

2/2004

aquaterra

Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**

SICHERHEIT DER TALSPERREN

Alle Risiken unter Kontrolle





Henri Pougatsch,
Leiter der Sektion
Talsperren, BWG

Die Stauanlagen in der Schweiz sind sicher

Bereits vor 50 Jahren hat der Bund erste Massnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit von Stauanlagen getroffen, die seither in Zusammenarbeit mit den Werkbetreibern laufend ausgebaut worden sind. Denn wie fast alle grossen technischen Werke sind auch Staumauern und Dämme nicht frei von Risiken. So ist ein unkontrollierter Abfluss von grossen Wassermengen nie völlig auszuschliessen – sei es als Folge eines Talsperrenbruchs oder durch einen Bergsturz oder Erdbeben in ein Staubecken. Das Risiko eines solchen Ernstfalls ist in der Schweiz allerdings äusserst gering.

Vor allem in der Bauboomphase zwischen 1950 und 1970 haben sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse, die technischen Möglichkeiten und das praktische Know-how stark weiterentwickelt und dadurch auch bei älteren Talsperren einen Gewinn an Sicherheit gebracht.

Bei der Planung und beim Bau von Stauanlagen wird schon seit Jahrzehnten darauf geachtet, dass diese nicht nur im Normalbetrieb allen Lasten widerstehen, sondern auch Extremsituationen wie starken Erdbeben standhalten.

Die vom BWG vorgeschriebene Überwachung der Staumauern und Dämme garantiert, dass Abweichungen vom Normalverhalten rasch entdeckt werden. 1978 hat die rechtzeitig erkannte Deformation der Zeuzier-Staumauer aufgezeigt, wie effektiv die Sicherheitsmassnahmen und das Krisenmanagement in Ausnahmesituationen funktionieren. Sollten trotzdem alle Stricke reissen, so verfügt die Schweiz immer noch über gut funktionierende Alarmsysteme für den Notfall.

Statt – wie häufig befürchtet – die Risiken zu verstärken, erhöhen Stauanlagen bei Starkniederschlägen die Sicherheit, weil sie insbesondere im Berggebiet zur Verbesserung des Hochwasserschutzes beitragen. Zunehmend werden die Stauseen bei kritischen Wetterlagen nämlich gezielt so gemanagt, dass sie grosse Wassermengen zurückhalten können, die Abflussspitzen brechen und dadurch die Hochwassersituation in den betroffenen Tälern entschärfen.



Gut überwacht

In der Schweiz gibt es über 1000 Stauanlagen, die mehrheitlich der Wasserkraftnutzung dienen. Um die Risiken einer Überflutung von tiefer liegenden Gebieten möglichst klein zu halten, werden Planung, Bau und Betrieb der grösseren Talsperren vom BWG umfassend überwacht. **Seite 3**

Risiko Erdbeben?

Bei einem starken Erdbeben im Inland würden zahlreiche Gebäude in der Nähe des Epizentrums einstürzen. Staumauern und Dämme wären aber kaum gefährdet. Denn anders als viele Hochbauten sind sie für die Aufnahme von Horizontallasten konzipiert, wie sie bei Erdstössen auftreten. **Seite 8**

Vorsorge beim NEAT-Bau

Tunnelbauten können an der Oberfläche zu Bodensenkungen führen, wenn durch die Drainagewirkung der Wasserdruk im Gestein abnimmt. Zum Schutz der vier Talsperren im Gebiet der neuen Eisenbahntunnel am Gotthard und Lötschberg hat der Bund seine Kontrollen verstärkt. **Seite 11**

Titelbild: Sicherheit ist mehr als Gottvertrauen – die Grande Dixence VS ist die grösste Stauanlage im Inland.

Grosse Stauanlagen können im Katastrophenfall weite Gebiete überfluten und enorme Schäden verursachen. Um dies zu verhindern, will der Bund die Restrisiken so gering wie möglich halten. Zum Schutz von Menschen und Sachwerten im Einzugsgebiet der Stauseen stellt er deshalb hohe Anforderungen an die Sicherheit der Talsperren. Als verantwortliche Bundesstelle ist das BWG für die Überwachung von mehr als 200 bedeutenden Stauanlagen zuständig.

Die Bevölkerung kann ruhig schlafen

Die Talsperre Cleuson im Wallis: Alle grossen Stauanlagen in der Schweiz sind so konstruiert, dass sie auch ausserordentlichen Belastungen sicher Stand halten.

bjo. In einem Vorrundenspiel der Champions League trifft der Fussballclub Real Madrid am 9. Oktober 1963 auf die schottischen Glasgow Rangers. Wie vielerorts in Italien haben sich auch in Longarone am Südfuss der Dolomiten zahlreiche Menschen in der Dorfbar versammelt, um die Partie am Fernsehen zu verfolgen. Sie freuen sich am torreichen Spiel und ahnen nichts von der Katastrophe im Gebiet der nahe gelegenen Vajont-Staumauer, die in dieser Nacht ihr Leben auslöschen wird.

Um 22.39 Uhr löst sich am Monte Toc ein gewaltiger Bergsturz. Die vom Wasser des neu eingestauten Sees gelockerten Erd- und Felsmassen rutschen auf einer Länge von mehr als zwei Kilometern in das Staubecken ab. Über 260 Millionen Kubikmeter Gestein verdrängen das Wasser und pressen eine riesige Flutwel-

le gegen die 262 Meter hohe Staumauer. In wenigen Sekunden verschlucken die Wassermassen den unteren Teil von Erto sowie den Dorfkern von Casso. Dann schwappen 25 Millionen Kubikmeter Wasser über das Sperrwerk aus Beton und stürzen hunderte von Metern durch die enge Schlucht ins Piavetal. Wie ein Dauerblitz erleuchtet ein Kurzschluss das Tal, gefolgt von einer Druckwelle, die Menschen und Tieren keine Chance lässt. Fünf Minuten nach dem Bergsturz bricht eine 70 Meter hohe Wasserwand über Longarone und die umliegenden Gemeinden herein und wälzt sich dann todbringend durchs Tal. Die Katastrophe fordert mehr als 2000 Todesopfer – einige der Leichen werden bis in die Adria gespült.



Stauanlagen dienen nicht nur der Stromproduktion. Im Val Varuna ob Poschiavo GR schützen diese Dämme (links) das Tal vor Lawinen und Murgängen. Das Wasser aus dem Staubecken auf der Alp Dado GR wird für die künstliche Beschneung genutzt.

Alle Warnzeichen missachtet

Die 1960 fertig gestellte Staumauer hat das Unglück ohne grössere Schäden überstanden. Noch heute steht sie in den Dolomiten als Mahnmal einer groben Fehlplanung, denn an dieser Stelle hätte man niemals einen Stausee errichten dürfen. Schon vor dem Bau wiesen geologische Gutachten auf die mangelnde Stabilität der Hänge im Einzugsgebiet der geplanten Stauanlage Vajont hin. Und bereits beim ersten Probeinstau löste sich 1960 ein grösserer Felsabbruch und rutschte ins Staubecken. Die verantwortliche Elektrizitätsgesellschaft hatte zwar Kenntnis über meterweit verrutschte Wege und neue Risse im Hang des Monte Toc, unterschätzte aber alle Warnungen – bis es zu spät war.

In der Schweiz nicht möglich

„Es gibt zwar kein Nullrisiko, aber so etwas könnte bei uns nicht passieren“, versichert Henri Pougatsch, Leiter der Sektion Talsperren beim BWG. „Der in der Schweiz seit Jahrzehnten hohe Sicherheitsstandard garantiert der Bevöl-

kerung einen guten Schutz.“ Mit einem Team von fünf Mitarbeitern kümmert sich der Bauingenieur ausschliesslich um die Sicherheit der 212 grossen und mittleren Stauanlagen im Inland, die gegenwärtig vom Bund überwacht werden. „Im Fall eines Versagens können Absperrbauwerke enorme Schäden verursachen“, stellt Henri Pougatsch fest. „Deshalb stellt der Staat hohe Anforderungen an die Projektierung, den Bau und Betrieb sowie an die Kontrolle solcher Anlagen.“

Je grösser das Volumen eines Staubeckens, umso schwerwiegender sind die Folgen für die Unterlieger, wenn Sperrwerke ihren Dienst versagen. Aus diesem Grund sind die Sicherheitsauflagen hier besonders streng. Das BWG überwacht sämtliche Anlagen, deren Stauhöhe mindestens 10 Meter über Niederwasser oder der Geländehöhe liegt. Erfasst sind auch Absperrbauwerke ab 5 Meter Stauhöhe, wenn ihr Fassungsvermögen mehr als 50'000 Kubikmeter beträgt. Seit 1999 gilt die Stauanlagenverordnung des Bundes neu auch für kleinere Anlagen, sofern diese für Personen oder Sachwerte eine besondere Gefahr darstellen.

Erste Priorität hat die konstruktive Sicherheit

86 Prozent aller dem BWG unterstellten Stauanlagen dienen der Wasserkraftnutzung. Davon stammen viele aus der Boomzeit zwischen 1950 bis 1970, als die Elektrizitätswerke im Alpenraum dutzende von grossen Talsperren errichtet haben – darunter auch die imposantesten Werke mit über 200 Metern Stauhöhe wie Grande Dixence VS, Mauvoisin VS, Contra TI und Luzzzone TI.

Schon vor deren Bau hat der Bund die Projektarbeiten intensiv begleitet. Die konstruktive Sicherheit der Talsperren ist denn auch die tragende Säule des dreistufigen Sicherheitskonzepts. In der Schweiz muss jede vom BWG beaufsichtigte Stauanlage so geplant und gebaut werden, dass sie allen denkbaren Lastfällen sicher standhält. Dazu müssen die Bauingenieure zum Beispiel Faktoren wie das Eigengewicht des Bauwerks, den Wasserdruck, die Beschaffenheit der Sedimente oder klimatische Einflüsse berücksichtigen. Doch auch die möglichen Auswirkungen von Naturereignissen – wie Hochwasser, Murgänge, Erdbeben,



Die bauliche Sicherheit der Stauanlagen ist gewährleistet: Unterhalt des Speicherbeckens Airolo TI (links) und Sanierung der Staumauer Zeuzier VS (rechts) nach den Rissbildungen durch den Bau eines Sondierstollens.

Felsstürze, Gletscherabbrüche, Lawinen und Erdbeben – sind frühzeitig in die Planung einzubeziehen.

Aus Unfällen im Ausland die Lehren gezogen

Wie wichtig genaue Projektabklärungen sind, hat die Malpasset-Katastrophe von 1959 im südfranzösischen Fréjus auf tragische Weise gezeigt. Oberhalb der Stadt wurde in den 50er-Jahren zur Gewinnung von Trinkwasser eine 59 Meter hohe Bogenstaumauer erstellt. Das Fundament der Talsperre lag in einem Gneisgestein, dessen Durchlässigkeit sich unter der Druckbelastung stark verringerte. Dadurch nahm mit zunehmender Stauhöhe der Porenwasserdruck unter der Foundation zu, was das Gleichgewicht der Mauer ungünstig beeinflusste. Kurz vor dem erstmaligen Erreichen des Maximalstaus liessen starke Regenfälle den Stauseepegel in kurzer Zeit um 4 Meter ansteigen und erhöhten so die Auftriebskraft. Am Abend des 2. Dezembers hob sich eine Felspartie im Bereich des Fundaments und brachte die Staumauer zum Einsturz. Die Flut-

welle riss 423 Menschen in den Tod. Auch hier hatte man schon Wochen vor dem Unglück Risse im unteren Bereich der Talsperre festgestellt, diese jedoch nicht näher untersucht.

„Der erste Einstau ist immer die heikelste Phase. Deshalb wird ein neue Anlage immer nur etappenweise gefüllt“, kommentiert Henri Pougatsch. „Dies gilt auch für Kapazitätserweiterungen durch die Erhöhung von bestehenden Staumauern.“ Nicht zuletzt aus tragischen Fehlern wie in Italien und Frankreich haben Ingenieure und Aufsichtsbehörden ihre Lehren gezogen.

Der Grundablass als Notschleuse

Zu den baulichen Sicherheitsmassnahmen gehört hier zu Lande auch der obligatorische Grundablass. Damit kann der Betreiber den Wasserspiegel eines Speicherbeckens rasch absenken oder einen Stausee in kürzester Zeit leeren, wenn die Gefahr einer Überflutung der Mauerkrone oder im schlimmsten Fall gar ein Dammbbruch droht. Darüber hinaus schreibt der Bund für jede Stauanlage eine Hochwasserentlastung vor,

die den Zufluss auch bei vollem Becken sicher ableiten kann.

Im August 1978 kam es am Palagnedra-Stausee im Tessin zu einer kritischen Hochwassersituation. Damals spülten starke Regenfälle pro Sekunde 2000 Kubikmeter Wasser in das Staubecken, und die bloss auf einen Spitzenabfluss von 800 Kubikmeter ausgelegte Hochwasserentlastung wurde erst noch durch Treibholz verstopft. Dies führte zu einer

Über 1000 Stauanlagen

In der Schweiz gibt es mehr als 1000 Stauanlagen. Die meisten davon wurden als Rückhaltebecken für die Wasserkraftnutzung gebaut. Daneben dienen die Stauseen aber auch der Wasserversorgung, Bewässerung, künstlichen Beschneidung, Fischzucht oder Gewässerregulierung. Je nach Bedarf speichern Absperrbauwerke nicht nur Wasser, sondern auch Geschiebe, Treibeis, Lawinenschnee oder Schwebestoffe wie Sand.



Minutiöse Überwachung der Talsperren: Kontrolle der Mauerbewegungen im Innern der Grande Dixence (links), Sickerwassermessung bei der Anlage Isel GR (Mitte) und Überwachung von Neigungsänderungen der Staumauer Molina GR (rechts).

Überflutung der Staumauer und zu Seitenerosion. Bevor schlimmere Schäden an der Talsperre auftraten, klang das Hochwasser zum Glück wieder ab. Auf Grund dieses Vorfalls mussten in der Folge zahlreiche Stauanlagen im Inland ihre Entlastungskapazitäten überprüfen und auf Geheiss des Bundes bauliche Massnahmen für eine höhere Sicherheit bei ausserordentlichen Ereignissen treffen.

Probleme mit kleinen Neuanlagen

Heute konzentriert sich die Projektbegleitung durch das BWG vor allem auf die Überprüfung von Umbauten, Kapazitätserhöhungen und Sanierungen bestehender Stauanlagen – wie etwa im Fall der aktuellen Bauvorhaben Mairgrauve FR, Mühleberg BE und Wettlingen AG. Dagegen sind nach 1970 nur noch wenige neue Stauanlagen für die Stromgewinnung entstanden. Inzwischen werden fast ausschliesslich Sperrwerke für den Hochwasserschutz und die Erzeugung von Kunstschnee sowie Geschiebesammler neu erstellt.

Obwohl es sich bei den Wasserspeichern für die Schneekanonen um vergleichsweise kleine Stauvolumen handelt, musste das BWG hier aus Sicherheitsgründen verschiedentlich intervenieren. „Etliche Projekte entsprachen nicht den Regeln der Baukunst“, kritisiert Henri Pougatsch. „Häufig hat man es versäumt, einen erfahrenen Bauingenieur beizuziehen.“ Um die Sicherheit zu gewährleisten, sah man sich etwa am Lauberhorn ob Wengen BE gezwungen, das vorgesehene Stauziel zu reduzieren.

Regelmässige Überwachung der Stauanlagen

Zweites Standbein des schweizerischen Sicherheitskonzepts ist eine regelmässige und genaue Überwachung der Stauanlagen. „Damit wollen wir Veränderungen im Verhalten der Talsperren, ihrer Fundamente oder des Einzugsgebiets möglichst früh erfassen, um allfällige Beeinträchtigungen der Sicherheit rechtzeitig erkennen zu können“, erklärt Henri Pougatsch. Die Betreiber müssen den Zustand ihrer Anlagen

durch Messungen und visuelle Kontrollen laufend überprüfen. Analysiert werden zum Beispiel Verformungen der Sperrwerke, die Sickerwassermenge, das Verhalten der Fundamente, der Auftriebsdruck, die Funktionsfähigkeit der Entlastungsbauwerke oder mögliche Naturgefahren im Bereich des Stauraums. Neben den mehrstufigen Routinekontrollen – durch das Werkpersonal, spezialisierte Bauingenieure, weitere Experten und das BWG als staatliche Aufsichtsbehörde – gibt es zusätzliche Inspektionen der Anlagesicherheit, die bei grossen Werken in der Regel alle fünf Jahre stattfinden. Darüber hinaus ordnet der Bund gezielte Untersuchungen an, um insbesondere ältere Bauwerke und die Sicherheit gegenüber Naturereignissen zu überprüfen.

Bewährungsprobe bestanden

Wie effizient diese Kontrollen sind, hat sich 1978 am Lac de Zeuzier ob Sion gezeigt. Anfangs Dezember ergaben die Messungen, dass sich der Scheitel dieser Bogenmauer innerhalb eines Monats



Mit dem Umbau der Hochwasserentlastung beim Staudamm Mattmark VS (links) konnte eine zusätzliche Reserve für den Hochwasserschutz geschaffen werden. Grosse Stauseen – wie Mauvoisin VS (rechts) – können Hochwassersituationen entschärfen, indem sie das Wasser zurückhalten oder aus anderen Tälern ableiten.

um fünf Millimeter in Richtung des Stausees bewegt hatte, statt – wie beim Maximalstau im Herbst üblich – gegen das Tal hin.

Weil sich die Talsperre weiter deformierte, mussten die in der Gegend laufenden Bauarbeiten am Sondierstollen für den damals geplanten Rawil-Autobahntunnel eingestellt werden. Sie hatten zu Verformungen des Felsuntergrunds geführt und in der Staumauer meterlange Risse verursacht. Das Speicherbecken wurde darauf vollständig entleert, die Risse hat man professionell saniert und den Stausee dann wieder gefüllt. Seitdem verhält sich die Staumauer normal.

Evakuationspläne für den Notfall

„Trotz aller vorsorglichen Massnahmen lässt sich das Auftreten einer Gefahrensituation nicht vollständig ausschliessen“, erklärt Henri Pougatsch. „Als dritte Säule der Sicherheitsplanung verfügen wir deshalb über ein Notfallkonzept, damit die Bewohner unterhalb einer Stauanlage informiert und im Bedarfsfall rechtzeitig evakuiert werden können.“

Bei 62 Stauanlagen mit einem Speichervolumen von mehr als 2 Millionen Kubikmeter bestehen für die Nahzone Wasseralarmsysteme mit speziellen Sirenen. Im Ernstfall alarmiert man hier alle Bewohner von Gebieten, die beim plötzlichen Bruch einer Talsperre innert zwei Stunden überflutet würden. In der Ebene von Martigny VS zum Beispiel, die gleich von mehreren grossen Stauanlagen umgeben ist, blieben der Bevölkerung – gemäss dem lokalen Evakuationsplan – im Fall eines Mauerbruchs 20 Minuten Zeit, um auf die benachbarten Hänge zu flüchten.

Stauseen dienen dem Hochwasserschutz

Abgesehen von ihrer grossen wirtschaftlichen Bedeutung für den schweizerischen Alpenraum bergen die Talsperren freilich nicht nur Risiken, sondern auch beträchtliche Chancen – speziell in Krisensituationen. Je nach Jahreszeit und Wasserstand können die Stauseen bei starken Niederschlägen viel Wasser aufnehmen und so die Hochwasser-

situation in den Seitentälern und Flussebenen entschärfen. Beim Hochwasser vom September 1993, als es im Walliser Matternal am brenzlichsten war, leitete man zum Beispiel gut 160'000 Kubikmeter Wasser pro Stunde in das Speicherbecken der Grande Dixence ab. Auch im Oktober 2000 nutzte der Walliser Krisenstab die Stauanlagen zur Dämpfung der Abflussspitzen. Der Trend zu vermehrten Winterniederschlägen verringert die Notwendigkeit, die Stauseen bereits im Herbst randvoll zu füllen. Ohne wirtschaftliche Einbussen für die Betreiber bleibt damit eine Reserve für das Hochwassermanagement.

Internet:

- www.bwg.admin.ch > Talsperren
- www.swissdams.ch
- www.vaw.ethz.ch
- www.katarisk.ch



Auch starke Erdbeben bringen eine Talsperre nicht zum Einsturz

Trotz der erhöhten Erdbebengefahr im Wallis könnten auch starke Erdstösse die Staumauer Emosson ob Martigny kaum gefährden. Dies gilt ebenso für alle anderen grossen Stauanlagen im Inland.

Nirgendwo sonst in der Schweiz gab es in den vergangenen Jahrhunderten so viele Erdbeben wie im Wallis. Ausgerechnet in einer der am meisten gefährdeten Regionen unseres Landes stehen auch die grössten Talsperren. Doch die Fachleute geben Entwarnung. Denn im Gegensatz zu Hochbauten sind Staumauern und Dämme für die Aufnahme von Horizontallasten konzipiert. Deshalb könnten sie auch den Trägheitskräften eines starken Erdbebens ohne grössere Schäden widerstehen.

bjo. Die 285 Meter hohe Gewichtsmauer der Grande Dixence zuhinterst im Walliser Val d'Hérémence staut bei vollem See rund 400 Millionen Tonnen Wasser. Fast 6 Millionen Kubikmeter Beton halten den enormen Wasserkräften stand – das entspricht immerhin mehr als dem doppelten Volumen der ägyptischen Cheopspyramide. Fast 10 Jahre hat man an der 1961 fertiggestellten Talsperre gebaut. Am Mauerfuss ist sie ganze 198 Meter dick. Ist das Speicherbecken randvoll, kann sich das Sperrwerk an der Mauerkrone unter der gewaltigen Belastung mehr als 10 Zentimeter talwärts bewegen.

Doch nicht nur die Grande Dixence schlägt in Sachen Wasserkraft alle Rekorde. Das Wallis produziert im Durchschnitt 27 Prozent des Stroms aus inländischen Wasserkraftwerken und ist damit vor Graubünden klar der Spitzenreiter. Auch die Werke Mauvoisin, Emosson, Zeuzier, Moiry, Gebidem und Mattmark stehen weit oben auf der Liste der grössten Stauanlagen.

Erhöhte Erdbebenaktivität

Schweizweit ist das Wallis allerdings auch jene Region, in der die Erde im Verlauf der letzten Jahrhunderte am

meisten gebebt hat. Der letzte schwere Erdstoss erschütterte 1855 die Region Visp – also zu einer Zeit, als es noch keine grossen Staumauern und Dämme gab. Grund für die erhöhte seismische Aktivität im Alpenraum ist die Kollision der nach Norden vordringenden afrikanischen Platte mit dem eurasischen Kontinent. Durch diesen Zusammenprall entsteht ein gewaltiger Druck, unter dem die Gesteine am Rand der Platten zersplittern und aufgefaltet werden. Erdbeben entstehen immer dann, wenn sich die aufgebauten Spannungen ruckartig entladen.

Stauanlagen halten auch schweren Beben stand

Die dabei auftretenden horizontalen Trägheitskräfte treffen vor allem Hochbauten wie Häuser oder Brücken voll in ihrem Schwachpunkt. Ohne besondere konstruktive Massnahmen zum Schutz vor Erdstössen sind diese Bauwerke in der Regel so konzipiert, dass ihr Tragwerk das Eigengewicht und die Nutzlasten auf das Fundament verteilt. Die Möglichkeit zur Aufnahme von horizontalen Kräften ist jedoch begrenzt, sodass ungeschützten Hochbauten bei schweren Erdbeben der Einsturz droht. „Talsperren sind aber ganz anders konzipiert“, erklärt Georges Darbre, Verantwortlicher für Spezialstudien in der Sektion Talsperren beim BWG. „Ihr statisches Hauptziel besteht darin, die Horizontalkräfte aus dem Druck der Wassermassen aufzunehmen und in die Foundationen umzuleiten. Weil Staumauern und Dämme für Horizontallasten gebaut sind, können sie den Trägheitskräften eines Erdbebens viel besser standhalten.“ Kritisch wird es nur bei Dämmen, deren Baumaterial die Bodenschwingungen auf Grund der Bauweise schlecht verträgt, so dass sich der festigende Dammkörper ausserhalb des Kerns verflüssigen kann. Im Inland hat man aber nie solche Dammtypen erstellt.

Beträchtliche Tragreserven

Weltweit ist bis heute kein Fall eines Staumauerbruchs durch Erdstösse bekannt, bei dem Menschen zu Tode gekommen wären. „Gut konzipierte Talsperren verfügen über beträchtliche Tragreserven“, erklärt Georges Darbre.

Im Nordwesten des Irans forderte ein heftiges Erdbeben der Stärke 7,5 auf der Richterskala am 20. Juni 1990 rund 40'000 Menschenleben. Die 106 Meter hohe Pfeilerkopfmauer der örtlichen Sefid-Rud-Stauanlage hielt den extremen Bodenbewegungen aber stand, obwohl

diese deutlich über den Bemessungswerten lagen. Im oberen Mauerbereich entstanden zwar grössere Schäden, doch konnten diese repariert und die Anlage dann wieder in Betrieb genommen werden.

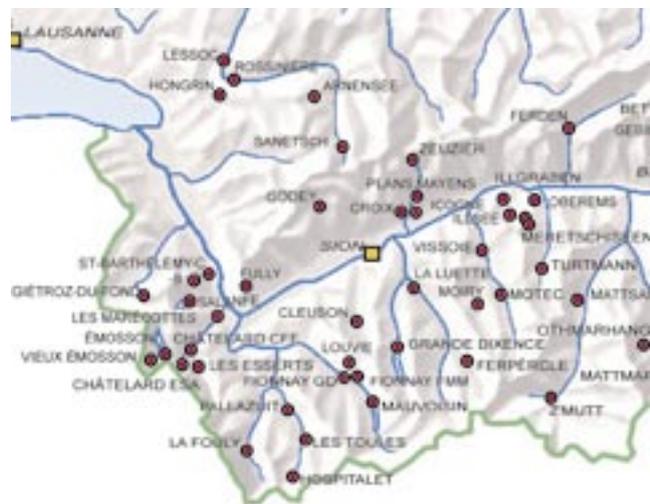
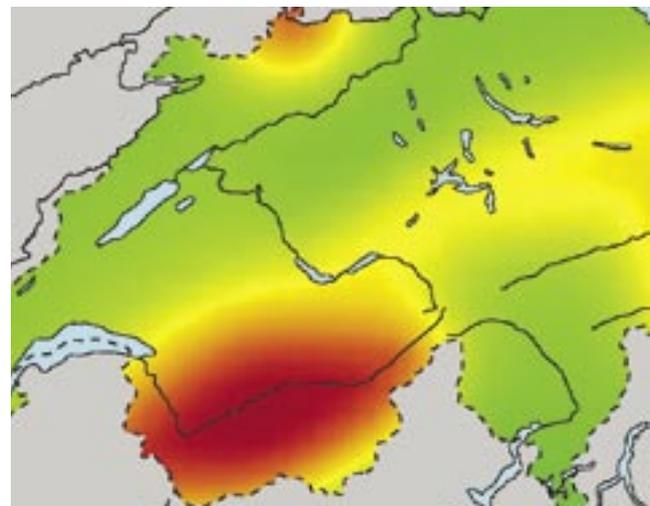
Für Extremereignisse gewappnet

Hier zu Lande war bisher noch nie eine Talsperre stärkeren Erdstössen ausgesetzt. Das intensivste Beben des vergangenen Jahrtausends in Europa nördlich der Alpenkette, welches die Stadt Basel 1356 völlig zerstörte, erreichte damals eine Magnitude von ungefähr 6,9 auf der Richterskala. Um für den schlimmsten Fall gewappnet zu sein, müssen die grossen Staumauern in der Schweiz auch den stärksten Erdbeben mit einer Wiederkehrdauer von 10'000 Jahren widerstehen können. Selbst ein solches Extremereignis würde aber schwächere Bodenbewegungen verursachen als die Katastrophe von 1990 im Iran.

Bei vollen Stauseen ist das Gefährdungspotenzial generell am grössten. Weil die alpinen Speicherbecken jedoch nur während wenigen Monaten im Herbst gefüllt sind, wird das Risiko für die Unterlieger nochmals reduziert. Ein unkontrollierter Wasserabfluss durch das Versagen eines Sperrwerks ist also kaum zu befürchten.

Rissbildungen sind möglich

Im oberen Bereich einer Stauanlage, der durch Bodenerschütterungen am meisten beansprucht wird, könnten sich dennoch Risse bilden und kleinere Fugen öffnen. Auf Grund des geringeren Wasserdrucks an der Mauerkrone wären die austretenden Wassermengen jedoch eher gering. „Zudem ist zu erwarten, dass sich solche Risse und Fugen nach einem Beben durch das Eigengewicht der Mauer wieder weitgehend schliessen“, erklärt der Bauingenieur Martin Wieland, Präsident des Erdbebenkomitees der Internationalen Talsperrenkom-



Gebäude reagieren viel empfindlicher auf Erdstösse als Stauanlagen. Obwohl die Erdbebenkarte (Mitte) für das Wallis ein erhöhtes Risiko ausweist, stellt die Konzentration der Talsperren in dieser Region keine Gefahr dar.



Zum Schutz vor Felsstürzen wird auch das Einzugsgebiet der Speicherbecken regelmässig überwacht (oben). In der Staumauer Mauvoisin (unten) registrieren Messgeräte jede Erschütterung.

mission (ICOLD). Aus Sicherheitsgründen würde das Niveau eines Stausees beim Auftreten von Mauerrissen sofort abgesenkt.

Am stärksten gefährdet sind ältere Wehre mit hochbauähnlichem Oberbau. Es ist denkbar, dass ihre hohen Pfeiler und die Dienstbrücken, auf denen zum Teil schwere Maschinen stehen, bei schweren Erdstössen einstürzen. Betroffen wären hier aber nur die oberen Anlageteile, hinter denen sich kein Wasser befindet. Fast so bedrohlich wie die Gefahr eines Damm- oder Mauerbruchs sind auch grössere Erdbeben und Felsstürze im Stauseebereich als Folge eines Starkbebens. Insbesondere bei vollen Speicherbecken könnte eine dadurch ausgelöste Flutwelle über das Sperrwerk schwappen. Aus diesem Grund werden die Speicherflanken regelmässig kontrolliert.

Noch viele offene Fragen

In der Schweiz ist die Erdbebensicherheit der Stauanlagen seit Jahrzehnten Bestandteil der standardmässigen Sicherheitsüberprüfungen. Allerdings hat die Erforschung des Erdbebenverhaltens von Talsperren seit dem Bau der meisten Sperrwerke grosse Fortschritte gemacht. Dementsprechend haben sich auch die Kriterien und Methoden für die Erdbebenauslegung von Staumauern grundlegend verändert.

Trotz neuer Erkenntnisse sind noch viele Fragen offen. So weiss man zum Beispiel wenig darüber, wie die von Erdstössen ausgelösten Schwingungen eine Talsperre räumlich angreifen und wie sich Beton und Fels, auf dem die Mauer steht, bei hohen Beanspruchungen verhalten. Um hier mehr Klarheit zu bekommen, finanziert der Bund seit 1982 Forschungsprojekte zum Erdbebenverhalten von Talsperren. In den letzten Jahren lag das Schwergewicht auf der wissenschaftlichen Untersuchung von Schwingungen vor Ort. Dazu hat man in einigen grossen Talsperren Netze von

Starkbebeninstrumenten installiert. Sie sollen vor allem Aufschluss geben über die dynamischen Eigenschaften der hier zu Lande am stärksten verbreiteten Gewicht- und Bogenmauern und aufzeigen, was an der Kontaktfläche zwischen Sperre und Foundation passiert.

Sicherheitsprüfung bei jedem Erdbeben

Bei jedem Erdbeben mit der Mindeststärke 3 auf der Richterskala, das sich in der Schweiz oder im benachbarten Ausland ereignet, wird das BWG als staatliche Aufsichtsbehörde unverzüglich informiert. Die Meldung erfolgt über die Nationale Alarmzentrale durch den Schweizerischen Erdbebendienst in Zürich. „Wir rechnen dann sofort nach, bei welchen Talsperren im Inland die Intensität 4 erreicht wurde, benachrichtigen die betroffenen Werke und ordnen ausserordentliche Kontrollen der Stauanlagen an“, erklärt Georges Darbre. „Dies kommt mehrmals pro Jahr vor“. Oft hat das Werkpersonal die Erdstösse aber schon selber wahrgenommen und die Sicherheitsüberprüfungen von sich aus veranlasst. „Bis heute hat man bei diesen Kontrollen aber noch nie irgendwelche Schäden oder ein anomales Verhalten der Sperrwerke beobachtet“, weiss Georges Darbre.

Internet:

- www.sgeb.ch
- www.bwg.admin.ch > Naturgefahren > Erdbeben
- www.seismo.ethz.ch
- www.eaee.org
- www.iaee.or.jp

Der Tunnelbau für die neuen Alpendurchstiche am Gotthard und Lötschberg soll die vier Stauanlagen im Bereich der beiden NEAT-Strecken nicht negativ beeinflussen. Deshalb hat der Bund die Überwachung der Talsperren Santa Maria, Curnera, Nalps und Ferden verstärkt. Dank zusätzlichen Kontrollmessungen lassen sich Bewegungen an der Oberfläche und ihre allfälligen Auswirkungen rasch erkennen.



Der NEAT-Bau darf die Talsperren nicht gefährden

Bau des neuen Gotthard-Eisenbahntunnels bei Sedrun GR. Zusätzliche Überwachungsmaßnahmen garantieren die Sicherheit der Stauanlagen in der Umgebung.

bjo. In einem mit Klüften durchzogenen und wassergesättigten Felsmassiv kann der Bau eines Tunnels die hydrogeologischen Bedingungen stark verändern. „Durch die Drainagewirkung nimmt der Wasserdruck im Gestein grossräumig ab, und die Klüfte schliessen sich, was an der Oberfläche zu bedeutenden Senkungen führen kann“, erklärt Rudolf Müller, Spezialist für Talsperren beim BWG.

Ende 1978 ergaben Lotmessungen an der Bogenstaumauer Zeuzier VS ungewöhnliche Deformationen. Ursache der starken Beschädigung war eine allgemeine Bodensenkung, die sich muldenförmig über 2 bis 3 Kilometer erstreckte und am Sperrenstandort 13 Zentimeter betrug. Zudem waren die Talflanken um bis zu 8 Zentimeter gegeneinander ge-

rückt. Geologen und Ingenieure führten diese Felsbewegungen – und damit auch die Risse in der Talsperre – auf die Drainage des Untergrunds zurück. Ausgelöst hatte sie der Bau des Sondierstollens für den damals geplanten Rawil-Tunnel. Deswegen musste das Speicherbecken aus Sicherheitsgründen geleert und die Staumauer aufwändig repariert werden.

Ähnliche Setzungen wie im Wallis traten als Folge des Strassentunnelbaus auch entlang der Gotthard-Passstrasse auf.

Vorgewarnte Behörden

Schon bei der Projektierung der Bahnstrecken für die Neuen Alpentransversalen NEAT waren die Bundesbehörden deshalb vorgewarnt. Die Linienführung

des Gotthard-Basistunnels tangiert auf Bündner Boden die drei Bogenmauern Santa Maria, Curnera und Nalps der Kraftwerke Vorderrhein KVR. Und am Lötschberg queren der Basistunnel und der Fensterstollen Ferden die gleichnamige Talsperre im Lötschental. Gemeinsam mit dem Bundesamt für Verkehr hat das BWG deshalb bereits in den frühen 90er-Jahren eine erweiterte Überwachung dieser vier Stauanlagen beschlossen. Damit will man allfällige Bodenbewegungen und aussergewöhnliche Deformationen der Talsperren, ihrer Widerlager oder der Umgebung möglichst rasch erkennen. Die zusätzlichen Kontrollen dienen sowohl zur vorsorglichen Beweissicherung wie auch als Alarmsystem.



Millimetergenaue Distanzmessung an den Flanken des Speicherbeckens Santa Maria GR.

Nach dem Willen des Bundes sollen die neuen Tunnel, Stollen und Schächte weder die Sicherheit der Stauanlagen gefährden, noch zu Wasserverlusten aus den Speicherbecken führen.

Keine Probleme am Lötschberg

Während die Mineure im bündnerischen Sedrun die kritischen Vortriebszonen noch nicht erreicht haben, sind der Basistunnel und Fensterstollen im Gebiet der Staumauer Ferden bereits vollständig ausgebrochen. „Wie die im Tunnel vorgenommenen Messungen der eindringenden Wassermengen zeigen, lag der Zufluss hier klar unter den prognostizierten Werten, so dass es keinerlei Probleme gab“, stellt Rudolf Müller fest. „Im Fall eines grösseren Wassereintruchs müsste der Bauherr den Fels jedoch abdichten, um die Drainagewirkung und damit das Risiko von Geländesenkungen zu reduzieren.“

Auch an der Oberfläche ergaben weder die mit Nivellierinstrumenten durchgeführten Kontrollen der Höhenunterschiede noch die Distanzmessungen zwischen den Talflanken und den Widerlagern der Staumauern aussergewöhnliche Deformationen.

Setzungen gefährden vor allem grosse Bauwerke

Beim Tunnelvortrieb am Gotthard trifft man wirkungsvolle bauliche Massnahmen gegen das Eindringen von Wasser. Deshalb beurteilen Fachleute künftige Senkungserscheinungen auch hier als wenig wahrscheinlich. Dennoch lassen sich solche Senkungen nicht völlig ausschliessen. „Bauwerke an der Oberfläche sind davon nur betroffen, wenn im Bereich ihres Fundaments unterschiedlich grosse Bewegungen auftreten“, erklärt Rudolf Müller. „Bei grossen Anlagen wie Talsperren ist dies natürlich eher der Fall als bei kleineren Bauten.“ Schliessungen, Öffnungen oder Scherungen der Talflanken, in denen die Sperrwerke eingespannt sind, können deshalb zu einer übermässigen Belastung führen. Generell reagieren Bogenmauern empfindlicher auf Bodensenkungen als Dämme oder Gewichtsmauern.

Überwachung am Gotthard

Am Gotthard erfolgt die erweiterte Kontrolle der Stauanlagen in drei Stufen. Die erste reiht sich in die ordentliche Überwachungstätigkeit ein, wie sie gemäss dem Sicherheitskonzept des BWG für alle inländischen Stauanlagen gilt. Dazu

sind die Talsperren Nalps, Curnera und Santa Maria mit Messanlagen ausgerüstet, die allfällige Deformationen der jeweiligen Staumauer und ihrer Fundation sowie Auftriebe und Drainage registrieren. Verantwortlich dafür sind die KVR als Betreiber, welche auch eine erste Grobkontrolle der Ergebnisse vornehmen.

Die zweite Stufe umfasst insbesondere eine Ausdehnung der Setzungs- und Distanzmessungen auf die weitere Umgebung der Stauanlagen. Damit will man mögliche Gelände- und Untergrundverformungen durch die Untertagebauten frühzeitig erfassen. Die Auswertung dieses vom BWG bestimmten Messprogramms erfolgt unter der Leitung des Amtes in Zusammenarbeit mit seinen Experten. Diese beiden Kontrollstufen ergänzen sich und bilden die Grundlage der Talsperrenüberwachung.

Darüber hinaus haben der Bauherr des Basistunnels und die KVR einen Bedarf an zusätzlichen Mess- und Überwachungssystemen. Das Ziel dieser dritten Stufe besteht vorab darin, das voraussichtliche hydrogeologische Verhalten zu erkennen, um entsprechende Massnahmen beim Tunnelvortrieb testen oder einleiten zu können. Zudem sollen die Staumauern, Talquerschnitte, Höhenbewegungen und weitere Einzelpunkte im Umfeld der Stauanlagen quasi permanent und umfassend vermessen werden.

Langfristige Kontrollen

Das BWG beabsichtigt, das Messprogramm der erweiterten Überwachungssysteme auch nach Beendigung des Tunnelbaus über eine gewisse Zeit weiterzuführen. „Weil Bodensenkungen unter Umständen mit Verzögerung auftreten können, will der Bund mögliche Abweichungen vom Normalverhalten auch weiterhin gut kontrollieren“, erläutert Rudolf Müller.

Internet:

- www.bav.admin.ch > Projekte > NEAT

Rekordsommer 2003 im Rückblick

Der heisse und trockene Sommer 2003 hatte weit reichende Auswirkungen auf die Gewässer und deren Nutzung. So kam es zu einem ausserordentlich starken Abschmelzen der Gletscher; Seen und Fliessgewässer in unvergletscherten Einzugsgebieten erreichten verbreitet sehr tiefe Pegelstände, und auch die Wassertemperaturen stiegen auf ungewöhnlich hohe Werte. Bei den kälteliebenden Fischen gab es mancherorts lokale Massensterben – allein im Rhein unterhalb des Bodensees verendeten über 50'000 Äschen.

Die Bundesämter BUWAL und BWG sowie MeteoSchweiz haben das klimatische Extremereignis und seine Folgen in einer gemeinsamen Publikation dokumentiert. Der Bericht „Auswirkungen des Hitzesommers 2003 auf

die Gewässer“ enthält zahlreiche statistische Auswertungen und gibt sowohl Fachleuten als auch interessierten Laien einen umfassenden Überblick. Die Resultate machen aber auch deutlich, dass sich derart ausserordentliche Ereignisse nur mit langfristigen, repräsentativen Datenreihen in einen grösseren Zusammenhang einordnen lassen.

Vertrieb: BUWAL, Dokumentation, 3003 Bern, docu@buwal.admin.ch (Bestellnummer SRU-369-D) oder www.buwalshop.ch (Download)
Weitere Auskünfte: adrian.jakob@bwg.admin.ch

Ausgetrocknetes Bachbett im Emmental BE im Hitzesommer 2003.



Vorbildlicher Wasserbau



Nachhaltiger Hochwasserschutz an der Magliasina TI.

Ein nachhaltiger Hochwasserschutz entlang von Flüssen und Bächen ist eine wichtige Voraussetzung für die langfristige Erhaltung unseres Lebensraums. Anhand von vorbildlichen Projekten zeigen fünf neue Faltblätter des BWG, wie man die heute gültige Strategie des Amtes in die Praxis umgesetzt hat. Die Beispiele Brig-Glis VS, Gürbetal BE, Heiden AR, Malcantone TI und Sachseln OW überzeugen durch gute Konzeption und nachhaltige Problemlösungen. Die Faltblätter ergänzen die 2001 erschienene BWG-Wegleitung „Hochwasserschutz an Fliessgewässern“. Sie sollen fachlich informieren und zudem Anstoss für

innovative Lösungen beim Wasserbau geben. Angesprochen sind Behörden von Kantonen und Gemeinden, projektierende Ingenieurbüros sowie die interessierte Öffentlichkeit. Anfangs 2005 wird die Sammlung mit sechs weiteren Projekten aus anderen Kantonen ergänzt.

Vertrieb: BWG, Postfach, 2501 Biel oder doku@bwg.admin.ch
Weitere Informationen: www.bwg.admin.ch/themen/natur/d/vbwbch.htm (Download)
Weitere Auskünfte: hans-peter.willi@bwg.admin.ch

Hochwasservorsorge

Gefahrenerkennung, Schadeneinschätzung, Objektschutz und Notfallplanung sind die vier wichtigsten Elemente eines erfolgreichen Hochwasserschutzes. Gemeinsam mit dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen hat das BWG die Studie „Hochwasservorsorge – Erkenntnisse aus vier Fallbeispielen“ in Auftrag gegeben. Die Untersuchung und Auswertung erfolgte anhand der Ereignisse in Sachseln OW, Naters VS, Widnau SG und Luzern. Der Bericht fasst die Erkenntnisse zusammen und liefert praktische Lösungsansätze. Aufgezeigt wird insbesondere, dass letztlich nur ein gemeinsames Vorgehen aller Beteiligten die gewünschte Wirkung zeigt. Die Publikation richtet sich an alle Akteure in der Hochwasservorsorge, speziell an jene, die Koordinationsaufgaben übernehmen. Vier detaillierte Teilberichte sprechen vor allem Fachleute aus den Bereichen Wasserbau, Versicherungswesen, Bautechnik und Bevölkerungsschutz an. Berichte des BWG, Serie Wasser Nr. 6, Bern 2004;
Vertrieb: BBL, Vertrieb Publikationen, CH-3003 Bern (Bestellnummer: 804.506 d); Internet: www.bbl.admin.ch, E-Mail: verkauf.zivil@bbl.admin.ch
Weitere Auskünfte: roberto.loat@bwg.admin.ch



Atlasblatt 113 Murgenthal

Das neue Kartenblatt Murgenthal des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25'000 stellt eine Gegend vor, die geologisch in drei Zonen aufgeteilt ist. Im Norden verlaufen die südlichsten Ketten des Faltenjuras. Die hier anstehende Unterlage des Molassebeckens ist sehr stark durch gebirgsbildende Prozesse verfault und gestört. Der mittlere Teil zwischen Jura und Aare wird hauptsächlich durch relativ junge Schmelzwasserablagerungen verschiedener Eiszeiten geprägt. Südöstlich der Aare treten

dagegen die Sandsteine der Unteren Süsswassermolasse und der Oberen Meeresmolasse auf. Sie sind grossflächig überdeckt durch die Moränen und Schotter mehrerer Vergletscherungen.

In den fruchtbaren Schotterebenen, die landwirtschaftlich intensiv genutzt werden, finden sich wichtige Grundwasservorkommen sowie Ablagerungen von hochwertigem Kies und Sand, die als Baumaterialien begehrt sind. Das Atlasblatt Murgenthal hilft Behörden und Planern, die sich daraus ergebenden Nutzungskonflikte zu entschärfen und die Interessen von

Umweltschutz und Wirtschaft besser aufeinander abzustimmen.

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:

peter.hayoz@bwg.admin.ch

Online-Informationen zum erdbebengerechten Bauen

Seit dem 1. Juli 2004 ist die neue SIA-Norm 261 „Einwirkungen auf Tragwerke“ in Kraft. Sie soll dafür sorgen, dass die Erdbebensicherheit von Bauwerken bei deren Planung und Dimensionierung ausreichend berücksichtigt wird. Um Baufachleute und weitere Interessierte bei der praktischen Umsetzung zu unterstützen, stellt die vom BWG betreute Koordinationsstelle des Bundes für Erdbebenvorsorge auf dem Internet zusätzliche Informationen bereit. Sie umfassen einen Katalog der historischen Schadenbeben in der Schweiz sowie die Gefährdungszonen und Baugrundklassen. Mit Hilfe einer Suchfunktion kann der Benutzer über Adressangaben oder Koordinaten gezielt nach einem Haus oder Standort suchen. Die Karten der Baugrundklassen enthalten wichtige bautechnische Angaben. Sie lassen sich zudem mit verschiedenen Hintergrundinformationen – wie Relief, Topographie oder Luftaufnahmen – ergänzen. Momentan sind entsprechende Karten für die Kantone Nidwalden und Wallis sowie für die Region Yverdon online verfügbar; weitere werden folgen.

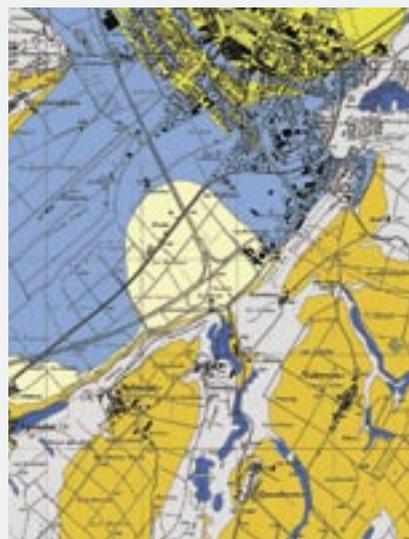
Weitere Informationen:

www.bwg.admin.ch > Themen

> Naturgefahren > Erdbeben > Karte der Baugrundklassen nach SIA 261

Weitere Auskünfte:

olivier.lateltin@bwg.admin.ch



Mikrozonierung in der Region Yverdon

Der Geologentag als Plattform

Am 2. Schweizerischen Geologentag vom 28. April 2005 in Luzern erwartet der Berufsverband CHGEOL als Veranstalter über 450 Fachleute aus Praxis, Wissenschaft und Verwaltung. Thema der Tagung ist die „Geologie von aussen und von innen“.

Weil die Hauptkunden und wichtige Partner der Landesgeologie an diesem Anlass teilnehmen, ist er für das BWG eine ideale Plattform, um die Produkte des Amtes zu präsentieren und Kundenkontakte zu pflegen. Deshalb engagiert sich das BWG auch im Patronatskomitee. An der begleitenden Fachmesse, die Produkte und Dienstleistungen für die geologische Arbeit präsentiert, stellen die Geologische Landesaufnahme, die Hydrogeologie, die Geologische Informationsstelle und die Geotechnische Kommission ihre Angebote an je einem Stand vor.

Weitere Informationen:

www.chgeol.org

Weitere Auskünfte:

christoph.beer@bwg.admin.ch

Bedürfnisabklärung zu hydrologischen Extremwerten

Für verschiedenste Aufgaben im Bereich der Hydrologie benötigen Ingenieurbüros, Verwaltungen, Kraftwerkbetreiber, Hochschulen und weitere Nutzer Informationen über hydrologische Extremwerte. Wie eine Bedürfnisabklärung des BWG bei gegenwärtigen und potenziellen Kunden zeigt, ist das Thema Niedrigwasser für mehr als die Hälfte der Befragten von mittlerer bis grosser Bedeutung. Dabei stehen die Anwendungsbereiche Wasserkraftnutzung, Wasserversorgung und Gewässerschutz im Vordergrund. Schwergewichtig wird mit Kenngrössen aus der Dauerlinie – insbesondere der an 347 Tagen pro Jahr erreichten Mindestabflussmenge Q347 – gearbeitet. Lediglich 7 Prozent der Befragten kennen das BWG-Angebot der Niedrigwasser-Datenbank NQStat. Nach einer Kurzinformation zu dieser Dienstleistung

können sich aber über 50 Prozent eine Verwendung vorstellen.

Im Bereich der Hochwasserstatistik nutzen die Kunden vor allem die Auswertungen auf dem Internet sowie die Bestellmöglichkeit von Reihen der Jahresmaxima. Gewünscht werden unter anderem zusätzliche Informationen in Form von grafischen Darstellungen auf den Resultatblättern – speziell Frequenzdiagramme. Zudem besteht ein Bedürfnis nach Angabe zusätzlicher Jährlichkeiten (vor allem HQ30, HQ300).

Weitere Informationen:

www.bwg.admin.ch/themen/wasser/d/extrem.htm

Weitere Auskünfte:

caroline.kan@bwg.admin.ch

Schutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern



Heterogene Aufenthaltszeit des Grundwassers im Kluftgestein.

Im Lockergestein werden die Schutzzonen anhand der Aufenthaltszeit des Grundwassers bestimmt. Weil diese bei Kluft-Grundwasserleitern teilweise sehr heterogen verteilt ist, legt die Gewässerschutzverordnung von 1998 fest, dass hier die Vulnerabilität im Einzugsgebiet der Fassung für die Dimensionierung massgebend ist. Bisher war das entsprechende Vorgehen jedoch nicht festgelegt. Die

neue Praxishilfe „Ausscheidung von Grundwasserschutzzonen bei Kluft-Grundwasserleitern – Distanz-Methode, Isochronen-Methode, Methode DISCO“ schliesst diese Lücke und stellt das Verfahren auf eine hydrogeologisch fundierte Basis. Erarbeitet hat sie das Zentrum für Hydrogeologie der Universität Neuenburg CHYN im Auftrag der Bundesämter BUWAL und BWG sowie in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Gesellschaft für Hydrogeologie SGH.

Die Vollzugshilfe richtet sich primär an Fachbehörden, beratende Geologen und Ingenieure sowie an die Forschung. Ihre konsequente Anwendung bei der Ausscheidung und Überprüfung von Schutzzonen in Kluftgesteinen wird dazu beitragen, die Trinkwasserfassungen in den betroffenen Regionen besser zu schützen.

Vertrieb: BUWAL, Dokumentation, 3003 Bern, docu@buwal.admin.ch

(Bestellnummer VU-2505-D) oder www.buwalshop.ch (Download)

Weitere Auskünfte:

ronald.kozel@bwg.admin.ch

Mehrflügelmessung in den USA



Um die Qualität und Leistungsfähigkeit ihrer Turbinen zu kontrollieren, sind Kraftwerke unter anderem auf exakte Durchflussmessungen angewiesen. Auf Anfrage führt die Sektion Instrumente und Laborien des BWG mit ihrer Mehrflügelmesseinrichtung seit Jahren solche Messungen aus – zum Teil auch im Ausland. So hat die Sektion in enger Zusammenarbeit mit der EPFL Lausanne im Juli 2004 ein Kraftwerk der Seattle City Light im nordamerikanischen Boundary vermessen. Hier waren zwei nebeneinander liegende Turbinen zu vergleichen. Bedingt durch die grosse Dimension des Druckstollens mit seinem Querschnitt von 7,3 auf 10,7 Meter stellten die Durchflussmessungen im Zulaufkanal der Turbinen relativ hohe Anforderungen. Die Halterung für die 48 eingesetzten hydrometrischen Messflügel bestand aus einem Grundrahmen und 12 Messstangen, die man gleichmässig auf den Rohrquerschnitt verteilte. Angesichts der Fließgeschwindigkeit von 3,6 Meter pro Sekunde musste der im Dammbalkenschlitz mit Rollen geführte Rahmen einer Druckbelastung von über 40 Kilonewton standhalten. Die Ergebnisse sind vergleichbar mit den 1996 durchgeführten Leistungsmessungen durch die EPFL an Turbine und Generator, doch wird die Detailauswertung noch Genaueres zeigen.

Weitere Auskünfte:

daniel.wyder@bwg.admin.ch,

henri-pascal.mombelli@epfl.ch

