

# Nutzung von Labormodellen zum Verständnis der Dynamik von Lawinen

**Laboratoire d'Hydraulique Environnementale, Ecole Polytechnique Fédérale, Lausanne (EPFL).** Lawinen stellen in den europäischen Gebirgsregionen eine große Gefahr dar. Allein 2006 kamen in den französischen Alpen 57 Menschen bei Lawinenunglücken um, über doppelt so viele wie im Mittel der letzten zehn Jahre. Bislang haben Forscher Lawinen anhand mathematischer Modelle studiert, die auf Messwerte von an Berghängen platzierten Sensoren basierten. Diese Sensoren gestatten zwar Einblicke in das Fließverhalten, die Schneedichte und den Aufpralldruck von Lawinen, liefern aber häufig nur wenig zuverlässige oder lückenhafte Daten. Die beiden Forscher Steve Cochard und Christophe Ancey nähern sich dem Problem auf andere Weise: Sie analysieren das Verhalten von Lawinen unter kontrollierten Laborbedingungen.

## Der Laboraufbau

Cochard und Ancey haben einen einzigartigen Versuchsaufbau konstruiert. Ein Metallgerüst trägt einen Vorratsbehälter, eine geneigte Aluminiumplatte und eine horizontale Auslaufzone (Abbildung 1). Mit 6 Metern Höhe, 1,8 Metern Länge und einer Höhe von 3,5 Metern ist es der weltweit größte Laboraufbau dieser Art. In einem so genannten Dammbruch-Experiment werden schlagartig etwa 100 Liter einer viskoelastischen Flüssigkeit aus dem Vorratsbehälter abgelassen und gleiten die viereinhalb

Meter lange Fläche herab. Die Forscher stellen exakte Anfangsbedingungen (etwa Menge, Dichte und rheologische Eigenschaften der Flüssigkeit) und Randbedingungen (beispielsweise Winkel und die Oberflächenrauigkeit der Metallfläche) ein.

## Messung der Deformation der freien Oberfläche

In dieser kontrollierbaren Umgebung messen die Forscher das Profil der Grenzfläche (oder freien Oberfläche) und die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit. Zur Messung des Grenzflächenprofils haben Cochard und Ancey ein neuartiges Bildgebungssystem entwickelt, bei dem eine digitale Hochgeschwindigkeitskamera mit einem synchronisierten Mikrospiegelprojektor gekoppelt ist. Auf die Versuchsfläche werden regelmäßige Muster projiziert. Die Kamera registriert die Ver-



Abb. 1: Der Versuchsaufbau im Lawinenlabor.

zerrung dieser Muster, die durch die Bewegung der Fläche verursacht wird. Mit MATLAB und der Image Processing Toolbox entwickelte das Team Algorithmen zur Nachbearbeitung der Bilddaten, zur Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit und zur Erzeugung dreidimensionaler Profile der gesamten Oberfläche. Dazu wird die Phase des projizierten Musters gemessen und entfaltet (sog. „Phase Unwrapping“) und schließlich mit Hilfe einer Kalibrierungsmatrix die Flussdicke aus der entfalteten Phase abgeleitet.

## Beschleunigung der Berechnungen

Die Nachbearbeitung eines typischen zweiminütigen Experiments nahm auf einem Mac Pro mit vier Rechenkernen fast eine Woche in Anspruch. Um die Rechenzeit zu verkürzen, setzten die Forscher die Distributed Computing Toolbox ein und ließen die Berechnungen auf einem Cluster aus zwei Mac Pro-Rechnern mit acht Prozessorkernen ablaufen. Im Parallelbetrieb verkürzten sie so die Rechenzeit auf einen Tag, wodurch das Team mehr Experimente durchführen und komplexere Verarbeitungs-Algorithmen nutzen konnte.

Die EPFL gehört zu Europas führenden technisch-wissenschaftlichen Hochschulen. An der von der Schweizer Regierung gegründeten Einrichtung lernen und arbeiten 10.000 Studenten, Dozenten und Forscher.

## Weitere Schritte

Heute können Cochard, Ancey und ihre Kollegen die Entwicklung der Grenzfläche und die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines schwerkraftgetriebenen Flusses messen, was einen großen Fortschritt darstellt. Sie sind davon überzeugt, dass sich ihre Ergebnisse auf echte geophysikalische Flüsse skalieren lassen. Derzeit entwickeln sie ein dreidimensionales Modell zur Simulation von Fluidlawinen. ◀◀

---

## Weitere Information

- Laboratoire d'Hydraulique Environnementale  
<http://lhe.epfl.ch/index-en.html>

## Quellen

### WEBSITE

[www.mathworks.de](http://www.mathworks.de)

### TECHNISCHER SUPPORT

[www.mathworks.de/support](http://www.mathworks.de/support)

### ONLINE USER COMMUNITY

[www.mathworks.de/matlabcentral](http://www.mathworks.de/matlabcentral)

### DEMOS

[www.mathworks.de/products/demos](http://www.mathworks.de/products/demos)

### SCHULUNGEN

[www.mathworks.de/training](http://www.mathworks.de/training)

### PRODUKTE VON DRITTANBIETERN

[www.mathworks.de/connections](http://www.mathworks.de/connections)

### WELTWEITE KONTAKTINFORMATION

[www.mathworks.de/contact](http://www.mathworks.de/contact)

### E-MAIL

[info@mathworks.de](mailto:info@mathworks.de)



©2007 The MathWorks, Inc. MATLAB, Simulink, Stateflow, Handle Graphics, Real-Time Workshop, SimBiology, SimHydraulics sowie xPC TargetBox sind eingetragene Warenzeichen und SimEvents ist eine Handelsmarke von The MathWorks, Inc. Andere Produkt- oder Markennamen sind Handelsbezeichnungen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Eigentümer.