

## KRISENMANAGEMENT UND BODENSCHUTZ

### ERFAHRUNGEN AUS DEN HOCHWASSEREREIGNISSEN 2005 IN ALPINEN REGIONEN DER SCHWEIZ

### CRISIS MANAGEMENT AND SOIL PROTECTION

### EXPERIENCES WITH THE FLOOD EVENT 2005 IN MOUNTAINOUS AREAS OF SWITZERLAND

Nicole Locher Oberholzer<sup>1</sup>, Michael Wernli<sup>2</sup>, Samuel Isler<sup>3</sup> und Reto Rupf<sup>4</sup>

#### ZUSAMMENFASSUNG

Infolge der Starkniederschläge vom August 2005 kam es in grossen Teilen des schweizerischen Alpennordhangs zu Überschwemmungen. Als vorbeugende Massnahme hinsichtlich künftiger Ereignisse wurden die Erfahrungen auf Seiten der Verwaltung und der betroffenen Privatwirtschaft eruiert. Unmittelbar nach Eintritt des Hochwasserereignisses spielt der Bodenschutz eine untergeordnete Rolle. Wichtig ist der vorgängig festgelegte Einbezug des Bodenschutzes in die Organisation der späteren Schadenbewältigung und in der Regenerierungsphase. Klare Strategien und Handlungsanweisungen über die Verwaltungsgrenzen hinweg erleichtern den Bodenschutz im Krisenmanagement.

**Keywords:** Bodenschutz, Hochwasser, Krisenmanagement, Umweltplanung

#### ABSTRACT

After the intense rainfalls in August 2005 great parts of the northern side of the Alps in Switzerland were flooded. To prevent further damages the experiences of different administration departments and concerned private industries were evaluated. In the very first phase after the occurrence of a flood event soil protection has no priority. It is therefore of importance that soil protection gets integrated in the organisation of later coping with damage and regeneration. Clear strategies and orders across administrative units facilitate soil protection in the crisis management.

**Keywords:** soil protection, flood event, crisis management, environmental planning

---

<sup>1</sup> Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen, Departement Life Sciences und Facility Management, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Grüental, CH-8820 Wädenswil, [www.umweltplanung.unr.ch](http://www.umweltplanung.unr.ch), (Tel.: +41 (0)58 934 59 44, email: [nicole.locher@zhaw.ch](mailto:nicole.locher@zhaw.ch))

<sup>2</sup> Assistent, Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen, Departement Life Sciences und Facility Management, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Grüental, CH-8820 Wädenswil

<sup>3</sup> Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen, Departement Life Sciences und Facility Management, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Grüental, CH-8820 Wädenswil

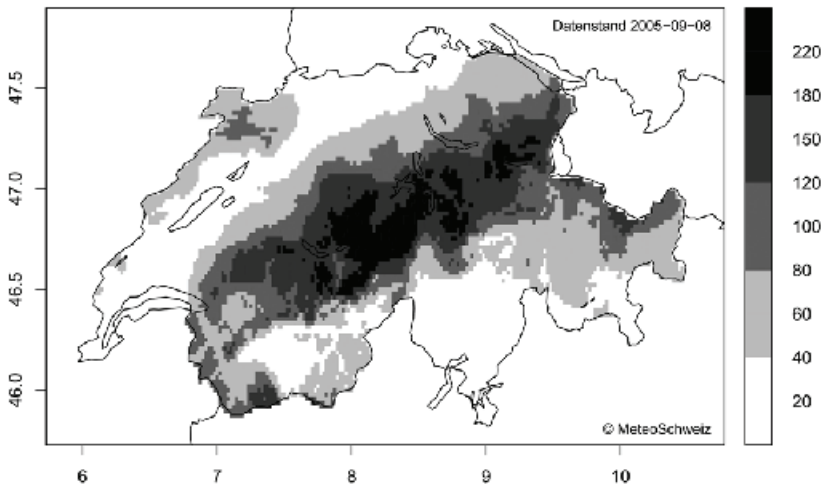
<sup>4</sup> Dozent, Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen, Departement Life Sciences und Facility Management, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Grüental, CH-8820 Wädenswil

## EINFÜHRUNG

Die Hochwasser der letzten Jahre haben zu direkten und indirekten Bodenschäden geführt. Da diese Problematik wohl auch in Zukunft aktuell bleibt, stand die jährliche Tagung der kantonalen Bodenschutzfachstellen 2007 unter dem Thema "Bodenschutz nach Naturkatastrophen". Für die Tagung wurden Erfahrungen, welche in den von Hochwassern heimgesuchten Kantonen gemacht wurden, in einem Bericht aufbereitet (Locher Oberholzer et al. 2007). Nachfolgend werden die wichtigsten Erkenntnisse des Berichtes präsentiert.

### Niederschlagsereignisse August 2005

Zwischen dem 21. und 23. August 2005 ereigneten sich in der Schweiz schwere Unwetter. **Abb. 1** zeigt die gefallenen Regenmengen. Betroffen war praktisch der gesamte Alpennordhang. In Bezug auf die räumliche Ausdehnung übertraf das Ereignis die bisher bekannten Hochwasser. An vielen Orten wurden neue Rekordwerte für den Niederschlag gemessen; die Messwerte lagen mit erwarteten Wiederkehrperioden von bis zu 300 Jahren meist im seltenen Bereich (BWG 2005).



**Abb. 1:** Niederschlagssumme (in  $l/m^2$ ) für die zwei Tage Sonntag und Montag 21. - 22. August 2005 (Frei 2005).

**Fig. 1:** Sum of precipitation ( $l/m^2$ ) for two days Sunday and Monday 21st – 22nd August 2005 (Frei 2005).

Die Wirkung der enormen Niederschlagsmengen wurde durch eine ungünstige Vorgeschichte noch verstärkt. In den betroffenen Regionen war der August bereits vor dem Unwetterereignis niederschlagsreich. Es fielen hier vorgängig Niederschlagssummen in der Grössenordnung der üblichen Augustmengen. Ausserdem lag die Schneefallgrenze meist über 3000 Metern, weshalb die Wassermengen kaum in Form von Schnee gebunden wurden (BWG 2005). Die weitgehend wassergesättigten Böden vermochten die Regenfluten des Unwetters vom 21. und

22. August 2005 kaum mehr aufzunehmen; das Wasser floss oberflächlich ab und liess Bäche und Flüsse innert kürzester Frist auf Rekordmarken anschwellen.

### **Bodenschäden**

Die hohen Abflussmengen liessen Bäche und Flüsse über ihre Ufer treten. Es kam zu Ufererosion und Überschüttungen. An vielen Hängen kamen die wassergesättigten Böden ins Rutschen. Gesättigte Böden waren möglicherweise auch die Ursache für Überflutungen und Rutschungen in den anderen vom Unwetter betroffenen Gebieten, die zwar grosse Niederschlagsmengen verzeichneten, aber unter den bekannten Rekordmarken blieben. Zu Verschmutzungen durch Mineralöl und chemischen Erzeugnissen kam es nur punktuell (Locher Oberholzer et al. 2007). Lediglich im Urner Reusstal waren Industriegebiete von den Überschwemmungen betroffen. Hier kam es vermehrt zu Bodenverschmutzungen (Basler & Hofmann 2005).

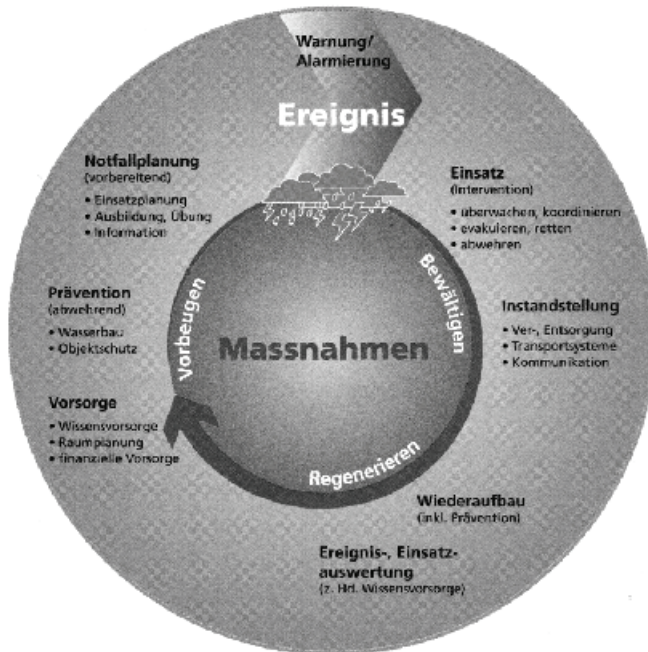
Die von der öffentlichen Hand beglichenen Schäden im Bereich Landwirtschaft beliefen sich auf knapp SFr. 72 Mio. (BWG 2005).

## **THEORETISCHE GRUNDLAGEN**

### **Allgemeines Krisenmanagement**

Die Bewältigung einer Katastrophe lässt sich in 3 Phasen gliedern. Schematisch sind diese in **Abb. 2** dargestellt. Unmittelbar nach dem Ereignis beginnt die Phase der Schadenbewältigung, in der Leben gerettet und grössere Schäden verhindert, sowie die lebensnotwendige Infrastruktur wieder instand gestellt werden. In der zweiten, der Regenerierungsphase, steht der definitive Wiederaufbau und die Behebung entstandener Schäden im Zentrum der Tätigkeiten. Die dritte Phase fokussiert auf das Vorbeugen von Schäden beim Eintritt eines nächsten Ereignisses. Dazu gehört auch die Evaluation der getroffenen Massnahmen (Brossi & Stoffel 2006). Auch Rückversicherer unterscheiden drei Phasen der Schadenbewältigung, wobei die Phase vor dem Ereigniseintritt in Präservation und Prävention unterteilt wird, unmittelbar nach dem Ereignis die Phasen Intervention und anschliessend Postvention folgen (Brauner 2001).

Dank der Analyse der Schäden, der getroffenen Massnahmen und dem Erfahrungsaustausch ermöglicht der beschriebene Kreislauf eine Verbesserung im Katastrophenschutz und in der Katastrophenbewältigung. Somit sollte eher von einer Risikospirale mit kontinuierlicher Verbesserung als von einem Risikokreislauf gesprochen werden.



**Abb. 2:** Integraler Risikokreislauf (Sicherheitsinstitut 2006)  
**Fig. 2:** Integral cycle of risk (Sicherheitsinstitut 2006)

In der ersten Phase nach dem Eintreten des Ereignisses müssen möglichst schnell eine Einsatzleitung aufgebaut, ein Krisenstab besetzt und die nötigen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden. Die Mitglieder des Krisenstabs und die Aufgabenbereiche unter Berücksichtigung der Kompetenzen und Fähigkeiten der einzelnen Personen sind soweit möglich bereits früher in der Notfallplanung zu bestimmen. Zudem müssen die Kommunikationsabläufe schon vor dem Ereignis festgelegt sein. Damit der Krisenstab seinen Aufgaben effizient nachkommen kann, benötigt er eine entsprechende Infrastruktur (Adam 2006). Nach der erstmaligen Zusammenkunft des Krisenstabs im Ereignisfall hat die Führung nach einem klar strukturierten Ablauf zu erfolgen. Gemäss einer strengen Hierarchie und Aufgabenverteilung sind in regelmässigen Abständen Lagebeurteilungen durchzuführen, Entscheidungen zu treffen, Massnahmen anzuordnen und deren Ausführungen zu kontrollieren (Bittger 1996).

Einer der wichtigsten Faktoren bei der Bewältigung eines katastrophalen Naturereignisses ist die Verfügbarkeit von Informationen. Damit die betroffene Bevölkerung im Katastrophenfall keine Risiken eingeht und ein der Situation angepasstes Verhalten zeigt, muss sie auch nach Eintritt der Katastrophe mit Informationen über die aktuelle Lage, die voraussichtliche Entwicklung und mit Handlungsanweisungen versorgt werden. Durch die kommunalen Behörden ist daher eine aktive Informationspolitik im Sinne einer unverzüglichen und umfassenden Informationsweitergabe über die noch zur Verfügung stehenden Kommunikationskanäle zu betreiben (Adam 2006).

## Schadenverursachende Prozesse

Zu Bodenrutschungen am Hang kommt es, wenn die Scherfestigkeit, welche den Boden an Ort und Stelle hält, kleiner wird als die Schubspannung, welche auf das Bodenmaterial wirkt (Böll 1997, Lang et al. 1996). Die wichtigsten Einflussgrössen sind die Niederschlagsmenge und die Niederschlagsintensität, die in Abhängigkeit der lokalen Gegebenheiten variieren. Für die Entstehung von Rutschungen sind weiter das Gelände (Hangneigung, Exposition), die Scherfestigkeit des Bodenmaterials, die Vegetation und der Einfluss des Wassers auf die Stabilität entscheidend (Rickli 2001). Zu den gefährdeten Standorten gehören insbesondere vernässte, strukturlöse und intensiv bewirtschaftete Hänge mit wenig durchlässigen Böden oder mit vorhandenen Gleithorizonten. Strassenentwässerungen führen ebenfalls zu einem erhöhten Rutschrisiko (Tobler et al. 2006). Bewaldete Gebiete scheinen etwas stabiler zu sein (Rickli 2001).

Bodenerosion ist der lineare oder flächenhafte Abtrag von Boden durch Wasser und Wind (Mühletaler et al.). Im Zusammenhang mit Hochwassern sind die Bodenerosion durch auftreffende Regentropfen und der Oberflächenabfluss zu erwähnen. Die auf den ungeschützten Boden aufprallenden Regentropfen zerstören die Bodenstruktur an der Oberfläche und führen zu deren Verschlämmung, was die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens herabgesetzt, den Oberflächenabfluss steigert und damit die erodierende Kraft des Wassers verstärkt (Scheffer & Schachtschabel 2002). Ist die Transportkapazität von fließendem Wasser grösser als der Widerstand des bettbildenden Materials, wird die Sohle und/oder das Ufer erodiert.

Nimmt die Transportkapazität bei einer konstanten Geschiebefracht ab, kommt es zu Ablagerungen. Solche Ablagerungen entstehen z.B. bei einer Abnahme des Gerinnegefälles oder bei Aufweitungen. Die Ablagerungen verringern den Querschnitt, welcher für den Abfluss zur Verfügung steht. Dies kann zum Ausuferen des Baches mit entsprechend dynamischen Überflutungen und Ablagerungen von Feststoffen ausserhalb des Gerinnes führen. Das Überschüttungsmaterial kann dabei von grobem Schutt bis zu sehr feinem Material wie Silt und Ton reichen (BWG 2005).

Sind bei Überflutungen Siedlungs- und Industriegebiete betroffen, besteht die Gefahr von flächenhaften Verschmutzungen durch das Auslaufen von Öl und anderen chemischen Stoffen, beispielsweise aus ungenügend verankerten Ölbehältern.

## METHODE

Der Ablauf der Arbeit gestaltete sich wie in **Abb. 3** dargestellt. Aus Literatur und offenen Interviews wurden in einer ersten Phase Grundlagen zum Thema Hochwasser und Bodenschutz evaluiert. Darauf basierend entstand der Interviewleitfaden.

In einer zweiten Phase fand die Befragung von Akteuren der kantonalen Verwaltungen (v.a. Bodenschutz und Landwirtschaftsämter), Gemeindebehörden und Akteuren der Privatwirtschaft in halbstandardisierten Interviews statt. So wurden einerseits die relevanten Themenbereiche abgedeckt, andererseits Raum für Besonderheiten und neue Ideen offen gehalten. Neben offenen Fragen zu Erfahrungen und Anliegen der Betroffenen wurden die Themenbereiche Organisation/Verfahren, Schadensarten, gefährdete Böden sowie

Möglichkeiten zur Vermeidung der Schäden untersucht. Einen Schwerpunkt bildeten mögliche Massnahmen zur Schadenvermeidung und -minimierung, welche in einem Massnahmenkatalog nach präventiven Massnahmen, Massnahmen während der Katastrophe und Massnahmen während der Reaktivierung gegliedert wurden. Die Interviews dauerten 1 - 2 Stunden und wurden im persönlichen Gespräch, in einzelnen Fällen am Telefon durchgeführt. Es fanden insgesamt 14 Interviews statt. Der Bericht „Umfrage Hochwasser-Bodenschutz. Erfahrungsbericht“ (Locher Oberholzer et al. 2007) bildete die Synthese der Arbeit. Darin wurden auch Arbeitsberichte, Fotos und andere Dokumente wie Merkblätter oder Rundschreiben integriert.

Die Auswertung der Interviews erfolgte qualitativ. Für eine quantitative Auswertung waren die Interviewpartner mit ihren unterschiedlichen Hintergründen sowie die angesprochenen Fallbeispiele und Erfahrungen zu vielfältig.

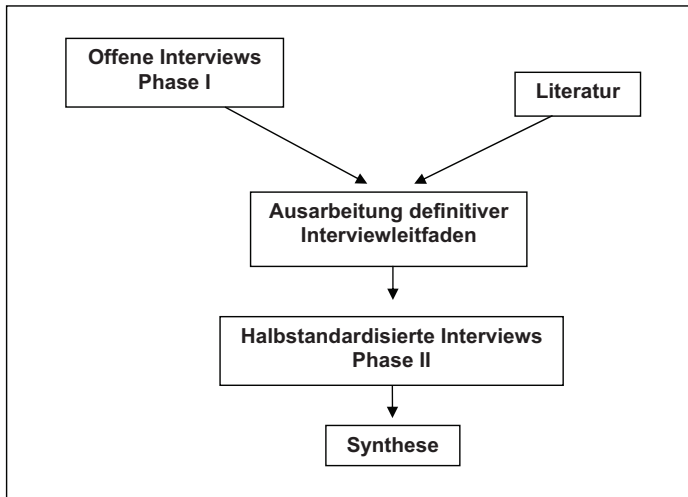


Abb. 3: Ablauf der Arbeit  
Fig. 3: Working process

## RESULTATE

Aufgrund des Umfangs der Interviews und der offenen Fragen kann die Struktur der Interviews für die zusammenfassende Darstellung der Resultate und Folgerungen nur teilweise übernommen werden. Die Resultate werden nach Organisation/Verfahren, Schadensarten und mögliche Massnahmen zur Vermeidung der Schäden geordnet. Die wenigen Aussagen zu gefährdeten Böden wurden bei den Schadensarten integriert. Die zeitliche Relation der Massnahmen wird aus **Abb. 4** ersichtlich.

## **Organisation/Verfahren**

Ein Krisenmanagement mit klaren, unkomplizierten Strukturen und Ortskenntnissen wurde als wichtig taxiert. Bewährt hat sich der Einsatz von externen Koordinatoren zur unabhängigen Beratung Betroffener.

Der Einbezug der Bodenschutzfachstellen bei der Katastrophenbewältigung wurde in einigen Kantonen nicht praktiziert. Dies wurde als äusserst wichtig erachtet, da die zuständigen (Landwirtschafts-) Fachstellen den Bodenschutz häufig weniger berücksichtigten. Bei den Hochwasserereignissen 2005 wurden die zuständigen Stellen der betroffenen Kantone nur teilweise und zu ganz unterschiedlichen Zeitpunkten beigezogen. Bei den Interviewten herrschte Konsens, dass unmittelbar bei Eintritt eines Ereignisses der Bodenschutz keine Priorität genießt, da es vorerst darum geht, Leben zu schützen. Der fehlende Einbezug der Anliegen des Bodenschutzes während der Katastrophenbewältigung erwies sich jedoch als häufig festgestelltes Problem. Bei zu spätem Eingreifen resultierte eine Vernachlässigung der Bodenanliegen bei den Aufräumarbeiten, was zu Schäden wie Verdichtungen oder unnötigem Aushub von Boden führte.

Die Betroffenen meldeten Schäden in den meisten Kantonen den Gemeinden, welche ihrerseits entweder an die zuständige Landwirtschaftsstelle des kantonalen Amtes oder an die Amtsstelle für Naturgefahren gelangten. Einige Amtsstellen machten gute Erfahrungen mit detaillierten Schadensaufnahmen im Anschluss an das Ereignis. Diese ermöglichten genaue Abschätzungen der Schadenausmasse, finanziellen Entschädigungen, Sanierungskosten und erleichterten die Planung nötiger Massnahmen sowie den Ablauf der Rekultivierungsarbeiten.

Im Zusammenhang mit dem Unwetterereignis vom August 2005 hat sich gezeigt, dass Bodeneigenschaften bei der Erstellung von Naturgefahrenkarten zu wenig einbezogen wurden. Einige der Interviewten wünschten sich Prognosemodelle für Hangrutschungen unter verbessertem Einbezug von Bodendaten. Sehr geschätzt wurden konkrete Handlungsanweisungen (z.B. Merkblätter) bei der Bewältigung der Katastrophe und auftretender Probleme. Die Beratung durch das Bundesamt für Umwelt wurde ebenfalls positiv beurteilt, die Unterstützung durch einzelne Forschungsanstalten weniger.

## **Schadensarten**

Im Allgemeinen korrelierte bei den Ereignissen 2005 die Häufigkeit auftretender Hangrutschungen mit der Niederschlagsmenge, wobei aber regionale Unterschiede bestanden. Es waren vorwiegend steile Lagen in Futterbaugebieten betroffen, teilweise kamen aber auch Böden an erstaunlich flachen Hängen ins Rutschen. Gemäss Interviewten bestand zwischen der Mächtigkeit des Bodens und der Rutschgefährdung kein gesicherter Zusammenhang. Es wurde vermutet, dass in Gebieten mit stets grossen Niederschlagsmengen die „Toleranz“ gegenüber Rutschungen höher war.

Infolge der grossen Abflussmengen wurden 2005 entlang von Bächen und Flussläufen teils beträchtliche Uferpartien erodiert. Wo die Wassermassen über die Ufer traten, wurden auch grossflächig wertvolle Landwirtschaftsböden erodiert. Auf den fruchtbaren Talböden kamen die grössten Schäden durch Überschüttungen auf.

Bei den Überschwemmungen 2005 wurden flüssige Stoffe wie Mineralöl aus Siedlungs- und Industriegebieten auf der Wasseroberfläche transportiert. In überschwemmten Gebieten bildeten sich zwischenzeitlich Seen mit einem Ölfilm. Beim Rückgang des Wassers lagerte sich das Öl in einem Saum am Rand der ehemaligen Wasserfläche oder in Flecken an

örtlichen Kuppenlagen an. Entlang der Transportwege konnten an Pflanzen Ablagerungen von Mineralölen festgestellt werden. Die Belastungen betrafen die Vegetation sowie die obersten Bodenschichten bis in eine Tiefe von höchstens 20 cm.

### **Mögliche Massnahmen zur Vermeidung der Schäden**

Als vorbeugende Massnahme gegen Rutschungen wurde die Ausscheidung gefährdeter Standorte in Gefahrenkarten vorgeschlagen, allenfalls mittels Modellierung. Die Sicherung der Hangstabilität durch bauliche Massnahmen wie Holzkästen, Drahtschotterkörbe und dergleichen sollte geprüft werden. Es wurde vermutet, dass grossflächig eine Hangstabilisierung mittels Aufforstung erreicht werden kann.

Zur Erosionsbekämpfung dienen Hochwasserschutzprojekte und Uferverbauungen, nach den Unwettern 2005 wurden weitere Projekte geplant. Eine häufig genannte Voraussetzung für einen nachhaltigen Erosionsschutz ist das Bereitstellen von genügend Raum für das Wasser, beispielsweise in intakten Flusssauen, wo die Wasserdynamik über Erosion und Ablagerung von Lockermaterial entscheidet.

Die Räumung respektive Einarbeitung des Schüttmaterials durften gemäss üblicher Praxis erst bei ausreichend trockenen Bedingungen ausgeführt werden. Es zeigte sich, dass feinkörnige Ablagerungen mit zunehmender Trockenheit sehr hart und die Bearbeitung dadurch schwierig wurde.

Die betroffenen Vertreter der Amtstellen waren sich einig, dass bei der Ausscheidung von Industriezonen das Gefahrenpotenzial berücksichtigt werden muss. Als weitere Möglichkeiten zur Prävention wurden verschiedene bauliche Massnahmen genannt. Optionen sind die Erhöhung von Lichtschächten und Füllstutzen, bessere Abdichtung der Öltanks, stärkere Befestigung von Tankanlagen oder flexible Verrohrungen, welche Bewegungen der Tanks unbeschadet überstehen.

War Öl ausgelaufen, galt es, die Ausbreitung der Verschmutzung zu verhindern. Dazu wurde die ölverschmutzte Vegetation schnellstmöglich geschnitten und in einer Kehrriechverbrennungsanlage entsorgt. Auch im Folgejahr wurde von einer Nutzung des Schnittguts abgesehen. Teilweise wurden ackerbauliche Massnahmen zur Förderung der biologischen Aktivität und Beschleunigung des Abbaus der Kontamination ergriffen. Die Betroffenen stimmten überein, dass die Entsorgung oder Reinigung (Bodenwäsche) des Bodenmaterials von Fachpersonen koordiniert sowie dokumentiert werden muss.

Die Interviewten sagten aus, dass für die Aufräumarbeiten der Einbezug der für Bodenschutz zuständigen Behörden zu fordern ist. Bei umfangreicheren Arbeiten wurde der Einsatz einer Bodenkundlichen Baubegleitung als empfehlenswert erachtet. Als wichtig stufen die Befragten auch die rechtzeitige Information der Betroffenen bezüglich bodenschonender Arbeiten und bestehender Auflagen ein.

Die Mehrzahl der Befragten war der Meinung, dass für die Wiederherstellung von Kulturböden und bezüglich Schadenersatz klare Strategien über Gemeinde- und Kantonsgrenzen hinweg notwendig sind; individuelle Regelungen brachten viel Unsicherheit und Unzufriedenheit mit sich. Vielerorts war die kurzfristige Beschaffung von geeignetem Bodenmaterial für Rekultivierungsarbeiten ein Problem. Eine Rekultivierung mit geeignetem



Saatgut und eine angepasste Folgebewirtschaftung führten gemäss den Erfahrungen von Interviewten langfristig am ehesten zum Erfolg.

Häufig wurde betont, dass die Umsetzung der Massnahmen, insbesondere nach der Wiederherstellung von Kulturland, mittels Erfolgskontrollen und Bauabnahmen protokolliert und kontrolliert werden müsste.

## FOLGERUNGEN

Im Kapitel „Theoretische Grundlagen“ wurde bereits auf die verschiedenen Phasen der Katastrophenbewältigung eingegangen. Während und unmittelbar nach der Katastrophe hat der Bodenschutz nicht Priorität. Sobald sich die Gefahrensituation stabilisiert und die Aufräumarbeiten beginnen, sind die Ansprüche des Bodenschutzes zu berücksichtigen, um weitere Bodenschäden zu vermeiden. **Abb. 4** fasst wichtige Massnahmen im Zusammenhang mit Bodenschutz bei Hochwasserereignissen zusammen und setzt diese in zeitliche Relation mit der Katastrophenbewältigung.

Vorbeugen	Ereignis	Bewältigen	Regenerieren
Raumplanerische Anpassungen		Information Betroffener bezüglich Bodenschutz	Rekultivierungen
Verhindern von Bodenversiegelung		Einsatz Bodenkundlicher Baubegleitung	Bodenschonende Folgenutzung
Ausscheiden von Gefahrenstandorten		Detaillierte Schadenaufnahme	
Erhalten der Bodenstruktur		Böden genügend abtrocknen lassen	Geeignete Ansaat
Hochwasserschutzprojekte		Einsatz bodenschonender Maschinen	Keine Futternutzung an kontaminierten Stellen
Bauliche Massnahmen		Entfernen von kontaminierten Böden und Vegetation	Erfolgskontrollen
Bereitstellen von Hilfsmitteln		Bauabnahmen	
Einbezug Bodenschutz in Notfallplanung			

**Abb. 4:** Übersicht wichtiger bodenschutzrelevanter Massnahmen in zeitlicher Relation zum Hochwasserereignis.

**Fig. 4:** Diagram of important soil protection measures in relation to the flood events.

## Organisation/Verfahren

Die Zuständigkeiten und Kommunikationsmuster müssen bereits vor Eintritt des Ereignisses festgelegt werden. Für Führungs- und Koordinationsaufgaben bei der Katastrophenbewältigung hat sich ein Krisenstab sehr bewährt (Adam 2006). Insbesondere in kleineren

Gemeinden sind die lokalen Behörden dankbar für eine kompetente Anlaufstelle, welche Koordinationsaufgaben zu den kantonalen und eidgenössischen Stellen übernimmt. Der Beizug von Fachpersonen mit weitgehenden Kompetenzen für bodenrelevante Arbeiten (Bodenkundliche Baubegleitung) über den gesamten Zeitraum der Intervention und allenfalls der Regenerierung ist empfehlenswert und sollte vermehrt durchgesetzt werden.

Wichtig ist die vorbeugende Verankerung des Bodenschutzes in der Notfallplanung, damit der rechtzeitige Einbezug auch in der Katastrophenbewältigung gewährleistet wird. In der Präventionsphase sind Organisations- bzw. Ablaufschemas zu erstellen, aus welchen der Einbezug des Bodenschutzes und der dafür zuständigen Stellen hervorgeht.

Betroffene Landbesitzer und Bewirtschafter müssen bei ihrer Schadenmeldung klare Anweisungen für bodenschonende Massnahmen erhalten, um langfristige Bodenschäden durch unsachgemässe Handlungen zu vermeiden. Detaillierte Schadenaufnahmen bilden eine transparente Grundlage für Entschädigungen und vereinfachen zudem den Ablauf der Planung. Dadurch ist der finanzielle und zeitliche Aufwand für die Aufnahmen mehr als gerechtfertigt.

Eine zentrale Stelle, welche vorhandene Hilfsmittel wie Prognosemodelle, Merkblätter etc. sammelt, würde deren Einsatz vereinfachen. Eine solche Stelle würde auch den Austausch zwischen den Regionen sowie einen einheitlichen Vollzug bei der Katastrophenbewältigung fördern. Diese Aufgaben können durch eine Behörde oder durch ein Kompetenzzentrum übernommen werden. Ein Kompetenzzentrum könnte zudem in angewandter Forschung vorhandene Instrumente weiter entwickeln.

### **Schadensarten und mögliche Massnahmen zur Vermeidung der Schäden**

Aussagen zu gefährdeten Bodenarten wurden kaum gewagt. Die Erfahrungen Einzelner genühten nicht, um allgemeingültige Aussagen zu machen. Es dürfte aber zutreffen, dass bei tiefgründigen Böden mit grosser Wasserspeicherkapazität infolge des hohen Eigengewichtes die Rutschgefährdung erhöht ist. Dieser Zusammenhang wurde auch durch Rickli (2001) erwähnt.

Überschüttungen und teilweise auch Erosion lassen sich präventiv durch niedrige Abflussspitzen beziehungsweise gute Wasserretention vermeiden. Diese werden durch das Verhindern von Bodenversiegelung, die Erhaltung einer guten Bodenstruktur, Rückhaltebecken und Hochwasserschutzprojekte, welche den Gerinnen wieder mehr Raum zur Verfügung stellen, gefördert. Solche präventiven Massnahmen können nur unter Einbezug aller Beteiligten umgesetzt werden und bedingen den politischen Konsens sowie raumplanerische Anpassungen.

Präventiv lassen sich Schäden durch ausfliessende chemische Stoffe und insbesondere Öl mit raumplanerischen und baulichen Massnahmen verhindern. Verschmutzter Boden sollte nicht überstürzt ausgehoben werden. Insbesondere Mineralöl baut sich im Boden relativ schnell ab (Basler & Hofmann 2006). Bei Kontaminationen im Gewässerschutzbereich ist ein Ausheben des Bodens allerdings unumgänglich.

Während den Aufräumarbeiten werden häufig bodenrelevante Arbeiten wie das Aufbringen von Boden mit geeignetem Material, das fachgerechte Anlegen von Zufahrts- und Transportpisten (ev. aus angeschwemmtem Geschiebe) etc. ausgeführt. Um langfristige

Schäden des Bodens während dieser entscheidenden Phase zu vermeiden, empfiehlt sich der Einsatz einer Bodenkundlichen Baubegleitung (BBB). Diese sorgt bei umfangreicheren Arbeiten für eine fachgerechte und schonende Ausführung der Bodenarbeiten unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen.

Das Verwenden von ungeeignetem Material bei der Rekultivierung kann durch ein aktives Auftreten der Fachstellen minimiert werden, welche Angebot und Nachfrage zentral koordinieren. Die erfolgten Rekultivierungsarbeiten bedürfen einer Abnahme unter Einbezug der zuständigen kantonalen Fachstellen, der Bodenkundlichen Baubegleitung und weiterer Akteure wie Bewirtschafter, Bauunternehmer und Versicherungsvertreter. Wichtig sind solche Erfolgskontrollen auch zur Rechtfertigung des Einsatzes öffentlicher Mittel.

### **Ausblick**

Im Hochwasserschutz hat sich in der Schweiz die bisherige Präventionsstrategie bewährt. Dank realisierter Hochwasserschutzprojekte konnten viele Schäden vermieden werden (BWG 2005). Der Einbezug des Bodenschutzes in die Hochwasserbewältigung weist gute Resultate auf. Mit raumplanerischen Massnahmen könnten die Schäden vorbeugend weiter minimiert werden.

Vor allem in den Bereichen Organisation und Kommunikation sowie bei der Rekultivierung bestehen noch gewisse Defizite (Locher Oberholzer et al. 2007). Durch die Aufnahme dieser Themen an Fachtagungen und anderen Veranstaltungen wurde ein Weg eingeschlagen, welcher die kontinuierliche Verbesserung der Schadenbewältigung auch im Bereich Bodenschutz ermöglicht. Eine weitere Herausforderung für Hochwasser- und Bodenschutz stellen in Zukunft der Umgang mit der zunehmenden Bodenversiegelung und die Förderung einer schonenden Bewirtschaftung der Böden, welche gute Rückhaltefähigkeiten gewährleistet, dar.

### **LITERATUR**

- Adam V. (2006): "Hochwasser-Katastrophenmanagement, Wirkungsprüfung der Hochwasservorsorge und -bewältigung österreichischer Gemeinden". Dissertation der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich.
- Basler & Hofmann (2006): „Hochwasser Uri 2005, Schadstoffbelastungen von Böden mit Kohlenwasserstoffen“. Folgeuntersuchung II, Altdorf.
- Basler & Hofmann (2005): „Hochwasser Uri 2005, Schadstoffbelastungen von Böden, Pflanzen und Schlamm.“ Untersuchungsresultate und Massnahmen, Altdorf.
- Bittger J. (1996): "Grossunfälle und Katastrophen: Einsatztaktik und -organisation". Stuttgart.
- Böll A. (1997): „Wildbach- und Hangverbau“. Bericht Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald Schnee und Landschaft (WSL).
- Brauner Ch. (2001): "Präventive Schadenbewältigung: Mehr gewinnen als verlieren". Swiss Re, Zürich.
- Brossi M., Stoffel F. (2006): "Optimierung von Warnung und Alarmierung". Schlussbericht in Erfüllung des VBS-Auftrages vom 1. November 2005. Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS).
- BWG, Bundesamt für Wasser und Geologie (2005): "Bericht über die Hochwasserereignisse 2005". Bern.

- Frei Ch. (2005): "August-Hochwasser 2005: Analyse der Niederschlagsverteilung". Meteo-Schweiz, Zürich.
- Lang H.J., Huder J., Amman P. (1996): „Bodenmechanik und Grundbau. Das Verhalten von Boden und Fels und die wichtigsten grundbaulichen Konzepte“. 6. überarbeitete und erweiterte Auflage. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Locher Oberholzer N., Krebs R., Isler S., Wernli M. (2007): „Umfrage Hochwasser – Bodenschutz. Erfahrungsbericht“. Bundesamt für Umwelt (BAFU), unpub.
- Mühletaler U. et al.: „Erosion – eine schleichende Gefahr“. Merkblatt Bodenerosion. Arbeitsgruppe Bodenerosion Nordwestschweiz.
- Rickli C. (2001): "Vegetationswirkungen und Rutschungen. Untersuchung zum Einfluss der Vegetation auf oberflächennahe Rutschprozesse anhand der Unwetterereignisse in Sachseln OW am 15. August 1997". Eidgenössische Forschungsanstalt WSL und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- Scheffer F., Schachtschabel P. (2002): "Lehrbuch der Bodenkunde". 15. Auflage. Spektrum, Heidelberg.
- Sicherheitsinstitut (2006): "Hochwasserschäden vermeiden". Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Bern.
- Tobler D., Krummenacher B., Rohr W. (2006): "GIS-basierte Modellierung von Rutschungen und Hangmuren". Davos.