

2/2005

aquaterra

Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**

HYDROGEOLOGIE

**Grundwasser
unter der Lupe**





Ronald Kozel,
Leiter der Sektion
Hydrogeologie, BWG

Grundlagen für die langfristige Erhaltung der Trinkwasserressourcen

Die Hydrogeologie befasst sich mit dem Wasser in der Erdkruste und ist eine vergleichsweise junge Disziplin der Naturwissenschaften. Sie bildet das Bindeglied zwischen der Geologie und der Hydrologie, stand aber lange in deren Schatten. Doch inzwischen hat das Interesse an der Hydrogeologie auch bei uns stark zugenommen. Meldungen über Wasserknappheit und Grundwasserverschmutzungen lassen die Gesellschaft aufhorchen. Sensibilisiert durch das UNO-Jahr des Wassers 2003 erkennt die Bevölkerung zunehmend die Notwendigkeit, sich für den Schutz des Grundwassers einzusetzen.

Doch weshalb beschäftigt sich ein Bundesamt mit der Hydrogeologie? Glücklicherweise droht uns hier zu Lande ja kein dramatischer Wassermangel, und im Normalfall können alle ihren Durst ohne Bedenken an jedem Wasserhahn stillen. Aus den Leitungen sprudelt genug und qualitativ einwandfreies Trinkwasser, das zu über 80 Prozent aus Grundwasser gewonnen wird. Den rund 1000-mal teureren Mineralwässern ist es oft ebenbürtig oder gar überlegen. Diese Vorzugsqualität ist ein Geschenk der Natur, das es aktiv zu bewahren gilt. Wie lebenswichtig und verletzlich die natürlichen Ressourcen sind, haben uns die Trinkwasserverschmutzungen in den Überschwemmungsgebieten während der Hochwasser im vergangenen August wieder einmal deutlich vor Augen geführt.

Um die Erhaltung unseres wichtigsten einheimischen Rohstoffes langfristig sicherzustellen, müssen die Grundwasservorkommen erkundet, nachhaltig bewirtschaftet und geschützt werden. Auch für das Verständnis von Massenbewegungen und Überschwemmungen sowie des Schadstofftransports im Untergrund spielen vertiefte Kenntnisse der Grundwasserverhältnisse häufig eine zentrale Rolle. Die Sektion Hydrogeologie der BWG-Abteilung Landesgeologie liefert dazu die landesweiten Grundlagen. Sie dokumentiert, beobachtet, bewertet und informiert im Dienste von Praxis, Verwaltung, Wirtschaft und Öffentlichkeit. Mit den Messnetzen zur qualitativen und quantitativen Beobachtung des Grundwassers trägt das BWG zur Früherkennung von Problemen bei, damit wir auch morgen und übermorgen noch die Alternative zwischen preiswertem Hahnenburger und teurem Mineralwasser aus der Flasche haben.



Landesweite Beobachtung

Mit seinen landesweiten Messnetzen kontrolliert das BWG die Menge und Qualität des Grundwassers. Die Daten sind wichtige Grundlagen für die nachhaltige Nutzung und den Schutz der wichtigsten Trinkwasserressource.

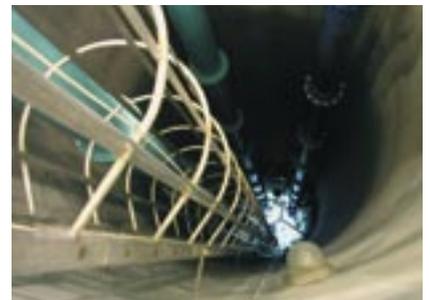
Seite 3



Verschlungene Wasserwege

Künstliche Markierstoffe dienen unter anderem dazu, die Fliesswege des Grundwassers oder das Einzugsgebiet einer Quelle zu bestimmen. Das BWG betreibt eine zentrale Meldestelle für solche Markierversuche.

Seite 8



Zu nahe am Fluss

Zur Verbesserung des Hochwasserschutzes benötigen die eingegengten Fließgewässer wieder mehr Raum. Dies führt zu Zielkonflikten mit der Trinkwasserversorgung, denn viele Pumpbrunnen stehen zu nahe an den Flüssen.

Seite 11

Titelbild: Die Quelfassung in Heitenried FR ist eine der Messstationen zur Beobachtung des Grundwassers.

Wichtige Beobachtungsposten im Untergrund

Das in den Locker- und Festgesteinen zirkulierende Grundwasser ist in der Schweiz mit einem Anteil von über 80 Prozent die wichtigste Ressource für die Versorgung mit Trink- und Brauchwasser. Um Qualität und Menge dieser unterirdischen Wasservorräte und allfällige Veränderungen fundiert beurteilen zu können, betreibt das BWG ein flächendeckendes Netz zur Beobachtung des Grundwassers. Die Daten liefern wichtige Informationen zur Früherkennung von Problemen.

Grundwasseraustritte in der Oberen Meeresmolasse am Westufer des Schiffenensees FR. In der Felswand erstarrt das aus durchlässigen Schichten tropfende Quellwasser im Winter zu Eiszapfen.

bjo. Das Dorf Heitenried FR liegt in einer sanft geschwungenen Hügellandschaft im mittleren Sensebezirk des Kantons Freiburg. Hier auf knapp 800 Meter über Meer hat vor Jahrtausenden das Vordringen und der Rückzug des Rhonegletschers die Landschaft massgeblich gestaltet. Davon zeugen etwa die abgelagerten Moränen und kleineren Senken, welche die Eismassen einst in den weichen Molassesandstein gehobelt haben. Heute wird die Gegend stark von der Landwirtschaft geprägt. Wald und Hecken machen nur gerade 19 Prozent des Gemeindegebiets von 9 Quadratkilometern aus. Gut 46 Prozent dienen als Wiesland der Viehhaltung, und auf 29 Prozent der Fläche betreiben die Bauern Ackerbau.

Der reizvolle Wechsel von Hügelzügen und Geländemulden prägt auch den lokalen Wasserhaushalt. Die jährliche Niederschlagsmenge von 1300 Millimetern entspricht ungefähr dem Durchschnitt des südlichen Mittellandes im Randbereich der Voralpen. Aufgrund der speziellen Topographie finden sich in der Gegend viele kleinräumige Quelleinzugsgebiete mit eher geringem Oberflächenabfluss. Dazu gehört auch das 18 Hektaren grosse Einzugsgebiet der Hangbüel-Quelle im Norden des Dorfcentrums von Heitenried, welche die knapp 1200 Bewohner der Streusiedlungsgemeinde mit Trinkwasser versorgt. Umgerechnet auf einen Quadratmeter versickern hier pro Jahr gut 600 Liter Regenwasser im Boden – die

andere Hälfte verdunstet oder fliesst oberflächlich ab.

Im Untergrund sickert das Wasser zuerst durch eine geringmächtige Deckschicht aus Boden und Schwemmmaterial und fliesst dann langsam durch die Poren und Klüfte des Sandsteins, bevor es mehrere Monate nach den Regenfällen in der Quelle schliesslich wieder zum Vorschein kommt. Die Fassung besteht aus einer unterirdisch angelegten Galerie mit sechs Zuflüssen und liegt – etwa zwei Meter unter der Bodenoberfläche – direkt im Sandstein der Oberen Meeresmolasse. Dieser Sandstein entstand hier vor rund 17 Millionen Jahren auf dem Grund eines seichten Meeresbeckens im Vorland der aufsteigenden Alpen.



Installation der Messsonden zur digitalen Erfassung der Quellwasserdaten in Heitenried FR (links), und Austritt einer ergiebigen Karstquelle im Kiental BE (rechts).

Je nach Saison und Niederschlagsgeschehen sprudeln pro Minute 160 bis 380 Liter aus der Hangbüel-Quelle. „Dieser relativ enge Schwankungsbereich ist typisch für Quellschüttungen im nicht sehr durchlässigen Molassegestein“, erklärt Ronald Kozel, Leiter der Sektion Hydrogeologie beim BWG. „Bedingt durch die geringe Fließgeschwindigkeit reagieren solche Quellen nur langsam auf das Niederschlagsregime, was für die Wasserversorgung vor allem bei längeren Trockenperioden vorteilhaft ist.“

Station des NAQUA-Messnetzes

Die Hangbüel-Quelle in Heitenried ist eine von 50 Stationen des seit 1997 aufgebauten Messnetzes NAQUA_{TREND}. In enger Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL verfolgt das BWG hier die langfristige Entwicklung der Grundwasserqualität. Die über das ganze Land verteilten Standorte sollen möglichst repräsentative Aussagen über den Zustand des Grundwassers in der Schweiz liefern. Wichtige Kriterien bei der Standortwahl waren unter anderem die naturräumliche Gliederung, die Flächennutzung im

Einzugsgebiet, die geologische Beschaffenheit des Untergrunds, die Grösse und Art des Grundwasservorkommens sowie dessen Erschliessung und Nutzung. Heitenried steht demnach stellvertretend für den Quelltypus im Festgestein des Mittellandes mit einem kleinräumigen Einzugsgebiet, das landwirtschaftlich intensiv genutzt wird.

Belastung durch den Ackerbau

Vor allem der Ackerbau wirkt sich deutlich auf die Qualität des Quellwassers in Heitenried aus. So lag dessen Nitratgehalt im Mittel der letzten Jahre bei gut 26 Milligramm NO_3 pro Liter und damit leicht über der Qualitätsanforderung der schweizerischen Gewässerschutzverordnung für genutztes Grundwasser von 25 mg/l. Der in der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung festgelegte Toleranzwert für Trinkwasser von 40 mg NO_3 /l wird in Heitenried jedoch auch von den Höchstkonzentrationen nicht überschritten. Erhöhte Nitratwerte in Ackerbaugebieten sind meist ein Indikator für weitere Belastungen des Grundwassers – so zum Beispiel mit Spuren von Pestiziden. Deshalb strebt man über die Reduktion der Nitratgehalte eine generelle

Verringerung des Schadstoffeintrags ins Grundwasser an.

Früherkennung von Problemen

Die 60 verschiedenen physikalischen und chemischen Parameter, welche an den NAQUA-Messstellen regelmässig erhoben werden, liefern den Bundesbehörden wichtige Informationen zur Früherkennung von Problemen. „Ohne ein solches Monitoringsystem wären sie nicht in der Lage, ihrem Gesetzauftrag zum Schutz des Grundwassers nachzukommen“, erklärt Ronald Kozel. Vor allem im dicht besiedelten und intensiv genutzten Mittelland weisen die Analysen in einer Vielzahl von Grundwasserfassungen Belastungen durch Nitrat, Spuren von Pflanzenschutzmitteln und verschiedene Kohlenwasserstoffe nach. „Die gefundenen Konzentrationen stellen zwar nach heutigem Kenntnisstand kein Gesundheitsrisiko dar, mahnen aber zur Vorsicht“, meint der Hydrogeologe Ronald Kozel. „Denn der während Jahrzehnten allzu sorglose Umgang mit einer Unmenge von wassergefährdenden Substanzen und die fortschreitende Überbauung der Einzugsgebiete wichtiger Grundwasservorkommen ge-



Messung der Schüttung einer kleinen Molassequelle (links). Der Standort ist Teil des NAQUA-Messnetzes zur Beobachtung des Grundwassers. Die Schichtabfolge im Lockergestein einer Kiesgrube im Berner Seeland (rechts) ist typisch für die Grundwasserleiter der grossen Flusstäler.

fährden die unterirdische Ressource und erschweren deren Schutz.“

Eine Vielzahl von Bedrohungen

Je nach Standort ist das Grundwasser heute einer Vielzahl von Bedrohungen ausgesetzt. Dazu zählen etwa Jauche und Abwasser aus undichten Kanalisationsanlagen, die zu einer Belastung der unterirdischen Ressource mit krankheits-erregenden Viren und Bakterien führen können. Weitere Gefahren gehen von Kunstdüngern, Pflanzenschutzmitteln, Giftstoffen aus Altlasten, Mineralölprodukten und leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen aus. Laufend kommen neue problematische Stoffe in Umlauf, die unter ungünstigen Bedingungen auch ins Grundwasser vordringen können. Beispielsweise richtet sich das Interesse momentan auf organische Spurenstoffe wie Tierarzneimittel und Röntgenkontrastmittel. Bis in Grundwasservorkommen eingetragene Schadstoffe wieder verschwunden sind, können Monate oder gar Jahre verstreichen. Dabei spielen die Stoffeigenschaften, der Boden und die Deckschichten sowie

die Art und Mächtigkeit der Gesteinsschichten eine zentrale Rolle.

Ergiebige Talschotterebenen

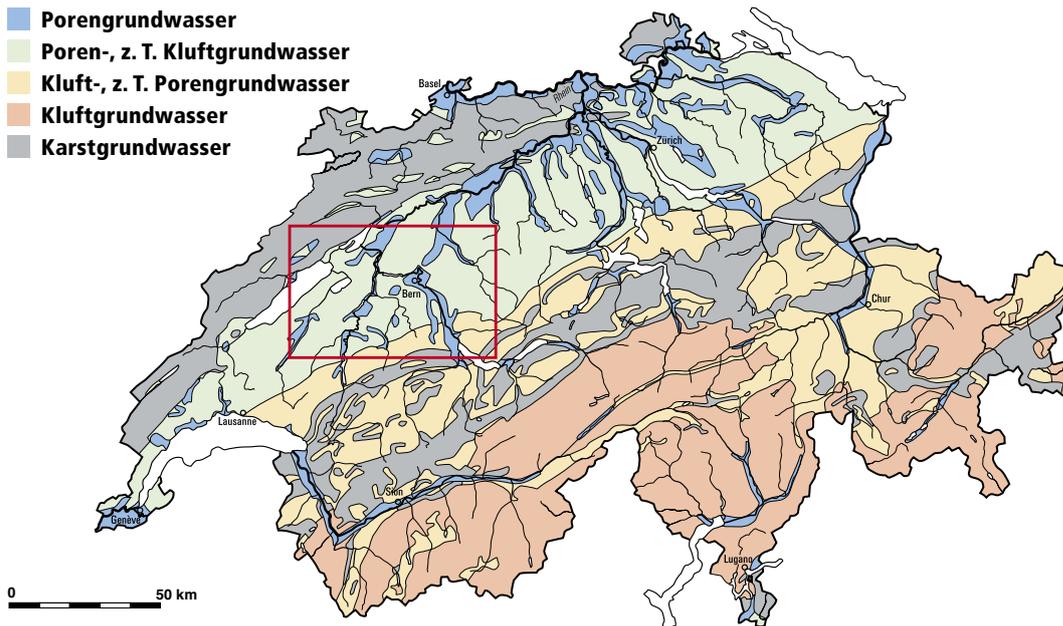
In den grossen Flusstälern fliesst das Grundwasser kilometerweit in mächtigen Schichten aus Lockergestein, bei dem es sich meist um sandige Schotter handelt. Bei der Bodenpassage und im Grundwasserraum werden Schadstoffe mit hoher Effizienz ausgefiltert und abgebaut. Dank dieser natürlichen Filterwirkung können sich die Wasserversorgungen in den allermeisten Fällen eine aufwändige Aufbereitung des aus Grundwasser gewonnenen Trinkwassers sparen.

Aber auch hier droht durch einzelne Verschmutzungsherde die Gefahr von weiträumigen Belastungen, insbesondere durch schlecht abbaubare und mobile Stoffe. Dies ist mit ein Grund, weshalb hier zu Lande in den nächsten 20 Jahren bis zu 4000 Altlasten für etwa 5 Milliarden Franken aufwändig saniert werden sollen. Die Talschotterebenen, in denen auf sanierungsbedürftigen Deponien und ehemaligen Betriebsgeländen noch tonnenweise wassergefährdende Stoffe

lagern, sind nämlich die ergiebigen Quellen der öffentlichen Trinkwasserversorgung. Auf bloss 6 Prozent der Landesfläche werden hier pro Jahr zirka 360 Millionen Kubikmeter Trinkwasser oder umgerechnet 36 Prozent des gesamtschweizerischen Bedarfs gewonnen.

Anfällige Karstquellen

Durch Verschmutzungen besonders gefährdet sind Trinkwasserfassungen im Karstgebiet, wie man sie vorab im Jura und in weiten Teilen des nördlichen Alpenraums findet. In wasserlöslichen Gesteinen wie Kalk hat das versickernde Wasser die durch geologische Prozesse entstandenen Trennflächen im Lauf der Jahrtausende zu offenen Klüften, Felsröhren und Höhlen erweitert. Während das Grundwasser im Locker- und Festgestein des Mittellandes für einen Fliessweg von einem Kilometer in der Regel mehrere Monate unterwegs ist, verkürzt sich die Fliessdauer in stark verkarsteten Gebieten im Extremfall auf wenige Stunden. Vor allem bei geringer Bodenbedeckung fehlen hier die filtrierenden Schichten, welche Schadstoffe ausrei-



Die hydrogeologische Übersichtskarte der Schweiz liefert eine schematische Darstellung der dominierenden Grundwasserleitertypen. Im Lockergestein der grossen Flusstäler (blau) findet man die ergiebigsten Grundwasservorkommen.

chend zurückhalten und belastetes Sickerwasser reinigen könnten.

„Aufgrund der kürzeren Verweilzeiten im Untergrund und bedingt durch die generell höhere Verschmutzungsempfindlichkeit müssen die Grundwasserschutz-zonen für Trinkwasserfassungen in Karstgebieten deshalb grösser und nach anderen Gesichtspunkten dimensioniert sein als in Schottergebieten“, erklärt Ronald Kozel.

Vollzugshilfen zur Ausscheidung der Schutzzonen

Damit genutzte Quellen – ohne übermässige Einschränkung der wirtschaftlichen Aktivitäten – wirksam vor Verunreinigungen geschützt werden können, beteiligt sich das BWG auch an der Erarbeitung von Praxishilfen für die Ausscheidung angemessener Grundwasserschutz-zonen. So hat man für Grundwasserleiter in Karst- und Kluftgebieten mit ihren teilweise sehr heterogenen Fliessgeschwindigkeiten zwei Methoden zur Bestimmung der Schutzzonen mitentwickelt, die sich primär an der Empfindlichkeit oder Vulnerabilität

des Grundwasserleiters gegenüber Verschmutzungen orientieren. Kriterien wie die Art und Mächtigkeit der oberflächlichen, schützenden Erdschichten, die Quellschüttung oder die Trübung nach heftigen Niederschlägen erlauben Rückschlüsse auf die Vulnerabilität des Grundwassers.

Grundwasserstände im Blickfeld

Neben qualitativen Aspekten ist in den letzten Jahren auch die Frage nach den

verfügbaren Grundwasservorräten zunehmend ins Zentrum des Interesses gerückt. „Durch die lange Trockenperiode im Hitzesommer 2003 erlitten viele Quellen, die ihr Wasser aus oberflächennahen Grundwasserleitern beziehen, einen ungewöhnlich starken Rückgang der Schüttung“, erklärt Ronald Kozel. „Dagegen profitierten die von Fließgewässern gespeisten Vorkommen in den Tälern der grossen Alpenflüsse während der Hitzeperiode wie üblich von der Schnee- und Gletscherschmelze.“ In

Aufgaben der Hydrogeologie im BWG

Wichtigste Aufgabe der Sektion Hydrogeologie in der Abteilung Landesgeologie ist die integrale, landesweite Grundwasserbeobachtung. Dazu betreibt das BWG – zum Teil in Zusammenarbeit mit dem BUWAL und der Universität Bern – verschiedene Grundwasserbeobachtungsnetze. Das Amt ist für die Erhebung, Kontrolle, Auswertung, Lieferung, Publikation und Archivierung der Daten sowie für deren Verbreitung zuständig.

Als Kompetenzzentrum des Bundes berät die Sektion Hydrogeologie zudem Fachstellen von Bund und Kantonen in hydrogeologischen Fragen, sorgt für die Erstellung von Grundlagenberichten und Karten und führt die zentrale Meldestelle für Markierungsversuche. Des Weiteren vertritt sie die hydrogeologischen Belange des Bundes in zahlreichen Gremien.



Die hydrogeologische Karte der Schweiz im Massstab 1:500'000 (Ausschnitt Mitte) macht unter anderem Angaben über die Ergiebigkeit der lokalen Grundwasservorkommen. Das Blatt Sarine/Saane 1:100'000 (rechts) stellt die regionalen Grundwasser- verhältnisse im Detail dar – hier am Beispiel der Gegend um Heitenried FR. Die Farbllegenden sind jeweils stark vereinfacht.

kleineren Flusstälern ohne hochalpines Einzugsgebiet sanken die Grundwasserstände jedoch vielerorts unter die bisherigen Tiefstwerte. Dies gilt etwa für die Gebiete Jura, Mittelland, Voralpen und das Südtessin. In einzelnen Regionen haben sich die niederschlagsabhängigen, langsam reagierenden Grundwasserleiter bis heute nicht richtig von dieser Trockenphase erholt. Mit dem zweimonatlich erstellten „Bulletin der quantitativen Grundwasserverhältnisse“ gibt das BWG auf seiner Website jeweils einen Überblick über die aktuelle Situation. Grundlage dieser Informationen bildet das nach 1975 aufgebaute nationale Netz zur Beobachtung der Grundwasserstände und Quellschüttungen mit dem Kurznamen NABESS. Es umfasst über 40 Messstationen, für die seit 1990 lückenlose Datenreihen vorliegen. Das Messnetz zeigt unter anderem, wie sich anhaltende Niederschlags- und Trockenperioden auf die Grundwasservorkommen auswirken und welchen Einfluss die Trinkwassernutzung hat. „Damit ist die quantitative Grundwasserbeobachtung eine wichtige Basis für eine landesweit

nachhaltige Wasserversorgung“, erläutert Ronald Kozel. „Zudem dienen Angaben über die Grundwasserstände als Indikator für die Überschwemmungsgefahr in den Flusstälern, und hohe Quellschüttungen können Warnsignale für mögliche Massenbewegungen in den Berggebieten sein.“

Integrale Grundwasserbeobachtung

Aufgrund der sich immer deutlicher abzeichnenden Klimaerwärmung wird die integrale Beobachtung des Grundwassers in Zukunft zunehmend an Bedeutung gewinnen. Generell ist von einem verstärkten Abschmelzen der Gletscher und einer vermehrten Konzentration der Niederschläge auf die Wintermonate auszugehen. „Die verminderte Grundwasserspeisung im Sommer könnte mit der Zeit zu einem Rückgang der Grundwasserstände führen und sich auch nachteilig auf die Qualität der Trinkwasservorräte auswirken“, fürchtet Ronald Kozel.

Um die möglichen Folgen des Klimawandels besser abschätzen und bei Extremereignissen fundiert und schnell informieren zu können, will das BWG die Qualität und Quantität des Grundwassers künftig vermehrt zeitgleich an denselben Messstellen erfassen und rasch zur Verfügung stellen. Ein Beispiel dafür ist die NAQUA-Messstelle Heitenried, wo ein digitales Datenerfassungsgerät seit August 2005 die Quellschüttung, elektrische Leitfähigkeit und Temperatur aufzeichnet. Mittels einer Modemverbindung werden die Messresultate praktisch in Echtzeit an die BWG-Zentrale in Ittigen BE übertragen. Unter www.bwg.admin.ch sind sie demnächst auch online im Internet verfügbar.

Internet:

- www.bwg.admin.ch > Themen > Geologie und Hydrogeologie
- www.umwelt-schweiz.ch > Themen > Gewässerschutz > Grundwasser
- www.hydrogeo.ch
- www.eurogeosurveys.org > Geology and Water



Dem Grundwasser auf der Spur

Die Wege des Grundwassers sind verschlungen und je nach Gestein auch für Fachleute nur schwer zu ergründen. Um die Fließwege im Untergrund, die Geschwindigkeit des Wassers oder das Einzugsgebiet einer Quelle dennoch bestimmen zu können, setzen die Hydrogeologen häufig künstliche Markierstoffe ein. Das BWG betreibt eine zentrale Meldestelle für solche Markierversuche.

Auflösen eines fluoreszierenden Farbstoffs für einen Markierversuch im Grundwasser.

bjo. Welche Folgen hätte die Havarie eines mit wasserlöslichen Chemikalien beladenen Tankwagens für die öffentlichen Trinkwasserversorgungen entlang der Aare, wenn ein Güterzug auf einer der vier Eisenbahnbrücken zwischen Biel und Aarau verunfallen würde? Das heutige Amt für Umwelt des Kantons Solothurn wollte es in den 1990er-Jahren genauer wissen und nutzte dazu einen Markierversuch der Landeshydrologie und -geologie zur Bestimmung der Fließzeiten zwischen Bielersee und Rheinmündung. Dabei wurde der Aarekanal bei Brügg BE – wenige Kilometer unterhalb des Ausflusses aus dem Bielersee – auf seiner ganzen Breite mit 150 Kilo Uranin eingefärbt. Der auch als Fluorescein bekannte grüne Farbstoff

ist der am häufigsten verwendete Markierstoff in der angewandten Hydrogeologie. Wie alle künstlichen Tracer, die zur Einfärbung des Wassers eingesetzt werden, um dessen Ausbreitung verfolgen zu können, ist das chemisch stabile und gut wasserlösliche Uranin für Menschen, Tiere und Pflanzen gesundheitlich unbedenklich. Mit entsprechenden Messgeräten ist die Substanz auch in geringsten Konzentrationen von zirka 1 Millionstel Gramm pro Kubikmeter Wasser noch nachzuweisen.

Verbindungen zwischen Fluss und Grundwasser

Die ergiebigen Grundwasservorkommen im Lockergestein der Flusstäler

werden vor allem bei hohem Wasserstand der Fließgewässer von einsickerndem Flusswasser gespeist. Im Fall der 23 untersuchten Pumpwerke auf Solothurner Kantonsgebiet zwischen Zuchwil und Niedergösgen waren die möglichen Verbindungen zwischen der Aare und den Wasserfassungen jedoch unbekannt. Der Markierversuch sollte deshalb zeigen, ob der Farbstoff von der Aare in bestimmte Grundwasserbrunnen eindringt, mit welcher zeitlichen Verzögerung dies allenfalls geschieht und wie hoch die Tracerkonzentrationen im Vergleich zum Flusswasser sind. Von den Resultaten erhoffte man sich unter anderem Aufschluss über die erforderlichen Massnahmen zum Schutz der öffentlichen Trinkwasserversor-

ungen im Fall einer gravierenden Verschmutzung der Aare.

Abklärung der Interventionszeiten

Bei einem mittleren Niedrigwasserabfluss im März 1994 dauerte es 17 Stunden, bis der erste Farbstoff nach einer Fließdistanz von 27 Kilometern Zuchwil erreichte. Bereits 35 Stunden nach der Einspeisung liess sich das Uranin in sehr starker Verdünnung auch im örtlichen Pumpwerk Rötiquai nachweisen. In 21 Fällen – oder 91 Prozent der beprobten Grundwasserbrunnen – stiess man während der dreimonatigen Untersuchungsperiode auf Tracerspuren und damit auf eine hydraulische Verbindung mit dem Aarelauf. „Bei einem Störfall grösseren Ausmasses in der Aare könnten Schadstoffe relativ ungehindert und in zum Teil beängstigend kurzen Zeitabständen direkt in die Grundwasserfassungen gelangen“, heisst es im Auswertungsbericht des Kantons von 1996. Damit verbunden wäre eine zeitweise akute Gefährdung der Trinkwasserversorgung zwischen Solothurn und Aarau. Ohne Gegenmassnahmen drohten Belastungen weit über den Toleranzwerten, so dass mehrere Fassungen wohl für Jahre unbrauchbar würden. Dank dem Markierversuch kennt man heute das Ausmass der Gefährdung und die Interventionszeiten, welche zum Teil nur wenige Stunden betragen. Hier müssten die Pumpbrunnen im Abstrombereich einer Unfallstelle möglichst rasch abgestellt werden, um das Ansaugen von belastetem Wasser zu verhindern. Wie im konkreten Fall liefern die Resultate von Markierversuchen meistens wichtige Informationen für den Schutz des Grundwassers und der Trinkwasserfassungen.

Bestimmung von Quelleinzugsgebieten

„Bei Tracerversuchen im Anwendungsbereich der Hydrogeologie geht es im-

mer darum, mit Hilfe eines selbst in grosser Verdünnung noch nachweisbaren Markierstoffs die Ausbreitungswege des Grundwassers zu verfolgen“, erklärt Marc Schürch von der BWG-Sektion Hydrogeologie. „Da wird zum Beispiel abgeklärt, wohin und wie schnell das Wasser fliesst, woher es kommt und ob zwischen zwei Punkten eine Verbindung besteht.“ Vor allem bei komplizierten hydrogeologischen Verhältnissen, wie sie insbesondere für Karstgebiete mit ihren oft ausgedehnten Höhlensystemen typisch sind, eignet sich die Technik zur Bestimmung von Quelleinzugsgebieten oder zur Festlegung der Grundwasserschutzzonen. „Hier ist der Einsatz von künstlichen Tracern oft die einzige Möglichkeit, um einen Sachverhalt stichhaltig zu beweisen“, sagt Marc Schürch.

Ein Fallbeispiel im Karstgebiet

So erbrachte etwa ein Tracerversuch im Bieler Naherholungsgebiet Les Prés-d’Orvin BE – einem verkarsteten Ausläufer der Chasseral-Kette – den Beweis, dass die hier widerrechtlich versickernden Abwässer zahlreicher Wochenendhäuser praktisch auf direktem Weg in die 7 Kilometer entfernte Merlinquelle gelangen. Bei einer maximalen Fließgeschwindigkeit des Grundwassers von 437 Meter pro Stunde dauerte es lediglich 16 Stunden, bis der erste Markierstoff in der 500 Meter tiefer gelegenen Quelle der Bieler Wasserversorgung auftauchte. Wie vielerorts im typischen Karstgebiet des Juras, beeinträchtigt das weitgehende Fehlen von gut filtrierenden Bodenschichten auch im Einzugsgebiet der Merlinquelle die Qualität des Quellwassers. Die Humusschicht über den verwitterten und ausgewaschenen Kalkformationen ist relativ dünn, so dass der Abbau von Schadstoffen durch die Bodenmikroorganismen nur unzureichend funktioniert. Dies führt bei Verschmutzungen durch Abwässer und Tierausscheidungen im Einzugsgebiet



Über einem Grundwasserleiter im Karstgebiet wird der Markierstoff in einem Baggerschlitze verteilt, von wo aus er in den Untergrund versickert. Damit lassen sich die Fließwege im Gestein erkunden.



Einfärbung eines Bachs und Erfassung des versickerten Markierstoffs im Untergrund.

unmittelbar zu einer hohen bakteriologischen Belastung des Quellwassers.

Meldestelle für Markierversuche

Mit Unterstützung der Schweizerischen Gesellschaft für Hydrogeologie SGH betreibt das BWG seit 1984 eine zentrale Meldestelle für Markierversuche mit dem Namen INFO-TRACER. Sie registriert die freiwillig gemeldeten Tracerversuche, erteilt Auskünfte über bereits durchgeführte oder laufende Markierungen im gleichen Einzugsgebiet und archiviert die Angaben für eine spätere Verwendung. „Die Koordination durch das BWG soll zeitliche und räumliche Überschneidungen von Markierversuchen verhindern, damit diese nicht zu ungünstigen Ergebnissen führen“, erklärt Marc Schürch. Geologie- und Ingenieurbüros, Hochschulen sowie weitere Anwender sind deshalb aufgefordert, ihre entsprechenden Vorhaben unter tracer@bwg.admin.ch frühzeitig anzukündigen. Nach Prüfung möglicher Überschneidungen informiert INFO-TRACER die ausführende Stelle und die kantonale Fachbehörde umgehend über das Ergebnis der Abklärungen. Bis heute hat die Meldestelle bereits 6000 Markierversuche im schweizerischen Grundwasser archiviert, wobei dem BWG etwa zwei Drittel aller Versuche gemeldet werden.

Isotope als natürliche Tracer

Während sich künstliche Markierstoffe vor allem für die Untersuchung von Grundwasser mit relativ kurzer Verweilzeit eignen, greifen Fachleute für Langzeitstudien oder grossräumige Abklärungen des Wasserkreislaufs auch auf natürliche Tracer zurück. Dazu analysieren sie im Wasser zum Beispiel konservative Spurengase aus der Atmosphäre oder Bausteine des Wassermoleküls selbst wie die stabilen Isotope Sauerstoff-18 und Deuterium sowie das radioaktive Isotop Tritium.

In diesem Zusammenhang unterhält das BWG seit 1992 ein nationales Netz zur Beobachtung der Isotope im Wasserkreislauf (NISOT) mit insgesamt 21 Messstellen. Diese sind wiederum Teil des länderübergreifenden Messnetzes GNIP der Internationalen Atomenergiebehörde in Wien (IAEA). An den Referenzmessstellen wird in regelmäßigen Abständen die Isotopensignatur in Niederschlägen, Oberflächengewässern und im Grundwasser erfasst. „Anhand von Isotopenmessungen lässt sich etwa das Alter des Grundwassers, dessen Herkunft oder das Ausmass der Flussinfiltration in einem Vorkommen bestimmen“, erklärt Marc Schürch. „Aus diesen Informationen können Fachleute unter anderem wertvolle Schlüsse über allfällige Gefährdungen und mögliche Schutzmassnahmen ziehen.“

Merkmale wie die Aufenthaltszeit oder die Herkunft der Niederschläge sind erkennbar, weil es bei Phasenübergängen im Wasserkreislauf zu einer Trennung zwischen leichteren und schwereren Wassermolekülen kommt. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn Wasserdampf in einer Wolke zu Regentropfen kondensiert. Da die Trennung in Abhängigkeit von Temperatur und Dampfdruck erfolgt, ergibt sich je nach Niederschlagsgebiet, Höhenlage und Jahreszeit ein charakteristisches Isotopensignal, das einer Art Fingerabdruck entspricht. Dagegen folgt die Altersbestimmung anhand des Tritiums im Wasser jenen typischen Spuren, welche die Tests mit Wasserstoffbomben im letzten Jahrhundert in der Atmosphäre hinterlassen haben.

Internet:

- www.bwg.admin.ch > Themen > Geologie und Hydrogeologie > Markierversuche im Grundwasser + Beobachtung von Isotopen im Wasserkreislauf
- <http://isohis.iaea.org>



Viele Pumpbrunnen stehen zu nahe am Fluss

Praktisch überall in der Schweiz laufen Projekte zu einer Verbesserung des Hochwasserschutzes entlang von Fliessgewässern. Dazu sollen die vielerorts stark eingegengten und verbauten Flüsse wieder mehr Raum erhalten und naturnaher gestaltet werden. In Flussnähe betreiben allerdings zahlreiche Wasserversorgungen ihre Pumpbrunnen. Sie fürchten, die wasserbaulichen Massnahmen könnten die Qualität des geförderten Grundwassers beeinträchtigen.

Bei wasserbaulichen Massnahmen an Flüssen zum Schutz vor Hochwasser ergeben sich bisweilen Zielkonflikte mit dem Trinkwasserschutz.

bjo. In der Schweiz leben 73 Prozent der Gesamtbevölkerung oder rund 5,4 Millionen Menschen in städtischen Regionen. Diese konzentrieren sich mehrheitlich auf das Umland der grossen Flüsse Rhone, Aare, Ticino, Reuss, Limmat, Thur und Rhein. In den tiefgründigen Talschotterebenen entlang dieser Fliessgewässer finden sich ergiebige Grundwasservorkommen, aus denen viele Gemeinden ihr Trinkwasser beziehen. Im Gegensatz zu den meisten Quellen, die zur Hauptsache von den Niederschlägen im Einzugsgebiet gespeist werden, trägt die Flussinfiltration in den Tälern entscheidend zur Erneuerung des Grundwassers bei, sind die Grundwasserströme in der Regel doch eng mit den oberirdischen Flussläufen vernetzt.

Schwieriger Zielkonflikt

„Um möglichst viel Trinkwasser gewinnen zu können, haben die Wasserversorgungen ihre Förderbrunnen in der Vergangenheit oft sehr nahe an den Flussufern erstellt“, konstatiert der Hydrogeologe Ronald Kozel vom BWG. „Vor allem bei stark eingegengten Fliessgewässern erweist sich dies heute jedoch als Nachteil, weil es zu Zielkonflikten mit den Anliegen des Hochwasserschutzes und der Fliessgewässerökologie kommt.“ Vielerorts ist die natürliche Dynamik der Flüsse durch begradigte Gerinne, harte Uferverbauungen und undurchlässige Dämme eingeschränkt. Kanalisierungen führen zu einem gleichförmigen Abflussverhalten, wobei hart verbaute

Ufer die Mobilisierung von Sedimenten sowie deren Umlagerung im Gerinne unterbinden. Dies fördert die Kolmation, so dass die natürliche Erneuerung der Flusssohle als Filterschicht nicht mehr funktioniert. Häufig verhindern Verbauungen die periodische Überflutung der früher ausgedehnten Auenlandschaften. Damit verbunden ist oft auch eine schleichende Absenkung des Grundwasserspiegels.

Flüsse brauchen mehr Raum

Die katastrophalen Überschwemmungen von 1987 im Alpenraum haben zu einem grundsätzlichen Umdenken geführt und dem Wasserbau neue Impulse gegeben. Heutigen Flussbauprojekten



Uferaufweitungen – wie hier an der Wiese in Basel – können die Trinkwasserqualität in flussnahen Förderbrunnen beeinträchtigen.

– etwa an Alpenrhein, Thur, Linth oder Rhone – liegt die Idee zugrunde, dass die Fliessgewässer in unserer Landschaft wieder mehr Raum erhalten sollen und besser mit ihrer Umgebung – und somit auch mit dem Grundwasser – vernetzt werden. Ein genügend breites Gewässer verzögert den Abfluss und vermag Wasser und Geschiebe auch bei Hochwasser schadlos abzuleiten. Dank bereits revitalisierten Flussabschnitten liessen sich zum Beispiel während der Unwetterkatastrophe vom August 2005 mancherorts noch grössere Überschwemmungsschäden verhindern.

Naturnahe Flüsse und Bäche haben zudem eine hohe Selbstreinigungskraft und begünstigen die Versickerung grosser Wassermengen, so dass Gewässerrevitalisierungen generell auch dem Grundwasser zugute kommen. Überdies bieten solche Fliessgewässer hochwertigen Lebensraum für Pflanzen und Tiere und werden auch als attraktive Erholungsgebiete geschätzt.

Zielkonflikte an der Wiese

Liegen Grundwasserfassungen nahe an Gewässern, so kann es Probleme mit der Wasserqualität geben. Die Stadt Basel zum Beispiel gewinnt ihr Trinkwasser hauptsächlich durch die künstliche Grundwasseranreicherung von vorgereinigtem Rheinwasser. Dieses wird unter anderem im Naherholungsgebiet „Langen Erlen“ in 14 bewaldeten Wasserstellen entlang des Flüsschens Wiese versickert. Bereits früher stellte man in den ufernahen Pumpbrunnen bei Hochwasser eine Qualitätsverschlechterung durch den Eintrag von Fäkalbakterien fest.

Im Rahmen eines Pilotprojekts zur Revitalisierung des Gewässers hat man die Wiese auf einer 600 Meter langen Uferstrecke aufgeweitet. Untersuchungen der Universität Basel während der Realisierung zeigen, dass die Aufenthaltszeit des infiltrierenden Flusswassers durch das Öffnen der befestigten Uferbereiche

und die Auflockerungen an der Flusssohle wesentlich verkürzt wurde. Besonders bei mittleren und hohen Abflüssen können Bakterien in flussnahe Brunnen gelangen. Das Langzeitverhalten wird derzeit noch untersucht.

Abstand zum Ufer halten

„Bestehende Trinkwasserfassungen in unmittelbarer Nähe von Fliessgewässern sind durch befestigte Ufer meistens besser geschützt, weil sich in einem dynamischen Flussbett keine stabile Schutzschicht mit hoher Filterwirkung bilden kann“, erklärt Ronald Kozel. Die 2004 vom Bund veröffentlichte „Wegleitung Grundwasserschutz“ spricht sich deshalb gegen Fliessgewässer-Revitalisierungen im Fassungsgebiet S1 und in der engeren Schutzzone S2 von Trinkwasserbrunnen aus – vor allem wegen der Gefahr einer Verletzung oder Zerstörung von abdichtenden Uferpartien.

„Um solche Konflikte zu vermeiden, sollten neue Trinkwasserbrunnen künftig nicht mehr in unmittelbarer Ufernähe realisiert werden“, fordert Ronald Kozel. „Bei Revitalisierungen in der Umgebung von bestehenden Grundwasserfassungen müssen die Anliegen der Trinkwasserversorgung, des Hochwasserschutzes sowie des Auenschutzes sorgfältig abgewogen und aufeinander abgestimmt werden.“ Eine Arbeitsgruppe der Schweizerischen Gesellschaft für Hydrogeologie SGH befasst sich derzeit – gemeinsam mit Fachexperten der Bundesämter BUWAL und BWG – intensiv mit Lösungsmöglichkeiten. Zudem wird die Problematik auch im Rahmen des interdisziplinären Rhone-Thur-Projekts untersucht.

An der Aare in der unteren Belpau hat der Kanton Bern eine Lösung gefunden, um den Hochwasserschutz im Bereich der Gürbemündung zu verbessern und eine bedeutende Auenlandschaft aufzuwerten, ohne die wichtigen Pumpbrunnen der Gemeinden Köniz und Muri zu beeinträchtigen.

Dritte Rhonekorrektur auf Kurs

Im Walliser Rhonetal zwischen Gletsch und dem Genfersee sind im Fall eines extremen Hochwassers 11'000 Hektaren Land bedroht. Auf einer Flusslänge von 160 Kilometern könnten Überschwemmungen hier Schäden von bis zu 10 Milliarden Franken anrichten. Mit der dritten Rhonekorrektur wollen Kanton und Bund dieses Risiko entschärfen und die Hochwassersicherheit im Rhonetal markant verbessern. Gleichzeitig will man die biologischen und sozioökonomischen Funktionen des Flusses aufwerten. Das vom BWG betreute Projekt ist zurzeit das grösste wasserbauliche Vorhaben in der Schweiz. In den kommenden 30 Jahren wird mit Investitionen von fast einer Milliarde Franken gerechnet, wovon der Bund einen Grossteil übernimmt.

Als wichtigen Schritt hat die Walliser Regierung die Vernehmlassung für den Sachplan eingeleitet. Dieser informiert über die potenziellen Überschwemmungsgebiete und legt den frei zu haltenden Raum entlang der Rhone fest, welcher verhindern soll, dass neue Bauwerke die Sicherungsarbeiten am Fluss verunmöglichen. Im Rahmen des Sachplans werden auch die raumplanerischen Verfahren definiert, die bei neuen Bauten und Anlagen in den be-



Grossflächige Überschwemmung im Unterwallis nach einem Dambruch der Rhone im Oktober 2000.

troffenen Gebieten zu berücksichtigen sind. Die verantwortliche kantonale Dienststelle für Strassen- und Flussbau hat von Anbeginn weg auf die Mitsprache und Mitarbeit aller interessierten Kreise gesetzt. Denn ein derart komplexes Vorhaben kann nur erfolgreich sein, wenn sich die Betroffenen äussern und am Prozess beteiligen können. Die Resultate der Vernehmlassung sollen bis Ende Jahr vorliegen.

Um die am meisten gefährdeten Zonen rasch zu schützen, hat man bereits vorgezogene

Massnahmen eingeleitet oder prüft solche. Zu den vordringlichen Projekten gehört der Schutz der Region Visp, wo bei einer grossen Überschwemmung die Chemiewerke der Lonza gefährdet wären.

Weitere Informationen:

www.vs.ch/rhone.vs

Weitere Auskünfte:

jean-pierre.jordan@bwg.admin.ch

Aktionsplan für einen besseren Schutz vor Naturgefahren

Der Bundesrat will den Schutz vor Naturgefahren verbessern. Deshalb hat er das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK im Mai 2005 beauftragt, den Aktionsplan der Nationalen Plattform für Naturgefahren PLANAT – zusammen mit den zuständigen Bundesstellen – umzusetzen.

Das Schadenausmass durch Naturkatastrophen nimmt ständig zu. Gründe dafür sind unter anderem die laufende Wertsteigerung und -konzentration, verletzlichere Infrastrukturen, steigende Ansprüche an Mobilität und Kommunikation sowie grössere Unsicherheiten infolge des Klimawandels. Sicherheit ist eines der wesentlichen Grundbedürfnisse des Menschen und Grundvoraussetzung für eine prosperierende Gesellschaft. Dazu gehört auch der Schutz vor Naturgefahren.

Die dem Bundesrat anfangs 2005 vorgelegte „Strategie Naturgefahren Schweiz“ zeigt, dass in der Schweiz jährlich mindestens 2,5 Milliarden Franken für den Schutz vor Naturgefahren ausgegeben werden. In ihrem Bericht bewertet die PLANAT auch den heutigen Umgang mit Naturrisiken und schlägt in einem Aktionsplan gezielte Massnahmen zur Verbesserung vor. Damit will man bestehende Risiken vermindern, neue Risiken möglichst verhindern und vor allem einen breiten Dialog zum Risikobewusstsein der Gesellschaft in Gang bringen. Die PLANAT wird sich an der Umsetzung dieses Vorhabens massgeblich beteiligen.

Weitere Informationen:

www.planat.ch > Planat > Strategie

Naturgefahren Schweiz

Weitere Auskünfte:

simone.hunziker@bwg.admin.ch



Murgang in Brienz BE im August 2005.

Restwassersanierung bei Grenzkraftwerken



Die Restwasserstrecke beim Rheinkraftwerk Rheinau ZH – hier mit der Klosterinsel – soll saniert werden.

Bei fünf der insgesamt 23 Grenzkraftwerke laufen derzeit Verfahren für die Sanierung der Restwasserstrecken. Es handelt sich dabei um die Anlagen Wunderklingen (SH / D), Rheinau

(ZH / D), Emosson (VS / F), Punt dal Gall – Ova Spin (GR / I) und Valle di Lei – Ferrera (GR / I). In allen Fällen hat das BWG zuerst ökologische Bestandesaufnahmen durchführen lassen,

um die durch Wasserentnahmen verursachten Defizite zu erheben und die jeweiligen Aufwertungspotenziale abzuschätzen. Ziel ist die Sicherung von angemessenen Restwassermengen, ohne in die wohlerworbenen Rechte der Kraftwerksbetreiber einzugreifen. Bei allen untersuchten Restwasserstrecken liegt die ökologische Grobbeurteilung inzwischen vor. Als nächstes geht es darum, in Zusammenarbeit mit den betroffenen Kraftwerken, Kantonen, Nachbarstaaten und interessierten Organisationen umweltfreundliche und wirtschaftlich tragbare Sanierungsvarianten zu finden. Nach dem Gewässerschutzgesetz müssen die Sanierungen bis spätestens Ende 2012 umgesetzt sein. Wo die Sanierung von Restwasserstrecken keine zwischenstaatlichen Beziehungen betrifft, legen allein die Kantone Massnahmen fest und sind verantwortlich für deren Umsetzung.

Weitere Auskünfte:
hans.widmer@bwg.admin.ch

Radarüberwachung von Rutschungen via Satellit

Um Rutschhänge und Sackungen im Alpenraum besser überwachen zu können, prüft das BWG im Rahmen eines europäischen Pilotprojekts derzeit die flächenhafte Anwendung der so genannten Radarinterferometrie. Dabei werden Bewegungen in Rutschgebieten mit Hilfe eines Radargeräts aus dem Weltall gemessen. Obwohl die dazu eingesetzten Satelliten der Europäischen Weltraumagentur ESA 800 Kilometer über der Erdoberfläche kreisen, liegt die Präzision im Millimeterbereich. Das vom BWG in Zusammenarbeit mit Kantonsvertretern und privaten Firmen betreute Projekt erzielt insbesondere bei der Erkennung von aktiven Blockgletschern sehr gute Resultate. Auch für die bekannten Rutschgebiete von Grächen (VS), Grindelwald (BE), Lauterbrunnen (BE), Schwarzsee (FR) und Villars-Leysin (VD) hat die Technik den Geologen und Ingenieuren wertvolle Erkenntnisse geliefert.

Weitere Auskünfte:
hugo.raetzo@bwg.admin.ch

Eine neue Plattform Naturgefahren der Alpenkonvention



Zerstörte Strasse nach Engelberg OW im August 2005.

Die Alpenkonvention richtet eine „Plattform Naturgefahren“ ein. Den Anstoss dazu gab eine von der Schweiz erarbeitete Analyse der Unwetterereignisse von 1999/2000 im Alpenraum. Aufgrund ihrer Erfahrungen mit der Nationalen Plattform Naturgefahren PLANAT ist die Schweiz gebeten worden, bis zur 9. Alpenkonferenz Ende 2006 den Vorsitz der neuen Plattform zu übernehmen. Sie soll sich mit Fragen des integralen Risikomanagements befassen und dazu beitragen, Risiken aus Naturgefahren im Alpenraum ganzheitlich zu reduzieren. Dies umfasst zum Beispiel Massnahmen wie

die Gefahrenkartierung, Nutzungsplanung, Schutzwaldpflege, Renaturierung von Fließgewässern, Realisierung von Schutzbauten oder die Katastrophenbewältigung. Dazu wird die Plattform den grenzüberschreitenden Austausch von Bemessungsregeln für Massnahmen und von praxisbewährten Methoden zur Minderung der Naturrisiken verstärken.

Weitere Informationen:
www.alpenkonvention.org
Weitere Auskünfte:
simone.hunziker@bwg.admin.ch

Aufsicht der kleinen Stauanlagen durch die Kantone

Ab 2006 nehmen neu die Kantone die Aufsicht über die kleineren Stauanlagen wahr. Gestützt auf die seit 1999 gültige Stauanlagenverordnung (StAV) hatten sie einige Jahre Zeit, um die Organisation der Aufsicht zu regeln und jene Anlagen zu bezeichnen, welche ab nächstem Jahr unter die erweiterte Aufsichtspflicht der StAV fallen.

Wie bisher unterstehen der Verordnung sämtliche Anlagen, deren Stauhöhe mindestens 10 Meter über Niederwasser oder der Geländehöhe liegt. Kontrolliert werden zudem Sperrwerke ab 5 Meter Stauhöhe, wenn ihr Fassungsvermögen mehr als 50'000 Kubikmeter beträgt. Neu sind der StAV inzwischen auch Anlagen mit geringeren Abmessungen unterstellt, sofern sie eine besondere Gefahr für Personen und Sachen darstellen. Damit gilt die Verordnung zusätzlich für einige hundert bestehende Stauanlagen, die fortan hauptsächlich von den Kantonen beaufsichtigt werden. Massgebend für die Zuständigkeit der jeweiligen Behörden ist eine gesonderte Abstufung nach Höhe und Stauvolumen.

Die Richtlinien zur Anwendung der Stauanlagenverordnung finden sich im Internet unter folgender Adresse:

www.bwg.admin.ch > Themen

> Talsperren

Weitere Auskünfte:

georges.darbre@bwg.admin.ch

Neue Pegelstation für die Rheinschifffahrt in Basel

Der Pegelstand in Rheinfelden dient der Schifffahrt als wichtige Orientierungsmarke. Er gibt Auskunft darüber, wie viel Ladung die Güterschiffe aufnehmen können, damit sie keine Grundberührung haben und problemlos unter den Brücken durchkommen. Ab bestimmten Pegelständen wird der Schiffsverkehr bei Hochwasser gesperrt.

Zwischen dem via Internet und Telefon verbreiteten Pegelstand in Rheinfelden und der Stadt Basel mit den besonders kritischen Brückendurchfahrten liegen allerdings etwa 15 Kilometer Flussstrecke und zwei Kraftwerke. Dies bedeutet ein Fehlerpotenzial bei der Abschätzung der Fahrwassertiefe und der Brückendurchfahrts Höhe in Basel, zumal der Rheinabfluss durch die zeitliche Verzögerung von rund einer Stunde, die Kraftwerkregulierung sowie die Zuflüsse von Ergolz und Birs verändert wird.

Aus Sicherheitsgründen hat die von den Basler Halbkantonen erarbeitete Studie „Risikoeermittlung Rhein“ deshalb unter anderem die Schaffung eines neuen Referenzpegels in Basel verlangt. Als am besten geeignet erwies sich die bestehende Messstation in Basel-Rheinhalle. Sie wird renoviert, mit einem neuen Radar-Messgerät ausgerüstet und der Schifffahrt voraussichtlich im Lauf des Jahres 2006 zur Verfügung stehen. Bis dahin werden die nötigen Umstellungsarbeiten gemacht, die Kennwerte (Gleichwertiger Wasserstand, Faustformel für



Mehr Sicherheit für die Rheinschifffahrt in Basel.

die Abladung etc.) überprüft und die Benutzer auf die kommende Umstellung vorbereitet. Es ist vorgesehen, die neue Pegelangabe in den einschlägigen Medien zu verbreiten sowie am Hafeneingang bei der Revierzentrale Basel und bei der Schleuse Birsfelden anzuzeigen. Der Pegel Rheinfelden bleibt bestehen und kann weiterhin über Telefon abgefragt werden.

Weitere Informationen:

www.portofbasel.ch

Weitere Auskünfte:

walter.giezendanner@bwg.admin.ch

Aktualisierte Niedrigwasser-Datenbank NQStat

Auf der BWG-Homepage steht eine neue Version der Niedrigwasser-Datenbank zur Verfügung. Sie umfasst für 344 Abflussmessstationen Datenreihen und statistische Auswertungen der Kenngrößen NMxQ – dem niedrigsten mittleren Abfluss über eine bestimmte Anzahl Tage – und Dauerlinienkenngrößen wie Q347, also jener Abflussmenge, die an 347 Tagen pro Jahr erreicht oder überschritten wird.

Die Datenbank dient beispielsweise zur Abschätzung der Jährlichkeit bestimmter Niedrigwasserereignisse. Die Kenngrößen wurden für alle Stationen aktualisiert. Da Niedrigwasser in der Schweiz häufig über den Jahreswechsel

hinweg auftreten, basiert die Berechnung der NMxQ auf sogenannten NQ-Jahren. Diese dauern im Allgemeinen vom Mai bis zum April des Folgejahres. Weil die Abflussdaten nur bis Ende 2004 definitiv vorliegen, konnten die NMxQ erst bis 2003/04 berechnet werden.

Nicht mehr in der Datenbank enthalten sind Kenngrößen zu Unterschreitungsdauer und Abflussdefiziten. Eine Umfrage hatte zuvor ergeben, dass diese kaum gefragt sind. Die Daten sind aber auf Anfrage in nicht aktualisierter Form erhältlich.



Niedrigwasser der Emme im Trockensommer 2003.

Weitere Informationen:

www.bwg.admin.ch > Themen

> Wasser > Extremwerte

Weitere Auskünfte:

caroline.kan@bwg.admin.ch

Neue Atlasblätter St. Moritz und Piz Bernina



Der Geologische Atlas der Schweiz 1:25'000 wird um die beiden Atlasblätter St. Moritz und Piz Bernina erweitert. Sie vermitteln einen detaillierten Überblick über die Fest- und Lockergesteine eines beträchtlichen Teils des Oberengadins. Das Gebiet ist ausserordentlich reich an quartären Geländeformen, die häufig lehrbuchmässig ausgebildet sind. Dies trifft insbesondere für die Moränen und Blockgletscher zu. Die Karten zeigen auch bedeutende Hanginstabilitäten – so etwa das spektakuläre Rutsch- und Sackungsgebiet von Gianda Laret – Brattas oberhalb von St. Moritz sowie die grossen Rutschmassen südlich des Silvaplanner Sees und in der westlichen Flanke des Fextals.

Die Bestandaufnahme dieser Massenbewegungen erlaubt generell eine gute Einschätzung der existierenden Gefahrenherde.

Die Mehrheit der auf den beiden Karten dargestellten Gesteine gehört zum Ostalpin. Eine Ausnahme bilden die Grünschiefer und Serpentine der Platta-Decke und der Malenco-Serpentinit, die dem Penninikum zugeordnet werden und den Ozeanboden des Urmittelmeers Tethys repräsentieren.

Eine bedeutende tektonische Störung, die Engadiner Linie, durchquert das auf dem Blatt St. Moritz dargestellte Gebiet und die Nordwest-Ecke des Blattes Piz Bernina. Diese Bruchlinie zeichnet die Talachse des Engadins

vor. Der alpine Deckenstapel wurde nach seiner Bildung durch diese Bruchzone um einige Kilometer horizontal verstellt und gekippt.

Vertrieb: Bundesamt für Landestopografie, CH-3084 Wabern;
Fax 031 963 23 25;

Internet: www.swisstopo.ch;

E-Mail: info@lt.admin.ch;

Preis: 50 Franken.

Weitere Informationen:

www.bwg.admin.ch/service/katalog/d/geo-det.htm

Weitere Auskünfte:

yves.gouffon@bwg.admin.ch



Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**
Office fédéral des eaux et de la géologie **OFEG**
Ufficio federale delle acque e della geologia **UFAEG**
Uffizi federal per aua e geologia **UFAEG**
Federal Office for Water and Geology **FOWG**

Impressum aquaterra 2 / 2005

aquaterra ist die Kundenzeitschrift des Bundesamtes für Wasser und Geologie (BWG). Sie erscheint zweimal jährlich in deutscher und französischer Sprache.

Herausgeber:

Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**
Das BWG ist ein Amt des Eidg. Departementes für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Mitarbeiter dieser Nummer:

Ronald Koziel und Marc Schürch für die Koordination des Schwerpunkts

Konzept, Text und Produktion:
Beat Jordi, Biel (bj)

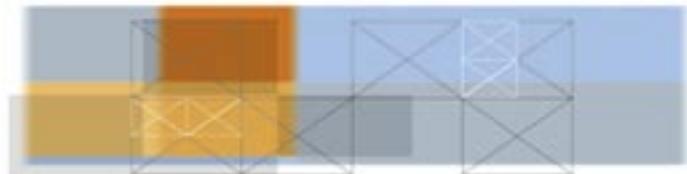
Visuelle Gestaltung und Layout:

Beat Trummer, Biel

Redaktionsadresse: BWG, Redaktion aquaterra, Ruedi Bösch, 2501 Biel; Tel. 032 328 87 01, Fax 032 328 87 12, E-Mail: ruedi.boesch@bwg.admin.ch

Bestellnummer:

ISSN 1424-9480 (Deutsche Ausgabe)
ISSN 1424- 9499 (Französische Ausgabe)



Druck: Druckerei Hertig & Co AG, 2500 Biel

Auflagen dieser Nummer:
2700 (d), 1200 (f)

Copyright: Nach Bewilligung durch den Herausgeber ist der Nachdruck von Artikeln mit Quellenangabe gestattet.

Redaktionsschluss dieser Nummer:
30. August 2005

Internet: Alle Ausgaben von aquaterra sind im PDF-Format auf der BWG-Internet-site verfügbar: www.bwg.admin.ch

Bildnachweis:

Fotoagentur AURA, Luzern: 1, 4 l.; Zentrum für Hydrogeologie CHYN der Universität Neuenburg: 2 M., 8, 9, 10 M., 10 u.; Schulprojekt Matzendorf / Thilo Herold: 10 o.; Christian Meuli, ARGE Hochwasserschutz, Samedan: 11; Christian Regli, Angewandte und Umweltgeologie, Universität Basel: 12 o.; Schweizer Luftwaffe: 13 u., 14 u.; Comet Photoshopping GmbH, Zürich, Dokumentationsstelle Rheinau: 14 o.; Rheinschiffahrtsdirektion, Basel: 15 o.; BWG: alle übrigen Aufnahmen und Kartenausschnitte.
Kartenausschnitte © Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA046415).