

# GFZ

POTS DAM



# RIMAX

Risikomanagement  
extremer Hochwasserereignisse

Risk Management  
of Extreme Flood Events

2. Auflage

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## ***Impressum***

### ***Herausgeber:***

GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ)  
in der Helmholtz-Gemeinschaft  
Telegrafenberg  
14473 Potsdam

### ***Verantwortlich:***

Prof. Dr.-Ing. habil. Bruno Merz

### ***Konzept und Rahmentexte:***

Dr. Jens Didszun / Barbara Ziemke

### ***Layout und Satz:***

MMCD GmbH Düsseldorf  
Schadowstraße 70  
40212 Düsseldorf  
[www.mmcd.de](http://www.mmcd.de)

### ***Druck:***

Koebcke GmbH, Potsdam  
[www.koebcke-potsdam.de](http://www.koebcke-potsdam.de)

### ***Bezug über:***

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

2. Erweiterte Auflage

Für den Inhalt der Projektbeschreibungen sind die jeweiligen Projektleiter verantwortlich.

Potsdam, im April 2007



# **RIMAX**

Risikomanagement  
extremer Hochwasserereignisse

Risk Management  
of Extreme Flood Events



## Vorwort | Preface

Große Hochwasserereignisse bedrohen seit alters her Menschen und ihren Besitz. Um sich vor diesen Gefahren zu schützen, hat die Gesellschaft im Laufe der Jahrhunderte immer aufwendigere Maßnahmen ergriffen. Trotz dieser Anstrengungen gefährden Hochwasser weiterhin Menschen, Sachwerte und die Landwirtschaft. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass die Besiedelung durch die Schutzmaßnahmen immer näher an die Flüsse heran gerückt ist. Außerdem ist in Zukunft auf Grund des Klimawandels eine Zunahme großer Hochwasserereignisse wahrscheinlich.

Um wissenschaftlich fundierte Methoden und Werkzeuge für ein modernes Hochwasserrisikomanagement in Deutschland zu entwickeln und umzusetzen, hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung die Förderaktivität „Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse“, kurz RIMAX, ins Leben gerufen. Seit Anfang 2005 arbeiten rund 30 Projekte im Rahmen dieser Förderaktivität. Bis zu 20 Millionen Euro stehen dafür zur Verfügung.

Die vorliegende Broschüre informiert über alle derzeit im Rahmen von RIMAX geförderten Projekte. Zusätzlich enthalten sind vier BMBF-Hochwasserprojekte, welche kurz nach dem Elbehochwasser 2002 bewilligt wurden. Damit soll die Broschüre helfen, die Ziele der RIMAX-Projekte einer interessierten Öffentlichkeit näher zu bringen, die Akteure auf dem Gebiet des Hochwasserrisikomanagements besser zu vernetzen und Synergieeffekte im Bereich der Forschung sowie bei der Umsetzung von Forschungsergebnissen in die Praxis zu nutzen.

GeoForschungsZentrum Potsdam

Since ancient times, extreme flood events have been a major threat to people and their properties. Over the centuries, society has taken more and more elaborate measures against floods. However, despite all these efforts, flood events still pose a significant risk to people, tangible assets and agriculture. Amongst others, one reason for this is that, due to flood control measures, settlements have moved closer and closer to rivers. Moreover, an increase in flood frequency can be expected as a consequence of climate change.

To develop and implement improved instruments for flood risk management in Germany, the national research programme „Risk management of extreme flood events“, RIMAX, funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), was initiated. About 30 joint projects have been working under this framework since 1 January 2005. 20 million Euros have been made available by the Federal Ministry of Education and Research for the programme.

This booklet provides information regarding all projects currently funded by the RIMAX research programme. In addition, four similar projects are presented, funded by the Federal Ministry of Education and Research shortly after the flood of the Elbe River in 2002. Furthermore, this booklet is intended to assist the various stakeholders in the area of flood risk management in networking, as well as to optimise synergies at both the research level and at the level of implementation of flood risk measures.

GeoForschungsZentrum Potsdam

In recent years, attitudes towards the handling of natural hazards have changed. It is being increasingly recognised that complete protection against the risk of flooding is not possible. This is mainly due to i) the uncertainties in flood forecasting, ii) the limits of technical measures and of societal acceptance and lastly iii) limited financial resources. Notwithstanding this, the persons in charge today have to make decisions for the future, taking these factors into consideration. This requires new approaches to the handling of flood risks since flood events, as part of the natural water cycle, will happen in the future again.

#### **Extreme flood events – extreme losses**

RIMAX concentrates on extreme events, i.e. flood events which occur, statistically, once in a hundred years or even less often. To date, these events have seldom been part of research activities. The associated risks have to be addressed in an integrated and sustainable manner. Thus, in RIMAX, all relevant disciplines jointly develop concepts of flood risk management. To ensure the efficient implementation of research results into practice, various community partners are actively involved in the projects, including universities and other research centres, as well as federal and local stakeholders, water associations, insurance, and private businesses.

#### **The research**

The research activities within RIMAX are focused on three main areas. The first involves the analysis of flood events and the development of improved flood forecasting and flood warning systems. The second area, information and communication, addresses flood awareness and risk communication. The third area deals with innovative concepts to improve the security of technical flood defences. The project descriptions in

Im Umgang mit Naturgefahren hat sich in den letzten Jahren ein Wandel vollzogen. Es wird zunehmend erkannt, dass ein absoluter Schutz vor Hochwasserereignissen nicht möglich ist. Dies liegt in erster Linie an den Unsicherheiten in der Hochwasservorhersage, den Grenzen des technisch und gesellschaftlich Möglichen und nicht zuletzt an den begrenzten finanziellen Mitteln. Vor diesem Hintergrund müssen die Verantwortlichen heute die Entscheidungen für morgen treffen. Dies erfordert neue Ansätze für den Umgang mit Hochwasserrisiken, da es Hochwasser als Teil des natürlichen Wasserkreislaufes auch in Zukunft geben wird.

#### **Extreme Hochwasser – große Schäden**

RIMAX konzentriert sich auf Extremereignisse, also Hochwasser, welche im statistischen Mittel einmal in hundert Jahren oder seltener auftreten, aber große volkswirtschaftliche Schäden anrichten. Diese Ereignisse waren bisher zu selten Gegenstand der Forschung. Gefahren durch diese Ereignisse kann nur durch integrierte und nachhaltige Herangehensweisen begegnet werden. So erarbeiten in RIMAX alle relevanten Fachdisziplinen gemeinsam Konzepte zum Hochwasserrisikomanagement. Um die schnelle Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis zu gewährleisten, sind an den Verbundprojekten in RIMAX neben Universitäten und Forschungseinrichtungen auch verantwortliche Organe des Bundes, der Länder sowie der Kommunen, Wasserverbände, Versicherungen und Privatunternehmen beteiligt.

#### **Schwerpunkte setzen**

Die Forschungsaktivitäten in RIMAX konzentrieren sich auf drei Teilbereiche. Der erste befasst sich mit der Analyse von Hochwassern sowie der Entwicklung von verbesserten Vorhersage- und Vorwarnkonzepten. Im zweiten Bereich, Information und Kommunikation, sollen das Hochwasserbewusstsein und die Risikokommunikation gefördert werden. Der dritte Teilbereich beschäftigt sich mit innovativen Konzepten zur Sicherung und Verbesserung des technischen Hochwasserschutzes. Die Vorstellung der RIMAX-Projekte ist in diese Teilbereiche gegliedert, wobei alle drei Bereiche gleichberechtigte Partner innerhalb eines modernen Hochwasserrisikomanagements sind. Weitere Informationen zu den Projekten finden Sie auf den angegebenen Internetseiten. Sie können sich auch gerne direkt an die im Anhang verzeichneten Projekt- und Kooperationspartner wenden.

this booklet are subdivided into these three areas, however, all three areas are equal partners within modern flood risk management. More information about the projects is available on the websites. Also feel free to contact the project partners, which are listed in the appendix.



# ANALYSIEREN, VORHERSAGEN, WARNEN

## ANALYSIS, FORECASTING, WARNING

Hochwasser machen nicht an Ländergrenzen halt. Daher werden moderne Hochwasserschutzmaßnahmen auf Flussgebietsebene entwickelt. Dabei müssen die verschiedenen Interessen der zahlreichen Akteure auf kommunaler und regionaler Ebene solidarisch berücksichtigt werden. Am Schluss dieses Prozesses steht die Formulierung von verbindlichen Schutzziele. Diese sollen das Hochwasserrisiko unter den gegebenen natürlichen, soziokulturellen und finanziellen Rahmenbedingungen bestmöglich reduzieren.

### **War es eine „Jahrhundert“-Flut?**

Bei allen Maßnahmen steht die Frage nach der statistischen Häufigkeit großer Hochwasser, also der Wahrscheinlichkeit des Auftretens im Mittelpunkt. Nur mit diesem Wissen können Vorsorgemaßnahmen bedarfsgerecht geplant werden. Die Abschätzung der Wahrscheinlichkeiten ist auf Grund der meist kurzen Messreihen weiterhin schwierig. In RIMAX werden daher historische Ereignisse vor Beginn systematischer Aufzeichnungen analysiert, um die statistische Auswertung mit zusätzlichen Daten abzusichern.



Gera, 1954



Hitzacker, 2006

### **Hochwasservorhersage – eine Herausforderung**

Zentrale Bestandteile von Schutzkonzepten sind die Vorhersage und Frühwarnung. Nur so können die ausgearbeiteten Maßnahmen, insbesondere in kleineren Einzugsgebieten, rechtzeitig ergriffen werden. Daher ist die Verbesserung der Methoden zur Niederschlags- und Hochwasservorhersage ein Anliegen von RIMAX. Herausforderungen bestehen hier vor allem im hydraulischen Bereich, also in der Berechnung von Überflutungsflächen bzw. der Überlagerung von Hochwasserwellen aus mehreren Teileinzugsgebieten. Aber auch die Steuerung der Retentionsräume und Stauanlagen lässt sich in Kombination mit genaueren Vorhersagen weiter verbessern.

### **Alle Informationen auf einen Blick**

Für ein effektives und zuverlässiges Hochwassermanagement sind zudem Softwarelösungen gefragt, welche Messdaten, Simulationen, Kartendarstellungen und Warnsysteme auf einer Oberfläche bündeln, um im Notfall schnell und übersichtlich alle wichtigen Informationen bereithalten zu können. Diese Produkte werden in RIMAX entwickelt.

Flood events do not stop at political borders. Thus, modern flood control measures are developed for a river catchment as a whole. This means that the different interests of the various stakeholders at regional and municipal levels have to be considered and incorporated. At the end of this process, mandatory levels of safety are agreed to. This should lead to the best possible reduction of flood risk under the prevailing natural, sociocultural and financial circumstances.

### **A flood of the century?**

For the dimension of flood protection, the return period of extreme flood events has to be addressed. This information is essential for the planning of efficient flood control measures. However, the estimation of return periods is still difficult due to the rather short duration of runoff records. Within RIMAX, the analysis of historical flood events prior to the beginning of systematic records delivers additional data for the statistical analysis of the runoff records.

### **Flood forecasting – a challenge**

Forecasting and early warning are key elements of protection concepts. They are prerequisites for the timely performance of measures outlined in emergency plans, especially in smaller catchments. Hence, one of the aims of RIMAX is the improvement of precipitation and flood forecasting. Challenges exist, especially in the hydraulic context, i.e. the calculation of inundation areas and the interaction of flood waves from different sub-catchments. Furthermore, the operation of retention areas and dams can be improved based on more precise flood forecasts.

### **All information at a glance**

In the case of an emergency, IT-support is necessary in terms of software which bundles measured data, simulations, inundated areas and warning systems into one user interface. This enables fast and clear access to necessary information and consequently improves the management of flood events. RIMAX projects are engaged in the development of these IT-products.

## Xfloods – Analysis of Historical Floods for Preventive Risk Management of Extreme Floods

The integration of historical floods into present-day flood protection contributes towards improved risk assessment and safer handling of floods in the future. In the project the development, course and effects of historical floods are analysed using

both historical and scientific methods, and are linked with atmospheric circulation and precipitation patterns. The historical discharges are simulated using water balance models. These results are applied to modern-day flood protection.

### Learning from the past

The weather situation and regional precipitation are reconstructed in parallel with the actual events of historical floods. The large-scale atmospheric circulation patterns that caused the extreme flood events are identified using Europe-wide historical air pressure measurements. The spatial rainfall pattern for historical floods is modelled by comparing the historical weather situation with contemporary analogue weather conditions. The resulting data are used as input for water-balance models to simulate the discharge of extreme floods. This enables the calculation and modelling of possible extreme flood events, so the information can be consulted for contemporary flood management.

### Praxisrelevanz

Zur Abschätzung extremer Hochwasser besteht in der Praxis Bedarf an Informationen zu realen historischen Extremhochwassern. Durch Rekonstruktion solcher Hochwasser können z.B. modellierte Extremabflüsse validiert werden. Derzeit werden in Kooperation mit dem RP Stuttgart die Berechnungsgrundlagen für die Hochwassergefahrenkarten des Neckars durch Rekonstruktion des Hochwassers von 1824 abgesichert.

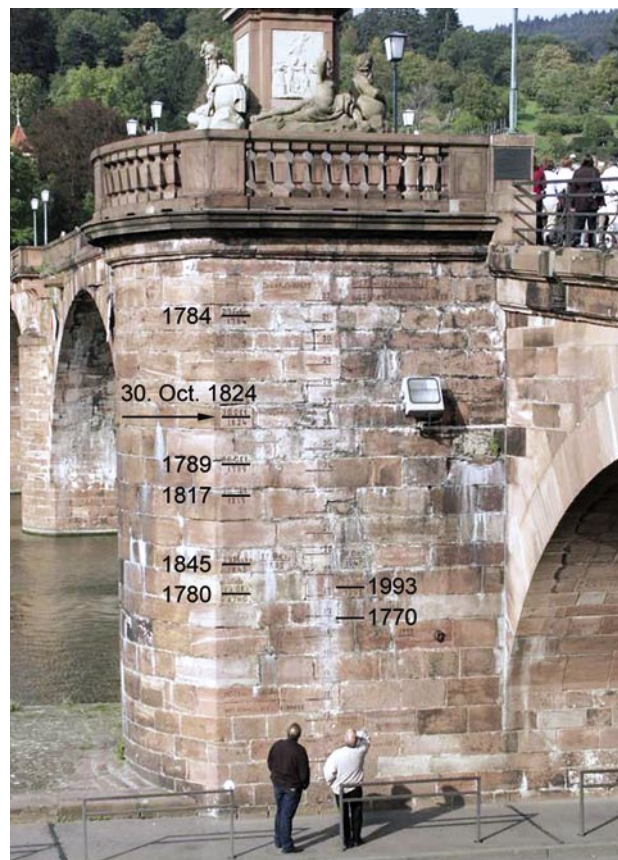
sphärischen Zirkulationsmuster, welche Hochwasser verursachten, werden mittels europaweiter historischer Luftdruckdaten identifiziert. Durch den Vergleich heutiger analoger Wetterlagen mit der historischen Wettersituation kann das räumliche Niederschlagsmuster für ein historisches Hochwasser modelliert werden. Diese Daten werden als Input für Wasserhaushaltsmodelle genutzt, um die Abflüsse von Extremereignissen zu berechnen. Die Ergebnisse können als Grundlage für die Berechnung und Modellierung möglicher extremer Hochwasser herangezogen und als extremes Bemessungshochwasser (HQextrem) für ein aktuelles Hochwassermanagement eingesetzt werden.

## Xfloods – Analyse historischer Hochwasser für ein integratives Konzept zum vorbeugenden Hochwasserschutz

Die Integration historischer Hochwasser im aktuellen Hochwasserschutz führt zu einer verbesserten Risikobewertung und einem sicheren Umgang mit zukünftigen Hochwassern. Im Projekt werden Auftreten, Verlauf und Auswirkungen historischer Hochwasserereignisse mit geschichts- und naturwissenschaftlichen Methoden analysiert, mit atmosphärischen Zirkulations- und Niederschlagsmustern gekoppelt sowie historische Abflüsse mittels Wasserhaushaltsmodellen simuliert. Die Ergebnisse werden einer praxisorientierten Verwertung im vorbeugenden Hochwasserschutz zugeführt.

### Aus der Vergangenheit lernen

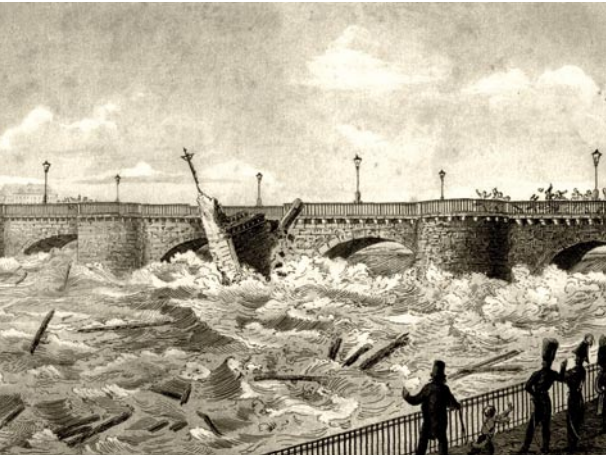
Parallel zu den eigentlichen historischen Hochwasserereignissen werden die jeweiligen Wetterlagen und die Gebietsniederschläge rekonstruiert. Die großräumigen atmosphärischen Zirkulationsmuster, welche Hochwasser verursachten, werden mittels europaweiter historischer Luftdruckdaten identifiziert. Durch den Vergleich heutiger analoger Wetterlagen mit der historischen Wettersituation kann das räumliche Niederschlagsmuster für ein historisches Hochwasser modelliert werden. Diese Daten werden als Input für Wasserhaushaltsmodelle genutzt, um die Abflüsse von Extremereignissen zu berechnen. Die Ergebnisse können als Grundlage für die Berechnung und Modellierung möglicher extremer Hochwasser herangezogen und als extremes Bemessungshochwasser (HQextrem) für ein aktuelles Hochwassermanagement eingesetzt werden.



Historische Hochwassermarken an der Alten Neckarbrücke in Heidelberg

## Integration von historischen und hydraulisch/hydrologischen Analysen zur Verbesserung der regionalen Gefährdungsabschätzung und zur Erhöhung des Hochwasserbewusstseins

## Integration of Historical and Hydraulic/Hydrological Analyses to Improve Regional Hazard Assessment and Increase Flood Awareness



Augustusbrücke zu Dresden im Winter 1845 – Einsturz des Kreuzifix-Pfeilers während des schweren Hochwassers am 31. März 1845 um 9:30 Uhr

Um die Folgen zukünftiger Hochwasserextremereignisse zu minimieren, ist neben einem effizienten Hochwasserrisikomanagement, das auf einer verlässlichen regionalen Gefährdungsabschätzung fußt, auch ein aktives Hochwasserbewusstsein in der Bevölkerung unerlässlich. Beides soll in dem Vorhaben durch die gezielte und umfassende Aufbereitung und Modellierung einzelner historischer Ereignisse erreicht werden. Dabei werden alle Arten von relevanten Daten berücksichtigt. Das Resultat soll die komplexen Wirkungszusammenhänge auftretender Extremereignisse widerspiegeln und so zu einer angepassten und verbesserten Risiko- und Verhaltensvorsorge beitragen.

In addition to efficient flood risk management based on a reliable regional hazard assessment, an active flood awareness in the general population is also indispensable in reducing the impact of future floods. In this project, both areas will be addressed by targeted and comprehensive processing and modelling of selected historical floods. All relevant types of data will be carefully considered. The result should reflect the complex interrelationships of past extreme floods and thereby contribute to adapted and improved flood prevention in the future.

### Extensive reconstruction of historical floods

### Komplexe Rekonstruktion historischer Ereignisse

Durch eine auf den Flusslängsschnitt bezogene Analyse vergangener Ereignisse auf Basis einer objektivierten Datengrundlage können belastbare Aussagen zur Variabilität des Abflussgeschehens in Raum und Zeit unter den Bedingungen der Vergangenheit und Gegenwart getroffen werden. Umfangreiche Archivrecherchen und die darauf aufbauende hydraulisch/hydrologische Rekonstruktion historischer Ereignisse bieten verbesserte Erkenntnisse über das Regime vergangener Extremhochwasser. Dabei werden auch Informationen zu Überschwemmungsausmaßen und -wirkungen, Witterungs- und Klimabedingungen, Einzugsgebiets- und Flusslaufbedingungen usw. systematisch verdichtet und aufbereitet. Betrachtungsraum ist hierbei das gesamte Einzugsgebiet der Oberen Elbe und ihrer wichtigsten Nebenflüsse. Einen Schwerpunkt bildet der langjährig beobachtete Pegel Dresden. Auch die Auswirkungen der Einbeziehung historischer Informationen auf die Ergebnisse der Extremwertstatistik und die daraus resultierenden Bemessungsgrößen werden untersucht.

### Praxisrelevanz

Basis des bisherigen Hochwasserrisikomanagements ist meist ein bestimmter Extremwert, z.B. ein hundertjährliches Hochwasser. Dabei wird das Gefährdungspotenzial meist auf Grundlage relativ kurzer Datenreihen abgeschätzt. Im Projekt gilt es deshalb historische Ereignisse zu rekonstruieren und modellieren sowie Bemessungsgrößen zu objektivieren.

Analysing previous floods on an objective historical basis allows proven statements about spatiotemporal run-off variability to be given. Extensive archival investigation and hydraulic/hydrological reconstruction of

historical events should provide better knowledge about the prevailing circumstances during previous extreme floods. The entire catchment area of the upper Elbe River will be examined with a special focus on the Dresden gauge, which has been observed for many years. The effects of the inclusion of historical data in extreme-value-statistics and on the resulting parameters will also be researched.

Augustusbrücke zu Dresden im Sommer 1890 – Schaulustige auf der Dresdner Elbbrücke während des schweren Hochwassers am 06. September 1890





## Development of Methods for Improved Forecast of Extreme Flood Peak Discharges based on Historical Data

The building specifications and planning of hydraulic constructions, in particular of transverse structures (dams, retention basins) rely mainly on the DIN 19700 as well as extensive sets of rules by the DWA. A principal requirement of these rules and standards is to rule out, with high reliability, structural failure due to hydrologic events.

Therefore, so called design floods are consulted, which are coupled to given return periods from 100 to 10,000 years. Usually, to determine the probability of flooding, gauge data are used, which have been recorded from 1920 to the present day. Since the needed return intervals are sometimes substantially beyond the documented time periods, an extrapolation of the parameter series becomes necessary.

### Extension of the parameter series exceeding more than 100 years

Using the example of the Unstrut River, which is the largest tributary of the Saale River and consequently belongs to the catchment area of the Elbe River, the parameter series can be extended for more than 100 years. These series are based on historical and daily recorded water levels from the 19th and 20th century. In conjunction with historical longitudinal and cross sections, structure documentation and flood level markers, discharges can be determined and the relatively uncertain extrapolation curves significantly improved, by means of relevant water level discharge relationships for extreme events.

**Ganglinie aus dem Jahr 1871 für die Pegel Freyburg, Nebra und Sachsenburg mit dem Wasserstand des aktuellen mittleren Hochwasserabflusses am Pegel Sachsenburg zum Vergleich**

## Methodenentwicklung zur verbesserten Vorhersage von extremen Hochwasserscheitelabflüssen auf Basis historischer Daten

Die Bemessung und Planung wasserbaulicher Anlagen, insbesondere die von Querbauwerken (Stauanlagen, Rückhaltebecken) stützt sich hauptsächlich auf die DIN 19700 sowie umfangreiche DWA-Regelwerke. Eine Hauptforderung dieser Regeln und Normen ist es, ein Versagen von Bauwerken infolge hydrologischer Ereignisse mit hoher Zuverlässigkeit auszuschließen.

Dazu werden so genannte Bemessungshochwasser herangezogen, welche an vorgegebene Wiederkehrzeiten von 100 bis 10000 Jahren gekoppelt sind. Üblicherweise werden zur Festlegung der Hochwasserwahrscheinlichkeiten Pegeldaten verwendet, die von 1920 an bis heute aufgezeichnet worden sind. Da die benötigten Wiederkehrintervalle teils erheblich über die dokumentierten Zeiträume hinaus reichen, ist eine Extrapolation der Datenreihen nötig.

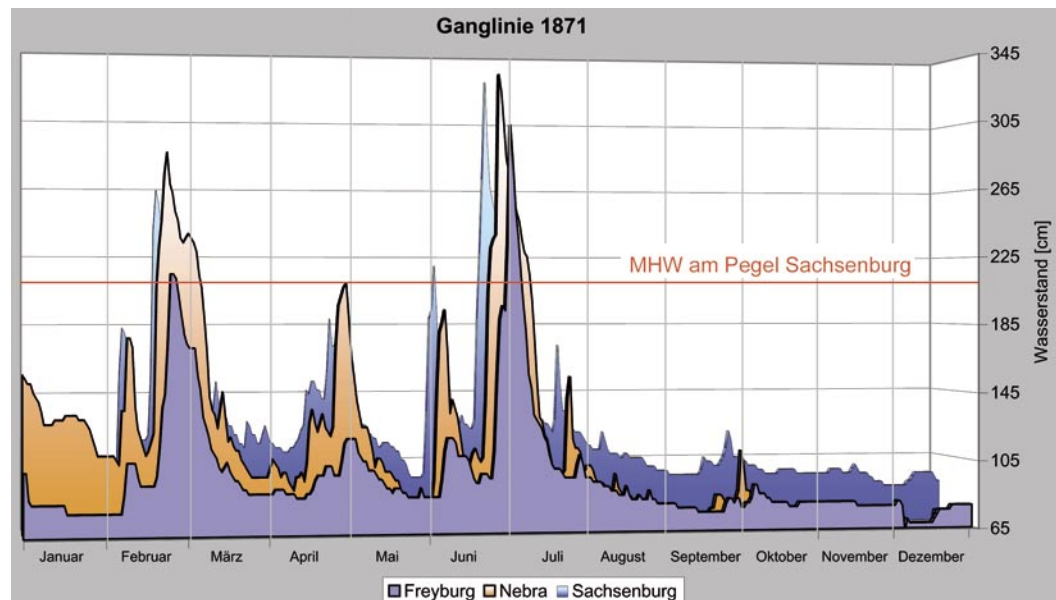
### Verlängerung der Datenreihen um mehr als 100 Jahre

Am Beispiel der Unstrut, die den größten Nebenfluss der Saale darstellt und somit zum Stromgebiet der Elbe zählt, werden durch die Berücksichtigung historischer Pegeldaten sowie die Beschreibung überlieferter Hochwasserereignisse des 19. und 20. Jahrhunderts die Datenreihen um mehr als 100 Jahre verlängert. In Verbindung mit historischen Längs- und Querprofilen, Bauwerksdokumentationen und Hochwassermarken lassen sich mit Hilfe entsprechender Wasserstands-Abfluss-Beziehungen für Extremereignisse Abflüsse bestimmen und die relativ unsicheren Extrapolationskurven signifikant verbessern.

### Praxisrelevanz

Durch die Einbeziehung historischer Pegeldaten und die Untersuchung von extremen Hochwasserereignissen an der Unstrut vor 1920 lassen sich mit den um etwa 100 Jahre verlängerten Datenreihen zuverlässigere Extrapolationskurven zur Bestimmung von Hochwasserabflüssen ermitteln. Ferner können verbesserte Aussagen zu Ursachen und Verlauf von Hochwasserereignissen getroffen werden.

Bereich der hydraulischen Berechnungen und Lage der Unstrutpegel



## HW-BODE – Extreme Hochwasserereignisse und Kumul-Schadenspotenziale im Bodegebiet

## HW-BODE – Extreme Floods and Cumulative Damage Potential in the Bode River Basin



Hochwasser an der Selke in der Ortslage Straßberg am 13.04.1994

Das Ziel des Vorhabens ist die Verbesserung des vorsorgenden Hochwasserisikomanagements für extreme Hochwasserereignisse. Dabei wird die gesamte Wirkungskette „Starkniederschlag – Abfluss – Überflutung – Schaden“ interdisziplinär betrachtet. Entsprechend werden Beiträge zur Verbesserung der Schätzung von Extremniederschlägen, der deterministischen Ermittlung von Hochwasserabflüssen, der skalenübergreifenden Bestimmung von Überschwemmungsflächen und zur Abschätzung von Schadenspotenzialen in Flussgebieten geleistet. Die Untersuchungen erfolgen am Beispiel des 3.000 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebietes der Bode.

### Teilprojekte und deren Vernetzung

Die Elemente der hydrologischen Wirkungskette bilden die drei Hauptforschungsbereiche des Projektes. Der erste Schwerpunkt umfasst die Untersuchungen zur Abschätzung von Bemessungsniederschlägen für die hydrologische Modellierung. Die Extremniederschläge werden auf drei verschiedenen Wegen ermittelt: (1) extremwertstatistische Analysen für Punkt- und Gebietsniederschläge, (2) downscaling und (3) stochastische Synthese für kontinuierliche Niederschlagsreihen. Extremniederschläge bilden die Eingangsgrößen für die Niederschlag-Abfluss-Modellierung. Der Fokus der Untersuchung liegt auf der deterministischen Ermittlung von Hochwasserbemessungsabflüssen. Auf der Basis der generierten Hochwasserereignisse werden im dritten Schwerpunkt skalenübergreifend Überschwemmungsflächen und Wahrscheinlichkeitsverteilungen für Hochwasser-Schadenssummen für das Flussgebiet ermittelt.

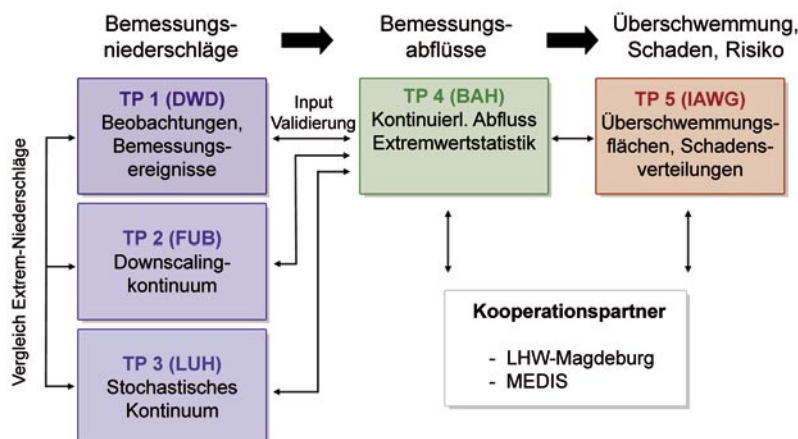
### Praxisrelevanz

Ziel ist es, auch auf andere Flussgebiete übertragbare Methoden, Ansätze und Erfahrungen zu erlangen, die insbesondere zu einer Verringerung der Unsicherheiten bei der Ermittlung von Bemessungswerten und der Risikoabschätzung im Rahmen des vorbeugenden Hochwassermanagements führen.

The purpose of this project is to improve preventive risk management of extreme flood events. The complete cause-effect chain of hydrological events, “extreme precipitation – runoff – inundation – damage potential”, will be examined by an interdisciplinary team. As a result, contributions to improving the estimation of extreme precipitation and the deterministic estimation of design floods are expected. Furthermore, the estimation of inundation areas and the estimation of damage potential at different scales in river basins will be researched. The study is focussing on the Bode river basin in Germany, with an area of about 3.000 km<sup>2</sup>.

### Sub-projects and integration

The elements of the cause-effect chain are the three main points of research. The first point involves the estimation of extreme precipitation for hydrologic modelling. It is being investigated using three different methods: (1) regional statistics of extremes for point and areal precipitation, (2) downscaling and (3) stochastic synthesis for continuous precipitation. Second, extreme precipitation is being used as input for hydrological modelling focussing on deterministic estimation of design floods. Third, based on the generated flood events, inundation areas and probability distributions for flood damage will be estimated for different scales in the river basin.



Vernetzung der Teilprojekte

## VERIS-Elbe – Change and Management of the Risks of Extreme Flood Events in Large River Catchments – the Example of the Elbe River

The research project VERIS-Elbe aims at analysing the change in risks due to extreme flood events in large catchments and possibilities for their integrated management. The transnational Elbe River catchment, with the focus on the German part of the river, serves as a case study. On the macro-scale, the flood hazard, vulnerability, and risks are

### Praxisrelevanz

Durch VERIS-Elbe werden allgemeingültige und praxisrelevante Erkenntnisse und Methoden zur Untersuchung der raumzeitlichen Dynamik von Hochwasserrisiken entwickelt. Damit wird insbesondere die Wirkungsabschätzung von Vorsorgemaßnahmen verbessert. VERIS-Elbe bezieht sowohl Maßnahmen der Wasserwirtschaft als auch der Raumplanung ein. Diese werden mit den maßgeblichen Entscheidungsträgern abgestimmt.

being simulated with a high spatio-temporal resolution. A cross-disciplinary model system is being used, based on a modifiable digital terrain model, hydrological and hydraulic models as well as a damage model. Moreover, new statistical methods for extreme events are being developed.

### Climate-change, land-use and risk-reduction scenarios

Scenarios include climate and land-use changes as well as risk reduction options. The latter covers measures and instruments for water management, construction of buildings and spatial planning.

### Scenario analysis, usability and concrete findings for the Elbe River

Finally, the changes in risk and the effectiveness and costs of risk reduction are being analysed and assessed using multicriteria methods. To ensure the applicability of the results there is close cooperation with the major stakeholders in flood risk management at various policy levels.

Im Verbundvorhaben VERIS-Elbe werden die Veränderungen der Risiken durch extreme Hochwasserereignisse in großen Flussgebieten und Möglichkeiten ihres integrierten Managements untersucht. Fallbeispiel ist das transnationale Einzugsgebiet der Elbe mit vertiefender Betrachtung der Hochwasserrisiken entlang des deutschen Elbelaufs. Hochwassergefahr, Vulnerabilität und Risiken werden mit einem fachübergreifenden System aus simulationsfähigem digitalem Geländemodell, hydrologischen und hydraulischen Modellen sowie Schadensmodell auf der Makroskala raum-zeitlich hochauflösend simuliert. Außerdem wird die Wiederkehrwahrscheinlichkeit von Extremereignissen mit neuen statistischen Verfahren bestimmt.

### Szenarios zu Klima- und Flächennutzungswandel und Vorsorgemaßnahmen

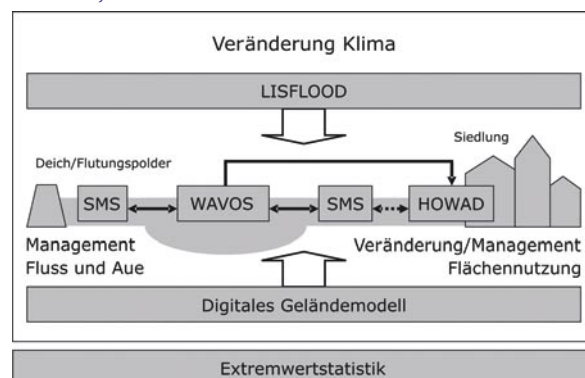
In langfristigen Szenarios zur Veränderung der Risiken finden der Klimawandel bis zum Ende des 21. Jahrhunderts, der Wandel der Flächennutzungen in den Flussauen und andere

Berücksichtigung. Als Steuerungsmöglichkeiten werden wasserwirtschaftliche, bauliche sowie raumplanerische Handlungsoptionen betrachtet. Die Szenarios werden bezüglich der künftigen Risiken sowie der Wirksamkeit und Kosten von Vorsorgemaßnahmen analysiert. Abschließend erfolgt ihre multikriterielle Bewertung und Reihung.

### Allgemeingültige Methoden und konkrete Ergebnisse für die Elbe

VERIS-Elbe ist damit einerseits auf eine weitreichende Integration disziplinärer Methoden, andererseits auf die Untersuchung der langfristigen Dynamik von Hochwasserrisiken ausgerichtet. Aus Gründen der Verwertbarkeit der für die Elbe erzielten Ergebnisse werden frühzeitig die Akteure des vorsorgenden Hochwasserschutzes beteiligt. Dies sind vor allem die IKSE, die maßgeblichen Institutionen des Bundes und der betroffenen Bundesländer sowie ausgewählte Kommunen.

### Modellsystem VERIS-Elbe



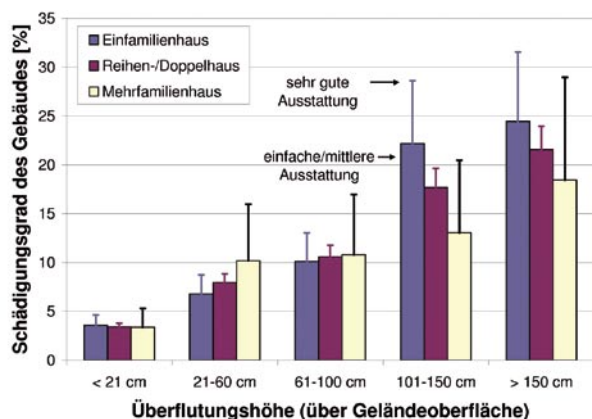
Erläuterung: HOWAD – Hochwasserschadens-Simulationsmodell, LISFLOOD – Niederschlag-Abfluss-Modell, SMS – 2D-hydrodynamisch-numerisches Modellsystem für Oberflächengewässer (Surface Water Modelling System), WAVOS – Wasserstandsvorhersagesystem

### Transnationales Einzugsgebiet der Elbe



## MEDIS – Methoden der Erfassung direkter und indirekter Hochwasserschäden

## MEDIS – Methods for the Evaluation of Direct and Indirect Flood Losses



Schädigungsgrad an Wohngebäuden in Abhängigkeit von Wasserstand, Gebäudetyp und Gebäudequalität

### Ökonomische Schäden besser abschätzen

In diesem Projekt sollen für alle Wirtschaftsbereiche verbesserte, übertragbare Methoden zur Abschätzung direkter und indirekter wirtschaftlicher Schäden durch Hochwasser entwickelt werden, vor allem auf Grundlage neuer Schadendaten vom August-Hochwasser 2002. Die Methoden werden durch offizielle Daten vergangener Hochwasserereignisse validiert, auf Übertragbarkeit getestet und im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse für die Hochwasserschutzplanung am Lockwitzbach in Dresden angewendet.

### Ergebnisse für die Praxis aufbereiten

Für die Anwendung der Projektergebnisse in der wasserwirtschaftlichen Praxis sollen Leitfäden zur Schadenerhebung und Schadenabschätzung erstellt werden. Zur Stärkung des Risikobewusstseins und der privaten Hochwasservorsorge wird eine Broschüre erarbeitet. Durch die Zusammenarbeit mit der DWA und der Versicherungswirtschaft soll eine weite Verbreitung der Leitfäden und der Broschüre erreicht werden.

Die Ergebnisse werden somit auf drei Ebenen wirksam:

- (1) Wissenschaft: verbesserte, übertragbare Methoden der Schadenabschätzung,
- (2) Wasserwirtschaftliche Praxis: Empfehlungen in Form von Leitfäden,
- (3) Lokal: Unterstützung der Hochwasservorsorge der Stadt Dresden.

Die Abschätzung ökonomischer Schäden ist eine entscheidende, aber bislang methodisch-wissenschaftlich stark vernachlässigte Komponente in der Hochwasservorsorge, z.B. bei Entscheidungen über Hochwasserschutzmaßnahmen auf der Basis von Kosten-Nutzen-Analysen. Verbesserte, wissenschaftlich fundierte Methoden zur Schadenabschätzung bilden einen wesentlichen Baustein für ein kosteneffizientes Hochwassermanagement.

The estimation of economic flood losses is a crucial component when decisions about flood defence are made on the basis of cost-benefit-analyses. Therefore, improved and scientifically sound loss models are a fundamental step towards cost-effective flood management.

### Improved flood loss estimation

MEDIS aims to develop improved and transferable methods for the survey as well as the estimation of direct and indirect economic flood losses. The new methods are to be validated using official data from previous floods, tested on transferability and applied in the

framework of a cost-benefit-analysis of a flood defence programme in Dresden.

### Transfer of results into practice

To ensure that the project results will be applied in practice, two guidelines dealing with the

survey of flood losses and flood loss estimation, respectively, will be compiled. A close working relationship with the DWA (German Association for Water, Wastewater and Waste) and the insurance industry should guarantee a wide distribution of the guidelines.

Thus, the results will be effective in three domains:

- (1) Science: improved, transferable methods for flood loss estimation,
- (2) Water Management: guidelines,
- (3) Local: support to Dresden's flood defence programme.

### Praxisrelevanz

Für die Abschätzung potentieller Hochwasserschäden besteht in der wasserwirtschaftlichen Praxis zurzeit ein großer Bedarf an wissenschaftlich fundierten Modellen, da die verfügbaren Schadenmodelle sehr unsichere Ergebnisse liefern. Für Kosten-Nutzen-Analysen, welche zunehmend bei der Planung und Bemessung von Hochwasserschutzmaßnahmen eingesetzt werden, sind jedoch zuverlässige Schadenabschätzungen essentiell.

Frühjahrshochwasser 2006 in Meißen



Schäden an der Verkehrsinfrastruktur durch Hochwassereinwirkung (Bulgarien, Juli 2005)



## Precaution and Coping with Flood Events in Different Regional and Stakeholder-related Settings

## Verknüpfung von Hochwasservorsorge und -bewältigung in unterschiedlicher regionaler und akteursbezogener Ausprägung

Extreme floods are natural phenomena and cannot be prevented. Therefore, the aim of flood protection should be to keep the impact of floods as low as possible. Furthermore, the effects of recent flood events could have been significantly reduced if the existing prevention measures, partly regulated by law, had been consistently implemented. For this reason, ongoing improvement of the flood risk management system is required, linked with an active awareness of floods and efficient networking of all stakeholders.

### Finding new strategies for cooperation

The study sites of the project are the cities of Dresden on the Elbe River, Cologne on the Rhine River and a rural region on the Lower Middle Elbe. The aims of the project are (1) identification of the stakeholders and their responsibilities in the existing flood risk management system, (2) identifying problems in recent flood risk management by performing, for example, interviews with experts and flood affected persons, (3) working out strategies for improvement based on the identified problems, and (4) implementing such improvements in cooperation with local stakeholders. Enhancement of flood awareness should be achieved through planned exhibitions, workshops and publications.

Extreme Hochwasser sind natürliche Ereignisse und mit ihrem Eintreten muss auch in Zukunft immer gerechnet werden. Ziele des Hochwasserrisikomanagements können daher nur sein, das Ausmaß von Hochwasserereignissen sowie das Schadenspotential und die Gefährdung von Menschen so gering wie möglich zu halten. Dabei könnten die Auswirkungen von Extremhochwassern schon heute wesentlich geringer sein, würden die bekannten und teilweise sogar gesetzlich geregelten Grundsätze der Hochwasservorsorge beachtet und konsequent umgesetzt. Dies setzt jedoch ein stetig zu verbesserndes integriertes Hochwasserrisikomanagement voraus, das auf einem aktiven Hochwasserbewusstsein und einer funktionierenden Vernetzung aller Akteure, die am Regelkreislauf von Hochwasservorsorge und Hochwasserbewältigung beteiligt sind, beruht (siehe Abbildung Kreislauf).

### Praxisrelevanz

Das „Artikelgesetz“ vom 3.5.2005 und die neue EU-Hochwasserrichtlinie zielen auf eine Vernetzung der beteiligten Fachbereiche im Hochwasserrisikomanagement und eine konsequente Einbeziehung der Bevölkerung ab. Gleichzeitig zeigen aktuelle Beispiele immer wieder Defizite in der Zusammenarbeit der Akteure auf. Daher sind nachhaltige Strategien zur Verbesserung der Kooperation zwingend notwendig.

### Kooperation aller Akteure

In den Untersuchungsräumen werden die am Hochwasserrisikomanagement beteiligten Akteure einschließlich ihrer offiziellen Zuständigkeiten identifiziert. Es sollen Schwachstellen des aktuellen Hochwasserrisikomanagements aufgezeigt, Lösungs- bzw. Verbesserungsvorschläge erarbeitet und diese in Zusammenarbeit mit den Akteuren vor Ort in die Praxis implementiert werden.

### Neue Strategien und Wege finden

Das Projekt beinhaltet folgende Arbeitsschritte: (1) Herausstellen aktueller Probleme und Potentiale bei der Kooperation der Akteure unter Einbeziehung von (Experten-) Interviews, (2) Erarbeitung von Strategien zur Behebung der Schwachstellen des heutigen Hochwasserrisikomanagements und (3) Implementierung der Maßnahmenvorschläge. Daneben ist es das Ziel, das Hochwasserbewusstsein bei den Entscheidungsträgern und den Betroffenen unter anderem durch den Einsatz einer Wanderausstellung, Workshops und von Veröffentlichungen zu erhöhen bzw. zu stabilisieren.



Rheinhochwasser in Köln 1995



Eishochwasser der Elbe im Januar 2003 bei Wittenberge



Regelkreislauf von Hochwasservorsorge und -bewältigung

## INNIG – Integriertes Hochwasserrisiko- management in einer individualisierten Gesellschaft

## INNIG – Integrated Flood Risk Management in an Individualised Society

Die extremen Hochwasserereignisse in jüngerer Zeit haben verdeutlicht, dass Handlungswissen sowohl für eine rationale Vorsorge als auch für die Bewältigung solcher Extremereignisse notwendig ist.

### Interdisziplinäre Problemlösung

Zur Generierung von Handlungswissen werden in INNIG interdisziplinär mit Forschern aus den Ingenieur- und Sozialwissenschaften die Methodik der Risikoanalyse unter Nutzung aktueller Forschungsansätze am Beispiel der Hochwassergefährdung der Stadt Bremen weiterentwickelt und Gestaltungsoptionen der Risikokommunikation im Vergleich mit der Stadt Hamburg ausgelotet.

### Bremens besondere Problemlage

Aufgrund der spezifischen Lage Bremens am Flussunterlauf müssen die Konsequenzen eines möglichen Zusammentreffens eines extremen Hochwasserereignisses und einer Sturmflut analysiert werden. Vermehrte Starkregenereignisse im Einzugsgebiet der Weser und stärkere Tiefdruckgebiete über der Nordsee mit sehr hohen Sturmflutwasserständen können als mögliche Folgen des Klimawandels diese Problemlage verschärfen.

### Gesellschaftliche Problemdimensionen

Zusätzlich wird eine vertiefte Betrachtung der psychologischen, soziologischen und politikwissenschaftlichen Dimensionen der Risikowahrnehmung, -kommunikation und -steuerung durchgeführt. Besondere Berücksichtigung erfährt die Frage, welche Konsequenzen der stetige gesellschaftliche Wandel für diese Risikodimensionen hat.

Die Ergebnisse werden in einem Konzept für ein integriertes Hochwasserrisikomanagement zusammengeführt, das auch ein modernes internetbasiertes Produkt für die Risikokommunikation einschließt.

The extreme flood events of recent years have revealed that improved proactive knowledge is needed for flood management and for rational precaution in relation to catastrophic flood events.

### Interdisciplinary problem solving

To generate practical knowledge, an interdisciplinary INNIG research team from engineering and social sciences will develop a risk analysis methodology using current research approaches to assess the flood risk in the city of Bremen and to compare options of risk communication to the city of Hamburg.

### Praxisrelevanz

Die vergangenen Hochwasserereignisse haben verdeutlicht, dass für den Hochwasserschutz ein Restrisiko verbleibt. Ein verbesserter Umgang mit diesem Restrisiko, der durch die Entwicklung eines integrierten Hochwasserrisikomanagements erreicht werden könnte, ist für die Reduzierung der aus einem Versagen der Küstenschutzanlagen resultierenden Schäden von hoher gesellschaftlicher Bedeutung.

### The special problem situation in Bremen

Due to Bremen's location on the lower reaches of the Weser River, the consequences of a possible co-occurrence of an extreme flood event and a severe storm tide will be analysed.

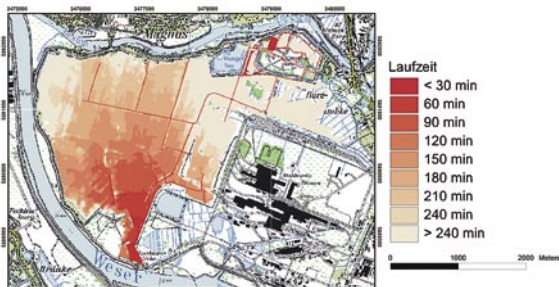
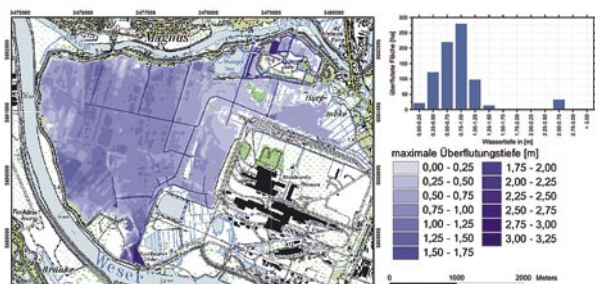
In the context of climate change, increased rain storm events in the catchment area of the Weser and higher storm tide water levels could aggravate this problem situation.

### Social problem dimensions

Additional research on the psychological, sociological and political dimensions of risk perception, communication, acceptance and control is being carried out. Here we place emphasis on the influence of ongoing societal change on these risk dimensions. The results will be merged into a concept for integrated flood risk management, which also includes a modern internet-based platform for risk communication.

Ergebnis der Überflutungssimulation für ein Thw100/HQ100 unter Bedingungen eines Klimaszenarios (Wasserstand + 55 cm) bei einem Deichversagen in Nähe der Moorlosen Kirche

Vorwarnzeiten nach einem Deichbruch im Werderland für das Szenario Thw100/HQ100



## EXTRA – Determination of Extreme Rainfall for Small and Medium Catchments in Low Mountain Ranges in Real Time with Increased Redundancy

In small and medium catchments flash floods are predominantly caused by extreme rainfall events. In most cases such extreme rainfall events are very regional. Due to this fact, many extreme rainfall events are either only insufficiently measurable or not measurable at all. But they are the prerequisite for improved forecasts of run-off.

The main focus of the EXTRA project is the development of a tool to define the temporal and spatial patterns of extreme rainfall that is operational and not spatially sensitive. It will be applied to the low mountain range in Saxony and the upper catchment of the Danube as target and test areas, respectively.

### Praxisrelevanz

*Für Hochwasserschäden bei Sturzfluten spielt die genaue Kenntnis des Gebietsniederschlags in kleinen und mittleren Einzugsgebieten eine große Rolle. Dabei treten Extremniederschläge fast immer sehr kleinräumig auf und werden durch die vorhandenen Messungen unzureichend bis gar nicht erfasst. Diese Daten sind aber Voraussetzung für die Abfluss- und Wasserstandsprognose.*

### Maximisation of information

The resolution and reliability of rainfall measurements in medium range mountains should be improved by information maximisation using all data available for a given time period (conventional measured rainfall data, radar and satellite data).

### Increase of redundancy

A high level of redundancy is achieved by using different measurement methods and techniques of collecting rainfall statistics. Thus, it is possible to more precisely determine the temporal and spatial patterns of precipitation including their uncertainties during extreme rainfall events.

## EXTRA – Bestimmung von Extremniederschlägen für kleine und mittlere Einzugsgebiete in Mittelgebirgen in Echtzeit mit erhöhter Redundanz

Extremniederschläge über kleineren und mittleren Einzugsgebieten sind die häufigste Ursache von Sturzfluten, wie z.B. im August 2002 in den Zuflüssen der Elbe aus dem Erzgebirge beobachtet werden konnten. Häufig treten solche Extremniederschläge sehr kleinräumig auf (z.B. Marienberg, 4. Juli 1999). Typischerweise werden diese Niederschläge durch die vorhandenen Messungen nicht oder nur unzureichend erfasst, sind aber Voraussetzung jeder besseren Abflussprognose.



Niederschlagssumme vom  
12.08.-13.08.2002, 06 UTC

Das Ziel des Projektes EXTRA ist die Entwicklung eines operationell, ortsunabhängig einsetzbaren Werkzeuges zur Bestimmung von zeitlich (15-minütig) und räumlich (mehrere km<sup>2</sup> bis zu 1 km<sup>2</sup>) hoch aufgelösten Extremniederschlägen im sächsischen Mittelgebirgsraum und oberen Donaugebiet als Ziel- bzw. Testgebieten.

### Informationsmaximierung

Durch Informationsmaximierung aus allen zu einem bestimmten Zeitpunkt zur Verfügung stehenden Daten (konventionelle Niederschlagsdaten, Radar und Satellit) soll die Auflösung und die Zuverlässigkeit von Niederschlagsmessungen in Mittelgebirgen deutlich verbessert werden.

### Erhöhung der Redundanz

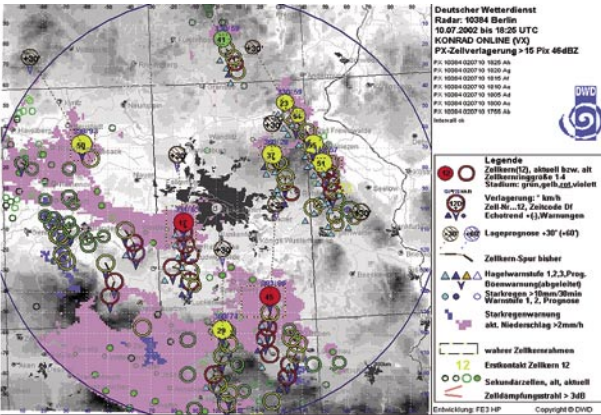
Durch die Anwendung unterschiedlicher Messmethoden und Verfahren der Niederschlagsstatistik wird eine hohe Redundanz erreicht, die es erlaubt, auch bei Extremereignissen die räumliche und zeitliche Auflösung der Niederschlagsfelder inklusive ihrer Unsicherheiten zu bestimmen.

Überflutetes Gelände der Fakultät für Forst-Geo- und Hydrowissenschaften der TU Dresden (13.08.2002)



## URBAS – Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten

## URBAS – Prediction and Management of Flash Floods in Urban Areas



KONRAD Zelltrackingverfahren

### Sturzfluten – viele kleine Katastrophen

Für Sturzfluten im urbanen Raum liegen bisher nur wenige Untersuchungen vor. Es fehlen geeignete Vorhersage- und Warnsysteme, Gefahren- und Risikokarten sowie Vorsorge- und Schutzmaßnahmen.

### Besser vorsorgen, warnen, reagieren

Mit URBAS sollen Erkenntnisse zu Art, Ausprägung und regionaler Häufigkeit von Starkregen gewonnen werden. Zugleich soll URBAS Informationen zu Schadensbildern und zur regionalen Risikoverteilung von Sturzfluten liefern. Ziel ist die Entwicklung von innovativen, praktikablen Handlungsvorschlägen zur Schadenminderung, die ein sinnvolles Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen.

### Lernen aus Fallstudien

Anhand der Analyse aufgetretener Ereignisse und Fallstudien in 15 Kommunen in Deutschland werden meteorologische Untersuchungen, Niederschlags-Abflussanalysen, Bewertungen potenzieller Schäden sowie Ex-Post-Analysen bisher praktizierter Reaktionsmuster durchgeführt. Sie bilden die Grundlage für die Erarbeitung neuer Kenntnisse über die regionale Gefahren- und Risikoverteilung und sollen zu Empfehlungen zur verbesserten Warnung, Vorsorge und Katastrophenmanagement führen.

Aktuelle Studien zum Klimawandel prognostizieren für Westeuropa eine wachsende Häufigkeit und Intensität von sommerlichen Starkniederschlägen, die häufig von Sturm und Gewittern begleitet werden. Diese Ereignisse überschreiten häufig die bisher für Anlagen der Siedlungsentwässerung und städtische Gewässer verwendeten Bemessungswerte für Niederschlag und Abfluss und können in urbanen Gebieten zu extremen Abflüssen (Sturzfluten) führen.

### Praxisrelevanz

Herkömmliche Instrumente der Hochwasservorsorge können nicht auf Sturzfluten übertragen werden. Daher sind die Ergebnisse von URBAS von großem Interesse für die betroffenen Bürger, Kommunen, für Versicherungen, Feuerwehren und Katastrophenschutz sowie für die mit Vorhersage und Warnung vor Extremereignissen befassten Institutionen.

### Flash floods – many small catastrophes

Little is known about the distribution, frequency and typical damage of flash floods in urban areas. There are no adequate forecast or warning systems, and

there is little knowledge about effective precautionary measures and disaster control.

### Improvement of precaution, warning and management

Within URBAS meteorological parameters, runoff and damage of flash floods are being investigated. Innovative and feasible actions and precautionary measures representing a reasonable cost-value-ratio are to be developed.

### Learning from case studies

Typical case studies will be analysed for 15 municipalities. Modern technologies such as the German Radar Network for hydro-meteorological investigation of precipitation and runoff will be exploited. Assessment of damage on a micro scale as well as ex-post-analysis of typical courses of action will be carried out. Based on these studies, forecast tools will be improved and recommendations will be given concerning information management, early warning, precautionary measures and disaster control.



Urbane Sturzflut live



## HORIX – Development of an Operational Expert System for Flood Risk Management Considering Prediction Uncertainty

The aim of this project is to develop an efficient management tool for floods in meso-scale watersheds. The flood warning system should thereby be faster and more reliable. The basis of the investigation is the analysis of the whole "flood chain": "forecast of rainfall events – rainfall-runoff-model – hydraulic model".

### Quantification and minimisation of uncertainties

In contrast to conventional methods, the individual uncertainties of the different models and parameters are being quantified. The consideration of uncertainty is time-dependent, as a short forecasting horizon increases the reliability of the forecast. As a result, an adequate warning system can be established and the number of false alarms can be minimised.

### Effective and operationally applicable system

Based on the results of the investigation an expert system will be developed, which is operationally applicable and easy to use, so that an early warning of the population will be possible. Flood alert systems will be activated for each warning level, which is defined by specified threshold values. Furthermore it will be possible to assess the flood risk on the one hand, the likelihood of danger will be able to be analysed, on the other hand damages will be able to be determined based on (dynamic) flood maps.

### Praxisrelevanz

*In der wasserwirtschaftlichen Praxis liegen derzeit eine Reihe von Hochwasservorhersage- und Hochwasserwarnsystemen vor. Das Expertensystem liefert eine Erweiterung des Vorhersagehorizonts sowie die Möglichkeit einer frühzeitigeren und zuverlässigeren Warnung durch Analyse einzelner Modellunsicherheiten und Integration zu einer gesamten Vorhersageunsicherheit.*

## HORIX – Entwicklung eines operationell einsetzbaren Expertensystems zum Hochwasserrisikomanagement unter Berücksichtigung der Vorhersageunsicherheit

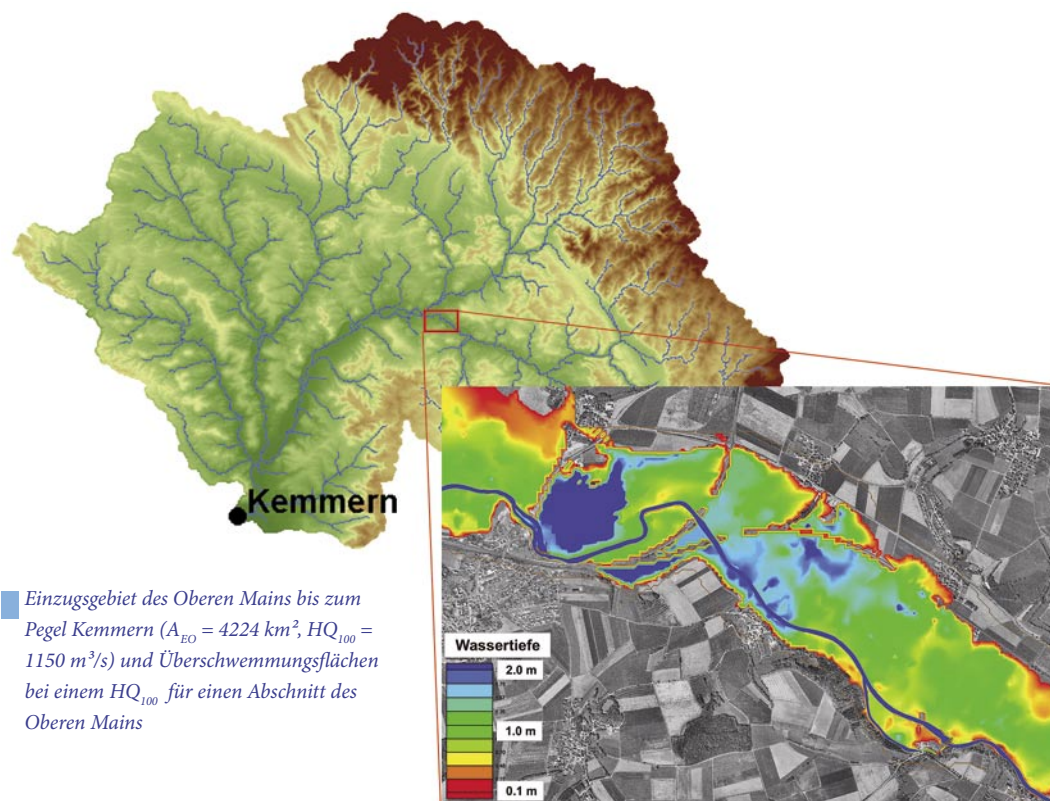
Ziel des Projekts ist ein effizientes Hochwassermanagement mit den Vorteilen einer zuverlässigeren und frühzeitigeren Hochwasserwarnung für kleine und mittlere Einzugsgebiete der Mittelgebirge. Grundlage hierfür ist eine Gesamtanalyse der Hochwasserwirkungskette: „Niederschlagsvorhersage – Niederschlag-Abfluss-Modell – hydraulisches Modell“.

### Minimierung und Quantifizierung der Unsicherheiten

Das Forschungsprojekt geht dabei einen bedeutenden Schritt weiter als herkömmliche Systeme und integriert in diese Kette eine Quantifizierung der Vorhersageunsicherheit. Hierfür wird eine Methodik entwickelt, die die meteorologische Unsicherheit und die Unsicherheit hochwasserrelevanter hydrologischer und hydraulischer Parameter und deren Korrelation mit der Niederschlagsbelastung analysiert. Die Berücksichtigung der Unsicherheiten erfolgt zeitabhängig, da bei kürzeren Vorhersagezeiten die Zuverlässigkeit der Vorhersagen steigt. Dadurch kann ein abgestuftes Alarmsystem bereitgestellt werden, das sich durch die Minimierung von ausgelösten Fehlalarmen auszeichnet.

### Effektives System mit breitem Einsatzspektrum

Als operationell einsetzbares Produkt wird ein einfach zu bedienendes Expertensystem entwickelt, durch das eine frühzeitige Warnung der Bevölkerung möglich ist. Dabei sollen Warnstufen verwendet werden, die bei Überschreitung bestimmter Grenzwerte Hochwasseralarmpläne aktivieren. Weiterhin leistet das Projekt einen Beitrag zur Beurteilung des Hochwasserrisikos, indem es die Gefährdung sowohl hinsichtlich ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit analysiert als auch Grundlagen zur Ermittlung der Schäden in Form von (dynamischen) Überschwemmungskarten bereitstellt. Diese können zusätzlich für die Sensibilisierung des Hochwasserbewusstseins und das Vorhalten von Evakuierungsplänen verwendet werden.



## Operationelles Hochwassermanagement in großräumigen Extremsituationen am Beispiel der Mittleren Elbe

## Operational Flood Management in Large-Scale Extreme Situations: the Middle Elbe River as an Example



Deichbruch an der Elbe 2002

Die Bewältigung eines extremen Hochwassers stellt an großen Flüssen ein komplexes Problem dar, das regional wie überregional koordiniertes Handeln erfordert (Beispiel Elbe 2002). Gefahren wie das drohende Versagen eines Deiches müssen durch die Vorhersagesysteme möglichst frühzeitig erkannt und durch Maßnahmen des operativen Hochwassermanagements

abgewehrt werden (z. B. Deichverteidigung, Flutung von Poldern). Voraussetzung für angemessenes Handeln bei künftigen Ereignissen ist die systematische Überprüfung und Verbesserung vorhandener Systeme mittels Simulation von Extremsituationen.

### Von der Großwetterlage bis zum lokalen Risiko

Im Projekt werden neue Modellkomponenten für das operationelle Hochwassermanagement in Extremsituationen entwickelt. Hierbei wird gezielt auf bestehenden Modellsystemen aufgebaut. Die Einsatzfähigkeit der neuen „online“-fähigen Module wird anhand von Szenarienrechnungen nachgewiesen, in denen für ausgewählte Ereignisse der gesamte Hochwasserverlauf von der Großwetterlage bis zur lokalen Überflutung nachgerechnet wird. Beispielhaft wird dies auf die Situation entlang der eingedeichten Mittleren Elbe, speziell auf die Problematik am Zusammenfluss von Elbe und Mulde im Raum Dessau, zugeschnitten, um dort dem Katastrophenschutz ein Werkzeug an die Hand zu geben. Über beobachtete Ereignisse wie 2002 hinaus werden auch andere mögliche Extremsituationen (Szenarien) betrachtet.

### Schnittstelle Wasserwirtschaft - Katastrophenschutz

Großer Wert wird auf die enge Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Disziplinen Meteorologie, Wasserwirtschaft und Geotechnik sowie mit den zuständigen Behörden in Tschechien, Sachsen und Sachsen-Anhalt gelegt.

Coping with an extreme flood event in a large river system is a complex problem, requiring an efficient flow of information and co-ordinated activities on different levels. Potential dangers like dyke failures must be recognised, forecasted and averted "in time". For appropriate disaster management in the future, existing systems and emergency plans must be tested and improved by means of simulation of extreme situations, taking into account the whole process from flood-relevant weather situations to local operational measures.

### Praxisrelevanz

Nach Projektende steht das nach dem Baukastenprinzip entwickelte Instrumentarium für eine Implementierung bzw. Erweiterung der Vorhersagesysteme im Elberaum zur Verfügung. Die Szenarienrechnungen für Extremereignisse können von den zuständigen Behörden für weiterführende Fragestellungen in der Hochwasservorsorge und Maßnahmenplanung sowie für die grenzübergreifende Abstimmung von Maßnahmen genutzt werden.

### Interface Flood forecast – Disaster management

In this project, new model components for operational flood management are being developed and tested for extreme situations. This is exemplified by the situation along the middle

Elbe River, in particular at the confluence of the Elbe and Mulde rivers near Dessau. Based on observed events such as 2002, other "realistic" scenarios are derived. A close co-operation between the disciplines of meteorology, hydrology, hydraulics and geotechnics, as well as with the authorities in the Czech Republic and the German states of Saxony and Saxony-Anhalt has been established.

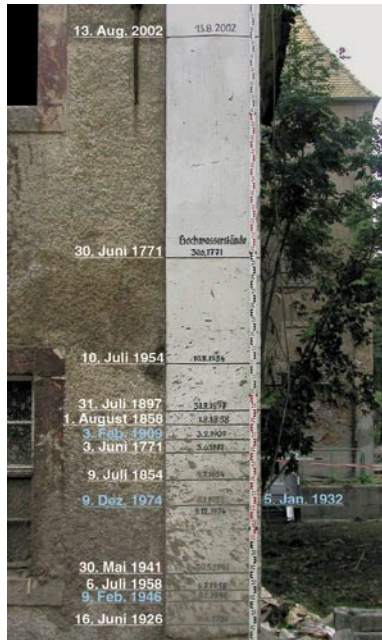


Beispielhafte Anwendung des Modells auf einem Laptop

## Ensemble Forecasts for Operational Flood Risk Management in the Mulde River Basin

## Entwicklung integrativer Lösungen für das operationelle Hochwassermanagement am Beispiel der Mulde

Flood forecasts are essential in order to issue reliable flood warnings and to initiate flood control measures on time. The accuracy of the predictions, the spatial and temporal resolution and the forecasting horizon depend on the potential of the models used as well as on the characteristics of the watershed.



Hochwassermarken an der Alten Mühle in Grimma

### Praxisrelevanz

Im Rahmen des Projektes wird ein Hochwassermanagementsystem für die operationelle Anwendung entwickelt. Dieses soll eine Nutzung von Ensemblevorhersagen für die Hochwassermodellierung sowie eine Aufbereitung der Modellergebnisse und Unsicherheitsbewertungen zur Entscheidungsunterstützung ermöglichen. Exemplarisch werden Möglichkeiten zur Optimierung der Talsperrensteuerung berechnet.

### Ensemble based flood forecasting

Ensemble forecasts are a means of describing the uncertainty of the potential future development of the hydrometeorological situation. Meteorological ensemble forecasts are transformed into discharge ensembles by hydrological models.

Die Hochwasservorhersage ist die Voraussetzung für die Herausgabe von rechtzeitigen und möglichst zuverlässigen Hochwasserwarnungen sowie für die Einleitung von Maßnahmen zur Hochwasserabwehr.

Mit Hilfe von Modellen kann das Niederschlag-Abflussgeschehen vorhergesagt werden. Die Vorhersagegüte, die räumliche und zeitliche Auflösung der Vorhersagen und der Vorhersagezeitraum hängen dabei von den jeweils verwendeten Modellen und den regionalspezifischen Möglichkeiten zur Vorhersage der Niederschlagsbelastung ab.

### Hochwasservorhersage unter Nutzung von Ensembles

Ensemblevorhersagen sind ein Mittel, um die Unsicherheit von Vorhersagen zu beschreiben, wahrscheinlichkeitstheoretisch (probabilistisch) zu bewerten und durch Datenassimilation nachzuführen. Es werden Ensemblevorhersagen des Niederschlages aus verschiedenen meteorologischen Modellen abgeleitet und mit Hilfe hydrologischer Modelle Ensembles der zukünftigen Abflussentwicklung berechnet. Die verwendeten hydrologischen Modelle werden unter Einbeziehung genetischer Algorithmen kalibriert. Außerdem werden Methoden zur Echtzeit-Parameternachführung bei der operationellen Modellanwendung entwickelt.

### Unterstützung von Entscheidungen zur Hochwasserabwehr

Die Ensemblevorhersagen charakterisieren die möglichen hydrologischen Entwicklungen im Vorhersagezeitraum. Zur Beurteilung der Notwendigkeit von Warnungen dient die aus der vorhergesagten Abflussentwicklung ableitbare Gefährdungslage, wobei aus den Übereinstimmungen bzw. Differenzen dieser parallelen Vorhersagen der raum- und zeitvariablen Hochwassergefährdung Schlüsse hinsichtlich der Handlungsnotwendigkeit gezogen werden. Außerdem erfolgt eine probabilistische Bewertung der einzelnen Mitglieder des Ensembles, die mit Hilfe von Messdaten des Niederschlags und Abflusses nachgeführt werden kann.

### Probabilistic evaluation and decision support

The project aims at developing a methodology that allows one to evaluate and track forecast uncertainty based on ensemble prediction and integration of measurements. A flood information and management system will be designed which supports decision makers in issuing alerts based on a probabilistic evaluation of the ensembles, scenarios of future developments and the likely resulting damage.

Durch das Hochwasser 2002 zerstörtes Wohnhaus an der Flöha



## Retentionsfähigkeit von Gewässernetzen

## Retention Capacity of River Networks

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für die Retentionsfähigkeit von Gewässernetzen. Dies ist als Entscheidungsgrundlage für die Bewirtschaftung kleinerer und mittlerer Gewässer sowie für die Berücksichtigung dieses natürlichen Beitrages zur Hochwasserminderung von Bedeutung. Die Retentionsfähigkeit von Gewässernetzen hängt von der Belastung durch Hochwasserabflüsse und dem vorhandenen Retentionsvolumen von Gewässer und Aue ab. Üblicherweise wird diese Retentionsfähigkeit in zwei Schritten ermittelt: Zunächst mit Flussgebietsmodellen und anschließend mit Wasserspiegellagenberechnungen. Diese Methoden sind jedoch für großräumige Untersuchungen zu aufwendig.

### Integration morphologischer Einzugsgebietsdaten

Mit der neuen Methode sollen mit geringem Aufwand aus vorhandenen digitalen Daten, wie z.B. Gewässerstruktur, ATKIS-Daten oder digitalen Geländemodellen, großflächig Aussagen zur Retentionsfähigkeit von Gewässer und Aue abgeleitet werden. Insbesondere die Eignung der Gewässerstrukturkartierung bedarf einer intensiveren Auswertung.

### Dreistufige Bearbeitung

Die Methodik wird für die Ökoregion Zentrales Mittelgebirge entwickelt. Es ist eine dreistufige Bearbeitung vorgesehen: (1) Methodenentwicklung zur Bestimmung des Retentionspotenzials aus vorhandenen Informationen, (2) Ermittlung des unter den aktuellen Gegebenheiten aktivierbaren Retentionspotenzials, (3) Bestimmung der für das Hochwasserrisikomanagement wesentlichen Scheitelreduzierung. Die Ergebnisse werden mit den Ansätzen der Schritte 1 und 2 rückgekoppelt, sodass Abschätzungen zur hochwasserreduzierenden Wirkung vorgenommen werden können, ohne ein Niederschlag-Abfluss-Modell einsetzen zu müssen. Die Methodik wird zunächst im Einzugsgebiet der Nahe entwickelt und anschließend im Einzugsgebiet der Fulda erprobt.

### Praxisrelevanz

Die Bewertung des Retentionsvermögens gibt der wasserwirtschaftlichen Planung ein Instrument an die Hand, Vorranggebiete der Gewässerentwicklung im Sinne des Hochwasserschutzes herauszufiltern und somit Fördermittel gezielt zu steuern. Damit liefert sie einen wichtigen Beitrag zur planerischen Praxis auch bei den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie oder der EU-Hochwasserrichtlinie.

The aim of this research project is to develop an assessment procedure for the retention capacity of river networks, as a basis for decision making in the management of small to medium sized bodies of water. The retention capacity of river networks depends on the load from flood discharges and the

existing retention volume of waters and floodplains. This retention capacity is usually investigated in two stages: first, using rainfall runoff models and then water level calculations. These methods, however, are too costly for large area studies.

### Methodology for low mountain ranges

The new methodology is being developed for low mountain ranges. The retention potential and the proportion that can be activated are being studied on the basis of existing digital information. In a further stage, substantial peak reduction will be determined for flood risk management. The results will be fed back, so that estimates about the flood reducing effect can be made by means of the activated retention potential without employing a rainfall-runoff model.



Beispielstrecke Lauter, stark begradigter Abschnitt



Beispielstrecke Simmerbach, naturnaher Abschnitt



Durchströmter Auwald

## SARISK – Modelling of the Distribution of Pollutants in the Bitterfeld Floodplain

During the extreme flood in 2002 in the Mulde River catchment large quantities of pollutants, such as heavy metals, arsenic and many organic substances, were distributed on the floodplains. This project aims to develop an integrated modelling and risk assessment tool

to describe i) floodplain topography, ii) flow direction, velocities and water depth in floodplains, iii) erosion, transport, and sedimentation of sediments, iv) behaviour of different dissolved, suspended particulate pollutants and v) risk assessment of flooding scenarios. The information provided for different flooding scenarios will be compiled in tools to support decision-making by local authorities.

### Praxisrelevanz

Nach dem großen Hochwasser 2002 bestand eine große Unsicherheit, an welchen Stellen vor allem im bewohnten Bereich höhere Kontaminationen erwartet werden konnten. Die naturgemäß nur stichpunktartigen Messungen ergaben nur für großräumig aus dem Erzgebirge eingetragene Schadstoffe verlässliche Werte. Lokale Emissionen/Depositionen wurden nicht erfasst. Das Modellsystem wird die möglichen Depositionsflächen aufgrund lokaler Schadstoffquellen ausweisen.

## SARISK – Entwicklung eines Schadstoffausbreitungsmodells zur stoffbezogenen Risikoanalyse und -bewertung extremer Hochwasserereignisse am Beispiel des Landkreises und der Stadt Bitterfeld

Das Hochwasser im Einzugsgebiet der Mulde vom August 2002 hat gezeigt, dass neben der zerstörenden Wirkung des Wassers selbst auch erhebliche Schäden sowie Gefährdungen für Mensch und Umwelt durch die mobilisierten, transportierten und abgelagerten Schadstoffe entstanden sind, beispielsweise von Schwermetallen, Arsen, PAK und HCH. Im Rahmen des Risikomanagements extremer Hochwasserereignisse ist es neben der quantitativen Hydrologie auch erforderlich, eine mögliche Schadstoffausbreitung in überschwemmten Gebieten zu berücksichtigen.

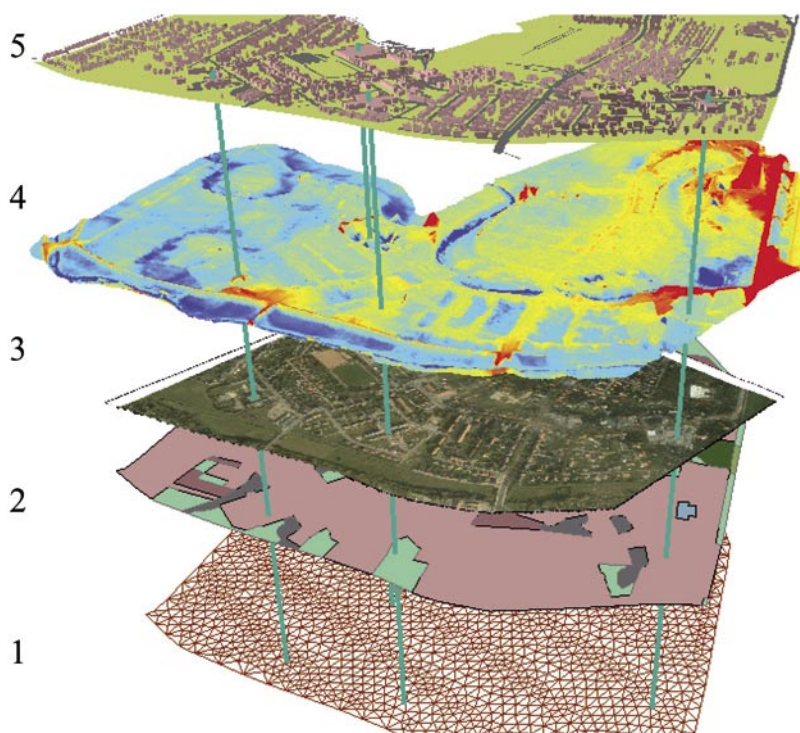
### Entscheidungshilfesystem zur Schadstoffausbreitung

Übergeordnetes Ziel des Projektes ist es, für lokale und regionale Entscheidungsträger ein EDV-gestütztes modellbasiertes Entscheidungshilfesystem zur Schadstoffausbreitung für Extremhochwasser-Katastrophenfälle zu entwickeln. Dieses Entscheidungshilfesystem wird exemplarisch gemeinsam mit

lokalen Entscheidungsträgern erarbeitet und implementiert.

### Kopplung relevanter Modellkomponenten

Zentraler Ansatz des Forschungsvorhabens ist die Verknüpfung aller für die Schadstoffausbreitung relevanten Modellkomponenten in einem integrierten System, welches neben hydraulischen Komponenten auch die Modellierung des Sedimenttransports sowie die Freisetzung und Ausbreitung von Schadstoffen umfasst. Durch die Modellkopplungen können erstmals die Wechselwirkungen zwischen Strömungsdynamik und Schadstoffausbreitung unter Berücksichtigung von lokalen Schadstoffquellen in bebauten Flussniederungen simuliert werden. Aufbauend auf der naturwissenschaftlichen Analyse erfolgt für unterschiedliche Überflutungsszenarien eine Risikobewertung möglicher Schadstoffbelastungen für das Modellgebiet. Untersuchungsgebiet ist das von extremen Überschwemmungen der Mulde gefährdete Areal flussabwärts vom Pegel Bad Dübren bis zum Pegel Priorau mit Kern im Stadtgebiet Bitterfeld und weiterer urbaner Räume wie Jessnitz und Raghun.



Verschieden hoch aufgelöste Rechengitter (untere Ebene); Biotoptypenkartierung (2. Ebene); Luftbild (3. Ebene); digitales Höhenmodell (4. Ebene); nicht überströmbare Gebäude (5. Ebene)

## Nutzung künstlicher Neuronaler Netze zur Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen für operative und planerische wasserwirtschaftliche Maßnahmen

Ziel des Projektes ist es, die Anwendung von künstlichen neuronalen Netzen mit physikalisch begründeter hydrologischer und hydrodynamischer Modellierung zu verbinden, um schnelle und robuste Werkzeuge zur Hochwasservorhersage zu erstellen. Die neu entwickelte Methodik wird am Beispiel des Einzugsgebietes der Freiburger Mulde getestet.

### Physikalisch basierte Modelle und Neuronale Netze

Physikalisch begründete Ansätze berücksichtigen Kenntnisse über Eigenschaften und Besonderheiten des Gebietes und bilden die ablaufenden Prozesse in realistischer Weise ab. Damit ist ein kalibriertes und validiertes Einzugsgebietsmodell in der Lage, bisher unbeobachtete Ereignisse zu prognostizieren. Nachteilig für die operative

## Artificial Neural Networks as a Basis for Decision Support in Operational Water Management

### Praxisrelevanz

Für die operative Hochwasservorhersage werden schnelle und robuste Werkzeuge benötigt. Der Einsatz Neuronaler Netze wird dadurch beschränkt, dass historische Daten für das Netztraining in zu geringem Umfang vorliegen. Diese Einschränkung wird mit physikalisch begründeter Modellierung und anschließender Szenarienrechnung überwunden und Neuronale Netze werden damit dem operativen Einsatz zugänglich gemacht.

The goal of the project is the integration of Artificial Neural Networks (ANN) and physically based modelling of both rainfall-runoff and hydrodynamic processes for the purpose of flood forecasting. This new methodology is being tested

Schadensbeseitigung nach dem Hochwasser 2002 im Einzugsgebiet der Mulde



Hochwasserwarnung



Anwendung ist allerdings der hohe Aufwand an Rechenleistung. Künstliche Neuronale Netze hingegen sind einfach zu betreibende, schnelle und robust arbeitende Werkzeuge, die in der Lage sind, beliebige funktionale Zusammenhänge zu erlernen und in dem bekannten Bereich wiederzugeben.

### Kombination der Modelltypen

Meteorologische Szenarien, die alle denkbaren Hochwasser auslösenden Konstellationen umfassen, dienen als Grundlage, um mit den kalibrierten Prozess beschreibenden Modellen eine Datenbank für das Training künstlicher Neuronaler Netze zu erstellen. Dabei ist es möglich, unterschiedliche Modellparametrisierungen zu berücksichtigen sowie verschiedene Modelle zu integrieren. Das angelernte Neuronale Netz reduziert die Abbildung der ablaufenden physikalischen Prozesse auf eine simple Input-Output-Beziehung unter Berücksichtigung der spezifischen Gebietseigenschaften.

in the catchment of the Freiburger Mulde River.

### Physically based modelling and Artificial Neural Networks

Physically based modelling allows for the exploitation of specific knowledge about the relevant processes and specific properties of the catchment. A properly designed model enables the user to predict extreme floods beyond recorded events. Nevertheless, due to high computational costs, the operational application is restricted. In contrast, ANN are fast and robust tools for learning and reproducing any functional relationship.

### Combining the methods

By applying the calibrated and verified physically based models, meteorological scenarios covering the whole range of theoretically possible flood triggering events are used to generate a database for the ANN training. This allows for the consideration of different parameterisations of either the hydrodynamic or the rainfall-runoff model and enables us to integrate the different models easily. The trained ANN simplifies the portrayal of the processes depicting the input-output relationships with respect to the specific catchment properties.

## OPAQUE – Operational Discharge and Flood Prediction in Headwaters

## OPAQUE – Operationelle Abfluss- und Hochwasservorhersage in Quellgebieten

The operational prediction of intense flood events in headwaters of large rivers is characterised by many uncertainties. These areas are not only of interest due to flood generation in the large rivers, but also because of their own significant damage risk. Thin soil with little retention capacity, steep slopes and often extremely intense amounts of precipitation result in quick runoff response in these areas. Thus, advance warning times are short, leading to increased risk for local and downstream communities.

### Improved prediction of the discharge formation in operational models

An improved operational estimation of strong precipitation fields for simulation and forecasting is to be achieved through the combination of precipitation observations in the catchment area and precipitation radar. The use of new technologies permits the improved recording of baseline conditions at the beginning of a possible flood event (soil moisture, snow cover). The integration of this new information into operational models leads to improved forecasting of the discharge formation and concentration.

### Optimisation of dam control based on improved early warning

For flood management in headwaters the optimised flood regulation of the dams is particularly important. Based on improved long-term prediction of precipitation and discharge, the possibility of reducing flood risk downstream from the dams, through optimal control mechanisms, is being analysed. The likely ensuing damage is then quantified for the different users (flood protection, drinking water supply, low water replenishment, energy production, tourism) and the downstream communities, in order to achieve a control mechanism resulting in as little damage as possible.

Die operationelle Vorhersage starker Hochwasserereignisse in Quellgebieten großer Flüsse ist mit vielen Unsicherheiten behaftet. Diese Gebiete sind nicht nur für die Hochwassergeneese der großen Flüsse von Interesse, sondern auch wegen des eigenen großen Schadensrisikos. Geringmächtige Böden mit wenig Rückhaltevermögen, hohe Reliefenergie und oft extreme Niederschlagsintensitäten lassen kurze Reaktionszeiten der Gewässer entstehen. Dadurch sind die Vorwarnzeiten gering, was zu einem erhöhten Risiko für unterliegende Kommunen und auch für Leib und Leben führt.

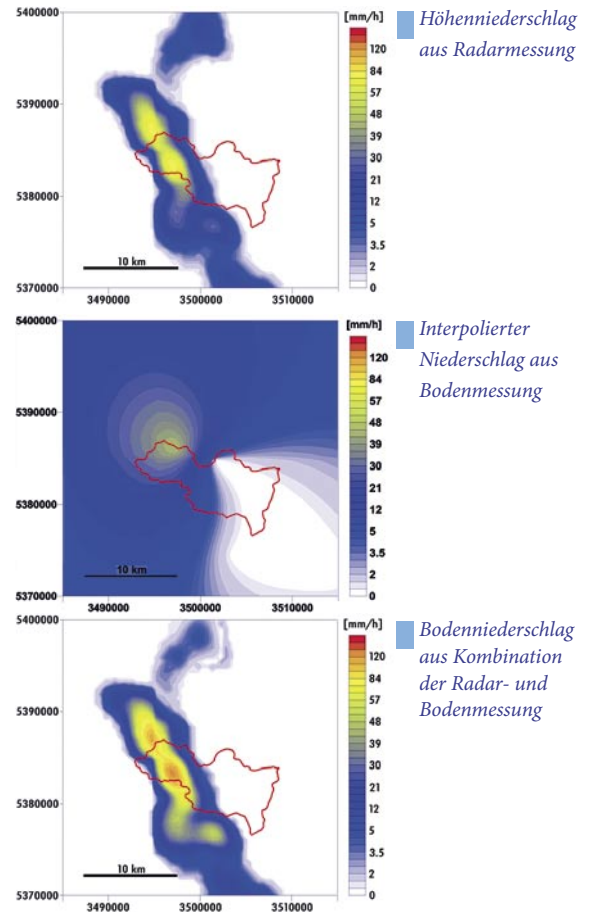
### Verbesserte Vorhersage der Abflussbildung in operationellen Modellen

Durch die Kombination von Niederschlagsbeobachtungen am Boden und Niederschlagsradar wird eine verbesserte operationelle Schätzung von Starkniederschlagsfeldern für den Simulations- und den Vorhersagebetrieb angestrebt. Die Nutzung neuer Technologien erlaubt die verbesserte Erfassung des Gebietszustandes am Beginn eines möglichen Hochwasserereignisses (Bodenfeuchte, Schneedecke). Die Integration dieser neuen Informationen in die operationellen Modelle führt zu einer verbesserten Vorhersage der Abflussbildung und -konzentration.

#### Praxisrelevanz

Das Vorhaben schafft mit der Integration der weiterentwickelten Verfahren in die operationellen Hochwasserwarnungs- und -vorhersagemodelle der Länder die Basis für ein der aktuellen Lage angepasstes (integriertes) Hochwassermanagement und eine operationelle Talsperrensteuerung. Ein Szenarien-Workshop dient der Schulung der verantwortlichen Behörden für die Nutzung der entwickelten Werkzeuge zur Vorhersage, Warnung und Talsperrensteuerung.

Niedrigwasseraufhöhung, Energieerzeugung, touristische Nutzung) und die anliegenden Ortschaften unterstrom aus der Talsperrensteuerung ergeben, um eine Steuerung mit möglichst geringem Schaden zu erreichen.



### Optimierung der Talsperrensteuerung auf Basis verbesserter Frühwarnung

Für das Hochwassermanagement in Quellgebieten ist die optimierte Hochwassersteuerung der Talsperren besonders wichtig. Auf Basis von verbesserten Langfristvorhersagen des Niederschlag-Abflussgeschehens werden die Möglichkeiten analysiert, das Hochwasserrisiko unterhalb der Talsperren durch eine optimale Steuerung zu reduzieren. Es erfolgt eine Quantifizierung der Schäden, die sich für die unterschiedlichen Nutzer (Hochwasserschutz, Trinkwasserversorgung,

## REISE – Entwicklung eines risikobasierten Entscheidungshilfesystems zur Identifikation von Schutzmaßnahmen bei extremen Hochwasserereignissen

## REISE – Development of a Risk-based Decision Support System for the Identification of Protection Measures for Extreme Flood Events



Die Wupper in Wuppertal

Zur Erstellung eines Hochwasserschutzkonzeptes steht dem Planer in der Vorplanung oft eine Vielzahl von unterschiedlichen Hochwasserschutzmaßnahmen zur Verfügung. Vor allem unter extremen Belastungssituationen wird die Frage nach deren Zuverlässigkeit und den im Versagensfall möglichen Schäden vor ökonomischem, ökologischem und psychosozialen Hintergrund relevant.

For the preliminary planning of a flood protection concept in a catchment area different types of flood protection measures are possible. The issues of their reliability and the potential economic, ecological and psychosocial damage resulting in the case of failure become relevant, particularly under conditions of extreme flooding.

### Entscheidungsunterstützung

Gesamtziel der Forschungstätigkeit des Verbundprojekts REISE ist die Erarbeitung einer Methodik zur multi-kriteriellen Auswahl möglicher Hochwasserschutzmaßnahmen bezüglich der Art und des Ortes in kleinen und mittleren Einzugsgebieten für extreme hydrologische Ereignisse und mögliches Versagen von Hochwasserschutzbauwerken. Das Entscheidungshilfesystem soll den Planer eines Hochwasserschutzkonzeptes durch eine automatisierte Priorisierung von ausgewählten Hochwasserschutzmaßnahmen unterstützen. Dabei stehen Maßnahmen unterschiedlicher Wirkungsweisen zur Auswahl: Maßnahmen zur Beeinflussung der Abflusscharakteristik, zur Reduktion von Versagenswahrscheinlichkeiten und zur Minderung der potentiellen Schäden.

### Kriterien: Nutzen und Aufwendungen

Kriterien zur Bewertung der Maßnahmen sind neben dem Nutzen, der durch ihre Umsetzung entsteht, auch Aufwendungen sowie allgemeine Kriterien, z.B. ihre Durchführbarkeit.

Die Bestimmung des Nutzens basiert auf der durch eine Maßnahme bedingten Änderung des Einzugsgebietsrisikos, definiert als das Produkt aus der Überflutungswahrscheinlichkeit ggf. nach Versagen und dem potentiellen Schaden. Ebenso wie die potentiellen Schäden sollen auch die Aufwendungen für eine Maßnahme auf Grundlage ökonomischer, ökologischer und psychosozialer Bewertungsverfahren ermittelt werden.

### Praxisrelevanz

Durch eine automatisierte Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen unter Berücksichtigung von risikobasiertem Nutzen und Aufwendungen können Entscheidungen bei der Erstellung eines Hochwasserschutzkonzeptes auf Einzugsgebietsebene objektiv und unter Einbindung möglichen Versagens von Maßnahmen unterstützt werden. Diese im Rahmen des Verbundprojekts REISE entwickelte allgemein anwendbare Methodik soll am Beispiel des Wuppereinzugsgebiets auf seine Anwendbarkeit getestet werden.

a methodology for multiple-criteria decision support regarding the type and location of possible flood protection measures, considering possible extreme hydrological events and the potential failure of protective structures. The various measures have different protection effects:

the first category affects the discharge character, the second influences the failure probabilities of the protective structures and the third category is characterised by the reduction of the damage potential.

### Criteria: benefits and expenditures

The criteria for the assessment of the measures are the benefits and expenditures resulting from their realisation as well as more general criteria, such as feasibility. The benefits are quantified by the change in the risk in the catchment area, defined as the product of the probability of flooding and the resulting damage. The damage as well as the costs of the measure are evaluated based on economic, ecological and psychosocial aspects.



Einzugsgebiet der Wupper



## New Planning Strategies for Flood Prone Urban Areas to Cope with the Increased Risk due to Climate Change

An increase in the frequency of extreme events and rising land use claims in flood prone areas will cause an increase in residual risk in areas behind flood defence structures. This, in turn, will require innovative de-

fence strategies and flexible disaster management plans to mitigate a certain portion of that risk.

### Specific challenges in Hamburg

Hamburg's auspicious urban development plan envisages the successive development of flood-prone areas, which are currently protected by dykes and dwelling mounds. The possible negative effects of an event, which may be several times higher than the design flood, and the possibilities of reducing these effects have not been investigated thus far.

### Integrative disaster management tool

Based on a state of the art analysis and supported by several communication techniques, new concepts of adaptation and innovation in building construction will be elaborated on, and a dynamic, model-aided and GIS-based disaster management tool will be developed to help in indicating appropriate ad-hoc measures and defining emergency corridors.



BSP-Entwicklung (schematisch)

### Praxisrelevanz

Das für den Katastrophenfall entwickelte integrative, hydrodynamische, feinskalige Flutungsmodell, mit dem sich die kleinräumigen städtischen Strukturen in ihrer Wirkung auf die Ausbreitung einer Flutwelle nachvollziehen lassen, soll als Decision-Support-System im operativen Betrieb des Katastrophenmanagements dienen und über innovative Lösungen der Informationsbereitstellung verfügen.

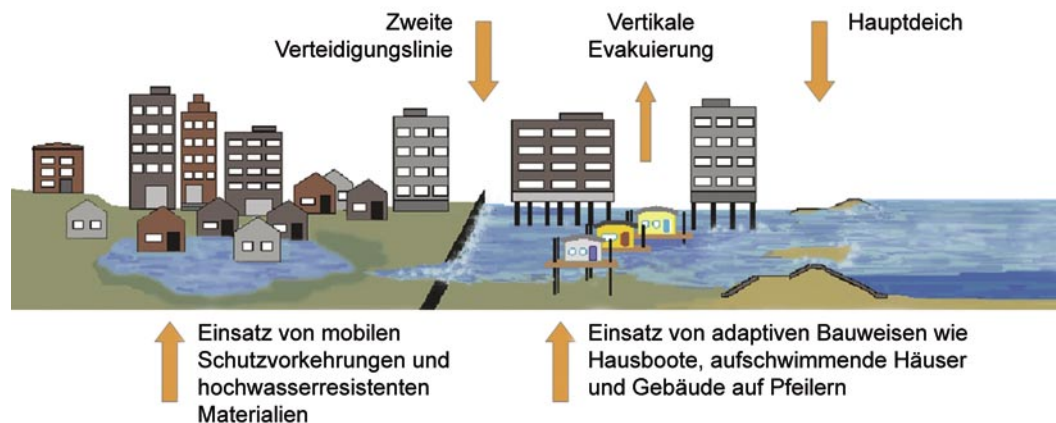
## Flächen- und Katastrophenmanagement überschwemmungsgefährdeter städtischer Gebiete als Konsequenz auf eine Risikozunahme durch Klimaänderung

Durch den prognostizierten Klimawandel wird sich das Risiko einer Deichüberflutung erhöhen. Anstatt einer sukzessiven Erhöhung der Deiche nach dem Motto „weiter so“ verfolgt dieses Projekt alternative Adaptionstrategien, um dem steigenden Restrisiko hinter den Deichen zu begegnen.

### Alternative Schutzstrategien sind gefragt

Am Beispiel der Städte Hamburg, Dordrecht und London werden für die sturmflutgefährdeten Stadtgebiete neue Schutzstrategien entwickelt, um auf das Konfliktpotential, welches sich aus einer ambitionierten Stadtentwicklung und der steigenden Gefährdung ergibt, mit nachhaltigen und kosteneffizienten Lösungen zu reagieren. Mit dem „Sprung über die Elbe“ sieht Hamburg erhebliches Entwicklungspotential in den vom

Elbe-Hochwasser gefährdeten Stadtteilen. Der bisher in Form von Deichen und Warften realisierte Hochwasserschutz ist für das Eintreten eines Bemessungsereignisses konzipiert. Das Katastrophenhochwasser, welches das Bemessungsereignis übersteigt, sowie dessen verheerende Auswirkungen für die Bevölkerung und die Wirtschaftskraft eines Standortes sind nicht genau bekannt.



Adaptionstrategien: Verteidigungskaskaden, innovative Bau- und Lebensformen und praxistaugliche Schutzstrategien im Katastrophenfall

Daher analysiert dieses Projekt geeignete Maßnahmen zur Schadensreduktion hinter den Deichen indem es Themenkomplexe untersucht wie die

- Bereitschaft zur Eigenvorsorge und das Risikobewusstsein in den gefährdeten Gebieten
- Möglichkeit, Wirksamkeit und Akzeptanz städteplanerisch verankerter Nutzungsrestriktionen
- Vulnerabilität der bestehenden Siedlungs- und Infrastruktur
- Umsetzbarkeit innovativer Bau- und Lebensformen am Wasser, deren Akzeptanz und Kostenfaktoren
- Umsetzbarkeit alternativer Schutzstrategien (z.B. gestaffelte Verteidigungslinien)
- Optimierung des Katastrophenmanagements mittels Weiterentwicklung von Modell & Gis basierten Informationstechnologien und Decision-Support-Systemen.

## MULTISURE – Entwicklung multisequenzieller Vorsorgestrategien für grundhochwassergefährdete urbane Lebensräume

## MULTISURE – Development of Multisequential Mitigation Strategies for Urban Areas with Risk of Groundwater Flood



St. Benno-Gymnasium Dresden während des Hochwassers 2002

Für die Ausweisung von Gefährdungen durch hochwasserbedingt hohes Grundwasser sowie die Ermittlung unterirdischer Schadenspotenziale und Risiken existieren derzeit keine methodischen Grundlagen. Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung von Werkzeugen zur Abbildung und Bewertung der Gefährdungen, Schadenspotenziale und Risiken, die sich aus den Zusammenhängen zwischen Flusshochwasser und Grundwasser im unterirdisch bebauten Raum ergeben.

Risk management for areas with high groundwater levels induced by river floods is a part of this tool being developed for integrated flood risk management in urban areas. Therefore, quantifying the damage caused by the interaction between river floods and groundwater requires specific damage functions for the subterranean infrastructure. However, methods for damage risk assessment of the subterranean infrastructure due to extreme groundwater dynamics are currently lacking.

### Schadensanalyse und -modellierung

Durch Analysen objektspezifischer Schäden wird untersucht, welche Faktoren Schäden durch ansteigendes Grundwasser beeinflussen und inwieweit Schadensmodelle für Flusshochwasser angepasst werden müssen. In Abhängigkeit von der hochwasserbedingten Grundwasserdynamik werden Schadensbilder für baualtersbezogene Gebäude- und Infrastruktur-Typen beschrieben. Danach werden die zur Schadensbeseitigung notwendigen Sanierungsmaßnahmen abgeleitet und die sich daraus ergebenden Schadenskosten bestimmt. Für die grundwasserbezogene Gefahrenbewertung wird ein SchadensSimulationsModell-Grundwasser (SSM-GW) entwickelt.

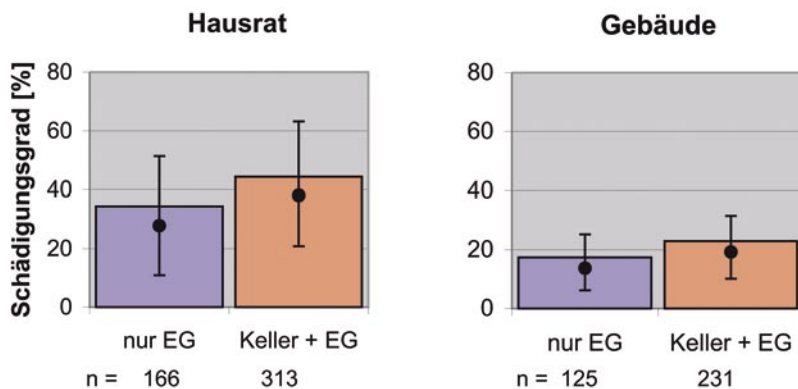
### Prioritäten und Risikokommunikation

Bezüglich der Differenzierung grundwasserrelevanter Schutzziele wird der Umgang mit Grundhochwasser auch künftig in einem hohen Maße vom Risikobewusstsein der Bevölkerung und der Eigenvorsorge geprägt sein. Mit dem Ziel einer effizienten Risikokommunikation zu hochwasserinduziertem Grundhochwasser werden die Kommunikationsprozesse in der Verwaltung sowie mit der Wirtschaft und der Öffentlichkeit um das Thema Grundwasser untersucht.

#### Praxisrelevanz

Methoden zur Abschätzung und Bewertung von Gefahren und Schadenspotenzialen infolge schnell steigenden Grundhochwassers werden entwickelt und geprüft. Am Beispiel der Landeshauptstadt Dresden sollen diese Methoden für eine risikoorientierte Ableitung von Schutzziele und Schutzmaßnahmen einschließlich geeigneter Strategien zur Kommunikation und öffentlichkeitswirksamen Visualisierung erarbeitet werden.

Signifikante Unterschiede zwischen Gebäuden mit oder ohne Kellerschaden beim Elbe-Hochwasser 2002 (Säule: Mittelwert, Punkt: Median und 25-75% Fraktile)



### Risk analysis and modelling

Established damage functions for river floods can give a first indication of potential damages due to rising

groundwaters. Additional investigations of losses and field surveys will be made in order to adapt and extend the damage models. These investigations will provide a new approach for the estimation of losses to subterranean buildings and infrastructure due

to flood-induced rising groundwater levels. The new damage model will be coupled to a groundwater simulation model.

### Priorities and risk communication

Differentiation of protection aims is required to prioritise flood protection measures. The development of risk perception of damage by rising groundwater is essential for integrated flood risk management. Therefore, investigations of risk communication between government and non-government stakeholders with regards to damage by rising groundwaters are a further focus of the project.

## SAR-HQ – Methods for Prevention and Analysis of large-scale Flood Damages using Space-borne Radar Imagery

In the case of large flood-related damages, space-borne imagery is the only possibility to acquire fast quantitative information about the inundated area. To obtain this information recent scientific-technical analysis methods have to be extended and improved.

### Up-to-date SAR-technology

Weather-independent satellite-borne Synthetic Aperture Radar (SAR) will provide the technology to realise efficient and detailed flood mapping. European radar satellites, especially the German TerraSAR-X system launched in 2007, offer great potential for this application. New software modules and analysis techniques have to be implemented to realise a highly accurate real-time detection of the flooded area. The derived flood maps contain very meaningful information and serve as basic input for disaster management and the construction community. Furthermore, they may be used for analyses and damage assessment in association with the work of other partners of the RIMAX consortium.

### Expert knowledge at DLR

DLR has much expert knowledge in using satellite imagery for disaster management and humanitarian aid. Additionally, DLR is one of the world's leading research centres in the field of radar technologies and will coordinate and run the TerraSAR-X satellite system, which will open up new opportunities for the SAR-HQ project.

## SAR-HQ – Methoden zur Vorsorge und Analyse von großflächigen Hochwasserschäden mittels Radarsatelliten

Im Falle von hochwasserbedingten Großschadenslagen sind Satellitenbilder die einzige Möglichkeit, auf schnelle Weise quantitative Aussagen über die vom Hochwasser betroffenen Gebiete zu machen. Hierzu müssen bestehende wissenschaftlich-technische Analyseverfahren weiterentwickelt und verfeinert werden.

### Analyse mit neuester SAR-Technik

Besonders ist hierbei die wetterunabhängige, satellitengestützte Synthetic Aperture Radar (SAR)-Technik zu betonen, welche mit europäischen Satelliten, ab 2007 aber auch mit dem deutschen, hochauflösenden TerraSAR-X-System eine sehr effiziente und detaillierte Überschwemmungskartierung ermöglicht. Hierzu werden Softwaremodule und Auswerteverfahren zu implementieren sein, die eine katastergenaue und zeitnahe Erfassung von Überflutungsflächen zulassen.

Die auf diese Weise sehr rasch und zeitnah erstellbaren Flutkartierungen sind für sich genommen bereits ein elementares Informationsprodukt für Akteure in den Bereichen Katastrophenmanagement und -vorsorge. Darüber hinaus können sie sowohl als Ausgangsbasis als auch als Ergänzung für weiterführende Analysen und Schadensabschätzungen von im Projektverbund kooperierenden Partnern dienen.

### Langjährige Erfahrung des DLR

Das DLR verfügt über eine langjährige Erfahrung im Einsatz von Satellitendaten für das Katastrophenmanagement und die Humanitäre Hilfe. Ferner ist es weltweit eines der führenden Forschungszentren im Bereich Radarfernerkundung und wird ab 2007 den deutschen Terra-SAR-X-Satelliten betreiben.

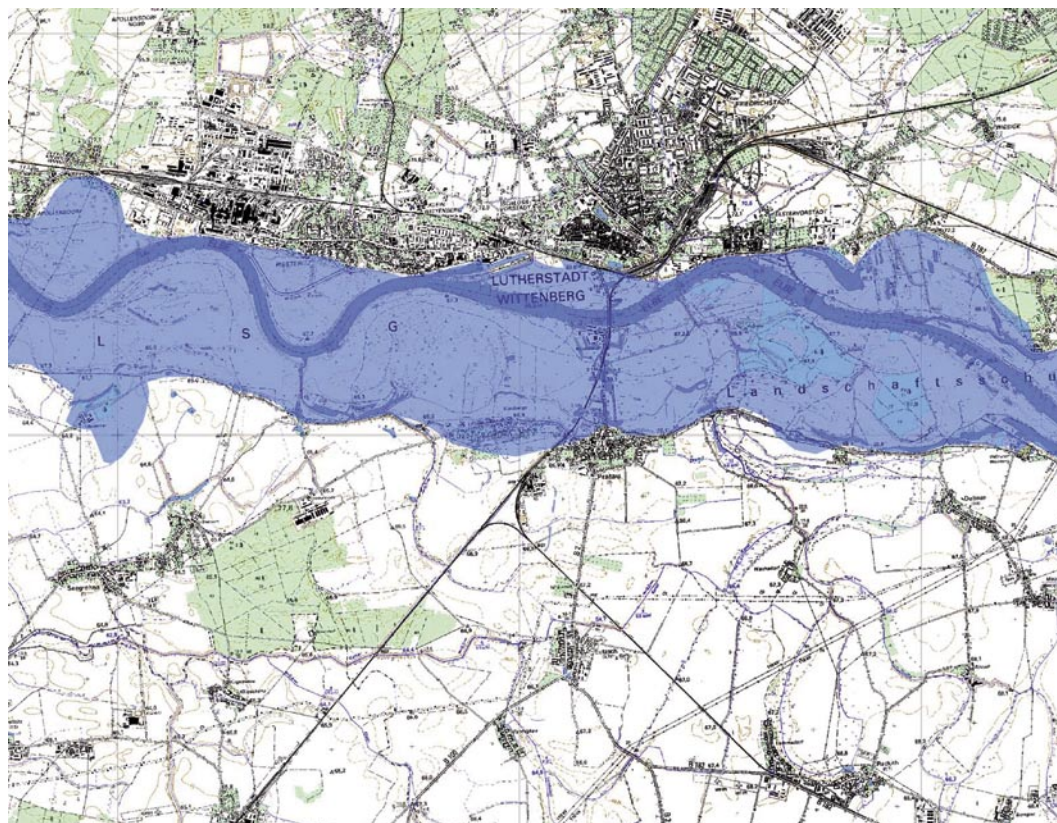
### Praxisrelevanz

*Schnelle und hochgenaue Hochwasserkartierungen helfen die Aktivitäten innerhalb des Katastrophenmanagements zu optimieren, sowohl in den Einsatzzentralen als auch vor Ort.*

*Automatisierte Verfahren beschleunigen die Ableitung von Wassermasken und weisen den Weg zu einer Standardisierung.*

*Für Schadensabschätzungen im Hochwasserfall sind großflächige Kartierungen unverzichtbar.*

Satellitengestützte Kartierung von Überflutungsflächen beim Elbehochwasser 2006 (Ausschnitt), Bearbeitung DLR



# INFORMIEREN UND KOMMUNIZIEREN

## INFORMATION AND COMMUNICATION

Die Optimierung des Hochwasserschutzes in einem Flussgebiet ist eine Aufgabe, die langen Atem braucht. Viele einzelne Maßnahmen sind aufeinander abzustimmen und häufig müssen dabei lokale Widerstände überwunden werden. Außerdem lassen sich viele Projekte auf Grund knapper Kassen nur langsam und nacheinander umsetzen. Deshalb ist ein über Jahre waches Hochwasserbewusstsein besonders wichtig. Dies gilt nicht nur für die Bevölkerung, sondern auch für die Verantwortlichen vor Ort. Nach einigen Jahren ohne größere Hochwasser gerät das Thema sonst leicht in Vergessenheit. Dabei lassen sich zum Beispiel viele Schäden in Privathaushalten durch die Vorsorge gut informierter Bürger verringern. Rechtzeitiges Ausräumen gefährdeter Stockwerke ist ein erster Schritt. Besser noch ist angepasstes Bauen. Voraussetzung für diese Maßnahmen ist jedoch die konstruktive Information aller Betroffenen.

The improvement of flood protection is an ongoing challenge. Numerous individual measures have to be coordinated and local resistance has to be dealt with. In addition, due to limited public funds, many of the projects can only be implemented slowly and in succession, not simultaneously. Hence, to reach the goal, it is necessary to keep flood awareness in the public eye over many years. This applies not only to the citizens but also to the local authorities. Otherwise, after several years without flood events, the topic falls into oblivion. However, much damage to private homes could be reduced through the performance of precautionary measures by well-informed citizens. The timely evacuation of vulnerable floors is a first step; adaptations to the construction are even better. However, a prerequisite for these measures is that the inhabitants at risk are adequately informed.



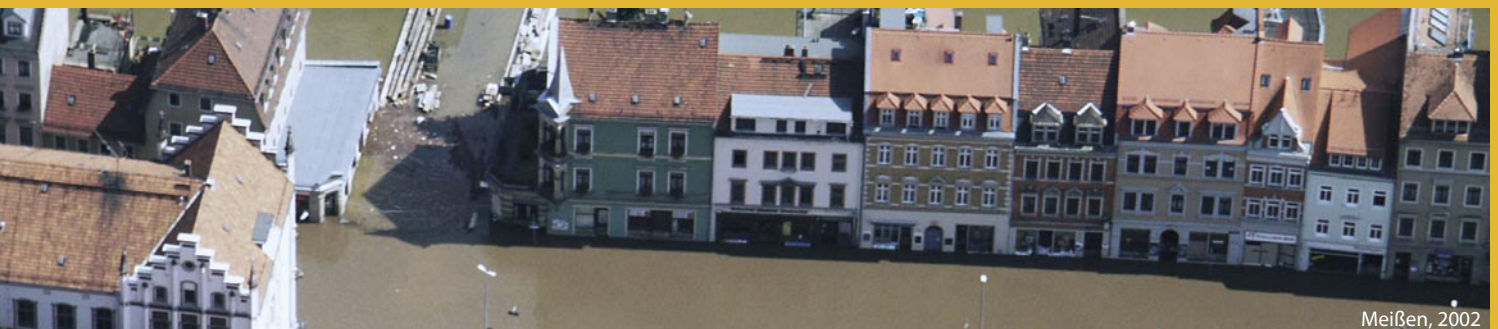
Schlotheim,  
1926

### **Gezielte Information**

RIMAX stärkt über verschiedene Wege das Wissen über Hochwasserrisiken und notwendige Schutzmaßnahmen. Für die Weiterbildung von Fachleuten wird ein internationales Lehrmodul entwickelt. Dieses wendet sich an Graduierte in Masterstudiengängen und praktizierende Fachleute. Darüber können aktuelle Forschungsergebnisse aus RIMAX vermittelt werden. Außerdem werden Materialien für den Schulunterricht entwickelt, um den Nachwuchs für das Thema Hochwasser zu sensibilisieren. Diese informieren anschaulich über Ursachen und Auswirkungen von Hochwasser. Um die Förderaktivität selbst in Wissenschaft und Öffentlichkeit bekannt zu machen und die Forschungsarbeiten wissenschaftlich und organisatorisch zu begleiten, wurde ein Koordinierungsbüro am GeoForschungsZentrum Potsdam eingerichtet. Es ist Ansprechpartner für alle Fragen rund um RIMAX.

### **Customised Information**

RIMAX projects strengthen knowledge about flood risks and necessary flood protection measures at different levels. For the further education of graduate students and professionals an international teaching module will be established, where recent findings of RIMAX projects can be incorporated. A coordinating team has been set up at the GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ), Germany's National Research Centre for Geosciences, to present the research activities to both the public and the scientific community, and to strengthen intra-project networking. The coordinating team serves as a contact for all questions concerning RIMAX. Another project is developing interactive learning modules on DVD-ROM for use in schools and other interdisciplinary courses. They inform about floods and flood control measures and try to sensitise youth to the topic of floods.



Meißen, 2002

## International Teaching Module "Integrated Flood Risk Management of Extreme Events – FLOODmaster"

## Internationales Lehrmodul „Integrated Flood Risk Management of Extreme Events – FLOODmaster“



Abschlussession am FTZ der Universität Kiel (Coastal Flood-Workshop Januar 2006, Büsum, Nordsee)

The FLOODmaster module is being taught at the Dresden University of Technology, and provides comprehensive training in integrated flood risk management.

Das umfassende Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse stellt Forschung und Praxis vor die Herausforderung, komplexe fachgebietsübergreifende Untersuchungsansätze zu entwickeln. Um deren Anwendung sicherzustellen ist eine geeignete Vermittlung erforderlich.

### Transdisciplinary training for flood risk management

It encompasses a relevant set of theories and methods from natural and social sciences and engineering. The primary target group is graduate students. Moreover, a special e-learning tool for professionals is being developed.

### Praxisrelevanz

Das internationale Lehrmodul FLOODmaster vermittelt Grundlagen eines integrierten Hochwasserrisikomanagements. Es schließt eine Lücke zwischen der Aus- und Weiterbildung einzelner Disziplinen. Vor allem natur- und ingenieurwissenschaftliche Grundlagen werden mit Erkenntnissen der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie der Raumwissenschaft zusammengeführt.

### Transdisziplinär im Hochwasserrisikomanagement ausbilden

Hier setzt das Forschungsvorhaben FLOODmaster an, das an der Technischen Universität Dresden in englischer Sprache durchgeführt wird. Ziel ist die Konzipierung und Erprobung eines internationalen Lehrmoduls, in dem natur- und gesellschaftswissenschaftliche Kenntnisse und Methoden vermittelt werden, die für ein integriertes Hochwasserrisikomanagement relevant sind.

### Hauptfokus und Studienkonzept

Hierzu gehören insbesondere die Ursachen von Hochwassern, die Vulnerabilität betroffener Gebiete, daraus ableitbare Risiken sowie die Minderung von Risiken durch Vor- und Nachsorge und das Katastrophenmanagement. Alle Aspekte sind in ein Studienkonzept einbezogen, das aus zwei Ringvorlesungen, vier Workshops, einer mehrtägigen Exkursion sowie einer praxisbezogenen Studienarbeit besteht.

### Main focus and study concept

The main foci of the module are various types of flood hazards, social, economic and ecological vulnerability, risks and risk reduction as well as management strategies. All aspects are integrated into a study concept based on two classes, four workshops, a study tour, and a study project. Participants successfully completing all components of the module will receive a FLOODmaster certificate. The teaching material is web-based for download and interactive use for university lectures and distance learning courses. The study programme works in close cooperation with a scientific advisory committee as well as with national (BMBF-RIMAX) and international partners (EU-IP FLOODsite).

Zielgruppen sind Studenten/innen höherer Fachsemester und Graduierte sowie Experten, die ihr Wissen erweitern wollen. Nach erfolgreicher Absolvierung aller Komponenten wird den Teilnehmern ein Abschlusszertifikat ausgehändigt. Die Lehrmaterialien werden webbasiert für ein Direkt- und Fernstudium bereitgestellt.

Die Entwicklung des Moduls wird von einem wissenschaftlichen Beirat begleitet. Das Projekt kooperiert eng mit europäischen Hochschulen und Forschergruppen in nationalen und internationalen Forschungsvorhaben insbesondere im Rahmen des BMBF-RIMAX-Programmes sowie des EU-Forschungsprojektes FLOODsite.



Abschlussession am Eidersperrwerk, Eidermündung (Coastal Flood-Workshop Januar 2006, Büsum, Nordsee)

### Beispielseite des E-learning Materials von FLOODmaster

International Teaching Module  
**FLOODmaster**  
Integrated Flood Risk Management of Extreme  
Events



Class I:  
**Sources, Pathways  
and Receptors**

Lecture 8:

**Measures and Instruments  
for Flood Risk Reduction**

J. Schanze  
Leibniz Institute of Ecological and  
Regional Development



## DVD-ROM Hochwasser – Grundlagen, Risiken und Abwehr

## DVD-ROM Floods – Causes, Risks and Strategies



Benutzeroberfläche der Lernsoftware

Ziel des Projekts ist die Konzeption und Produktion einer multimedialen DVD-ROM auf der Basis interaktiver Lehr- und Lernmodule sowie einem etwa 15-minütigen Filmbeitrag für den Einsatz im Schulunterricht. Durch spezielle Schwerpunktthemen eignet sich die DVD-ROM für den Einsatz in allen Fächern mit naturwissenschaftlichem Bezug, bietet darüber hinaus aber auch zahlreiche Anregungen für einen Fächer verbindenden Unterricht. Die Auswahl der Themen erfolgt nach dem Gesichtspunkt der universellen

Einsetzbarkeit  
(Bundesländer,

Jahrgangsstufen). Dazu zählen u.a.: Klimatische Grundlagen, Wasserkreislauf, Boden- und Flächennutzung, Gefährdungsbereiche, technischer und vorsorgender Hochwasserschutz und Verhaltensmaßnahmen im Notfall.

### Interaktive Lernmodule plus Filmbeitrag

Durch den Einsatz multimedialer und interaktiver Techniken werden wesentliche Vorteile bei der Vermittlung von Lerninhalten erzielt. Animationen, Parameter-Interaktionen, Lernzielkontrollen und multifunktionale Informationszugänge ermöglichen eine ganz neue Betrachtungsweise vieler Aspekte und sind ein wichtiger Baustein eines modernen Unterrichts. Leider ist der Einsatz von Lernsoftware an Schulen immer noch mit organisatorischen Problemen behaftet. Daher wird der Software-Teil um einen professionellen Filmbeitrag mit Originalaufnahmen verschiedener Hochwasserereignisse, Animationen und Experteninterviews erweitert - abspielbar auf jedem handelsüblichen DVD-Player. Die DVD-ROM wird durch Arbeitsblätter und didaktische Hinweise zur Behandlung des Themas im Unterricht ergänzt.

### Integration ausgewählter RIMAX-Projektergebnisse

Eines der erklärten Ziele des Projektes ist es, den Schülerinnen und Schülern neben allgemeinen Informationen zum Thema Hochwasser die vielfältigen Parameter und deren Wechselwirkungen, wie sie im Projekt RIMAX erforscht werden, interaktiv erlebbar zu machen. Sowohl im Multimedia-Teil der DVD, besonders aber im Filmbeitrag, werden RIMAX-Projektergebnisse vorgestellt und somit ein direkter Einblick in die spannende Hochwasserforschung gegeben.

Filmteams in Hitzacker (April 2006)



The aim of this project is the design and production of interactive learning modules and of a 15 minute film on DVD-ROM for use in schools. Special features make this DVD-ROM suitable for all subjects related to the natural sciences. Many suggestions for interdisciplinary courses are given as well. The features comprise these topics (amongst others): climatic basics, the water cycle, land use, hazards and hazard zones, jurisdiction and responsibilities, flood control measures and tips for behaviour in case of emergency.

### Praxisrelevanz

Die Aufklärung der Öffentlichkeit über das Ursache-Wirkungsprinzip von Hochwasserereignissen ist eines der dringendsten Anliegen der Katastrophenvorsorge. Ein idealer Ort dafür ist die Schule, denn das Thema setzt in der Lebenswelt vieler Schülerinnen und Schüler an. Die DVD-ROM fördert den selbstbestimmten und handlungsorientierten Umgang mit dem Themenbereich Hochwasser im Unterricht und ist ebenso zur Unterrichtsvorbereitung geeignet.

### Interactive learning modules plus film

The use of multimedia-based technologies achieves essential advantages in knowledge transfer. Animations, interactive modules, quiz sections and multifunctional ways of presenting information enable

new approaches and are a fundamental component of modern learning. Unfortunately, the use of software in classrooms has still organisational problems. Therefore the software is augmented by a professional educational film containing original shots of floods, animations and interviews with experts, playable on all commercially available DVD-players. Extra materials comprise didactic references and worksheets.

### Integration of selected RIMAX-results

The DVD-ROM contains general information about floods and flood control measures as well as flood causing parameters and their interactions being researched through RIMAX. Not only the software but also the film present RIMAX-results and provide insight into the exciting research on floods.

## Coordination of the BMBF Research Activity "Risk Management of Extreme Flood Events"

## Koordinierung der BMBF-Förderaktivität „Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse“

Flood risk management in Germany is complex, with many stakeholders and responsibilities. Applied research must take this into account. An extensive research programme such as RIMAX requires coordination of the internal workflow as well as coordination of the work with national and international partners.

### Technical and scientific support

The coordinating team aims at providing organisational and scientific support to the research projects, in consultation with the Federal Ministry of Education and Research and its assigned project management organisations. It promotes the creation of synergies with national and European research activities and presents RIMAX and its research results among experts and politicians, thus contributing to the effective transfer of research and development into practice.

### Contact

The coordinating team serves as a contact for the scientific community and the public. It promotes inter-project networking as well as networking with future users and with national and European stakeholders from the fields of science, administration, politics, economics and emergency services. The coordinating team presents RIMAX at both national and international levels and offers support to the projects in terms of publishing research results. It provides information regarding current scientific developments and recent progress within RIMAX via the project website, the mailing list and the newsletter. Other responsibilities include the organisation of workshops and the centralised provision of geo-data for the projects.

Hochwassermanagement ist in Deutschland ein komplexes Feld mit vielen Akteuren und Zuständigkeiten. Praxisnahe Forschung muss dies berücksichtigen. Für eine so große Förderaktivität wie RIMAX ist daher eine Koordinierung des internen Projektablaufs wie auch der nationalen und internationalen Zusammenarbeit unerlässlich.

### Praxisrelevanz

Bislang wurden Ergebnisse aus Forschungsprojekten häufig nur unzureichend in die Praxis umgesetzt. In RIMAX wird durch die Integration zahlreicher Akteure aus der Praxis eine Forschungsstruktur geschaffen, die eine direkte Zusammenarbeit zwischen Forschern und Anwendern etabliert. Das Koordinierungsvorhaben erarbeitet zudem gezielt Strategien für eine effektive und projektübergreifende Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis.

### Inhaltliche und organisatorische Begleitung

Das Ziel des Koordinierungsvorhabens ist es, die Förderaktivität in Absprache mit dem BMBF und den Projektträgern inhaltlich und organisatorisch zu begleiten, Synergieeffekte mit nationalen und europäischen Forschungsaktivitäten herzustellen sowie das Programm und seine Ergebnisse in der Fachwelt und im politischen Raum zu präsentieren und somit zu einer direkten Verwertung der Forschungs- und Entwicklungsergebnisse beizutragen.

### Zentrale Anlaufstelle

Das Koordinierungsbüro dient als zentrale Anlaufstelle für Wissenschaftler wie Öffentlichkeit und fördert die Vernetzung der Projekte untereinander sowie mit den zukünftigen Anwendern. Es koordiniert die Abstimmung mit anderen nationalen und europäischen Akteuren aus Wissenschaft, Verwaltung, Politik, Wirtschaft und Katastrophenschutz. Das Koordinierungsbüro präsentiert RIMAX im nationalen wie internationalen Umfeld und unterstützt die Projektpartner bei der Veröffentlichung der Projektergebnisse. Es informiert mit Hilfe der Projekthomepage, des E-Mail-Verteilers und durch den Newsletter alle Interessierten über fachliche Neuigkeiten sowie aktuelle Entwicklungen innerhalb der Förderaktivität. Weitere Aufgaben sind die Organisation von Veranstaltungen und die zentrale Beschaffung von Geo- und Klimadaten für die Projekte.

PORTRAIT  
FORSCHUNG  
AKTUELLES  
DOWNLOAD  
ÖFFENTLICHKEIT  
LINKS

rimax

Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse

Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse

Home | Kontakt | Impressum | Sitemap

Willkommen beim

**Förderprogramm "Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse" (RIMAX)**

Im Rahmen des Programms RIMAX werden durch Integration unterschiedlicher Fachdisziplinen und verschiedener Akteure verbesserte Instrumente des Hochwasserrisikomanagements entwickelt und implementiert. Im Fokus stehen extreme Hochwasserereignisse mit einem Wiederkehrintervall von mehr als 100 Jahren in Flussgebieten.

Das Programm wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

Koordinierung:  
**GFZ**  
POTSDAM

in Kooperation mit:  
**CEDIM**

Projektträger:  
**PtO**  
Hochwasserforum  
Fachhochschule Ostfalen

**F** Forschungszentrum Karlsruhe  
in der Helmholtz-Gemeinschaft  
Projektpartner Forschungszentrum Karlsruhe

© Koordinationsstelle „Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse“, GFZ Potsdam

www.rimax-hochwasser.de

# SICHERN UND STEUERN

## PROTECTION AND CONTROL

In einem so dicht besiedelten Gebiet wie der Bundesrepublik Deutschland wird sich nicht jegliche menschliche Nutzung aus den überschwemmungsgefährdeten Gebieten verbannen lassen. Deshalb ist der technische Hochwasserschutz auch zukünftig ein unverzichtbarer Baustein des Hochwasserrisikomanagements. Am sichtbarsten sind die vielen Kilometer Flussdeiche.

### **Deiche sichern, Rückhalteräume steuern**

Nicht alle Deiche sind jedoch in optimalem Zustand. Neue Messtechniken sollen Stellen identifizieren, die einer Sanierung bedürfen oder im Hochwasserfall rechtzeitig über gefährdete Deichabschnitte informieren. In RIMAX werden außerdem Techniken und Materialien entwickelt, die die Standsicherheit der Deiche erhöhen. Talsperren und zahlreiche weitere Retentionsräume dienen bei Hochwasser als vorübergehender Wasserspeicher und reduzieren dadurch die Abflussspitzen. Hierzu werden moderne Steuersysteme entwickelt, um Nutzungskonflikte zu vermeiden, ungünstige Überlagerungen von Hochwasserwellen zu vermeiden und um den vorhandenen Raum möglichst effektiv zu nutzen.



### **Sicherheit auch bei extremen Fluten**

Stauanlagen, wie Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken, dürfen selbst bei einem Hochwasser, das nur einmal in 10.000 Jahren auftritt, nicht brechen. In RIMAX werden praxistaugliche Methoden erarbeitet, um diese Ereignisse sicherer abzuschätzen.

### **Auch Grundwasser hat Hochwasser**

Schäden während eines Hochwassers werden auch durch ansteigendes Grundwasser verursacht. Davon sind häufig die Infrastruktur oder die Trinkwassergewinnung betroffen. RIMAX-Projekte entwickeln deshalb Computermodelle, mit denen sich diese Wechselwirkungen leichter vorhersagen lassen.

In a densely populated country like Germany it is impossible to remove every anthropogenic use from flood prone areas. Therefore, technical flood defence will also be an essential component of flood risk management in the future. The most obvious structures are the many kilometres of river dykes.

### **Securing dykes, operating retention basins**

Not every dyke is in its best condition. New measurement techniques should identify locations where restoration is necessary and should also inform, during the flood, about sections susceptible to dyke failure. In addition, RIMAX projects are developing materials and techniques to improve the stability of the dykes. Dams and numerous other retention structures are used for temporary water storage to reduce runoff peaks in case of flooding. For this purpose, modern control systems are being developed. They are supposed to prevent the superposition of different flood waves and to use the storage volumes more effectively.

### **Safety during extreme floods**

Flood retention structures, i.e. reservoirs and polders must resist a one in 10.000 years flood. This requires, in particular, adequate spillway dimensions. Projects within RIMAX are developing suitable methods for estimating these extreme events more reliably.

### **Groundwater floods**

Losses within a flood event are also caused by the rise in the groundwater level. This often affects parts of the infrastructure or the drinking water supply. To better predict the interactions between runoff, sewer through-flow and groundwater, computer models are being developed.





## Optimising Levee-Monitoring by Reliable Identification and Evaluation of Vulnerabilities

The goal of this study is to develop a monitoring concept for dykes on the basis of geo-statistical analysis. At first, the reliable identification and evaluation of weak points in the dyke system is to take place. Subsequently, a possible expansion of the monitoring concept to the whole dyke system is to be evaluated.

### Detailed Evaluation

The mechanical properties of the soil at a specific location are to be studied. Geo-statistical calculations and laboratory experiments will be used to identify critical parameters of the failure processes and to improve the quality and validity of the results. Innovative monitoring procedures are to be developed in order to record the soil-water contents, the porewater tension, and the change of tension due to flooding. In parallel, laboratory experiments will be conducted to determine strength parameters and their changes due to saturation. The geo-statistical procedures, to determine spatial distribution and occurrence probability of weak points, are to be adapted to dyke specifications.

Finally, the monitoring system and accompanying recommendations will be available for use by qualified personnel at every river dyke, independent of the knowledge about their strength parameters.

### Praxisrelevanz

*Aufgrund der Ergebnisse und Empfehlungen für die Anwendung in der Praxis können Fachleute das entwickelte Monitoringsystem anwenden und Untersuchungsergebnisse verbessern. Damit wird die Bewertung des Zustands vorhandener Deiche zuverlässiger und Deichertüchtigungsmaßnahmen können nach Priorität durchgeführt werden.*

## Optimierung des Deichmonitorings für eine zuverlässige Identifikation und Bewertung von Schwachstellen

Über den Aufbau und den Zustand im Innern vieler älterer Deiche liegen bislang keine Informationen vor. Deshalb soll auf der Basis von Untersuchungen und einer geostatistischen Bearbeitung der Ergebnisse ein Monitorkonzept für Deiche entwickelt werden. Ziel ist eine zuverlässige Identifikation und Bewertung von Schwachstellen und die anschließende Anwendbarkeit des Monitorkonzeptes auf beliebige Deichabschnitte.

### Im Kleinen wird detailliert untersucht

Die bodenmechanischen Eigenschaften eines konkreten Standortes sollen untersucht und anschließend die Aussagequalität dieser Daten mittels geostatistischer Verfahren verbessert werden. Danach ist an den gewonnenen Proben die Durchführung von Laborversuchen zur Identifikation maßgebender Parameter bei Versagensprozessen geplant.

Die Entwicklung eines innovativen Monitorings zur Erfassung des Wassergehaltes des Bodens, der Porenwasserspannungen und der Spannungsänderungen infolge Einstau wird begleitet durch ein Laborversuchsprogramm zur Ermittlung der Festigkeitsparameter und deren Veränderung infolge Aufsättigung. Geostatistische Verfahren zur Ermittlung der räumlichen Verteilung und Auftretswahrscheinlichkeit von Schwachstellen werden an die Spezifikationen von Deichen adaptiert.

An Flussdeichen, für die bislang wenig bis gar keine Informationen über ihre Festigkeitsparameter vorliegen, kann das Monitoringsystem mit den erarbeiteten Empfehlungen für die Anwendung in der Praxis von allen Fachleuten angewendet werden.

### Versuchsstandort Elbedeich nahe Penkefitz



## DEISTRUKT – Systematische Evaluierung existierender und innovativer Methoden zur Schwachstellenanalyse und Strukturerkundung von Deichen

## DEISTRUKT – Systematic Evaluation of Existing and Emerging Methods for Structural Investigation and Flaw Detection of Levees



Bodenradar-Untersuchungen auf einem Sanddamm

Das Ziel des Projekts DEISTRUKT ist eine Evaluierung geophysikalischer, zerstörungsfreier Methoden zur Strukturerkundung und Schwachstellenanalyse von Deichen und dem darunter liegenden Baugrund. Diese Methoden können die konventionelle Deicherkundung durch Bohrungen und Probennahme beschleunigen und zuverlässiger machen. Obwohl Geophysik schon seit langem auf Deichen eingesetzt wird, gibt es keine einheitliche Herangehensweise, Methodenkatologe oder Empfehlungen.

Geophysikalische Methoden sehen in den Deich. Eine umfangreiche Bestandsaufnahme früherer Arbeiten zeigte, dass ein Großteil der Untersu-

chungen aus Sicht der Auftraggeber erfolgreich war. Allerdings ist die wichtigste offene Frage im Zuge der Interpretation in der Regel die Übersetzung der geophysikalischen Daten und Bilder in Parameter für die Standsicherheitsberechnung.

### Praktische Tests an Elbe und Mulde

Auf dieser Grundlage und neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen wurden die Methoden ausgewählt, die an vier Standorten an Elbe und Mulde evaluiert werden sollen: geoelektrische Widerstandsmessungen, Bodenradar, Elektromagnetik und Seismik. Zusätzlich werden innovative Methoden, wie zum Beispiel die Spektrale Induzierte Polarisation (SIP), Bodenradararrays oder Multistations-Oberflächenwellenseismik (MASW) getestet. Erste erfolgreiche Messungen sind bereits durchgeführt.

### Handbuch für Deichverantwortliche

Die Ergebnisse fließen in ein Handbuch für Deichverantwortliche, das nicht nur Empfehlungen für bestimmte Methoden enthält, sondern auch konkrete Hinweise zu Aufwand, Nutzen, Messparametern und Verwertung der Ergebnisse gibt. Dies soll auch künftige Regelwerke beeinflussen. Ein Workshop wird im Jahr 2007 Interessenten die Resultate nahe bringen.

### Praxisrelevanz

Deiche werden bisher nur stichprobenartig durch Bohrungen untersucht. Gefährliche Schwachstellen können so übersehen werden. Zerstörungsfreie geophysikalische Methoden sind dagegen in der Lage, profil- und flächenhaft Daten zu liefern. DEISTRUKT wird mit einem Handbuch Entscheidungshilfe zur Methodenauswahl bieten und Hinweise zur Nutzung der Geophysik für Standsicherheitsberechnungen liefern.

### Practical tests at the Elbe and Mulde rivers

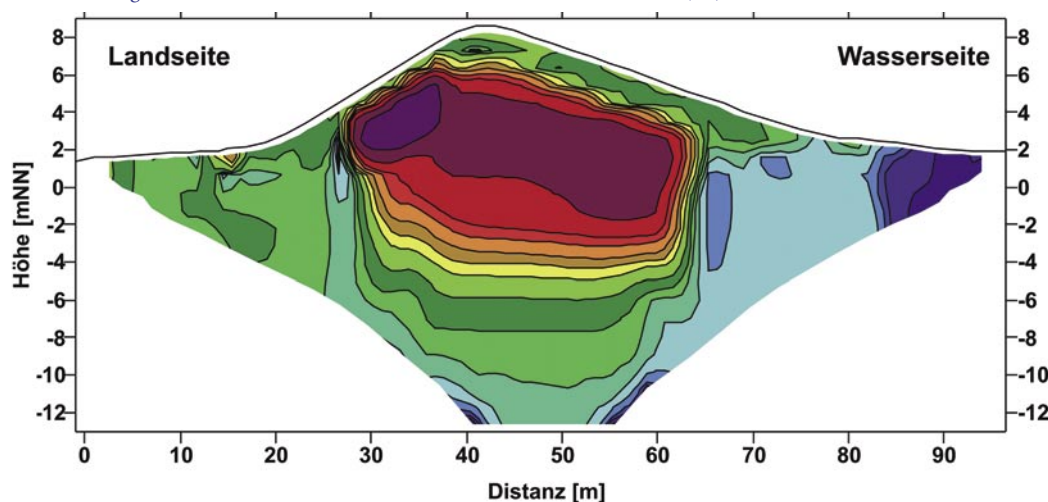
Based on the case studies reviewed and new scientific results, a variety of methods were selected for practical testing: DC-

geoelectrics, GPR, electromagnetics and seismics. Some emerging technologies such as complex resistivity, GPR-arrays or MASW will also be evaluated. This work will be done at four different levees along the Elbe and Mulde rivers, which were affected by the major flood in 2002.

### Handbook for persons in charge

The main outcome of DEISTRUKT will be a best practices handbook for persons in charge of levee inspection. They will find method recommendations and tips for use of the results. In addition, a workshop will be held in 2007.

Ein geoelektrischer Schnitt durch den Deich macht den alten Sandkern (rot) sichtbar



## Investigations on a Full Scale Research Dyke to Improve the Resistance and Stability of River Dykes during Floods and Dyke Overflow

The flood disasters of the last few years demonstrate the significance of effective flood control. According to the Hessian Ministry of the Environment, half of the dykes along the Rhine and Main rivers in Hesse show insufficiencies and would not withstand a flood like the one at the Elbe River in 2002. Thus, extreme floods represent the worst imaginable natural disaster for Hesse.

### Dyke Overflow

During extreme floods it can be assumed that design water levels will be exceeded so that sections of the dyke line will overflow. This research project aims to gain insight into the suitability of alternative innovative building materials such as recycling material and geosynthetics for construction and remediation of river dykes, in terms of their stability and resistance against erosion during sustained flooding and dyke overflow.

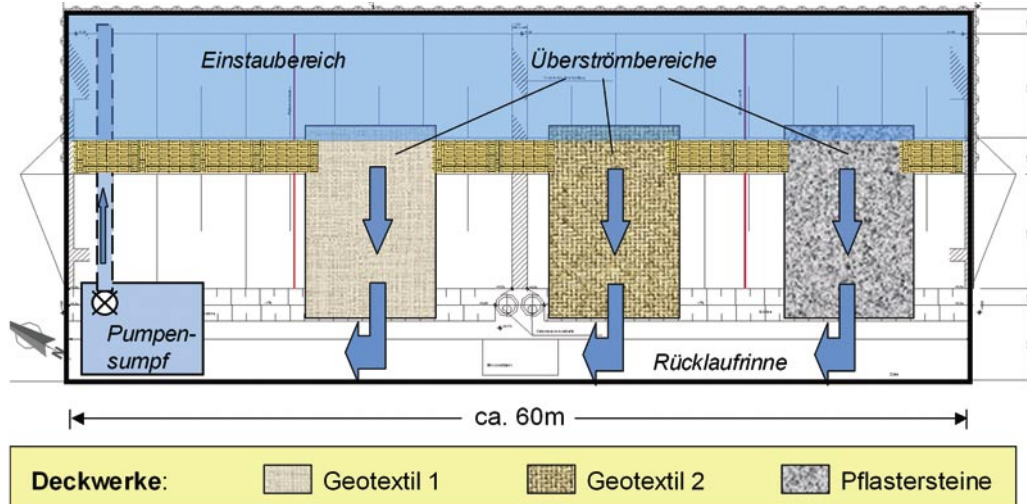
#### Praxisrelevanz

Durch die enge Zusammenarbeit mit dem hessischen Umweltministerium ist die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse aus dem Forschungsvorhaben bei der Sanierung der hessischen Rhein- und Maindeiche sichergestellt. Die entwickelten Verfahren und Konzepte zur Optimierung der Deichsanierung und des Deichneubaus sollen somit zur Erhöhung der Deichsicherheit und zur Reduzierung von Sanierungs- und Neubaukosten beitragen.

### Full scale research dyke

In the research project, sustained flooding and dyke overflow will be simulated in experiments on a full-scale research dyke. The dyke will be exposed to both the enduring forces of water pressure and percolation during ponding and the shear stress during dyke overflow, which the tested materials will have to resist.

## Sicherer Deich – Untersuchungen an einem Forschungsdeich im Maßstab 1:1 zur Verbesserung des Widerstandsverhaltens bzw. der Standsicherheit von Flussdeichen bei langeinstauenden Hochwassern und Deichüberströmung



Aufsicht auf einen Versuchsdeich zur Deichüberströmung mit definierten Überlaufbereichen zur Untersuchung der Erosionssicherheit verschiedener Deckwerke – schematisch

Die Hochwasserkatastrophen der letzten Jahre verdeutlichen die Signifikanz eines effektiven konstruktiven Hochwasserschutzes. Das Hessische Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz geht davon aus, dass allein in Hessen die Hälfte aller Deiche an Rhein und Main Mängel aufweist und einem Hochwasserereignis wie 2002 an der Elbe nicht standhalten würde. Daher stellt eine solche extreme Hochwassersituation die für Hessen derzeit schlimmste denkbare Naturkatastrophe dar.

### Deichüberströmung

Bei extremen Hochwasserereignissen ist potenziell mit einer Überschreitung der Bemessungswasserstände zu rechnen, so dass Deichüberströmungen in weiten Bereichen auftreten

können. Das Forschungsvorhaben soll im Bereich des Deichbaus und der Deichsanierung neue Erkenntnisse über die Eignung von alternativen, neuartigen Baumaterialien, wie Recyclingmaterial und Geokunststoffen, im Hinblick auf Stand- und Erosionssicherheit bei lang anhaltenden Hochwasserereignissen und Deichüberströmung liefern. Ferner sollen Alternativen zu den herkömmlichen Deichsanierungsmaßnahmen erarbeitet werden, die den Aufwand und die Kosten reduzieren, trotzdem aber mindestens genauso effektiv sind.

### Forschungsdeich im Naturmaßstab

In diesem Forschungsvorhaben sollen an einem Versuchsdeich im Naturmaßstab 1:1 langeinstauende Hochwasserereignisse und Deichüberströmungen simuliert werden. Der Forschungsdeich ist somit sowohl Dauerbelastungen durch den Wasserdruck und die Deichdurchsickerung als auch großen Schubspannungen auf Deichkrone und landseitiger Böschung durch die Überströmung ausgesetzt. Die verwendeten Materialien sollen all diesen Belastungen standhalten.



Eingestauter Forschungsdeich

## Bewertung und Prognose der Standsicherheit von Hochwasserschutzdeichen durch Monitoring mittels Time Domain Reflectometry (TDR)

## Assessment and Prediction of the Stability of River Dykes by Monitoring Using Time Domain Reflectometry (TDR)

Viele Deichanlagen in Deutschland bauen aufgrund ihrer historischen Entwicklung auf alter Substanz auf. Derartige Altdeiche entsprechen nicht den heute allgemein anerkannten Regeln der Technik. Bei geringfügigen Mängeln ist eine Sanierung dieser Deiche nicht erforderlich, wenn neuralgische Deichabschnitte mit Hilfe eines geeigneten Monitoring- und Bewertungssystems beobachtet werden.

### Feuchteverteilung als Bewertungsbasis

Die Feuchteverteilung innerhalb eines Deiches zu Beginn eines Hochwassers beeinflusst maßgebend die instationäre Durchfeuchtung des Deichkörpers und als Folge seine Standsicherheit. Mit Hilfe geeigneter Modelle sollen auf Basis gemessener Feuchteverteilungen für ein gegebenes Hochwasser Durchfeuchtungsverlauf und Standsicherheit prognostiziert und bewertet werden.

### Feuchtemessung mittels TDR

Die örtliche Erfassung der Feuchte ist mit Hilfe der TDR-Methode und optimierter Auswertelgorithmen entlang von Flachbandkabeln möglich (Spatial-TDR). Für eine automatisierte Datenaufzeichnung und -fernübertragung wird ein online-Überwachungssystem für Deiche entwickelt.

Die Ergebnisse dieses Projektes sind in unterschiedlichen Anwendungsfeldern nutzbar: 1) Methoden für die stochastische Bemessung von Bauwerken, 2) Einbringtechnik für linienhafte Elemente und 3) Auswerte- und Kalibriermethoden für elektromagnetische Messverfahren.

Many dyke systems in Germany are not state of the art due to their historical development. In the case of marginal deficiencies refurbishment is not necessary, as long as critical dyke sections are assessed, on an ongoing basis, using a suitable monitoring system.

### Soil moisture distribution as a basis for assessment

Other conditions remaining constant, the tran-

sient seepage through a dyke and its stability depend on the soil moisture distribution inside the dyke body. Both the transient seepage and the stability will be calculated and assessed for a given flood wave.

### Soil moisture measurement using TDR

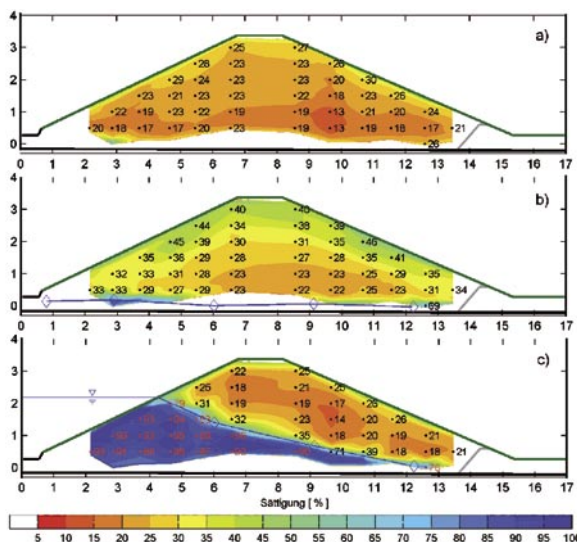
The spatial determination of moisture is possible along extended flat band cables using TDR (Spatial-TDR). An online-measuring system for dykes will be developed for automated data acquisition and remote data transmission.

The results of the projects can be implemented for different purposes:

1) Methods for the stochastic assessment of structures, 2) An installation technique for cable-like elements and 3) Methods for the analysis and calibration of electromagnetic measuring systems.

### Praxisrelevanz

Ein nachhaltiges Hochwassermanagement erfordert zuverlässige Informationen über die Funktionstüchtigkeit von Bauwerken des technischen Hochwasserschutzes. Der visuellen Beobachtung durch Begehung innerhalb der Deichverteidigung sind hier natürliche Grenzen gesetzt, die durch eine online-Überwachung des hydraulischen Zustandes innerhalb von Deichen geschlossen werden kann.



Ergebnisse einer TDR-Feuchtemessung zu unterschiedlichen Situationen:  
a) natürlicher, unbeeinflusster Zustand

b) nach künstlicher Beregnung (Simulation eines hundertjährigen Regenereignisses)

c) instationärer Strömungszustand mit Angabe der Sickerlinie, wie sie sich aus Druckmessungen in der Basis abschätzen lässt

## Stabilisation of River Dykes with Draining Devices to Collect Seepage Water

## Stabilisierung bruchgefährdeter Flussdeiche mit Dränelementen zur Sickerwasserfassung und Bewehrung

Dyke failures, and the enormous damage they cause, have been a common occurrence during floods in recent years. Besides extreme meteorological conditions, ageing and the design of the dyke structures must be considered as main reasons for the failures. An overall refurbishment of the dyke systems can only take place on a long-term basis due to the considerable costs.

### Innovative stabilisation techniques

This project aims to develop short-term low cost stabilisation techniques to improve dyke structures. In addition to a basic verification of the feasibility, industrial implementation is also being aimed for.

### Practical application

The stability of endangered saturated dyke structures is to be improved by the mechanical installation of drainage devices, thus preventing dyke failure by controlling seepage in the structure. Furthermore the fortification effects of the drainage devices are to be quantified.

Sufficient bonding between the drainage device and the surrounding soil must be achieved by selecting suitable materials. To prevent erosion in the transition area between soil and drainage device, an improvement of the coating of the draining device may be necessary.

### Praxisrelevanz

Das Projekt dient der Entwicklung einer vielfältig einsetzbaren Technik zur Ertüchtigung von bestehenden Deichbauwerken, die nicht dem Stand der Technik entsprechen. Diese kann sowohl bei einer kurzfristigen Sicherung im Katastrophenfall als auch zur mittelfristigen Ertüchtigung gefährdeter Deichabschnitte in hochwasserfreien Zeiten eingesetzt werden.

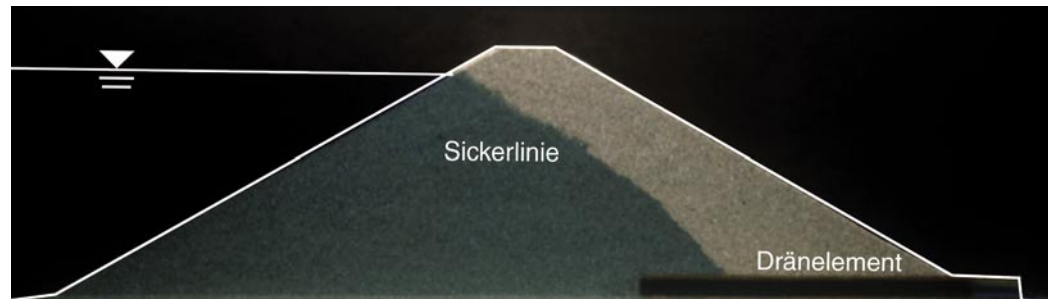
Im Rahmen von Hochwasserereignissen in den letzten Jahren kam es immer wieder zu Deichbrüchen, die mit immensen Schäden im Hinterland verbunden waren. Als Ursache sind neben den extremen meteorologischen Ereignissen u. a. die Alterung und der Aufbau der Deichbauwerke selbst anzusehen. Eine erforderliche Sanierung der Deichstrecken aber kann flächendeckend aus Kostengründen allenfalls langfristig erfolgen.

### Innovative Verfahren und Sicherungstechniken

In diesem Projekt sollen daher Verfahren und Techniken entwickelt werden, die eine kurz- bzw. mittelfristige Ertüchtigung bestehender Deiche mit geringem finanziellen und bautechnischen Aufwand ermöglichen. Neben einem grundlegenden Nachweis der Machbarkeit der Stabilisierung bruchgefährdeter Altdeiche mittels Sickerwasserfassung und Bewehrung ist auch die spätere industrielle Umsetzung angestrebt.

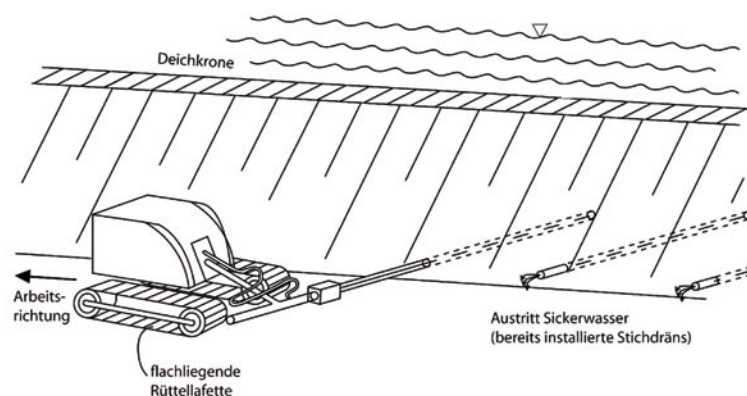
### Praktische Umsetzung

Vorgesehen ist, in bruchgefährdete durchweichte Deiche maschinell Dränelemente einzubauen, die es ermöglichen, den Wasserandrang zum Deichfuß abzufangen und auf diese Weise ein Versagen der Deiche zu verhindern. Außerdem ist die zusätzliche Bewehrungswirkung der Dränelemente zu quantifizieren. Bei der Materialauswahl der Dränelemente muss ein ausreichender Verbund (Mantelreibung) zwischen dem Dränelement und dem umgebenden Boden erreicht werden. Des Weiteren müssen im Kontaktbereich Erosionsvorgänge ausgeschlossen werden. Dazu sind ggf. Optimierungen bei der Ummantelung der Dränelemente oder der Dränstruktur vorzunehmen.



Ertüchtigung eines homogenen Deichquerschnitts durch Anordnung eines Dränelementes (Modellversuch)

Leichtes Gerät zum Einbringen linienförmiger Dränelemente



## Sensorbasierte Geotextilien zur Deichertüchtigung

## Geotextiles based on Sensors for Application in Dyke Reinforcement

Zur Analyse des Deichzustands wird bis heute i.d.R. eine visuelle oberflächige Deichinspektion durchgeführt. Im Hochwasserfall ist diese Inspektionsmethode nur mit hohem personellen Einsatz realisierbar. Deshalb ist rechtzeitige, gezielte Deichunterstützung im Krisenfall oft nicht möglich.

### Deichertüchtigung inklusive Deichmonitoring

Ziel des Projekts ist es, Geotextilien zu entwickeln, die neben klassischer Deichertüchtigung auch Deichmonitoring ermöglichen. Dabei sollen mit dem Monitoringsystem mögliche Schwachstellen im Deich zuverlässig und frühzeitig festgestellt werden.

Im Ergebnis des Forschungsprojekts sollen innovative Textilstrukturen mit integrierten faseroptischen Sensoren vorliegen, mit denen Deiche befestigt werden können. Darüber hinaus sollen sie im Hochwasserfall Schadensorte anzeigen und im normalen Belastungszustand eine periodisch aktivierbare Online-Deichüberwachung ermöglichen.

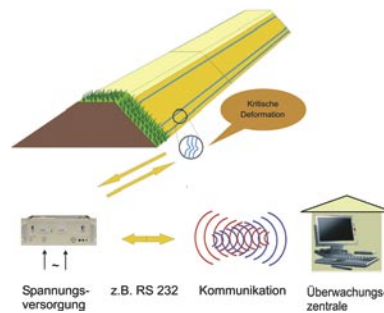
Als Sensoren finden gewöhnliche, preisgünstige Glasfasern der Telekommunikationstechnik Verwendung. Werden solche Sensorfasern in Gewirken fixiert und erfolgt eine Zustandsmessung an den Fasern mit geeigneten optischen Messverfahren, überwachen diese den Deich in der gewünschten räumlichen Ausdehnung bis hin zu einigen Kilometern Länge. Basis für den Einsatz dieser einfachen optischen Fasern als Sensoren bildet die Anwendung spezieller optischer Messverfahren und Messtechnik.

### Praxisrelevanz

Frühzeitige Gefahrenerkennung und -abwehr durch automatische Schwachstellenanalyse und Erfassung einer Schädigungszunahme mit geringem Personalaufwand

Automatisierte Sammlung von flächendeckenden Informationen wie Erosion, Durchsickerung, Setzungen

Ökonomische Vorteile beim Einbau, da Deichbewehrung und Monitoringsystem in einem Arbeitsschritt in den Deich eingebracht werden.



### Sensorbasiertes Geotextil zur Deichertüchtigung

Our project focuses on geotextiles, which serve the purpose of both dyke reinforcement and dyke monitoring. We like to develop a monitoring system that detects any fault zone in a dyke reliably and in early time.

### Dyke reinforcement and dyke monitoring

The goal of our project is to develop innovative textile structures with integrated fibre-optical sensors, with the structures themselves being suitable to reinforce dykes. In the case of flooding, they

are designed to indicate spots that are leaking. In addition, they will be able to provide periodic online dyke monitoring during non-flood times. The development of low-cost equipment suitable to record the measured values is also a component of our project.

For the sensors in question, we are using conventional and inexpensive glass fibres as used in telecommunications technology. The deformation of the textile structure is measured, and this corresponds to the deformation of the dyke. The data is to be collected in measuring stations, which could be located at distances of several kilometres from one another. Our system allows determination of both location and depth of deformation.

### Versuchsdurchführung auf der Vliesraschelmachine im STFI e.V.



Die gemessene Deformation der Textilstruktur – und damit die Deichverformung – wird in Messstationen, die einige Kilometer entfernt voneinander installiert werden können, erfasst und registriert.

### Versuchsumfang

Die Entwicklungsarbeiten erstrecken sich von der Konzipierung des Sensorsystems über Versuche zur textiltechnischen Verarbeitung der Sensoren auf einer Spezialraschelmachine bis hin zu Verlegerversuchen in einem Labordeich und zur Leistungsermittlung.

### Prüfung und Bewertung der Sensorwirkung des Gewirkes im Labor der BAM Berlin

## Development of a Self-sealing Water Barrier for Windows and Doorways

## Entwicklung einer selbst dichtenden Wassersperre für Fenster und Türen

Recent flooding, especially in Saxony, has shown that older buildings, in particular, are in great danger of being damaged by water penetration. Due to uneven masonry surfaces it was not possible to install and seal such buildings impermeably. Therefore, this research project aims at the development of a self-sealing water barrier for windows and doors. The technical principle involves the use of a textile structure filled with a mineral sealing compound and combined with a rust-resistant metallic or non-metallic plate and fastening attachments.

### Manufacturing the self-sealing water barriers

The clay granules can be directly filled into a textile hose while it is being manufactured on textile machinery. KEMAFIL®, small-diameter knitting machines and small-diameter warp knitting machines would all be appropriate for this process.

#### Praxisrelevanz

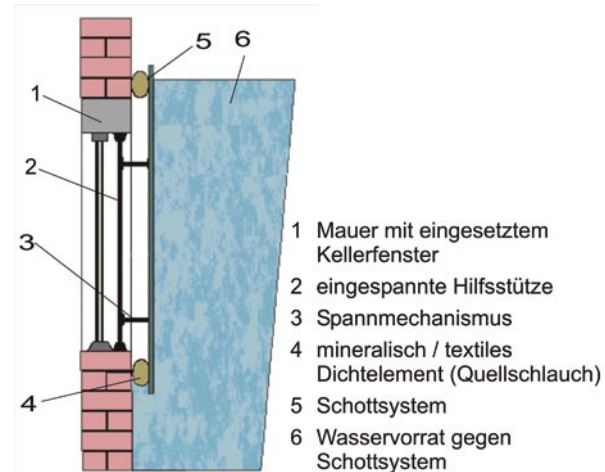
Durch die selbst dichtende Wassersperre für Fenster und Türen werden folgende Vorteile erreicht:

Exakte Abdichtung auch bei Unebenheiten am Mauerwerk ohne zusätzliches Nachdichten

Dichtung ist umweltverträglich, weil aus mineralischen Bestandteilen und damit mit normalen Müll zu entsorgen.

Die Wassersperre ist ein schnellmontierbares, modulares, wirkungsvolles und wirtschaftliches Hochwasserschutzsystem.

Die letzten Hochwasser speziell in Sachsen haben gezeigt, dass insbesondere Altbauten durch Eindringen von Wasser beschädigt wurden. Durch die vorhandenen Unebenheiten des Mauerwerkes an diesen Gebäuden konnte keine exakte und damit undurchlässige Dichtung angebracht werden. Ziel des Vorhabens sind deshalb Untersuchungen zur Entwicklung einer selbst dichtenden Wassersperre für Fenster und Türen. Diese Wassersperre soll aus einer mit mineralischem Dichtungsmaterial (z.B. Tongranulat) gefüllten Textilstruktur und einer nicht rostenden metallischen oder nichtmetallischen Platte inklusive Befestigungsmaterial bestehen.



Prinzipialskizze des Schottsystems mit selbst dichtender Wassersperre

### Dichtungsherstellung

Das Tongranulat ist auch für die Integrierung in einen textilen Schlauch direkt bei dessen Herstellung auf der Textilmaschine geeignet. Als Textilmaschinen sind KEMAFIL®, Kleinrundstrick- und Rundwirkmaschinen verwendbar.

### Dichtungsanwendung

Um eine Dichtwirkung zu erreichen, muss der auf einer dieser Maschinen hergestellte Schlauch mit integrierten mineralischen Granulaten vor dem Einsetzen in die Wassersperre durchfeuchtet werden. Damit wird ein plastischer Zustand der Dichtung erreicht. Durch die damit erreichte leichte Verformbarkeit können ohne zusätzliches Nachdichten größere Mauerunebenheiten, derzeit ca. 3 cm, abgedichtet werden. Außerdem ist die Dichtung leicht zu entfernen.

### Application

To achieve the sealing effect, the manufactured textile hose containing the mineral granules has to be wetted before inserting it into the self-sealing water barrier. That way, the material becomes plastic and is easily formable. At present, a surface unevenness of up to 3 cm can be levelled out without any additional sealing. The self-sealing water barrier can be easily removed.



Mit mineralischen Bestandteilen gefüllte KEMAFIL®-Struktur



KEMAFIL®-Maschine mit Füllereinrichtung

## Risikobasierte Verfahren zur Gewährleistung angemessener Hochwassersicherheiten bei Stauanlagen

## Risk based Methods of Guaranteeing Adequate Flood Safety for Reservoirs

Aufgrund der Hochwasserereignisse der vergangenen Jahre ist die Sensibilität dafür gestiegen, dass keine Stauanlage absolute Sicherheit gewährleisten kann und daher ein gewisses Risiko für die Unterlieger darstellt. Aus diesem Grund gewinnen risikobasierte Verfahren bei der Bemessung neuer bzw. geplanter Stauanlagen und die Sicherheitsbeurteilung bestehender Anlagen an Bedeutung.

### Risikobasiertes Gesamtverfahren

Ziel des Projektes ist die Erarbeitung eines risikobasierten Gesamtverfahrens, das eine zeitgemäße und international abgestimmte Sicherheitsbetrachtung und Bemessung von Stauanlagen gegen hydrologisches Versagen (Überströmen) ermöglicht.

### Aussagekräftige Risikokenngrößen

Durch Kombination von traditionellen und risikobasierten Komponenten wird ein wissenschaftlich abgesichertes und praxisorientiertes Gesamtverfahren erarbeitet. Vorhandene Elemente der risikobasierten Bemessung werden auf eine Integration in ein Hochwasserrisikomanagement des jeweiligen Flussgebietes ausgerichtet und weiterentwickelt.

Ein Teil des Projektes befasst sich mit der Ermittlung von extremen synthetischen Hochwasserzuflüssen, welche zur Durchführung einer risikobasierten Bemessung einer Stauanlage benötigt werden. Die Risikoanalyse beinhaltet dann die Ermittlung der Versagenswahrscheinlichkeiten, Dammbrechmodellierung und Wellenablauf sowie die Bestimmung der Versagensfolgen. Zur Bewertung des Risikos werden aussagekräftige Risikokenngrößen abgeleitet.

Das Verfahren wird an der Henne- und an der Möhnetalsperre im Einzugsgebiet der Ruhr entwickelt und anschließend zur Überprüfung auf eine Stauanlage in Sachsen angewandt. Es wird aufgezeigt, wo die Unsicherheiten in einzelnen Verfahrensschritten besonders groß sind und in welchen Bereichen das Wissen und die Datenlage verbessert werden müssen.

The flood events of recent years have clarified that each hydraulic structure, e.g. a dam, forms a kind of risk, because absolute safety cannot be achieved. Therefore, methods for risk-based design of dams have become more important.

### Risk based methods

The aim of this project is to develop risk assessment methodologies and advanced design procedures to guard against dam failure caused by extreme natural flood loads.

### Determination of risk indices

By combining traditional and risk-based components, a scientifically validated and practicable method will be developed for an integrated risk assessment of dams. The results can be used for

integrated flood risk management of the entire project river basin to help judge the tolerance or acceptance of risks and to support the selection of risk reduction measures. The assessment includes the estimation of failure probabilities, dam breaching, downstream propagation of dam breach flood, damage analysis and the determination of risk indices. A complete risk assessment will be applied to selected reservoir-dam systems in the Ruhr River basin in Germany and to one system in Saxony.

### Praxisrelevanz

Mit dem Gesamtverfahren wird die Umsetzung der neuen DIN 19700-Stauanlagen für Betreiber und Kontrollbehörden mit transparenten forschungsbasierten Methoden unterstützt. Auch die Bemessung neuer und die Sicherheitsbeurteilung bestehender Anlagen wird über eine Risikobewertung mit Einbezug von Versagenswahrscheinlichkeiten, Versagensfolgen und Risikoakzeptanzgrenzen vorangebracht.

### Luftbild Möhnetalsperre



### Luftbild Henne-talsperre



### Dammbbruch am Hochwasserrückhaltebecken Glashütte





## Planning Flood Control Measures in the Unstrut River Basin

The disastrous Elbe River flood in August 2002 and several other extreme floods during recent years point out the necessity for new, sustainable concepts for reducing flood risk.

### Integrative management

In this research project, the scientific basis for the integrative management of flood control structures (reservoirs, flood polders) will be improved. Apart from flood retention, socio-economic aspects are also being considered.

### Optimisation of the flood control system

Existing retention structures are being assessed in terms of the possibility of influencing various types of floods, with respect to varying aims, and in consideration of socio-economic criteria. Approaches for evaluating the efficiency of the management of existing and planned retention structures are being developed. These approaches are being implemented for single as well as for interacting systems of flood control structures.

#### Praxisrelevanz

Die Planung und Optimierung des technischen Hochwasserrückhalts ist eine Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung neuer, zukunftsfähiger Konzepte zur Reduzierung des Hochwasserrisikos in Deutschland. Die in diesem Projekt zu entwickelnden methodischen Ansätze sind auf andere Flussgebiete Deutschlands mit ähnlicher Hochwasserproblematik übertragbar.

The outcome of this research will aid in planning flood retention structures and will help to optimise the methods of operation of the flood control system.

### Interdisciplinary collaboration

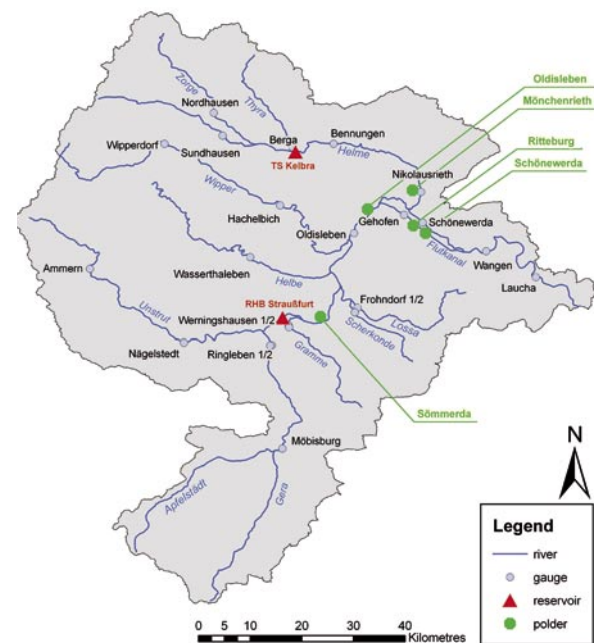
The interdisciplinary analysis of the Unstrut River basin, which is characterised by a high flood risk, enables the development of a complex instrument for planning and management of flood control structures.

## Integrative Nutzung des technischen Hochwasserrückhalts in Poldern und Talsperren am Beispiel des Flussgebiets der Unstrut

Die Erfahrungen aus der verheerenden Hochwasserkatastrophe im Flussgebiet der Elbe im August 2002 und einer Reihe weiterer großer Hochwasser innerhalb der letzten Jahre belegen die Notwendigkeit für verstärkte Anstrengungen zur Entwicklung und Umsetzung neuer, zukunftsfähiger Konzepte zur Reduzierung des Hochwasserrisikos.

### Integrative Bewirtschaftung

In diesem Projekt sollen die wissenschaftlichen Grundlagen für die integrative Bewirtschaftung von Talsperren und Poldern verbessert werden. Dies erfolgt einerseits unter dem Aspekt der Hochwasserrückhaltung, andererseits im Hinblick auf die Sicherung der übrigen Nutzungsarten bzw. den Ausgleich vorhandener Nutzungskonflikte.



Einzugsgebiet der Unstrut

### Optimierung des Hochwasserrückhaltesystems

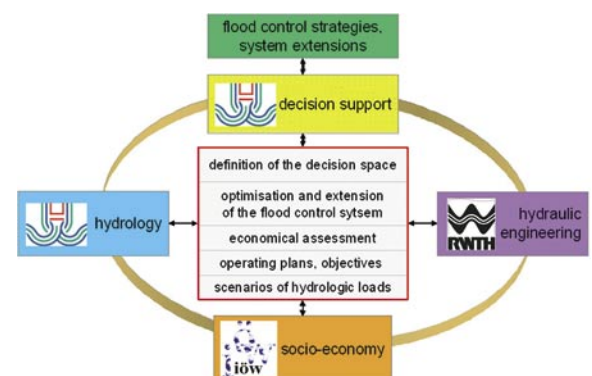
Bestehende Speicher werden im Hinblick auf die Möglichkeiten der Beeinflussung unterschiedlicher Hochwasserereignisse nach verschiedenen Zielgrößen unter Berücksichtigung sozioökonomischer Kriterien bewertet.

Es werden Ansätze zur Beurteilung der Effizienz der Einzel- und Verbundbewirtschaftung vorhandener sowie geplanter Speicher entwickelt. Die Forschungsergebnisse dienen somit der Planung von technischen Hochwasserschutzanlagen und der Optimierung ihrer Betriebsweise im Verbund.

### Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Am Beispiel des hochwassergefährdeten Flussgebiets der Unstrut wird in Zusammenarbeit von Wissenschaftlern aus den Fachbereichen der Hydrologie, Hydraulik, Sozioökonomie und Wasserwirtschaft ein praxisbezogenes und komplexes Planungsinstrumentarium aufgebaut.

### Projekt-Konzeption



## PCRiver – Zuverlässigkeitsanalyse und Risikoabschätzung für den Hochwasserschutz unter integrierter Berücksichtigung geotechnischer, hydrologischer und hydraulischer Einflussgrößen

## PCRiver – Reliability and Risk Analysis in River Flood Protection under Consideration of Geotechnical, Hydrological and Hydraulic Factors



Deichbruch an der Enz bei Rofsag 1993

Die Hochwasserkatastrophen der vergangenen Jahre haben die Weiterentwicklung der Hochwasserschutzkonzepte der Länder, Städte und Gemeinden vorangetrieben. Risikoanalysen, die die Konsequenzen einer Überflutung berücksichtigen, gewinnen hierbei immer mehr an Bedeutung. Die Bestimmung des Risikos erfordert neben der Erfassung der Schadenspotenziale im Deichhinterland auch die Ermittlung der Versagenswahrscheinlichkeit der Hochwasserschutzbauwerke.

Risk analysis is an important component of a flood protection concept as it accounts for the probability of failure of the flood protection structure and the potential damage in the case of failure. The probability of failure is expressed by the flood intensity and the bearing capacity of the defence structure, whereas the quantification of the damage includes the assessment of the vulnerability of the area subject to flooding.

Ein anwendungsreifes Verfahren, das basierend auf der Zuverlässigkeitsanalyse den Anwendern ein praxistaugliches Instrument zur Verfügung stellen kann, existiert jedoch in Deutschland momentan noch nicht.

### Praxistauglichkeit gewährleisten

Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines computergestützten Werkzeuges zur Bestimmung des Hochwasserrisikos, welches auf beliebige Flussstrecken anwendbar ist. Die entwickelten Methoden und Modelle sollen anschließend an ausgewählten Flussabschnitten an Elbe und Iller auf ihre Anwendbarkeit hin getestet werden.

### Erkenntnisse nutzen und weiter ausbauen

Ausgangsbasis für die Untersuchungen ist die Erfassung der wasserseitigen Einwirkungen (Hydrologie und Hydraulik) und des Widerstandsverhaltens des Schutzdeiches (Geotechnik) einschließlich der Unsicherheiten. Die Übertragung des im Küstenschutz der Niederlande bewährten probabilistischen Konzeptes auf Flussstrecken zur Berechnung der Versagenswahrscheinlichkeit von Deichen unterschiedlicher Bauart erlaubt die Identifizierung von Schwachstellen. Ein nach Prioritäten geordnetes Konzept zur Verminderung der Versagenswahrscheinlichkeit und somit des Risikos der Überflutung wird hierdurch erstellt.

### Praxisrelevanz

Die Bestimmung des Überflutungsrisikos geschützter Bereiche bildet die Grundlage für ein kosteneffizientes Hochwasserrisikomanagement. Die Entwicklung eines praxistauglichen Werkzeuges, das auf aktuellen Forschungserkenntnissen aus dem Küstenschutz aufbaut, trägt zu einer besseren Beurteilung der Zuverlässigkeit von Hochwasserschutzbauwerken bei, erlaubt eine gezielte Schwachstellenanalyse und liefert Ansatzpunkte für Sanierungsaufgaben.

So far, a comprehensive tool based on a sophisticated concept including research results of reliability analysis does not exist.

### Ensure practicability

The main objective of the research project is the development of a computer-based tool

which can be applied for risk analyses to any river section. The applicability will be tested on different sections of the Elbe and Iller rivers.

### Use of knowledge and further improvements

The transfer of the approved probabilistic concept of coastal protection in the Netherlands and its adaptation to inland rivers to calculate the failure probability of different dyke systems allows the identification of weak system elements. Hence, by structural reinforcement, the probability of failure and thus the risk of flooding can be reduced.

Dammbruch am Hochwasserrückhaltebecken Gissigheim 1984



## Improvement of Dam Safety and Reduction of Flood Risk for Downstream River Sections using Optimised Operating Rules for Reservoirs and Polders under Consideration of Ecological Aspects

Most German multipurpose reservoirs are located in low mountain ranges. Most of them serve drinking water supply as well as flood protection purposes. Other uses include recreation, hydropower generation and low flow regulation for downstream reaches during dry seasons. An important tool for investigating the effects of reservoir operation is a model-based management system for river basins comprising all reservoirs, including their specific operating rules affecting the downstream reaches.

### Praxisrelevanz

*Derzeit werden neue Ansätze für eine intensivere Berücksichtigung ökologischer Aspekte bei der Entwicklung von Hochwasserschutzkonzepten diskutiert, deren Umsetzung mittelfristig auch im Einklang mit der europäischen Wasserrahmenrichtlinie zu erwarten ist. Dabei muss gleichzeitig sichergestellt werden, dass die Sicherheit der Stauanlagen durch die neuen Bewirtschaftungskonzepte zumindest nicht reduziert, besser noch verbessert wird, wo dies entsprechend der technischen Regelwerke geboten ist.*

### Optimisation of reservoir operation

The different purposes and uses of a reservoir often compete with one another, in other cases, they are complementary. Therefore, the reservoirs' operating rules have to be optimised in order to meet the different requirements of the various users. The maximisation of dam safety and the minimisation of inundation risks is always a compulsory objective for the optimisation problem. In this case, overall risk can be defined using the hydraulic and hydrologic risk to the reservoir itself and the risk due to inundation in downstream reaches. Further factors to be considered in the optimisation process are the ecological effects of reservoir operation, which are particularly significant with regard to the implementation of the European Water Framework Directive.

Talsperre Pöhl: Tosbecken

## Erhöhung der Bauwerkssicherheit und Reduktion des Hochwasserrisikos im Unterlauf durch optimierte Speicher- und Poldersteuerung unter Berücksichtigung ökologischer Belange

In den Mittelgebirgslagen Deutschlands gibt es eine Vielzahl von Talsperren, die mehrfachen Nutzungen dienen, in den meisten Fällen der Trinkwasserversorgung und dem Hochwasserschutz. Andere Nutzungen sind Erholung und Freizeit, Wasserkrafterzeugung und die Niedrigwasserabgabe in den Unterlauf bei Trockenwetter. Um die Auswirkungen des Betriebs solcher Speicher zu untersuchen, bedarf es eines Flussgebietsmodells, das alle Speicher im Einzugsgebiet, einschließlich ihrer Betriebsregeln, sowie die Unterläufe abbildet.

### Optimierung des Speicherbetriebs

Die Nutzungen eines Speichers konkurrieren teilweise miteinander, in anderen Fällen ergänzen sie sich. Die Betriebsregeln dieser Speicher müssen daher einer Optimierung unterzogen werden. Dabei müssen die Maximierung der Speichersicherheit und die Minimierung von Überflutungsrisiken stets Ziele der Optimierung sein. In diesem Fall kann das Gesamtrisiko über die hydraulische und hydrologische Sicherheit der Speicher selbst und das Risiko aus Schäden durch Überflutungen im Unterlauf definiert werden. Weitere zu berücksichtigende Faktoren im Optimierungsprozess sind die ökologischen Auswirkungen der Speichersteuerung, die insbesondere im Sinne der europäischen Wasserrahmenrichtlinie bedeutsam sind.

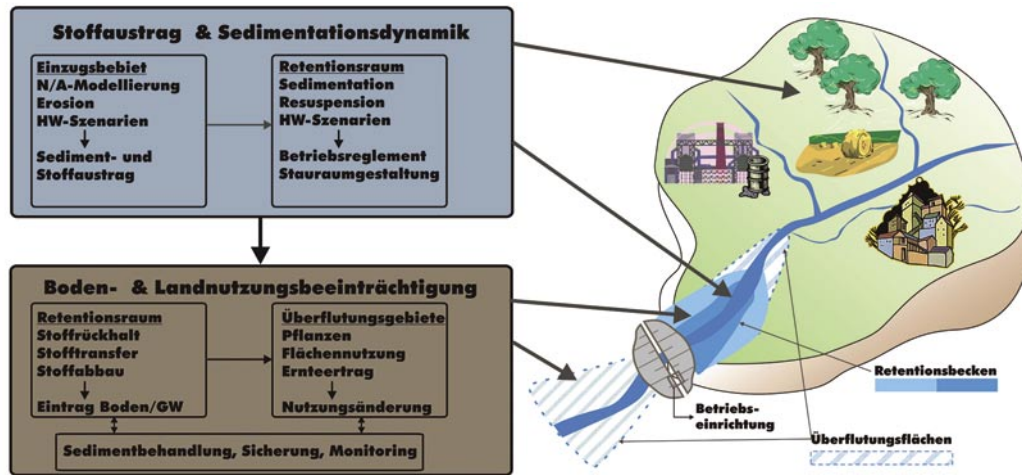


Talsperre Klingenberg: Beschädigte Hochwasserentlastungsanlage nach dem Hochwasser von 2002



## Entwicklung eines integrativen Bewirtschaftungskonzepts für Trockenbecken und Polder zur Hochwasserrückhaltung

## Development of an Integrated Management Strategy for Green Flood Retention Reservoirs and Polders



Sedimentationsdynamik und Landnutzungsbeeinträchtigung in Retentionsräumen

Bisherige Hochwasserschutzkonzepte beschränken sich auf wassermengenbezogene Aspekte zur Minderung von Hochwasserschäden. Fragen zum Eintrag von Schadstoffen in Überschwemmungsgebiete und die Konsequenzen für die landwirtschaftliche und bauliche Nutzung der überfluteten Flächen bleiben hingegen unberücksichtigt.

Die Hochwasserereignisse an Rhein, Elbe und Oder haben gezeigt, welche enormen Mengen an Sedimenten und hochtoxischen Stoffen mobilisiert, transportiert und auf Überflutungsflächen abgelagert werden können. Die gezielte Rückhaltung freigesetzter Schadstoffe stellt einen bedeutenden Beitrag zur Verringerung des Hochwasserschadenspotenzials dar.

### Schadstofforientierte Bewirtschaftung

Ziel des Forschungsprojekts ist die Erarbeitung eines praxistauglichen Leitfadens für ein integratives Hochwassermanagement, wobei im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie der Eintrag von Schadstoffen in die Gewässer durch eine effiziente Rückhaltung möglichst vermieden werden soll.

Mit Hilfe von Rechenmodellen werden Hochwasserszenarien untersucht und Konzepte entwickelt, um wirtschaftliche Entwicklungspotentiale und ökologische Landnutzung mit dem Hochwasserschutzziel in Einklang zu bringen. Die Schließung potentieller Schadstoffquellen, die Gestaltung und der Betrieb der Retentionsanlagen sowie die Nutzung der Überschwemmungsgebiete bilden die Untersuchungsschwerpunkte.

### Etablierung der entwickelten Konzepte

Durch die Anwendung der Methoden und Modelle auf die Einzugsgebiete von Erft und Rems werden die Forschungsergebnisse praxisnah erprobt und können somit auch für andere Wasserwirtschaftsverbände und Kommunen nutzbar gemacht werden.

Present flood protection concepts are restricted to the quantitative aspects of reducing flood damage. The mobilisation of contaminants, the deposition of toxicants on flood plains and their impact on land use have not yet been accounted for. Recent flood events in the Rhein, Elbe and Oder rivers have shown that huge amounts of sediments and toxicants can be mobilised, transported and deposited on flood plains. Therefore, the retention of mobilised contaminants is an important contribution to flood damage mitigation.

### Contaminated sediment management

The main objective of the research project is the development of practical guidelines for integrated flood management with regard to the EU Water Framework Directive.

By using numerical model simulations, an integrated flood protection concept is being developed that also considers the potential for economic and ecological development. The research will be focused on

potential sources of contaminants, the design and operation of flood retention reservoirs and the impact of contaminants on land use.

### Application of the developed concepts

By the application of the methods and models to the catchment areas of the Erft and Rems rivers, the results of the research project will be implemented directly and can then be transferred to other catchment areas.

### Praxisrelevanz

Die jüngsten Elbe- und Oderhochwasser haben deutlich gezeigt, dass die Deposition von Schadstoffen bei der Beurteilung von Hochwasserschäden wichtig ist. Für Fragen der Nutzung von Retentionsräumen und Überflutungsflächen sind daher die Integration stofflicher Aspekte in bestehende Hochwassermanagementkonzepte und die gezielte Minimierung stofflicher Belastungen von großer aktueller Bedeutung.

## HoT – Flood Retention and Drinking Water Supply – Preventing Conflicts of Interest

Public water suppliers view the construction of retention areas near drinking water wellfields with concern because of the perceived increased risk of contamination due to inundating floodwaters. In addition to a general reduction in groundwater quality, there is concern that water works might have to be taken offline during extreme floods.

### Multi-Barrier-System

The transport paths to the near-by water works are viewed as a series of barriers. The first barrier is the entry of contaminants into the retention area. The second barrier is the vadose zone with its transport and retardation mechanisms. The third is the flow and transport behaviour in the saturated zone.

The project is composed of comparative hydraulic, chemical and toxicological investigations of water, sediment and soil samples. In addition, laboratory experiments and numerical modelling will be carried out.

### Guidelines

Strategies developed using the newly acquired data, with which the potential negative impacts could be avoided, will be compiled in a guideline document.

### Praxisrelevanz

An vielen Flussläufen sind Nutzungskonflikte zu erwarten, da einerseits zur Verminderung der Risiken extremer Hochwasserereignisse Retentionsräume geschaffen werden müssen, andererseits das Grundwasser vieler Flussauen zur Trinkwassergewinnung genutzt wird. Kenntnisse über die stattfindenden Transportprozesse sind notwendig, um bereits im Vorfeld von Planungen Zielkonflikte vermeiden zu können.

## HoT – Spannungsfeld Hochwasserrückhaltung und Trinkwassergewinnung – Vermeidung von Nutzungskonflikten

Wasserversorger sehen die Einrichtung eines Retentionsraums in der Nähe ihrer Wassergewinnungsanlagen mit Sorge, da sie ein höheres Risiko der Verunreinigung der Grundwasserressourcen durch den Eintrag organischer Schadstoffe über das eingestaute Flusswasser und die hiermit transportierten Schwebstoffe vermuten. Neben einer generellen Verschlechterung der Grundwasserqualität durch die nahen Überflutungsflächen wird insbesondere bei extremen Hochwasserereignissen die Außerbetriebnahme der Wassergewinnungsanlagen für einen längeren Zeitraum befürchtet.

### Multi-Barrieren-System

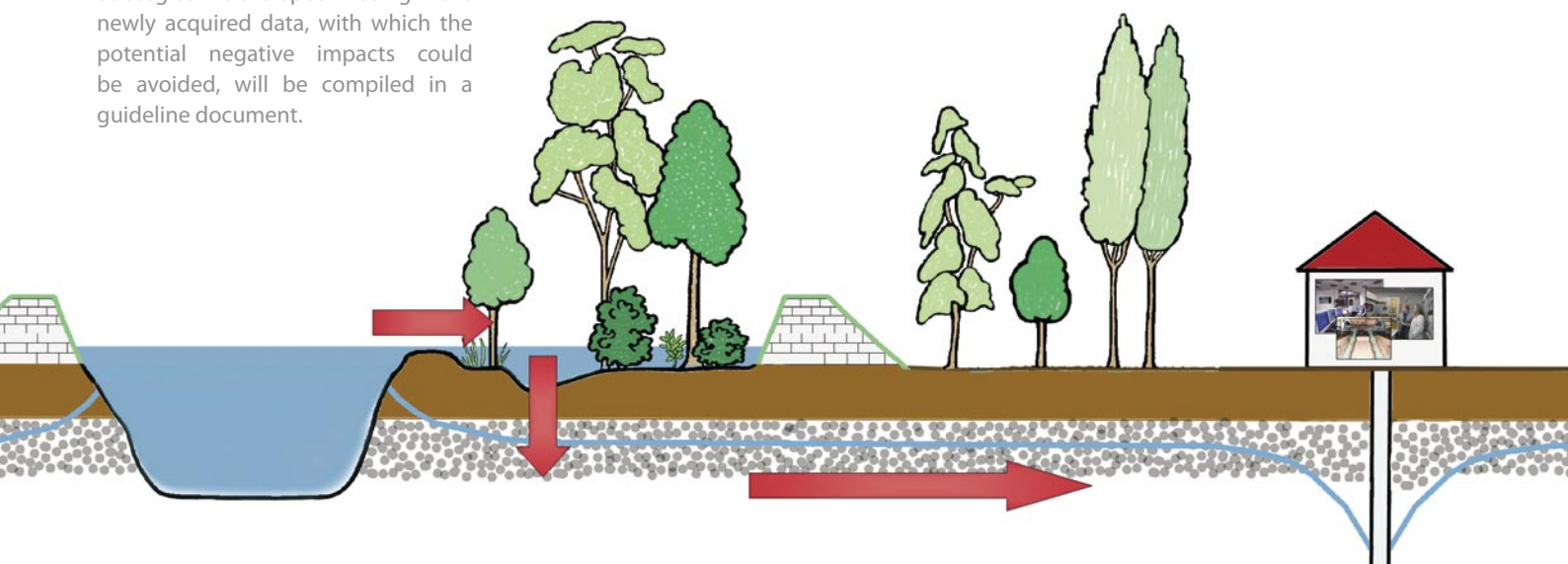
Die Transportpfade von der fließenden Welle zum nahe gelegenen Wasserwerk werden in diesem Projekt als Multi-Barrieren-System verstanden. Die erste Barriere ist der Eintrag von Schadstoffen und Mikroorganismen in den Retentionsraum. Die zweite Barriere ist die ungesättigte Zone mit deren Transport- bzw. Rückhalte-mechanismen. Die dritte Barriere ist das Strömungs- und Transportverhalten in der gesättigten Zone.

Das Arbeitsprogramm umfasst vergleichende hydraulische, chemische und toxikologische Untersuchungen von Wasser-, Sediment- und Bodenproben. Weiterhin werden Laborversuche und numerische Modellierungen durchgeführt.

### Leitfaden

Anhand der gewonnenen Erkenntnisse sollen Strategien erarbeitet werden, um mögliche gegenseitige Beeinträchtigungen zu vermeiden. Diese werden in einem Leitfaden zusammengefasst, mit dem derzeitige und künftige Konflikte im Spannungsbereich zwischen Hochwassermanagement und Trinkwasserversorgung aufgezeigt und durch entsprechende Maßnahmen vermieden oder vermindert werden können.

Transportpfad der Schadstoffe von der Hochwasserwelle zum Wasserwerk



## 3ZM-GRIMEX – Entwicklung eines 3-Zonen-Modells für das Grundwasser- und Infrastrukturmanagement nach extremen Hochwasserereignissen in urbanen Räumen

Für die Prozesse der unterirdischen Wasserausbreitung während eines Hochwassers fanden bisher nur einzelne modelltechnische Lösungen Anwendung, die separat oder bidirektional gekoppelt arbeiten. Für die gemeinsame Abbildung der drei Komponenten Oberflächenwasser, Kanalisation und Grundwasser besteht ein Defizit, das ein integriertes Hochwasserrisikomanagement in urbanen Räumen erschwert.

### Drei Zonen – ein System

Im Projekt soll ein Modellwerkzeug, das die Wechselwirkungen zwischen Oberflächenwasserabfluss, Abfluss im Kanalnetz und Grundwasser bei extremen Hochwasserereignissen abzubilden vermag, entwickelt werden. Die Kopplung erfolgt über eine offene Programmstruktur und beruht darauf, dass die Einzelmodule als eigenständige Instanzen Wasserstände und Durchflüsse der jeweiligen Komponente berechnen und am Ende eines Zeitschrittes miteinander austauschen. Die Kommunikation der Module und der Austausch der Kopplungsgrößen erfolgt über eine Kopplungssoftware, die auch die unterschiedlichen Raum- und Zeitbezüge der Einzelmodule verschneidet.

### Grundwasser und unterirdische Infrastruktur – Teile eines ganzheitlichen Hochwasserrisikomanagements

Mit dem gekoppelten Modellsystem sollen für das Pilotgebiet Dresden Lösungsstrategien zur Gestaltung und Sicherung der unterirdischen Infrastruktur und zum Management von Grundhochwasser entwickelt und erprobt werden. In Detailgebieten werden spezielle Probleme der Hochwasservorsorge untersucht. Damit soll ein Beitrag zu einem ganzheitlichen Hochwasserrisikomanagement geleistet werden.

## 3ZM-GRIMEX – Development of a 3-Zone-Model for Groundwater and Infrastructure Management after Extreme Flood Events in Urban Areas



Wasseraustritt durch die Kanalisation am Terrassenufer in Dresden

Integrated flood risk management in urban areas requires the consideration of all relevant flow processes including runoff, flow through sewer systems, and groundwater flow.

### Three zones – one system

The main focus of the project is the development of a software system that is capable of simulating the interaction between these three components in case of flooding events. For that purpose, the project couples existing modelling tools that have been approved for their particular area of application. Coupling

### Praxisrelevanz

Für die gemeinsame modelltechnische Abbildung der drei Komponenten Oberflächenwasser, Kanalisation und Grundwasser im Falle extremer Hochwasserereignisse besteht derzeit ein Defizit. Es wird ein gekoppeltes Modellsystem entwickelt, das als Beitrag für ein ganzheitliches Hochwasserrisikomanagement zu Lösungsstrategien für die Gestaltung und Sicherung der unterirdischen Infrastrukturnetze und für das Management von Grundhochwasser führen soll.

software manages communication between the single models. The communication comprises synchronisation of the tools, mapping between the different model geometries, and the interpolation between the different time scales of the processes involved.

### Groundwater and underground infrastructure – components of holistic flood risk management

The system developed will make a contribution to holistic flood risk management and will support the planning of measures for preventive protection of the subsurface infrastructure, using Dresden as an example.



Vergleich der Modellrechnung (dunkelblau) mit tatsächlich überschwemmten Flächen (hellblau) im August 2002; Modell: TrimR2D

## Projektpartner, Projektkooperationen

### ■ S. 7 Xfloods – Analyse historischer Hochwasser für ein integratives Konzept zum vorbeugenden Hochwasserschutz

FKZ 0330685

#### Partner

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Physische Geographie  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Meteorologisches Institut  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Landespflege

#### Kooperationen

BTU Cottbus, Lehrstuhl für Hydrologie und Wasserwirtschaft  
Universität Göttingen, Geographisches Institut  
Universität Karlsruhe, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Abteilung IV Hydrologie  
Universität Karlsruhe, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Abteilung II Numerische Modelle im Wasserbau  
Universität Barcelona, Spanien, Department of Modern History  
Regierungspräsidium Stuttgart, Referat 53.2  
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Hochwasservorsorgezentrale Karlsruhe  
Dr.-Ing. Karl Ludwig, Beratender Ingenieur Wasserwirtschaft - Wasserbau, Karlsruhe

#### Bildnachweis

Prof. Dr. R. Glaser

### ■ S. 8 Integration von historischen und hydraulisch/hydrologischen Analysen zur Verbesserung der regionalen Gefährdungsschätzung und zur Erhöhung des Hochwasserbewusstseins

FKZ 0330686

#### Partner

DHI – Privates Institut für Wasser und Umwelt e.V., Syke  
BTU Cottbus, Lehrstuhl für Hydrologie und Wasserwirtschaft  
Universität Göttingen, Geographisches Institut  
Dr. Ing. Dieter Fügner; Dresden

#### Kooperationen

Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz  
Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Pirna  
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden  
Umweltamt der Stadt Dresden  
Wasser- und Schifffahrtsamt Dresden

#### Bildnachweis

Sammlung M. Deutsch M. A., Göttingen

### ■ S. 9 Methodenentwicklung zur verbesserten Vorhersage von extremen Hochwasserereignissen auf Basis historischer Daten

FKZ 02WH0511, 02WH0512

#### Partner

Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH, Weimar  
Universität Göttingen, Geographisches Institut  
Bauhaus-Universität Weimar, Institut für Wasserwesen, Hydrolabor Schleusingen

#### Kooperationen

Universität Heidelberg, Geographisches Institut  
Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, Institut für Wasserwesen  
Universität Karlsruhe, Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik  
Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, Erfurt  
Staatliches Amt für Umweltschutz Halle (S.)  
Scilands GmbH – Gesellschaft zur Bearbeitung digitaler Landschaften, Göttingen

#### Bildnachweis

Institut für Wasserwesen, Uni Weimar; DGM: USGS, SRTM3-Daten

### ■ S. 10 HW-BODE – Extreme Hochwasserereignisse und Kumul-Schadenspotenziale im Bodegebiet

FKZ 0330684

#### Partner

Deutscher Wetterdienst, Berlin, Abt. Hydrometeorologie  
Freie Universität Berlin, Institut für Meteorologie, Troposphärische Umweltforschung  
Leibniz Universität Hannover, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau  
Büro für Angewandte Hydrologie, Berlin  
Institut für Angewandte Wasserwirtschaft und Geoinformatik, Dr. Willems & Prof. Kleeberg GbR, Ottobrunn

#### Kooperationen

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Magdeburg

#### Bildnachweis

Leibniz Universität Hannover, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau  
Foto: Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Flussbereich Halberstadt

### ■ S. 11 VERIS-Elbe – Veränderung und Management der Risiken extremer Hochwasserereignisse in großen Flussgebieten – am Beispiel der Elbe

FKZ 0330695

#### Partner

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V., Dresden (Mitglied im Dresden Flood Research Center)  
TU Dresden, Institut für Meteorologie und Hydrologie (Mitglied im Dresden Flood Research Center)  
TU Dresden, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik (Mitglied im Dresden Flood Research Center)  
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Referat Wasserhaushalt, Vorhersageverfahren, GRDC PlanEVAL, München  
Plan + Risk Consult, Dortmund  
unter Einbeziehung von  
European Commission, DG Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Ispra, Italien

#### Kooperationen

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung  
Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg

#### Bildnachweis

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V., Dresden

### ■ S. 12 MEDIS – Methoden der Erfassung direkter und indirekter Hochwasserschäden

FKZ 0330688

#### Partner

GeoForschungsZentrum Potsdam, Sektion Ingenieurhydrologie  
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin  
Bauhaus-Universität Weimar, Zentrum für die Ingenieuranalyse von Erdbebenschäden am Institut für Konstruktiven Ingenieurbau  
Justus-Liebig Universität Gießen, Institut für Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft  
ARCADIS Consult GmbH, Kaiserslautern

#### Kooperationen

Umweltamt, Landeshauptstadt Dresden, Sachsen  
Deutsche Rückversicherung AG, Düsseldorf  
Landestalsperrenverwaltung Sachsen, Pirna

#### Bildnachweis

Bulgarien: A. Thieken  
Auswertungen des GFZ Potsdam, Kreibich & Thieken, 2005  
Meißen: U. Herrmann

### ■ S. 13 Verknüpfung von Hochwasservorsorge und –bewältigung in unterschiedlicher regionaler und akteursbezogener Ausprägung

FKZ 0330683

#### Partner

BTU Cottbus, Institut für Boden, Wasser und Luft, Lehrstuhl für Hydrologie und Wasserwirtschaft  
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Geographisches Institut, Lehrstuhl Sozioökonomie des Raumes  
Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR, Hochwasserschutzzentrale Köln

#### Kooperationen

Landkreis Prignitz, Brandenburg, Sachbereich Brand- und Katastrophenschutz,  
Umweltamt, Landeshauptstadt Dresden, Sachsen

#### Bildnachweis

Lehrstuhl für Hydrologie und Wasserwirtschaft, BTU Cottbus  
Regelkreislauf: nach DKKV, 2003

### ■ S. 14 INNIG – Integriertes Hochwasserriksomanagement in einer individualisierten Gesellschaft

FKZ 0330693

#### Partner

Leibniz Universität Hannover, Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen  
Universität Lüneburg, Institut für Umweltkommunikation  
Universität Bremen, Institut für Risiko, Umwelt und Gesundheit  
Universität Bremen, Forschungszentrum Nachhaltigkeit  
Universität Bremen, Institut für Ökologie und Evolutionsbiologie, Abt. Aquatische Ökologie  
BioConsult Schuchardt & Scholle GbR, Bremen

#### Kooperationen

Universität Bremen, Fachbereich Mathematik und Informatik, Technologie-Zentrum Informatik

#### Bildnachweis

Franziskus-Institut, Kartengrundlage Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen

### ■ S. 15 EXTRA – Bestimmung von Extremniederschlägen für kleine und mittlere Einzugsgebiete in Mittelgebirgen in Echtzeit mit erhöhter Redundanz

FKZ 0330700

#### Partner

TU Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Professur für Meteorologie  
Deutscher Wetterdienst, Meteorologisches Observatorium Lindenberg

#### Kooperationen

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Landeshochwasserzentrum, Dresden  
Universität Potsdam, Institut für Geoökologie  
FLOODsite, Integriertes Projekt des 6. Rahmenprogramms der EU-Kommission

#### Bildnachweis

TU Dresden-IHM, Datenquellen: DWD, Meteormedia AG  
Foto: F. Haubrich, TU Dresden

**■ S. 16 URBAS – Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten**  
FKZ 0330701

**Partner**

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen

Fachhochschule Aachen, Fachbereich Architektur und Städtebau

Deutscher Wetterdienst, Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg

**Kooperationen**

Deutsche Rückversicherung AG, Düsseldorf  
Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Amt für Bau und Betrieb, Abteilung Gewässer B52

Stadt Paderborn, Stadtentwässerungsbetrieb, STEB 22 Planung

**Bildnachweis**

Deutscher Wetterdienst

Foto: LZ-Menden

**■ S. 17 HORIX – Entwicklung eines operationell einsetzbaren Expertensystems zum Hochwasserrisikomanagement unter Berücksichtigung der Vorhersageunsicherheit**  
FKZ 0330699

**Partner**

Universität der Bundeswehr München, Institut für Wasserwesen

Ingenieurbüro für Umweltmanagement und Wasserwesen, Unterhaching

TU Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Professur für Hydrologie

Universität Trier, FB 6 Geographie/Geowissenschaften

Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau

Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH, Aachen

**Kooperationen**

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz

Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg

Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Wasserwirtschaftsamt Bad Kissingen (vormals Schweinfurt)

Deutscher Wetterdienst, Offenbach

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

Dr.-Ing. Karl Ludwig, Beratender Ingenieur Wasserwirtschaft - Wasserbau, Karlsruhe

**Bildnachweis**

Institut für Wasserwesen, BW-Uni München, Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

**■ S. 18 Operationelles Hochwassermanagement in großräumigen Extremsituationen am Beispiel der Mittleren Elbe**  
FKZ 0330698

**Partner**

Universität Karlsruhe (TH), Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Bereich Wasserwirtschaft und Kulturtechnik

Universität Karlsruhe (TH), Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Forschungsbereich Troposphäre

Universität Karlsruhe (TH), Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik, Abt. Erddambau und Deponiebau

im Unterauftrag:  
Czech Hydrometeorological Institute, Prag, Tschechische Republik

stnd GbR, Karlsruhe

Dr. Karl Kast + Partner (GbR), Ettlingen

BLM Geotest GmbH, Berlin

**Kooperationen**

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Magdeburg

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Pirna

Stadt Dessau, Dezernat Bauwesen und Umwelt

**Bildnachweis**

Foto: M. Simon/IKSE

Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Uni Karlsruhe

**■ S. 19 Entwicklung integrativer Lösungen für das operationelle Hochwassermanagement am Beispiel der Mulde**  
FKZ 0330694

**Partner**

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik

Deutscher Wetterdienst, Offenbach

WASY Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und Systemforschung mbH, Berlin, Dresden

Büro für Angewandte Hydrologie, Berlin

**Kooperationen**

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

**Bildnachweis**

Fotos A. Schumann

**■ S. 20 Retentionsfähigkeit von Gewässernetzen**  
FKZ 0330687

**Partner**

Universität Kassel, Institut für Wasser, Abfall und Umwelt, Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft

Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Zentrum für Umweltforschung, Lehrstuhl für Physikalische Geographie

TU Braunschweig, Leichtweiß-Institut für Wasserbau, Abteilung Hydrologie, Wasserwirtschaft und Gewässerschutz

TU Kaiserslautern, Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft

**Kooperationen**

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz, Referat Flussgebietsmanagement

**Bildnachweis**

Fotos: K. Röttcher

Durchströmter Auwald, Foto: Ch. Kinsinger

**■ S. 21 SARISK – Entwicklung eines Schadstoffausbreitungsmodells zur stoffbezogenen Risikoanalyse und -bewertung extremer Hochwasserereignisse am Beispiel des Landkreises und der Stadt Bitterfeld**  
FKZ 0330690

**Partner**

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Department Fließgewässerökologie und Department Ökohydrologie

Martin Luther Universität Halle-Wittenberg, Institut für Geographie

Universität Osnabrück, Institut für Umweltsystemforschung

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V., Dresden

**Kooperationen**

Landkreis Bitterfeld

Stadtverwaltung Bitterfeld

Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt, Magdeburg, Referat 25

**Bildnachweis**

UFZ Leipzig-Halle GmbH, Datenquellen: 2. Ebene, Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt; 3. Ebene, Rotorflug GmbH, Friedrichsdorf für Toposys GmbH im Auftrag des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Okt. 2001; 4. Ebene, Toposys GmbH im Auftrag des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt; 5. Ebene, Liegenschaftskataster der Stadt Bitterfeld

**■ S. 22 Nutzung künstlicher Neuronaler Netze zur Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen für operative und planerische wasserwirtschaftliche Maßnahmen**  
FKZ 02WH0406

**Partner**

TU Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Lehrstuhl für Hydrologie

**Kooperationen**

Deutscher Wetterdienst, Offenbach

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Pirna

**Bildnachweis**

Jocelyne Hoffmann, Institut für Hydrologie und Meteorologie / TU Dresden

**■ S. 23 OPAQUE – Operationelle Abfluss- und Hochwasservorhersage in Quellgebieten**  
FKZ 0330713

**Partner**

Universität Potsdam, Institut für Geoökologie, Lehrstuhl für Geoökologie (Hydrologie/Klimatologie) und Juniorprofessur für Wasser- und Stoffhaushalt komplexer Landschaften

Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau, Lehrstuhl für Hydrologie und Geohydrologie

GeoForschungsZentrum Potsdam, Sektionen 1.4 Fernerkundung und 5.4 Ingenieurhydrologie

Dr.-Ing. Karl Ludwig, Beratender Ingenieur Wasserwirtschaft - Wasserbau, Karlsruhe

Bayerisches Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaftsamt Kempten

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Karlsruhe

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Landeshochwasserzentrum, Dresden

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Pirna

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme

**Kooperationen**

Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Referat Niederschlagsüberwachung

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz, Hydrologischer Dienst der oberirdischen Gewässer, Hydrometeorologie

RIMAX-Projekt EXTRA – Bestimmung von Extremniederschlägen für kleine und mittlere Einzugsgebiete in Mittelgebirgen in Echtzeit mit erhöhter Redundanz

**Bildnachweis**

Uwe Ehret, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaftsamt Kempten

**■ S. 24 REISE – Entwicklung eines risikobasierten Entscheidungshilfesystems zur Identifikation von Schutzmaßnahmen bei extremen Hochwasserereignissen**  
FKZ 0330706

**Partner**

RWTH Aachen, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

RWTH Aachen, gaiaC – Forschungsinstitut für Ökosystemanalyse und -bewertung e.V.

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik

**Kooperationen**

Wuppertalverband, Wuppertal

**Bildnachweis**

Wuppertalverband, Wuppertal



**■ S.25 Flächen- und Katastrophenmanagement überschwemmungsgefährdeter städtischer Gebiete als Konsequenz auf eine Risikozunahme durch Klimaänderung**  
FKZ 0330760

**Partner**

Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Wasserbau,  
HafenCity Universität Hamburg, Institut für Stadt-, Regional- und Umweltplanung,  
Björnsen Beratende Ingenieure GmbH, Koblenz

**Kooperationen**

Landesbetrieb für Straßen, Brücken und Wasser, Freie Hansestadt Hamburg  
City of Dordrecht/NL  
Waterschap Hollandse Delt, Dordrecht/NL  
WL / Delft Hydraulics, NL

Dura Vermeer Business Development BV, Hoofddorp, NL

Environmental Agency (EA), Reading Berks/UK

**Bildnachweis**

D. Goltermann, Technische Universität Hamburg-Harburg

**■ S.26 MULTISURE – Entwicklung multi-sequenzieller Vorsorgestrategien für grundhochwassergefährdete urbane Lebensräume**  
FKZ 0330755

**Partner**

Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt  
Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V. (DGFZ)

GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ)

Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR), Dresden

Universität Lüneburg, Institut für Umweltkommunikation

HS Zittau-Görlitz (FH), Kompetenzzentrum

Geoinformatik

**Bildnachweis**

St. Benno-Gymnasium Dresden  
Kreibich et al. 2005, NHESS 5: 117-126

**■ S.27 SAR-HQ – Methoden zur Vorsorge und Analyse von großflächigen Hochwasserschäden mittels Radarsatelliten**  
FKZ 0330719

**Partner**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Technisches Hilfswerk (THW)

Gemeinschaftliches Melde- und Lagezentrum des Bundes und der Länder (GMLZ)

**Kooperationen (RIMAX-Projekte)**

Integration von hydraulischen und hydrologischen Analysen (BTU, Cottbus)

HORIX – Operationelle Expertensysteme (Uni BW, München)

Operationelles HW-Management Mittelbe (Universität Karlsruhe)

MEDIS – Methoden zur Erfassung von Hochwasserschäden (GFZ, Potsdam)

VERIS – Veränderung und Management der Risiken extremer HW-Ereignisse (IÖR, Dresden)

**Bildnachweis**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

**■ S.29 Internationales Lehrmodul „Integrated Flood Risk Management of Extreme Events – FLOODmaster“**  
FKZ 0330680

**Partner**

TU Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Professur für Meteorologie (im Dresden Flood Research Center)

**Kooperationen**

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V., Dresden (im Dresden Flood Research Center)

EU – Integrated Project FLOODsite – Integrated Flood Risk Analysis and Management Methodologies

**Bildnachweis**

© FLOODmaster, J. Seeger  
© FLOODmaster, K. Siemens

**■ S.30 DVD-ROM Hochwasser – Grundlagen, Risiken und Abwehr**  
FKZ 0330691

**Partner**

MMCD Multimedia Consulting GmbH, Düsseldorf

**Bildnachweis**

MMCD Multimedia Consulting GmbH, Düsseldorf

**■ S.31 Koordinierung der BMBF-Förderaktivität „Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse“**  
FKZ 0330689

**Partner**

GeoForschungsZentrum Potsdam, Sektion 5.4  
Ingenieurhydrologie

Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology (CEDIM), vertreten durch das

Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Universität Karlsruhe

**Bildnachweis**

GeoForschungsZentrum Potsdam

**■ S.33 Optimierung des Deichmonitorings für eine zuverlässige Identifikation und Bewertung von Schwachstellen**  
FKZ 02WH0654

**Partner**

TU Braunschweig, Institut für Grundbau und Bodenmechanik

**Kooperationen**

GGB Gesellschaft für Geomechanik und Baumechanik mbH, Espenhain

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Norden

Landkreis Wolfenbüttel

Amt für Wasser, Abfall und Bodenschutz, Wolfenbüttel

**Bildnachweis**

M. Rosenberg

**■ S.34 DEISTRUKT – Systematische Evaluierung existierender und innovativer Methoden zur Schwachstellenanalyse und Struktur-erkennung von Deichen**  
FKZ 02WH0635

**Partner**

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin, Fachgruppe VIII.2

Universität Clausthal, Institut für Geophysik

GBM Wiebe Gleisbaumaschinen GmbH, Achim

Büro für Geophysik Lorenz, Berlin

Geotomographie, Neuwied

Planungsgesellschaft Scholz und Lewis GmbH, Dresden

**Bildnachweis**

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Schnitt: Büro für Geophysik Lorenz

**■ S.35 Sicherer Deich – Untersuchungen an einem Forschungsdeich im Maßstab 1:1 zur Verbesserung des Widerstandsverhaltens bzw. der Standsicherheit von Flussdeichen bei langeinstauenden Hochwassern und Deichüberströmung**  
FKZ 02WH0641

**Partner**

TU Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Fachgebiet Wasserbau

**Kooperationen**

TU Darmstadt, Institut und Versuchsanstalt für Geotechnik

Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Wiesbaden

Naue GmbH & Co. KG, Espelkamp-Fiestel

BBG – Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG, Espelkamp

FITR Weimar e.V., Weimar

**Bildnachweis**

FG Wasserbau, TU Darmstadt

**■ S.36 Bewertung und Prognose der Standsicherheit von Hochwasserschutzdeichen durch Monitoring mittels Time Domain Reflectometry (TDR)**  
FKZ 02WH0479, 02WH0487

**Partner**

Bauhaus-Universität Weimar, Materialforschungs- und -prüfanstalt (MFPA)

Universität Karlsruhe (TH), Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik, Abteilung Erddamm- und Deponiebau

**Kooperationen**

Staatliches Umweltamt Erfurt

Thüringer Fernwasserversorgung, Erfurt

Universität Leipzig, Institut für Geophysik und Geologie

Hochschule Mannheim, Fakultät Elektrotechnik

Universität Karlsruhe (TH), Forschergruppe Feuchtemesstechnik (Soil Moisture Group – SMG)

SCHLAEGER – mathematical solutions & engineering (S-ms), Horn-Bad Meinberg

Ernst & Engbring GmbH & Co. KG, Oer-Erkenschwick

**Bildnachweis**

Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik, Uni Karlsruhe

**■ S.37 Stabilisierung bruchgefährdeter Flussdeiche mit Dränelementen zur Sickerwasserfassung und Bewehrung**  
FKZ 02WH0585, 02WH0586, 02WH0587

**Partner**

Universität Karlsruhe (TH), Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik, Abteilung Erddamm- und Deponiebau

Universität Kassel, Institut für Geotechnik und Geohydraulik, Fachgebiet Geotechnik

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V., Chemnitz

**Kooperationen**

Keller Grundbau GmbH, Offenbach

**Bildnachweis**

Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik, Uni Karlsruhe

**■ S.38 Sensorbasierte Geotextilien zur Deichertüchtigung**  
FKZ 02WH0570, 02WH0572, 02WH0573, 02WH0571, 02WH0574

**Partner**

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V., Chemnitz

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

Leibniz Universität Hannover, Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen

Glötzl GmbH, Rheinstetten

BBG – Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG, Espelkamp

**Kooperationen**

Leibniz Universität Hannover, Institut für Grundbau, Bodenmechanik und Energiewasserbau

Karl Mayer Malimo Maschineriefabrik GmbH, Chemnitz

NAUE GmbH & Co. KG, Espelkamp-Fiestel

Photonics, Fachgebiet HF-Technik, TU Berlin

fiberware GmbH, Mittweida

**Bildnachweis**

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.

**S.39 Entwicklung einer selbst dichten Wassersperre für Fenster und Türen**

FKZ 02WH0477, 02WH0478

**Partner**

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V., Chemnitz  
Umwelt- und Maschinentechnik GmbH, Jocketa,  
Pöhl

**Bildnachweis**

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.

**S.40 Risikobasierte Verfahren zur Gewährleistung angemessener Hochwassersicherheiten bei Stauanlagen**

FKZ 02WH0566, 02WH0567

**Partner**

TU Braunschweig, Leichtweiß-Institut für Wasserbau, Abteilung Hydrologie, Wasserwirtschaft und Gewässerschutz  
Universität Karlsruhe (TH), Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Bereich Wasser und Kulturtechnik, Abteilung Hydrologie

**Kooperationen**

Ruhrverband, Essen

Landestalsperrenverwaltung Sachsen, Pirna

**Bildnachweis**

Ruhrverband  
Dammbruch: Landestalsperrenverwaltung Sachsen

**S.41 Integrative Nutzung des technischen Hochwasserrückhalts in Poldern und Talsperren am Beispiel des Flussgebiets der Unstrut**

FKZ 02WH0588, 02WH0589, 02WH0590

**Partner**

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik  
RWTH Aachen, Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft  
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH, Berlin

**Kooperationen**

Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, Erfurt  
Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt, Magdeburg

**Bildnachweis**

Lehrstuhl für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik, RUB

**S.42 PCRiver – Zuverlässigkeitsanalyse und Risikoabschätzung für den Hochwasserschutz unter integrierter Berücksichtigung geotechnischer, hydrologischer und hydraulischer Einflussgrößen**

FKZ 02WH0632

**Partner**

Universität Stuttgart, Institut für Geotechnik  
Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau, Versuchsanstalt

**Kooperationen**

Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, Niederlande  
Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Pirna  
Regierungspräsidium Tübingen  
Delft University of Technology, Department of Hydraulic and Geotechnical Engineering  
Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau, Lehrstuhl für Hydrologie und Geohydrologie

**Bildnachweis**

B. Westrich

**S.43 Erhöhung der Bauwerkssicherheit und Reduktion des Hochwasserrisikos im Unterlauf durch optimierte Speicher- und Poldersteuerung unter Berücksichtigung ökologischer Belange**

FKZ 02WH0630, 02WH0631

**Partner**

TU Dresden, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik  
TU Darmstadt, Fachgebiet Ingenieurhydrologie und Wasserbewirtschaftung

**Kooperationen**

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, Pirna  
Wasserverband Eifel-Rur, Düren

**Bildnachweis**

W. Mecir  
Beschädigte HW-Entlastung: Landestalsperrenverwaltung Sachsen

**S.44 Entwicklung eines integrativen Bewirtschaftungskonzepts für Trockenbecken und Polder zur Hochwasserrückhaltung**

FKZ 02WH0655, 02WH0656, 02WH0657

**Partner**

Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau, Versuchsanstalt  
Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau, Lehrstuhl für Hydrologie und Geohydrologie  
Universität Hohenheim, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Fg. Allgemeine Bodenkunde mit Gesteinskunde  
Universität Hohenheim, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Fg. Biogeophysik  
Erftverband, Bergheim  
TU Hamburg Harburg, Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft  
Tauw GmbH, Berlin

**Bildnachweis**

Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart

**S.45 HoT – Spannungsfeld Hochwasserrückhaltung und Trinkwassergewinnung – Vermeidung von Nutzungskonflikten**

FKZ 02WH0690, 02WH0691, 02WH0692, 02WH0693

**Partner**

Stadtwerke Karlsruhe GmbH  
DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe  
Universität Karlsruhe (TH), Institut für Hydromechanik  
Universität Karlsruhe (TH), Institut für Wasser und Gewässerentwicklung  
Universität Heidelberg, Heidelberger Institut für Zoologie

**Kooperationen**

Universitätsklinikum Heidelberg, Hygiene-Institut  
Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH  
Heinrich-Sontheimer-Laboratorium, Karlsruhe

**Bildnachweis**

Stadtwerke Karlsruhe GmbH

**S.46 3ZM-GRIMEX – Entwicklung eines 3-Zonen-Modells für das Grundwasser- und Infrastrukturmanagement nach extremen Hochwasserereignissen in urbanen Räumen**

FKZ 02WH0557, 02WH0558, 02WH05559, 02WH0560, 02WH0561

**Partner**

Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V.  
Fraunhofer Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen, Sankt Augustin  
Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik, Kaiserslautern  
Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt  
TU Dresden, Institut für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft  
Umweltforschungszentrum Halle-Leipzig GmbH, Department Angewandte Landschaftsökologie

**Kooperationen**

Stadtentwässerung Dresden GmbH  
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden  
Regierungspräsidium Dresden, Umweltfachbereich Radebeul

**Bildnachweis**

Foto: Gernot Poetsch, Dresden  
UFZ Leipzig-Halle; Kartenhintergrund: Landeshauptstadt Dresden

**Bildnachweise nicht projektbezogener Seiten**

**Titelseite**

Oben: M. Zebisch TUB/PIK  
Mitte: S. Itzerott (GFZ) u. M. Zebisch (TUB/PIK)  
Unten: Harald Frater, MMCD GmbH

**Seite 4** (Vorwort)

U. Herrmann

**Seite 5** (Naturgefahr Hochwasser)

U. Herrmann

**Seite 6** (Analysieren, Vorhersagen, Warnen)

Oben: Stadtarchiv Gera, B-00755  
Unten: Harald Frater, MMCD GmbH

**Seite 28** (Informieren und Kommunizieren)

Oben: Sammlung M. Deutsch M. A.  
Unten: M. Zebisch TUB/PIK

**Seite 32** (Sichern und Steuern)

Oben: Harald Frater, MMCD GmbH  
Unten: Sammlung M. Deutsch M. A.

