

Hydraulisch morphologische Untersuchungen der Rückdeichung Lenzen am Beispiel des zweidimensionalen numerischen Modells

Birgit Bleyel

1 Einleitung

Im Bereich der Elbe zwischen Lenzen und Schnackenburg ergibt sich bei der Umsetzung von Großprojekten zur Auwaldrenaturierung und Wiederbelebung der Flusssynamik im Naturpark „Brandenburgische Elbtalau“ aus der Notwendigkeit einer Deichrekonstruktion und dem Wunsch nach Beseitigung hydraulischer Engstellen die Möglichkeit einer Deichrückverlegung. In diesem Rückdeichungsgebiet ist die Wiederansiedlung von Auwald und Überflutungsröhrichten geplant. Der projektierte Rückdeichungsbereich erstreckt sich zwischen Elbe-km 477 und 484 und ist je nach Lage des neuen Deichs bis zu 660 ha groß.

Aus diesem Anlass wurden von der Bundesanstalt für Wasserbau im Auftrag des Landesumweltamtes Brandenburg Untersuchungen durchgeführt (BAW 1997, Faulhaber 1997), die derzeit im Rahmen des Forschungsprojekts „Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe“ des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung fortgesetzt werden.

In der Untersuchung der geplanten Rückdeichung bei Lenzen wurden verschiedene numerische und ein aerodynamisches Modell eingesetzt (Tab. 2, Beitrag von Frau Faulhaber im selben Band). Die verschiedenen Modelle werden mit unterschiedlicher Zielsetzung angewendet und in der Bearbeitung und Ergebnisinterpretation miteinander gekoppelt.

Im Weiteren beschränken sich die Betrachtungen auf das zweidimensionale hydrodynamisch numerische Modell. Dieses Modell dient dazu, Auskünfte über die Auswirkung verschiedener Rückdeichungsvarianten auf die Strömung im Maßnahmenbereich zu geben und wurde bei der Optimierung verschiedener Planungsvarianten genutzt. Das Hauptaugenmerk der 2D-Untersuchungen liegt auf der Ermittlung der abiotischen hydraulischen Parameter des Rückdeichungsbereichs (z.B. Überflutungstiefen, -bereiche und -dauer, Strömungsgeschwindigkeiten) für weiterführende biotische und abiotische Betrachtungen, die im Rahmen des Forschungsprojekts der Brandenburger Landeanstalt für Großschutzgebiete (LAGS) „Auenregeneration durch Deichrückverlegung“ (FKZ 0339571) angestellt werden.

2 Zweidimensionales Modell

Das zweidimensionale Modell hat eine feste Sohle, arbeitet mit der Methode der finiten Elemente und verwendet ein unstrukturiertes Gitter (siehe Abb. 1 oben). Für die Berechnungen wurde das hydrodynamisch-numerische Verfahren Rismo (Rouvé und Schröder 1994) verwendet. Das Modell erstreckt sich von Elbe-km 475,0 bis 485,5.

Um eine Überflutung des Rückdeichungsbereichs bereits bei geringeren Hochwassern zu ermöglichen, sind Schlitze im Deich zwischen dem Fluss und dem projektierten Rückdeichungsbereich geplant. Außerdem ist geplant, die Deichabschnitte zwischen den Schlitzen auf eine geringere Höhe abzutragen, da sie so der Strömungsführung dienen aber im Fall von größeren Hochwassern eine stärkere Durchströmung des Rückdeichungsbereichs ermöglichen. Ein Leitdeich sorgt für die Strömungsführung im Bereich der starken Krümmung. Für die Lage des neuen Deichs gibt es derzeit zwei unterschiedliche Varianten, eine große und eine mittlere Rückdeichungsvariante. Die große Rückdeichungsvariante ist im ersten Modell eingebaut, während im zweiten Modell die mittlere Rückdeichungsvariante realisiert ist. Bei El-km 479 führt ein ehemaliger Fährdamm fast über die gesamte Breite des Rückdeichungsbereichs. Die im Gebiet zahlreich vorhandenen Buhnen werden in ihrer hydraulischen Wirkung nicht in der Topographie des Netzes sondern über eine eigene Rauheitsklasse abgebildet.

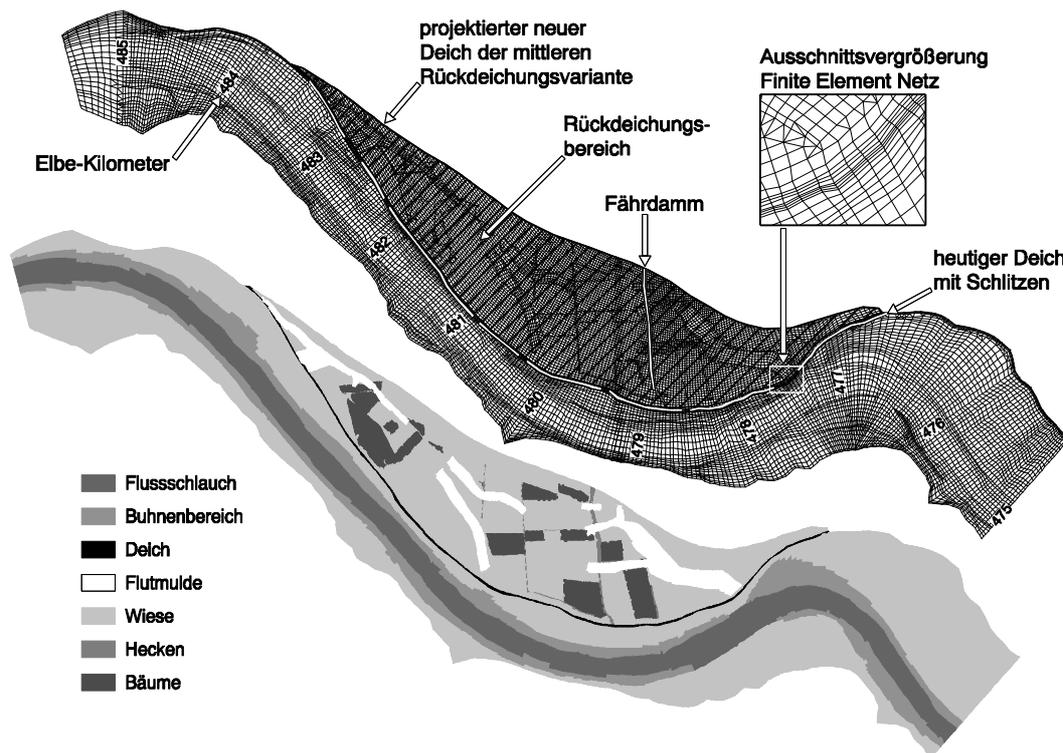


Abb. 1. Darstellung des Finite-Elemente-Netzes (oben) und der Rauheitszonen (unten) der mittleren Rückdeichungsvariante

Für die ersten Untersuchungen wurde ein 2D-Modell (erstes Modell) verwendet, das den Rückdeichungsbereich mit relativ großen Elementen und einer einheitlichen Rauheitsklasse abbildet, da das den zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Bewuchs- und Höheninformationen (aus topographische Karten im Maßstab 1:10 000) angepasst war.

Als zu einem späteren Zeitpunkt feiner aufgelöste Höhendaten, Pläne für künstliche Flutrinnen und Bewuchspläne vorlagen, wurden die Elemente im Vorlandbereich entsprechend verfeinert und aktualisiert (zweites Modell siehe Abb. 1). In Tab. 1 sind die wesentlichen Kenndaten der beiden Netze gegenübergestellt.

Tab. 1. Kenndaten der Modellnetze

	mittlere Elementgröße		ausge-deichte Fläche	maximale Fließbreite	Elementan-zahl
	Rückdei-chungsbereich	Fluss-schlauch			
Erstes Modell (große Deichvariante)	75 x 85m	30 x 40m	660 ha	2,4 km	13700
Zweites Modell (mittlere Deichvariante)	20 x 33m	30 x 40m	420 ha	1,8 km	20300

Ein zweidimensionales Modell liefert Informationen über den Wasserspiegel, die Wassertiefe, die über die Tiefe gemittelte Fließgeschwindigkeit und die Sohlschubspannung für alle Knoten (Eckpunkte der Elemente). Dadurch sind die Informationen flächendeckend vorhanden, aber es sind auch Auskünfte über lokale Besonderheiten möglich (z.B. Strömungsaufteilung im Bereich des Einströmens in das Rückdeichungsgebiet).

3 Untersuchungen

Mit den 2D-Modellen wurde die Gestaltung des neuen Deichs, des derzeitigen rechten Deichs (Schlit-zung, Leitdeich), des Vorlandbewuchses und der Flutrinnen auf ihre Auswirkung auf die Strömung un-

tersucht. Zur Variantenstudie wurden stationäre Berechnungen für verschiedene Hochwasserabflüsse (HQ₁₋₂, HQ₃₋₅, HQ₂₀₋₂₅) durchgeführt. Außerdem erfolgte die instationäre Berechnung einer Hochwasserwelle für das zweite Modell, um das Einströmverhalten und die Ausdehnung des überfluteten Bereichs in Abhängigkeit des Wasserstands im Fluss zu ermitteln. Als Grundlage für diese Berechnungen diente ein zweijähriges Hochwasser mit einer Dauer von 20 Tagen.

Am Modell der mittleren Rückdeichung (2. Modell) wurde der Einfluss der Flutmulden im Rückdeichungsbereich auf das Strömungsgeschehen betrachtet.

- Allgemein kann festgestellt werden, dass durch die Flutmulden das Wasser im Vorland leichter abfließen kann (geringere Strömungswiderstände), wodurch es zu einem geringeren Wasserspiegelgefälle, größeren Geschwindigkeiten und niedrigeren Wasserspiegeln im Rückdeichungsgebiet kommt.
- Durch die Flutmulden erhöht sich der Abflussanteil der durch das Rückdeichungsgebiet fließt (um 1,5 bis 2,5% des Gesamtabflusses).
- Der Wasserspiegel im Flussschlauch sinkt um bis zu 4 cm bei der Verwendung von Flutmulden.
- Im Vorlandbereich sinkt westlich des Fährdamms der Wasserspiegel um 2 bis 7 cm, wobei die Wasserspiegeldifferenz mit steigendem Abfluss geringer wird. Östlich des Fährdamms sind die Differenzen größer, da dort das Einströmverhalten wesentlich durch eine direkt an den ersten Schlitz anschließende Flutmulde geprägt wird.
- Im Bereich der Flutmulden liegen die Geschwindigkeiten deutlich höher als im umgebenden Gelände. In Tabelle 1 sind die Vorlandgeschwindigkeiten des zweiten Modells aufgelistet.

Tab. 2. Tiefen gemittelte Fließgeschwindigkeiten im Rückdeichungsbereich der mittleren Rückdeichung

Vorlandgeschwindigkeiten	HQ ₁₋₂ (1500 m ³ /s)	HQ ₃₋₅ (2300 m ³ /s)	HQ ₂₀₋₂₅ (3250 m ³ /s)
ohne Flutmulden	0 bis 0,4 m/s	0 bis 0,5 m/s	0 bis 0,6 m/s
mit Flutmulden	0 bis 0,6 m/s	0 bis 0,7 m/s	0 bis 0,8 m/s

In dem von der BAW betriebenen eindimensionalen Feststofftransportmodell, das auch den Bereich Lenzen erfasst (Gesamtmodell: El-km 438-495), wurden Prognosen erstellt, wie sich die Sohle in den kommenden 15 Jahren verändern wird. Werden die Sohländerungen (Prognose für 15 feuchte Jahre) in das zweite Modell (mittlere Deichvariante) eingebaut, kommt es zu folgenden Änderungen der Berechnungsergebnisse gegenüber der Annahme einer unveränderlichen Sohle:

- Im Rückdeichungsbereich fällt der Wasserspiegel bei prognostizierter Sohlage um 1 bis 2 cm.
- Im Flussabschnitt parallel zur Rückdeichung fällt der Wasserspiegel bei prognostizierter Sohlage um bis zu 2 cm.
- Oberhalb des Rückdeichungsbereichs kommt es zu einer Aufhöhung der Wasserspiegel bei prognostizierter Sohlage um bis zu 3 cm (HQ₁₋₂), die allerdings mit steigendem Abfluss abnimmt (bei HQ₂₀₋₂₅ maximal 1,5 cm). Dieses Maximum tritt am oberen Modellrand auf.
- Die Änderung der Sohlage hat keinen nennenswerten Einfluss auf die Fließgeschwindigkeiten (maximal 0,05 m/s).

Dabei muss berücksichtigt werden, dass auf Grund der Änderung der Sohlhöhen der Wasserstand am Modellauslauf 3 cm niedriger angenommen wurde, als bei den vergleichenden Berechnungen mit heutiger Sohlage.

Weitere Informationen finden sich auch im Tagungsband der Fachtagung in Wittenberge (Mai 99).

Literatur

- BAW (1997) Gutachten über hydraulische Untersuchungen der Rückdeichung Lenzen, Bundesanstalt für Wasserbau, Berlin 1997 (unveröffentlicht)
- Faulhaber, P. (1997) Hydraulisch-morphologische Untersuchung von Rückdeichungen bei Lenzen (Elbe) (Auszug). Auenreport, Beiträge aus dem „Naturpark „Brandenburgische Elbtalau“ 3/1997, 66-81

Rouvé, G., Schröder, M. (1994) „Die Entwicklung eines mathematisch-numerischen Verfahrens zur Berechnung naturnaher Fließgewässer“, DFG-Abschlussbericht Ro 365/31-6, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft - RWTH Aachen

Tagungsband der Fachtagung des Forschungsverbunds Elbe-Ökologie „Dynamik und Interaktion von Fluß und Aue“ 4. – 7. Mai 1999 in Wittenberge