

# Wettbewerb

## Wasser

### Was weisst du über Wasser?

Der tägliche Umgang mit Wasser ist für uns heute eine Selbstverständlichkeit. Doch was braucht es, bis das saubere Trinkwasser aus unseren Hähnen fliesst? Und was geschieht mit dem schmutzigen Abwasser, das wir die Spülung hinunterlassen? Wie schützen wir unsere Gewässer? Und wie schützen wir uns selbst – zum Beispiel vor Hochwasser? Teste dein Wissen und gewinne einen Eintritt in ein

Erlebnisbad, wo du und deine Begleitperson das Wasser auf vergnügliche Art erleben können! Der Wettbewerb ist bis Ende August 2012 offen.

#### Wasservergnügen zu gewinnen

Unter den richtigen Antworten verlosen wir 5x2 Eintritte ins Erlebnisbad Alpmare in Pfäffikon, gestiftet von Alpmare.

[www.satw.ch/wettbewerb](http://www.satw.ch/wettbewerb)

**SATW**

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften  
Académie suisse des sciences techniques  
Accademia svizzera delle scienze tecniche  
Swiss Academy of Engineering Sciences

**a+** Mitglied der  
Akademien der Wissenschaften Schweiz

Trinkwasser aufbereiten

Abwasser klären

Vor Hochwasser schützen

Wasservergnügen zu gewinnen



Das Rheinwasser wird über mehrere Stationen aufbereitet, bis es in den Haushalten als sauberes Trinkwasser aus den Hähnen fliesst.



Die Qualität des Trinkwassers wird im Labor täglich überprüft.



Bei den Wässerstellen versickert das Rheinwasser im Waldboden.



In den Trinkwasserreservoirs wird das Wasser zwischengespeichert.

# Der Waldboden als Wasserfilter

**Für uns ist es selbstverständlich, dass wir stets sauberes Trinkwasser zur Verfügung haben. Doch ein Blick nach Basel zeigt: Damit das Wasser zuverlässig aus den Hähnen fliesst, braucht es eine ausgeklügelte Infrastruktur.**

26 Milliarden Liter Wasser – diese eindruckliche Menge produzieren die Industriellen Werke Basel (IWB) jedes Jahr, um die Menschen in der Stadt Basel sowie in den Vorortsgemeinden Riehen, Bettingen und Binningen zu versorgen. Würde man all dieses Wasser sammeln, könnte man damit umgerechnet über 10 000 50-Meter-Schwimmbecken füllen. Doch bis dieses Wasser bei den über 200 000 Menschen zuhause aus den Wasserhähnen fliesst, braucht es einen hohen logistischen Aufwand.

## Kristallklares Grundwasser

Das Trinkwasser der Stadt Basel wird an zwei Stellen gefasst, im Naherholungsgebiet Lange Erle an der Grenze zu Deutschland sowie in der Muttenzer Hard. Dort wird Grundwasser aus dem Boden hochgepumpt, das beste Trinkwasserqualität aufweist. Von den Grundwasserbrunnen aus wird das Wasser zunächst zu den Pumpwerken geleitet, die es anschliessend zu den verschiedenen Reservoirs leiten. Diese Reservoirs befinden sich an erhöhten Lagen am Stadtrand, damit das Wasser in den Leitungen immer den gewünschten Druck aufweist. Die Reservoirs stellen auch si-

cher, dass an heissen Sommertagen stets genügend Wasser vorhanden ist.

Von den Reservoirs aus wird das Wasser über ein ausgeklügeltes 570 Kilometer langes Leitungsnetz zu den Konsumentinnen und Konsumenten geführt. Die gesamte Wasserversorgung wird dabei von einem zentralen Leitsystem aus elektronisch gesteuert. Dieses sorgt dafür, dass genügend Wasser nachgeliefert wird und dass bei einem Wasserrohrbruch möglichst wenige Menschen von der Wasserversorgung abgeschnitten sind.

## Nachschub aus dem Rhein

Das natürliche Grundwasser in der Langen Erle und der Muttenzer Hard würde für die Versorgung der Stadt Basel allerdings nicht ausreichen. Deshalb nutzt man in Basel auch den Rhein als Trinkwasserquelle. Das Wasser aus dem Fluss muss allerdings zuerst gereinigt werden, bevor es in das Leitungsnetz eingespiesen werden kann. Die Basler verwenden dafür eine elegante Lösung: In einer Schnellfilteranlage aus Quarzsand werden zunächst alle feinen Partikel aus dem Flusswasser

entfernt. Danach wird das Wasser zu den Wässerstellen in den Wäldern der Langen Erle und der Muttenzer Hard geführt. Dort versickert es in den Waldboden und dringt durch unzählige feine Poren in den Untergrund. Auf diese Weise wird das Rheinwasser auf völlig natürliche Weise gereinigt. Im Untergrund vermischt es sich dann mit dem sauberen Grundwasser und kann bei den Grundwasserbrunnen als kristallklares Trinkwasser wieder an die Oberfläche gepumpt werden.

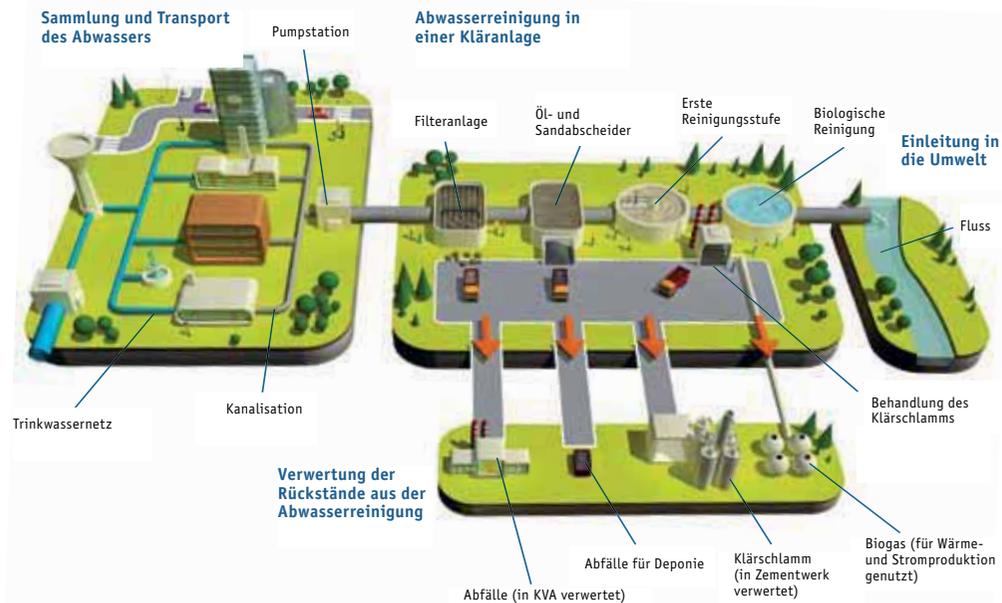
## Strenge Kontrollen

Trinkwasser ist wohl das wichtigste Lebensmittel. Deshalb muss es auch besonders strengen Qualitätskriterien genügen. Kein anderes Lebensmittel wird so häufig und so gründlich untersucht wie das Trinkwasser. Im Labor der Industriellen Werke Basel analysiert ein zwölfköpfiges Team jeden Tag, ob die geforderte Qualität eingehalten werden kann. An rund hundert Stellen in der Stadt werden regelmässig Wasserproben entnommen, die danach im Labor auf alle möglichen Arten untersucht werden. Die Mitarbeiter des Labors prüfen beispielsweise, wie das Wasser riecht und schmeckt und ob sich darin Krankheitskeime finden. Und sie untersuchen mit teilweise hochkomplexen Geräten, ob sich unerwünschte Substanzen im Wasser nachweisen lassen.



## Wofür wir unser Wasser brauchen

In der Schweiz benötigt jede Person ungefähr 160 Liter Wasser pro Tag für den persönlichen Bedarf. Knapp einen Drittel davon brauchen wir für die Toilettenspülung. Würde die Spül-Stop-Taste beim «kleinen Geschäft» konsequent eingesetzt, könnten täglich etwa 14 Liter Wasser eingespart werden. Weitere 20 Prozent des Wassers werden für das Baden und Duschen verwendet. Da heute praktisch nur noch geduscht wird – im Durchschnitt sind es acht Minuten pro Tag –, lässt sich hier nur noch wenig Wasser einsparen. Die Körperpflege und die Handwäsche am Lavabo tragen weitere 13 Prozent zum Wasserverbrauch bei. 15 Prozent werden in der Küche verbraucht, zum Kochen, Trinken und Geschirrspülen von Hand. Die Geschirrspüler hingegen benötigen nur wenig Wasser: Sie tragen lediglich 2 Prozent zu unserem Wasserverbrauch bei. Deutlich stärker ins Gewicht fallen hingegen die Waschmaschinen: Sie verbrauchen 19 Prozent des Wassers für den persönlichen Bedarf.



Die Kläranlage Bois-de-Bay in der Nähe von Genf

## Wofür wir unser Wasser brauchen

Damit das Abwasser, das wir tagtäglich in die Kanalisation spülen, wieder sauber wird, braucht es nicht nur Filter, Bakterien und Eisensalz, sondern auch viel Energie. Kläranlagen gehören daher zu den grössten Stromverbrauchern. In einer durchschnittlichen Gemeinde verbrauchen sie mehr Energie als alle Schulhäuser zusammen. Wenn man jedoch aus dem Abwasser die vorhandene Energie zurückgewinnt, lässt sich der Strombezug drastisch senken.

sind, aus dem Abwasser gefiltert. Der Rückstand wird separiert, entwässert und anschliessend in einer Kehrrichtverbrennungsanlage verbrannt. In einem zweiten Becken wird das Abwasser danach weiter aufgeteilt: Am Boden des Beckens sammelt sich der Sand, der sich noch im Wasser befindet. Oben wird das Öl und Fett abgeschöpft, das auf dem Wasser schwimmt.

### Bakterien als wichtige Helfer

Nach dieser mechanischen Reinigung wird das Abwasser in vier Becken zur biologischen Reinigung geleitet. In diesen Becken wandeln verschiedene Mikroorganismen organische Schadstoffe in weniger problematische Stoffe um: Die Bakterien benötigen die Schadstoffe zum Leben und um sich zu vermehren. Als Nebenprodukte entstehen Stickstoff, Kohlendioxid und Wasser. Damit die Bakterien überleben können, muss dem Wasser ständig Sauerstoff zugegeben werden.

Gleichzeitig wird das Abwasser auch mit Eisensalz chemisch gereinigt, denn es enthält Phosphate, die von Wasch- und Reinigungsmitteln sowie Lebensmitteln stammen. Das Eisen und die Phosphate verbinden sich zu unlöslichen Substanzen. Diese lagern sich im Nachklärbecken zusammen mit dem Schlamm aus toten Bakterien am Boden ab. Dieser sogenannte Klärschlamm wird abgesaugt und anschliessend im Faulturm weiterverwertet (s. Kasten). Nun ist das Wasser wieder so sauber, dass es in die benachbarte Rhone eingeleitet werden kann.

Eine erste Möglichkeit dazu gibt es bereits vor der Kläranlage: Mit Wärmetauschern kann man Abwasser in der Kanalisation Wärme entziehen, um damit Häuser zu heizen. Auch die Wärme des Wassers, das die Kläranlage verlässt, kann zum Heizen von Gebäuden genutzt werden. Bei rund 80 Kläranlagen wird das bereits gemacht; theoretisch könnte sogar jedes sechste Gebäude in der Schweiz so versorgt werden. Allerdings darf das Wasser vor der Kläranlage nicht zu sehr abgekühlt werden, benötigen die Bakterien doch für ihre Reinigungsarbeit eine gewisse Wärme.

Eine weitere wichtige Energiequelle ist der Klärschlamm: Im Faulturm wird ein Teil des Klärschlammes in Biogas umgewandelt. Dieses Biogas kann verwendet werden, um in einem Blockheizkraftwerk erneuerbaren Strom zu produzieren und mit der Abwärme den Faulturm zu beheizen. Auch der restliche Klärschlamm lässt sich verwerten: Wird er in einer Kehrrichtverbrennungsanlage verbrannt, kann man mit der freigesetzten Energie Strom erzeugen und über die Fernwärmenetze ganze Quartiere beheizen. «Mit der heutigen Technik lässt sich eine Kläranlage praktisch ohne fremde Energie betreiben», erklärt Ernst A. Müller vom Verein Infra watt. «Würde man dies bei allen Anlagen der Schweiz so machen, könnte man sehr viel wertvolle Energie einsparen.»

## Schritt für Schritt zu sauberem Wasser

**In modernen Kläranlagen wird aus schmutzigem Abwasser sauberes Flusswasser. Dies geschieht mit einem raffinierten Prozess, bei dem Filter, Bakterien und Eisensalz die Hauptrolle spielen.**

Überdüngte Seen, schäumende Bäche – diese Bilder gehörten bis weit in die 1970er Jahre zum schweizerischen Alltag. Heute sind die Gewässer in unserem Land fast überall wieder so sauber, dass das Baden in ihnen ohne Bedenken möglich ist. Möglich wurde diese Erfolgsgeschichte dank des Aufbaus einer flächendeckenden Abwasserreinigung: Die Abwässer von Haushalten und Industrie werden mit fein verästelten Kanalisationsleitungen gesammelt und in leistungsfähigen Kläranlagen soweit gereinigt, dass sie ohne Bedenken in die Gewässer zurückgeleitet werden können.

### Grenzüberschreitende Reinigung

Eine der modernsten und grössten Reinigungsanlagen der Schweiz wurde 2009 von den Services Industriels de Genève (SIG) in der Genfer Ge-

meinde Satigny in Betrieb genommen. Die Kläranlage Bois-de-Bay reinigt das Abwasser von rund 130 000 Einwohnerinnen und Einwohnern aus mehreren Genfer Vorortsgemeinden sowie aus der benachbarten französischen Region Pays de Gex. 350 Liter Abwasser pro Sekunde strömen durchschnittlich in die Anlage und werden in einem mehrstufigen Prozess sorgfältig gereinigt. Die Umwandlung des Schmutzwassers mit seinen vielen verschiedenen Stoffen in sauberes Flusswasser ist ein komplexer Vorgang. In der Kläranlage Bois-de-Bay wird der gesamte Ablauf in einer modernen Leitstelle überwacht, von der aus die 75 Pumpen, 80 Antriebe und mehr als 150 Ventile gesteuert werden.

In einem ersten Schritt werden in der Vorbehandlung alle Feststoffe, die grösser als 6 Millimeter



Die Scherzligschleuse reguliert seit dem 18. Jahrhundert den Pegel des Thunersees.

## Das Ganze im Auge behalten

**Der Thuner- und der Brienersee sowie die drei Jurandseen spielen für den Hochwasserschutz entlang der Aare eine wichtige Rolle. Wie hoch ihr Pegel ist, wird in der Leitstelle in Bern festgelegt. Dabei müssen verschiedene Ansprüche berücksichtigt werden.**

Die beiden Holzschleusen sind ein beliebtes Touristensujet in der Thuner Altstadt: Seit dem 18. Jahrhundert wird mit der Scherzlig- und der Mühleschleuse der Pegel des Thunersees kontrolliert. Auch wenn ihre Bauweise an altbewährte Technik erinnert: Gesteuert werden die beiden Anlagen heute mit modernster Technik. Wie viel Wasser die massiven Schleusentore im Thunersee zurückhalten, wird in der 30 Kilometer entfernten Leitstelle in Bern entschieden. Diese reguliert nicht nur die Schleusen am Thunersee, sondern bedient auch die Schleusen in Interlaken und Port, die sich am Ausfluss des Briener- und Bielersees befinden.

### Klare Grenzwerte

«Von Bern aus regulieren wir insgesamt fünf Seen», erklärt Bernhard Wehren, der als Leiter Seeregulierung beim Amt für Wasser und Abfall für die Steuerung der Schleusen verantwortlich zeichnet. «Denn über die Schleuse in Port regulieren wir indirekt auch den Wasserstand im Neuenburger- und Murtensee.» (s. Kasten) Bei seiner Arbeit muss Wehren ver-

schiedenen Ansprüchen gerecht werden, die sich teilweise widersprechen: Auf der einen Seite muss er sicherstellen, dass die Seen bei Hochwasser möglichst nicht über die Ufer treten. Wenn also die Wetterprognose starke Niederschläge im Einzugsgebiet der Seen ankündigt, ist es ratsam, den Pegel der Seen vorsorglich abzusenken, damit sie während der Regenereignisse möglichst viel Wasser aufnehmen können. «Die Seen spielen für den Hochwasserschutz eine wichtige Rolle, können sie doch Abflussspitzen auffangen und so Schäden verhindern.»

Auf der anderen Seite muss Wehren auch darauf achten, dass er die Pegel nicht zu sehr absenkt. Denn bei einem zu tiefen Pegel können die Kurschiffe teilweise nicht mehr verkehren und auch für die ökologisch sensiblen Ufergebiete kann eine Absenkung problematisch werden. Und er darf, wenn beispielsweise am Thunersee ein Hochwasser droht, die Schleusen auch nicht soweit öffnen, dass die Aare in Bern über die Ufer tritt. «Es ist nicht immer einfach, diese ver-



Bei der Juragewässerkorrektion wurden vier grosse Kanäle angelegt: 1: Hagneckkanal, 2: Zihlkanal, 3: Broyekanal, 4: Nidau-Büren-Kanal.

schiedenen Ziele unter einen Hut zu bringen», erklärt Wehren. «Deshalb wurde ein ausgeklügeltes Reglement erarbeitet, das einen Ausgleich der verschiedenen Interessen anstrebt. Dieses Reglement gibt uns klare Vorgaben, die wir bei der Steuerung der Schleusen berücksichtigen müssen.»

Im Alltag stützt sich die Leitstelle auf eine Fülle von verschiedenen Daten, damit die Schleusen optimal betrieben werden können: Sie wertet die aktuellen Niederschlagsdaten und die Wetterprognosen aus und überwacht laufend die Pegelstände und Abflussmengen in den verschiedenen Gewässern des Kantons. «Nicht zuletzt müssen wir auch das Wasser im Auge behalten, das in den Bergen als Schnee gespeichert ist», ergänzt Wehren. Wie wichtig dies ist, zeigte sich im Mai 1999: Als nach einem schneereichen Winter just zur Zeit der grössten Schneeschmelze starke Niederschläge fielen, traten an vielen Stellen die Gewässer über die Ufer – unter anderem auch der Thunersee.



Von der Leitstelle in Bern aus wird der Wasserstand von fünf grossen Seen reguliert.

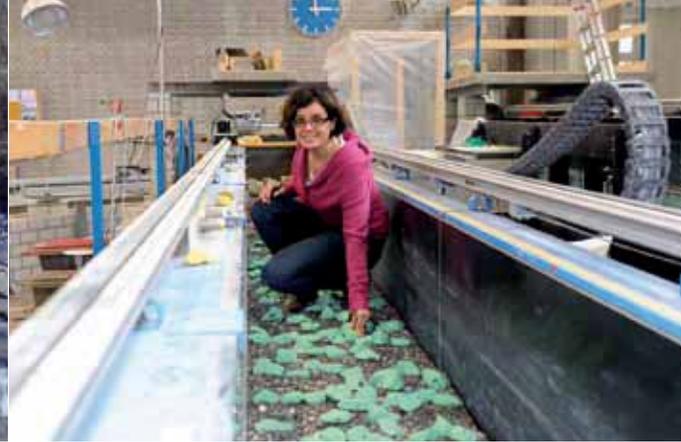
## Ein Umweg für die Aare

Es ist noch keine 150 Jahre her, da war das Berner Seeland eine sumpfige Gegend, die immer wieder von Überschwemmungen heimgesucht wurde. Dies änderte sich erst, als die Kantone Bern, Freiburg, Waadt, Neuenburg und Solothurn zwischen 1868 und 1878 die 1. Juragewässerkorrektion durchführten, die noch heute als Paradebeispiel der Ingenieurskunst gilt. Herzstück des Bauwerks war der neue Hagneckkanal, der seither die Aare von Aarberg in den Bielersee umleitet. Um das Wasser aus dem Bielersee abzuführen, wurde von Nidau ein neuer Kanal nach Büren gebaut. Dort fliesst die Aare heute wieder in ihr ursprüngliches Bett. Auch die Broye und die Zihl, die den Murten-, Neuenburger-, und Bielersee miteinander verbinden, wurden kanalisiert und ausgebaut. Seither werden die drei Seen, deren Spiegel um 2,5 Meter abgesenkt wurde, als gemeinsames Rückhaltebecken genutzt, um Hochwasserspitzen aufzufangen. Zusätzlich wurden zahlreiche kleinere Kanäle gebaut, um das Grosse Moos, wie das Gebiet zwischen den drei Seen heisst, zu entsumpfen. Die Juragewässerkorrektion war ein grosser Erfolg, konnte sich das Seeland seither doch zu einer fruchtbaren Landwirtschaftszone entwickeln. Dennoch gab es immer wieder Überschwemmungen. Daher wurden die Kanäle zwischen den drei Seen sowie der Abfluss aus dem Bielersee in der 2. Juragewässerkorrektion zwischen 1962 und 1973 nochmals ausgebaut.



▲ Das Element Wasser hat die Tessinerin Simona Tamagni schon während ihrer Jugend fasziniert.

► Bei der Landquart konnte das Flussbett mit einer neuen unstrukturierten Blockrampe erfolgreich stabilisiert werden.



Mit einem 13 Meter langen Modell untersucht Simona Tamagni, wie Flüsse ökologisch stabilisiert werden können. Dass ihre Arbeit so vielseitig ist, gefällt ihr besonders gut.

# Steine für die Fische

**Viele Flüsse und Bäche werden heute mit Schwellen stabilisiert. Für die Fische ist dies alles andere als optimal. Simona Tamagni sucht als Doktorandin an der ETH Zürich nach einer ökologischeren Lösung. Dabei scheut sie auch vor nassen Füßen nicht zurück.**

Brücken und Staumauern haben mich schon als Mädchen fasziniert. Wenn ich etwa an der eindrücklichen Staumauer im Verzascatal bei Locarno vorbei fuhr, fragte ich mich immer, wie diese Mauer das viele Wasser im Stausee zurückhalten kann. Und da ich zudem in der Schule gerne mathematische Aufgaben löste, war es für mich naheliegend, an der ETH Zürich Bauingenieurwissenschaften zu studieren.

## Grosse Steine bremsen Wasser

Das Thema Wasser fasziniert mich immer noch. Deshalb habe ich mich entschlossen, an der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich eine Doktorarbeit zu schreiben. Ich untersuche dabei eine neue Art, wie man Flüsse auf ökologische Weise stabilisieren könnte. Diese Stabilisierung ist nötig, weil sich viele Flüsse in der Schweiz im Erosionszustand befinden. Würde man die Flüsse nicht verbauen, würde das Wasser immer mehr Material von der Flusssohle wegschwemmen und das Flussbett würde sich immer tiefer in die Landschaft eingraben. Aus diesem Grund hat

man bei vielen Flüssen Schwellen eingebaut. Dadurch hat das Wasser weniger Kraft, um das Material wegzuschwemmen. Diese Schwellen haben allerdings einen Nachteil: Sie behindern die Wanderbewegungen der Fische und sind daher aus ökologischer Sicht nicht optimal.

Eine mögliche Lösung ist nun, dass man die Schwellen durch unstrukturierte Blockrampen ersetzt. Dazu werden grosse Steinblöcke mit einem Durchmesser von 1 bis 1,4 Metern zufällig in die Flüsse gesetzt. Diese Blöcke bremsen dann den Wasserabfluss, so dass die Flusssohle auch ohne Schwellen nicht mehr weggeschwemmt wird. Gleichzeitig können die Fische wieder ohne Behinderung durch den Fluss schwimmen. Die Frage ist nun: Wie gross müssen die Felsblöcke sein und wie viele davon braucht man? Diese Frage ist gar nicht so einfach zu beantworten: An der Landquart beispielsweise konnte ein Flussabschnitt mit solchen Blöcken erfolgreich verstärkt werden. Bei der Emme und Simme hingegen wurden die grossen Steine bei einem Hochwasser weggeschwemmt.

## Ein Modell aus Sand und Kies

In meiner Doktorarbeit erarbeite ich nun Grundlagen für die Ingenieure, damit diese Blockrampen künftig richtig bauen können. Je nachdem, wie gross das Flussgefälle ist, aus welchem Material die Flusssohle besteht und wie viel Wasser der Fluss bei einem Hochwasser führt, braucht es eine andere Anzahl Blöcke und Blöcke mit einem anderen Durchmesser. Im Wasserbau werden solche Bauwerke üblicherweise so ausgelegt, dass sie einem Jahrhunderthochwasser standhalten, das statistisch gesehen nur einmal in hundert Jahren auftritt. Natürlich gibt es auch noch grössere Hochwasser. Doch bei einem solchen Ereignis nimmt man halt Schäden in Kauf, weil es sonst zu teuer wäre, die Flüsse zu verbauen.

Das Kernstück meiner Arbeit sind die Experimente, die ich in der grossen Versuchshalle der VAW mit grossen Modellen durchführe. Im meinem Fall handelt es sich um ein 13 Meter langes Modell, dessen Neigung verändert werden kann. Dort baue ich die Rampen mit Sand, Kies und Blöcke ein, um das Flussbett im Modell nachzubilden, und lasse dann Wasser darüber laufen. Auf diese Weise kann ich untersuchen, wie die Blöcke bei einem richtigen Fluss angeordnet werden müssen.

Das Spezielle an der VAW ist, dass wir hier sehr praxisorientiert arbeiten. Meine Arbeit ist sehr abwechslungsreich: Ich sitze nicht nur am Computer, sondern bin eben auch viel mit den Experimenten beschäftigt und muss dabei auch viel Handarbeit erledigen. Dabei kommt es immer wieder vor, dass ich bei der Arbeit nasse Füße bekomme.

Was ich nach dem Abschluss meiner Doktorarbeit machen werde, weiss ich heute noch nicht genau. Vermutlich werde ich nicht in der Forschung bleiben, sondern in die Praxis gehen, denn ich habe grosse Lust, später einmal konkrete Projekte umzusetzen – am liebsten natürlich im Bereich Wasserbau, damit ich mich weiter mit meinem Lieblingselement beschäftigen kann. Meine Berufsaussichten sind ich im Moment sehr günstig: Durch meine Arbeit kenne ich inzwischen viele Leute aus dem Bereich Wasserbau. Und gleichzeitig sind Bauingenieure und Bauingenieurinnen sehr gesuchte Leute auf dem Arbeitsmarkt.

# AHA!



## Warum kann das Baden unterhalb eines Wasserkraftwerks gefährlich sein?

Die Speicherkraftwerke, die in den Alpen mit dem Wasser aus Stauseen Strom produzieren, haben im Vergleich zu anderen Kraftwerken einen grossen Vorteil: Sie können den Strom sehr flexibel produzieren. Sie liefern also genau dann Elektrizität, wenn diese benötigt wird. Diese Flexibilität hat allerdings ihren Preis: Die Speicherkraftwerke lassen sehr unterschiedliche Mengen an Wasser ab.

Das Phänomen wird in Fachkreisen als «Schwall- und Sunk-Betrieb» bezeichnet. Im Schwallbetrieb erzeugt das Kraftwerk viel Strom und lässt daher grosse Mengen an Wasser ab. Der Wasserstand im Flussbett unterhalb der Kraftwerkszentrale steigt dementsprechend an. Produziert das Kraftwerk hingegen keinen Strom, fliesst kein Wasser durch die Turbinen. Deshalb sinkt im Sunkbetrieb der Wasserstand auf das gesetzlich festgelegte Minimum ab, die sogenannte Restwassermenge.

Das Tückische ist nun, dass das Kraftwerk im Laufe des Tages vom Sunk- zum Schwallbetrieb wechseln kann. Wer also an einem schönen Sommertag

an einem Fluss in den Alpen unterhalb eines Kraftwerks einen gemütlichen Badetag einschalten will, kann eine unliebsame Überraschung erleben: Fährt das Kraftwerk die Stromproduktion hoch, fliesst plötzlich eine viel grössere Wassermenge ab. Die eben noch trockene Uferzone kann dann in kurzer Zeit überflutet werden. Deshalb sollten die Warntafeln entlang von solchen Flüssen unbedingt beachtet werden!

Der Schwall- und Sunk-Betrieb ist auch aus Sicht der Umwelt problematisch: Wenn in einem Fluss der Wasserstand mehrmals pro Tag zwischen Hochwasser und Trockenheit hin und her schwankt, haben Tieren und Pflanzen Mühe, sich an die ständig wechselnden Bedingungen anzupassen. Aus diesem Grund sind die Kraftwerksbetreiber bestrebt, die Schwankungen mit gezielten Massnahmen zu verringern. Eine Möglichkeit ist beispielsweise, das Wasser nach der Stromproduktion zunächst in einem Becken aufzufangen. Von dort aus kann es dann gleichmässig in den Fluss geleitet werden. Dadurch werden die Pegelschwankungen im Fluss ausgeglichen.

**GEFAHR! DANGER! PERICOLO!**

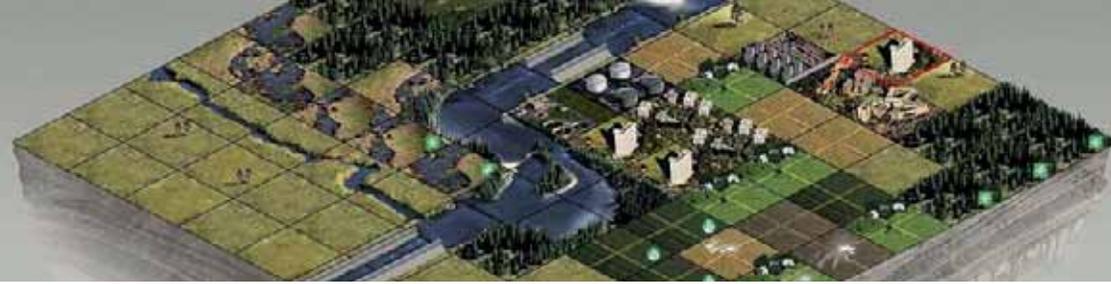
Es ist gefährlich, sich im Flussbett aufzuhalten! Die Wasserkraftanlagen können jederzeit ein plötzliches Hochwasser verursachen; auch bei schönem Wetter!

Il est dangereux de s'aventurer dans le lit de la rivière! Les installations hydroélectriques peuvent causer une crue soudaine à tout moment; même par beau temps!

E' pericoloso sostare nel letto del fiume! Gli impianti idroelettrici possono provocare una piena repentina in qualsiasi momento; anche col bel tempo!

You are warned not to stay on the river bed! The hydroelectric plants may cause a sudden flooding anytime; even with good weather!

**i** Infoline ☎ 0848 121 175



### Wasser – mehr als nur ein Spiel

Trinkwasserversorgung und Wasserkraftnutzung, Schutz vor Hochwasser, attraktive Landschaften, naturnahe Gewässer und Erholungsgebiete, die Erhaltung der Wasserqualität und der natürlichen Artenvielfalt: Traue dich spielerisch, dieses sensible Gleichgewicht zu halten, intelligent zu investieren und nachhaltig zu profitieren. (Bundesamt für Umwelt) [www.bafu.admin.ch/wasserwirtschaftspiel](http://www.bafu.admin.ch/wasserwirtschaftspiel)

## Ausbildung

### Umweltingenieurwesen

Bachelor ZHAW

[www.zhaw.ch/de/zhaw/studium.html](http://www.zhaw.ch/de/zhaw/studium.html)

### Umweltingenieurwissenschaften

Bachelor und Master ETH Zürich

[www.umwelting.ethz.ch](http://www.umwelting.ethz.ch)

Bachelor und Master EPFL

[enac.epfl.ch/page-2446-fr.html](http://enac.epfl.ch/page-2446-fr.html)

### Umweltnaturwissenschaften

Bachelor und Master ETH Zürich

[www.ethz.ch/prospectives/programmes](http://www.ethz.ch/prospectives/programmes)

### Energie- und Umwelttechnik

Bachelor Fachhochschule Nordwestschweiz

[www.fhnw.ch/technik/bachelor/eut](http://www.fhnw.ch/technik/bachelor/eut)

### Bauingenieurwesen

Bachelor HES-SO

[www.hes-so.ch/modules/formation/detail.asp?ID=166](http://www.hes-so.ch/modules/formation/detail.asp?ID=166)

Bachelor und Master ZHAW

[www.zhaw.ch/de/zhaw/studium.html](http://www.zhaw.ch/de/zhaw/studium.html)

### Bauingenieurwissenschaften

Bachelor und Master ETH Zürich

[www.bauing.ethz.ch](http://www.bauing.ethz.ch)

Bachelor und Master EPFL

[enac.epfl.ch/page-2445-fr.html](http://enac.epfl.ch/page-2445-fr.html)

## Sehenswert

### Wasser Natur Chaos

Ausstellung im Technorama

[www.technorama.ch/ausstellung/wasser-natur-chaos/](http://www.technorama.ch/ausstellung/wasser-natur-chaos/)

### Wasser – alles klar

Erlebnisorientierte Ausstellung für Schulen und Gemeinden

[www.umweltschutz.ch/index.php?pid=33&l=de](http://www.umweltschutz.ch/index.php?pid=33&l=de)

### Impressum

SATW Technoscope 1/12, April 2012  
[www.satw.ch/technoscope](http://www.satw.ch/technoscope)

Konzept und Redaktion: Dr. Béatrice Miller  
Redaktionelle Mitarbeit: Dr. Felix Würsten  
Bilder: SATW/Franz Meier, Amt für Wasser und Abfall Kt. Bern, BKW FMB Energie, AG, Industrielle Werke Basel, Bundesamt für Umwelt, Fotolia, Jay Louvion/SIG, Frédéric Peault/SIG, F. Frank 2010  
Titelbild: Projektingenieurin Jill Lucas und Masterstudent Andrea Balestra an der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich.

### Gratisabonnement und Nachbestellungen

SATW, Seidengasse 16, CH-8001 Zürich  
E-Mail [redaktion.technoscope@satw.ch](mailto:redaktion.technoscope@satw.ch)  
Tel +41 (0)44 226 50 11

Technoscope 2/12 erscheint im September 2012.