

# Ein Modell zur Abschätzung von Hochwasserabflüssen

## *Neue Grundlage für die Gefahrenprävention des Bundesamtes für Umwelt*

Die Kenntnis der Abflussspitzen von Gewässern ist unerlässlich für den Hochwasserschutz. Ein Berner Doktorand hat nun eine Methode entwickelt, die erlauben soll, die Hochwassergefahr auch für Gebiete ohne langjährige Abflussmessungen zu bestimmen.

Zahlreiche Überschwemmungen haben die Gefährlichkeit von Hochwassern in den letzten Jahren wieder in Erinnerung gerufen. Erinnert sei nur an die Überschwemmungen und Rutschungen im August 2005 und 2007 in der Innerschweiz, im Bernbiet und im Kanton Aargau. Mit der Zunahme von Starkniederschlägen, wie sie im Zuge der Klimaänderung für den Alpenraum prognostiziert werden, dürfte dieses Risiko weiter steigen. Überschwemmungen und Rutsche drohen dabei nicht nur entlang den Ufern grosser Flüsse und Seen, sondern auch in kleineren und mittleren Einzugsgebieten. Insbesondere für solche Gebiete ist es jedoch oft schwierig, die Hochwassergefahr zuverlässig abzuschätzen, weil keine Messungen zu den Abflussmengen zur Verfügung stehen, die eine längere Zeitperiode umfassen.

### Die Berechnung seltener Ereignisse

Für die Erstellung von Gefahrenkarten sowie die Planung von Schutzmassnahmen wäre dies jedoch gerade bei der Abschätzung von selten vorkommenden Spitzenabflüssen zentral. Es ist aber unrealistisch anzunehmen, man könne mit vernünftigem Aufwand bei jedem grösseren Bach in der Schweiz den Abfluss messen. Dies wäre zudem auch nur von beschränktem Nutzen. Denn für eine statistisch gesicherte Abschätzung von seltenen Hochwasserereignissen sind lange Zeitreihen nötig. Daniel Viviroli vom Geografischen Institut der Universität Bern suchte deshalb nach einem anderen Weg. Im Rahmen seiner Dissertation hat er ein Modell entwickelt, mit dem sich die relevanten Hochwasser-Kenngrößen für beliebige Einzugsgebiete abschätzen lassen, auch wenn keine Abflussmessungen für die entsprechende Region vorliegen.

Bisher seien in solchen Fällen relativ einfache empirische Schätzverfahren zum Einsatz gekommen, die primär auf den Erfahrungen in Gebieten mit bekannten Abflüssen beruhten, sagt Viviroli. Anhand der Grösse der Einzugsgebiete sowie der klimatischen und der von der Natur vorgegebenen räumlichen Verhältnisse habe man die Ergebnisse dann auf Gebiete ohne Abflussmessungen zu übertragen versucht. Obwohl sich dieses Vorgehen teilweise bewährt habe, seien die Unsicherheiten aber beträchtlich, erklärt Viviroli.

Die nun entwickelte Methode basiert auf einem physikalischen Niederschlags-Abfluss-Modell, mit welchem die wesentlichen hydrologischen Prozesse über mehrere Jahre durchgehend simuliert werden. Als Basis verwendete der Wissenschaftler das ursprünglich an der ETH Zürich entwickelte hydrologische Modell mit dem Akronym «Prevah» (Precipitation-Runoff-Evapotranspiration Hydrotope Model), das sich vor allem für die Simulation von Abflüssen in topografisch stark gegliederten Regionen eignet. In

diesem Modell werden die Abflusswerte eines Gewässers für einen bestimmten Ort in Abhängigkeit von Grössen der Umgebung wie Niederschlagsmengen, Temperatur, Bodenfeuchtigkeit und anderem mehr simuliert.

Mit Hilfe dieses Modells wurden die Abflüsse für zahlreiche schweizerische Einzugsgebiete mit einer Grösse von 10 bis 1000 Quadratkilometern im Umfeld des Rheins für die Jahre 1984 bis 2003 in stündlicher Auflösung errechnet. Aus solchen Abflusswerten lassen sich dann die statistisch zu erwartenden extremen Hochwasserabflüsse bestimmen. Das Modell verfügt jedoch über ein Dutzend frei wählbare Parameter, mittels deren es an die konkreten Verhältnisse angepasst wird. Diese freien Parameter werden so gewählt, dass sich zwischen den Modellsimulationen und den in der Realität gemessenen Werten eine möglichst hohe Übereinstimmung ergibt. Das Modell wird also jeweils mit realen Daten geeicht. Das ist allerdings nur möglich, wenn genügend lange Messreihen von Abflussdaten vorhanden sind.

### Wenn Abflussmessungen fehlen

Nachdem das Modell an rund 140 Gebieten im Einzugsgebiet des Rheins erprobt worden war, galt es, einen Weg zu finden, um es auch auf Gebiete zu übertragen, von denen keine Abflussmessdaten vorliegen. Als zweckmässig erwies sich hierfür das Verfahren «nearest neighbours». Dabei werden für ein bestimmtes Gebiet ohne Abflussmessungen die fünf ähnlichsten Gebiete gesucht, von denen man die notwendigen Abflussdaten kennt. Von diesen werden dann die Modellparameter übernommen. Noch bessere Ergebnisse lassen sich laut Viviroli erzielen, wenn als Hilfe bei der Festlegung der Parameter zusätzlich auch die Parameter aus räumlich nahen Gebieten interpoliert sowie für das Gebiet typische Werte herangezogen werden.

Ein Vorteil der neuen Methode sei, dass sich daraus nicht nur Abflussspitzen errechnen liessen, sondern anhand solch kontinuierlicher Abflusswerte (Ganglinien) beispielsweise auch Informationen über die gesamte Durchflussmenge sowie die Dauer der kritischen Pegelstände abgeleitet werden könnten, erklärt Viviroli. Relativ einfach könnten zudem die Folgen verschiedener Klimaszenarien simuliert werden. Als problematisch erachtet der Forscher allerdings, dass für viele Gebiete im Alpenraum, beispielsweise in Graubünden, zu wenig repräsentative Abflussmessungen vorliegen. Dadurch komme auch die «nearest neighbour»-Methode an ihre Grenzen.

### Lücken bei den Niederschlagsdaten

Probleme gebe es zudem bei den Niederschlagsmessungen, betont Viviroli. Vor allem im Gebirge seien die Aufzeichnungen lückenhaft. Auch seien viele Messdaten von privaten Unternehmen nicht allgemein zugänglich. Aus einzelnen Punktmessungen flächige Niederschlagswerte zu berechnen, sei aber nach wie vor schwierig. Obwohl mit dem Niederschlagsradar in den letzten Jahren Verbesserungen erzielt worden seien, könne auf Niederschlagsmessungen am Boden nicht verzichtet werden. Das Messnetz müsse stellenweise sogar erweitert werden, wolle man bei den hydrologischen

Modellen weitere Verbesserungen erzielen.

In einem nächsten Schritt soll die neue Methode zur Hochwasserabschätzung nun im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt auch für praktische Anwendungen zur Verfügung gestellt werden. Laut Viviroli geht es dabei nicht darum, dass die Anwender die komplizierten Berechnungen selber durchführen. Vielmehr sollen bis 2010 für die meisten Einzugsgebiete die Hochwasserabflusswerte vom Bund zur Verfügung gestellt werden.

*Lukas Denzler*