

RIMAX-Verbundprojekt

RIMAX-Verbundprojekt Entwicklung eines integrativen Bewirtschaftungskonzepts für Trockenbecken und Polder zur Hochwasserrückhaltung



András Bardossy¹, Arne Färber¹, Steffen Schönau¹, Bernhard Westrich^{2*}, Thomas Jancke², Gerhard Schmid², Sven Wurms², Karl Stahr³, Thomas Gaiser³, Harald Frauenknecht³, Thilo Streck⁴, Joachim Ingwersen⁴, Claudia Kreschnak⁴, Ulrich Kern⁵, Hilke Heppelmann⁵, Ekkehard Christoffels⁵, Ulrich Förstner⁶ und Patrick Jacobs⁷

¹Institut für Wasserbau, Lehrstuhl für Hydrologie und Geohydrologie, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 61, D-70569 Stuttgart

²Institut für Wasserbau, Versuchsanstalt für Wasserbau, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 61, D-70569 Stuttgart

³Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Fg. Allgemeine Bodenkunde mit Gesteinskunde, Universität Hohenheim, Emil-Wolff-Straße 27, D-70593 Stuttgart

⁴Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Fg. Biogeophysik, Universität Hohenheim, Emil-Wolff-Straße 27, D-70593 Stuttgart

⁵Ertverband, Pfaffendorfer Weg 42, D-50126 Bergheim

⁶Technische Universität Hamburg Harburg, Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft, Eissendorfer Straße 40, D-21073 Hamburg

⁷Tauw GmbH Berlin, Ehrenbergstraße 19, D-10245 Berlin

* Korrespondenzautor (Bernhard.Westrich@iws.uni-stuttgart.de)

Im Rahmen des Projekts wird der Eintrag von Schadstoffen bei extremen Hochwasserereignissen in Rückhalteräume bzw. Überflutungszonen sowie deren Auswirkung auf Boden- und Landnutzung untersucht. Das Hauptaugenmerk liegt auf der gezielten Schadstoffrückhaltung in den Retentionsräumen. An zwei konkreten Fallbeispielen im Einzugsgebiet der Rerns und der Erft sollen die modellgestützten Strategien zur Ausnutzung planerischer, baulicher und betrieblicher Möglichkeiten entwickelt und erprobt werden. Sämtliche Forschungsergebnisse werden in ein integratives Bewirtschaftungskonzept für Trockenbecken und Polder zur Hochwasserrückhaltung eingebettet, wobei der stoffliche Aspekt einen spezifischen Schwerpunkt darstellt. Hieraus soll ein Leitfaden für eine integrative Bewirtschaftung von Retentionsanlagen und Überschwemmungsgebieten entstehen.

1 Ausgangssituation

Der Hochwasserschutz umfasst ein komplexes System mit den Bereichen Hochwasserflächenmanagement, Technischer Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge (Drei-Säulenstrategie). Der integrative Hochwasserschutz beschränkt sich bislang jedoch auf wassermengenbezogene Aspekte, während die Frage der Transportprozesse, der Immissionen und daraus resultierende Konsequenzen für die Nutzungen der Überflutungsräume wenig Bedeutung fand. Insofern müssen heute viele Fragen bei wasserwirtschaftlichen Entscheidungen beantwortet werden, z.B. wie können Hochwasserrückhaltebecken zur gezielten Retention von stofflichen Belastungen genutzt werden, wie können Steuerungsstrategien stoffliche Belastungen auf ökologischen Vorranggebieten minimieren, welche Landnutzung in Trockenbecken und Poldern ist nachhaltig?

Die Belastung der Böden in Überschwemmungsgebieten durch schwebstoffgebundene Schadstoffe (Schwermetalle, organische Schadstoffe) ist durch die Untersuchung von Über-

flutungszonen entlang des Rheins und den Vergleich mit Referenzböden eindrucksvoll nachgewiesen (Müller & Yahya 1993). Das Elbehochwasser 2002 hat teilweise sehr hohe Schadstoffimmissionen verursacht (UFZ 2003). Die Sedimentation von Feinstschwebstoffen in Überschwemmungsgebieten ist wegen der komplexen Strömungsbedingungen und der wechselnden Boden- und Vegetationsstruktur (Ackerland, Wiese, Wald) nur sehr schwer zu modellieren (Büttner et al. 2003). Grundsätzlich weisen Trockenbecken im Haupt- wie auch im Nebenschluss signifikant unterschiedliche Strömungs- und Sedimentationsmuster während der Füll- und Entleerungsphase auf (Jacoub & Westrich 2004), die nur durch instationäre numerische Untersuchungen erfasst werden können. Die Möglichkeiten einer Steuerung der Stoffströme, die im Einklang mit der Abflusssteuerung für den Hochwasserschutz steht, sind daher systematisch auszutesten (Jacoub 2004).

Bei Schadstoffen in Retentionsräumen und Überflutungsgebieten sind in erster Linie folgende Prozesse relevant: Aufnahme und Abbau in der Bodenzone, Aufnahme durch Kulturpflanzen, Eintrag in das Grundwasser, Resuspensionsrisiko sedimentierter Schadstoffe sowie Sedimentation und Kolmation der Bodenzone. Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor ist das Redoxpotenzial. Zu diesem Aspekt gibt es vergleichsweise wenige Untersuchungen (Chuan et al. 1996, Heron et al. 1994). Während der Überstauzeit wird es in den Rückhaltebecken zu einer Unterbrechung der Sauerstoffzufuhr des Bodens kommen. Je nach Verweilzeit des Wassers wird dadurch das Redoxpotenzial im Verlauf der Zeit mehr oder weniger stark abgesenkt, wodurch zuvor sorbierte oder okkludierte Schwermetalle freigesetzt werden (Chuan et al. 1996). Während und kurz nach der Überstauphase ist deshalb grundsätzlich nicht auszuschließen, dass es zu einem Remobilisierungsschub von Schwermetallen kommt. Der stoffliche Aspekt stellt somit eine bedeutsame Komponente des Hochwasserschadenspotenzials dar.

2 Projektziel

Zunächst erfolgt der Aufbau eines Erosionsmodells, welches anhand aktueller Ereignisse im Einzugsgebiet kalibriert und getestet wird. Mit Hilfe eines 2-dimensionalen Strömungs- und Transportmodells sollen daraufhin die bei extremen Hochwasserereignissen in Retentionsräumen und Überflutungsflächen auftretenden Sedimentationsprozesse als Grundlage für eine stofforientierte Bewirtschaftung quantitativ beschrieben werden. Außerdem werden modellgestützte Kriterien zur Gestaltung von Retentionsräumen und für adaptive Betriebsreglements zur kontrollierten und effektiven Schadstoffrückhaltung erarbeitet. Darauf aufbauend werden standortabhängige Lösungen zur Minimierung der Auswirkungen der Überstauung der Retentionsflächen auf die landwirtschaftliche Nutzung aus ökologischer und ökonomischer Sicht entwickelt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen in ein praxistaugliches, integratives Bewirtschaftungskonzept für Trockenbecken und Polder zur Hochwasserrückhaltung unter besonderer Würdigung des stofflichen Aspekts einfließen. Ziel des Vorhabens ist die Zusammenfassung sämtlicher Forschungsergebnisse mit den Fallstudien Rems und Erft in Form eines allgemein verfügbaren Leitfadens für eine integrative Bewirtschaftung von Retentionsanlagen und Überschwemmungsgebieten.

3 Untersuchungsschwerpunkte

Es ist vorgesehen, im Rahmen des vorgestellten Verbundprojektes folgende Arbeiten durchzuführen:

- Erfassung der Bodenverbreitung und der Landnutzung in den Einzugsgebieten.
- Aufbau eines Modells zur Abschätzung der flächenhaften Erosion in einem Einzugsgebiet am Beispiel Rems und Erft sowie zur Quantifizierung des sedimentgebundenen Stoffeintrags in die Retentionsräume.
- Messungen zur räumlichen Variabilität der sorptionsbestimmenden Bodeneigenschaften und zum Schwermetallinventar und deren Bindungsformen.
- Sedimentprobenahme zur Erfassung und Einschätzung der aktuellen Situation bezüglich Sedimentqualität. Untersuchung auf umweltrelevante Schadstoffe (Kornfraktion < 20 µm), die aufgrund der Landnutzung, Industrie und Siedlungsstruktur zu erwarten sind (Schwermetalle, Pestizide etc.).
- Installation von Trübungsmesssonden im Gewässerlauf zur Erfassung der räumlich-zeitlichen Entwicklung des Schwebstofftransportes.
- Probenahmekampagne während erosiver Hochwasserereignisse zur Erfassung ereignisbezogener Konzentrationganglinien für Schwebstoffe und partikuläre bzw. gelöste Inhaltsstoffe.
- Modellierung des Stoffeintrags in den Stau- und Überflutungsräumen mit dem 2-dimensionalen Strömungs- und Transportmodell TELEMAC-CTM-Subief-2D für definierte Hochwasserereignisse.
- Analyse der Auswirkungen von Überflutungen in Trockenbecken auf die Schadstoffmobilisierung, -verlagerung und -aufnahme durch landwirtschaftliche Kulturpflanzen mit Hilfe der mathematischen Simulationsmodelle SEFAH

(Ingwersen 2001) bzw. PHREEQC (Parkhurst & Appelo 1999).

- Abschätzung der Auswirkung der Überstauung von landwirtschaftlich genutzten Flächen auf den nutzbaren Ertrag in Abhängigkeit von Feldfrucht, Dauer und Intensität der Überstauung und den damit verbundenen Erlöseinbußen.
- Erarbeitung modellgestützter Kriterien zur Gestaltung von Retentionsräumen und für adaptive Betriebsreglements zur kontrollierten und effektiven Schadstoffrückhaltung.
- Einzugsgebietsbezogene wasserwirtschaftliche, sozioökonomische und ökologische Systemanalyse.
- Untersuchung der Konfliktmatrix bezüglich der Ansprüche der einzelnen Systemkomponenten und Aufsuchen optimaler Kompromisslösungen.
- Erstellung eines Leitfadens für eine integrative Bewirtschaftung von Retentionsanlagen und Überschwemmungsgebieten.

Auf der Basis der Untersuchungsergebnisse sollen die erarbeiteten Methoden, getesteten Modelle und Bewertungskriterien auf die Einzugsgebiete Rems und Erft praxisorientiert angewandt werden. Das Remstal ist stark besiedelt, es besitzt wichtige Industriestandorte und weist eine intensive Landnutzung (insbesondere Weinbau) auf. Hier kann ein Beitrag zum regionalen Hochwasserschutzkonzept und der künftigen Landnutzung im Einzugsgebiet und in den überflutungsgefährdeten Gebieten erwartet werden. Bei dem zu untersuchenden Teileinzugsgebiet der Erft steht zum einen die Frage nach Möglichkeiten einer gezielten Rückhaltung partikulärer Schwermetalle aus ehemaligen Erzgewinnungsstätten und ackerbaulich genutzten Abraumphalden durch den Bau und Betrieb von Retentionsanlagen im Vordergrund. Zum anderen ist die Frage der Landnutzung in natürlichen Retentionsräumen und Hochwasserrückhaltebecken in einem Beckenverbundsystem zu beantworten.

4 Die Teilprojekte

Das Verbundprojekt wird von drei Institutionen getragen und gliedert sich in fünf Teilprojekte:

- Die Versuchsanstalt für Wasserbau des Instituts für Wasserbau der Universität Stuttgart fungiert als Projektkoordinator und übernimmt die 2-dimensionale Strömungs-, Sediment- und Schadstofftransportmodellierung. Außerdem werden Sedimentbeprobungen sowie weitere Messkampagnen und ein Beitrag zu allgemeinen Nutzen-Kostenbetrachtungen geleistet.
- Der Lehrstuhl für Hydrologie und Geohydrologie des Instituts für Wasserbau der Universität Stuttgart befasst sich mit dem Niederschlags-Abflussverhalten, der Erosion im jeweiligen Einzugsgebiet und dem Stofftransport über die Vorfluter in die Rückhaltebecken.
- Das Fachgebiet Allgemeine Bodenkunde mit Gesteinskunde des Instituts für Bodenkunde und Standortslehre der Universität Hohenheim stellt die Landnutzung und die Bodenverbreitung in den Einzugsgebieten dar und führt Bodenbeprobungen sowie die Abschätzungen der Auswirkung der Überstauung von landwirtschaftlich genutzten Flächen auf den nutzbaren Ertrag durch.

- Das Fachgebiet Biogeophysik des Instituts für Bodenkunde und Standortslehre der Universität Hohenheim misst das Umweltverhalten der in die Rückhalteflächen eingetragenen Schwermetalle und prognostiziert es mit Hilfe der mathematischen Modelle PHREEQC und SEFAH, wobei der Prozess der pflanzlichen Aufnahme bzw. der Schwermetallremobilisierung integriert wird.
- Der Erftverband entwickelt ein integratives Bewirtschaftungskonzept für Trockenbecken und Polder zur Hochwasserrückhaltung. Zur Findung von optimalen Bewirtschaftungsstrategien werden Nutzungskonflikte aufgezeigt, Wertschöpfungsverluste quantifiziert, Kosten-Nutzen-Analysen durchgeführt und rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigt. Durch die Verknüpfung der Ergebnisse entsteht ein praxisorientierter Leitfaden.

Literatur

Büttner O, Otte-Witte K, Meon G, Quoika S, Rode M (2000): Zweidimensionale Strömungsmodellierung für einen überfluteten Auenbereich. In: Friese K, Witter B, Mielich G, Rode M (Hrsg): Stoffhaushalt von Auenökosystemen – Böden und Hydrologie, Schadstoffe, Bewertung. New York Heidelberg Berlin
 Chuan MC, Shu GY, Liu JC (1996): Solubility of heavy metals in a contaminated soil: Effects of redox potential and pH. Water Air Soil Pollut 90, 543–556

Heron G, Christensen TH, Tjell JC (1994): Oxidation capacity of aquifer sediments. Environ Sci Technol 28, 153–158
 Ingwersen J (2001): The environmental fate of cadmium in the soils of the waste water irrigation area of Braunschweig – Measurement, Modelling und Assessment. Technical University Carolo-Wilhelmina, Braunschweig, 195 pp
 Jacob G, Westrich B (2004): 2-D numerical code to simulate the transport and deposition of dissolved and particulate contaminants in a flood retention reservoir. 6. International Conference on Hydroscience and Engineering, ICHE2004, Advances in Hydro-Science and -Engineering, Brisbane, Australia, 6/2004, Vol. 6, 272–273
 Jacob G (2004): Development of a 2-D numerical module for particulate contaminant transport in flood retention reservoirs and impounded rivers. Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau, Mitteilungen Heft 133
 Müller G, Yahya A (1993): Schadstoffbelastungen in Böden von Hochwasserüberflutungsflächen des Rheins in Rheinland-Pfalz. Ministerium für Umwelt Rheinland-Pfalz
 Parkhurst DL, Appelo CA J (1999): User's guide to PHREEQC (Version 2): A computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations. Water-Resources Investigations Report 99-4259. U.S. Geological Survey
 UFZ (Hrsg) (2003): Schadstoffbelastung nach dem Elbe-Hochwasser 2002. Endbericht des Ad-hoc-Projekts Schadstoffuntersuchungen nach dem Hochwasser vom August 2002 – Ermittlung der Gefährdungspotentiale an Elbe und Mulde. BMBF-Förderkennzeichen PTJ 0330492

Tagungsankündigungen

Internationales SEDYMO Symposium 'Sediment Dynamics and Pollutant Mobility in River Basins'

Hamburg, Technische Universität Hamburg-Harburg, 26.–29. März 2006

Der BMBF-Verbund 'Feinsedimentdynamik und Schadstoffmobilität in Fließgewässern' mit seinen 13 Teilprojekten (Koordinator: Prof. Dr. Ulrich Förstner, TU Hamburg-Harburg; <http://www.tu-harburg.de/ut/sedymo/>) soll das Prozesswissen bereitstellen, das für die Festlegung von sedimentbezogenen Qualitätskriterien in der EG-Wasserrahmenrichtlinie sowie für die Entwicklung, Bewertung und Überwachung von technischen Problemlösungen benötigt wird. Der Forschungsverbund wird vom DWA-Fachausschuss WW-9 'Bewirtschaftung kontaminierter Sedimente' (Obmann: Prof. Dr.-Ing. Bernhard Westrich, Universität Stuttgart) begleitet.

Das Symposiumprogramm – 16 Übersichtsvorträge (unten) und 27 mündliche Beiträge – präsentiert die grundlegenden Informationen über die Beziehungen zwischen den hydromechanischen und den geochemischen bzw. biologischen Prozessen (1./2. Tag) sowie deren Rolle bei der flussgebietsübergreifenden Bewertungsstrategie für Sedimente des europäischen Forschungsnetzwerks SedNet (3. Tag).

Online-Anmeldung über: <http://www.tutech.de/sedymo>
 (TuTech Innovation GmbH, Gerlinde Löbkens,
 Postfach 901065, 21050 Hamburg)

MON 27.03.	Opening Session	Contaminated Sediment Transfers in River Basins (K.G. Taylor)
	Session I Hydrodynamics	On the Boundaries: Measurements of Extreme Systems (D.M. Paterson)
	Session II Transport Modelling	Physics of Fine-Sediment Dynamics in Low-Energetic Open Water Systems (J.C. Winterwerp)
	Session III Catchment Modelling	Catchment Modelling from the Perspective of WFD Implementation (U. Kern et al.)
TUE 28.03.	Session IV Sediment/Water Interactions	30 Years of Sediment-Water Science: Paradigms, Progress and Predictions (E.L. Petticrew)
	Session V Transport Indicators	Some Ideas About the Mechanisms of Sediment Transport (W. Symader)
	Session VI Sediment Fine Particles	Transport, Reactions and Dynamics of Heavy Metals in Contam. Marine Sediments (O. Larsen)
	Session VII Sediment Toxicity	Sediment Toxicity – A Result of Distribution Processes Outside and Inside of Organisms (W. Ahlf)
WED 29.03.	Session VIII European River Basins	Soils and Sediments in the Catchment-Coast Continuum (W. Salomons) Fluxes and Storage of Sediment in Rivers: Basin- and European Scale Perspectives (Ph. Owens) Evaluation of Contaminated Sites Along the Elbe and Rhine Rivers (S. Heise & U. Förstner)
	Session IX Risk Assessment	Sediment Risk Assessment: A Matter of Scale (M. Babut et al.) Sediment Dynamics and Risk Assessment (S. White)
	Session X Sediment Management	Sediment: The Natural Basis of the Water and Marine Framework Directive (J. Brils) Biological and Chemical Processes: Their Role in Sediment Dynamics ... (H.-C. Flemming) Hydrodynamics and Contaminant Modelling for Sustain. Sediment Management (B. Westrich)