

06
—
08

> Management des Grundwassers in der Schweiz

Leitlinien des Bundesamtes für Umwelt BAFU



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

06
—
08

> Management des Grundwassers in der Schweiz

Leitlinien des Bundesamtes für Umwelt BAFU

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

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

Autoren

Daniel Hartmann, Sektion Grundwasserschutz, BAFU

Benjamin Meylan, Sektion Grundwasserschutz, BAFU

Beat Jordi, Journalist, Biel

Begleitung BAFU

Rolf Gurtner, Andreas Hauser, Sektion Ökonomie, BAFU

Redaktion

Beat Jordi, Biel

Gestaltung

Beat Trummer, Biel

Bildnachweis

Benjamin Meylan: Titelbild; BAFU / AURA: 5, 8, 9 o., 15 o., 18, 20, 25, 27 l., 38 r.;

GSA, Bern: 7 o., 38; Beat Jordi: 7 u., 23, 28, 34; BAFU: 9 o., 27 r.;

Stadt Winterthur: 11; Industrielle Werke Basel: 12 o.; Energie Service Biel: 12 u.;

Fotoagentur AURA, Luzern: 13, 15 u., 19, 21 u., 22, 29 m., 29 u., 31, 37;

BAFU: 14, 21 o.; David Finger: 16; SBB: 24; Kanton Freiburg: 29 o.;

Alison Pouliot, Biel: 30; Valérie Chételat, Biel: 32; Zentrum für Hydrogeologie

der Universität Neuenberg: 33; Christian Meuli, ARGE Hochwasserschutz,

Samedan: 39.

Bezug

BAFU

Verlagsauslieferung

CH-3003 Bern

Fax +41 (0) 31 324 02 16

docu@bafu.admin.ch

www.umwelt-schweiz.ch/uw-0806-d

Bestellnummer/Preis

UW-0806-D / CHF 10.– (inkl. MWSt.)

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache erhältlich.

(UW-0806-F)

> Inhalt

Abstracts	4		
Vorwort von BAFU-Direktor Bruno Oberle	5		
Funktion der Grundwasserschutzzonen		Qualitätsprobleme des Grundwassers und ihre Hauptursachen	
Natürliche Anlagen zur Aufbereitung des Trinkwassers	6	Erhaltung der Grundwasserqualität	28
Die Ziele des Grundwasserschutzes		Quantitative Beeinträchtigung des Grundwassers	
Schutz des wichtigsten Lebensmittels	8	Bauliche Eingriffe schmälern die Grundwasserneubildung	32
Eine natürliche Ressource mit enormem ökonomischem Wert		Handlungsbedarf der Wirtschaft	
Ein Milliardenvermögen im Untergrund	11	Vorsichtiger Umgang mit problematischen Stoffen	34
Sicherheitsaspekte: Die Volkswirtschaft vor Schäden bewahren		Handlungsbedarf bei öffentlichen Infrastrukturanlagen	
Der Grundwasserschutz zahlt sich aus	14	Die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand	37
Biodiversität dank Grundwasserschutz: Die Vielfalt der Feuchtbiotope bewahren		Handlungsbedarf der privaten Liegenschaftsbesitzer und Haushalte	
Lebensgrundlage für eine Vielzahl von Arten	16		39
Hoher Wert im Vergleich mit konkurrierenden Nutzungen		Literatur und Links	40
Auf lange Zeit ist Grundwasser der wertvollste Rohstoff	18		
Ziel des Bundes sind naturnahe Verhältnisse			
Die Selbstreinigung der Natur langfristig erhalten	20		
Strategien zur Umsetzung: Konsequenter Vollzug der Schutzbestimmungen			
Risikoreduktion für das Grundwasser	22		
Die Grundwasserbeobachtung als Frühwarnsystem			
Rechtzeitig auf neue Risiken reagieren	25		

> Abstracts

The high quality of the groundwater in Switzerland represents an enormous national wealth, which has to be preserved over the long term by means of precautionary protection measures. These are grounded in the law and aim to protect our most important supply of drinking water from pathogens or pollutants and to avoid deterioration of the hydraulic regime. These FOEN Guidelines for a more efficient management of the groundwater highlight existing weaknesses in the enforcement of the legal prescriptions and catalogue the most important measures allowing to solve the problems.

Key words:

Groundwater protection
Drinking water
Health

Die hohe Qualität des Grundwassers in der Schweiz stellt ein enormes Volksvermögen dar, das mit vorsorglichen Schutzmassnahmen langfristig zu erhalten ist. Der gesetzlich verankerte Grundwasserschutz soll die wichtigste Ressource unserer Trinkwasserversorgung vor Krankheitserregern, Schadstoffen und quantitativen Beeinträchtigungen schützen. Die vorliegenden Leitlinien des BAFU für ein effizienteres Management des Grundwassers zeigen bestehende Schwachstellen im Vollzug auf und enthalten einen Katalog der wichtigsten Massnahmen zur Lösung der Probleme.

Stichwörter:

Grundwasserschutz
Trinkwasser
Gesundheit

La qualité élevée des eaux souterraines de Suisse représente un énorme patrimoine national qui doit être préservée par des mesures de protection préventives. La protection des eaux souterraines est inscrite dans la loi. Elle a pour but de protéger notre principale ressource d'eau potable contre les agents pathogènes et les polluants et d'éviter les perturbations du régime hydraulique. Les présentes lignes directrices de l'OFEV, en faveur d'une gestion plus efficace des eaux souterraines, mettent en évidence les points faibles en matière d'exécution et présentent les principales mesures pour résoudre les problèmes.

Mots-clé:

Protection des eaux souterraines
Eau potable
Santé

L'elevata qualità delle acque sotterranee svizzere rappresenta un enorme patrimonio nazionale, che deve essere conservato a lungo termine mediante misure di protezione preventive. La protezione delle acque sotterranee è contemplata nella legislazione e ha l'obiettivo di proteggere questa risorsa, che costituisce la principale fonte di acqua potabile, contro agenti patogeni, inquinanti e alterazioni del regime idraulico. Le presenti linee guida, pubblicate dall'UFAM per rendere più efficiente la gestione delle acque sotterranee, mostrano i punti deboli esistenti a livello di esecuzione e contengono un catalogo delle principali misure volte a risolvere tali problemi.

Parole chiave:

Protezione delle acque sotterranee
Acqua potabile
Salute

> Vorwort

Im Einzugsgebiet einer typischen Trinkwasserfassung im schweizerischen Mittelland produziert die Natur pro Hektare Jahr für Jahr 4 Millionen Liter sauberes Grundwasser. Damit kann eine öffentliche Wasserversorgung einen jährlichen Umsatz von rund 7000 Franken erzielen. Angesichts dieser Wertschöpfung und der Bedeutung von einwandfreiem Trinkwasser für die Gesundheit der Bevölkerung gilt es unbedingt zu verhindern, dass die Qualität solcher Grundwasservorkommen durch konkurrenzierende Nutzungen beeinträchtigt wird.

Im Widerstreit teils gegensätzlicher Nutzungsinteressen – wie etwa dem Interesse der Landwirtschaft an hohen Ernteerträgen – erweist sich der planerische Grundwasserschutz als volkswirtschaftlich günstiger Weg zur Lösung dieser Konflikte. Mit den Schutzzonen im besonders verletzlichen Nahbereich der Fassungen hat der Gesetzgeber ein wirksames Instrument geschaffen, um die wichtigste Ressource unserer Trinkwasserversorgung vor qualitativen und quantitativen Beeinträchtigungen zu bewahren. Voraussetzung dazu ist allerdings, dass die vorgesehenen Einschränkungen und Massnahmen für wassergefährdende Aktivitäten, Anlagen und gesundheitsschädigende Stoffe von den zuständigen Behörden auch wirklich durchgesetzt werden.

Die grosse ökonomische Bedeutung von qualitativ hochwertigem Grundwasser und insbesondere das vorrangige Ziel, mögliche Gesundheitsrisiken für die heutige Bevölkerung sowie für kommende Generationen zu reduzieren, rechtfertigen gewisse Beschränkungen privater Bodennutzungsrechte. Dies gilt umso mehr, als solche Einschränkungen zurückhaltend erfolgen, sind im Mittelland und in den Flussebenen der grossen Alpentäler doch nur wenige Prozent der produktiven Flächen durch Grundwasserschutzzonen tangiert.

Um die hohe Qualität unseres Trinkwassers langfristig zu sichern, braucht es keine neuen Bestimmungen, sondern vielmehr einen konsequenten Vollzug der gültigen Vorschriften. Mit den vorliegenden Leitlinien will das BAFU einen Beitrag zu einem zielorientierten Management und wirksameren Schutz der Grundwasserressourcen leisten. Aufgeschlüsselt nach Schadstoffen, Wirtschaftsbereichen und Akteuren sind deshalb unter anderem bestehende Schwachstellen und die entsprechenden Massnahmen aufgelistet, um diese Lücken zu schliessen.

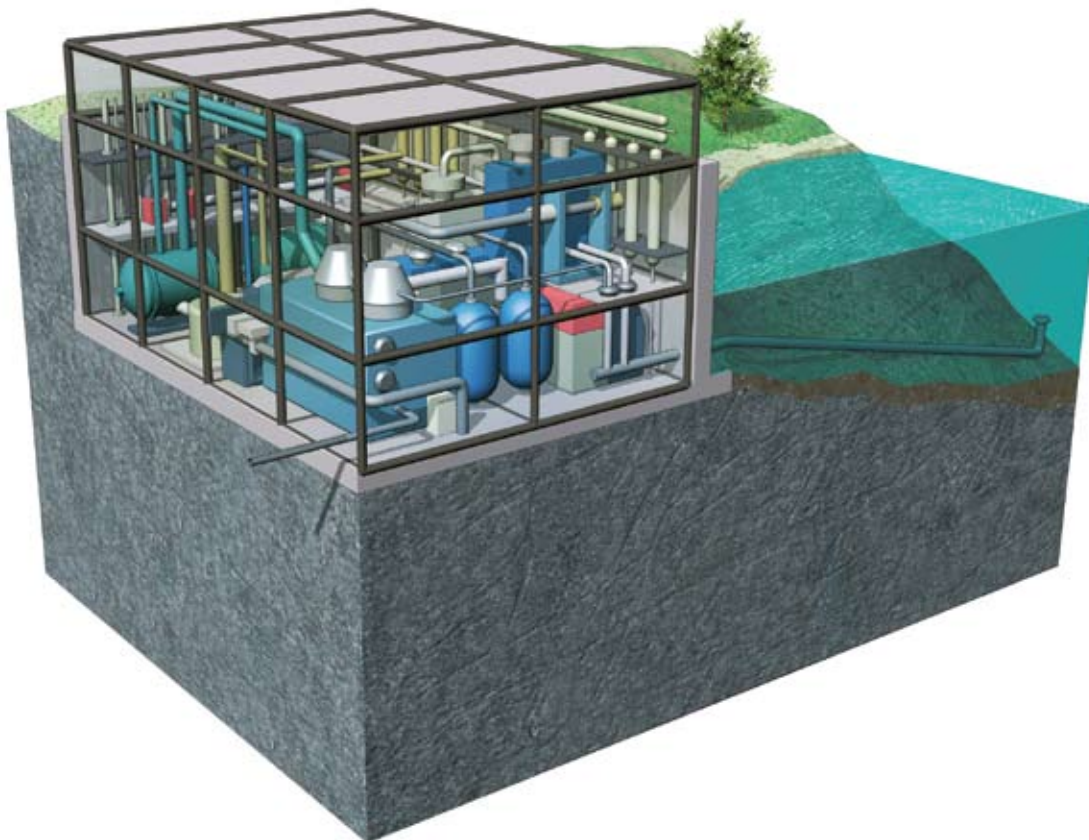


Bruno Oberle
Direktor
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Funktion der Grundwasserschutzzonen

> Natürliche Anlagen zur Aufbereitung des Trinkwassers

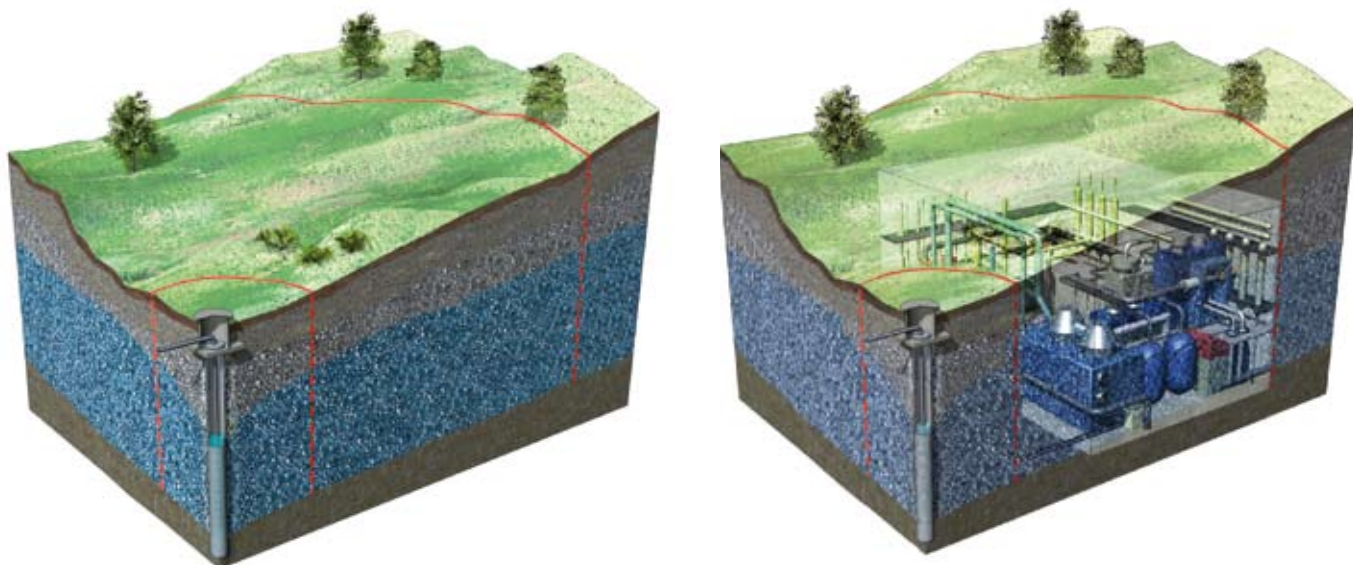
In Seewasserwerken erfolgt die Aufbereitung des Rohwassers zu sauberem Trinkwasser in mehrstufigen Reinigungsanlagen. Bei der Nutzung von Grundwasser als Lebensmittel erübrigen sich solche aufwändigen technischen Verfahren in der Regel. Denn hier sorgen die vielfältigen Filterfunktionen des Bodens in den Grundwasserschutzzonen auf natürliche Weise für einwandfreies Trinkwasser.



Um Schmutzpartikel zurückzuhalten, unerwünschte Fremdstoffe biologisch abzubauen und Mikroorganismen unschädlich zu machen, durchläuft das Rohwasser in einem Seewasserwerk mehrere Filter- und Reinigungsstufen. Die technische Aufbereitung – unter anderem in Form von Sand- und Aktivkohlefiltern – ist zumindest teilweise der Natur abgeschaut.

In der Schweiz kann das Grundwasser vielerorts ohne jegliche Aufbereitung als Trinkwasser genutzt werden. Denn

hier sorgt die Filterfunktion des Bodens für eine zuverlässige Reinigung und für die Beseitigung von Krankheitserregern. Mit den Grundwasserschutzzonen will der Gesetzgeber die unterirdischen Wasservorkommen unmittelbar vor ihrer Nutzung als Trinkwasser vor qualitativen Beeinträchtigungen schützen und zudem die natürliche Reinigung des Grundwassers auf dem Weg zur Trinkwasserfassung gewährleisten. Solche Schutzzonen sind um alle Trinkwasserfassungen im öffentlichen Interesse auszu-



In einem Seewasserwerk (links) wird das Rohwasser in mehreren Aufbereitungsstufen gefiltert. Diese vielfältigen Reinigungsprozesse laufen in den Grundwasserschutzzonen unter natürlichen Bedingungen und ohne zusätzlichen Energiebedarf ab.



Offensichtliche Filterwirkung des Bodens: Das von einer Strasse abfließende Regenwasser unterscheidet sich deutlich von der Qualität des Sickerwassers am gleichen Ort in 0,5 und 1 Meter Tiefe.



scheiden, denn deren Wasser muss den Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung genügen. Ihre Ausdehnung richtet sich nach den jeweiligen hydrogeologischen Gegebenheiten vor Ort, wobei insbesondere die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers und die Filterwirkung der Deckschichten massgebend sind. Die Schutzzonen dienen dazu, allfällige Gefährdungen für das Grundwasser zu beseitigen und neue Risiken nach Möglichkeit auszuschliessen. Insbesondere sollen in diesen Zonen im Hinblick auf die Trinkwassernutzung keine Pestizide eingesetzt werden. In der Aufbereitungsanlage eines Seewasserwerks würde ja auch niemand in guter Absicht wassergefährdende Stoffe ausbringen. Um die Wassergewinnung nicht unnötig zu gefährden, sind die bestehenden Nutzungsbeschränkungen innerhalb der Schutzzonen von den Behörden deshalb rigoros durchzusetzen.

> Die Schutzzonen gewährleisten die natürliche Reinigung des Grundwassers auf dem Weg zu den Trinkwasserfassungen.

Die Ziele des Grundwasserschutzes

> Schutz des wichtigsten Lebensmittels

Der gesetzlich verankerte Grundwasserschutz soll die wichtigste Ressource unserer Trinkwasserversorgung vor Krankheitserregern, Schadstoffen und quantitativen Beeinträchtigungen schützen. Vorrangiges Ziel ist die Reduktion möglicher Gesundheitsrisiken für die heutige Bevölkerung sowie für kommende Generationen.



In der Schweiz deckt das Grundwasser gut 80 Prozent des Trinkwasserbedarfs ab.

Der Mensch besteht zu rund 60 Prozent aus Wasser und verliert pro Tag im Durchschnitt etwa 2,5 Liter Flüssigkeit, die unser Körper laufend ersetzen muss, um gesund und leistungsfähig zu bleiben. Deshalb sollte eine erwachsene Person in unseren Breitengraden neben den Nahrungsmitteln täglich ungefähr 2 Liter Flüssigkeit aufnehmen. Trinkwasser gilt deshalb zu Recht als unentbehrliches und wichtigstes Lebensmittel.

Das von den Wasserversorgungen abgegebene Trinkwasser untersteht der Lebensmittelgesetzgebung des Bundes. Es muss verbindlichen Qualitätsanforderungen bezüglich Geschmack, Geruch und Aussehen genügen, frei sein von

Krankheitserregern und darf nur geringste Mengen an unerwünschten Fremdstoffen enthalten, für die strenge Toleranz- und Grenzwerte gelten. Das Gesetz verpflichtet die Wasserwerke zu einer regelmässigen Selbstkontrolle, die durch unabhängige Inspektionen der kantonalen Laboratorien ergänzt wird. Auf diese Weise will man allfällige Verschmutzungen und Qualitätsbeeinträchtigungen möglichst früh erkennen, damit es nicht zu Lebensmittelvergiftungen und entsprechenden gesundheitlichen Beeinträchtigungen – etwa durch schwere Magen-Darm-Erkrankungen – kommt.



Im Nahbereich von Trinkwasserfassungen sollen weder Krankheitserreger noch Schadstoffe die Qualität des Grundwassers beeinträchtigen.

Um zusätzlich auch grossräumige sowie langfristige Veränderungen der Qualität und Quantität des Grundwassers erfassen zu können und die Wirkung der Schutzbemühungen zu verfolgen, betreibt das BAFU – in enger Zusammenarbeit mit den Kantonen – das nationale Grundwasser-Bebachtungsnetz NAQUA.

Zentrale Bedeutung des Grundwassers

Das Grundwasser ist im Inland mit Abstand die bedeutendste Ressource der Trinkwassergewinnung. Gemessen an der jährlichen Fördermenge der rund 3000 öffentlichen Wasserversorgungen von gut 1000 Millionen Kubikmeter (Mio. m³) macht sein Anteil über 80 Prozent aus. Gemeinden mit bis zu 10000 Einwohnern, in denen hier zu Lande mehr als die Hälfte der Bevölkerung lebt, beziehen ihr Trinkwasser sogar zu 98 Prozent aus Grundwasservorkommen. Berücksichtigt man auch die betriebseigenen Fassungen der Industrie im Umfang von zirka 100 Mio. m³, so stammen etwa 58 Prozent unseres Trink- und Brauchwassers aus dem Untergrund. Beim Rest handelt es sich um knapp 200 Mio. m³ Trinkwasser aus den rund 30 Seewasserwerken, die vor allem grössere Städte beliefern, sowie um Entnahmen der Industrie aus Oberflächengewässern in der Grössenordnung von knapp 500 Mio. m³.



In Zusammenarbeit mit den Kantonen betreibt der Bund seit 2002 das nationale Netz zur Qualitätsbeobachtung des Grundwassers NAQUA. Die regelmässige Beprobung der landesweit rund 550 Messstellen dient dazu, grossräumige und langfristige Veränderungen der Qualität sowie der Wassermenge zu erfassen.

Ein Netz von Sicherheitsmassnahmen

Da die Wasserversorgung in der Schweiz stark dezentral organisiert ist, hängt die Trinkwasserqualität wesentlich vom Vollzug der Grundwasserschutz-Bestimmungen auf lokaler und regionaler Ebene ab. Generell zielen die Schutzbemühungen des Bundes darauf ab, die vielfältigen



Herkunft des Schweizer Trinkwassers aus öffentlichen Fassungen.

potenziellen Gefährdungen für die menschliche Gesundheit durch ein Netz von aufeinander abgestimmten Sicherheitsmassnahmen auf ein zumutbares Minimum zu reduzieren. Prinzipiell gilt der Grundwasserschutz flächendeckend: Wer mit wassergefährdenden Stoffen hantiert, ist von Gesetzes wegen dazu verpflichtet, sorgfältig damit umzugehen und die Gewässer nicht zu verunreinigen. Neben diesen allgemeinen Gewässerschutzvorschriften gelten für besonders gefährdete Bereiche zusätzliche Schutzbestimmungen, die sich am Gefährdungsgrad für das Grundwasser orientieren. In unmittelbarer Nähe von Trinkwasserfassungen im öffentlichen Interesse sind diese Auflagen besonders streng und schliessen anderweitige Nutzungen des Bodens – sei es zur Bewirtschaftung oder als Baurain – praktisch aus.

Mit den planerischen, betrieblichen und baulichen Schutzmassnahmen will der Bund in erster Linie sicherstellen, dass keine gesundheitsschädigenden Stoffe in genutzte oder nutzbare Grundwasservorkommen gelangen. Geschieht dies trotzdem oder ist das Grundwasser durch Belastungen in der Vergangenheit beeinträchtigt, so schreibt das Gewässerschutzrecht eine Sanierung vor.

Trinkwasser für künftige Generationen

Um zu gewährleisten, dass auch künftige Generationen das Grundwasser weiterhin zur Trinkwassergewinnung nutzen können, sind die Kantone verpflichtet, an geeigneten Orten Grundwasserschutzareale auszuscheiden. Auf diesen streng geschützten Arealen ist nur der Bau von Anlagen zugelassen, die der Trinkwasserversorgung dienen.

flächendeckend	naturnahe Grundwasserqualität und Biozönose sicherstellen	naturnahe hydraulische Verhältnisse im Grundwasserleiter erhalten
	Trinkwasserqualität gewährleisten	ausreichendes Trinkwasserangebot sichern
nutzungsorientiert	qualitativ	quantitativ

Der Grundwasserschutz im Inland orientiert sich auch an den Bedürfnissen künftiger Generationen.

- > **Vorrangiges Ziel des Grundwasserschutzes ist die Reduktion möglicher Gesundheitsrisiken im Trinkwasser.**

Eine natürliche Ressource mit bedeutendem ökonomischem Wert

> Ein Milliardenvermögen im Untergrund

Im Schweizer Untergrund fliessen rund 50 Milliarden Kubikmeter Grundwasser. Die hohe Qualität dieser Ressource hat einen beachtlichen volkswirtschaftlichen Wert. Allein der durch die natürliche Reinheit der meisten Grundwasservorkommen mögliche Verzicht auf eine mehrstufige Wasseraufbereitung erspart den Haushalten und Betrieben jährliche Ausgaben in dreistelliger Millionenhöhe.



Pro Jahr können in der Schweiz 400 Millionen Kubikmeter Grundwasser ohne jegliche Aufbereitung als Trinkwasser genutzt werden.

Vor allem in den grossen Flusstälern des Mittellandes bilden die mächtigen Kiesschichten mit ihren Porenräumen einen grossen Speicher für das Grundwasser. Die entsprechenden Reserven im Schweizer Untergrund sind beträchtlich und belaufen sich gemäss hydrologischen Abschätzungen des BAFU auf rund 50 Milliarden m³. Berücksichtigt man neben der Fördermenge der öffentlichen Versorgungen auch den Wasserbedarf der Industrie, so entspricht diese Menge dem gegenwärtigen Landesverbrauch von rund 53 Jahren. Geht man von der Annahme aus, diese Menge liesse sich zum heute geltenden durchschnittlichen Endverkaufspreis des Trinkwassers von 1.70 Franken

pro m³ verkaufen, ergäbe dies einen Erlös von rund 85 Milliarden Franken.

Gesparte Aufbereitungskosten

Aus Sicht der Wasserwerke sieht die Rechnung etwas anders aus, denn der Erlös aus dem Wasserverkauf muss primär ihre Infrastrukturkosten für das landesweit 53 000 Kilometer lange Leitungsnetz decken. Je nach Rohwasserqualität fällt allerdings auch der Aufwand für die Wasseraufbereitung ins Gewicht. Gemäss dem Schweizerischen Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW), in



Die Stadt Basel nutzt den mikrobiologisch aktiven Waldboden im Gebiet „Lange Erlen“ zur Reinigung und Anreicherung von Grundwasser.

dem die grössten Wasserversorgungen organisiert sind, kommt ein m³ behandeltes Trinkwasser die öffentlichen Wasserwerke im Durchschnitt auf 20 Rappen zu stehen. Heute können die Versorgungen jährlich rund 400 Mio. m³ Rohwasser aus Quellen und Pumpbrunnen ohne jegliche Aufbereitung ins Leitungsnetz einspeisen. Allein dadurch sparen sie jedes Jahr Aufbereitungskosten von 80 Millionen Franken, wozu der Grundwasserschutz wesentlich beiträgt. Im Vergleich zum Seewasser, das mehrere Aufbereitungsstufen durchlaufen muss, genügt für das behandelte Grundwasser in der Regel eine einfache Entkeimung, was ebenfalls zu einer kostengünstigen Versorgung beiträgt. Dasselbe gilt natürlich auch für die Quellen und Pumpbrunnen der Industrie.

Hahnenwasser mit Mineralwasserqualität

Die öffentlichen Wasserwerke im Inland geniessen bei der Bevölkerung zu Recht ein hohes Vertrauen. Ihr Produkt erreicht in der Regel die Qualität des in Flaschen verkauften Mineralwassers oder ist diesem sogar überlegen, weil es frisch aus der Leitung kommt. Nimmt man an, die Schweiz müsste ihren Trinkwasserbedarf von knapp 2 Liter pro Person und Tag aus Qualitätsgründen komplett auf Mineralwasser umstellen, so würde dessen jährlicher Pro-Kopf-Verbrauch von heute rund 120 Liter auf über 700 Liter pro Kopf zunehmen.

Bei stabilen Preisen von gegenwärtig 76 Rappen je Liter Mineralwasser und einer Gesamtbevölkerung von 7,5 Mio. Personen würden die entsprechenden Mehrkosten für die Schweizer Haushalte jährlich knapp 3,5 Milliarden Franken ausmachen.

Die Verfügbarkeit des Leitungswassers in Trinkwasserqualität kommt aber auch der Umwelt zugute, fällt dessen Ökobilanz doch bis zu 1000 Mal besser aus als jene des



Die Merlinquelle ob Biel BE liefert Trinkwasser aus dem Berner Jura.



Die hohe Qualität des Grundwassers im Inland ist ein Trumpf der schweizerischen Getränke- und Nahrungsmittelindustrie.

Mineralwassers, das je nach Transportweg, Verpackung und Kühlung einen deutlich höheren Energie- und Rohstoffverbrauch verursacht. Ebenso konkurrenzlos ist der Preis unseres Hahnenwassers: Der mittlere Tagesverbrauch von 160 Liter pro Person im Haushalt – für Körperpflege, Toilettenspülung, Küche und Waschen – kommt uns auf gut 25 Rappen zu stehen.

Ein Trumpf der Nahrungsmittelindustrie

Je nach Marke kosten handelsübliche Mineralwasser pro Liter etwa 500 bis 1000 Mal soviel wie Leitungswasser. Im Vergleich zur Grundwasserförderung durch die öffentlichen Wasserversorgungen (850 Mio. m³) und die Industrie (100 Mio. m³) ist der Mengenanteil der 20 inländischen Mineralwasserquellen mit 0,6 Mio. m³ pro Jahr zwar verschwindend klein. Trotzdem erzielt der Detailhandel damit einen jährlichen Umsatz von rund 600 Mio. Franken. Nach Abzug des Eigenverbrauchs und der Leitungsverluste erreichen die öffentlichen Wasserwerke mit dem Verkauf von Trinkwasser einen jährlichen Erlös von nahezu 1200 Mio. Franken. Weitere Umsätze in dreistelliger Millionenhöhe kommen dazu, wenn man den Nutzen der Eigenförderung durch die Industrie bewertet. Insgesamt lässt sich der Verkaufswert der nicht veredelten Endprodukte aus Grundwasser damit auf jährlich knapp 2 Milliarden Franken schätzen.

In dieser Summe noch nicht enthalten ist die eindruckliche Wertschöpfung, welche die Schweizer Getränke- und Nahrungsmittelindustrie durch die Veredelung des Grundwassers erzielt. Indirekt kommen die relativ hohen Umweltstandards in der Schweiz sowie die daraus resultierende gute Qualität des in zahlreichen Lebensmitteln verarbeiteten Grundwassers einer Vielzahl von Produkten zugute und tragen damit zu deren Markterfolg bei.

- > **Sauberes Grundwasser stellt ein enormes Volksvermögen dar, das mit vorsorglichen Schutzmassnahmen langfristig zu erhalten ist.**

Sicherheitsaspekte: Die Volkswirtschaft vor Schäden bewahren

> Der Grundwasserschutz zahlt sich aus

Sauberes Grundwasser ist entschieden mehr wert als der Preis, den wir dafür bezahlen. Dies zeigt sich am deutlichsten, wenn im Trinkwasser ausnahmsweise Krankheitserreger oder Schadstoffe auftreten, die beträchtlichen Schaden verursachen.



Unfälle mit wassergefährdenden Flüssigkeiten können lokale Grundwasservorkommen über Jahre stark belasten.

Der Schweizerische Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW) beziffert den Wert unseres Trinkwasserleitungsnetzes auf 600 Franken pro Laufmeter, was insgesamt einem Wiederbeschaffungswert von 32 Milliarden Franken gleichkommt. Hunderte von dezentral angelegten Quelfassungen, Pumpbrunnen und Reservoirs ergänzen die Infrastruktur, für deren permanente Erneuerung die öffentlichen Wasserwerke jedes Jahr rund 600 Mio. Franken aufwenden. Der konsequente Schutz des Grundwassers ist eine unabdingbare Voraussetzung für den Werterhalt dieser Investitionen.

Aus Schaden die Lehren gezogen

Was ein nachlässiger Umgang mit dem Grundwasser an Schäden anrichten kann, hat sich hier zu Lande insbesondere zwischen 1960 und 1985 gezeigt. Als Folge gravierender Verschmutzungen des Grundwassers mit Chemikalien – wie etwa chlorierten Lösungsmitteln – mussten damals zahlreiche Trinkwasserfassungen entweder für immer oder auf Jahre hinaus stillgelegt werden. Die hohen Schadstoffkonzentrationen im genutzten Grundwasser zwangen die betroffenen Gemeinden in etlichen Fällen, auf andere Vorkommen auszuweichen. Dadurch fielen die Baukosten für die Fassungen und deren aufwändige Erschlies-



Grundwasserbohrung im Urnerland. In der Infrastruktur der Wasserwerke steckt ein Milliardenvermögen.



Der Gülleausstrag am falschen Ort oder zu einem ungünstigen Zeitpunkt kann die Qualität des Grundwassers beeinträchtigen.

sung doppelt an. Auch Sanierungen kommen meistens teurer zu stehen, weil sich Schadstoffe im Untergrund oft grossflächig verteilen. Selbst ergiebige Vorkommen können ihren Wert als Ressource für die Trinkwassergewinnung verlieren, wenn es nicht gelingt, den Schadstoffeintrag zu stoppen oder bereits vorhandene Belastungen zu reduzieren. Weil Massnahmen zum Schutz des Grundwassers wesentlich günstiger sind als das Beheben eingetretener Schäden, orientiert sich die Schutzstrategie des Bundes in erster Linie am Grundsatz der Vorsorge.

Schäden durch Krankheitserreger

Als Folge von Unfällen oder Verstössen gegen die Gewässerschutzgesetzgebung und bedingt durch mangelnde Kontrollen kann es ausnahmsweise auch bei uns vorkommen, dass Krankheitserreger ins Trinkwasser gelangen. Wird die Quelle einer solchen Verschmutzung unterbunden und das Leitungsnetz desinfiziert, ist das Problem in der Regel behoben. Im Gegensatz zur Kontamination mit schwer abbaubaren Chemikalien gibt es hier also keine jahrelang anhaltende Entwertung der Ressource.

Das epidemische Auftreten von Magen-Darm-Erkrankungen durch den Konsum von mikrobiell belastetem Trinkwasser – und sei es auch nur lokal begrenzt – beeinträchtigt jedoch das Wohlergehen der Bevölkerung und untergräbt damit das Vertrauen in die Zuverlässigkeit und Sicherheit der öffentlichen Wasserversorgungen. Negative Schlagzeilen in den Massenmedien sorgen jeweils weit über die betroffene Gemeinde hinaus für Verunsicherung und schaden damit dem guten Image der Wasserwerke, obwohl auch sie eher Opfer als Verursacher der Grundwasserverschmutzung sind.

> Der Grundwasserschutz schafft Sicherheit und bewahrt die Schweizer Bevölkerung vor grossen Schäden.

Biodiversität dank Grundwasserschutz: Die Vielfalt der Feuchtbiotope bewahren

> Lebensgrundlage für eine Vielzahl von Arten

Intakte Grundwasservorkommen sind die Existenzbasis von vielen artenreichen Ökosystemen. Dazu gehören Quellen und Quellbäche, Giessen, Flachmoore, gewisse Auen, Feuchtwiesen sowie die seltenen Erlenbruchwälder. Eine Absenkung des Grundwasserspiegels führt unweigerlich zur Zerstörung dieser wertvollen Feuchtbiotope. Deshalb ist der Grundwasserschutz in der Schweiz auch auf die Erhaltung der biologischen Vielfalt ausgerichtet.



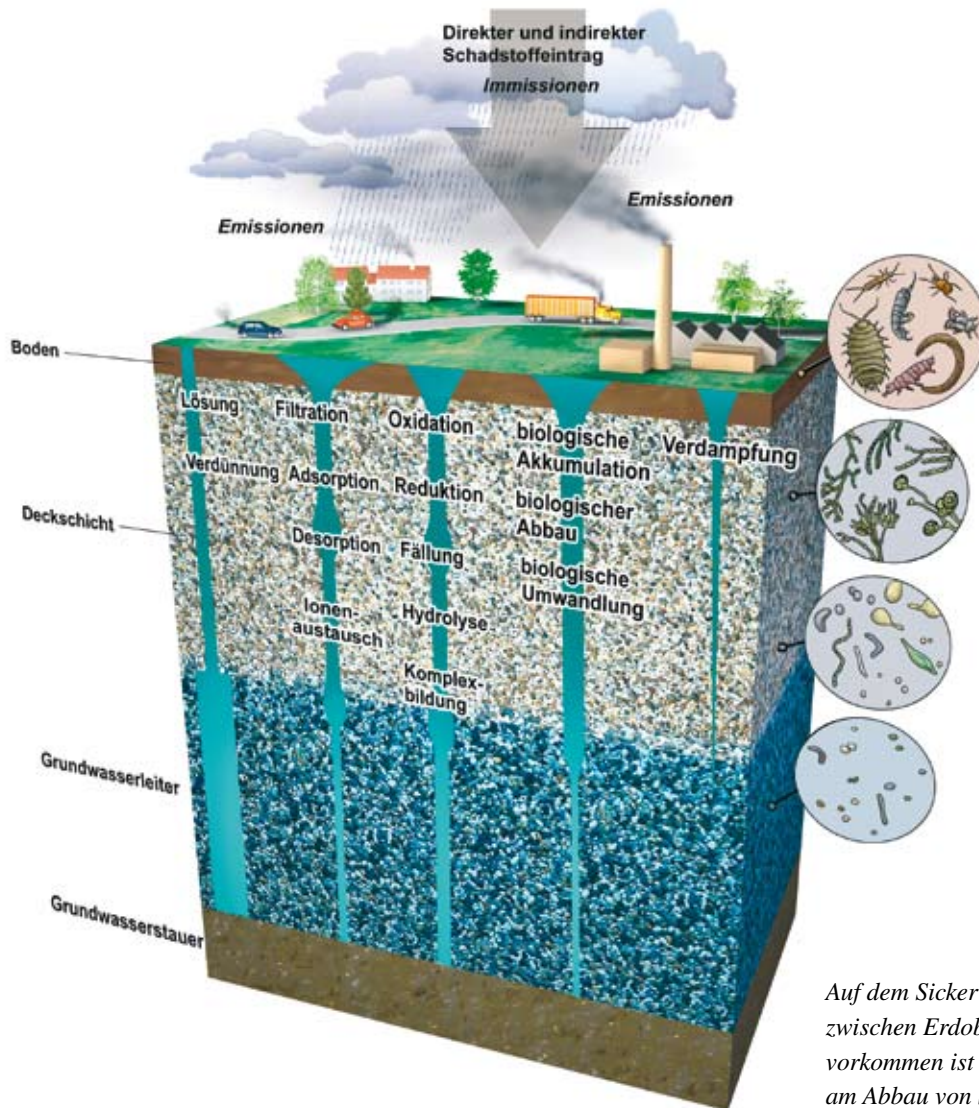
Quellen und oberflächennahe Grundwasservorkommen bilden die Existenzgrundlage für eine Vielzahl von artenreichen Ökosystemen.

Naturnahe Grundwasservorkommen bilden die Lebensbasis für die Artenvielfalt in vielen Feuchtbiotopen. Dies ist insbesondere dort sichtbar, wo Quellen oder Grundwasseraufstösse an die Oberfläche treten. Auch wasserliebende Pflanzen wie Röhrichte und Grosseggengriede zeigen an, dass die betreffenden Gebiete durch einen hohen Grundwasserspiegel feucht gehalten werden.

Vom Grundwasser abhängig sind zudem viele Auengebiete und Flachmoore, die hierzulande zu den artenreichsten Lebensräumen zählen. Obwohl die Reste der einstigen Auen

in der Schweiz nur noch 0,3 Prozent der Landesfläche ausmachen, bieten sie rund 1500 Pflanzenarten oder etwa 40 Prozent der einheimischen Flora Lebensraum. Gemessen am Flächenanteil ist auch die Zahl der hier lebenden Tiere überdurchschnittlich hoch. Unter den botanisch und zoologisch ebenfalls vielfältigen Flachmooren gehören regelmässig geschnittene Streuwiesen zu den artenreichsten Biotopen Mitteleuropas.

Eingriffe in den Wasserhaushalt – sei es durch Drainagen, Materialabbau, Wasserentnahmen oder versiegelte Flä-



Auf dem Sickerweg des Niederschlagswassers zwischen Erdoberfläche und Grundwasservorkommen ist eine Vielzahl von Kleinstlebewesen am Abbau von Schadstoffen beteiligt.

chen –, die zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels führen, zerstören die Vegetation dieser Gebiete und schmälern damit auch die Überlebenschancen der von ihr abhängigen Fauna.

Naturnahe Grundwasser-Biozöosen als Ziel

Im Gegensatz zu diesen Lebensräumen ist die Artenvielfalt im Grundwasser selbst nicht augenfällig. Anders als in Oberflächengewässern fehlt das Sonnenlicht als Energiequelle für die Produktion organischer Substanz durch Pflanzen. Der permanente Mangel an Nährstoffen, die Enge der Hohlräume im Untergrund und die geringen Wassertemperaturen des Grundwassers erfordern eine hochgradige Spezialisierung der hier angesiedelten Organismen. Neben Bakterien, Viren und Einzellern leben im wassergesättigten Untergrund auch zahlreiche – oft mikroskopisch kleine – wirbellose Tiere wie Krebse und Schne-

cken, deren Vorkommen vielfach auf das Grundwasser beschränkt ist.

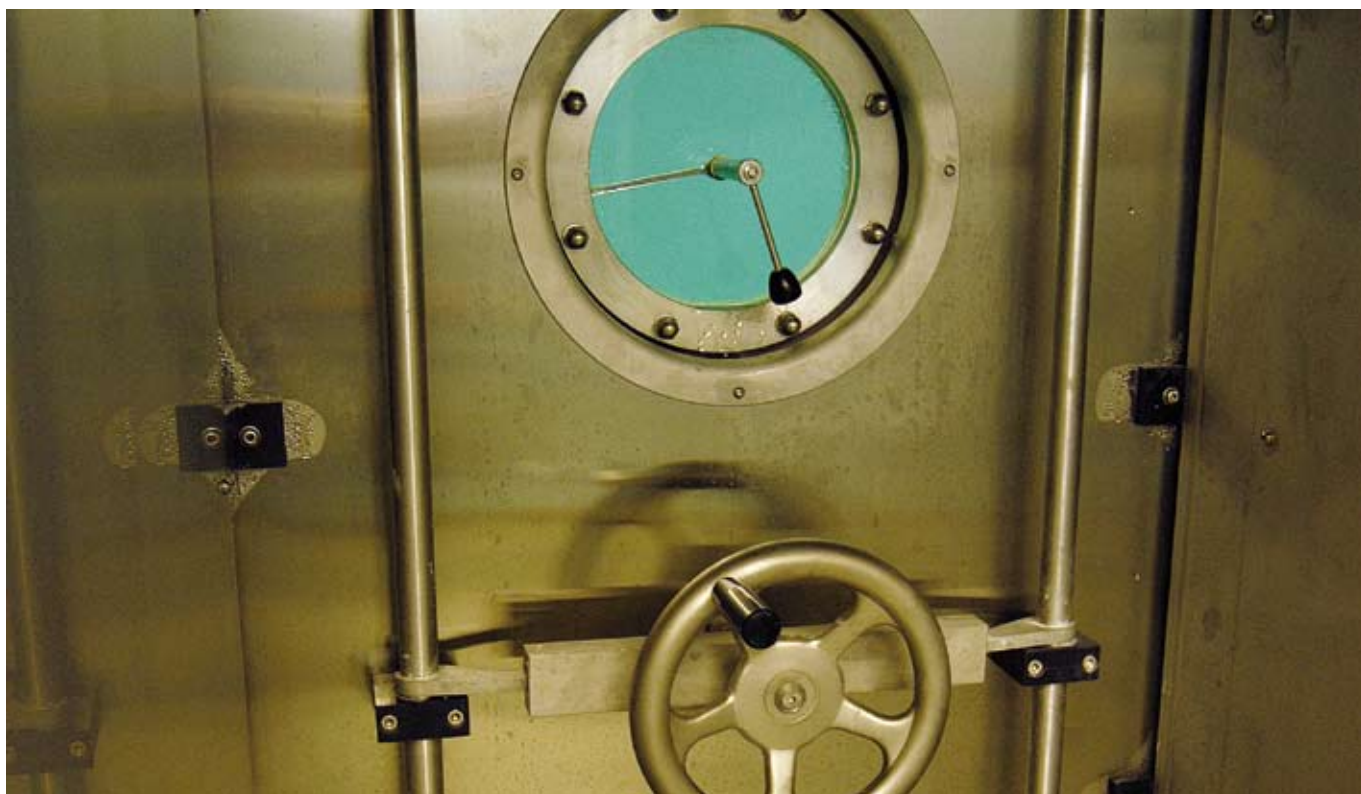
Die Gewässerschutzverordnung stuft die Grundwasservorkommen denn auch als schützenswerte Ökosysteme ein, deren Biozönose möglichst naturnah, standortgerecht und typisch für nicht oder nur schwach belastete Gewässer sein soll. Die Zusammensetzung der Grundwasserfauna gibt Hinweise auf die Belastung der unterirdischen Gewässer.

- > **Grundwasservorkommen sind naturnah zu erhalten, denn sie bilden die Voraussetzung für eine grosse biologische Vielfalt.**

Hoher Wert im Vergleich mit konkurrierenden Nutzungen

> Langfristig betrachtet ist Grundwasser der wertvollste Rohstoff

Das zur Trinkwassergewinnung verwendete Grundwasser wird durch die versickernden Niederschläge und durch infiltrierende Fliessgewässer laufend erneuert. Im Gegensatz dazu geht das Naturkapital durch konkurrierende Nutzungen wie etwa den Kiesabbau unwiederbringlich verloren. Auf lange Sicht bringt die Bewirtschaftung der Wasserressourcen aber auch wirtschaftlich höhere Erträge.



Im Gegensatz zu vielen konkurrierenden Nutzungen ist die Trinkwassergewinnung aus Grundwasser nachhaltig.

In der Schweiz beanspruchen Haushalte und Betriebe im Durchschnitt lediglich 2,5 Prozent des jährlichen Niederschlagsvolumens von 60 Milliarden m³ zur Wasserversorgung. Lokal fällt dieser Anteil vor allem in den dicht besiedelten Flusstälern höher aus, denn die ergiebigen Lockergesteinsschichten aus Kies und Sand umfassen zwar nur 6 Prozent der Landesfläche, liefern – gemessen an der Fördermenge der öffentlichen Wasserwerke – aber 36 Prozent des inländischen Wasserbedarfs. Trotzdem wird das

Grundwasser auch hier nachhaltig genutzt. Auf Dauer gleichen sich die beträchtlichen natürlichen Schwankungen der Regenmengen sowie der Wechsel zwischen ausgedehnten Trockenzeiten und Nassphasen nämlich aus. Über mehrere Jahre betrachtet besteht bei uns deshalb ein Gleichgewicht zwischen den Wasserentnahmen für die Trinkwasserversorgung und der Grundwasserneubildung durch versickernde Niederschläge.

Wasser mit einem Verkaufswert von 7000 Franken pro Hektare

In weiten Teilen des Mittellandes versickern pro Quadratmeter und Jahr über 400 Liter Regenwasser. Auf seinem Weg durch den biologisch aktiven Boden werden zahlreiche Fremdstoffe zurückgehalten oder von Kleinstlebewesen abgebaut. Im Einzugsgebiet einer Trinkwasserfassung produziert die Natur damit jährlich gegen 4000 m³ sauberes Grundwasser pro Hektare mit einem Verkaufswert von rund 7000 Franken. Diese Wertschöpfung liegt deutlich über den Roherträgen von etwa 4000 Franken, welche die Bauern auf gleicher Fläche mit herkömmlichen Ackerbaukulturen erzielen können. Im Bereich der besonders fruchtbaren Talböden machen die Grundwasserschutz-zonen indes nur wenige Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche aus. Hier ist die Vorrangstellung der Trinkwasserproduktion aber nicht nur aus volkswirtschaftlicher Sicht begründet. Zum Schutz der Gesundheit gilt es unbedingt zu verhindern, dass genutzte Grundwasservorkommen mit Krankheitserregern, unerwünschten Nährstoffen, Tierarzneimitteln, Pestiziden und weiteren Chemikalien belastet werden.



Beim Kiesabbau ist die Ressource nach einmaliger Nutzung für immer verbraucht.

Kiesvorkommen sind wichtige Wasserspeicher

Die Porenräume der mächtigen Lockergesteinsschichten, bei denen es sich in den Flusstälern meist um sandige Kiese handelt, können pro Kubikmeter bis zu 300 Liter Grundwasser speichern. Werden Sand und Kies als Baumaterialien ausgebeutet, geht diese Speicherwirkung für immer verloren. Deshalb verbietet das Gewässerschutzgesetz seit

1991 den Kiesabbau unterhalb des Grundwasserspiegels im Bereich von genutzten oder nutzbaren Vorkommen, die sich für eine Gewinnung von Trinkwasser eignen. Über dem höchsten Grundwasserspiegel ist zudem bei allen Abbauvorhaben eine mindestens 2 Meter mächtige, schützende Materialschicht zu erhalten. Aus einer kurzfristigen Perspektive erscheint der Rohstoffabbau zwar lohnender: Während das im Kies enthaltene Wasser einem Gegenwert von 50 Rappen je Kubikmeter entspricht, bringt der Kiesverkauf pro m³ gut 40 Franken ein. Doch bereits nach einigen Jahrzehnten übertrifft die nachhaltige Nutzung des Grundwassers als Trinkwasser den Wert der einmalig vermarkteten Rohstoffe.

Günstiger Interessenausgleich

Gemessen am wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Gesamtinteresse der heutigen und künftigen Generationen gibt es folglich kaum konkurrierende grossflächige Nutzungen, deren Vorteile es rechtfertigen würden, erhebliche qualitative oder quantitative Beeinträchtigungen des Grundwassers in Kauf zu nehmen. Angesichts der vielfältigen, teils widersprüchlichen Interessen im dicht besiedelten und intensiv genutzten Mittelland, wo die Mehrheit der Schweizer Bevölkerung auch ihr Trinkwasser bezieht, erweist sich der planerische, betriebliche und bauliche Grundwasserschutz somit als kostengünstiger Weg zur Lösung der Nutzungskonflikte.

Bei einem konsequenten Vollzug der Schutzmassnahmen lässt sich die gute Qualität der meisten Grundwasservorkommen langfristig erhalten, so dass die Wasserwerke diese Ressource auch künftig ohne aufwändige Aufbereitung als Trinkwasser ins Leitungsnetz einspeisen können. Das übergeordnete Interesse der Volksgesundheit rechtfertigt gewisse Nutzungsbeschränkungen, die das private Eigentumsrecht indes nur in Ausnahmefällen tangieren. Es handelt sich dabei um die besonders verletzliche, unmittelbare Umgebung der Trinkwasserfassung in der Grundwasserschutzzone S1 sowie in der engeren Grundwasserschutzzone S2. Auf diesen Flächen sind die möglichen Nutzungen stark eingeschränkt. Das Land in der Zone S1 gehört in der Regel aber ohnehin den Wasserversorgungen. Idealerweise sollten sie langfristig auch die Grundstücke in der Zone S2 erwerben.

> **Die wirtschaftliche Nutzung der Grundwasserressourcen soll nachhaltig erfolgen und sich auch an langfristigen Zielen orientieren.**

Ziel des Bundes sind naturnahe Verhältnisse

> Die Selbstreinigung der Natur langfristig erhalten

In den nutzbaren Grundwasservorkommen soll die Konzentration von Fremdstoffen künftig abnehmen. Eine zentrale Voraussetzung dafür sind naturnahe Verhältnisse. Sie sorgen für die Selbstreinigung der versickernden Niederschläge. Dies bedingt insbesondere im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen einen vorsichtigen und zurückhaltenderen Einsatz von wassergefährdenden Stoffen sowie eine besondere Sorgfalt bei weiteren Aktivitäten, die das Grundwasser beeinträchtigen können.



Wälder mit ihren naturnahen, relativ ungestörten Bodenverhältnissen sind ideal für die Qualität des Grundwassers.

In dicht besiedelten und intensiv genutzten Lebensräumen – wie im Schweizer Mittelland oder in den grossen Alpentälern – werden auf relativ kleinem Raum beträchtliche Stoffmengen umgesetzt. Allein der inländische Verbrauch an Erdölprodukten beläuft sich pro Jahr auf rund 12 Millionen Tonnen. Trotz strengen Vorschriften gelangen bei der Verbrennung von Benzin, Diesel, Flugpetrol und Heizöl tausende von Tonnen an Schadstoffen in die Umwelt. Dies

gilt auch für Holz, Siedlungsabfälle und Klärschlamm. Zudem setzen Industrie, Gewerbe und Haushalte grosse Mengen an wassergefährdenden Stoffen ein, die zum Teil ebenfalls in die Umwelt entweichen. Die Landwirtschaft bringt Pestizide und Nährstoffe sogar gezielt auf teils ungeschützte Böden aus.

Die Niederschläge sind das Bindeglied zwischen Atmosphäre, Erdoberfläche und Grundwasser. Sie nehmen in der

Luft gasförmige Stoffe auf und spülen Verbrennungsprodukte, Materialabrieb, abgelagerte Chemikalien, Nährstoffe oder Pestizide von Strassen, Plätzen und Dächern ab. Bei der Versickerung durch Boden und Untergrund wird ein Grossteil dieser Fremdstoffe durch physikalische, chemische und biologische Reinigungsprozesse zurückgehalten. Eine Vielzahl von Bakterien wandelt ausgefilterte Substanzen wie etwa Russpartikel oder Mineralölbestandteile in gesundheitlich unbedenkliches Kohlendioxid um. Damit bleibt die Filterwirkung langfristig erhalten, ohne dass es im Boden zu einer unerwünschten Anreicherung von organischen Schadstoffen kommt.

Erhaltung der Selbstreinigung

Je naturnaher die Bodenverhältnisse, desto besser funktioniert diese Selbstreinigung. Ideal für die Qualität des Grundwassers sind dauerhaft bewachsene, tiefgründige, ungestörte Böden über Deckschichten, in denen sich das versickernde Wasser lange aufhält, bevor es den Grundwasserspiegel erreicht. Schonend genutzte Laub- und Mischwälder sowie extensiv bewirtschaftetes Dauergrünland erfüllen das Kriterium der naturnahen Bodenverhältnisse am besten. Hier wird der Boden weder umgebrochen noch entstehen längere Brachzeiten, wie dies bei Ackerflächen der Fall ist, die das Grundwasser durch eine verstärkte Auswaschung von Nähr- und Schadstoffen besonders ausgeprägt belasten.

Fremdstoffgehalte sollen sinken

Prinzipiell unerwünscht sind künstliche, langlebige Stoffe wie chlorierte Lösungsmittel oder gewisse Pestizide, die von den Bodenorganismen nur langsam oder gar nicht abgebaut werden. Die modernen Analysemethoden erlauben es heute, eine breite Palette solcher Substanzen selbst in kleinsten Spuren nachzuweisen. Im Rahmen des nationalen Grundwasser-Beobachtungsprogramms NAQUA konnten in den letzten Jahren beispielsweise bei 60 Prozent der Messstellen Belastungen mit Pestiziden nachgewiesen werden. An mehreren Standorten lagen die ermittelten Gehalte sogar über dem Anforderungswert der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung (GSchV). Am stärksten betroffen sind Gebiete mit grossflächigem Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbau sowie Siedlungsflächen im intensiv genutzten Talgrund.

Der Bund setzt sich zum Ziel, dass die Konzentrationen von Fremdstoffen im Grundwasser künftig generell abnehmen. Genutzte oder als Trinkwasserressource vorgesehene Vorkommen müssen die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung erfüllen. Dies bedingt speziell im Ein-



Der hohe Umsatz an wassergefährdenden Stoffen auf kleinem Raum stellt insbesondere für das Grundwasser im Siedlungsgebiet eine permanente Bedrohung dar.



Die Gehalte an Pestizidrückständen im Grundwasser müssen künftig abnehmen.

zugsgebiet von Trinkwasserfassungen einen vorsichtigen und zurückhaltenderen Einsatz von wassergefährdenden Stoffen sowie besondere Sorgfalt beim Erstellen von Anlagen und bei Tätigkeiten, die das Grundwasser beeinträchtigen können.

> Die Belastung des Grundwassers mit Fremdstoffen soll abnehmen.

Strategien zur Umsetzung: Konsequenter Vollzug der Schutzbestimmungen

> Risikoreduktion für das Grundwasser

Zum besseren Schutz des Grundwassers in der Schweiz braucht es keine neuen Gesetze. Grösste Schwachstelle sind die Lücken beim Vollzug der bestehenden Gewässerschutzvorschriften. Priorität haben die rechtskräftige Ausscheidung der Grundwasserschutzzonen für Trinkwasserfassungen sowie die in diesen Gebieten vorgeschriebene Risikoreduktion von wassergefährdenden Landnutzungen.



Durch den Bodenbruch im Ackerbau werden vor allem unerwünschte Nitrate ausgewaschen.

Praktisch jede Form der Landnutzung beeinflusst das Grundwasser. Das Ausmass hängt von der Intensität der Bewirtschaftung, vom Stoffumsatz, der beanspruchten Bodenfläche, dem Risikobewusstsein und den getroffenen Schutzvorkehrungen ab. Mit einem Flächenanteil von knapp 37 Prozent des Schweizer Territoriums ist die Landwirtschaft mit Abstand der wichtigste Nutzer. Der aus Sicht des Grundwasserschutzes besonders problematische Acker- und Gemüsebau – und damit der Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden – konzentrieren sich primär auf die fruchtbaren Talböden, wo auch die ergiebigsten Grundwasservorkommen liegen. Da hier Millionen von Men-

schen ihr Trinkwasser beziehen, bestehen im Mittelland und in den grösseren Alpentälern seit längerem gegensätzliche Nutzungsinteressen.

Wälder als ideale Fassungsstandorte für Trinkwasser

Wo möglich weichen die Wasserversorgungen deshalb auf Waldstandorte aus. In den Wäldern, die rund 31 Prozent der Landesfläche bedecken, werden in der Regel keine Dünger oder Pestizide eingesetzt und daher auch kaum Schadstoffe ins Grundwasser ausgewaschen.

Für eine gute Wasserqualität sorgen auch die 21 Prozent der Schweiz umfassenden unproduktiven Zonen im Hochgebirge, weil es hier fast keine Aktivitäten mit einem nennenswerten Stoffumsatz gibt.

Anders sieht es dagegen im Siedlungsgebiet mit einer Fläche von rund 7 Prozent aus, die zur Hälfte versiegelt ist. Die starke Konzentration an potenziell wassergefährdenden Anlagen und Aktivitäten mit einem entsprechenden Stoffverbrauch erhöht die Risiken für das Grundwasser. Ein Indiz dafür ist dessen Belastung mit Kohlenwasserstoffen, die in der Regel mit der Intensität der Besiedlung und wirtschaftlichen Nutzung einer Region zunimmt, wie die Daten des Messnetzes NAQUA belegen.

Bei den restlichen 4 Prozent der Fläche der Schweiz handelt es sich um Oberflächengewässer. Als Folge ihrer Wechselwirkung mit dem Grundwasser spielen hier vor allem die Belastung mit Fremdstoffen aus Kläranlagen sowie Abschwemmungen von Nährstoffen und Pestiziden aus der Landwirtschaft und aus den Siedlungsgebieten eine Rolle.

Ein Sicherheitsnetz mit Vollzugslücken

Die breite Palette der möglichen Gefährdungen auf einer fast unüberschaubaren Fläche verdeutlicht, dass der Grund-

wasserschutz nicht isoliert, sondern nur als Querschnittsdisziplin funktionieren kann. Massnahmen in anderen Umweltbereichen – wie Altlastensanierung, Abfallwirtschaft, Siedlungsentwässerung oder Luftreinhaltung – wirken sich mit Verzögerung auch auf die Qualität des Grundwassers aus. Öffentliche Infrastrukturanlagen – so etwa Verkehrswege, Schiessplätze, Sportanlagen und Abwasserinstalltionen – kommen als Emissionsquellen ebenso in Frage wie die Landwirtschaft, zehntausende von Industrie- und Gewerbebetrieben sowie die Privathaushalte.

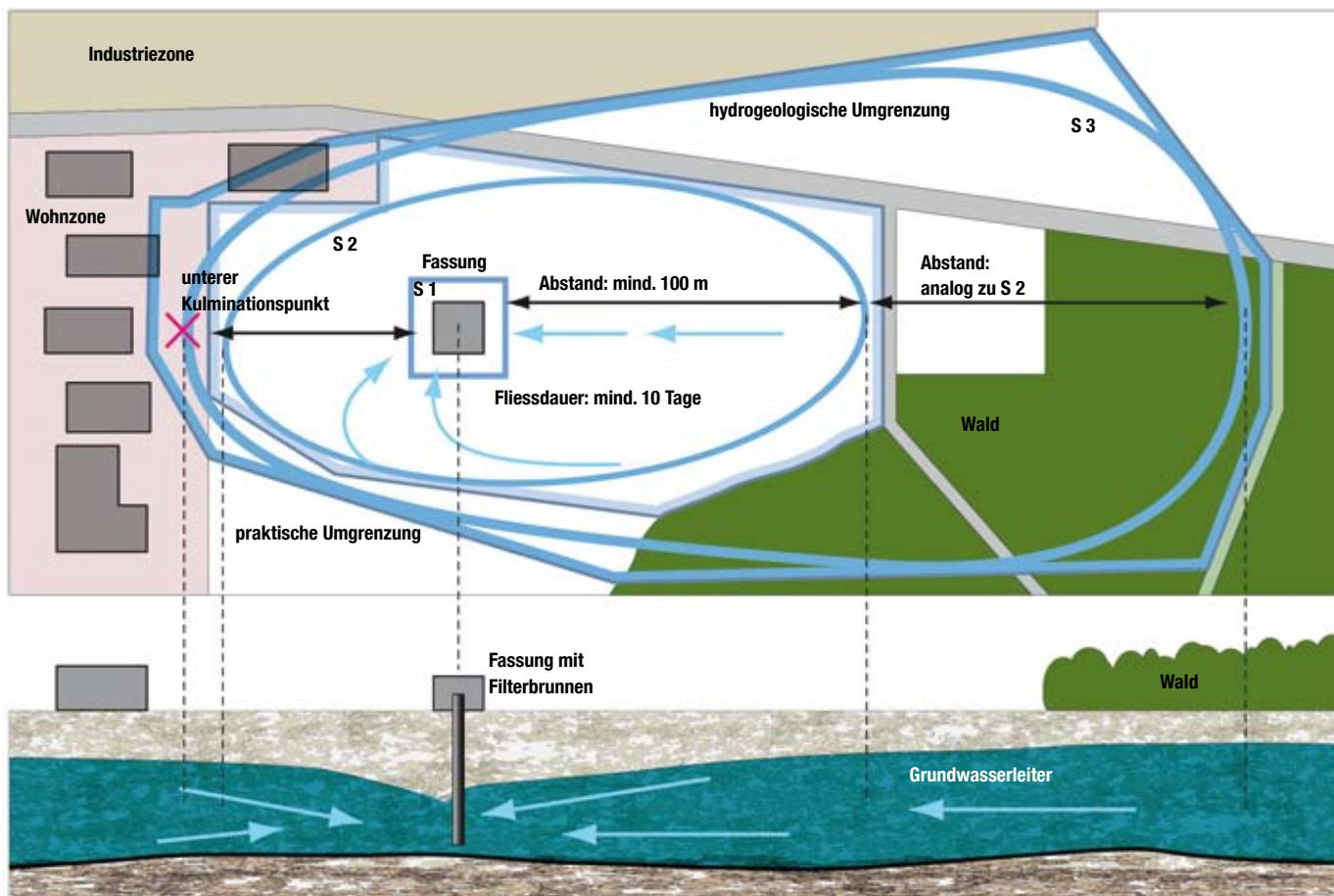
Um das Grundwasser vor den im Alltag tonnenweise eingesetzten wassergefährdenden Stoffen zu schützen, schreibt das Gewässerschutzgesetz neben der allgemeinen Sorgfaltspflicht auch ein Verunreinigungsverbot vor. Dieser flächendeckende Schutz wird mit zunehmender Nähe zu nutzbaren Grundwasservorkommen und zum genutzten Grundwasser immer enger geknüpft, wobei in unmittelbarer Nähe von Trinkwasserfassungen die strengsten Auflagen gelten. Die Ausdehnung der gesetzlich verankerten Schutzzonen berücksichtigt die hydrogeologischen Verhältnisse und die Filterwirkung des Untergrundes. In diesen Schutzzonen verhindern Nutzungs- und Anwendungsverbote für wassergefährdende Stoffe, Anlagen und Bewirtschaftungsformen, dass gesundheitsschädigende Stoffe in die Fassung gelangen.



Wasserfassung bei Rheinfelden AG: Weder Dünger noch Pestizide gefährden das Grundwasser unter Waldböden.



Fliessgewässer wie die Aubonne VD stehen in Wechselwirkung mit dem Grundwasser.



Im Nahbereich von Trinkwasserfassungen gelten die strengsten Vorschriften zum Schutz des Grundwassers. Sicherheitsabstände, die sich nach der Fließdauer im Untergrund und nach der Filterwirkung des Bodens richten, sollen den Eintrag von Fremdstoffen und Keimen verhindern.

Mehr als drei Jahrzehnte nach Inkrafttreten des Gewässerschutzgesetzes sind aber noch längst nicht alle bestehenden Trinkwassergewinnungsanlagen von öffentlichem Interesse durch rechtskräftige Grundwasserschutzzonen geschützt. Damit wird die vorgeschriebene Risikoreduktion durch die Einschränkung von wassergefährdenden Aktivitäten und Anlagen vielerorts nicht vollzogen, was die betroffene Bevölkerung unnötigen Gesundheitsgefahren aussetzt. Diese Lücken beim Vollzug stellen die grösste Schwachstelle des schweizerischen Grundwasserschutzes dar und müssen deshalb möglichst rasch geschlossen werden.

- > **Alle Trinkwasserfassungen von öffentlichem Interesse sind mit Grundwasserschutzzonen zu schützen. Hier müssen wassergefährdende Nutzungen – insbesondere die Verwendung von Pestiziden – unterbunden werden.**



Bei der Sanierung von Altlasten geht es häufig um den Schutz des Grundwassers.

Die Grundwasserbeobachtung als Frühwarnsystem

> Rechtzeitig auf neue Risiken reagieren

Mit dem nationalen Beobachtungsprogramm NAQUA erfasst der Bund den Grundwasserzustand und beurteilt dessen mittel- und langfristige Entwicklung. Das Projekt dient nicht nur der Erfolgskontrolle, sondern funktioniert auch als Frühwarnsystem. Damit können die Umweltbehörden rechtzeitig auf neu auftauchende Risiken für das Grundwasser reagieren.



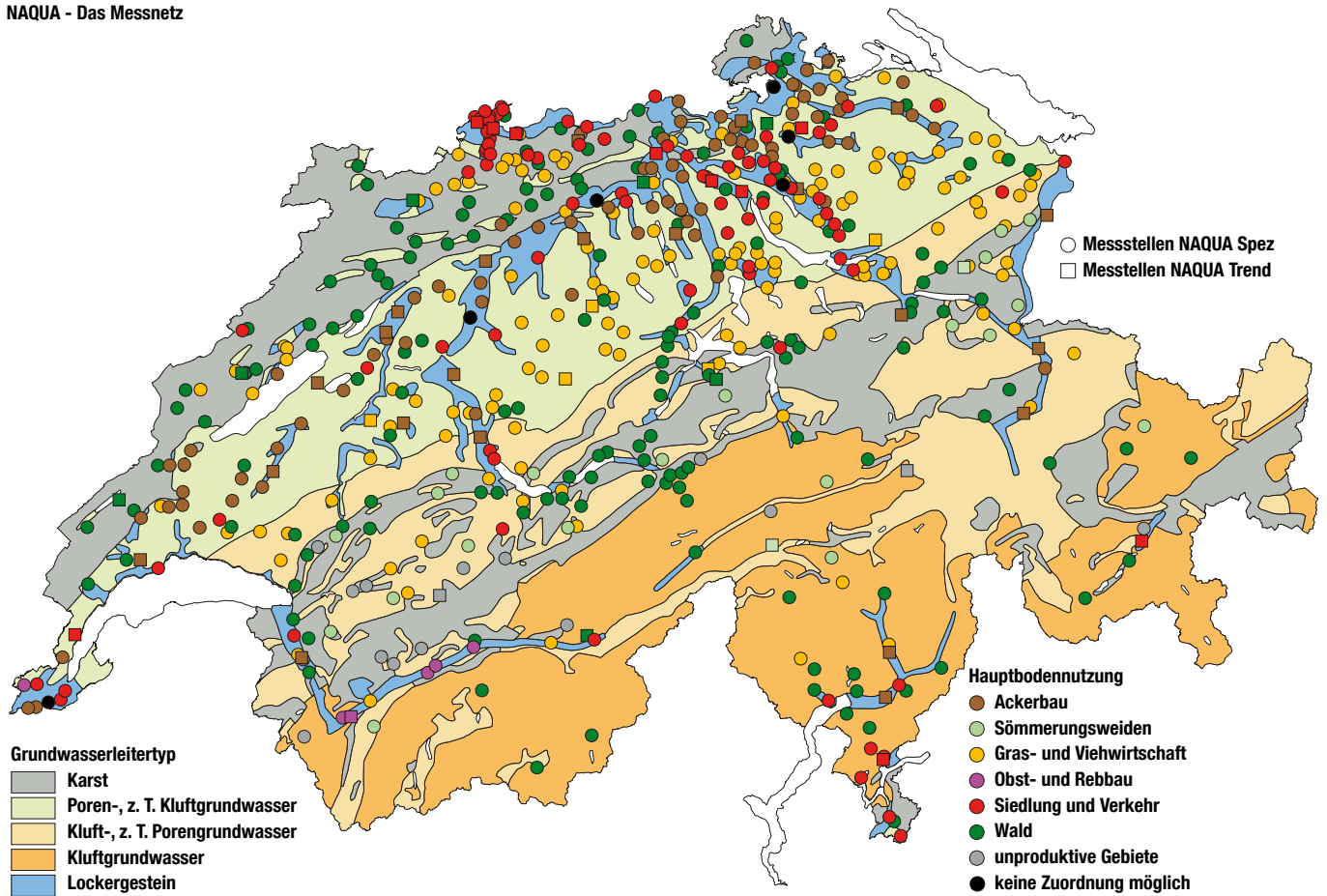
Mit NAQUA werden einzelne Stoffe im Grundwasser gezielt überwacht – so etwa das im Benzin enthaltene Antiklopfmittel MTBE.

In Zusammenarbeit mit den Kantonen hat das BAFU seit 1997 ein landesweites Messnetz mit 550 Standorten zur regelmässigen Beobachtung des Grundwassers aufgebaut. Dieses nationale Beobachtungsprogramm NAQUA liefert einen fundierten und repräsentativen Überblick über die Qualität und Quantität der unterirdischen Ressource. Im Zentrum des Interesses stehen die nutzbaren Grundwasservorkommen. Die Messstellen werden seit 2002 im Hinblick auf zahlreiche chemisch-physikalische Parameter überprüft. An einigen Basismessstellen erfasst man zudem kontinuierlich Wasserstände – beziehungsweise Quellschüttungen – sowie die Temperatur und elektrische Leit-

fähigkeit. Anhand der Zeitreihen lässt sich die Wirksamkeit bereits getroffener Schutzmassnahmen beurteilen. Die laufende Verbesserung der technischen Möglichkeiten zur Erfassung von Fremdstoffen sowie die erweiterten wissenschaftlichen Erkenntnisse erlauben es, Stoffe in immer kleineren Konzentrationen nachzuweisen. Dabei werden auch Substanzen gefunden, die sich früher nicht analysieren liessen.

Neben der Erfolgskontrolle dient das Programm NAQUA auch dazu, problematische Entwicklungen frühzeitig zu erkennen und in der Folge allfällige Lücken beim Grundwasserschutz zu schliessen. So ist es beispielsweise mög-

NAQUA - Das Messnetz



Das Beobachtungsprogramm umfasst alle Landesgegenden, Grundwassertypen sowie die relevanten Bodennutzungen.

lich, gezielt nach bestimmten Schadstoffen zu suchen, deren Bedeutung zu beurteilen, ihren Verlauf zu verfolgen und nötigenfalls entsprechende Massnahmen zu ergreifen. Dank den Messungen lassen sich zudem auch langfristige Veränderungen der zur Verfügung stehenden Grundwassermenge erfassen.

Die Landwirtschaft muss handeln

Ein grosser Handlungsbedarf besteht im Bereich Landwirtschaft, denn vor allem der traditionelle Acker- und Gemüsebau belastet das Grundwasser vielerorts zu stark mit Pestiziden und dem unerwünschten Nährstoff Nitrat. Bei knapp einem Fünftel der Messstandorte liegt der Nitratgehalt über dem Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung von 25 Milligramm je Liter. In den Ackerbauzonen gilt dies sogar für gut die Hälfte der untersuchten Vorkommen. Häufig geht die übermässige Nährstoffbelastung des Grundwassers unter Ackerland mit Spurenverunreinigungen durch Pflanzenschutzmittel einher. So hält jede achte NAQUA-Messstelle die Anforderungen der Ge-

wässerschutzverordnung von 0,1 Mikrogramm pro Liter Wasser für Einzelsubstanzen oder den Trinkwassertoleranzwert von 0,5 Mikrogramm für die Gesamtmenge der Pestizide nicht ein.

Ein weiterer Schwachpunkt ist die relativ häufige Verschmutzung des Grundwassers mit Krankheitserregern wie Fäkalkeimen aus Hofdüngern.

Versäumnisse in der Vergangenheit

Im Fall der chlorierten Kohlenwasserstoffe – etwa aus der Chemischen Reinigung – haben die Behörden bereits vor Jahren Massnahmen ergriffen. Für viele Anwendungen sind heute Rückgewinnungsanlagen vorgeschrieben. Sie verhindern, dass sich zum Beispiel gesundheitsgefährdende Lösungsmittel wie Perchlorethylen in grossen Mengen verflüchtigen und ins Grundwasser gelangen. Vor allem in urbanen Regionen weisen die NAQUA-Daten in den unterirdischen Gewässern trotzdem Spuren einer Vielzahl von Kohlenwasserstoff-Verbindungen nach, was sich unter anderem mit Versäumnissen in der Vergangenheit erklären



Installation von Messeinrichtungen für elektronische Datenabfragen in einer Quellfassung.

lässt. Gemäss den Resultaten sind fast die Hälfte der ab 2002 untersuchten Messstellen betroffen. Dabei überschreitet jede dreizehnte Messstelle den Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung für flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe von 1 Mikrogramm je Liter. Dies stellt zwar kein Gesundheitsrisiko dar, kommt aber einem Warnsignal gleich, das zu einem vorsichtigeren Umgang mit wassergefährdenden Stoffen mahnt.

Der Chemikalie MTBE auf der Spur

Im Rahmen des NAQUA-Programms wird beispielsweise gezielt nach der organischen Substanz Methyl-tert-butyl-ether (MTBE) gesucht, um deren Risikopotenzial für das Grund- und Trinkwasser beurteilen zu können. Sie wird dem Benzin seit einigen Jahren als Antiklopfmittel beige-mischt und hat das früher eingesetzte Blei ersetzt. Durch Verdunstungsverluste gelangen hierzulande jährlich einige hundert Tonnen der gut wasserlöslichen Chemikalie in die Umwelt. Weil sie im Boden schlecht zurückgehalten und kaum abgebaut wird, taucht sie in Spurenkonzentrationen



Mit Hilfe von periodischen Analysen des Grundwassers will der Bund problematische Entwicklungen rechtzeitig erkennen.

inzwischen auch im Grundwasser auf. MTBE hat zwar nur eine geringe Toxizität, doch bereits wenige Mikrogramm pro Liter Wasser können dessen Geruch und Geschmack ungünstig beeinflussen, was zum Beispiel in Kalifornien zu Problemen geführt hat. In der Schweiz liegen die bisher gefundenen Gehalte aber deutlich unter den kritischen Konzentrationen, so dass sich vorderhand keine zusätzlichen Massnahmen zum Schutz des Grundwassers aufdrängen. Sollten die NAQUA-Daten irgendwann eine Besorgnis erregende Verschlechterung anzeigen, kann der Bund jedoch sofort reagieren.

> **Der Bund ist in der Lage, neu auftauchende Risiken für das Grundwasser frühzeitig zu erkennen.**

Qualitätsprobleme des Grundwassers und ihre Hauptursachen

> Erhaltung der Grundwasserqualität

Die Grundwasserqualität wird in der Schweiz heute hauptsächlich durch Hofdünger und Pestizide beeinträchtigt. Wichtigster Verursacher dieser Verunreinigungen ist die Landwirtschaft. Vor allem im Einzugsgebiet wichtiger Trinkwasserfassungen in den Tallagen lässt sich der intensive Acker- und Gemüsebau im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen nur schwer mit den Anliegen eines wirksamen Grundwasserschutzes vereinbaren.



Rückstände der ausgebrachten Hofdünger und Pestizide finden sich häufig auch im Grundwasser.

Viele Gefährdungen des Grundwassers durch Chemikalien gehen von Punktquellen aus. Dies können etwa Tanklager von Industrie- und Gewerbebetrieben, Baustellen, Altlasten oder nicht gesetzeskonform erstellte Versickerungsanlagen sein. Typisch sind Unfälle, bei denen auf kleiner Fläche relativ grosse Mengen an Schadstoffen versickern. Hier wissen die Behörden in der Regel, wo sie eingreifen müssen, um eine Verunreinigung zu unterbinden und Boden sowie Untergrund – oder bei Bedarf auch das Grundwasser vor Ort – zu sanieren.

Bei diffusen Belastungen, wie sie etwa der Schadstoffausstoss des motorisierten Verkehrs weiträumig verursacht, sind Massnahmen zum Schutz der unterirdischen Ressource nur indirekt möglich, so zum Beispiel durch Vorschriften, die den Einsatz problematischer Stoffe im Treibstoff verbieten oder einschränken.

Die landwirtschaftliche Bodennutzung ist aus Sicht des Grundwasserschutzes ein Spezialfall. Insbesondere beim Ackerbau werden Gülle, Mist sowie wassergefährdende Produktionsmittel wie Stickstoffmineraldünger und Pestizide nämlich auf grosser Fläche und zum Teil direkt auf

den ungeschützten Boden ausgebracht. Geschieht dies bei ungünstigen Witterungsverhältnissen und in der Nähe von Trinkwasserfassungen, können pathogene Keime, Pflanzenschutzmittel und unerwünschte Nährstoffe in das Trinkwasser gelangen. Deshalb spielt die Landwirtschaft als Emissionsquelle denn auch eine Schlüsselrolle.

Die wichtigsten qualitativen Beeinträchtigungen des Grundwassers im Inland und ihre Hauptursachen sind in der Folge nach dem Ausmass der jeweiligen Probleme und nach der Priorität innerhalb der einzelnen Kategorien aufgelistet.

Krankheitserreger

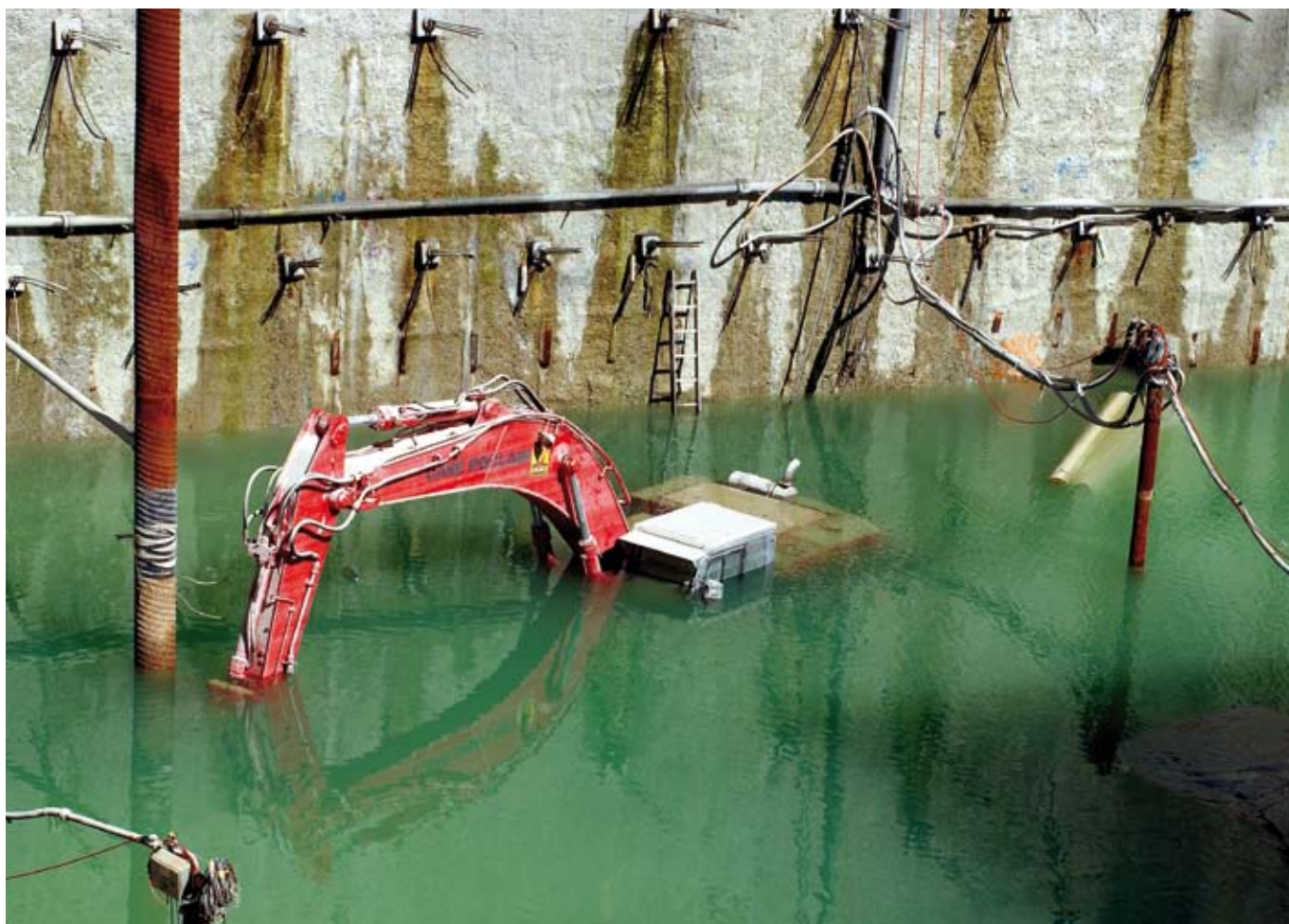
- > Einsatz von Hofdünger am falschen Ort – insbesondere in der Engeren Grundwasserschutzzone S2 –, zur falschen Zeit – vor allem auf wassergesättigten, gefrorenen oder schneebedeckten Böden – sowie in Mengen, die über den pflanzlichen Bedürfnissen liegen.
- > Verschmutztes Abwasser von Haushalten, Betrieben und Spitälern aus undichten Kanalisationen und fehlerhaften Anschlüssen.
- > Undichte Lagereinrichtungen, Leitungen sowie Pumpen für Hofdünger und mangelnde Sorgfalt bei der Lagerung von Mist sowie beim Umschlag und Transport von Hofdünger.
- > Tierhaltung in unbefestigten Laufhöfen oder auf Brachflächen.
- > Anschlüsse von Kanalisationsleitungen an Versickerungsanlagen.
- > Eingriffe in und an Fließgewässern, welche dazu führen, dass mit dem infiltrierenden Flusswasser auch Keime in die Trinkwasserfassung gelangen.

Pestizide

- > Ausbringen von Pestiziden – insbesondere in der Engeren Grundwasserschutzzone S2 – sowie in Gebieten mit geringem Flurabstand und mit schlechter Reinigungswirkung des Bodens. Dies gilt speziell für Karstgebiete und Gegenden mit wenig geschützten Kluft-Grundwasserleitern. Kritisch sind Anwendungen vor Regenfällen – namentlich nach ausgeprägten Trockenperioden – oder auf vernässte, brach liegende Böden.
- > Mangelnde Sorgfalt beim Lagern, Umschlagen, Transportieren und Entsorgen von Pflanzenschutzmitteln sowie bei der Gerätereinigung.
- > Bewässerung von gespritzten Kulturen.



Nicht nur aussergewöhnliche Ereignisse wie Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen, sondern auch der tägliche Normalbetrieb stellen für viele Grundwasservorkommen ein beträchtliches Verschmutzungsrisiko dar. Dies gilt insbesondere für landwirtschaftliche Aktivitäten.



Vom Grundwasser geflutete Baugrube in der Bieler Innenstadt unmittelbar neben dem Schüsskanal.

- > Abschwemmung von Pestiziden aus behandelten Dachisolationen bei Gründächern.
- > Verwendung von Herbiziden im Strassenunterhaltungsdienst und bei Gleisanlagen.
- > Einsatz von Herbiziden auf dem Areal von Industrie- und Gewerbebetrieben.

Nährstoffe wie Nitrat

- > Ackerbau mit intensiver Bodenbearbeitung und langen Brachzeiten.
- > Auswaschung von Nährstoffen aus Gülle, Mist, Recycling- und Mineraldünger auf landwirtschaftlichen Nutzflächen.
- > Bewässerung von gedüngten Kulturen.
- > Auswaschung von Dünger aus Privatgärten, Park- und Sportanlagen, Golfplätzen und Friedhöfen.
- > Austritt von Abwasser aus undichten Kanalisationen und fehlerhaften Hausanschlüssen.
- > Rodungen, Kahlschläge und grossflächige Windwürfe im Wald bei fehlender Bodenbedeckung.

Kohlenwasserstoffe

- > Unfälle und Havarien beim Lagern, Umschlagen und Transportieren von Mineralölprodukten – insbesondere von Brenn- und Treibstoffen.
- > Versickerung von Schmier- und Treibmitteln auf Baustellen.
- > Mangelnder Unterhalt von Fahrzeugen, Tankwagen, Maschinen, Geräten und Anlagen, der zum Austritt von Betriebsstoffen, Lagergut und Schmiermitteln führt.
- > Widerrechtliche Entsorgung von ausgedienten Fahrzeugen, Maschinen und ölhaltigen Abfällen.
- > Versickerungsanlagen ohne ausreichende Bodenpassage.
- > Auswaschung von Schmiermitteln bei Bahnanlagen aus Weichen und durch Tropfverluste von Fahrzeugen.

Säuren und Basen

- > Unfälle und Havarien bei der Lagerung, beim Transport, beim Umschlag sowie bei der Verwendung von Säuren und Laugen.
- > Zementinjektionen zur Stabilisierung des Untergrunds oder zur Abdichtung von Untertagebauten und damit verbundene Verluste von Injektionsgut.
- > Versickerung von Zementwasser bei Bauarbeiten.
- > Betrieb und Reinigung von Aufbereitungs- und Mischanlagen für Beton und Mörtel sowie von grösseren Apparaten für Bohr- und Fräsarbeiten.
- > Havarien mit dem Austritt von Ammoniak bei Kunst- eisbahnen und von Desinfektionsmitteln mit chlorhal- tiger Säure bei Schwimmbädern.
- > Lagerplätze für neue Betonelemente.

Diverse Schadstoffe wie Lösungsmittel und Haushaltchemikalien

- > Unfälle, Havarien und Fehlmanipulationen beim Lagern, Umschlagen und Transportieren von Stoffen wie Lösungsmitteln.
- > Ungereinigtes Abwasser aus lecken Kanalisationen, das ein Gemisch einer Vielzahl von wassergefährdenden Stoffen enthält, insbesondere bei der widerrechtlichen Entsorgung von Chemikalien mit dem Abwasser.
- > Auswaschung von Schadstoffen aus belasteten Stand- orten, so zum Beispiel als Folge der Wiederauffüllung von Abbaustellen und bei Geländeanpassungen mit verschmutztem Material oder durch den Einstau alter Deponien bei Stauanlagen.
- > Auswaschung von Schadstoffen – wie polyaromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), Schwermetallen, MTBE, Tausalz oder Pneubtrieb – aus der strassennahen Umgebung, vor allem bei einer Versickerung unter Umgehung einer biologisch aktiven Bodenschicht.
- > Auswaschung von PAK aus Bahnschwellen sowie von Schwermetallen aus dem Abrieb von Bremsen, Rädern, Schienen und Fahrleitungen bei Bahnanlagen.
- > Reinigungsarbeiten und Oberflächenbehandlungen im Freien – wie zum Beispiel Fassadenreinigungen oder Renovationen von Metallkonstruktionen – ohne ausreichenden Rückhalt der Schadstoffe.

Mikroverunreinigungen

- > Medikamentrückstände und Hormone im Abwasser von Spitälern, Heimen und Haushalten sowie Kunst- stoffverbindungen, die aus undichten Kanalisationen ins Grundwasser gelangen.



Mikroverunreinigungen im Abwasser sind auch ein potenzielles Risiko für das Grundwasser entlang der Vorfluter.

- > Infiltrierendes Oberflächenwasser mit Rückständen von schwer abbaubaren Medikamenten, hormonaktiven Substanzen und Kunststoffverbindungen aus Kläranlagen.
- > Ausschwemmung von Hofdünger, der ausgeschiedene Tierarzneimittel enthält.
- > **Im Interesse einer guten Grundwasserqualität müssen insbesondere die landwirtschaftlichen Emissionen drastisch reduziert werden.**

Quantitative Beeinträchtigung des Grundwassers

> Bauliche Eingriffe schmälern die Grundwasserneubildung

In den Siedlungsgebieten ist die Hälfte des Bodens versiegelt. Statt zu versickern und das Grundwasser zu speisen, fliesst hier ein Grossteil der Niederschläge über die Kanalisation ab. Die natürlichen Grundwasserverhältnisse werden jedoch nicht nur durch eine Vielzahl von baulichen Eingriffen, sondern auch als Folge von Drainagen, Bodenverdichtungen und Wasserentnahmen gestört.



Bauten unter dem Grundwasserspiegel bergen nicht nur das Risiko von Wassereintrüben, sondern verringern auch das Speichervolumen des Grundwassers.

Die Gewässerschutzgesetzgebung will neben der Qualität des nutzbaren Grundwassers auch die Ausdehnung der Grundwasservorkommen und deren Speichervolumen schützen. So sind etwa Bauten unter dem mittleren Grundwasserspiegel nur in Ausnahmefällen – und gegebenenfalls mit einer Kompensation der Durchflusskapazität – erlaubt. Selbst im Fall der öffentlichen Hand stehen diesem Anliegen aber häufig gegensätzliche Nutzungsinteressen entgegen.

Ein Beispiel dafür ist der zunehmende Druck, Verkehrswege wie Strassen und Eisenbahnlinien unter den Boden zu verlegen, wo sie häufig das Grundwasser tangieren. Als problematisch erweist sich auch die fehlende oder mangelhafte Rückdämmung von austretendem Wasser bei Tunnelbauten, was zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels führen kann. Ein beträchtlicher Nutzungsdruck

besteht zudem bei Kiesvorkommen – und zwar sogar im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen. Neben Bauvorhaben im Untergrund und der Materialausbeutung im Bereich des Grundwasserspiegels gibt es weitere Ursachen, welche die natürlichen Fließwege des Grundwassers und seine Neubildung beeinträchtigen. Die Reihenfolge der nachstehenden Liste richtet sich nach der Relevanz der Probleme.

Beeinträchtigung der Grundwasserneubildung

- > Bodenversiegelung als Folge intensiver Überbauung.
- > Landwirtschaftliche Drainagen zwecks Bodenmelioration, welche die Grundwasserneubildung vermindern.
- > Reduktion des nutzbaren Grundwasservolumens durch Verdichtungsarbeiten und durch Einbauten unterhalb des Grundwasserspiegels.
- > Wiederauffüllung von Abbaustellen mit ungeeignetem Material, das auf Grund seiner mangelnden Durchlässigkeit die Versickerung der Niederschläge verhindert.
- > Verringerung der Infiltration aus Bächen und Flüssen durch Wasserbauten, Einstau sowie Wasser- und Materialentnahmen im Oberlauf von Fließgewässern, die den Geschiebetransport reduzieren und die Kolmation der Gewässersohle fördern.
- > Ungenügende Restwassermengen bei Wasserkraftwerken.
- > Bodenverdichtungen durch schwere landwirtschaftliche Maschinen und Holzerntemaschinen sowie Transportfahrzeuge.

Beeinträchtigung der Grundwasserverhältnisse

- > Veränderung der natürlichen Grundwasserverhältnisse und Reduktion des Durchflussquerschnitts durch Einbauten ins Grundwasser, namentlich durch Schlitz- und Rühlwände sowie Tunnelröhren, die quer zur Grundwasserfließrichtung stehen.
- > Veränderungen der Grundwasserverhältnisse durch Untertagebauten, welche das Gebirge drainieren.
- > Erhöhung des Grundwasserspiegels durch Stauanlagen.
- > Eingriffe in Fließgewässer, die dazu führen, dass ein Flussbett durch die verstärkte Erosion unter den Grundwasserspiegel zu liegen kommt und auf diese Weise das Grundwasser drainiert.
- > Materialentnahmen aus Bächen und Flüssen.
- > Übermäßige Grundwasserentnahmen, die zu einer Verdichtung des Grundwasserleiters führen und so dessen Speicherkapazität reduzieren.
- > **Das Speichervolumen der nutzbaren Grundwasservorkommen ist vor baulichen Eingriffen zu schützen.**



Abklärung der Grundwasserverhältnisse mit Markierstoffen in einem Karstgebiet.

Handlungsbedarf der Wirtschaft

> Vorsicht mit problematischen Stoffen

Die grössten Risiken für unser Trinkwasser gehen von wirtschaftlichen Aktivitäten im Einzugsgebiet der Wasserfassungen und insbesondere in den Grundwasserschutz zonen aus. Häufig werden die Vorschriften hier aus Unkenntnis missachtet. Im Interesse der Gesundheit müssen verschiedene Wirtschaftszweige ihre potenziell wassergefährdenden Aktivitäten und den Einsatz von problematischen Stoffen in diesen Gebieten einschränken.



Beim Abbau von Kies und Sand ist die Ausbeutung auf nicht wasserführende Schichten zu beschränken.

Die grosse volkswirtschaftliche Bedeutung von qualitativ hochwertigem Grundwasser erfordert vor allem in den Grundwasserschutz zonen gewisse Einschränkungen von wassergefährdenden Aktivitäten, Anlagen und gesundheitsschädigenden Stoffen. Gesamtschweizerisch ist davon eine Fläche von rund 2700 Quadratkilometern betroffen, von denen 40 Prozent im Wald liegen. Geht man davon aus, dass es sich beim Rest grösstenteils um landwirtschaftliche Nutzflächen handelt, so sind etwa 10 Prozent der bewirtschafteten Fläche tangiert. Im produktiven Mittelland liegt dieser Wert jedoch deutlich tiefer, denn die Gesamt-

fläche der Grundwasserschutz zonen wird stark durch die ausgedehnten Zonen S3 in den besonders empfindlichen Karstregionen des Juras (VD, NE, JU, BE, SO) sowie in den Alpenkantonen Wallis und Tessin geprägt. Die Auflagen sind hier zudem wesentlich weniger streng als in den deutlich kleineren Schutz zonen S1 und S2 in unmittelbarer Umgebung der Fassungen.

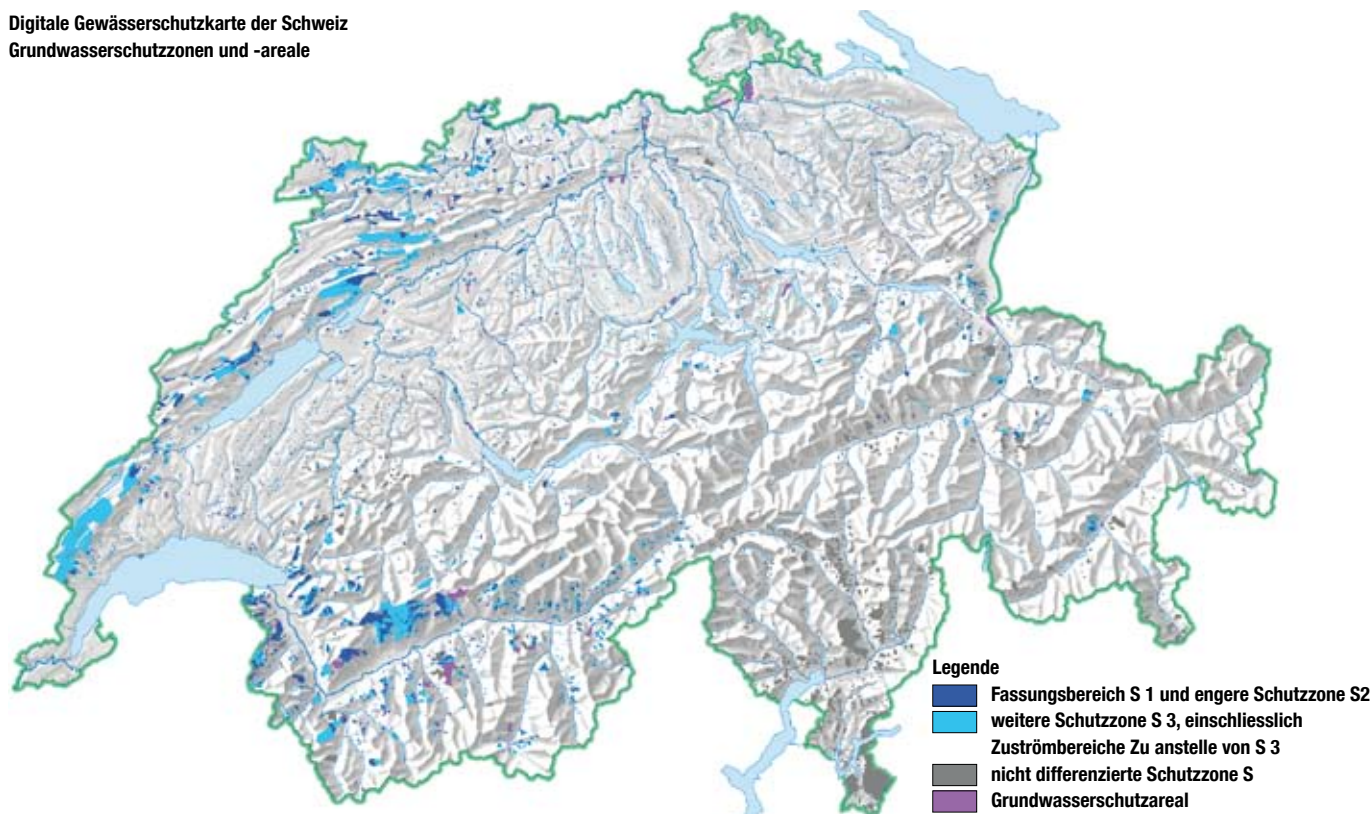
Somit beschränken sich Anwendungsverbote zum Schutz der nutzbaren Grundwasservorkommen in den produktivsten Gebieten des Landes auf wenige Prozent der Nutzfläche. Damit die Konzentrationen an unerwünschten

Fremdstoffen im Grundwasser abnehmen, braucht es ein Zusammenspiel von Massnahmen in verschiedenen Wirtschaftsbereichen. Diese sind untenstehend nach dem Einfluss der jeweiligen Branchen auf die Qualität und Quantität des Grundwassers aufgelistet, wobei die Reihenfolge der Handlungsfelder innerhalb der Wirtschaftszweige ihrer Wichtigkeit entspricht.

Landwirtschaft

- > Verzicht auf die Verwendung flüssiger Hofdünger in der Grundwasserschutzzone S2.
 - > Verzicht auf den Einsatz von Pestiziden in der Zone S2 sowie auf Parzellen mit geringem Flurabstand zum Grundwasser oder mit einer schlechten Reinigungswirkung des Bodens.
 - > Umstellung von Ackerbaukulturen auf extensive Grünlandnutzung in Grundwasserschutzzonen.
 - > Führen einer Wirkstoffbuchhaltung mit den eingesetzten Mengen an Pestiziden und Düngemitteln im Einzugsgebiet von Grundwasserfassungen.
 - > Ausrüstung von Güllegruben mit einer Leckkontrolle; regelmässige Dichtepfung und nötigenfalls Sanierung der Lagereinrichtungen für Hofdünger.
- > Sanierung von qualitativ beeinträchtigten Grundwasservorkommen durch die Umstellung auf landwirtschaftliche Bewirtschaftungsformen, welche verhindern, dass Stoffe ins Grundwasser ausgewaschen werden (Abgeltung der Mindererträge und Subventionierung der betroffenen Betriebe nach Artikel 62a des Gewässerschutzgesetzes).
 - > Pflanzenbehandlung durch spezialisierte Lohnspritzer.
 - > Umweltgerechte Entsorgung von Pestizidresten, Tierkadavern, ausgedienten Maschinen, verdorbenem Futter und weiteren Abfällen.
 - > Regelmässiger Unterhalt von Maschinen, Geräten und Anlagen, bei denen ein Austritt von wassergefährdenden Flüssigkeiten droht (Traktoren, Gülletankwagen, Spritzgeräte usw.) und Ersatz von veralteten Einrichtungen, die nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen.
 - > Verzicht auf die intensive Bewässerung von frisch gedüngten oder gespritzten Kulturen.
 - > Zurückhaltender Einsatz von Tierarzneimitteln, deren Rückstände mit dem Hofdünger in ober- und unterirdische Gewässer gelangen können.

Digitale Gewässerschutzkarte der Schweiz
Grundwasserschutzzonen und -areale



Die Einschränkungen der wirtschaftlichen Aktivitäten durch den Grundwasserschutz betreffen nur einen kleinen Bruchteil der Landesfläche.

Bauwirtschaft und Materialausbeutung

- > Treffen von besonderen Vorsichtsmassnahmen im Fall einer Verletzung der schützenden Deckschicht durch Grabungen, Baggerschlitze, Bohrungen oder Ramm- und Bohrpfähle, insbesondere beim Umgang mit wassergefährdenden Flüssigkeiten.
- > Beschränkung auf nicht wasserführende Schichten bei der Ausbeutung von Kies und Sand und Einhaltung eines Sicherheitsabstandes von mindestens 2 Meter zum maximalen Grundwasserspiegel in Gebieten mit nutzbaren Grundwasservorkommen.
- > Wahl von umweltverträglichen Materialien und Überwachung der Grundwasserqualität bei Arbeiten im Grundwasser, wie etwa bei Injektionen zur Stabilisierung des Untergrundes oder zur Abdichtung von Untertagebauten.
- > Fachgerechte Hinterfüllung des Bohrlochringraumes bei der Nutzung des Untergrundes zu Heiz- und Kühlzwecken (Erdwärmesonden).
- > Fachgerechte Entsorgung des Zementabwassers sowie der Rückstände von Bauchemikalien – eine Versickerung auf der Baustelle ist nicht zugelassen.
- > Temporäre Abdichtung der Flächen auf denen Baumaschinen betankt, gereinigt und gewartet werden. Dies gilt bei nutzbaren Grundwasservorkommen auch für die Lagerhaltung von Treibstoffen, Schmiermittel und Bauchemikalien sowie von geölten, gefetteten oder chemisch behandelten Baumaterialien.
- > Minimierung der Abbaufäche bei der Ausbeutung von Kies oder Sand sowie sorgfältige Auswahl des Materials für die Wiederauffüllung der Abbaustelle.

Abfallwirtschaft

- > Ablagerung von Abfällen ausschliesslich auf dafür geeigneten Deponien.
- > Bei Zwischenlagern und Aufbereitungsanlagen für Recyclingbaustoffe: Platzbefestigung und Ableitung des Abwassers in eine Kläranlage.
- > Bei Sammelplätzen für Altautos, Kühlschränke und Elektronikschrott: Platzbefestigung und Ableitung des Abwassers in eine Kläranlage.

Wasserwirtschaft und Wasserbau

- > Kein Einstau von belasteten Standorten durch Stauanlagen.

Tourismus

- > Verzicht auf Terrainveränderungen in Grundwasserschutz-zonen für Freizeit- und Sportanlagen.
- > Bei Golfplätzen: Greens und Tees ausserhalb von Grundwasserschutz-zonen.

Übrige Industrie- und Gewerbebetriebe

- > Systematische Risikoreduktion zur Verhütung von Unfällen und Havarien beim Lagern, Transportieren, Umschlagen und Verwenden von wassergefährdenden Stoffen.
- > Regelmässiger Unterhalt von Anlagen, Maschinen und Fahrzeugen, bei denen ein Austritt von Schadstoffen droht.
- > Regelmässige Kontrolle und allenfalls Sanierung der betriebseigenen Entwässerungssysteme bei Lecks in der Kanalisation oder bei Fehlanschlüssen.
- > Rechtskonformer Bau und Betrieb von Versickerungsanlagen mit einer ausreichenden Bodenpassage (keine Versickerungsschächte).
- > Kontrolle und Unterhalt von technischen Einrichtungen – wie Abwasservorbehandlung oder Ölabscheider – zum Rückhalt von wassergefährdenden Stoffen.
- > Umweltgerechte Entsorgung von Abfällen.
- > Sanierung von belasteten Standorten.
- > Einschränkung des Herbizideinsatzes.

Forstwirtschaft

- > Verzicht auf grossflächige Rodungen und Kahlschläge. Rasche Aufforstung von grossflächigen Windwürfen im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen.
- > Zurückhaltende Nutzung von Forststrassen und Forstwegen in Grundwasserschutz-zonen. Sperrung für private Motorfahrzeuge.
- > Stämme dürfen nur ausserhalb der Grundwasserschutz-zonen und auf ordnungsgemäss ausgerüsteten Holzlagerplätzen mit Holzschutzmitteln behandelt und gelagert werden.
- > Nasslagerung von Holz nur ausserhalb von Grundwasserschutz-zonen.
- > Risikoreduktion zum Vermeiden von Havarien beim Transport und Umschlag von wassergefährdenden Flüssigkeiten wie Benzin, Diesel, Schmieröl oder Holzschutzmittel.

- > **Zum Schutz der Trinkwasserqualität müssen die Vorschriften in den Grundwasserschutz-zonen konsequent umgesetzt werden.**

Handlungsbedarf bei öffentlichen Infrastrukturanlagen

> Die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand

Die öffentliche Hand ist beim Grundwasserschutz nicht nur als Vollzugsbehörde gefordert. Sie betreibt auch selber zahlreiche Infrastrukturanlagen, von denen eine erhebliche Gefahr für das Grundwasser ausgeht. Der grösste Handlungsbedarf besteht im Bereich Siedlungsentwässerung und bei der Verkehrsinfrastruktur.



Das belastete Abwasser von Flugpisten muss gefasst und behandelt werden.

Um die Bevölkerung mit einwandfreiem Trinkwasser versorgen zu können, sind die öffentlichen Wasserwerke auf sauberes Grundwasser angewiesen. Ihre wichtigste Ressource ist jedoch nicht nur durch wirtschaftliche Aktivitäten, sondern auch durch Infrastrukturanlagen der öffentlichen Hand auf kommunaler, kantonaler und eidgenössischer Ebene gefährdet. Risiken drohen dem Grundwasser vor allem durch Lecks in Kanalisationen, über die Fäkalkeime und Schadstoffe in den Untergrund gelangen können. Ein weiteres Problem sind Verkehrsanlagen im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen – insbesondere Unfallrisiken. Ob es den Gewässerschutzbehör-

den gelingt, die Wirtschaft und Privathaushalte im Interesse der ganzen Gesellschaft von der Notwendigkeit eines wirksamen Grundwasserschutzes zu überzeugen, hängt nicht zuletzt von der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand ab. Schutzmassnahmen, die sie von anderen verlangt, muss sie selber konsequent umsetzen.

Siedlungsentwässerung

- > Regelmässige Kontrolle der Kanalisationen im Hinblick auf Lecks und Fehlschlüsse. In Gebieten mit nutzbaren Grundwasservorkommen sind undichte Kanalisationen und Fehlschlüsse umgehend zu sanieren. Dies gilt insbesondere innerhalb von Grundwasserschutzzonen und für das mit Medikamenten stark belastete Abwasser aus Spitälern.
- > Um das Risiko von Grundwasserbelastungen durch Mikroverunreinigungen aus infiltrierenden Oberflächengewässern zu minimieren, sollten Kläranlagen im Einflussbereich von flussnahen Trinkwasserfassungen ihre Abwasserreinigung nach dem neusten Stand der Technik ausbauen.
- > Versickerungsschächte mit direkter Einleitung von Strassen-, Platz- und Dachabwasser ohne filtrierende Bodenpassage sind zu sanieren.

Verkehrsinfrastruktur: Strassen

- > Beachtung des Pestizidverbots beim Strassenunterhalt.
- > Allgemeine Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Strassen in Grundwasserschutzzonen zur Verhütung von schweren Unfällen beim Transport von wassergefährdenden Flüssigkeiten. Ausstattung der Strassenabschnitte in Schutzzonen mit dichten Auffangwannen für den Ereignisfall.
- > Fassung und Behandlung des mit einer Vielzahl von Schadstoffen belasteten Abwassers von stark befahrenen Strassen.



Abwasser von stark befahrenen Strassen soll nicht mehr ungeklärt in die Gewässer gelangen.

- > Verzicht auf die Verwendung von Tausalz beim Strassenunterhalt in Grundwasserschutzzonen.
- > Abdichtung von Tunnelbauten gegen Wassereintritte.
- > Fassung und Behandlung des Abwassers von grossen Parkplatzanlagen.

Verkehrsinfrastruktur: Bahnanlagen

- > Allgemeine Verbesserung der Sicherheit von Kesselwagen für den Transport von wassergefährdenden Flüssigkeiten zur Verhütung von Verlusten im Normalbetrieb sowie bei Unfällen und Havarien.
- > Abdichtung der Umschlagplätze für das Beladen und Entladen der Tankwagen und Behandlung des entsprechenden Abwassers.
- > Vegetationshemmender Aufbau des Gleisuntergrunds zwecks Reduktion des Herbizideinsatzes beim Unterhalt von Gleisanlagen. In Grundwasserschutzzonen ist das Anwendungsverbot für Herbizidstrikte zu befolgen.
- > Auf Grund des erhöhten Unfallrisikos sind Weichen aus Grundwasserschutzzonen zu verlegen.



Erkundung eines belasteten Standorts durch die SBB.

- > Einsatz von schmiermittelfreien Weichen.
- > Sanierung von belasteten Standorten.
- > Abdichtung von Tunnelbauten gegen Wassereintritte.
- > Sanierung oder Stilllegung von Eisenbahnwagen ohne Abwassertank.

Verkehrsinfrastruktur: Flughäfen und Flugplätze

- > Risikoreduktion zur Verhütung von Unfällen beim Transport und Umschlag von Treibstoffen und Schmiermitteln.
- > Rückhalt und Behandlung des Abwassers von Abstellplätzen und Pisten, das mit Enteisungsmitteln, Kerosin aus Treibstoffverlusten sowie mit Reifen- und Belagsabrieb belastet ist.
- > Aufhebung von unbefestigten Pisten und Plätzen in Grundwasserschutzzonen.

Freizeit- und Sportanlagen

- > Verzicht auf den Einsatz von Pestiziden in öffentlichen Gärten, Park- und Sportanlagen, die in Grundwasserschutzzonen liegen.
- > Verzicht auf Terrainveränderungen für Freizeit- und Sportanlagen in Grundwasserschutzzonen.
- > Betrieb von Kunsteisbahnen in Grundwasserschutzzonen mit nicht wassergefährdenden Kältemitteln wie Kohlendioxid.
- > Erstellen von Sanitäranlagen für Campingplätze und Grossanlagen ausserhalb von Grundwasserschutzzonen.

Militärische Anlagen und Schiessplätze

- > Periodische Kontrollen und regelmässiger Unterhalt von unterirdischen Tankanlagen.
- > Reduktion des Gefährdungspotenzials von militärischen und zivilen Schiessanlagen durch den Einbau von Kunststoffplatten als Kugelfang.
- > Sanierung von belasteten Standorten.

Friedhöfe

- > Verzicht auf Pestizide beim Unterhalt der Friedhofanlagen.
- > Erdbestattungen sollten nur ausserhalb der Grundwasserschutzzonen und in drainierten und belüfteten Böden vorgenommen werden.

Revitalisierung von Fliessgewässern

- > Verstärkte Berücksichtigung der Interessen von flussnahen Trinkwasserfassungen bei Eingriffen in und an Fliessgewässern. Wahrung eines genügenden Abstandes zu den Fassungen, um Keime und Schadstoffe im infiltrierenden Flusswasser vom Trinkwasser fernzuhalten. Keine Eingriffe innerhalb der Schutzzone S2.



- > **Die öffentliche Hand soll beim Grundwasserschutz mit gutem Beispiel vorangehen.**

> Handlungsbedarf der privaten Liegenschaftsbesitzer und Haushalte

- > Kontrolle der Kanalisationsleitungen und Hausanschlüsse auf Privatgrundstücken und Sanierung von lecken Stellen, die das Grundwasser mit ungereinigtem Abwasser belasten.
- > Verzicht auf die rechtswidrige Entsorgung von wassergefährdenden Flüssigkeiten und Abfällen über die Kanalisation.
- > Keine Versickerung von Platz- und Dachwasser ohne ausreichende Bodenpassage.
- > Regelmässiger Unterhalt von Heizöltanks zur Reduktion des Risikos von Havarien.
- > Wassergefährdende Flüssigkeiten wie Benzin, Diesel oder Schmieröl dürfen nur auf befestigten Plätzen mit einem Ölabscheider umgeschlagen werden.
- > Beachtung des Pestizidverbots beim Unterhalt von privaten Wegen und Plätzen sowie Verzicht auf den Einsatz von Pestiziden in Gärten.
- > Regelmässiger Unterhalt von Fahrzeugen, Geräten und Anlagen, bei denen ein Austritt von wassergefährdenden Flüssigkeiten droht (Autos, Motorräder, Tankanlagen, Heizung, Wärmepumpen usw.).

> Literatur

- > Wegleitung Grundwasserschutz, BUWAL, Vollzug Umwelt, 2004, 133 Seiten.
Bestellnummer: VU-2508-D, gratis.
- > NAQUA – Grundwasserqualität in der Schweiz 2002/2003, BUWAL und BWG, Studien, 2004, 204 Seiten.
Bestellnummer: STUD-2501-D, CHF 33.90
- > Praxishilfe zur Bemessung des Zuströmbereichs Zu, BUWAL, Vollzug Umwelt, 2005, 33 Seiten.
Bestellnummer: VU-2509-D, gratis.
- > Grundwasserschutz im Wald, BUWAL, Vollzug Umwelt, 2005, Faltblatt.
Bestellnummer: VU-7028-D, gratis.
- > Verlagerung gelöster Stoffe durch den Boden ins Grundwasser, BUWAL, Schriftenreihe UMWELT, 2004, 47 Seiten.
Bestellnummer: SRU-349-D, CHF 10.–
- > Wegleitung zur Umsetzung des Grundwasserschutzes bei Untertagebauten, BUWAL, Vollzug Umwelt, 1998, 32 Seiten.
Bestellnummer: VU-2503-D, gratis.
- > Wohin mit dem Regenwasser? Beispiele aus der Praxis, BUWAL, Diverse Schriften, 2000, 58 Seiten.
Bestellnummer: DIV-2302-D, gratis.

Bezug: Bestellung aller Publikation unter www.umwelt-schweiz.ch/publikationen > Wasser: Grundwasser, Hydrogeologie
(Druckversion oder Download als PDF-Datei).

> Links

www.umwelt-schweiz.ch/grundwasser
www.kvu.ch > Zu den Kantonen > Umweltschutzämter
www.trinkwasser.ch
www.wasserqualitaet.ch
www.eawag.ch > Forschungsthemen