

SPUREN IM SCHLAMM

EDITH OOSEBRUG

In der Tiefe der Schweizer Seen liegt deren Geschichte verborgen. Der Geologe Michael Strasser geht ihr auf den Grund: Seine Untersuchungen der Seeböden geben Auskunft über frühere Erdbeben – und mögliche zukünftige Naturkatastrophen.



«Es ist wie ein Geschichtsbuch, das man zum ersten Mal aufschlägt: Der spannendste Moment ist der, wenn wir einen Sedimentkern öffnen. Dann können wir in die Vergangenheit des Seebodens schauen!» Michael Strasser ist die Begeisterung für seine Arbeit von den Augen abzulesen. Der 27-jährige Geologe untersucht für seine Doktorarbeit an der ETH Zürich den Untergrund des Zürichsees und des Vierwaldstättersees: Im abgelagerten Schlamm sucht er nach Spuren von Hangrutschungen. Damit möchte er Extremereignisse wie Hochwasser oder Erdbeben in den Regionen von Zürich und Luzern rekonstruieren: «Wissen wir mehr über Umweltveränderungen und Naturkatastrophen in der Vergangenheit, können wir auch zukünftige Ereignisse besser abschätzen.»

Erdbeben im Sediment

Bei Rutschungen im See wird in kurzer Zeit viel Wasser verdrängt. So können grosse

Wellen entstehen, die sich über den See ausbreiten – ähnlich den Tsunamiwellen, die im Ozean als Begleiterscheinungen von grossen Erdbeben bekannt und gefürchtet sind. Es gibt verschiedene Gründe, weshalb Abhänge unter der Seeoberfläche instabil werden können. Sind aber an mehreren Orten entlang des Seeufers Rutschungen gleichen Alters zu finden, so sind sie wahrscheinlich durch ein Erdbeben verursacht worden.

So geschehen am Vierwaldstättersee: Ein Arbeitskollege Strassers, Michael Schnellmann, hat in seiner Dissertation untersucht, wie ein Erdbeben der Stärke 6,2 auf der Richterskala im Jahre 1601 bei Weggis mehrere grosse Rutschungen im See auslöste. Diese hatten bis zu zwei Meter hohe Wellen auf dem ganzen See zur Folge. Untersuchungen der Sedimente weisen in den vergangenen 15 000 Jahren fünf weitere derartige Erdbebenereignisse nach. Seesedimente sind also hervorragende Zeugen prähistorischer Beben. Dank ihnen kann die Wiederkehrate von starken Beben

in der Schweiz ermittelt werden. In der Zentralschweiz hat die Erde durchschnittlich alle 2500 Jahre stark gebebt, wobei der zeitliche Abstand zwischen zwei Erdbeben stark variiert. Wann das nächste Beben stattfindet, ist jedoch schwierig vorauszusagen. Und über die Situation beim Zürichsee weiss man noch kaum etwas.

Den Seeboden durchleuchten ...

Um mehr zu erfahren, fährt Michael Strasser nun regelmässig gemeinsam mit anderen Forschern des Limnogeologielabors der ETH auf den Zürichsee hinaus. Das Forschungsschiff «ARETHUSE» (die griechische Nymphe des Wassers) dient ihnen als mobiler Arbeitsplatz (siehe Abb. 1): Hier machen sie die Untersuchungen, die am Anfang jeder Seeforschungskampagne stehen: Bei der so genannten reflektionsseismischen Methode durchleuchten Schallwellen den Seeuntergrund. Ein Teil der Energie des akustischen Signals dringt in den Seeboden



ein und wird an verschiedenen Schichtgrenzen reflektiert. Die Informationen, die wieder zum Boot zurückkommen, werden in Form eines seismischen Profils aufgezeichnet (siehe Abb. 2).

Basierend auf den Profilen kann man sich ein dreidimensionales Bild des Untergrunds machen: Sie geben Auskunft über Struktur, Mächtigkeit und Beschaffenheit der Seesedimente. Die Gruppe der Limnogeologie der ETH hat auf dem Zürichsee bereits 250 km Linien gesammelt und ein enges Gitter solcher Profile erstellt. Auf diese Weise können die Wissenschaftler diejenigen Orte finden, an denen mächtige aufgewühlte Sedimentschichten liegen – die Ablagerungen der Hangrutschungen.

... und fotografieren

Vergangenen Herbst haben die Zürcher Geologen ein neues Gerät angeschafft, ein so genanntes «Side Scan Sonar System». Dieses Gerät arbeitet ebenfalls mit akusti-

schen Signalen. Aber es sieht nicht in die Tiefe des Seebodens. «Dafür macht es «Luftbilder» unter Wasser.» Michael Strasser schwärmt von dieser neuen Methode: «Wir können nun flächendeckend die Oberfläche des Seebodens anschauen.» So konnten die Forscher zum Beispiel eine Rutschung bei Oberrieden sehr schön abbilden (siehe Abb. 3). Im Jahre 1918 waren dort während Bauarbeiten Teile des Ufers abgerutscht. Dabei bildeten sich im Schlamm Wulste und andere Strukturen, die nun mit dem «Side Scan Sonar» sichtbar gemacht werden können.

Der See – ein junges Archiv

Weiter gehts. Nun wird «gekernt»: Und zwar dort, wo die seismischen Profile und die Bilder vom «Side Scan Sonar» Rutschungen anzeigen. Von einer Plattform aus entnehmen die Limnogeologen dem Seeboden 10 bis 15 Meter lange Sedimentkerne (siehe Abb. 4).

Die Sedimente dienen nämlich als wertvolles Archiv, das Informationen über Rutschungen, Naturgefahren oder klimatische Verhältnisse beinhaltet. Ist eine Zeitperiode beispielsweise durch starke Niederschläge und Fluten geprägt, so sieht man dies im Seeboden an auffälligen, sandigen Lagen. Bei einer Flut wird viel Material aus dem Einzugsgebiet in den See geschwemmt. Die Informationen in den Ablagerungen reichen bis ans Ende der Eiszeit vor etwa 18 000 Jahren zurück. Davor abgelagertes Material wurde während der Vergletscherung erodiert.

Um an diese Informationen heranzukommen, werden die Sedimentkerne im Labor geöffnet – der besagte spannendste Moment für alle Beteiligten. In einem nächsten Schritt werden die braun-schwarz gestreiften «Dreck-Stangen» fotografiert und analysiert. Dichte und Zusammensetzung des Materials, Ausbreitungsgeschwindigkeit akustischer Wellen im Material, aber auch Korngrößen, Porosität, Wassergehalt und Festigkeit: Zahlreiche physikalische

und chemische Eigenschaften der Sedimente werden gemessen. Dabei wird auch mit Spezialisten anderer ETH-Institute zusammengearbeitet. Einzelne Lagen im Sediment, die organisches Material enthalten, werden datiert. Dies ermöglicht eine zeitliche Einordnung der Schichten und somit auch einzelner Ereignisse wie Erdbeben oder Überschwemmungen.

«Die jüngsten Zürichsee-Sedimente sind für uns extrem dankbar, da sie ‚gewarvt‘ sind, erklärt Strasser. «Auch Warven helfen, unsere Sedimente zu datieren.» Unter Warven verstehen die Geologen eine feine jährliche Schichtung der Sedimente. Strasser zeigt auf die hellen Sommer- und die dunkleren Winterschichten in den Sedimentkernen: Seit rund 100 Jahren – nachdem die Eutrophierung im Zürichsee einsetzte und in der Seetiefe zu wenig Sauerstoff für Lebewesen übrig blieb – wird der Schlamm nicht mehr von Organismen durchwühlt. Die Lagen bleiben so erhalten, wie sie abgelagert wurden, und können abgezählt werden wie die Jahrringe bei Bäumen.

Warum die Hänge rutschen ...

Mit den so gewonnenen Daten möchte Michael Strasser seinem Ziel etwas näher kommen: «Ich möchte verstehen, welche Hänge im See bei einem Erdbeben abrut-

schen.» Aus den physikalischen und geotechnischen Eigenschaften des Materials berechnet er die Hangstabilitäten. Sie zeigen ihm die Grenzbedingungen, unter denen es bei einer gewissen Erdbebenstärke zu einer Hangrutschung kommt. Er hofft, daraus die Wahrscheinlichkeit ableiten zu können, dass es bei einem zukünftigen Erdbeben im Vierwaldstättersee oder allenfalls auch im Zürichsee zu Rutschungen und Tsunamis kommt.

Einige Probleme gebe es aber noch, schränkt Strasser ein. Aufgrund der Sedimentkerne seien keine sicheren Aussagen möglich: Das Material befindet sich nach der Kernentnahme nicht mehr im gleichen Zustand wie am Seeboden. «Eigentlich müsste man alle Messungen direkt an Ort durchführen können. Doch dies ist heute noch nicht möglich.»

Und nicht alle Rutschungen im See sind Zeugen von Erdbeben. In Küsnacht und Erlenchbach zum Beispiel gibt es Spuren von Rutschungen mit anderen Ursachen: Dort lagern Bäche an ihren Mündungen in den See viel Material an den Abhängen ab. Die Hänge werden dadurch instabil und rutschen an den steilen Deltas immer wieder ab. Auch Gasaustritte können Rutschungen verursachen, da Blasen die Sedimente destabilisieren. Ursprung des Gases sind Zersetzungen von organischem Material, das im Deltabereich häufig vorkommt. Ein wei-

terer Grund, weshalb Hänge – besonders im Uferbereich – instabil werden können, sind grössere Schwankungen des Seespiegels. Es gibt Hinweise darauf, dass der Zürichsee vor 12 000 Jahren in kurzer Zeit um 10 m abgesunken ist.

... und was Chroniken erzählen

«Am liebsten würde ich alle Massenbewegungen im Zürichsee rekonstruieren», sagt Strasser. «Damit meine ich die prähistorischen und die historischen Ereignisse.» Und so sucht der Doktorand nicht nur in den Sedimenten, sondern auch in Chroniken nach Hinweisen auf die Ereignisse im Zürichsee. Grössere Rutschungen sind häufig auf Bauarbeiten zurückzuführen, wie in Oberrieden 1918. Aber auch der neu eröffnete Bahnhof Horgen rutschte ab, als 1875 die Ufer aufgeschüttet wurden, um Land zu gewinnen. Der Kies auf dem weichen Seeschlamm und starke Niederschläge, die das Material zusätzlich mit Wasser sättigten, liessen die Hänge abgleiten.

Hat Michael Strasser einmal angefangen zu erzählen, ist er kaum mehr zu bremsen. Hier sieht er auch die Schwierigkeit seines Jobs: «Mein Forschungsgebiet ist so breit, dass ich aufpassen muss, mich nicht immer wieder im Detail zu verlieren.» Dass das Projekt so viele Seiten hat, gefällt ihm aber



Abb. 1: Eine lustige Schifffahrt: Das Flaggschiff der Limnogeologen auf dem Zürichsee. Bild: Limnogeologie ETH Zürich

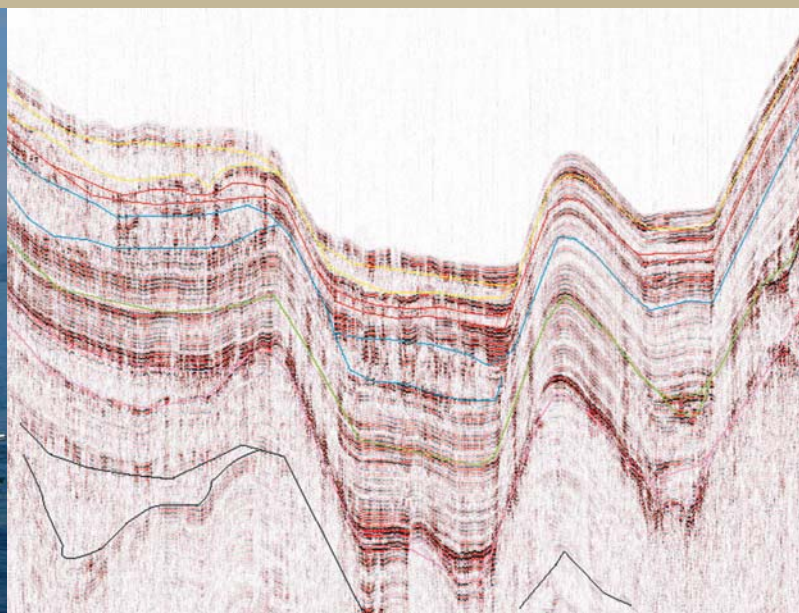


Abb. 2: Seismisches Profil aus dem Zürichsee. Deutlich zu erkennen: die Rutschungsablagerungen. Ob die Rutschungen durch Erdbeben ausgelöst wurden, ist jedoch noch nicht erwiesen. Bild: Michael Strasser.

sehr. Und dass er nach der Feldarbeit auf dem See häufig erst spät nach Hause kommt, stört ihn wenig. «Schliesslich ist es wunderschön, einen Tag auf dem See zu erleben, langsam über den See zu fahren, dabei in den Untergrund zu schauen und auf den spannenden Moment beim Öffnen eines frischen Kerns zu warten...»

Der Schlamm in anderen Seen

Nicht nur die Geschichte des Zürichsees und des Vierwaldstättersees interessiert die Limnogeologen der ETH Zürich. Die Forschergruppe um Professor Flavio Anselmetti wirft auch einen Blick unter die Oberfläche anderer Seen im In- und Ausland:

- Flimsersee und Lauerzersee

Naturgefahren durch Bergstürze: Untersuchungen der Seesedimente erlauben die Rekonstruktion von Erdbebenhäufigkeiten.

- Schwendisee, Grimsel- und Oberaarsee, Brienersee

Suche nach Klimasignalen: Grosse Schlammablagerungen in Seen stammen häufig von extremen Niederschlagsereignissen. Sie können aber auch auf die Zunahme der Gletscherschmelze hinweisen.

- Seen in Patagonien

Globales Klima: Untersuchungen der See-

böden erlauben es, Seespiegelschwankungen und damit Klimaveränderungen auf der anderen Seite der Erde zu rekonstruieren. Der internationale Vergleich der Forschungsergebnisse ermöglicht es, einen globalen Zusammenhang herzustellen.

- Seen in Guatemala

Untersuchungen zeigen, dass in der Zeit der Mayas mehr Sedimente abgelagert wurden: Waldrodungen für Landnutzung hatten mehr Erosion und damit einen erhöhten Eintrag in den See zur Folge. Ausserdem erlauben Seen in Guatemala einen Einblick in viel ältere Klimaänderungen.

Mehr Informationen unter www.limnogeology.ethz.ch

Die Forschungsgruppe des Limnogeologielabors der ETH Zürich ermöglicht im Ausstellungsmodul «Faszination Seeforschung» einen Blick unter den Seeboden. Mit Filmsequenzen über die Arbeit auf dem See wird Abenteuerlust geweckt. Und Interessierte können miterleben, wie Sedimentkerne geöffnet werden, und dabei – im Trockenen – etwas in der Geschichte des Seebodens wühlen.

Zu sehen vom 22.4.–8.5.05 auf dem Platzspitz beim Landesmuseum als Teil des Themenbereichs «Erde, Feuer, Wasser, Luft».

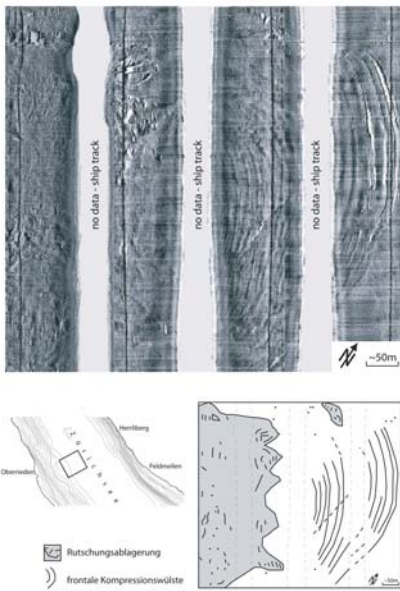


Abb. 3: Rutschungen äussern sich durch sichtbare Wülste in der Tiefe des Sees. Seebodenaufnahme vor Oberrieden mit dem «SideScanSonar». Bild: Michael Strasser.



Abb. 4: Ein prüfender Blick: Michael Strasser beim Entnehmen eines Seekerns. Bild: Limnogeologie ETH Zürich

