestattete Anlage zur Förderung von Grundwasser. Man unterscheidet Vertikal- und Horizontalfilterbrunnen.

Filterrohr/-strang
Geschlitztes oder gelochtes Rohr zur Grundwasserentnahme, welches mit Filterkies umhüllt wird.

Flurabstand
Der lotrechte Höhenunterschied zwischen einem Punkt der Geländeoberfläche und dem Grundwasserspiegel des obersten Grundwasserstockwerkes.

Förderrate
Aus einer Grundwasserfassung pro Zeiteinheit gefördertes Wasservolumen.

Geophysikalische Untersuchung
Anhand physikalischer Methoden (z.B. Seismik oder Geoelektrik) durchgeführte Untersuchungen zur Bestimmung von Parametern, welche den Aufbau des Untergrundes charakterisieren.

Geothermischer Wärmefluss
Pro Zeiteinheit ausgetauschte Wärmemenge, wobei im Erdinnern mit einem durchschnittlichen geothermischen Gradienten von 3 °C pro 100 m Tiefe gerechnet wird.

Grundwasser
Wasser, das die natürlichen Hohlräume (Poren, Spalten, Klüfte) im Untergrund zusammenhängend ausfüllt. Das Grundwasser wird durch versickernde Niederschläge und Infiltration von Oberflächenwasser gebildet und bewegt sich ausschliesslich unter dem Einfluss der Schwerkraft.

Grundwasseranreicherungsanlage
Anlage zur Erhöhung des natürlichen Grundwasserdargebots mittels Versickerung von Oberflächenwasser.

Grundwasserfassung
Bauwerk zur Grundwasserentnahme.

Grundwasserleiter
Wassergesättigter Teil einer hydrogeologischen Einheit, die geeignet ist, Grundwasser aufzunehmen und weiterzuleiten und von ihrer Ausdehnung, Mächtigkeit und Durchlässigkeit her eine Grundwassernutzung zulässt. Massgebend für die obere Begrenzung des Grundwasserleiters ist der höchstmögliche Grundwasserspiegel. Grundwasserleiter können sowohl aus Lockergesteinen (Kiese, Sande usw.) wie auch aus geklüfteten oder verkarsteten Festgesteinen (Kalk- und Dolomitgesteine usw.) bestehen.

Grundwassermächtigkeit
Vertikales Ausmass des wassergesättigten Teils eines Grundwasserleiters.

Grundwasserneubildung
Durch Versickerung von Niederschlägen oder Infiltration von Oberflächenwasser neu entstehendes Grundwasser.

Grundwasserspiegel
Wasserspiegel, den das Grundwasser in Grundwassermessstellen zu einem gegebenen Messzeitpunkt bildet.

Grundwasserstauer
Hydrogeologische Einheit, die Grundwasser aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit nicht leitet.

Grundwasserstockwerkbau
Grundwasser führende Schichten wechseln sich mit gering durchlässigen grundwasserstauenden Schichten ab. So entstehen stockwerkartig sich überlagernde hydrogeologische Einheiten. Tiefere Grundwasserstockwerke werden in der Regel durch Zusickerungen aus den oberen Horizonten oder durch unterirdische seitliche Zuflüsse gespeist.

Grundwasservorkommen
Hydrogeologische Einheit, die geeignet ist, Grundwasser zu speichern und weiterzuleiten.

Herbizid
Chemisches Unkrautbekämpfungsmittel.

Hofdünger
Gülle, Mist und Silosäfte aus der Nutztierhaltung.

Hydraulik
Theorie des Strömungsverhaltens von Flüssigkeiten in Leitungen, Gerinnen und in porösen Medien.

Hydrochemie
Lehre der chemischen Prozesse im Wasser.

Hydrodynamik
Lehre von der Bewegung des Wassers und den dabei wirksamen Kräften.

Hydrogeologie
Wissenschaft von den Erscheinungsformen des Wassers in der Erdkruste (Grundwasser), die sich mit dessen Bildung, der räumlichen Verteilung, Verbreitung und Beschaffenheit befasst.

Hydrogeologisches Einzugsgebiet
Gesamtperimeter, aus dem das in einem Grundwasserleiter fliessende Grundwasser stammt. Das Einzugsgebiet infiltrierender Oberflächengewässer wird nicht dazu gezählt.

Hydrologie
Wissenschaft, die sich mit den Erscheinungsformen des Wassers, seiner Verbreitung und seinen Eigenschaften sowie seiner Verteilung im Wasserkreislauf befasst.

Hydrologisches Einzugsgebiet
Durch Wasserscheiden begrenztes Gebiet, aus dem die Niederschläge ober- oder unterirdisch einer bestimmten Abflussstelle zufliessen.

Infiltration
Einsickern von Wasser aus oberirdischen Gewässern in den Untergrund.

Isochrone
Linie gleicher Aufenthaltszeit, bezogen auf das Grundwasser.

Isohypse
Linie gleicher Grundwasserspiegelhöhe.

Karre, Karrenfeld
Karren (oder Schratten) sind Bezeichnungen für Rinnen und Löcher auf der Oberfläche von verkarsteten Gesteinen, die durch chemische Lösung entstehen (siehe auch Karst). Beim Auftreten vieler solcher Rinnen entstehen Karrenfelder, wobei die Rinnen oft durch messerscharfe Kämme voneinander getrennt sind.

Karst, Karstgebiet
Gesteinsformation, in der infolge von Lösungsvorgängen durch kohlensäurehaltiges Wasser im Gestein Hohlräume von erheblichem Volumen – bis hin zu Höhlen – geschaffen wurden. Verkarstungsfähige Gesteine sind Karbonatgesteine (Kalk, Dolomit) und Evaporite (Gips, Steinsalz).

Kluft, Klüftung
Trennfläche (Gesteinsfuge) ohne Verschiebungskomponente.

Kluftsystem
Auftreten von Klüften in Scharen.

Kohlenwasserstoffe
Gruppe organischer Verbindungen, die vor allem als Brenn- und Betriebsstoffe sowie als Schmiermittel oder als Reinigungsmittel verwendet werden.

Konkrete Gefahr
Eine konkrete Gefahr liegt dann vor, wenn nach dem gewöhnlichen Lauf der Dinge eine Verunreinigung der Gewässer mit grosser Wahrscheinlichkeit früher oder später eintreten wird.

Lockergestein
Unverfestigtes Gesteinsmaterial (z.B. Sand, Kies).

Markierversuch
Mit Hilfe eines künstlichen Markierstoffes wird Wasser markiert, um seine Ausbreitung verfolgen zu können. Markierversuche werden bei spezifischen hydrogeologischen Fragestellungen, u.a. zum Nachweis von Verbindungen zwischen zwei Punkten oder zur Bestimmung der Abstandsgeschwindigkeit bzw. der Verweilzeit eingesetzt.

Meteorwasser
Niederschlagswasser (Regen/Schnee).

Mobile Stoffe
Leicht bewegliche, im Wasser gelöste Stoffe.

Molasse
Gesteinsformation der Erdneuzeit (Tertiär), welche sich während der alpinen Gebirgsbildung im Vorland aus Gesteinschuttablagerungen bildete.

Nitrat
Wasserlösliche Stickstoffverbindung, die durch die Oxidation stickstoffhaltiger Düngemittel und Stickstoffdepositionen entsteht.

Oberirdisches Gewässer
Gewässer an der Erdoberfläche mit freier Wasseroberfläche (See, Fluss, Bach).

Öffentliches Interesse (bei Grundwasserfassungen)
Grundwasserfassungen liegen im öffentlichen Interesse, wenn das abgegebene Wasser die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung erfüllen muss (z.B. Wasserversorgungen, Gaststätten, Käsereien usw.).

Pathogene Keime
Krankheitserregende Keime.

Persistente Stoffe
Stoffe, die nur schwer oder gar nicht abbaubar sind.

Pestizide
Zusammenfassende Bezeichnung für Schädlingsbekämpfungsmittel. Nach den zu bekämpfenden Schadorganismen werden sie in selektiv wirkende Gruppen eingeteilt,

wie z.B. Arkarizide (gegen Milben), Insektizide (gegen Insekten), Fungizide (gegen Pilze), Herbizide (gegen Unkräuter) usw.

Pflanzenschutzmittel (PSM)
Wirkstoffe und Zubereitungen, die dazu bestimmt sind, Pflanzen, Pflanzenerzeugnisse und deren Vermehrungsmaterial vor Schadorganismen und nichtparasitären Beeinträchtigungen zu schützen oder deren Einwirkung vorzubeugen, die Lebensvorgänge von Pflanzen in einer anderen Weise als ein Nährstoff zu beeinflussen (Wachstumsregler, Keimungshemmer) und Pflanzenerzeugnisse vor Schädlingen zu schützen (konservieren), auf ein unerwünschtes Pflanzenwachstum Einfluss zu nehmen und unerwünschte Pflanzen oder Pflanzenteile zu vernichten.

Quelle
Ort eines Grundwasseraustritts an der Erdoberfläche; dort tritt das Grundwasser in freiem Gefälle zu Tage.

Quellertrag / Quellschüttung
Bei einer Quelle pro Zeiteinheit austretende Menge an Grundwasser.

Restwasservorschrift
Vorschrift über die Regelung der Restwassermenge in einem Oberflächengewässer.

Revitalisierung
Gesamtheit der Massnahmen, mit denen durch menschlichen Einfluss veränderte Landschaften oder Landschaftselemente (z.B. Fliessgewässer) in einen naturnahen Zustand zurückversetzt werden.

Rohwasser
Wasserzustand vor seiner Aufbereitung.

Schüttungsrate
siehe Quellertrag.

Sediment
Abgelagertes Gesteinsmaterial.

Sedimentgestein
Zu Festgestein verfestigtes Sediment.

Sickerwasser
Wasser, das unter Einwirkung der Schwerkraft durch den nicht wassergesättigten Untergrund sickert.

Sondierbohrung
Mittels Bohrung erzeugter künstlicher Aufschluss, welcher der Erkundung des Untergrundes dient.

Speichervolumen
Nutzbarer (entwässerbarer) Porenraum in einem Grundwasserleiter.

Tracer
Dem Wasser künstlich beigefügter Stoff oder im Wasser natürlich vorhandener Stoff, womit dessen Fliessverhältnisse bzw. Austauschprozesse beobachtet werden können.

Trinkwasser
Wasser, das natürlich belassen oder nach Aufbereitung dem menschlichen Genuss dient und bezüglich Aussehen, Geruch und Geschmack sowie in mikrobiologischer, chemischer und physikalischer Hinsicht den gesetzlichen Anforderungen entspricht.

Trinkwasserqualität
Für Trinkwasser gelten aufgrund seiner Bedeutung als wichtigstes Lebensmittel strenge Werte für mikrobielle Keime und Schadstoffe. Es muss so beschaffen sein, dass bei lebenslangem Genuss die menschliche Gesundheit nicht beeinträchtigt wird.

Nicht wassergesättigter Untergrund
Deckschicht(en) über dem Grundwasserspiegel.

Unterirdisches Gewässer
Grundwasser (einschliesslich Quellwasser), Grundwasserleiter, Grundwasserstauer und Deckschicht (Definition nach Gewässerschutzgesetz).

Vegetationsperiode
Hauptwachstumsphase der Pflanzen innerhalb eines Jahres.

Verweilzeit
Als Verweilzeit bezeichnet man die Zeitspanne zwischen dem Eintritt eines Wasserteilchens in den Grundwasserleiter und seinem Austritt aus diesem.

Vulnerabilität
Mass für die Empfindlichkeit eines Grundwasservorkommens bezüglich natürlicher oder anthropogener Verschmutzungen.

Wassergesättigter Untergrund
Untergrund, dessen Gesteinshohlräume vollständig mit Wasser gefüllt sind.

Wasserhärte (Gesamthärte)
Mass für den Gehalt des Wassers an Calcium und Magnesium, untergeordnet auch Strontium und Barium. Die Wasserhärte wird in der Schweiz meist in französischen Härtegraden ($^{\circ}$fH) angegeben. Niedrige Härte (<10°fH) bedeutet, dass nur wenig Calcium und Magnesium im Wasser gelöst ist, bei hoher Härte (>30°fH) ist das Wasser reich an Calcium und Magnesium.

Zuströmbereich
Der Zuströmbereich Z_U umfasst das Gebiet, aus dem etwa 90 Prozent des Grundwassers stammen, das zu einer Grundwasserfassung gelangt (Definition nach Gewässerschutzverordnung).

3 Schlagwortverzeichnis

10-Tages-Isochrone 45, 46
90-Prozent-Regel 36, 37, 38

A

Abfluss 11, 55, 115, 123
Abstandsgeschwindigkeit 45, 123
Abstrombereich 105, 123
Abwasser 56, 68, 95, 123
Abwasseranlage 68, 98
Ackerbau 75, 90, 92
Administrativer Vollzug (s.Vollzug)
Altstoffe 82
Areal (s. Grundwasserschutzareal)
Artesisch 123
Aufenthaltszeit 44, 48, 123
Aufbereitung 28, 34, 64, 98, 116, 123
Aushub 64, 82
Ausnahmeregelungen 42, 60
Autoparkplatz (s.Parkplatz)
Autowaschplatz (s.Waschplatz)

B

Bahnanlage 70, 78
Baumschule 75, 76
Baustelle 64
Bauten 42, 54ff, 100, 104, 107
Beschneiungsanlage 79
Biozönose 17, 18, 27, 55
Bobbahn 79
Boden 14, 19, 20, 25, 40, 50, 52, 60, 103, 123
Bohrpfählung 64
Bohrung 47, 50, 56, 62, 64, 67
Brunnenstube 24, 43, 123
Beschaffenheit 17, 18

D

Deckschicht 12, 25, 27, 47, 50, 52, 59, 62, 81, 124
Deponie 61, 82
Drainage 25, 73, 74, 124
Druckstollen 73
Dünger 61, 77, 89, 91, 92, 99, 100
Durchflusskapazität 57, 58, 124
Durchlässigkeit 11, 14, 43, 47, 58, 81, 124

E

Eigentumsbeschränkung 98, 99
Einzugsgebiet 18, 37, 38, 40, 48, 50, 51, 52, 89
Energiepfähle 67
Entschädigung 93, 98ff
EPIK-Methode 50
Erdgasleitung 82
Erdregister 66, 67
Erdwärmesonde 66, 67, 86

F

Fassung 21, 23, 32, 43, 103, 124
Fassungsanlage 23, 32, 39, 40, 45
Fassungseinzugsgebiet 35, 36, 37, 38, 124
Fassungsstrang 24, 43, 47, 124
Festgestein 11, 124
Filterbrunnen 21, 22, 41, 43, 45, 54, 124
Filterrohr 22, 24, 42, 124
Flurabstand 18, 90, 124
Flurweg 71
Flüssiggaslager 82
Förderrate 41, 124
Forststrasse 71
Forstwirtschaft 76
Freibad 79
Freizeitanlage 79
Friedhof 80
Fruchtfolge 75, 90, 91, 92
Futtersilo 75

G

Garagenvorplatz 65
Gartenbau 75, 78, 89
Gaslager (s.Flüssiggaslager)
Gemüsebau 61, 75, 78, 92
Geophysikalische Untersuchung 41, 124
Geothermiebohrung 66
Geothermischer Wärmefluss 125
Gewässerschutzbereich Au 29ff, 34, 35, 61, 64ff, 94, 99
Gewässerschutzkarte 29, 31, 51, 54, 94, 98
Gewerblicher Betrieb 59
Golfplatz 79
Grabung 40, 56, 59, 61, 64, 70
Grossbaustelle 64
Grosstank 85
Grünanlage 79

Grundwasser 11ff
Grundwasseranreicherungsanlage 125
Grundwasserfassung 22ff
Grundwasserkarte 13, 29, 34
Grundwasserleiter 11ff
Grundwassermächtigkeit 22, 23, 25
Grundwassermessstelle 125
Grundwasserneubildung 11, 25, 37ff, 125
Grundwasserschutzareal 29, 54, 61, 64ff
Grundwasserschutzzone 28ff, 61, 64ff
Grundwasserspiegel 25, 29, 47, 55ff, 125
Grundwasserstauer 27, 62, 125
Grundwasserstockwerkbau 47, 125
Grundwasservorkommen 24ff, 47, 55ff, 125
Gülle 25, 75, 126
Güllengrube 25, 75, 92, 98

H

Härte (s. Wasserhärte)
Herbizid 25, 70, 78, 126
Hochbaute 65
Hofdünger 60, 61, 77, 78, 92, 126
Holzlagerplatz 76
Holzschutzmittel 70, 74, 76, 77, 78
Horizontalfilterbrunnen 23, 43, 47, 54
Hydraulik 18, 126
Hydrochemie 126
Hydrodynamik 27, 126
Hydrogeologie 12, 38, 42, 46, 126
Hydrogeologisches Einzugsgebiet 126
Hydrologie 126
Hydrologisches Einzugsgebiet 126

I

Indikatorwert 17, 28, 94, 109ff
Industrieller Betrieb 65
Infiltration 11, 18, 25, 36, 50, 126
Injektion 56, 64
Installationsplatz 64
Ionenbilanz 106
Isochrone 45, 46, 52, 126
Isohypse 29, 45, 126

K

Karre 126
Karrenfeld 25, 126
Karst 13, 15, 16, 50, 126
Karstgebiet 15, 25, 46, 48ff, 94, 126
Karst-Grundwasserleiter 13, 15, 17, 35, 48ff
Karte 13, 29, 34, 50, 54, 67, 94, 98, 106
Kavernenspeicher 73
Kiesausbeutung (s.Materialausbeutung)
Kluft 16, 85, 88, 127
Klüftung 16, 127
Kluft-Grundwasserleiter 13, 16, 35, 40, 51ff
Kluft-System 52, 127
Kohlenwasserstoffe 67, 105, 127
Kompostmiete 75
Kraftwerkskaverne 73
Kulturwahl 61, 91
Kunsteisbahn 79
Kunstwiese 75

L

Lagerplatz 64
Landwirtschaft 25, 56, 60, 71ff, 89, 92, 107
Leitparameter 105
Lockergestein 11, 13, 46, 48ff, 127
Lockergesteins-Grundwasserleiter 13, 14, 17, 34, 35, 43ff
Luftverkehrsanlage 72

M

Markierversuch 41, 45, 46, 123, 127
Materialausbeutung 32, 56, 57, 61, 81
Materiallager 82
Meteorwasser 60, 127
Mikrobiologie 51
Militärische Anlage 83
Mineraldünger 78
Mist 75, 78, 126
Mobile Stoffe 127
Molasse 13, 16, 127
Mulch 91, 92

N

Nitrat 25, 74, 77, 90ff, 127
Nutzungsbeschränkung 28, 40, 42, 51, 61, 63ff, 98ff

O

Oberirdische Bauten 65
Obstbau 75
Ölleitung 82
Organisatorischer Vollzug (s.Vollzug)

P

Parkanlage 64, 79
Parkplatz 65, 71
Pathogene Keime 48, 60, 127
Persistente Stoffe 25, 61, 77, 127
Pfählung 64
Pipeline 82
Pflanzenschutzmittel 25, 60, 61, 70ff, 89ff, 128
Planerischer Schutz 29

Q

Quelle 13, 15, 21, 37, 41, 103, 128
Quellertrag 128
Quellfassung 24, 43
Quellschüttung 128

R

Rammpfählung 64
Raumplanung 32, 93
Referenztabellen 63ff
Regulatoren (Pflanzen) 78
Restwasservorschrift 55, 128
Revitalisierung 32, 56, 84, 128
Rodung 76
Rohwasser 41, 128
Rohstoffabbau 81

S

Sanitäre Anlage 64, 68
Schadstoff 20, 25, 36, 40, 90
Schiessplätze 83
Schüttungsrate 41, 128
Schutzmassnahme 28, 33, 40, 42, 55, 73, 101
Schutzzone (s.Grundwasserschutzzone)
Schwimmbecken79
Sediment 84, 128
Sedimentgestein 128
Sickerwasser 128
Skipiste 64, 79
Sondierbohrung 47, 128
Sondierung 47, 64
Sportanlage 25, 78, 79
Speichervolumen 14, 22, 25, 56, 85, 112, 128
Standortplanung 32, 39, 54
Steinbruch 81
Strassenbauten 71

T

Tankstelle 71
Terrainveränderung 61, 64
Tonabbau 81
Transportleitung 82
Tracer 46, 50, 128
Tunnel 70, 71, 73

U

Übriger Bereich üB 29, 30, 31, 33, 55, 61, 64ff
Umschlagplatz 82
Untergrund 17, 19, 47, 129
Unterirdisches Gewässer 55, 129
Untertagebauten 25, 62, 63, 70, 71, 73

V

Vegetationsperiode 60, 74, 129
Verweilzeit 17, 44ff, 129
Vollzug 29, 62, 93ff
Vulnerabilität 9, 40, 48ff, 67, 129

W

Wald 76ff
Wärmenutzung 66, 67
Waschplatz 65
Wasenplatz 80
Wasseraufbereitung 41, 79
Wassergesättigter Untergrund 17, 19, 47, 129
Wasserhärte 18, 19, 129
Weide 75, 90
Wiese 75, 90
Winterbegrünung 91

Z

Zeltplatz 79
Zone (s. Grundwasserschutzzone)
Zuströmbereich Z_U 35ff, 61, 64ff, 89ff

Wichtige Adressen

Stand 2004

Bundesstellen

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL
Sektion Grundwasserschutz
3003 Bern
Tel. 031/322 92 56
E-Mail info@gewaesserschutz.ch

Gewässerschutzfachstellen der Kantone

Aargau	062 835 33 60
Appenzell AR	071 353 65 35
Baselland	061 925 55 05
Baselstadt	061 639 22 22
Bern	031 633 39 11
Freiburg	026 305 37 60
Genf	022 319 23 59
Glarus	055 646 67 00
Graubünden	081 257 29 46
Jura	032 461 48 00
Luzern	041 228 60 60
Neuenburg	032 889 67 30
Nidwalden	041 618 75 04
Obwalden	041 666 63 27
Schaffhausen	052 632 74 80
Schwyz	041 819 20 35
Solothurn	032 627 24 47
St. Gallen	071 229 30 88
Tessin	091 814 37 51
Thurgau	052 724 24 73
Uri	041 875 24 16
Waadt	021 316 75 03
Wallis	027 606 31 50
Zug	041 728 53 70
Zürich	043 259 32 02

Indizes

[1] Im Zuströmbereich Z_U gelten die von den Kantonen für den jeweiligen Z_U verfügten spezifischen Schutzmassnahmen. Zudem gelten die Bestimmungen und Nutzungsbeschränkungen der jeweils überlagerten Gewässerschutzbereiche oder Schutzzonen. Ist in Karst- und Kluftgesteinsgebieten ein Zuströmbereich an Stelle einer Zone S3 ausgeschieden worden, so gelten die Bestimmungen für die Zone S3, ausser für die Materialausbeutung

[2] Die zuständige Behörde kann in Ausnahmefällen die Bewilligung zur Erstellung einer Baute oder Anlage in der künftigen Zone S3 erteilen, wenn Lage und Ausdehnung der künftigen Grundwasserschutzzonen aufgrund hydrogeologischer Abklärungen bereits festgelegt sind. Bei ausnahmsweise bewilligten Bauten oder Anlagen gelten die Nutzungsbeschränkungen der zukünftigen Zonen (Anh. 4 Ziff. 23 Abs. 2 GSchV).

[3] In der Zone S3 dürfen Bauten und Anlagen weder das Speichervolumen noch den Durchflussquerschnitt des Grundwassers verringern (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. b GSchV). Nicht zulässig ist zudem eine wesentliche Verminderung der schützenden Deckschicht (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. d GSchV).
Nicht zulässig ist die Versickerung von Abwasser, ausgenommen die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser von Dachflächen über eine bewachsene Bodenschicht (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. c GSchV).

[4] Massnahmen sind insbesondere dichter Belag, Randbordüren und Ableitung des Wassers, ggf. nach Behandlung.

[5] Mit Ableitung in die Kanalisation gemäss Art. 9 Abs. 3 GSchV.

[6] Versickerungsverbot mit Ausnahmen gemäss Art. 8 GSchV.

[7] Im Bereich A_U sind Bauten und Anlagen grundsätzlich über dem mittleren Grundwasserspiegel zu erstellen; die Behörde kann Ausnahmen bewilligen, soweit die Durchflusskapazität des Grundwassers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10% vermindert wird (Anh. 4 Ziff. 211 Abs. 2 GSchV).
Ein temporäres Abdrainieren oder Abpumpen von Grundwasser während der Bauphase ist bewilligungspflichtig.

[8] Bohrungen sind grundsätzlich 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.

[9] Nur wenn die eingesetzten Stoffe keine Gefährdung der Grundwasserqualität verursachen können.

[10] Ausschliesslich zur Stabilisierung des Untergrundes im nicht wassergesättigten Untergrund.

[11] Die Beeinträchtigung des Grundwassers durch die durchstossenden Bohrungen muss durch Schutzvorkehrungen verhindert werden (Art. 43 Abs. 3 GSchG).

[12] Sofern der Eingriff mindestens 2 m über dem max. Grundwasserspiegel erfolgt, kann auf eine Bewilligung nach Art. 32 GSchV verzichtet werden.

[13] Nicht zulässig ist eine wesentliche Verminderung der schützenden Deckschicht (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. d GSchV).

[14] Grosstanks für die Lagerung von Flüssigkeiten, welche in kleinen Mengen Wasser nachteilig verändern können, sind im Bereich A_U nicht zulässig. Die Behörde kann aus wichtigen Gründen Ausnahmen gestatten.

[15] In der Zone S3 sind zulässig:
- freistehende Lagerbehälter, deren Inhalt ausschliesslich der Wasseraufbereitung dient, sowie die dafür erforderlichen freistehenden Rohrleitungen und Abfüllstellen;
- Gebinde mit einem Nutzvolumen bis 450 l je Schutzbauwerk (der Kanton kann die Anzahl der zugelassenen Gebinde beschränken);

- freistehende Lagerbehälter mit Heiz- und Dieselöl zur Energieversorgung von Gebäuden oder Betrieben für längstens zwei Jahre sowie die dafür erforderlichen freistehenden Rohrleitungen und Abfüllstellen; das gesamte Nutzvolumen darf höchstens 30 m³ je Schutzbauwerk betragen;
- Betriebsanlagen mit Flüssigkeiten, die in kleinen Mengen Wasser nachteilig verändern können bis 450 l und Betriebsanlagen mit Flüssigkeiten, die in grossen Mengen Wasser nachteilig verändern können bis 2000 l.
- Bei der Bewilligung derartiger Anlagen muss gewährleistet sein, dass Flüssigkeitsverluste leicht erkannt und auslaufende Flüssigkeiten vollständig zurückgehalten werden.

[16] In der Zone S2 sind nur freistehende Lagerbehälter, deren Inhalt ausschliesslich der Wasseraufbereitung dient, sowie die dafür erforderlichen freistehenden Rohrleitungen und Abfüllstellen zulässig.

[17] In der Zone S1 sind lediglich zur Fassung gehörende Bauten und Anlagen zulässig. Transformatorenanlagen mit Flüssigkühlung sowie wassergefährdende Betriebsstoffe (z.B. Dieselöl) für Notstromanlagen sind in der Zone S1 nicht zulässig. Falls Trafos als Bestandteil der Fassungsanlage aus technischen Gründen trotzdem bei der Fassung angelegt werden müssen, dürfen lediglich Trockentransformatoren verwendet werden.

[18] Die zuständige Behörde kann Minimalanforderungen, so z.B. an die Trägerschaft oder die Grösse der Anlage stellen, um eine professionelle Beaufsichtigung und Wartung der Entnahme- und Rückgabeanlage zu gewährleisten. Die Rückgabeanlage darf nicht zu anderen Zwecken verwendet werden und muss bei Nichtmehrverwendung rückgebaut werden.

[19] Es empfiehlt sich, ausserhalb von Schutzzonen Gebiete zu bestimmen, in welchen Erdwärmesonden und Energiepfähle zulässig, bedingt zulässig bzw. nicht zulässig sind.

[20] Keine Direktverdampferanlagen. Flüssigkeitsverluste müssen leicht erkannt werden können.

[21] 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. Sie haben der SIA-Norm 190 zu genügen. Vor Inbetriebnahme sind sämtliche Bauteile auf ihre Dichtheit zu prüfen. Kanalisationsanlagen in Grundwasserschutzzonen sind mittels visuellen 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 Kanalfernsehaufnahme.

[22] Ausnahmen vom Verbot der Durchleitung können von der zuständigen Behörde dort bewilligt werden, wo aus gefällstechnischen Gründen der Zone S2 nicht ausgewichen werden kann. In diesen Fällen sind öffentliche Kanalisationen und Grundstücksanschlussleitungen als Doppelrohrsysteme zu erstellen. Sie sind jährlich visuell auf Leckverluste zu kontrollieren. Neue Leitungen unter der Bodenplatte (Grundleitungen) sind als frei sichtbar geführte Leitungen zu erstellen. Wo dies nicht möglich ist, sind die Leitungen mit spiegelgeschweissten Rohren zu erstellen.

[23] Die Einleitung des gereinigten Abwassers in den Vorfluter hat so zu erfolgen, dass keine Grundwasserfassung gefährdet werden kann.

[24] Das gereinigte Abwasser darf nicht versickert werden (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. c GSchV)

[25] Die Sohle der Versickerungsanlage muss mindestens 1 m über dem höchstmöglichen Grundwasserspiegel liegen. Eine allfällige Beeinträchtigung des Grundwassers durch die durchstossenden Bohrungen resp. durch das Versickerungsbauwerk muss durch Schutzvorkehrungen verhindert werden (Art. 43 Abs. 3 GSchG).

[26] Der qualitative Schutz ist durch eine künstliche Filterschicht mit derselben Reinigungswirkung wie eine biologisch aktive Bodenschicht sicherzustellen.

[27] Ausgenommen die Versickerung von nicht verschmutztem Abwasser von Dachflächen über eine bewachsene Bodenschicht (Anh. 4 Ziff. 221 Abs. 1 Bst. c GSchV).

[28] Mit undurchlässiger Schicht und Ableitung des Gleisabwassers aus der Schutzzone.

[29] Falls nicht nur ausnahmsweise Zisternenwagen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten abgestellt werden, sind spezielle Gewässerschutzmassnahmen erforderlich.

[30] In der Zone S2 ist das Erstellen von Anlagen nicht zulässig; die Behörde kann aus wichtigen Gründen Ausnahmen gestatten, wenn eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann.

[31] Im Interesse der Wassergewinnung zulässig.

[32] An- und Abflugschneisen sollen nicht direkt über Grundwasserschutzzonen führen.

[33] Gemäss Art. 24 GSchG.

[34] Es ist eine extensive Beweidung anzustreben. Besonders ist auf eine intakte Grasnarbe zu achten.

[35] In den Zonen S2 und S3 ist eine möglichst weitgehende Reduktion der acker-, garten- und gemüsebaulichen Produktion zu Gunsten eines erhöhten Anteils Dauergrünland anzustreben. Beim Auftreten von Qualitätsproblemen verfügen die Behörden die notwendigen Einschränkungen und Auflagen für diese Nutzungen.

[36] Bewilligung nach Art. 7 der Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt erforderlich (Freisetzungsverordnung, FrSV, SR 814.911 vom 25. August 1999).

[37] Güllengruben und -teiche sind über dem höchstmöglichen Grundwasserspiegel zu erstellen.

[38] Im Bereich A_U ist der bauliche Zustand von Hofdüngeranlagen (inkl. Anschlüsse, Zu- und Wegleitungen) mindestens alle 10 Jahre zu prüfen.

[39] In der Zone S3 ist der Einbau eines Leckerkennungssystems mit durchgehender Abdichtung unter der Bodenplatte und Kontrollschacht erforderlich. Der bauliche Zustand von Hofdüngeranlagen (inkl. Anschlüsse, Zu- und Wegleitungen) ist alle 5 Jahre zu prüfen.

[40] Max. Nutzhöhe 4 m, max. Inhalt 600 m³.

[41] Bäume und Sträucher sollten in der Zone S1 nur dann angepflanzt oder erhalten werden, wenn deren Wurzeln die Fassung nicht gefährden können.

[42] Vorbehalten bleiben die von den Behörden (BLW, BAV) für einzelne Produkte verfügten Einschränkungen (z.B. max. Einsatzmengen, Beschränkung auf einzelne Früchte) und Verbote (z.B. Atrazinverbot in Karstgebieten).

[43] Das Verwenden von Mitteln zum Schutz von Pflanzen gegen Nagetiere (Rodentizide) braucht eine Bewilligung, ausgenommen zum privaten Eigenbedarf.

[44] Nicht zulässig ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, die in Trinkwasserfassungen gelangen können.

[45] Die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln im Wald braucht eine Bewilligung (Art. 25 WaV).

[46] Können Pflanzenschutzmittel nicht durch Massnahmen ersetzt werden, welche die Umwelt weniger belasten, so wird ihre Verwendung in pflanzlichen Forstgärten ausserhalb der Zonen S bewilligt.

[47] Die Verwendung von Herbiziden ist im Wald verboten (Art. 26 Abs. 2 WaV).

[48] Bewilligt wird die Verwendung in forstlichen Pflanzgärten (Art. 26 Abs. 2 WaV).

[49] Gemäss Weisungen Bundesamt für Verkehr (BAV); nur mit den ausdrücklich für den Einsatz bei Bahnanlagen zugelassenen Mitteln.

[50] Ausgenommen sind Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen, sofern diese mit andern Massnahmen, wie regelmässiges Mähen, nicht erfolgreich bekämpft werden

[51] Voraussetzung für die Verwendung sind bauliche Massnahmen gegen das Versickern und Abschwemmen.

[52] Hofdünger muss umweltverträglich und entsprechend dem Stand der Technik landwirtschaftlich oder gartenbaulich verwertet werden (Art. 14 Abs. 2 GSchG). Das Grundwasser darf durch Düngung in keinem Fall beeinträchtigt werden (Art. 27 Abs. 1 GSchG).

[53] Die zuständige Behörde kann in Ausnahmefällen die Bewilligung erteilen, dass pro Vegetationsperiode bis dreimal in angemessenen Abständen je höchstens 20 m³/ha flüssiger Hofdünger ausgebracht werden, wenn auf Grund der Bodenbeschaffenheit gewährleistet ist, dass keine pathogenen Keime in die Grundwasserfassung oder -anreicherungsanlage.
Zudem gilt:
- Der höchstmögliche Grundwasserspiegel muss mehr als 3 m unter der Erdoberfläche liegen.
- Die möglichst gleichmässige Düngung darf nur in der Vegetationsperiode und nur auf begrünte Flächen erfolgen.
- Güllenverschlauchung oder Lanzendüngung ist nicht zugelassen.
- Das oberflächliche Abfliessen in Geländevertiefungen oder zur Fassung hin muss ausgeschlossen sein.

[54] Die Verwendung von Düngern und diesen gleichgestellten Erzeugnissen ist im Wald verboten (Art. 27 WaV). Eine Bewilligung für das Ausbringen von **Hofdüngern** kann erteilt werden auf bestockten Weiden (Art. 27 Abs. 2 Bst. b WaV).

[55] Die Verwendung von Düngern und diesen gleichgestellten Erzeugnissen ist im Wald verboten (WaV Art. 27). Eine Bewilligung für die Verwendung von **Kompost** kann erteilt werden für das Ausbringen auf bestockten Weiden (Art. 27 Abs. 2 Bst. b WaV) sowie in forstlichen Pflanzgärten (Art. 27 Abs. 2 Bst. a Ziff. 1 WaV).

[56] Die Verwendung von Düngern und diesen gleichgestellten Erzeugnissen ist im Wald verboten (Art. 27 WaV). Eine Bewilligung für das Ausbringen von **Mineraldüngern** kann erteilt werden in forstlichen Pflanzgärten sowie von nicht stickstoffhaltigem Mineraldünger auf bestockten Weiden (Art. 27 Abs. 2 WaV).

[57] Kein Einsatz von Herbiziden und Düngern.

[58] Bewilligung nach Art. 44 GSchG erforderlich.

[59] Bei der Ausbeutung von Material muss eine schützende Materialschicht von mindestens 2 m über dem natürlichen, Grundwasserhöchstspiegel belassen werden; darunter wird der freie Spiegel verstanden, welcher entweder in langjährigen Messreihen (mindestens 10 Jahre) maximal erreicht wurde oder welcher, bei Aufzeichnungen von weniger als 10 Jahren, basierend auf einer hydrogeologisch ausreichenden Datenbasis, statistisch höchstens alle 10 Jahre einmal erreicht wird. Liegt bei einer Grundwasseranreicherung der Grundwasserspiegel höher, so ist dieser massgebend (Anh. 4 Ziff. 211 Abs. 3 Bst. a GSchV).

[60] Ist in Karst- und Kluftgesteinsgebieten ein Zuströmbereich an Stelle einer Zone S3 ausgeschieden worden, so kann eine Abbaubewilligung nur so weit erteilt werden, als dadurch die Vulnerabilität nicht derart erhöht wird, dass der Abbaubereich in die Zone S2 zu liegen käme.

[61] Die Bewilligung für den Kiesabbau aus dem Grundwasser darf nicht erteilt werden, falls nicht sichergestellt ist, dass
- der Durchfluss während und nach dem Abbau respektive der Auffüllung gewährleistet ist (Stehenlassen von Kieskorridoren);
- die Gefährdung durch wassergefährdende Flüssigkeiten mit entsprechenden Massnahmen ausgeschlossen werden kann (elektrische Schwimmbagger, Abbau vom Ufer aus mit Dragline, biologisch abbaubare Hydrauliköle usw.)

[62] Berieselung von behandeltem Holz nicht zulässig

[63] Nur unbehandeltes Holz; keine Berieselung.

[64] Gilt auch für Zielgebiete der Luftwaffe.

[65] Beschneiung mit Wasser ohne Zusatzstoffe zulässig.

[66] Der Sondenfuss muss über dem höchstmöglichen Grundwasserspiegel liegen.

[67] Vorbehalten sind die Bestimmungen der TVA.

[68] Die Anforderungen gemäss Anhang 2 TVA müssen erfüllt sein.

[69] Abstand zum höchstmöglichen Grundwasserspiegel mindestens 2 m.