

> Das Grundwasser konsequent schützen

Das Grundwasser ist in der Schweiz die mit Abstand wichtigste Trinkwasserressource. Trotz generell guter Qualität enthält es verbreitet Spuren von unerwünschten Fremdstoffen. Dies zeigen die neusten Resultate des landesweiten Messprogramms NAQUA.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Die wichtigsten Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung

> Messungen helfen, rechtzeitig auf mögliche Gefährdungen zu reagieren

Die Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA bildet eine zentrale Grundlage für die langfristige Erhaltung und nachhaltige Nutzung der wichtigsten Trinkwasserressource.



Probenahme an einer der landesweit knapp 590 NAQUA-Messstellen im Emmental.

In der Schweiz basiert die Versorgung mit Trink- und Brauchwasser zu mehr als 80 Prozent auf den vorwiegend lokal genutzten Grundwasservorkommen. Verglichen mit zahlreichen anderen Ländern ist die fast überall in ausreichenden Mengen verfügbare Ressource in der Regel von hervorragender Qualität. Deshalb können die Wasserversorgungen etwa die Hälfte des genutzten Grundwassers ohne jegliche Aufbereitung und den Rest grösstenteils nur mit einer einfachen Desinfektion in das Trinkwassernetz einspeisen.

Als äusserst verletzbare natürliche Ressource ist das Grundwasser jedoch vorab in intensiv genutzten Einzugsgebieten durch eine Vielzahl menschlicher Aktivitäten gefährdet. Um drohende Verschmutzungen durch Krankheitserreger, Nährstoffe, Pestizide, Kohlenwasserstoffe und andere uner-

wünschte Substanzen zu verhindern, setzt das Gewässerschutzgesetz in erster Linie auf präventive Schutzmassnahmen. Dazu sind in der Umgebung von Trinkwasserfassungen Grundwasserschutzzonen vorgesehen, in denen wassergefährdende Anlagen und Tätigkeiten entweder eingeschränkt oder gänzlich verboten sind. Bauliche und betriebliche Massnahmen, die den Risiken entsprechend abgestuft sind, sollen Gewässerbelastungen mit problematischen Substanzen vermeiden helfen.

590 Messstellen in allen Landesteilen

Die Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA dient den Behörden einerseits dazu, rechtzeitig auf neu auftauchende Problemstoffe und Gefährdungen zu reagieren. Andererseits

ermöglicht sie eine laufende Erfolgskontrolle der Gewässerschutzmassnahmen. Gemeinsam mit den Kantonen unternimmt das Bundesamt für Umwelt BAFU beträchtliche Anstrengungen, um die hohe Qualität der wichtigsten Trinkwasserressource zu sichern und den unbefriedigenden Zustand bei bestehenden Belastungen zu verbessern.

Um menschliche und natürliche Einflussfaktoren zuverlässig zu erkennen, umfasst NAQUA knapp 590 Messstellen. Sie decken die verschiedenen Landesregionen, die wichtigsten Grundwasserleiter sowie unterschiedliche geologische Verhältnisse und Bodennutzungen ab und erlauben dadurch repräsentative Aussagen über die wichtigen Grundwasservorkommen. Dieses Beobachtungsnetz basiert zur Hauptsache auf gemeinsam mit den Kantonen betriebenen und ausgewerteten Messstellen.

Nach dem ersten Bericht, der die Messergebnisse der Jahre 2002 und 2003 analysierte, liegt nun eine aktualisierte Auswertung der im Zeitraum 2004 bis 2006 erhobenen Daten vor. Erstmals hat das BAFU dabei auch Arzneimittel im Grundwasser erfasst und zudem die Palette der untersuchten Substanzen bei den Pestiziden und ihren Abbauprodukten deutlich erweitert.



Messung des Grundwasserstandes in einem Trinkwasser-Pumpwerk im Tessin.

Spuren von unerwünschten Fremdstoffen

Als Massstab für die Beurteilung der Wasserqualität werden primär die Anforderungswerte der Gewässerschutzverordnung (GSchV) sowie die Vorgaben der Wegleitung Grundwasserschutz (BUWAL, 2004) herangezogen. Diese orientieren sich sowohl an den Bedürfnissen einer einwandfreien Trinkwasserversorgung, als auch an einem möglichst natürlichen Zustand der unter- und oberirdischen Gewässer.

Gemäss den neusten Resultaten ist die Qualität des Grundwassers im Allgemeinen so gut, dass es sich vielerorts ohne aufwendige Aufbereitung direkt als Trinkwasser nutzen lässt, wie es dem gesetzlich geforderten Idealzustand entspricht. Dies gilt insbesondere für Vorkommen mit bewaldetem Einzugsgebiet, wo kaum Fremdstoffe zum Einsatz gelangen und wo auch der Boden nicht umgebrochen wird. Vor allem in den Ballungsräumen sowie in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten mit Acker-, Wein-, Obst- und Gemüsebau hinterlassen der hohe Einsatz von wassergefährdenden Stoffen und die Bodenbearbeitung jedoch unübersehbare Spuren im Grundwasser, die zum Teil Anlass zur Sorge geben. So lagen die Pestizid-Konzentrationen bei einer von zehn beprobten Messstellen über der Vorgabe von 0,1 Mikro-



Dank einer laufend verbesserten Analytik lassen sich auch geringste Spuren von Fremdstoffen im Grundwasser nachweisen.



Im Rahmen des NAQUA-Messprogramms zur Grundwasserquantität werden an ausgewählten Orten auch die Quellschüttungen erfasst.

gramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$). Jede vierte untersuchte Grundwassermessstelle überschritt zudem den Anforderungswert der GSchV von 25 Milligramm je Liter (mg/l) für Nitrat. Und 7 Prozent der untersuchten Messstellen hielten die Zielvorgabe des Bundes von $1 \mu\text{g/l}$ für flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (FHKW) nicht ein.

Keine sichtbare Veränderung der Grundwasservorräte

Wie im Fall der Oberflächengewässer treten auch bei Grundwasservorkommen Situationen mit tiefen und hohen Wasserständen auf. Die Reaktion auf die meteorologischen Verhältnisse erfolgt hier in der Regel mit einiger Verzögerung. Dabei können insbesondere Niedrigwasserperioden je nach Niederschlagsdefizit über mehrere Monate oder sogar jahrelang anhalten.

Auf den Zeitraum von 1999 bis 2002 mit allgemein überdurchschnittlichen Grundwasserständen folgte zwischen 2003 und 2005 eine Phase mit vergleichsweise geringen Nie-

derschlagsmengen und entsprechend reduzierter Grundwasserneubildung. So erreichten verschiedene Vorkommen nach dem überaus trockenen Hitzesommer 2003 neue Tiefststände. Das Jahr 2006 zeichnete sich vor allem im Jura und im Mittelland durch teilweise beträchtliche Niederschlagsüberschüsse aus, was in diesen Regionen zu einer Erholung der Grundwasserstände führte. Hingegen blieb die Niedrigwassersituation im Bündnerland und im Tessin aufgrund der andauernden Niederschlagsdefizite bestehen.

Wie die landesweit erhobenen Daten zur Quantität des Grundwassers zeigen, lässt sich bis heute aber kein langfristiger Trend zu einer mengenmässigen Veränderung der unterirdischen Wasserreserven erkennen. Angesichts des Klimawandels ist die künftige Entwicklung jedoch kontinuierlich zu verfolgen. Die Beobachtung der Grundwasserstände und Quellschüttungen bildet zudem die Voraussetzung für eine zuverlässigere Einordnung und Beurteilung der Messresultate bezüglich der Wasserqualität.

Belastung mit Pflanzenschutzmitteln

> Unerwünschte Spuren von Pestiziden

In Einzugsgebieten, wo eine intensive Landwirtschaft oder Siedlungen die Bodennutzung dominieren, ermittelte das BAFU in jedem sechsten Fall Pestizid-Konzentrationen über dem Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung (GSchV).

In der Schweiz sind über 320 organisch-synthetische Pestizid-Wirkstoffe zugelassen, von denen pro Jahr mehr als 1300 Tonnen in mindestens 1000 verschiedenen Produkten vertrieben werden. Zu den wichtigsten Wirkstoffgruppen gehören Fungizide, Saatbeizmittel und Herbizide. Verwendet werden sie vor allem in der Landwirtschaft. Deutlich geringere Mengen gelangen jedoch auch in Baumschulen, Sportanlagen, Privatgärten und auf Industriearealen zum Einsatz.

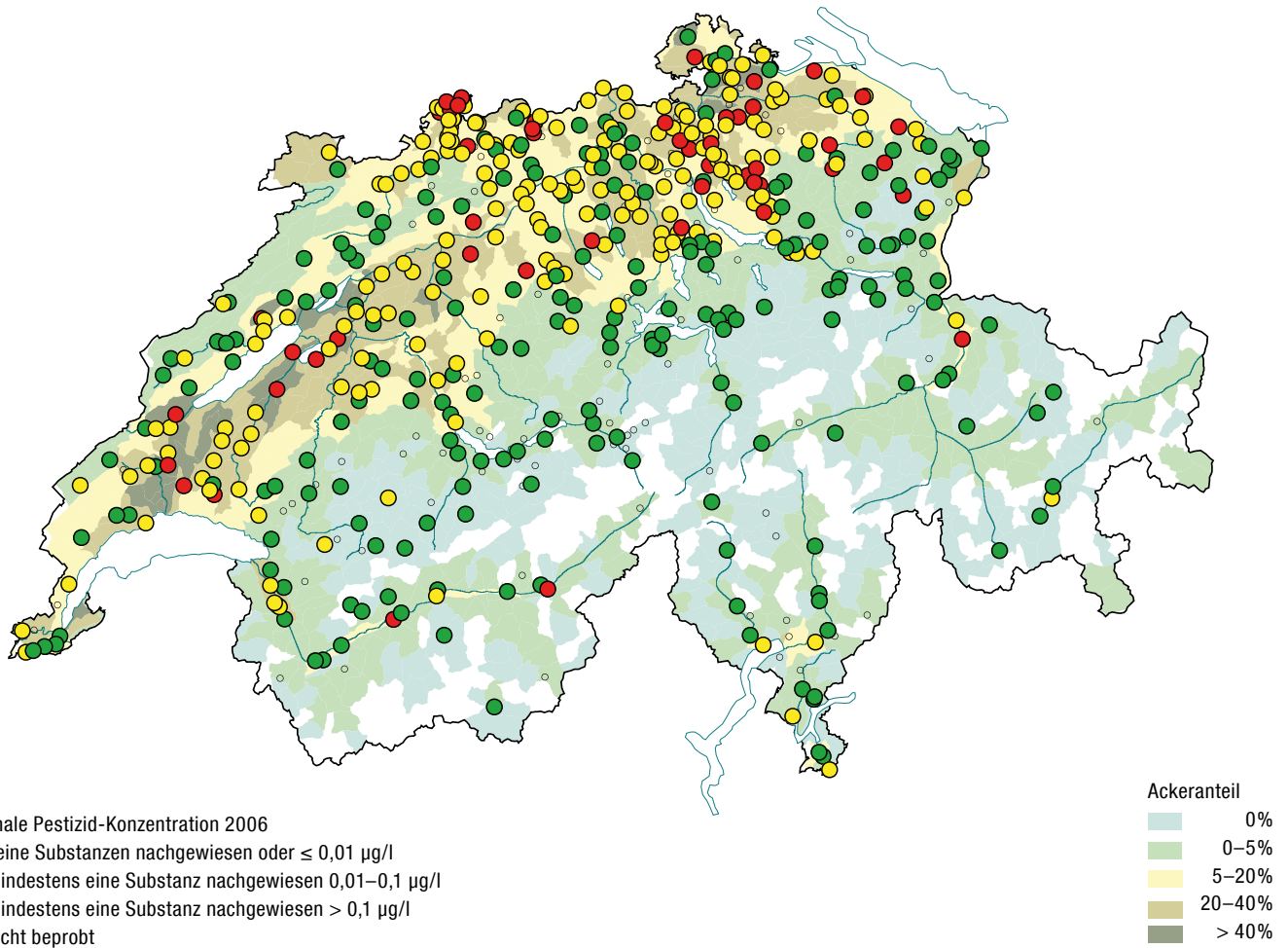
Der Nachweis von Pestiziden im Grundwasser ist sehr aufwendig und stellt hohe Anforderungen an die Messlogistik und Analytik. Aufgrund der in den letzten Jahren erzielten

Fortschritte im Bereich der Messtechnik ist es mittlerweile möglich, Fremdstoffe selbst in Spuren nachzuweisen, die lediglich einige Milliardstel Gramm pro Liter ausmachen. Im Rahmen der jüngsten Messkampagnen hat das BAFU 69 Substanzen nachgewiesen. Dabei fanden sich 21 Pestizide oder Abbauprodukte in Konzentrationen über dem Anforderungswert der GSchV von 0,1 µg/l.

Das Auftreten dieser Stoffe im Grundwasser zeigt einen klaren Zusammenhang mit der Bodennutzung im Einzugsgebiet: Belastete Vorkommen finden sich primär in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten sowie in urbanen Re-



Vom Regen abgeschwemmte Pestizide und deren Abbauprodukte versickern und gelangen zum Teil ins Grundwasser.



Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Belastung des Grundwassers mit Pestiziden und dem Anteil der Ackerfläche in einem Einzugsgebiet. So findet man die maximalen Konzentrationen oft in Gegenden, in denen Ackerbau vorwiegt. Auch Grundwasservorkommen mit urbanen Einzugsgebieten sind häufig belastet.

gionen unterhalb von 800 Metern über Meer. Besonders betroffen sind das Mittelland sowie die Haupttäler im Wallis, Tessin und Jura. In Einzugsgebieten, wo Acker- und Weinbau oder Siedlungen dominieren, ermittelte das BAFU in jedem sechsten Fall Konzentrationen über dem Anforderungswert der GSchV. Bezogen auf das Total aller untersuchten Messstellen war «nur» jede zehnte davon betroffen.

Persistente Herbizide im Grundwasser

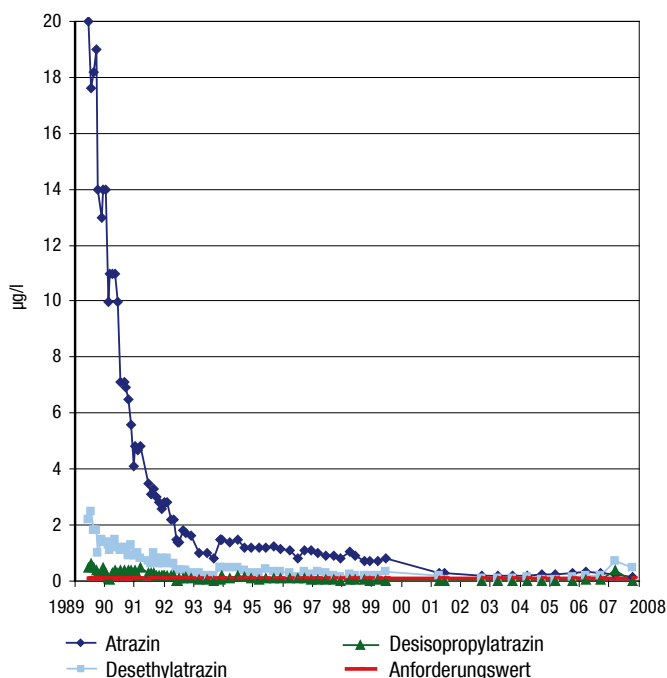
Bei den nachgewiesenen Überschreitungen handelt es sich grösstenteils um Herbizide und um deren Abbauprodukte. Letztere sind meist häufiger und in höheren Mengen zu finden als ihre Ausgangsstoffe. Dies gilt zum Beispiel für 2,6-Dichlorbenzamid, das aus dem Pflanzenbekämpfungsmittel Dichlobenil entsteht, oder für Metolachlor ESA, einem ebenfalls mobilen und langlebigen Abbauprodukt des im Ackerbau eingesetzten Herbizids Metolachlor. Solche Abbauprodukte

dürften jedoch gar nicht ins Grundwasser gelangen. Die Gewässerschutzverordnung verlangt nämlich, dass hier prinzipiell keine künstlichen, langlebigen Stoffe enthalten sein sollen. Dies gilt grundsätzlich, auch wenn die gemessenen Konzentrationen bei einer Nutzung solcher Vorkommen als Trinkwasser nach heutigem Wissensstand kein Gesundheitsrisiko für die betroffene Bevölkerung darstellen.

Die Problematik der Langlebigkeit von schlecht abbaubaren Pestiziden im Grundwasser illustriert das Fallbeispiel der Triazine. Dazu gehören speziell die Herbizide Atrazin und Simazin, deren Anwendung aufgrund der bestehenden Umweltrisiken in den letzten zwei Jahrzehnten zunehmend eingeschränkt worden ist. Trotz stark rückläufigen Verbrauchsmengen zählen diese Substanzen im Grundwasser nach wie vor zu den am häufigsten nachgewiesenen Pestiziden, weshalb etliche Überschreitungen des Anforderungswertes auf diese Stoffgruppe zurückgehen.

Das Paradebeispiel Chaltenstein

Anhand der Grundwasserfassung Chaltenstein bei Küsnacht ZH lässt sich exemplarisch aufzeigen, wie lange es dauern kann, bis die Konzentration eines persistenten Schadstoffs in einem belasteten Vorkommen wieder die gesetzlichen Vorgaben erfüllt. 1988 stiess das kantonale Labor Zürich vor Ort auf hohe Atrazin-Werte von rund 20 µg/l, was den Anforderungswert der GSchV 200-mal übertraf und zudem um das Zehnfache über dem damaligen Richtwert der Weltgesundheitsorganisation für Trinkwasser lag. Als Folge der starken Verschmutzung musste die Gemeinde ihr Pumpwerk stilllegen. Umfangreiche wissenschaftliche Abklärungen ermittelten den Geleiseunterhalt der Forchbahn als Hauptursache der hohen Atrazin-Konzentrationen. Weil das mit dem Unkrautbekämpfungsmittel behandelte Schotterbett direkt auf dem Molassegestein liegt, konnte das Herbizid – mangels einer ausreichenden Bodenpassage – rasch versickern und in den feinkörnigen Sedimenten des Grundwasserleiters depotartige Rückstände bilden, die dann kontinuierlich ausgewaschen wurden. Obwohl im Einzugsgebiet der Fassung inzwischen seit 20 Jahren kein Atrazin mehr ausgetragen wird, erreichten das Herbizid und seine Abbauprodukte im März 2008 immer noch Gesamtkonzentrationen von rund 0,7 µg/l.



Entwicklung der Konzentrationen von Atrazin und dessen Abbauprodukten im Pumpwerk Chaltenstein bei Küsnacht ZH. Obwohl das Herbizid hier seit Ende der 1980er-Jahre nicht mehr ausgebracht wird, lagen die Konzentrationen auch im Frühjahr 2008 noch deutlich über dem Anforderungswert der GSchV von 0,1 µg/l. (Datenquelle: Dr. von Moos AG)



Grundwasservorkommen in bewaldeten Einzugsgebieten sind kaum mit Pestiziden belastet.

Nötig ist ein noch besserer Schutz vor Verunreinigungen

Auch wenn der Einsatz von Atrazin und Simazin hierzulande ab 2011 nicht mehr erlaubt ist, dürften die Grundwasserbelastungen durch diese Substanzen also noch jahrelang anhalten. Immerhin scheint sich dank den bereits früher verfügbaren Verbrauchseinschränkungen ein langsamer Rückgang der Atrazin-Gehalte und der Anzahl Nachweise abzuzeichnen. Allerdings besteht eine gewisse Gefahr, dass bei Verboten einzelner Substanzen ihre Ersatzstoffe und deren Abbauprodukte vermehrt ins Grundwasser gelangen. Weil landesweite Daten zur Pestizid-Belastung der Messstellen erst seit 2002 verfügbar sind, lässt sich gegenwärtig aber noch keine generelle Einschätzung der längerfristigen Entwicklung vornehmen. Ein gezieltes Monitoring scheitert vorderhand auch am Fehlen einer zuverlässigen Wirkstoffbuchhaltung. Genaue Angaben über die ausgebrachten Substanzen, ihre Einsatzmengen, den Zeitpunkt und die Witterung in den jeweiligen Einzugsgebieten wären eine wichtige Voraussetzung für die effiziente Beobachtung der Pestizid-Belastung im Grundwasser.

Zum besseren Schutz von Grundwasserfassungen vor Verunreinigungen sollte die Anwendung von Pestiziden an besonders empfindlichen Standorten – wie etwa in der Nähe

ren Umgebung von Trinkwasserfassungen – weiter eingeschränkt werden. Eigentlich sind hier alle Tätigkeiten untersagt, die das Grundwasser auf seiner letzten Wegstrecke vor der Nutzung qualitativ beeinträchtigen können. Eine selektivere Zulassung, generelle Programme zur Risikoreduktion sowie gezielte Korrekturen bei sichtbaren Problemen können dazu beitragen, die Belastung der Umwelt mit Schadstoffen zu reduzieren. Gemäss der GSchV begrenzen die Kantone bei Bedarf zum Beispiel die Anwendung von Pestiziden im Zustrombereich von Trinkwasserfassungen. Daneben müssen

aber ganz allgemein auch die bereits heute geltenden Anwendungseinschränkungen zum Schutz unserer Trinkwasserressourcen besser umgesetzt werden.

Ein weiteres Verschmutzungsrisiko geht von der Verwendung verschiedener Mittel zum Schutz von Flachdächern und Fassadenverputzen gegen Wurzeln, Algen- und Pilzbewuchs aus. Wird das entsprechend belastete Abwasser von Dächern und Hausvorplätzen versickert, müssen solche Anlagen zwingend über eine biologisch aktive, bewachsene Bodenschicht verfügen.



In Regionen mit intensivem Ackerbau entspricht das Grundwasser häufig nicht den Qualitätsanforderungen.



Beispiel einer extrem durch Verschmutzung gefährdeten Grundwasserfassung mitten in einem Maisfeld.

Belastung mit dem Nährstoff Nitrat

> Erneuter Anstieg der Nitrat-Konzentrationen

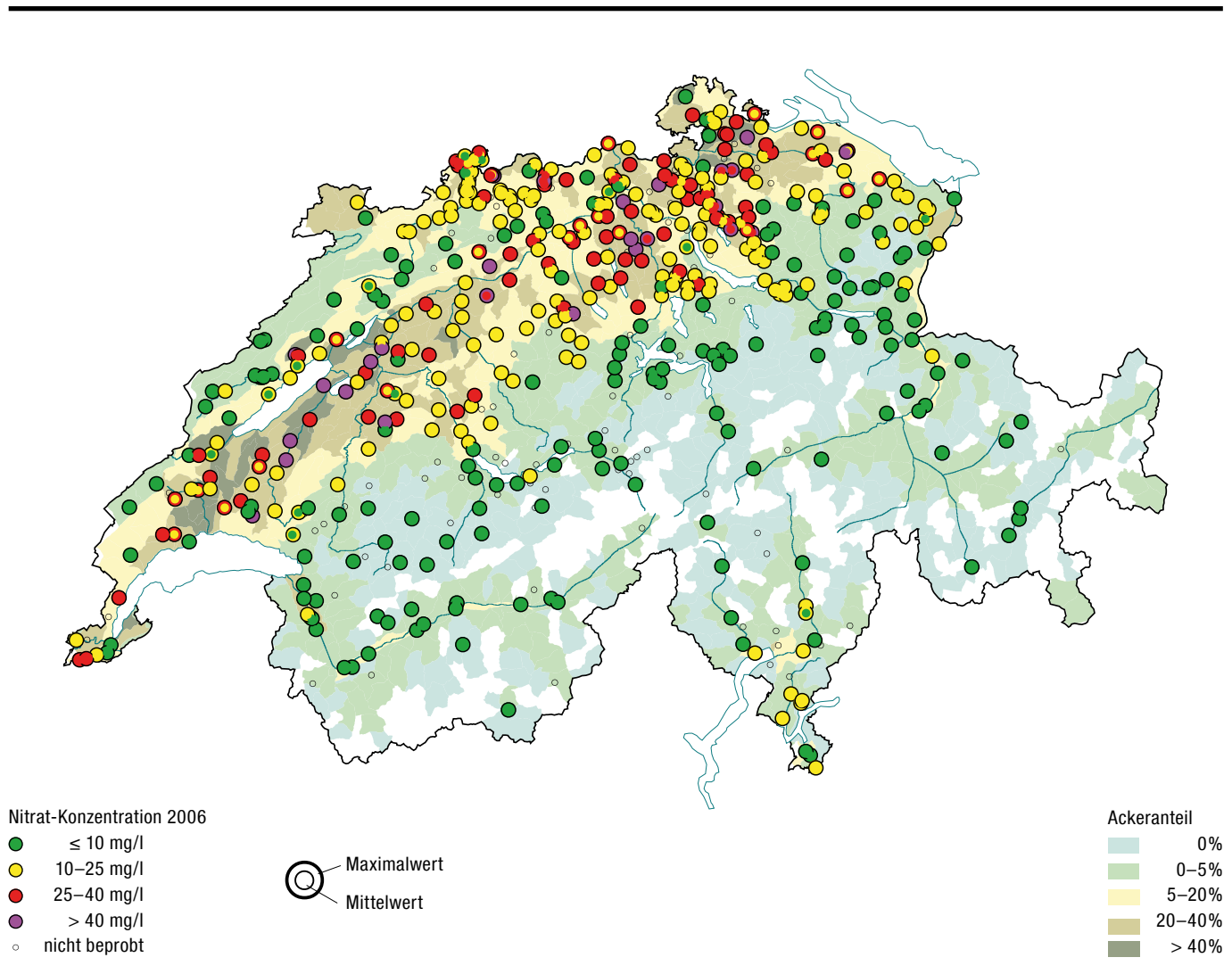
Nach einem mehrjährigen Zeitraum mit sinkenden Nitrat-Konzentrationen sind diese zwischen 2003 und 2006 vor allem in landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten wieder deutlich angestiegen.

Naturbelassenes Grundwasser enthält in der Regel nur wenige Milligramm Nitrat pro Liter. Höhere Konzentrationen gehen zumeist auf menschliche Einflüsse zurück. Vor allem die intensive landwirtschaftliche Nutzung des Bodens im Acker- und Gemüsebau – das heisst der hohe Einsatz stickstoffhaltiger Dünger, die mechanische Bodenbearbeitung und winterliche Brachflächen – fördern die Auswaschung von Stickstoff ins Grundwasser. Dies geschieht mehrheitlich in Form von Nitrat, während die Stickstoff-Verbindungen Nitrit und Ammonium aus gesamtschweizerischer Sicht für die Qualität des Grundwassers kein Problem darstellen. Erhöhte Nitrat-Mengen im Grundwasser sind zudem oft auch ein Indiz für die Belastung mit weiteren unerwünschten Fremdstoffen wie etwa Pestiziden.

Die Gewässerschutzverordnung legt für genutztes oder zur Nutzung vorgesehenes Grundwasser einen Anforderungswert von maximal 25 mg/l Nitrat fest. Im Jahr 2006 konnte etwa jede vierte beprobte NAQUA-Messstelle diese Vorgabe nicht einhalten. Zudem lagen rund 5 Prozent der Standorte auch über dem in der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) für Trinkwasser vorgeschriebenen Toleranzwert von 40 mg/l. Die höchsten Belastungen finden sich in Ackerbaugebieten, wo 2006 jede sechste Messstelle über dem Toleranzwert der FIV lag und insgesamt rund 60 Prozent der Messstellen den Anforderungswert der GSchV überschritten. Betroffen waren in erster Linie das Mittelland und vereinzelt auch Grundwasservorkommen im Jura.



Böden ohne Vegetation begünstigen die unerwünschte Auswaschung von Nitrat ins Grundwasser.



Die höchsten Nitratkonzentrationen im Grundwasser finden sich im landwirtschaftlich intensiv genutzten Mittelland, und zwar vor allem in Regionen mit einem grossen Anteil offener Ackerfläche.

Nach einem mehrjährigen Zeitraum mit sinkenden Nitrat-Konzentrationen sind diese zwischen 2003 und 2006 vor allem in landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten wieder deutlich angestiegen. Dieser unerfreuliche Trend macht mehr als die Hälfte des zuvor seit Mitte der 1990er-Jahre erzielten Rückgangs um 10 bis 20 Prozent zunichte. Die Entwicklung betrifft vor allem Messstellen von Wassereinzugsgebieten, in denen Ackerbau sowie Gras- und Viehwirtschaft dominieren. Hier beträgt die Zunahme der Nitrat-Konzentration im Durchschnitt 2 bis 3 mg/l. Dagegen ist etwa an Waldstandorten kein wesentlicher Anstieg zu beobachten.

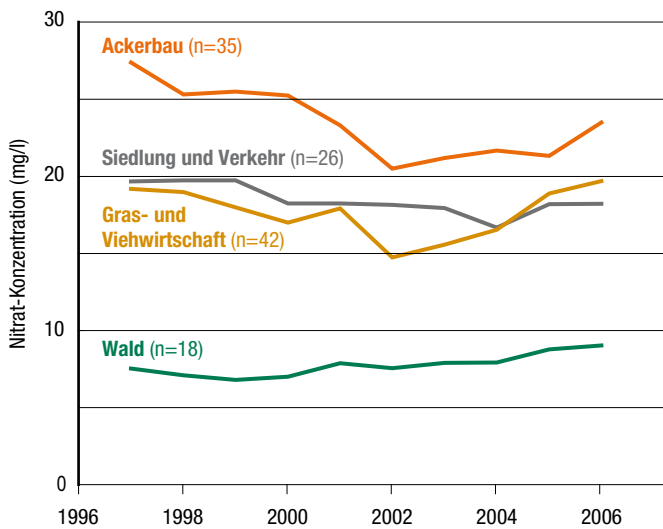
Ursachen des Nitrat-Anstiegs

Die Ursachen der erneut gestiegenen Nitrat-Konzentrationen sind nicht restlos geklärt. Sie dürften einerseits in der land-

wirtschaftlichen Bodenbewirtschaftung und andererseits in den klimatisch-hydrologischen Verhältnissen liegen.

Nach einer zu Beginn der 1990er-Jahre deutlichen Abnahme der Stickstoff-Überschüsse in der Landwirtschaft stagnieren diese seit etwa 2000 oder nehmen sogar wieder leicht zu. Seit dem Jahr 2004 ist zudem der Bodenschutzindex im ökologischen Leistungsnachweis nicht mehr vorgeschrieben, was die Zunahme winterlicher Brachflächen und damit die Auswaschung von Nitrat aus offenen Ackerflächen begünstigt.

Mitverantwortlich für die Entwicklung ist wohl auch eine temporäre Veränderung des Nitrat-Transports vom Boden ins Grundwasser durch die aussergewöhnlichen klimatischen Bedingungen der letzten Jahre. Als Folge der ausgeprägten Trockenheit im Sommer 2003 und des Niederschlagsdefizits



Nach einem Rückgang der Nitrat-Konzentrationen im Grundwasser zwischen 1997 und 2002 haben diese seither wieder zugenommen, wie eine Auswertung der Nitrat-Mittelwerte nach Hauptbodenutzung an 121 Messstellen aus 11 Kantonen zeigt.

in den darauf folgenden Jahren wurde Nitrat verzögert und in höheren Konzentrationen ausgewaschen. Wie stark sich solche klimatischen Faktoren auf die Nitrat-Konzentrationen im Grundwasser auswirken können, hängt aber vom im Boden verbleibenden Stickstoff-Überschuss und damit letztlich zu einem wesentlichen Teil von der ausgebrachten Düngermenge und den angebauten Kulturen ab.

Nitrat-Verluste im Sickerwasser verringern

Mit seiner vor Jahren beschlossenen Nitrat-Strategie will der Bund die Nitrat-Konzentration bei allen Grund- und Quellwasserfassungen, welche für die Gewinnung von Trinkwasser genutzt werden, unter 25 mg/l senken. Nach anfänglichen Erfolgen markieren die jüngsten Daten nun einen Rückschlag auf dem Weg zu diesem Ziel. Dabei droht das ökonomische Umfeld die unbefriedigende Nitrat-Situation weiter zu verschärfen. So dürften der weltweite Verlust an produktiven Ackerbauflächen, die boomende Nachfrage nach Agrotreibstoffen sowie der wachsende Preisdruck durch fallende Zollschränken die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion im Inland zusätzlich verstärken.

Um den Zustand der mit Nitrat belasteten Grundwasservorkommen wieder zu verbessern, werden in mehreren Einzugsgebieten der Kantone AG, FR, NE, SH, SO, VD und ZH regionale oder lokale Sanierungsprojekte nach Artikel 62a des Gewässerschutzgesetzes durchgeführt. Der Bund unterstützt diese kantonal koordinierten Massnahmen zur Nitrat-Reduktion von Trinkwasserfassungen mit landwirtschaftlich ge-

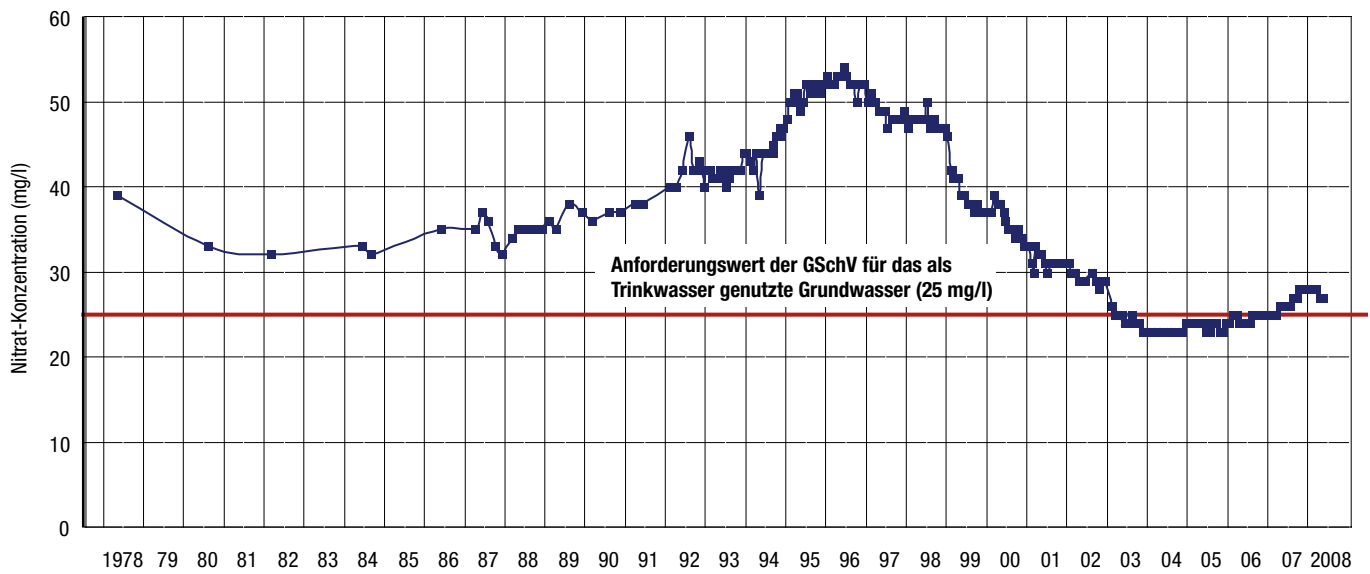
prägtem Zuströmbereich. Dabei erhalten die Bauern finanzielle Entschädigungen für Investitionen zur Betriebsumstellung sowie für Ertragseinbussen, die ihnen etwa durch die vertraglich abgesicherte Umwandlung von Ackerflächen in Dauerwiesland entstehen.

Den Erfolg solcher Projekte belegt das Beispiel eines gut 100 Hektaren grossen Einzugsgebiets im aargauischen Wohlenschwil. Erreichte der Nitrat-Gehalt des Grundwassers hier 1996 noch einen Spitzenwert von 53 mg/l, so sank er dank einem Bündel von nitratmindernden Massnahmen bis 2003 erstmals seit Jahrzehnten unter die kritische Marke von 25 mg/l. In den Folgejahren kam es – wohl aufgrund der ungünstigeren Witterungsbedingungen – wieder zu einem leichten Anstieg auf knapp 28 mg/l, der die grundsätzlichen Fortschritte der Sanierung jedoch nicht in Frage stellt. Neben der Stilllegung von Ackerland umfasst das Massnahmenpaket unter anderem Einschränkungen des Düngerverbrauchs, der Bodenbearbeitung und der Freilandhaltung von Schweinen. Angesichts der ermutigenden Resultate beabsichtigt der Bund, solche Projekte auch in Zukunft zu fördern, langfristig abzusichern und auf weitere Regionen auszudehnen.

Im Rahmen des ökologischen Leistungsnachweises und der Direktzahlungsverordnung (DZV) soll aber auch die allgemeine Landwirtschaftspolitik noch vermehrt zur Reduktion der Nitrat-Verluste beitragen.



Die ausgebrachte Düngermenge ist ein entscheidender Faktor für die Nitratbelastung.



Verlauf der Nitrat-Konzentration in Milligramm pro Liter im Pumpwerk Froberg der Gemeinde Wohlenschwil von 1978 bis 2008. Die Fortschritte der nach 1996 eingeleiteten nitratmindernden Massnahmen durch Umstellungen in der Landwirtschaft sind deutlich zu erkennen. (Datenquelle: Gemeinde Wohlenschwil)



Der Hofdünger-Austrag bei idealen Witterungsbedingungen vermindert die Ausschwemmung von Stickstoff in die Gewässer.

Belastung mit VOC

> Spuren von Kohlenwasserstoffen sind weit verbreitet

Die Belastungen des Grundwassers mit flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) sind in der Regel ein Abbild der Besiedlungsdichte. Je urbaner eine Region und je intensiver das Verkehrsaufkommen, umso eher finden sich VOC-Spuren im Untergrund.

VOC ist ein Sammelbegriff für eine Vielzahl von flüchtigen organischen Verbindungen aus diversen Stoffgruppen mit den unterschiedlichsten Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit. Darunter fallen zum Beispiel die in grossen Mengen eingesetzten Treib-, Brenn- und Schmierstoffe sowie Lösungsmittel für Industrie, Gewerbe und Haushalte. Allein in der Schweiz werden jährlich rund 12 Millionen Tonnen Erdölprodukte verbraucht. VOC dienen zudem als Ausgangs- und Hilfsstoffe in der chemischen Industrie und treten als Verunreinigungen oder Abbauprodukte auf – so etwa in Form von Verbrennungsrückständen. Bedingt durch den enormen Stoffumsatz gelangen dabei auch bedeutende Mengen in die Umwelt.

Die VOC-Belastungen im Grundwasser sind in der Regel ein Spiegel der Besiedlungsdichte. Je urbaner eine Region und je intensiver das Verkehrsaufkommen, umso eher finden sich Spuren solcher Substanzen im Untergrund. In den von

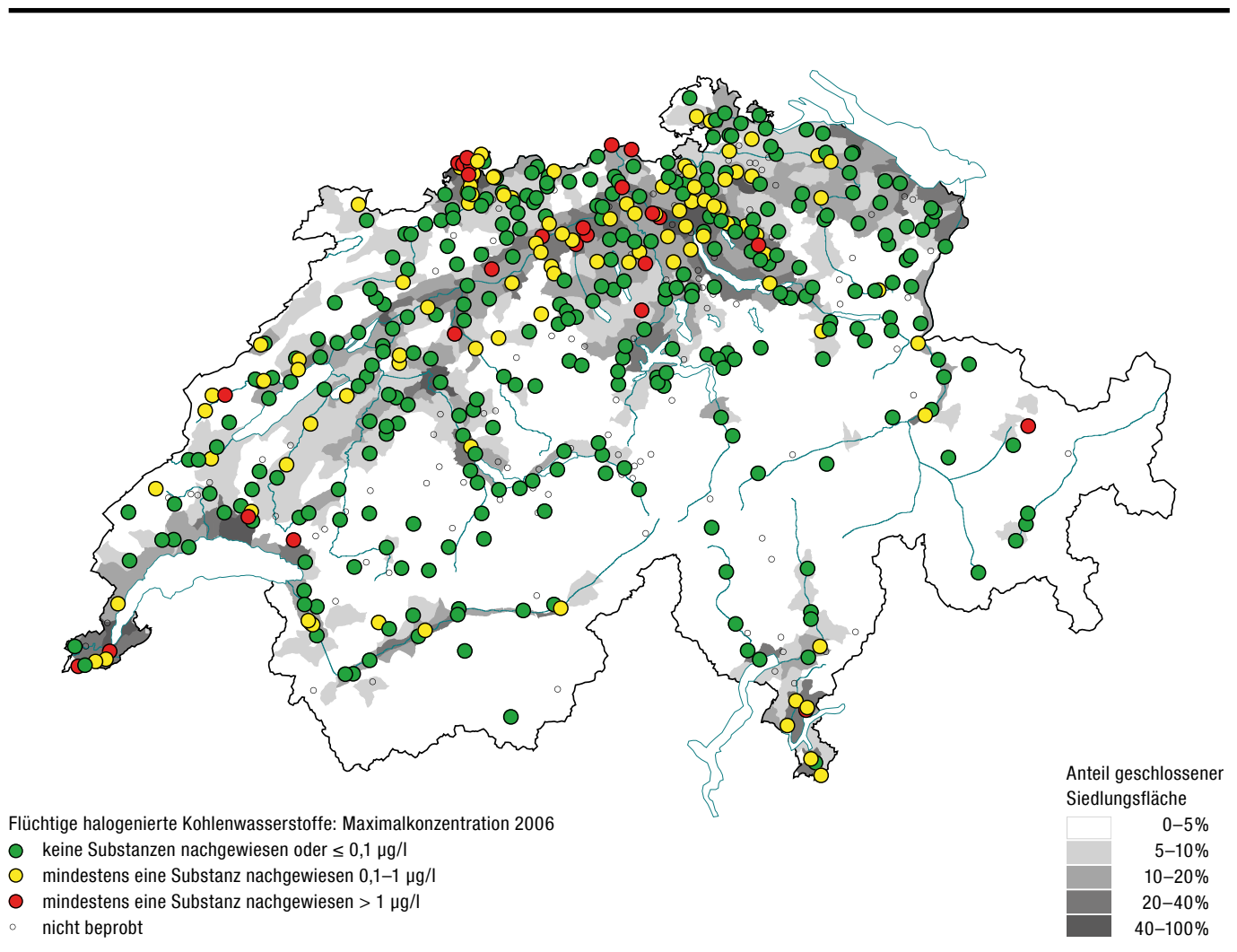
Siedlungen und Verkehrswegen dominierten Wassereinzugsgebieten konnte – gemäss den aktuellen NAQUA-Daten – ungefähr jede fünfte Probenahmestelle dem Anforderungswert der GSchV von 1 µg/l mindestens ein Mal pro Jahr nicht genügen. Hier stiess das BAFU bei gut drei Viertel der Messstellen auf Spuren von VOC. Im Landesdurchschnitt überschritten etwa 7 Prozent die GSchV-Vorgabe, und rund ein Drittel der untersuchten Messstellen wies Spuren von VOC auf.

Die Problematik der halogenierten Kohlenwasserstoffe

Aus Sicht des Grundwasserschutzes bereiten insbesondere die flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (FHKW) Probleme. Sie sind biologisch nur schlecht abbaubar und daher in der Umwelt meist äusserst langlebig. Weil ihr spezifisches Gewicht höher ist als dasjenige von Wasser, können sie sich auf dem Grund der unterirdischen Wasservorkommen



Bauten im Grundwasser und Unfälle sind nur zwei der vielen Ursachen von VOC-Belastungen des Grundwassers.



Zwischen der Siedlungsdichte und den maximalen Konzentrationen an flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen im Grundwasser besteht ein enger Zusammenhang.

ansammeln und diese auch Jahrzehnte nach ihrem Eindringen noch belasten. Einmal mit der Nahrung aufgenommen, reichern sich FHKW im Fettgewebe von Lebewesen an, haben oft eine giftige Wirkung und stehen zudem im Verdacht, krebserregend zu sein und das Hormonsystem höherer Lebewesen zu beeinflussen.

Solche Chemikalien wie die im Grundwasser mit Abstand am häufigsten nachgewiesenen VOC-Substanzen Trichlorethen und Tetrachlorethen gelangten früher als Lösungs- und Reinigungsmittel tonnenweise in die Umwelt. Ältere Betriebsstandorte der Metall- und Maschinenindustrie, von chemischen Reinigungen oder Anlagen zur Aufbereitung von Schlachtabfällen erweisen sich denn auch häufig als Verursacher von gravierenden Grundwasserverschmutzungen. Wegen Belastungen weit über dem Anforderungswert der GSchV von $1 \mu\text{g/l}$ je Einzelstoff mussten in der Schweiz bereits zahlreiche Trinkwasserfassungen aufgegeben oder aufwendig saniert werden.

Aufgrund der seit den späten 1980er-Jahren getroffenen Massnahmen zur Reduktion des FHKW-Verbrauchs hat deren Einsatz in Industrie und Gewerbe mittlerweile deutlich abgenommen. Wegen ihrer Langlebigkeit und Mobilität in der Umwelt dürften diese problematischen Stoffe jedoch noch jahrelang aus belasteten Standorten ins Grundwasser gelangen. Im Bereich der Siedlungs- und Verkehrsflächen wird der GSchV-Anforderungswert heute noch bei jeder fünften NAQUA-Messstelle überschritten, was zum Teil weitere Abklärungen und Sanierungsmassnahmen erfordert.

Die Situation ist im Allgemeinen nicht alarmierend, aber trotzdem unbefriedigend. Die zum Teil seit Jahrzehnten anhaltenden Grundwasserverschmutzungen mit FHKW zeigen, dass auf den Einsatz bekannter Problemstoffe wie Tri- und Tetrachlorethen zu verzichten ist. Gleichzeitig gilt dies auch für den Einsatz neuer langlebiger und mobiler Stoffe, damit keine weiteren – nur aufwändig zu sanierenden – Grundwasserverschmutzungen entstehen können.

Mikroverunreinigungen durch Medikamente

> Arzneimittel gelangen vom Fluss- ins Grundwasser

Mikroverunreinigungen durch Arzneimittel treten vor allem in Grundwasservorkommen in der Nähe von infiltrierenden Fließgewässern auf. Um diese Belastungen zu reduzieren, müssen die Kläranlagen den Eintrag solcher Substanzen in die Oberflächengewässer vermindern.

Die Humanmedizin setzt in der Schweiz rund 3000 verschiedene Arzneimittelwirkstoffe ein, wobei etwa 95 Prozent der Verkaufsmenge auf weniger als 50 Wirkstoffe entfallen. Wie die erstmalige Untersuchung einer grösseren Palette von Medikamentenrückständen an ausgewählten NAQUA-Messstellen zeigt, treten Spuren solcher Stoffe vor allem in Grundwasservorkommen auf, die zu einem wesentlichen Teil von infiltrierenden Fließgewässern mit Anteilen von geklärtem Abwasser gespeisen werden. Vereinzelt kommen auch undichte Abwasserleitungen als Ursache in Frage.

Die Untersuchung auf rund 80 Medikamente und Abbauprodukte ergab den Nachweis von insgesamt 10 Wirkstoffen im Grundwasser. Dabei handelt es sich um 6 Antibiotika, 2 Röntgenkontrastmittel, 1 Antiepileptikum und um das Abbauprodukt eines Lipidsenkers. Betroffen war jede vierte untersuchte Messstelle. Hier ermittelte das BAFU typische Gehalte von rund 0,01 bis 0,02 µg/l, während sich nur ausnahmsweise Konzentrationen über 0,1 µg/l fanden. Die Maximalwerte liegen wesentlich unter den therapeutischen Kon-

zentrationen, so dass eine Verwendung dieses Grundwassers als Trinkwasser nach heutigem Kenntnisstand keine Gefahr für die menschliche Gesundheit bedeutet. Trotzdem ist das Auftreten dieser Mikroverunreinigungen im Grundwasser unerwünscht und steht im Widerspruch zu den ökologischen Zielen des Gewässerschutzrechts.

Die Betreiber der Kläranlagen sind gefordert

Weil zahlreiche Fremdstoffe bei der Uferfiltration nicht ausreichend zurückgehalten oder abgebaut werden, lässt sich eine Verbesserung der Grundwasserqualität nur über eine Reduktion der entsprechenden Konzentrationen in den Oberflächengewässern erreichen. Dies erfordert weitere Massnahmen in den Kläranlagen, wie zum Beispiel eine zusätzliche Reinigungsstufe zur Elimination solcher Mikroverunreinigungen im gereinigten Abwasser. Das BAFU erarbeitet gegenwärtig eine Strategie, um den Eintrag dieser Stoffe in die Gewässer wirksam zu verringern.



Noch können Kläranlagen Mikroverunreinigungen im Abwasser nur unzureichend eliminieren.

Impressum

Herausgeber

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

Konzept und Redaktion

Beat Jordi, Biel

Begleitung BAFU

Daniel Hartmann, Ronald Kozel (Projektleitung)

Bildnachweis

Fotoagentur AURA, Luzern: Titelbild, 8 o.; BAFU: 2, 3 l., 4, 5, 8 u.; Markus Zeh,
GSA, Bern: 3 r.; Beat Jordi, Biel: 7, 9, 12; Margrit Sixt, Kerzers: 11; Alison Pouliot,
Biel: 13 l.; Kantonspolizei St. Gallen: 13 r.; Roland Senn, Altdorf: 15.

Bezug

BAFU
Verlagsauslieferung
CH-3003 Bern
Fax 031 324 02 16
docu@bafu.admin.ch
www.umwelt-schweiz.ch/ud-1003-d

Bestellnummer: UD-1003-D; kostenloser Bezug

Diese Publikation ist auch in französischer, italienischer und englischer Sprache
erhältlich (UD-1003-F/I/E).

Literatur

Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung Schweiz (NAQUA). Zustand und
Entwicklung 2004–2006, BAFU, Bern, 2009, 144 Seiten.
Bestellnummer: UZ-0903-D, CHF 25.– (inkl. MWSt.)
Management des Grundwassers in der Schweiz, BAFU, Bern, 2008, 40 Seiten.
Bestellnummer: UM-0806-D, CHF 10.– (inkl. MWSt.)
Wegleitung Grundwasserschutz, Vollzug Umwelt, BUWAL, Bern, 2004, 133 Seiten.
Bestellnummer: VU-2508-D, gratis

Bezug

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

Links

www.umwelt-schweiz.ch/grundwasser
www.wasserqualitaet.ch
www.nitrat.ch
www.eawag.ch

© BAFU 2009