

Zweidimensionale Modellierung der Strömungsverhältnisse und des Sedimenttransportes in einem Auengebiet der mittleren Elbe

Stefan Quoika, Olaf Büttner, Frank Krüger, Michael Rode, Martina Baborowski
Kontakt: buettner@gm.ufz.de

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 Methodik

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).

In der Untersuchung konnte auf Vorarbeiten zur Wasserspiegellagenberechnungen mit einem eindimensionalen Strömungsmodell für die Überflutungsflächen zurückgegriffen werden (Büttner et al. 1997), die neben Pegelwerten für die Kalibrierung genutzt wurden. Zur Überprüfung der Modellrechnungen sollen zunächst die Daten des Hochwassers vom März 1997 (Scheiteldurchfluß bei 1810 m³/s) herangezogen werden. Bei diesem Frühjahrshochwasser wurden für die gesamte Dauer der Hochwasserwelle Schwebstoffgehalte sowohl vom Ufer des Hauptstroms als auch in strömungsberuhigten Zonen im Vorland bestimmt. Außerdem wurden ca. 100 Sedimentationsfallen im Gebiet ausgebracht und beprobt. Parameter, die nicht oder nur mit großem Aufwand gemessen werden können, wurden mit Literaturwerten belegt. Neben dem Märzhochwasser wurden zusätzlich Berechnungen für ein Hochwasser mit einer 5jährigen Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 2500 m³/s durchgeführt.

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 und Ausblick

Für die zwei ausgewählten Durchflußsituationen wurden zunächst vereinfachend stationäre Zustände für einen Rechenzeitraum von 72 Stunden angenommen. Dabei bilden die berechneten Strömungsverhältnisse und Uferlinien die reale Situation gut ab. Die Modellkalibrierung wurde auf Basis der Bezugswasserlagen im Hauptstrom durchgeführt und mit Hilfe der Daten vom Pegel Gnevsdorf auf Plausibilität geprüft. Die zur Kalibrierung genutzten Ergebnisse der 1-D- Modellierung sollen durch Geschwindigkeitsmessungen im Hauptstrom (Elbeschiff des UFZ) und Wasserspiellagenfixierungen im Gebiet ergänzt werden, um detaillierte quantitative Aussagen zum Strömungsverhalten machen zu können. Weiterhin sind zum Verifizieren der Modellaussagen Luftbildaufnahmen bei zukünftigen Hochwasserereignissen geplant. Da die Qualität der Berechnungen entscheidend von der Qualität des zu Grunde gelegten digitalen Geländemodells (DGM) abhängt, 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 Sohlschubspannungen geben Aufschluß über potentielle Erosions- und Depositionsbereiche im Untersuchungsgebiet. Deutlich erkennt man Bereiche der Sohlerrhöhung 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.

In einem nächsten Schritt soll eine dynamische Simulation für das Gebiet durchgeführt werden. Der zeitliche Verlauf einer 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.

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