

## Sturm im Wasserglas

In riesigen Bassins lassen Forscher Brücken versinken und Flutwellen losbrechen, um gefährliche Strömungen zu simulieren.

Autorin: Sabine Goldhahn

Erscheinungsdatum: 22. Januar 2002

### Manuskript

Der Loreley verginge das Singen, denn ihr Rhein wäre nichts als ein Reifall: Statt weinbedeckter Berge und alter Schlösser zieren Betonwände und armdicke Stahlrohre die Umgebung des künstlichen Flusses, und der Besucher wandelt nicht in idyllischen Auen, sondern geht über Metallgitter und Treppen. Elf Meter Wasserkanal genügen, um mit dem längsten deutschen Fluss zu experimentieren. Sein laut rauschendes Imitat fließt zwischen zentimeterdicken Glaswänden, und nur wenige Meter weiter stürzen Wassermassen über rutschenartige Versuchskanäle in die Tiefe, um gurgelnd in einem Abflussrohr zu verschwinden. Das Forschungslabor der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) an der ETH Zürich kann es mit jedem Aquapark aufnehmen. In einer riesigen Werkhalle voller Glaskästen, Rutschkanäle und Wasserpumpen erforschen Wissenschaftler die Geheimnisse von Flüssen, Seen und Gletschern. Mit komplizierten Messeinrichtungen haben sie ihre Aquarien verkabelt und registrieren Fließgeschwindigkeit, Wasserstand, Turbulenz oder Sedimentbewegungen.

Am Rhein-Modell beispielsweise untersuchen die Zürcher, wie Brückenpfeiler versinken oder was mit wassertechnischen Bauten bei Hochwasser geschieht. Dazu stellen sie einen flaschengroßen Glaszylinder – das vermeintliche Bauwerk – in den Wasserkanal und warten, was passiert. Schon nach wenigen Tagen ist der Glaszylinder unterspült und ein Kolk entstanden: ein kreisrundes Loch im Flussbett, das im Laufe der Zeit immer tiefer wird. Ursache dieser Erosion ist neben der Strömung mit ihren zahllosen Wasserwirbeln die Größe des Sediments. „Je feiner das Sediment ist, desto größer wird das Loch im Flussbett“, erklärt der Ingenieur Willi H. Hager angesichts der zahllosen Minikolke, die das Rhein-Modell im Labor ausweist. Und wenn Hager am Wasserhahn dreht, kann er seinen Rhein schneller oder langsamer fließen lassen und dadurch unterschiedliche Umweltbedingungen bis hin zum Hochwasser simulieren.

So zeigten die Versuche im Wasserkanal, dass vor allem die Form der Brückenpfeiler darüber entscheidet, ob das Bauwerk den Wassermassen standhält oder unterspült wird. „Je runder und schlanker ein Pfeiler ist, desto weniger tief werden die Kolke“, erklärt Hager. Besonders gefährlich sind dagegen langgezogene Pfeiler, die eine breite und eine schmale Seite haben. Wenn sich nämlich bei einem Hochwasser die Strömungsrichtung im Fluss ändert, können die Wassermassen an die Breitseite strömen, die sich viel leichter aushöhlen lässt.

Mit ihrem Rhein-Modell wollen die Forscher Daten bekommen, um die Entstehung von Kolken später am Computer für jede beliebige Brücke und jeden beliebigen Fluss zu simulieren – damit bei neuen Brücken keine Erosionen im Flussbett entstehen, die sie untergraben und einstürzen lassen.

Neben den Fluss-Modellen, in denen das Wasser vergleichsweise harmlos in den Kanälen dahinströmt, stehen im Zürcher Labor aber auch Riesenaquarien, die ganze Flutwellen aushalten müssen. Denn Hagers Team simuliert alles nur Wassermögliche und schreckt auch vor Tsunamis nicht zurück. Das sind Riesen-Flutwellen bis zu einigen Dutzend Meter Höhe, die durch Seebeben verursacht werden und besonders häufig im Pazifik vorkommen. Die verheerenden Wellen können aber auch dann entstehen, wenn eine steile Uferwand ins Meer stürzt oder Gestein und Geröll nach einem Felssturz in einen See krachen. So starben 1963 im Vaiont-Tal in Italien beispielsweise rund 2000 Menschen, als ein Stück Gebirge in einen Stausee rutschte und die über die Staumauer schwappende Flutwelle eine ganze Ortschaft fortspülte.

Während die Tsunamis in der Natur unvorhersehbar sind, gibt es im Zürcher Labor Flutwellen nach Plan. Elf Meter lang und einen Meter tief ist das künstliche Gewässer, in dem Hager und seine Kollegen eine Flutwelle durch Gebirgssturz simulieren. Am Anfang des Wasserkanals steht eine 45 Grad geneigte Ebene, die dem „Fels“, als Rutsche dient. Die rote Kiste darauf, der Rutschgenerator, lässt sich mit Druckluft auf 40 Kilometer pro Stunde beschleunigen. Sein Inhalt sieht aus wie eine Kieslieferung aus dem Baumarkt und soll das herabdonnernde Gestein darstellen.

„Wir haben Monate gebraucht, ehe wir das geeignete Material gefunden hatten“, sagt Hager und berichtet über eines der ganz alltäglichen Hindernisse in einem Wasserbau-Labor: „Steinchen haben uns die Scheibe im Wasserkanal zerkratzt.“ Jetzt nimmt er Granulate aus Bariumsulfat, die von einer hauchdünnen Plastiksicht umgeben sind. Sie haben die gleiche Dichte wie normales Gestein und lassen das Scheibenglas unbehelligt.

Um den eigentlichen Gebirgssturz auszulösen, genügt ein Druck auf den kleinen roten Knopf und der Rutschgenerator donnert samt künstlichem Gestein ins Wasser, wo sich eine Klappe öffnet und die Kügelchen hinausplatschen.

Was anschliessend folgt, kommt dem Szenario in der Natur schon sehr nah: Nach dem Aufprall läuft eine fast meterhohe Welle mit lautem Getöse bis zum Ende des Wasserkanals, schlägt an der Glaswand auf und kehrt zurück, um ein zweite, kleinere Welle auszulösen.

Die Wissenschaftler nehmen die Welle per Video auf. Um Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung des Wassers darzustellen, enthält es Tausende winzige Glaskügelchen, die mit Lichtblitzen beleuchtet werden. Da sie sich mit dem Wasser bewegen, dienen sie den Forschern als Bezugspunkt für die Teilchenbewegung während der Welle. „Wir nehmen diese Kügelchen als Tracer und vergleichen ihre Position auf zwei rasch hintereinander folgenden Videoaufnahmen“, erläutert Hager. Aus diesen Werten errechnet der Computer ein Vektorbild, womit sich das Strömungsfeld bestimmen lässt.

Am Ende bleiben eine Unmenge von Daten – Grundlage für spätere rechnerische Simulationen an realen Seen und Bergen. Mit deren Ergebnissen ließen sich Gefahrenkarten zeichnen; Orte in gefährdeten Regionen könnten danach so gebaut werden, dass die Flutwellen nicht darüber hinweg, sondern nur daran vorbeirauschen. Zumindest im Labor können die Forscher schon jetzt aufatmen: Nach einer Flutwelle sind sie zwar nassgespritzt, aber bislang hat das Becken mit 25 000 Litern Wasser gehalten.