

Strömung und Feststofftransport in einem Auengebiet – eine Modellanwedung

Büttner O, Quoika S*, Otte-Witte K*, Krüger F, Rode M & Baborowski M

Kontakt: buettner@gm.ufz.de

UFZ Sektion Gewässerforschung Magdeburg, Brückstr. 3a, 39114 Magdeburg

*) Universität Gesamthochschule Paderborn, Abt. Höxter, FB 8 - Techn. Umweltschutz

1 Einleitung

Die Belastung von Auen im Elbegebiet erfolgt wesentlich durch hochwasserbürtige partikulär gebundene Schadstoffe. Die Ableitung von Nutzungskonzepten der kulturwirtschaftlich genutzten Auenböden setzt eine möglichst genaue flächendetaillierte Kenntnis der mit den Schwebstoffen eingetragenen Schadstoffmengen voraus. Hierzu werden in einem ausgewählten Auengebiet neben einer Vielzahl von Felduntersuchungen Modellrechnungen mit einem zweidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Modell und einem Sedimenttransportmodell durchgeführt.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Möglichkeit der quantitativen Abschätzung von Erosion und Deposition von partikulär gebundenen Schadstoffen im Untersuchungsgebiet in Abhängigkeit von der jeweiligen hydraulischen Situation mit Hilfe eines zweidimensionalen Sedimenttransportmodells zu prüfen.

2 Material und Methoden

Die Berechnungen wurden für ein Auengebiet im Raum Wittenberge/Falkenberg zwischen Elbekilometer 433 und 443 mit einer Fläche von ca. 1000 ha durchgeführt. Die Berechnungen erfolgten mit den Komponenten RMA2 (Strömung) und SED2D (Sedimenttransport) der Waterways Experiment Station (US Army Corps of Engineers).

Zwei Hochwasserereignisse wurden mit diesen Modellen nachgebildet. Zur Überprüfung der Modellrechnungen sollen zunächst die Daten des Hochwassers vom März 1997 (Scheiteldurchfluß bei 1810 m³/s; im weiteren als HW97 bezeichnet; Quoika et al 1998) herangezogen werden. Dazu standen neben Pegelwerten und Ergebnissen aus Vorarbeiten mit einem eindimensionalen Strömungsmodell (Büttner et al. 1997) Daten aus der Beprobung von ca. 100 Sedimentationsfallen zur Verfügung.

Ergänzt wurden diese Werte durch umfangreiche Messungen zur Validierung des Modells während des Hochwassers im November 1998 ($Q_{\max} = 2350$ m³/s, im weiteren als HW98 bezeichnet). An 7 Stellen im Untersuchungsgebiet wurden mit einem Strömungsmesser Ge-

schwindigkeitsprofile aufgenommen. Während der Hochwasserscheitel das Untersuchungsgebiet passierte, wurden die Wasserspiegellagen auf einer Länge von ca. 10 Stromkilometern vermessen. Außerdem wurde das Einlaufen der Hochwasserwelle mit Hilfe von Luftbildern dokumentiert, die nach der Georeferenzierung zur Kalibrierung des Strömungsmodells genutzt werden können. Beim Frühjahrshochwasser 1997 wurden für die gesamte Dauer der Hochwasserwelle Schwebstoffgehalte vom Ufer des Hauptstroms als auch in strömungsberuhigten Zonen im Vorland bestimmt (Krüger et al. 1997), auch während des HW98 wurden in einen Zeitraum von drei Wochen täglich Schwebstoffproben aus dem Untersuchungsgebiet entnommen.

Zur Diskretisierung des Modellgebiets wurde ein Finite-Elemente-Netz (FE-Netz) generiert, das die Informationen zur Topographie des Untersuchungsgebietes speichert und die Grundlage des zweidimensionalen Strömungsmodells bildet. Das FE-Netz besteht aus 9700 Elementen, denen etwa 28300 Berechnungsknoten zu Grunde liegen.

3 Ergebnisse

Für das HW97 wurde zunächst vereinfachend ein stationärer Zustand für einen Rechenzeitraum von 72 Stunden angenommen. Dabei bilden die berechneten Strömungsverhältnisse und Uferlinien die reale Situation gut ab (Abb. 1). Die Modellkalibrierung wurde auf Basis der Bezugswasserlagen im Hauptstrom durchgeführt und mit Hilfe der Daten vom Pegel Gnevsdorf auf Plausibilität geprüft. Da die Qualität der Berechnungen entscheidend von der Qualität des zu Grunde gelegten digitalen Geländemodells (DGM) abhängt (Wyra 1998, Sacher & Naujoks 1998), wird gegenwärtig ein neues detailliertes DGM auf der Basis von Orthofotos (Luftbilder) erstellt.

Auch bei der Feststoffmodellierung wurde in dieser ersten Simulation ein konstanter Schwebstoffeintrag über die Rechenzeit angenommen. Da die Feststoffmodellierung auf dem errechneten Strömungsfeld beruht, können hier vorerst nur qualitative Aussagen über das Erosions- bzw. Sedimentationsverhalten der Schwebstoffe getroffen werden. Die errechneten Sohl Schubspannungen geben Aufschluß über potentielle Erosions- und Depositionsbereiche im Untersuchungsgebiet. Deutlich erkennt man Bereiche der Sohl-erhöhung in den strömungsberuhigten Zonen bzw. der Sohlvertiefung in den Einströmbereichen. Die Ergebnisse der Simulation sollen mit Hilfe der aus den Sedimentfallen gewonnenen Daten kalibriert werden.

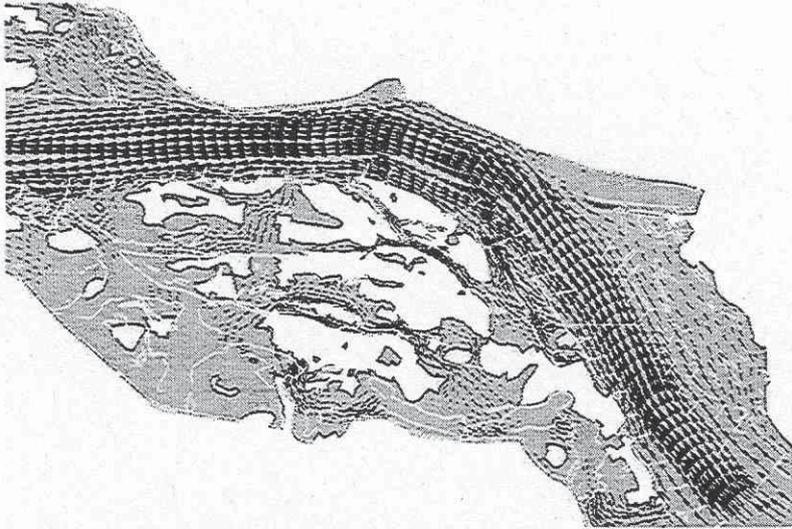


Abb. 1 Berechnetes Strömungsfeld im Kernuntersuchungsgebiet der Aue für HW97 (1810 m³/s)

Für das HW98 soll eine dynamische Simulation für das Gebiet durchgeführt werden. Der zeitliche Verlauf der Hochwasserwelle sowie die zugehörige

variable Schwebstofffracht soll nachgebildet werden. Hauptprobleme dabei sind die hohen Rechenzeiten sowie numerische Instabilitäten (Divergenz) in Bereichen der Aue, die im Laufe der Berechnung trocken fallen.

4 Zusammenfassung

Mit einem kommerziellen hydrodynamisch - numerischen Modell (zweidimensional und tiefengemittelt) wurden die Strömungsverhältnisse in einem Auengebiet nachgebildet. Entscheidend für die Qualität der Ergebnisse ist das verwendete Höhenmodell. Auf Grundlage des ermittelten Strömungsfeldes wurden Sohlschubspannung, Sedimentkonzentration sowie die sich daraus ergebene Sohlhöhenänderung im Untersuchungsgebiet berechnet. Für das HW97 wurden für den Modelltest vereinfachende Annahmen (Stationarität) getroffen. Für das HW98 sind die Berechnungen noch nicht abgeschlossen. Dafür soll eine dynamische Simulation durchgeführt werden. Die Datengrundlage für die Kalibrierung wurde durch umfangreiche, terminlich abgestimmte Meßaktionen (Wasserspiegellagenvermessung, Strömungsprofile, Befliegung während des HW98, Schwebstoffprobenahme) erweitert.

Literatur

- Büttner, O., Hagemann H., Suhr, U. (1997) Modellierung von Überflutungsflächen in einem Auengebiet der mittleren Elbe. ESRI 5. Deutsche Anwenderkonferenz. ISBN 3-9805610-0-3, 225-227
- Krüger F., Büttner O., Friese K. Meissner R., Rupp H., Schwartz R., (1997) Lokalisation der Schwermetallbelastung durch Simulation des Überflutungsregimes in einer ausgewählten Elbaue bei Wittenberge, Mit. d. Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, II, 949-952
- Sacher, C., Naujoks C. (1998) Calculating the limits of flood zones using a geographic information system, Wasser und Boden, 1:5-10
- Quoika S., Büttner O., Krüger F., Rode M., Baborowski M. (1998) Zweidimensionale Modellierung der Strömungsverhältnisse und des Sedimenttransportes in einem Auengebiet der mittleren Elbe, in: Tagungsband zum 8. Magdeburger Gewässerschutzseminar, Hrsg. von W. Geller, S. 369-370
- Wyra, J. (1998) Quality assurance in practical applications of two-dimensional flow simulation, DGM, 42:149-157

**Stoffhaushalt von Auenökosystemen
der Elbe und ihrer Nebenflüsse**
Nähr- und Schadstoffe – Ökotoxikologie –
Belastbarkeit von Flußauen

Workshop

1. bis 3. Februar 1999
im UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle
Sektion Gewässerforschung
Magdeburg

Kurt Friese, Kathleen Kirschner, Barbara Witter (Hrsg.)

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Permoserstraße 15, D-04318 Leipzig

Sektion Gewässerforschung
Brückstraße 3a, D-39114 Magdeburg