

Hydraulische Untersuchungen verschiedener Maßnahmen im Elbevorland mittels eines zweidimensionalen hydronumerischen Modells

Boris Glander

1 Einleitung

Zu den Maßnahmen im Elbevorland, die im Rahmen des Forschungsprojektes der BAW bis Ende 1999 untersucht werden, gehören auch solche, die im Abschnitt der Erosionsstrecke der Elbe zur Verringerung der Eintiefung der Flußsohle führen sollen. Dazu wurden mit dem nachfolgend beschriebenen 2D-HN-Modell bis Anfang 1999 neben dem Nullzustand zwei Varianten, eine Deichrückverlegung (VR) und der Wiederanschluß eines Altarmes mittels einer Flutrinne (VF) untersucht. Die Untersuchungen erfolgten bisher stationär für zwei ausufernde Abflüsse: MHQ (mittleres jährliches Hochwasser mit ca. 2-jährlichem Wiederkehrintervall, ca. 1200 m³/s) und HQ₅ (5-jährliches Wiederkehrintervall ca. 1800 m³/s).

Die Zielsetzung der Vorlandmaßnahmen ist ein häufigeres Überfluten der Vorländer bei Hochwasserabflüssen und eine Eindämmung der Sohlerosion im Hauptgerinne. Bei der Überflutung der Vorländer wird nicht wie bisher ein Auffüllen von Unterstrom sondern eine Überströmung angestrebt.

2 Hydrodynamisch-numerisches (HN-)Modell

Bei dem hier eingesetzten Verfahren FAST2D-DA (Flow Analysis Simulation Tool of 2 Dimensions - Depth Averaged) handelt es sich um ein „Finite Volumen“-Verfahren, das zur Simulation stationärer Strömungen in natürlichen Gerinnen eingesetzt werden kann. FAST2D-DA berechnet für jedes Kontrollvolumen, des aus Viereckselementen aufgebauten numerischen Gitternetzes, den Vektor der über die Wassertiefe integrierten zeitlich gemittelten horizontalen Geschwindigkeitskomponenten, den Wasserstand sowie optional die Turbulenzparameter des an tiefengemittelte Strömungsberechnungen angepaßten Standard-k-ε-Modells.

Zur Diskretisierung des Strömungsgebiets wurde ein krummliniges strukturiertes Berechnungsgitter mit ca. 12 600 Elementen verwendet, das eine flexible Anpassung an Uferlinien und markante Geometrien erlaubt. Auf den Einbau von Buhnen wurde verzichtet. Sie werden in der Strömungsberechnung in Form von lokal erhöhten Rauheitswerten berücksichtigt.

3 Das Untersuchungsgebiet im Nullzustand

Für die Untersuchungen verschiedener Vorlandmaßnahmen innerhalb der "Erosionsstrecke" wurde der Abschnitt El-km 182 - 194 bei Klöden (s. Abb.1) ausgewählt. Dieser Abschnitt enthält bereichsweise folgende Merkmale:

- relativ eng anliegende Hochwasserdeiche,
- weite Vorländer,
- einen Elbe-Altarm,
- Uferreihen,
- für die Erosionsstrecke typische Krümmungen.

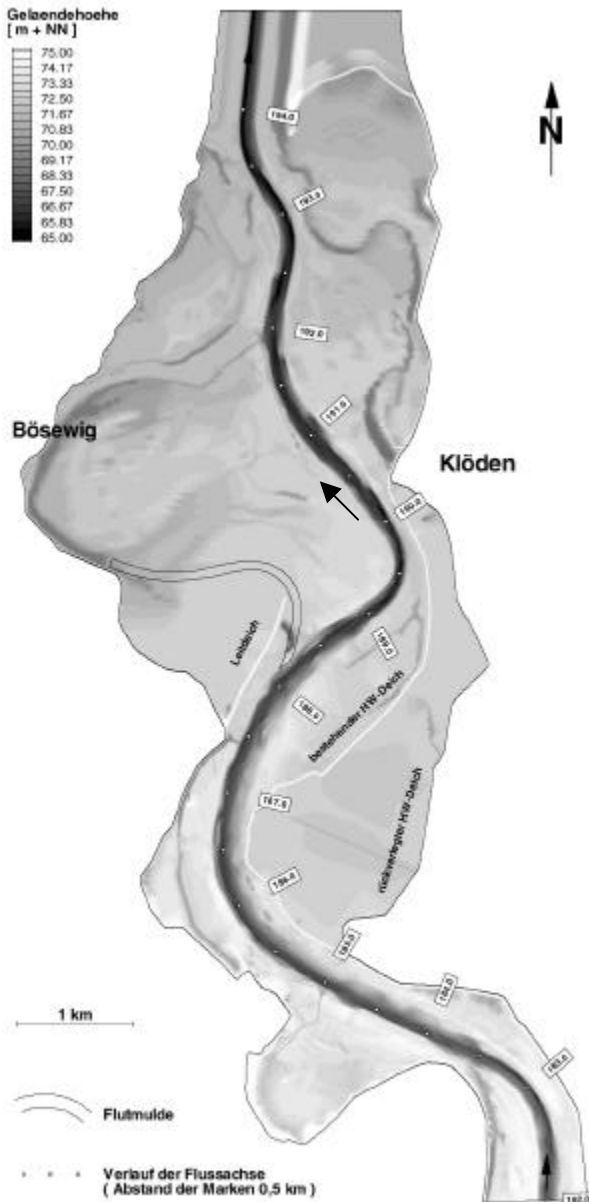


Abb1. Höhen-Graustufen-Darstellung des Untersuchungsgebietes

Ab El-km 187 tritt der rechte Hochwasserdeich zurück und bildet von El-km 187 bis 190 ein bis zu 780 m breites Vorland. Dieses wird bei MHQ von Unterstrom eingestaut. Das hohe ufernahe Vorland zwischen El-km 187 und 188,5 verhindert ein Einströmen von Oberstrom. Auf der linken Seite springt der Hochwasserdeich ab El-km 187,5 zurück (Altarm). Das bis zu 2300 m breite Vorland wird von einem Leitdeich und anschließend von hochgelegenen Vorland, welches sich bis El-km 192,7 erstreckt, weitgehend abgeriegelt, so daß eine Durchströmung von Oberstrom erst bei dem größeren der untersuchten Durchflüsse (HQ₅) festgestellt werden kann. Ein Krümmungskolk im Hauptgerinne um km 190 kennzeichnet die Engstelle im Untersuchungsraum mit starkem Gefälle und hohen Fließgeschwindigkeiten im Flußschlauch.

4 Variante Altarmanbindung durch eine Flutrinne (VF)

Um das linksseitige Vorland im Bereich von Bösewig stärker und früher zu überfluten und gleichzeitig das Hauptgerinne im Bereich Klöden (El-km 189 bis 192) zu entlasten, bietet es sich an, den Bösewiger Elbe-Altarm von Oberstrom durch eine Flutrinne wieder an das Hauptgerinne anzuschließen (s. Abb.1). Da die Schutzwirkung des Leitdeiches bei El-km 188 bei Abflußereignissen, die deutlich über MHQ liegen, erhalten bleiben soll, muß die Flutrinne den Leitdeich in ihrem Verlauf umgehen (s. Abb.1). Die Flutrinne ist 2380 m lang und hat eine Sohlbreite von ca. 70 m sowie eine mittlere Abgrabtiefe von 1,3 m (maximal 2,15 m). Sie springt bei einem Abfluß von ca. 570 m³/s, d.h. bei einem Wasserstand von MW+1 m, an. Durch die Flutrinne werden zwei durchflußbehindernde Höhenrücken im Vorland durchstoßen.

Mit der Flutrinne kann ein Anheben des Wasserspiegels (maximal 0,2 m bei MHQ s. Abb.2) und ein verstärktes Überströmen des linken Vorlandes bei Bösewig erreicht werden. Gleichzeitig kommt es im Hauptgerinne unterhalb El-km 188 (Einlauf in die Flutrinne) zu einer Verringerung des Abflusses und der Strömungsgeschwindigkeit (s. Abb.2). Der Wasserspiegelverlauf entlang des Hauptgerinnes zeigt, daß der Einfluß der Engstelle bei El-km 190 durch den Anschluß des Altarmes abnimmt (Wasserspiegel im Hauptgerinne sinkt). Das starke Wasserspiegelgefälle im Hauptgerinne zwischen El-km 189 und 190 wird durch die Flutrinne von 40 cm/km auf 33 cm/km bei MHQ (s. Abb. 4) vermindert. Da das linke Vorland bei HQ₅ bereits im Nullzustand durchströmt wird, sind die Änderungen der Strömungssituation durch die Altarmanbindung bei diesem Durchfluß geringfügiger als bei MHQ.

5 Variante Rückdeichung (VR)

Vom Staatlichen Umweltamt Dessau/Wittenberg wurde im Untersuchungsraum ein Gebiet als mögliche Rückdeichungsfläche (248 ha) vorgeschlagen (s. Abb.1). Mit der hier gerechneten Variante wurde geprüft, inwiefern diese Rückdeichung als Maßnahme zur Verminderung der Sohlenerosion genutzt werden kann. Für diese Grundsatzuntersuchung wurde der alte Hochwasserdeich im Modell vollständig entfernt.

Das rechte Vorland bei El-km 188 erhält durch die Rückdeichung einen oberstromigen Anschluß zum Hauptgerinne und wird überströmt (s. Abb.3). Über dem Vorland kommt es zu einer Anhebung des Wasserspiegels (ca. +10 cm bei MHQ). Die Deichrückverlegung führt im Hauptgerinne oberhalb der Rückdeichung und im Maßnahmebereich zu einer Wasserspiegelabsenkung (bei MHQ maximal -17 cm, s. Abb.5). Im Starkgefälleabschnitt um km 190 wird das Gefälle nicht verringert und es ist keine nennenswerte Strömungsentlastung im Hauptgerinne zu verzeichnen, da wegen der vorgegebenen rechtsseitigen Deichführung bei der Ortslage Klöden hier das über das rechte Vorland abgeführte Wasser wieder im Hauptgerinne zusammengefaßt werden muß. Die Wasserspiegel- und Strömungsverhältnisse über dem linken Vorland verändern sich durch die Rückdeichung nicht.

6 Vorläufige Schlußfolgerungen

Unter dem Aspekt der Erosionseindämmung im Bereich des Klödener Kolkes ist die Anbindung des Altarmes mittels einer Flutrinne zielführend. Der Abflußanteil des Hauptgerinnes wird um 11-12 % (bei den untersuchten Durchflüssen) verringert. Die wegen der Ortslage Klöden nur unter Beibehaltung einer Engstelle realisierbare Rückdeichung ergibt im Bereich des Klödener Kolkes weder bei MHQ noch bei HQ₅ eine Verbesserung der Verhältnisse. In dem Flußabschnitt oberhalb der Rückdeichung hat die Belastung leicht zugenommen. Eine deutliche Entlastung des Hauptgerinnes ist nur im direkten Rückdeichungsbereich zu verzeichnen.

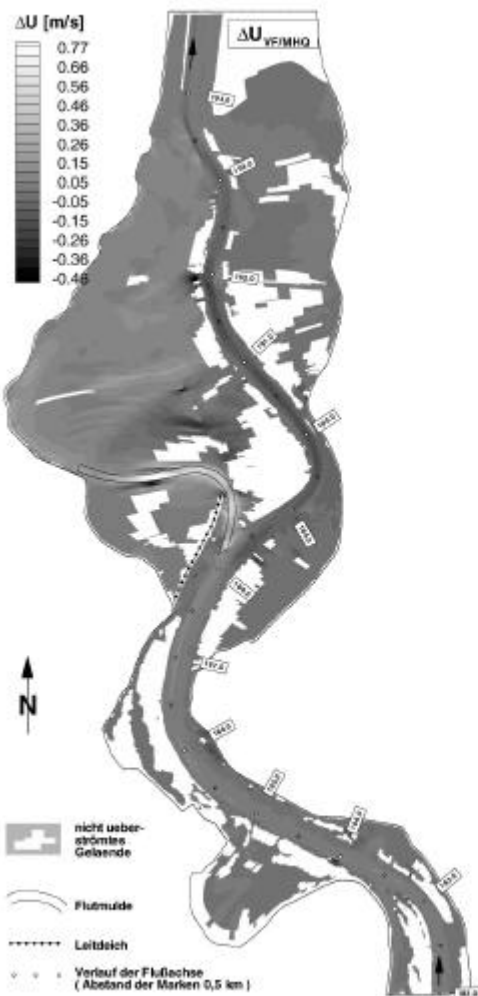


Abb.2: Differenzen der Strömungsgeschwindigkeiten bei MHQ ($\Delta U = U_{vr} - U_{vii}$)

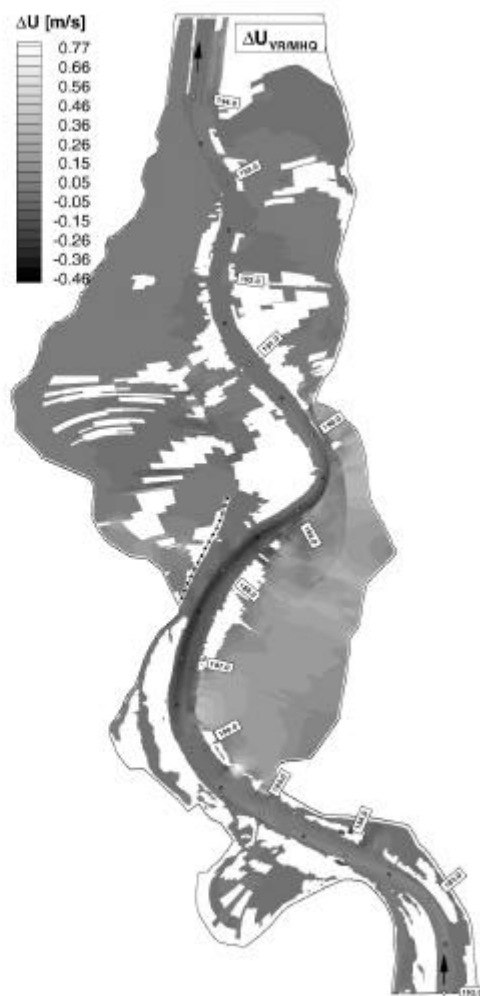


Abb.3: Differenzen der Strömungsgeschwindigkeiten bei MHQ ($\Delta U = U_{vr} - U_{vii}$)

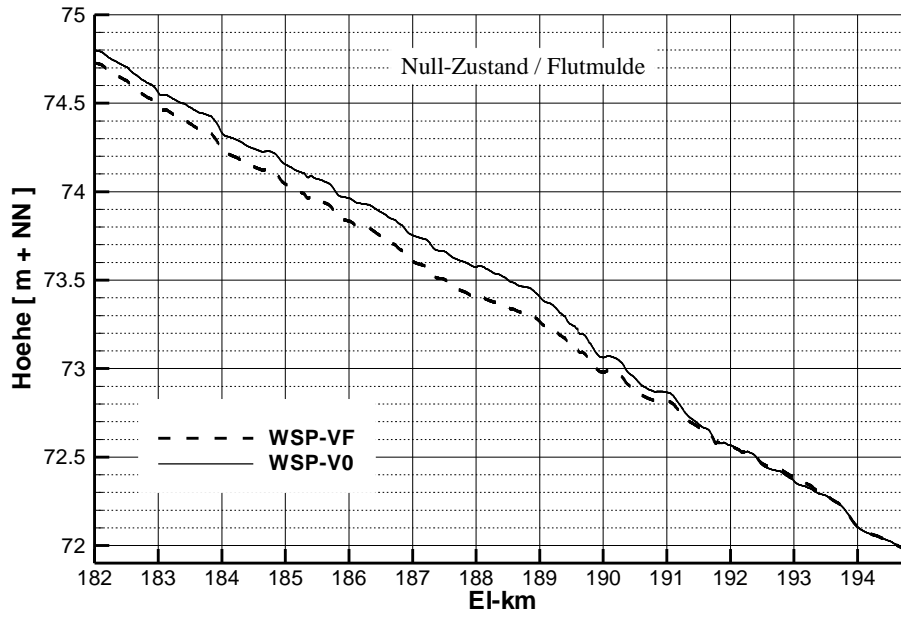


Abb.4: Wasserspiegellage entlang der Flussachse für V0 und VF bei MHQ

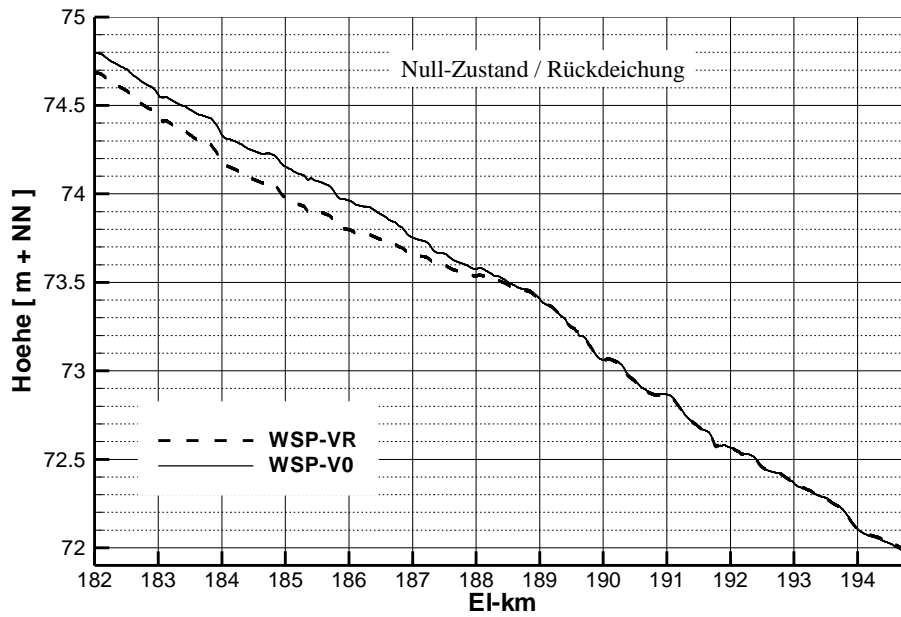


Abb.5: Wasserspiegellage entlang der Flussachse für V0 und VR bei MHQ