

## Gemeinsam gegen das Hochwasser – Zielgerichtete Ansätze zur Risikoabwehr



**Zerstörte Häuser, vernichtetes Vermögen, gefährdete Existenzen: Die Bewohner hochwassergefährdeter Gebiete müssen offenbar immer häufiger zusehen, wie das Wasser ihnen ihr Eigentum nimmt. Die Gefahr geht nicht nur von angeschwollenen Flüssen aus, die Dämme überspülen oder zerstören. Da der Grundwasserspiegel während eines Hochwassers ebenso steigt, sind auch Keller und die unterirdische Infrastruktur gefährdet. Es bedarf eines professionellen Risikomanagements, um die Gefahr für bewohnte und bewirtschaftete Gebiete zu vermindern.**

Überschwemmungen gehören wie Niedrigwasser zur natürlichen Dynamik aller Flusslandschaften. Als Folge des weltweiten Klimawandels zeichnet sich in Mitteleuropa jedoch ein Trend zu meteorologischen Extremereignissen wie Dürren oder Starkregenereignissen ab. Somit ist auch mit einer Zunahme sogenannter „Jahrhundertfluten“ zu rechnen. Schon jetzt sind Hochwasserereignisse in Europa die am weitesten verbreitete Naturgefahr. Durch eine zunehmende Bodenversiegelung versickert immer weniger Niederschlagswasser. Der Verbau der Flussauen und die Kanalisierung der Gewässer bewirken zudem den Verlust natürlicher Rückhalteflächen. Dadurch steigt die Fließgeschwindigkeit bei Hochwasser, die Flutwellen verlaufen höher, und die Schadenswahrscheinlichkeit nimmt zu. Auch das hohe Alter einiger Deiche stellt eine Gefährdung dar, weil Deichbrüche auftreten können.

### Fachübergreifende Forschungsaktivitäten

In Zukunft sollen daher die Möglichkeiten verbessert werden, bedrohliche Situationen frühzeitig zu erkennen und Schäden zu reduzieren. Dazu bedarf es eines umfassenden Risikomanagements, im planerischen wie im operationellen Bereich. Die Forschung muss hierzu fachgebietsübergreifende Untersuchungsansätze entwickeln, ihre Ergebnisse daraus vermitteln und deren Anwendbarkeit exemplarisch belegen. Um den Ergebnistransfer in die Praxis zu gewährleisten, bindet das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in seine Forschungsprojekte zum Hochwasserschutz Akteure aus Wirtschaft und Verwaltung ein. Neben Universitäten, Behörden von Bund, Ländern und Kommunen sowie Privatunternehmen sind Wasserverbände und Versicherungen an den Vorhaben beteiligt.

Schon vor den Flutkatastrophen an Oder und Elbe, verstärkt aber unter deren Eindruck, hat das BMBF Projekte im Bereich der Hochwasserforschung gefördert. Beispielsweise sind folgende vom BMBF geförderten Themenbereiche aufgeführt: Die akuten Schadstoffbelastungen durch das Elbehochwasser im August 2002 waren ebenso Gegenstand von Untersuchungen (Projekt 1.4.01) wie auch eine Aufklärung der Folgen des noch lange nach der Elbeflut extrem hohen Grundwasserstands in Dresden anhand von Modellen (Projekte 1.4.02 und 1.4.04). Auch zur Überwachung und Stabilisierung von Deichen mit Dränelementen (Projekt 1.4.05) sowie mit sensorbasierten Geotextilien im Inneren (Projekt 1.4.06) konnten wichtige Erkenntnisse erlangt werden. Um im Extremfall das Eindringen von Hochwasser durch Fenster und Türen zu verhindern, haben Wissenschaftler des Sächsischen Textilforschungszentrums Chemnitz selbstdichtende Wassersperren entwickelt, die auch in alte Gebäude mit unebenen Wänden montiert und ebenso leicht wieder entfernt werden können (Projekt 1.4.07). Im Mittelpunkt des Projekts MULTISURE („Entwicklung multisequenzieller Vorsorgestrategien für grundhochwassergefährdete urbane Lebensräume“) stand die Frage, wie sich die Schadenspotenziale und Gefahren infolge eines schnell steigenden Grundwassers in urbanen Gebieten abschätzen lassen (Projekt 1.4.03).

### Nachhaltiger Schutz vor Hochwasserereignissen

Im Jahr 2004 hat das BMBF den Hochwasserschutz zu einem Schwerpunkt in der Forschungsförderung ausgebaut. Die Fördermaßnahme „Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse“ (RIMAX, vgl. Projekt 1.4.06) hat seither Kompetenzen gebündelt und weiterentwickelt ([www.rimax-hochwasser.de](http://www.rimax-hochwasser.de)). In den Jahren 2005 bis 2010 wurden 38 Projekte mit insgesamt etwa 20 Millionen Euro gefördert. Ziel war es, drohende Hochwasserereignisse künftig früher zu erkennen und Schäden schneller und effektiver vorzubeugen. Damit leistete RIMAX einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung des Fünf-Punkte-Programms der Bundesregierung zum Hochwasserschutz und ist zugleich Teil ihrer High-Tech-Strategie. Mit der Fördermaßnahme RIMAX hat das BMBF außerdem schon frühzeitig eine Grundlage für die nationale Umsetzung der EU-„Hochwasserrichtlinie“ vom 23. Oktober 2007 gelegt („Richtlinie 2007/60/EG des europäischen Parlaments und Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken“). (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:de:PDF>)

## Folgen einer Jahrhundertflut – Schadstoffbelastung nach dem Elbehochwasser

**Kommt es bei extremen Hochwasserereignissen zur Mobilisierung von Schadstoffen wie im Einzugsgebiet der Elbe, werden große Mengen schadstoffhaltiger Schlämme und Abwässer in den Überflutungsgebieten verteilt – auch in Wohngebieten und auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Ein Team von Wissenschaftlern hat die Schadstoffbelastung untersucht und die davon ausgehenden Gefahren bewertet. Ergebnis: Die Schadstoffgehalte der Böden waren nach dem Hochwasser in der Regel nicht größer als zuvor. Dennoch empfehlen die Experten für die Zukunft ein umfassendes Wasser- und Risikomanagement.**

Starke Regenfälle hatten im August 2002 an der Elbe und ihren Nebenflüssen zu Extremhochwasser und starken Verunreinigungen im Überflutungsbereich geführt. Die Fluten setzten Schadstoffe aus Altlasten frei, schwemmten belastete Flusssedimente auf und trugen verunreinigten Boden sowie Abraum von Industrieflächen und Bergbauhalden mit sich. Aus Tanks von Privathaushalten lief Öl aus und kommunale sowie industrielle Abwässer aus überschwemmten Kläranlagen verunreinigten die Flüsse. Das Wasser überflutete Wohnanlagen, Gärten und landwirtschaftliche Nutzflächen. Dort sanken die Feststoffe ab und bildeten eine Schlammschicht, die mit Schwermetallen, organischen Schadstoffen sowie krankheitsregenden Keimen belastet war. Daher galt es, die gesundheitlichen Risiken möglichst kurzfristig zu klären.

Zahlreiche Forschungsinstitutionen und Behörden untersuchten zunächst unabhängig voneinander die Auswirkungen der Flut auf die Schadstoffbelastung der Gewässer und überfluteten Bereiche. Um die Messungen miteinander zu verknüpfen und die Gesamtsituation zu bewerten, initiierte das BMBF das Verbundprojekt „**Schadstoffuntersuchungen nach dem Hochwasser 2002 – Ermittlung der Gefährdungspotenziale an Elbe und Mulde**“. 28 Partner untersuchten unter Federführung des Umweltforschungszentrums Leipzig-Halle die Flussgebiete der Mulde sowie der Elbe von Tschechien bis Hamburg.

### Chronische Belastung der Flusssedimente

Die Herkunft der zahlreichen Schadstoffe in der Elbe ist vielfältig. Elemente wie Arsen oder Schwermetalle kommen im gesamten Einzugsgebiet natürlich vor und wurden schon immer aus den angrenzenden Mittelgebirgsregionen abgetragen. Sie werden entsprechend der Flussdynamik abgelagert oder weitertransportiert und verursachen



Durch die Elbeflut herausgerissener Öltank (Quelle: Thomas Egli)

die sogenannte **geogene Hintergrundbelastung** im Gewässer. Hinzu kommen Schadstoffeinträge aus Bergbau und anderen industriellen Aktivitäten in der Region.

### Kaum Veränderungen durch das Hochwasser

Die teils erhebliche Konzentration von Schwermetallen und organischen Schadstoffen, die die Flüsse während der Flut aufwiesen, ging den Untersuchungen zufolge mit Ablauf des Hochwassers zügig zurück. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, hat die Flut die Schadstoffgehalte in Auenböden und Sedimenten nicht wesentlich erhöht. Dies darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die regelmäßig überfluteten Deichvorlandbereiche unterhalb der Einmündung von Mulde und Saale hoch belastet sind. Da die Richtwerte für eine Nutzung als Weideland bezüglich Dioxin und Quecksilber in vielen Proben weit überschritten waren, empfehlen Experten ein konsequentes Nutzungsmanagement. So sollten die besonders hoch



Sedimentablagerungen nach dem Elbhochwasser 2002 (Quelle: Dagmar Haase)

belasteten Senken und Wasserlöcher nicht genutzt und mit der Beweidung erst nach reinigenden Niederschlägen begonnen werden.

Von der Extremflut 2002 waren auch normalerweise von Deichen geschützte Ortschaften betroffen. Für die Gesundheit der Bevölkerung bestand nach Meinung der Forscher jedoch keine akute Gefahr. Nur vereinzelt ergaben die Analysen erhöhte Schadstoffkonzentrationen. Allerdings zeigte sich bei den Messungen, dass die Grundbelastung des untersuchten Gebiets bereits vor dem Hochwasser recht hoch war. (siehe Abschlussbericht des UFZ: Schadstoffbelastung nach dem Elbe-Hochwasser 2002 unter [www.ufz.de/data/HWBroschuere2637.pdf](http://www.ufz.de/data/HWBroschuere2637.pdf)).

### Risikomanagement einführen

Hochwasser und die damit verbundenen Gefahren werden immer wieder auftreten. Allerdings lässt sich das Ausmaß der Ereignisse und der Schäden vermindern. So regen die Forscher an, wesentlich konsequenter als bisher vorsorgende Wasserbewirtschaftung und Landnutzung zu betreiben und zersplitterte Zuständigkeiten für Hochwasserfragen zusammenzuführen. Ziel sollte eine integrative und interdisziplinäre Wasserbewirtschaftung im Flussgebietsmaßstab sein, die auch ein Hochwasserrisikomanagement umfasst. Ein integriertes Schadstoffmanagement – insbesondere für Mulde und Saale – sehen die Forscher als mögliche Grundlage für eine langfristige Sanierung der Region Mitteldeutschland.

Ein erster Schritt in diese Richtung ist ein neu entwickeltes Schadstoffausbreitungsmodell. Durch die erstmalige Kopplung eines hydraulischen Modells mit einem Gelände- sowie einem Schadstoffausbreitungsmodell konnten Szenarien für mäßige bis extreme Hochwasserereignisse ermittelt und in einem **Entscheidungshilfesystem** ◀ zusammengeführt werden. Der Landkreis Anhalt-Bitterfeld nutzt das System bereits. Es wird außerdem für aktuelle Hochwasserübungen und bei Neuansiedlungen zur Abschätzung des Risikos von Schadstoffeinträgen bei Hochwasserereignissen eingesetzt.

Um bei zukünftigen Hochwassern die Gefahr durch Giftstoffe und gesundheitsgefährdende Keime zu verringern, raten die Experten außerdem dazu, Handlungsanweisungen für den Umgang mit Flutsedimenten auszuarbeiten, Schadstoffquellen wie private Öltanks und Heizungen oder gewerbliche Chemikalienlager hochwassersicher zu installieren und Maßnahmen für einen besseren Schutz von industriellen Anlagen, Kläranlagen und ähnlichen Einrichtungen zu erarbeiten. Die Wissenschaftler empfehlen weiterhin, Forschungsergebnisse über ein datenbankgestütztes „**Decision Support System**“ (DSS) ◀ zusammenzuführen, damit bei zukünftigen Entscheidungen die benötigten Informationen bereitstehen.



Hinterlassenschaften des jahrhundertlangen Bergbaus: Schlackenhalde in Muldenhütten bei Freiberg. Während des Hochwassers 2002 wurden hier rund 9.000 Tonnen hochgradig blei- und arsenbelastetes Material erodiert (Quelle: Günther Rank)

Stärker als bisher sollten außerdem Überschwemmungsgebiete vorsorglich von Bauten und ungeeigneter Nutzung freigehalten werden (Flächenvorsorge). Der Erosion von belasteten Böden in Flussauen kann durch Stilllegung von Ackerflächen und Begrünung begegnet werden. Freigehaltene Flächen dienen zudem als natürliche **Retentionsflächen** ◀; Schäden an Gebäuden entstehen auf diese Weise erst gar nicht.

In einem zweiten vom BMBF geförderten Projekt, „Minderung von Hochwasserrisiken durch nicht-strukturelle Landnutzungsmaßnahmen in Abflussbildungs- und Überschwemmungsgebieten“ (MinHorLam), untersuchten Wissenschaftler den Einfluss von nicht-strukturellen Landnutzungsmaßnahmen auf Hochwasserrisiken. Thema waren hier unter anderem die Risikopotenziale für Produzenten und Verbraucher, wenn Schadstoffeinträge Pflanzenbestände und Böden auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen kontaminieren. Sie erarbeiteten schadensreduzierende Maßnahmen wie Landumnutzungen, Anbau von speziellen Pflanzensorten, die Schadstoffe nur in geringem Maße akkumulieren oder Ausgleichszahlungen für Flächenstilllegungen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden der Bevölkerung über eine Internetplattform zugänglich gemacht.

#### UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH Departement Fließgewässerökologie

Dr. Wolf von Tümpling, Prof. Walter Geller  
Brückstraße 3a  
39114 Magdeburg  
Tel.: 03 91/8 10-93 00  
Fax: 03 91/8 10-91 11  
E-Mail: [wolf.vontuempling@ufz.de](mailto:wolf.vontuempling@ufz.de),  
[hochwasser@ufz.de](mailto:hochwasser@ufz.de)  
Internet: [www.ufz.de/hochwasser](http://www.ufz.de/hochwasser)  
Förderkennzeichen: 0330492

## Projekt 3ZM-GRIMEX – Gekoppelte Modelle simulieren Hochwasserszenarien

Bei Hochwasser wird neben der oberirdischen Überflutung oft auch das ansteigende Grundwasser zur Gefahr. Es breitet sich unter der Erde aus und kann große Schäden verursachen. Bislang stellen die meisten Simulationssysteme die Wasserflüsse für diese Prozesse separat oder auf zwei Komponenten bezogen dar. Oberflächenwasser, Kanalisation und Grundwasser gemeinsam abzubilden, war bislang unmöglich. Um die Interaktion dieser Komponenten bei Hochwasser besser abschätzen zu können, verknüpfte ein Forschungsverbund um das Dresdner Grundwasserforschungszentrum die computergestützten Modelle miteinander.

Die Hochwasser der vergangenen Jahre haben gewaltige Schäden verursacht. Mit rund einer Milliarde Euro sind im August 2002 rund zehn Prozent der deutschen Gesamtschadensumme allein in Dresden angefallen. 16 Prozent der Schäden an den Liegenschaften des Freistaats Sachsen gehen auf Grundwasser zurück. Dadurch ist den Menschen bewusst geworden, dass Hochwasser in städtisch geprägten Räumen auch das Grundwasser beeinflussen kann. Dieses breitet sich unterirdisch im Wesentlichen über zwei Pfade aus:

- Oberflächenwasser gelangt ins Grundwasser und verteilt sich dort. Das Grundwasser, das aus dem Hinterland dem Vorfluter ◀ zuströmt, staut sich auf.
- Das Oberflächenwasser verteilt sich über Infrastrukturbauwerke wie Abwasserkanalisation (technogene Zone ◀) in Gebiete außerhalb des direkten Überschwemmungsbereichs.

Unmittelbar nach dem Hochwasser begannen Forscher des Dresdner Grundwasserforschungszentrums e. V. die Interaktion zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser im Hochwasserfall modellgestützt abzubilden. Ziel war es, die Hochwassernachsorge zu begleiten und die Vorsorge zu verbessern. Für Wechselwirkungen zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser sowie zwischen Grundwasser und Kanalisation existierten damals aber nur einzelne modelltechnische Lösungen. Sie beruhten auf Simulationsprogrammen, die ausschließlich auf eine Komponente – Oberflächenwasser, Kanalisation oder Grundwasser – ausgerichtet waren.

### Gekoppelte Modellierung: Drei Zonen – ein System

Abhilfe schaffte hier das BMBF-Projekt „Entwicklung eines 3-Zonenmodells für das Grundwasser- und Infra-



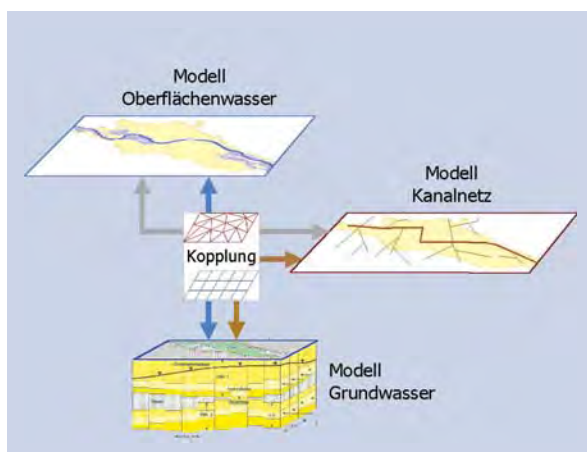
Hochwasser in Dresden: Wasseraustritt durch die Kanalisation am Terrassenufer

strukturmanagement nach extremen Hochwasserereignissen in urbanen Räumen“ (3ZM-GRIMEX). Die Wissenschaftler des Projektteams entwickelten für die Landeshauptstadt Dresden ein neuartiges Modellwerkzeug, das die Wechselwirkungen zwischen den hydraulischen Komponenten Oberflächenwasserabfluss, Abfluss in der technogenen Zone und Grundwasser bei extremem Hochwasser auf der Basis bestehender Modelle abbildet. Mit diesem gekoppelten Modellsystem können Lösungsstrategien für die Gestaltung und Sicherung der unterirdischen Infrastrukturnetze, für das Management von Grundhochwasser und zur Unterstützung bauleitplanerischer Entscheidungen entwickelt werden.

Mithilfe einer Kopplungssoftware des Fraunhofer-Instituts verknüpften die Experten Simulationsprogramme, die sich bei der Abbildung der bei einem Hochwasser maßgeblichen Wasserströme bewährt hatten. Dabei mussten sowohl die zeitlichen als auch die räumlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Modellkomponenten berücksichtigt werden. Für eine erfolgreiche Kopplung müssen die grundlegenden Zusammenhänge des Systems, das aus Kanalnetz, Oberflächen- und Grundwasser besteht, sowie die zeitlichen und räumlichen Skalen der Strömungsprozesse bekannt sein. Eine Skala legt fest, auf welche Weise ein bestimmtes Merkmal eines Prozesses erfasst und messbar gemacht wird.

### Computergestützter Kopplungsprozess

Die computergestützte Kopplung beruht auf der Strategie, dass die Einzelmodule – Oberflächenwasser-, Kanalnetz- und Grundwassermodell – als eigenständige Instanzen ihre jeweiligen Wasserstände und Durchflüsse berechnen und daraufhin miteinander austauschen. Jedes Modul stellt dann diese sogenannten Kopplungsgrößen dem jeweils



Schema der Modellkopplung im Projekt 3ZM-GRIMEX

anderen Modul zur Verfügung. Die Kopplungssoftware kombiniert schließlich die Informationen der Einzelmole (Verschneidung) miteinander. Verschneidet man beispielsweise Kanalelemente, Grundwasserstände und Überflutungsflächen, kann man herausfinden, welche Anwohner von Unwettern betroffen sein werden und sie rechtzeitig warnen.

Die verwendeten Programme stellten das Projektteam je nach Anwendungsbereich vor unterschiedliche Herausforderungen. Beispiel Kanalnetz: Für die hydrodynamische Kanalnetzberechnung war keine besonders hohe Leistungsfähigkeit der Rechner erforderlich. Außerdem

war die Datenlage dazu in den meisten Kommunen sehr gut. Die Wirkung der Kanalisation auf die Grundwasserdynamik hingegen konnte nur über stark vereinfachende Ansätze in ein Grundwassermodell einbezogen werden.

## Praktischer Einsatz in Dresden

In der ersten Bearbeitungsphase standen die Einzelmodelle im Mittelpunkt. Hier kam es darauf an, deren Raumbezüge aufeinander abzustimmen und alle relevanten Wasserflüsse, die im Überflutungsfall wirken und in dem Modellsystem abgebildet werden sollten, zu erfassen. Hierzu erstellten die Forscher ein allgemeines Wasserflussschema, das Grundlage für die Kopplungsarbeiten war. Es ging dabei vor allem um die adäquate Abbildung temporärer Komponenten wie Hochwasserentlastungsbrunnen, Überflutungsflächen oder überstaute Kanalabschnitte. Diese Algorithmen wurden in einem synthetischen Testmodell getestet. Damit erprobte das Expertenteam zunächst die Kopplungen zweier und anschließend aller drei Instanzen.

Das Gesamtsystem kommt inzwischen in der Landeshauptstadt Dresden zum Einsatz. Durch die gekoppelten Modellierungen konnten für verschiedene Hochwasser-szenarien der Wasseraustausch zwischen Oberflächenabfluss, Abfluss in der Kanalisation und Grundwasser berechnet werden. Außerdem identifizierten Experten mithilfe des neuen Systems die Schwerpunkte latenter Hochwassergefahren durch austretendes Kanalwasser. Die Übertritte von Grundwasser in das Kanalsystem konnten lokalisiert und quantifiziert werden. Der Einfluss von austretendem Kanalwasser auf das Grundwasser spielt bei Hochwasserereignissen nur lokal eine Rolle, kann aber in den Schwerpunktbereichen je nach Intensität zu signifikanten Anstiegen des Grundwassers führen.

Projekt-Website ► [www.gwz-dresden.de/dgfz-ev/forschungsbereich/3zm-grimex.html](http://www.gwz-dresden.de/dgfz-ev/forschungsbereich/3zm-grimex.html)

### Dresdner Grundwasserforschungszentrum e. V. Projektkoordination

Dr. Thomas Sommer  
Meraner Straße 10  
01217 Dresden  
Tel.: 03 51/40 50-6 65  
Fax: 03 51/40 50-6 79  
E-Mail: [tsommer@dgfz.de](mailto:tsommer@dgfz.de)  
Förderkennzeichen: 02WH0557



Vorausberechnung der Überflutungsflächen durch realitätsnahe Modellierung (Quelle Kartenhintergrund: Landeshauptstadt Dresden)

# Hochwasserereignisse – Das vergessene Grundwasser

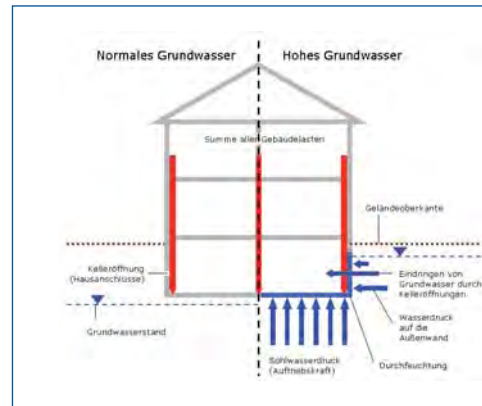
**Welche Folgen hat der im Zuge eines Hochwassers ansteigende Grundwasserpegel, insbesondere für den städtischen Baubestand nahe Flüssen? Antworten auf diese bislang vernachlässigte Frage hat das Projekt MULTISURE gesucht. Die Wissenschaftler entwickelten Modelle, mit denen sich künftig mögliche Risiken und Schadenspotenziale genauer eingrenzen lassen – am Beispiel der Elbmétropole Dresden.**

Die Fachöffentlichkeit nimmt ein Hochwasser meist als Ereignis extremer Abflüsse an der Erdoberfläche wahr. Der durch die Überflutungen erzeugte Anstieg des Grundwassers auch außerhalb der Überflutungsflächen lässt sich vor allem während länger andauernder Hochwasserereignisse in breiten Talauen beobachten. Von der Wissenschaft bislang selten berücksichtigt wird die Gefährdung unterirdischer Bauwerke und Infrastrukturen durch schnell steigendes Grundwasser als Folge von Extremhochwassern.

Doch wie lassen sich die Schadenspotenziale und Gefahren infolge eines schnell steigenden Grundwassers in urbanen Gebieten abschätzen? Wie müssen Modelle aussehen, die eine Prognose von unterirdischen Schäden bei einem Extremhochwasser ermöglichen? Diese Fragen standen im Mittelpunkt des Projekts „**Entwicklung multisequenzieller Vorsorgestrategien für grundhochwassergefährdete urbane Lebensräume**“ (MULTISURE), an dem mehrere Institute unter Leitung des Dresdner Grundwasserforschungszentrums (DGFZ) gearbeitet haben (Laufzeit: 2006 bis 2009). Ziel des Vorhabens war es, Werkzeuge zu entwickeln, die es ermöglichen, die Gefährdungen, Schadenspotenziale und Risiken, die sich aus den Wirkungszusammenhängen von Hochwasser, Grundwasser und dem unterirdisch bebautem Raum ergeben, abzubilden und zu bewerten. Untersuchungsgebiet war die Stadt Dresden mit dem Elbtalgrundwasserleiter und der bestehenden sowie geplanten Tiefbebauung.

## Zwei Schadensmodelle entwickelt

Zunächst untersuchten die Projektpartner, wie sich die Ansätze der Schadensabschätzung von Flussüberschwemmungen auf das Grundhochwasser übertragen lassen, wie beide Ereignisse zusammenwirken oder sich überlagern. Das Deutsche Geoforschungszentrum (GFZ) modifiziert dazu das für Flusshochwasser entwickelte meso-skalige Schadensmodell FLEMOPs (Top-down-Ansatz), um die



Gefahr von unten: Wirkungen auf die Gebäudesubstanz

durch steigendes Grundwasser verursachten Schäden abzuschätzen. In diesem Rahmen wurden die Betroffenen telefonisch befragt – speziell zu Schäden, die außerhalb der Überflutungsfläche nur durch Grundwasser entstanden sind. Daraus ließen sich sowohl Erkenntnisse zum individuellen Umgang mit Grundhochwasser als auch zu den materiellen wie finanziellen Schäden gewinnen.

In einem Bottom-up-Ansatz wurden in dem Projekt – in Abhängigkeit von der Grundwasserdynamik – Schadensbilder für baualtersbezogene Gebäude- und Infrastrukturtypen beschrieben. Damit lassen sich die zur Schadensbeseitigung notwendigen Sanierungsmaßnahmen und deren Kosten bestimmen. Darauf aufbauend hat das Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) das neue „Schadens-Simulations-Modell für grundwasserbedingte Gebäudeschäden“ (GRUWAD) entwickelt.

## Mehrere Szenarien erstellt

Die grundwasserbezogene Risikobewertung und -darstellung nutzte beide Modellierungsansätze (Top-down und Bottom-up). Mit Hilfe von FLEMOPs und GRUWAD erfolgte die GIS-basierte Bestimmung von grundwasserinduzierten Schäden in unterschiedlicher räumlicher Auflösung. Grundlage waren die vom Dresdner Grundwasserforschungszentrum erstellten Szenarien für höchste Grundwasserstände unter verschiedenen Hochwasserständen im Elbtal Dresden und bei der Realisierung verschiedener Schutzmaßnahmen (Datenbasis waren bisherige Hochwasserereignisse sowie die laufenden Planungen der Landeshauptstadt Dresden).



Gefahr von unten: oberirdisch austretendes Grundwasser

## Interviews durchgeführt

Für ein effizientes Hochwasser-Risikomanagement ist es wichtig, dass alle Akteure intensiv kommunizieren und zusammenarbeiten: die städtischen und staatlichen Behörden, Verbände und Wissenschaft ebenso Anwohner. MULTISURE hat diese Prozesse analysiert und bewertet.

Aussagefähige Informationen sind Grundlage für ein abgestimmtes behördliches Handeln bei der Hochwasservorsorge – und sie schärfen das Risikobewusstsein und die Eigenvorsorge der Bürger. Die im Verlauf des Projekts durchgeführten Interviews mit Akteuren sowie die Analyse bestehender Informations- und Kommunikationsmittel lagen in den Händen des Instituts für Umweltkommunikation der Leuphana Universität Lüneburg. Daraus entstand ein Faltblatt, das sich vornehmlich an die allgemeine Öffentlichkeit wendet, und das insbesondere auf die Eigenverantwortung der Betroffenen eingeht und somit deren Risikovorsorge stärken soll.

Die Projektergebnisse wurden von der FH Görlitz/Zittau in das Informationssystem der Landeshauptstadt Dresden aktuell übernommen. Ein behördeninterner Zugriff auf wesentliche Projektergebnisse ist damit möglich. So dienen die Ergebnisse der Verbesserung der behördeninternen Analysen und Entscheidungen sowie der Information der Öffentlichkeit über Risiken durch Grundhochwasser.

### **Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V. (DGFZ)**

Dr. Thomas Sommer  
Meraner Straße 10  
01217 Dresden  
Tel.: 03 51/4 05 06-65  
Fax: 03 51/4 05 06-79  
E-Mail: [tsommer@dgfz.de](mailto:tsommer@dgfz.de)  
Internet: [www.dgfz.de](http://www.dgfz.de)  
Förderkennzeichen: 0330755



# Unterschätzte Gefahr Grundhochwasser – Schadensbewertung und -vorsorge nach der Jahrhundertflut

Infolge des Hochwassers im August 2002 hatte Dresden nicht nur mit den Schäden an Bauwerken und Infrastruktur zu kämpfen. Auch das Grundwasser war teilweise um bis zu sechs Meter gestiegen und ging nur langsam zurück. Deshalb machte sich ein Team aus Dresdner Forschern und Ingenieuren daran, die Folgen der Flut im Untergrund zu untersuchen. Ziel war, künftige Gefahren für unterirdische Anlagen sowie das Grundwasser frühzeitig zu erkennen, um Schutzmaßnahmen einleiten zu können. Zu diesem Zweck modellierten die Experten die Dynamik des Grundwasseranstiegs und analysierten die Beschaffenheit des Grundwassers hinsichtlich der Trinkwasserversorgung sowie möglicher Gefahren durch eingesickerte Schadstoffe.

Während des Hochwassers 2002 bildeten sich im Elbtaluntergrund Grundwasserstände, die alles in den letzten Jahrzehnten Beobachtete weit übertrafen. Auslöser waren die starken Regenfälle vom 12. und 13. August, die dadurch entstandenen Überflutungen der Elbenebenflüsse und das Elbehochwasser. Betroffen waren unter- und oberirdische Bauwerke – ihre Funktionsfähigkeit und Stabilität waren aufgrund des schnellen Grundwasseranstiegs erheblich beeinträchtigt. Als die oberirdische Wasserflut zurückging, galt es, die Konsequenzen des unterirdischen Hochwassers für den Grundwasserkörper unterhalb der Stadt Dresden abzuschätzen. Dieser spielt eine große Rolle für die Trink- und Brauchwassergewinnung, für die Stabilität der Bauwerke sowie den urbanen Naturhaushalt. Wissenschaftler und Ingenieure der TU Dresden und des Dresdner Grundwasserforschungszentrums e. V. sowie örtliche Ingenieurbüros widmeten sich im Forschungsprojekt „Hochwassernachsorge Grundwasser Dresden“ dieser Aufgabe. Die Leitung des Projekts lag beim städtischen Umweltamt. Die Experten gingen von kurz- und mittelfristigen Folgen aus, die sie anhand folgender Schwerpunkte untersuchten:

- Weiterentwicklung des Grundwassermodells, um die Auswirkungen der Grundwasserdynamik auf Bauwerke und mögliche Bauwerksschäden zu erfassen,
- Untersuchung von Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit infolge stark gestiegener Grundwasserstände,
- Analyse und Bewertung möglicher Grundwasserschäden, die – bedingt durch Hochwasser – durch schadstoffbelastete Flächen (Altlasten), abgelagerte Schlämme oder Abfall entstehen,
- Bewertung der Gefahren, die von undichten Abwasserkanälen ausgehen (Schadstoffaustrag).



Hochwasser der Elbe bei Kaditz. Grundwassermessstellen sind von der Flut eingeschlossen.

Ziel war es, am Beispiel von Dresden erstmals hochwasserbedingte Schäden an einem unter der Stadt liegenden Grundwasserkörper zu bewerten und daraus Handlungsempfehlungen für Verwaltung, betroffene Unternehmen und Bürger abzuleiten.

## Modell erfasst Grundwasserdynamik

Ausprägung und Verlauf des Grundhochwassers zeigten sich im Stadtgebiet auf unterschiedliche Weise. Weite Bereiche verzeichneten nach der Hochwasserwelle einen Anstieg und einen stark verzögerten Rückgang des Grundwasserstands. Diese Gebiete lagen meist mehr als einen Kilometer vom [Vorfluter](#) entfernt. In anderen zeigte sich ein kurzzeitiger und hoher Anstieg mit schnellem Rückgang. Um diese unterschiedlichen Dynamiken zu erfassen, entwickelten die Experten ein Computer-Grundwassermodell, das auch die unterirdische Bausubstanz – vor allem der historischen Innenstadt und der Infrastruktur – berücksichtigte. Damit konnte das Projektteam auch die Wirkung differenzierter Hochwasserschutzmaßnahmen auf das Grundwasser simulieren.

Die Untersuchungen der Grundwasserbeschaffenheit erfolgten auf drei Ebenen: Im Herbst 2002 sowie im Frühjahr und Herbst 2003 nahm die Arbeitsgruppe flächendeckende Beprobungen vor, um zu prüfen, wie sich die Qualität entwickelt hatte. Zudem fanden Untersuchungen zu punktuellen Schadstoffeinträgen an Altlastenstandorten statt. Die dritte Säule bildeten exemplarische standortbezogene Untersuchungen im Labormaßstab am natürlichen [Sediment](#). Dieses Vorgehen sollte Aussagen zu Stoffaustrag und -umwandlung für den Fall ermöglichen, dass schadstoffbelastetes Abwasser aus der Kanalisation in das Grundwasser gelangt. Die Forscher simulierten Szenarien bei unterschiedlichen Wasserständen und -drücken in Kanal und [Grundwasserleiter](#).



Bauwerkssicherung gegen aufsteigendes Grundwasser in einem Dresdner Gymnasium (Quelle: [www.benno-gym.de](http://www.benno-gym.de))

### Trinkwasser nicht gefährdet

Sorgen im Hinblick auf die Beschaffenheit des Grundwassers konnten die Experten ausräumen, indem sie Messergebnisse zu bestimmten Wassereigenschaften und Schadstoffen den vor der Flut ermittelten Werten gegenüberstellten. Demnach waren hochwasserbedingte Veränderungen nur etwa drei Monate lang erkennbar. Sie stellten für die Trinkwassergewinnung keine Gefahr dar.

An den untersuchten Altlastenstandorten ergaben sich je nach Stoffinventar und Strömungsverhältnissen unterschiedliche Ergebnisse. Erhöhte Grundwasserstände und eine höhere Fließgeschwindigkeit setzten Schadstoffe aus dem jeweiligen Quellbereich frei. Im oberen Grundwasserbereich wiesen die Experten daher leicht erhöhte Schadstoffkonzentrationen nach, für bestimmte Stoffgruppen zudem vertikale Stoffverlagerungen. Eine signifikante hochwasserbedingte seitliche Schadstoffausbreitung war nicht zu beobachten.

Um die von undichten Kanälen ausgehenden Gefahren für den Grundwasserleiter zu untersuchen, simulierte das Projektteam das Verhalten einer lokal undichten Kanalisation unter den hochwasserbedingten Druck- und Strömungsbedingungen. Es zeigte sich, dass sich die für städtische Abwässer typische Ammoniumbelastung aufgrund der Strömungsgeschwindigkeit und der begrenzten undichten Stellen nur wenig ausbreiten konnte.

### Gefahren erkennen, Schutzmaßnahmen entwickeln

Ausgehend von den Abständen des Grundwasserspiegels zur [Geländeoberkante](#) (Grundwasserflurabstand) von August 2002 bis Dezember 2003, entwickelten die Experten eine Methodik, um Gefahren für den unterirdischen Bauraum zu erkennen. Als Parameter verwendeten sie

unter anderem Intensität und Dauer des Grundhochwassers, die höchsten Wasserstände, die Anstiegsgeschwindigkeit und die minimalen Grundwasserflurabstände. Damit konnten sie an 68 Messstellen im Stadtgebiet das Gefahrenpotenzial bestimmen.

Die Auswertung des Grundwasserverhaltens und der Strömungsmodellierung am Beispiel unterschiedlicher Hochwasserszenarien erlaubte Schlussfolgerungen für die Bauleitplanung. Diese sollte nach den Erkenntnissen des Projektteams immer die Gefährdung durch ansteigendes Grundwasser berücksichtigen. Außerdem bestätigten die Untersuchungen die Wirksamkeit der geplanten Schutzmaßnahmen „Mobiler Verbau der Dresdner Innenstadt“ und „Hochwasserentlastungsbrunnen“.

Die Forscher empfehlen im Ergebnis der Untersuchungen, die Prozesse des Grundwasseranstiegs bei der Vorbereitung und Durchführung von Maßnahmen zur Hochwasserbekämpfung dauerhaft zu berücksichtigen. Insbesondere der Bauvorsorge kommt hier eine Schlüsselstellung zu. Die Ausweisung von Gefahrenzonen, in denen erhöhte Grundwasserstände zu erwarten sind, bildet hierfür eine Grundlage. Dazu sind zeitnahe Messungen der Grundwasserdynamik und die Identifizierung der höchsten Grundwasserstände anhand eines aktuellen Grundwasserströmungsmodells erforderlich.

Projekt-Website ►

[www.hochwasser-dresden.de/HWGWDD](http://www.hochwasser-dresden.de/HWGWDD)

#### Projektleitung Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt

Dr. Kirsten Ullrich  
Grunaer Straße 2  
01069 Dresden  
Tel.: 03 51/4 88 62 78  
E-Mail: [kullrich@dresden.de](mailto:kullrich@dresden.de)  
Internet: [www.dresden.de/Hochwasser](http://www.dresden.de/Hochwasser)  
Förderkennzeichen: 0330493

#### Projektkoordination Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V.

Dr. Thomas Sommer  
Meraner Straße 10  
01217 Dresden  
Tel.: 03 51/4 05 06 65  
E-Mail: [tsommer@dgfz.de](mailto:tsommer@dgfz.de)

## Deichbrüche vermeiden – Beobachtungsmethoden und Sicherungskonzepte für Flussdeiche

**Während der Hochwasserereignisse der letzten Jahre kam es immer wieder zu Deichbrüchen, weil die zum Teil historisch gewachsenen Schutzdeiche den hydraulischen Belastungen nicht standhielten. Eine grundlegende Sanierung aller betroffenen Deichstrecken kann aus Kostengründen allenfalls langfristig erfolgen. Vor diesem Hintergrund entwickelten Wissenschaftler in zwei vom BMBF geförderten Forschungsprojekten einerseits ein Monitoringsystem, das kritische Deichzustände sicher anzeigen soll. Außerdem erarbeiteten sie ein Verfahren, das gefährdete Deiche mithilfe von Dränelementen ◀ stabilisiert. Modellversuche bestätigten seine Wirksamkeit.**

Ein dem Stand der Technik entsprechender Drei-Zonen-Deich besteht aus einer wasserseitig angeordneten Oberflächendichtung und einem Stützkörper in der Mitte des Querschnitts. Ein landseitiger Dränkörper sorgt dafür, dass Sickerwasser im Deich gefasst und schadlos abgeleitet wird. Entlang von Flüssen und Strömen in Deutschland gibt es aber – wie in anderen Teilen Europas auch – hunderte Kilometer alter Deiche, die nicht diesen heutigen Sicherheitsstandards entsprechen. Sie wurden früher, meist nach Hochwasserereignissen, mit vor Ort zur Verfügung stehenden Materialien aufgeschüttet. Mangels Dichtungsschicht dringt bei einem Hochwasserereignis Wasser in solche Deichkörper ein, und es kommt zu einer fortschreitenden Durchfeuchtung, die im schlimmsten Fall zum Bruch des Deichs führen kann.

### Deich-Monitoring mittels Time Domain Reflectometry

Die zeitliche Entwicklung der Durchfeuchtung spielt für die Stabilität beziehungsweise die Standsicherheit eine zentrale Rolle, insbesondere bei den oben genannten Altdeichen. Um hierüber verlässliche Informationen zu erhalten, ist ein Monitoringsystem erforderlich, das entlang einer Deichstrecke Daten über die aktuelle hydraulische Situation des Deichkörpers liefert. Die sogenannte Time Domain Reflectometry (TDR) hat sich in Verbindung mit Kabelsensoren als ein geeignetes Messverfahren hierfür erwiesen. Hierzu werden Flachbandkabel als Sensoren in den Deichkörper eingebracht. Anhand eines am Sensoranfang eingespeisten und am Sensorende reflektierten Spannungsimpulses lässt sich die Feuchteverteilung entlang der Kabelsensoren bestimmen. Auf diese Weise kann die Sickerlinie (Grenze zwischen feuchtem und trockenem Material) und damit der durchfeuchtete Bereich hinreichend genau bestimmt werden. Der Vorteil des Verfah-

rens ist, dass Eingriffe am Deichkörper nur an neuralgischen Punkten erforderlich sind.

Wissenschaftler der Materialforschungs- und -prüfanstalt (MFPA) der Bauhaus-Universität Weimar sowie des Instituts für Bodenmechanik und Felsmechanik (IBF) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) entwickelten im Rahmen des Projekts „Bewertung und Prognose der Standsicherheit von Hochwasserschutzdeichen mittels Time Domain Reflectometry“ ein auf der TDR-Methode basierendes Monitoringsystem speziell für Hochwasserschutzdeiche.

Kern des Monitoringsystems ist ein Prognosemodell, das auf Basis der gemessenen Feuchteverteilungen innerhalb eines Deiches, des prognostizierten Hochwasserverlaufs und der vorhergesagten Niederschläge den weiteren Verlauf der Deichdurchfeuchtung vorhersagt. Sowohl für die gemessene Feuchteverteilung während eines Hochwassers als auch für die vorhergesagten Feuchtebedingungen wurde ein Bewertungsmodul entwickelt, das eine Standsicherheitsanalyse der luftseitigen Böschung des eingestauten Deiches erlaubt. Das entwickelte Monitoringsystem ist in der Lage, autark mit eigenständiger Stromversorgung Messungen durchzuführen und mittels Datenfernübertragung an einen zentralen Server zu senden. Die analysierten und vorhergesagten Feuchteverteilungen werden zusammen mit der Standsicherheitsbewertung für einen Online-Zugriff bereitgestellt. Den für das Hochwassermanagement verantwortlichen Stellen könnte somit ein effektives Hilfsmittel an die Hand gegeben werden, um bei Gefahr kurzfristig Sicherungsmaßnahmen oder Evakuierungen zu veranlassen. Eine Überführung des Monitoringsystems in ein voll automatisiertes Beobachtungswerkzeug war im Rahmen der Förderperiode dieses Projekts nicht möglich.

### Stabilisierung von Deichen mit Dränelementen

Bruchgefährdete Deichabschnitte müssen bei Hochwasser im unteren Bereich der landseitigen Böschung stabilisiert werden, was mit einem erheblichen Einsatz an Arbeitskräften und Material (z. B. Sandsäcken) verbunden ist. Die Böschungsoberfläche auf der Flussseite mit Folien oder anderen Materialien abzudichten, ist hingegen nur dann sinnvoll, wenn Schwachstellen zu einer konzentrierten Durchströmung führen. Ansonsten kann mit derlei Maßnahmen die Höhe der Sickerlinie nicht nennenswert abgesenkt werden. Wenn sich das Eindringen von Wasser



Mit marktüblicher Bohrtechnik sollen die linienförmigen Dränelemente in den Modelldeich eingebracht werden (Durchführung: Morath GmbH, Albbruck)



Am Modelldeich im natürlichen Maßstab (Höhe: 3 m) wird die technische Machbarkeit des Stabilisierungsverfahrens (Ansicht Landseite) nachgewiesen

in die Deiche nicht verhindern lässt, kommt es somit entscheidend darauf an, das Sickerwasser im Deichkörper zu fassen und schadlos abzuleiten. Andernfalls kann es an der landseitigen Böschung austreten; erhöhte Strömungskräfte führen dann möglicherweise zu einem Deichbruch.

Hiermit befasst sich das zweite BMBF-Projekt „**Stabilisierung bruchgefährdeter Flussdeiche mit Dränelementen zur Sickerwasserfassung und Bewehrung**“, an dem das Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik des Karlsruher Instituts für Technologie, das Fachgebiet Geotechnik der Universität Kassel sowie das Sächsische Textilforschungsinstitut (STFI) in Chemnitz beteiligt waren. In dem Forschungsvorhaben wurde ein Konzept zur Sicherung von eingestauten Deichen im Falle eines Hochwassers entwickelt. Eine derartige Notsicherungsmaßnahme kann letztlich auch zur kurz- beziehungsweise mittelfristigen Ertüchtigung von Altdeichen verwendet werden können.

### Wirksamkeit des Verfahrens belegt

Konkret sieht die Notsicherungsmaßnahme vor, in bruchgefährdete durchweichte Deiche maschinell Dränelemente einzubringen, die den Sickerwasserandrang zum Deichfuß abfangen. Der Einbau soll weitestgehend mit Standardgeräten zum Beispiel aus der Bauwirtschaft möglich sein, die vielerorts schnell verfügbar sind. Die Praktikabilität des Verfahrens und die zum Einbau erforderlichen Hilfsmittel wurden an Modelldeichen im natürlichen Maßstab mit einem marktüblichen Bohrgerät getestet. Die praxisnahen Versuche bestätigten die Leistungsfähigkeit des Stabilisierungsverfahrens. Für seine Akzeptanz in der Baupraxis wäre darüber hinaus eine Erprobung an einer realen Deichstrecke von großer Bedeutung. Diese konnte jedoch im Rahmen des Forschungsprojektes nicht mehr durchgeführt werden.

#### Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik

Dr.-Ing. Andreas Bieberstein

Engler-Bunte-Ring 14

76131 Karlsruhe

Tel.: 07 21/6 08-22 23

Fax: 07 21/69 60 96

E-Mail: andreas.bieberstein@kit.edu

Internet: www.ibf.uni-karlsruhe.de

Förderkennzeichen: 02WH0479 bzw. 02WH0585

## Integriertes Warnsystem – Überwachung und Stabilisierung von Deichen mit sensorbasierten Geotextilien

**Bis heute wird der Zustand von Deichen fast ausschließlich visuell kontrolliert; wie es im Inneren des Deichs aussieht, bleibt den Inspektoren verborgen. Doch häufig sind Schäden erst im fortgeschrittenen Stadium sichtbar. Für eine gezielte Unterstützung bruchgefährdeter Abschnitte ist es im Krisenfall dann oft zu spät. Eine automatisierte Überwachung im Inneren des Deichs könnte hier Abhilfe schaffen. Mit Förderung des BMBF hat das Sächsische Textilforschungsinstitut (STFI) gemeinsam mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) sowie weiteren Partnern spezielle Geotextilien entwickelt, mit denen Deiche nicht nur befestigt, sondern zugleich überwacht werden können. Aus den Forschungsarbeiten sind mittlerweile das junge Spin-off-Unternehmen ◀ fibrisTerre GmbH und drei vermarktungsfähige Patente hervorgegangen.**

Mit der in Deutschland üblichen Inspektion der Oberfläche können Schäden am Deich nicht immer schnell und zuverlässig genug erfasst werden. Gerade bei Hochwasser wäre hier eine Rund-um-die-Uhr-Beobachtung erforderlich, die personell kaum zu bewältigen ist. Zwar existieren auf dem Markt bereits elektronische Messsysteme, doch diese sind teuer und kommen deshalb nur selten zum Einsatz. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsprojekts „Entwicklung von multifunktionalen, sensorbasierten Geotextilien zur Deichertüchtigung, für räumlich ausgedehntes Deich-Monitoring sowie für die Gefahrenerkennung im Hochwasserfall bei der Deichverteidigung“ entwickelten Wissenschaftler des Sächsischen Textilforschungsinstituts in Chemnitz, zusammen mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung in Berlin und weiteren Partnern einen neuartigen Baustoff mit integrierter Sensortechnik.

### Vielseitiger Baustoff: Geotextilien

Geotextilien sind speziell für den Außenbereich konstruierte, strapazierfähige Vliesstoffe, Gewebe oder Gewirke aus natürlichen oder synthetischen Materialien. Sie werden in der Geo- und Bautechnik eingesetzt – in der Regel, um Erdbauwerke zu stabilisieren und die Bodenerosion zu verhindern, zum Beispiel im Straßen- und Gleisbau oder im Wasserwege- und Deichbau. Je nach Verwendungszweck sind Geotextilien entweder wasserdurchlässig, wenn damit etwa steile Hänge, Straßen- oder Eisenbahnböschungen befestigt werden, oder wasserdicht wie beim Einsatz in Deponien.



Kontrollmessung an einer sensorbasierten Geotextilfläche beim Applikationsprozess im Feldversuch in Swienna Poremba (Polen)

### Automatisiertes Deich-Monitoring

Die Projektidee bestand darin, ein multifunktionales Geotextil zu entwickeln, das über die Befestigung der Deichböschungen hinaus auch dazu genutzt werden kann, die Stabilität des Deichs zu kontrollieren. Zu diesem Zweck wurden direkt im Herstellungsprozess sogenannte faseroptische Sensoren in Vliesstoffstrukturen eingearbeitet. Bei diesen Sensoren handelt es sich um gewöhnliche, preisgünstige Glasfasern aus der Telekommunikationstechnik. Über spezielle optische Messverfahren erfassen sie auch minimale Dehnungen der Textilstruktur sowie Temperaturveränderungen. Deichverformungen während eines Hochwassers können auf diese Weise registriert werden. Die festgestellten Veränderungen können dann an zentrale Mess- und Überwachungsstationen weitergemeldet werden. Von dort aus sind sie jederzeit abrufbar, sodass im Schadensfall frühzeitig Alarm ausgelöst werden kann.

Zur Gewinnung und Auswertung der Messwerte wurde eine neue Messgerätebasis entwickelt. Die dazu notwendigen Arbeiten übernahm vorrangig die BAM. Die im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes „Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse“ (RIMAX) entwickelte und patentierte neue Messtechnik auf Basis der Brillouin-Frequenzbereichsanalyse ◀ offenbarte so viel Potenzial, dass das EXIST-Forschungstransfer-Programm den Antrag von drei jungen Wissenschaftlern zur Neugründung einer eigenen Firma bewilligte. Seit ihrer Gründung im Januar 2010 ist die fibrisTerre GmbH das erste Spin-off-Unternehmen der BAM.



Feldversuch im 1:1 Labordeich des Franzius-Instituts für Wasserbau und Küsteningenieurwesen in Hannover

### Herstellung der Geotextilien

Wie müssen Textilien beschaffen sein, damit die optischen Fasern ausreichend geschützt sind? Welche Materialien eignen sich am besten? Wie können die Glasfasern verarbeitet werden? Die Wissenschaftler des Sächsischen Textilforschungsinstituts führten hierzu zahlreiche Versuche an einer sogenannten Vliesraschelmachine durch. Dabei handelt es sich um ein klassisches Herstellungsverfahren für Geotextilien, welches speziell für diesen Zweck modifiziert wurde. Zur Ermittlung des sensorischen und mechanischen Leistungsprofils der multifunktionalen Geotextilien, wurden neue Prüfmethode entwickelt. Sowohl für das Herstellungsverfahren als auch für die Anwendung von sensorintegrierten Geotextilien im Deich erhielt das STFI ein Patent.



Feldversuch in Solina (Polen)

Inzwischen wurde die Funktionsfähigkeit der Geotextilien in verschiedenen Feldtests nachgewiesen. Verschiedene Studien an einem Versuchsdeich in Originalgröße auf dem Gelände des Franzius-Instituts für Wasserbau und Küsteningenieurwesen der Universität Hannover zeigten, was das neue Verfahren leisten kann. Es wurden verschiedene Krisen- und Belastungssituationen simuliert und die Funktionstüchtigkeit der sensorbasierten Geotextilien unter praxisrelevanten Belastungen nachgewiesen. An der Vermarktung der sensorisch aktiven Geotextilien arbeiten momentan die Firmen BBG-Bauberatung Geokunststoffe GmbH und die Firma rg-research, gegründet von Herrn Rainer Glötzl (<http://rg-research.de>).

### Vorteile des Verfahrens

Das Deich-Monitoring mittels sensorbasierter Geotextilien ist eine vergleichsweise preisgünstige Alternative zu anderen Entwicklungsansätzen. Die Kosten pro Messstelle werden durch die Anwendung des optischen Verfahrens erheblich reduziert. Überdies lassen sich die Daten flächendeckend und nicht nur punktuell oder linear entlang einer Kette von Sensoren erheben. Auf diese Weise wird es möglich sein, auch sehr lange Deichstrecken mit geringem Personalaufwand zu überwachen und eine exakte Schadenskartierung zu erstellen. Mit nur einem Monitoringsystem können sowohl kurzfristige Veränderungen wie Risse und Ausspülungen als auch langfristige Veränderungen wie das Setzungsverhalten von Deichen beobachtet werden. Schließlich bringt das Verfahren auch ökonomische Vorteile für den Deichbau, weil die Deichbefestigung und die Integration des Monitoringsystems in einem Arbeitsschritt erfolgen können.

#### Projektkoordination

#### Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)

Elke Thiele

Annaberger Straße 240

09125 Chemnitz

Tel.: 03 71/52 74-0

Fax: 03 71/52 74-1 53

E-Mail: [elke.thiele@stfi.de](mailto:elke.thiele@stfi.de)

Internet: [www.stfi.de](http://www.stfi.de)

Förderkennzeichen: 02WH570

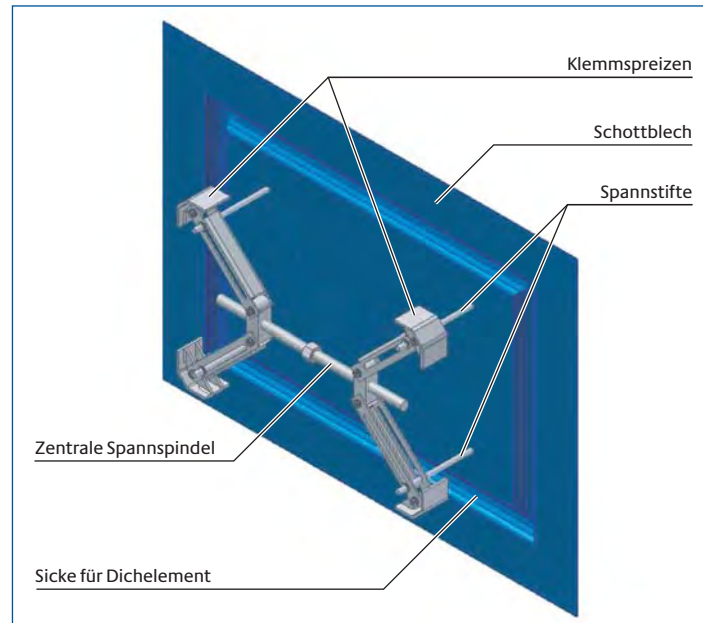
## Gebäudesicherung für Jedermann – Selbstdichtende Wassersperren für Fenster und Türen

Zahlreiche Städte und Gemeinden waren in den vergangenen Jahren von Hochwasser betroffen. Die Fluten gelangten in die Häuser und zerstörten häufig das komplette Mobiliar. Um zu verhindern, dass über die Ufer tretendes Wasser in Gebäude eindringt, müssen Fenster und Türen rechtzeitig abgeschottet werden. Zwar gibt es auf dem Markt bereits unterschiedliche Schutzsysteme, doch die Erfahrung hat gezeigt, dass sich insbesondere Altbauten damit nicht ausreichend abdichten lassen. Wissenschaftler des Sächsischen Textilforschungsinstituts in Chemnitz entwickelten deshalb selbstdichtende Wassersperren für Fenster und Türen, die flexibel und mit wenig Aufwand auch in alten Gebäuden mit unebenen Wänden montiert und ebenso problemlos wieder entfernt werden können.

Herkömmliche Hochwasserschutzsysteme für Fenster und Türen bestehen in der Regel aus Schutzplatten, die vor dem Hochwasser mittels Dübel und Schrauben direkt am Mauerwerk befestigt oder in bereits vorinstallierte Schienen eingesetzt werden. Entscheidend ist hierbei, dass der Spalt zwischen Platte und Mauer vollkommen dicht ist, damit das Wasser nicht durch kleine Öffnungen und Ritzen nach innen drücken kann. Doch dies – so die Erfahrung aus den Hochwasserereignissen der vergangenen Jahre – lässt sich vor allem bei vielen Altbauten kaum vermeiden, da aufgrund des unebenen Mauerwerks keine exakte und damit undurchlässige Dichtung angebracht werden kann. Selbst Gummi ist hierfür nicht elastisch genug, und Silikon lässt sich nach dem Abbau des Schottsystems nur sehr mühevoll von Putz, Fenstern und Türrahmen entfernen.

### Mineralisches Dichtungsmaterial

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsprojekts „Selbstdichtende Wassersperren für Fenster und Türen“ suchten Wissenschaftler des Sächsischen Textilforschungsinstituts in Chemnitz deshalb nach effizienten und wirksamen Alternativen. Ihre Lösung: mineralische Dichtungsmaterialien, die sich durch die Zugabe von Flüssigkeit formen und somit den Unebenheiten flexibel anpassen lassen. Lehm und Ton sind zum Beispiel mineralische Stoffe, die im feuchten Zustand aufquellen und beliebig formbar sind. In spezielle Textilschläuche gefüllt und vor dem Einsatz angefeuchtet, passen sie sich dem Mauerwerk exakt an.



Schottsystem mit speziell entwickelten Klemmspreizen für höhere Stabilität.

Die Untersuchungen ergaben, dass sich Bentonit als Dichtungsmaterial sehr gut eignet. Das Gestein ist eine Mischung aus verschiedenen Tonmineralien und besitzt eine starke Wasseraufnahme- und Quellfähigkeit. Das verwendete Tongranulat ist sehr feinkörnig (Korngröße 0,1 bis 2 mm), lässt sich dadurch gut dosieren und neigt auch nicht dazu, den Trichter beim Befüllen der Textilschläuche zu verstopfen (Brückenbildung). Für die weiteren Versuche wurde deshalb dieses Granulat verwendet.

### Herstellung in einem Arbeitsgang

Die Textilschläuche sollen bei der Herstellung direkt mit dem Bentonit-Granulat befüllt werden, sodass das komplette Produkt in einem Arbeitsgang entsteht. Die Wissenschaftler testeten gemeinsam mit Vertretern der Umwelt- und Maschinentechnik GmbH aus Pöhl hierfür geeignete Spezialmaschinen, die in der Textilverarbeitung zum Einsatz kommen. Dazu zählen beispielsweise eine Rundwirkmaschine, eine Rundstrickmaschine und eine sogenannte Kemafil-Maschine. Letztere ermöglicht ein vom Sächsischen Textilforschungsinstitut entwickeltes und patentiertes Spezialverfahren, bei dem unterschiedlichste Materialien mit einer dreidimensionalen Maschenstruktur ummantelt werden können. Für das Dichtungssystem wurde ein Vliesstoff zu einem Schlauch geformt und mit Maschenfäden fixiert, während gleichzeitig die minerali-



Dichtschauch aus einem Kleinrundgestrick mit integriertem BENTONIT-Granulat

schen Substanzen eingefüllt wurden. Die Versuche ergaben, dass sich eine Rechts-Links-Kleinrundstrickmaschine am besten für die Herstellung der Dichtung für das Schottsystem eignet.

### Zusätzlicher Ausschwemmschutz

Fest steht, dass mit mineralischen Granulaten gefüllte Textilschläuche geeignet sind, kleine und größere Mauerunebenheiten auszugleichen und exakt abzudichten. Sie müssen vor dem Einsetzen zwischen Mauer und Platte durchfeuchtet werden. Ist eine größere Strömungsgeschwindigkeit vorhanden, sollte ein zusätzlicher Ausschwemmschutz vor der Dichtung angebracht werden. Dafür eignet sich ein Schlauch aus weichem, textilem Recyclingmaterial. Er verhindert zwar nicht, dass Wasser nach und nach bis zur Dichtung vordringt, setzt aber die Strömungsgeschwindigkeit so herab, dass die mineralischen Bestandteile nicht ausgewaschen werden.

### Vorteile der selbstdichtenden Wassersperre

Die selbstdichtende Wassersperre ist ein Schnellbausystem, das sich ohne Vorinstallationen flexibel und mit geringem Aufwand an allen Gebäudearten anbringen und ebenso problemlos wieder entfernen lässt. Zum System gehören neben der mineralischen Dichtung und dem



Modifizierte RL-KRSM mit Zuführ-, Dosier- und Füllleinrichtung

Ausschwemmschutz auch metallische oder nichtmetallische Frontplatten, die mithilfe einer Schnellspaneinrichtung angebracht werden. Damit entfällt die Befestigung mittels Schrauben und Dübeln direkt am Mauerwerk. Dank exakt sitzender Dichtung erübrigt sich zudem das mühevoll Nachdichten, wenn das Hochwasser bereits gegen die Sperre drückt.

### Sächsisches Textilforschungsinstitut e. V. (STFI) an der Technischen Universität Chemnitz

#### Abt. Technische Textilien/Web- & Maschenwaren

Dipl.-Ing. Ulrich Herrmann

Annaberger Straße 240

09125 Chemnitz

Tel.: 03 71/52 74-2 16

Fax.: 03 71/52 74-1 53

E-Mail: ulrich.herrmann@stfi.de

Internet:

[www.stfi.de/de/projekte/rimax\\_wassersperre.pdf](http://www.stfi.de/de/projekte/rimax_wassersperre.pdf)

Förderkennzeichen : 02WH0477