

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Henning, Martin; Hentschel, Bernd

Morphodynamik in Bühnenfeldern - Naturuntersuchungen an der Elbe

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103810>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Henning, Martin; Hentschel, Bernd (2006): Morphodynamik in Bühnenfeldern - Naturuntersuchungen an der Elbe. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Strömungssimulation im Wasserbau (Flow Simulation in Hydraulic Engineering). Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 32. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 105-115.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Morphodynamik in Buhnenfeldern - Naturuntersuchungen an der Elbe

Martin Henning, Bernd Hentschel

Summary

The Federal Waterways Engineering and Research Institute (BAW) and the Federal Institute of Hydrology (BfG) investigate on a contract of the Federal Waterways and Shipping Administration modified groyne types in order to improve their ecological properties while keeping their hydraulic function. Ten monitoring campaigns have been carried out between 2000 and 2005, including the measurement of flow velocities and topography in eight groyne fields in the River Elbe (El-km 440 – 443). The article indicates the spectrum of erosion and sedimentation and shows, to what extent the usually by ecologists required morphological dynamics and thus high structural diversity can be found in these groyne fields.

1 Einleitung und Vorgeschichte

Das Wasser- und Schifffahrtsamt Magdeburg beauftragte die Bundesanstalten für Wasserbau und Gewässerkunde (BAW/BfG) mit der Entwicklung neuer Buhnenformen: Zusätzlich zur hydraulischen Wirksamkeit wird eine erhöhte morphologische Dynamik im Buhnenfeld zur Verbesserung ökologischer Funktionen gefordert.

Die Abhängigkeit verschiedener Strömungsszenarien im Buhnenfeld von der Buhnenform wurde in aerodynamischen Modellen voruntersucht. Die aus diesen Untersuchungen ausgewählten Buhnen wurden in einem hydraulischen Systemmodell (Maßstab 1:30) im Detail untersucht [Henning 2000, Karg 2001]. Aus den Ergebnissen wurde über Schubspannungsansätze der potentielle Feststoffhaushalt der Buhnenfelder ermittelt. Ein zweidimensionales hydronumerisches Modell begleitete die Modelluntersuchungen mit Parameterstudien [Walzer 2000].

Aus den Modellversuchen wurden zwei Buhnenformen abgeleitet: Bereits vorhandene Buhnendurchrisse werden durch die Anlage von definierten „Kerben“ im Buhnenrücken befestigt. Knickbuhnen kombinieren inklinante und deklinante Buhnenbauweisen miteinander [Hentschel & Anlauf 2001].

Seit 1999 läuft ein Naturversuch, in dessen Rahmen biotische und abiotische Parameter aufgenommen wurden [Kleinwächter et al. 2005, BAW 2003].

2 Naturversuch

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Naturuntersuchungen erstrecken sich auf acht Bühnenfelder der unteren Mittel-Elbe zwischen El-km 440 und El-km 444 (Abbildung 1). Die untersuchten Bühnenfelder liegen am Prallufer des Eingangs bzw. Ausgangs einer Flusskrümmung (Radius ca. 1000 m).

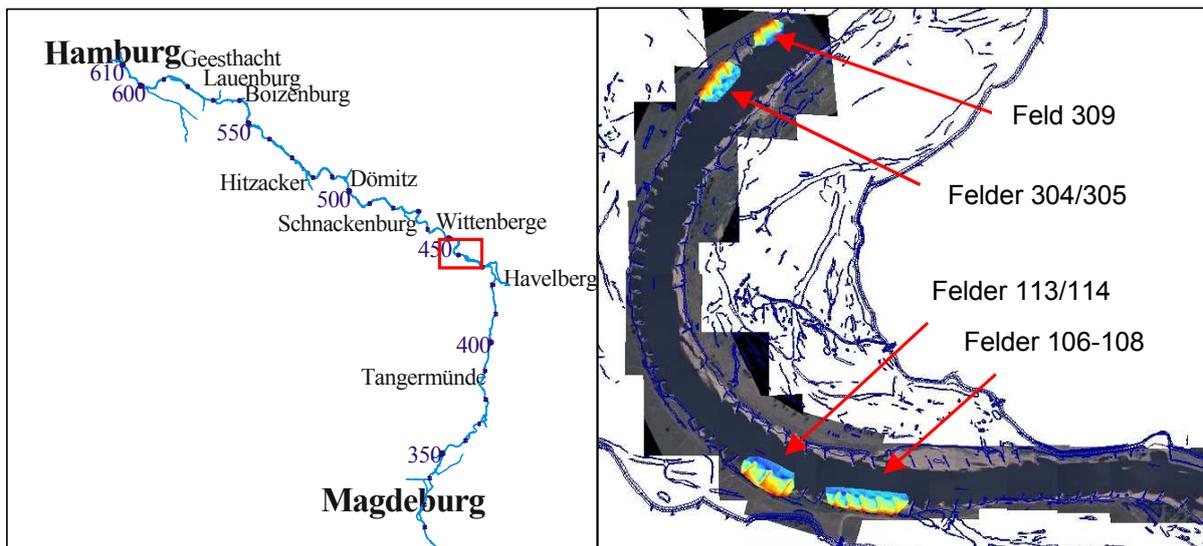


Abbildung 1 Ausschnitt des Elbelaufs mit Markierung des Untersuchungsabschnitts, Untersuchungsabschnitt mit Luftbildern und DBWK

Die stark beschädigten Bühnen der Felder 106 bis 108 wurden im Jahr 2000 zu Knickbühnen umgebaut. Die Bühnen der 400 m unterstrom gelegenen Bühnenfelder 113 und 114 wurden in Standardbauweise rekonstruiert. Sie weisen mit 130 bzw. 110 m im Vergleich zu den Bühnen der Felder 106 bis 108 (90 bis 100 m) einen relativ großen Abstand auf. Das Bühnenfeld 113 ist vom Ufer her stark verlandet und hat zusätzlich eine Insel in Feldmitte. Die heterogene Topographie der Bühnenfelder 304 und 305 ist geprägt durch Durchrisse im uferseitigen Drittel der Bühnen, die während der Umbauphase im Jahr 2000 als Kerbbühnen in eine einheitliche Geometrie versetzt und befestigt wurden. Bühnenfeld 309 wurde mit Standardbühnen ausgestattet, wies jedoch vor dem Umbau von allen untersuchten Bühnenfeldern die am wenigsten zerstörten Bühnen auf. Die Bühnenfelder im Ausgang der Krümmung sind mit Bühnenabständen von ca. 90 m und Bühnenlängen von 70 bis 80 m kleiner, als die im Eingang gelegenen Bühnen-

felder. Das Sohlkorn des Untersuchungsabschnitts liegt mit einem mittleren Durchmesser von ca. 1,5 mm im grobsandigen bis feinkiesigen Bereich [BfG 1994].

2.2 Hydrologie

Die Hydrologie ist geprägt von Winter- bzw. Frühjahrshochwassern. Der Durchfluss während der Sommer- und Herbstmonate ist, bis auf seltene Sommerhochwasser, niedrig.

Zwischen den Frühjahren der Jahre 2001 und 2005 wurde am Bezugspegel Wittenberge (El-km 453,9) das mittlere Hochwasser (MHQ) der Jahresreihe 1971/2000 ($1890 \text{ m}^3/\text{s}$) in drei Wintern überschritten (Abbildung 2). Im August 2002 trat mit einem tagesgemittelten Abfluss von $3670 \text{ m}^3/\text{s}$ ein außerordentliches Sommerhochwasser mit einer Jährlichkeit von ca. 50 auf [Abstimmungsgruppe Hochwasserstatistik 2004]. Die Sommer der Jahre 2000 und 2003 waren durch Trockenheit gekennzeichnet, wohingegen in den Sommermonaten der Jahre 2001 und 2004 der Mittelwasserabfluss (MQ) von $690 \text{ m}^3/\text{s}$ mehrfach überschritten wurde. Eisgang herrschte in den beiden Wintern 2002/2003 und 2003/2004.

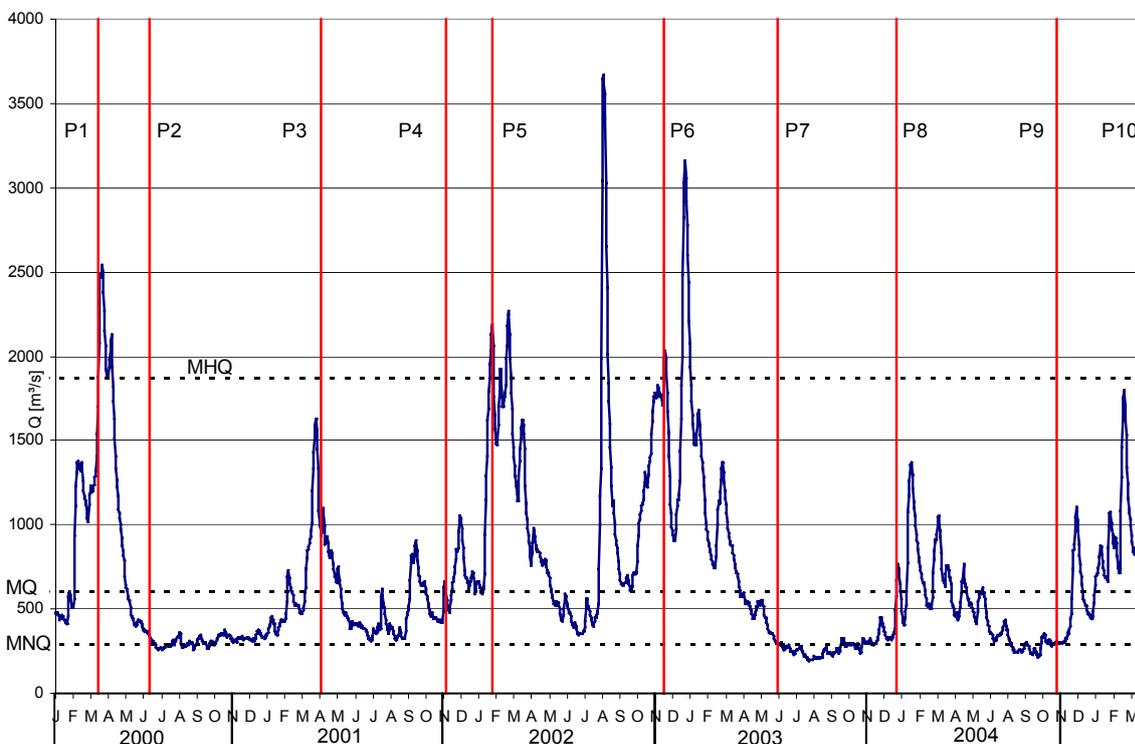


Abbildung 2 Ganglinie des Pegels Wittenberge für den Untersuchungszeitraum und Zeitpunkte der Messungen P1 bis P10

Leitet man aus den Messungen Prognosen ab, muss man die überdurchschnittlich großen Hochwasserereignisse des Beobachtungszeitraums berücksichtigen.

3 Datenanalyse

3.1 Datengrundlage

Es wurden Messungen oberhalb des Mittelwasserstandes vom März 2001 (P3), November 2001 (P4), Februar 2002 (P5), November 2002 (P6) und März 2005 (P10) (Abbildung 2) für die Analysen verwendet. Auch bei niedrigeren Wasserständen wurden Messdaten erhoben und ausgewertet, wobei ein Großteil der Buhnenfelder terrestrisch vermessen wurde. Diese Daten wurden in der vorliegenden Analyse der Morphodynamik jedoch nicht herangezogen, da sie wegen des aufwendigen Messverfahrens in einer geringeren Dichte vorliegen, als die vom Wasser per Echolot aufgenommenen Daten.

3.2 Analyseverfahren

Die Aufbereitung der Höhendaten erfolgte mit der BAW-Software FIKS [BAW 1999]. Um die Daten verschiedener Messphasen untereinander vergleichbar zu machen, wurden diese zunächst in ein Raster interpoliert. Neben dem Interpolationsalgorithmus (Methode der inversen Abstandsquadrate) bietet das Programm zahlreiche Darstellungs-, Filter- und Analysemöglichkeiten.

Durch Vergleich der mittleren Sohlenhöhen der Buhnenfelder und die Bildung von Differenzen zwischen den einzelnen Messungen lässt sich eine Aussage über den Feststoffein- bzw. Feststoffaustrag innerhalb des betrachteten Zeitraums treffen. Die Morphodynamik wird durch diese Art der Auswertung nur bedingt dargestellt, da sich Erosion und Sedimentation in der Mittelwertbildung unter Umständen aufheben und Umverteilungen im Buhnenfeld nicht berücksichtigt werden.

Eine gute Analysemöglichkeit der Dynamik und Vielfalt der Sohlenstruktur bietet die Betrachtung der Standardabweichung. Sie beschreibt die durchschnittliche Abweichung des betrachteten Parameters vom Mittelwert der Gesamtheit. Durch die Auswertung der Standardabweichung eines Parameters lassen sich unterschiedliche Aussagen treffen:

- Bei Vergleichen der Daten einer Messung, etwa der Höhenwerte eines Buhnenfeldes zu einem festen Zeitpunkt, liefert die Standardabweichung Aus-

kunft über die Heterogenität innerhalb des untersuchten Bereichs (Zeit fest, Ort variabel). Eine große Standardabweichung deutet hier auf Unregelmäßigkeiten in der Geometrie, z.B. tiefe Kolke, hin.

- Wenn die Standardabweichung als Parameter zur Beschreibung von Veränderungen zwischen Messungen zu verschiedenen Zeitpunkten herangezogen wird, gibt sie Auskunft über die Schwankungsbreiten an einem festen Ort (Ort fest, Zeit variabel).

Um eine Vergleichbarkeit der Höhen der einzelnen Bühnenfelder zu erreichen, wurde ein Bezugswasserspiegel für Mittelwasser (MW) aus einer Wasserspiegelfixierung berechnet. Auf der Grundlage dieser Berechnung wurde aus allen Messungen die mittleren Bühnenfeldtiefen bezogen auf MW ermittelt.

Zum Vergleich der Geometrien der Bühnenfelder wurden in flächigen Filterbereichen immer die gleichen Ausschnitte betrachtet. Zur Ermittlung der Ausdehnung der Bühnenfelder wurden Luftbilder [WSD Ost 1999, 2002], Höhenfilter und die digitale Bundeswasserstraßenkarte (DBWK) herangezogen. So wurden Filterbereiche gebildet, die den Bereich zwischen den Bühnen von der Streichlinie bis zum Ufer beinhalten (Abbildung 3). Die Bauwerke selbst wurden von der Betrachtung ausgeschlossen.

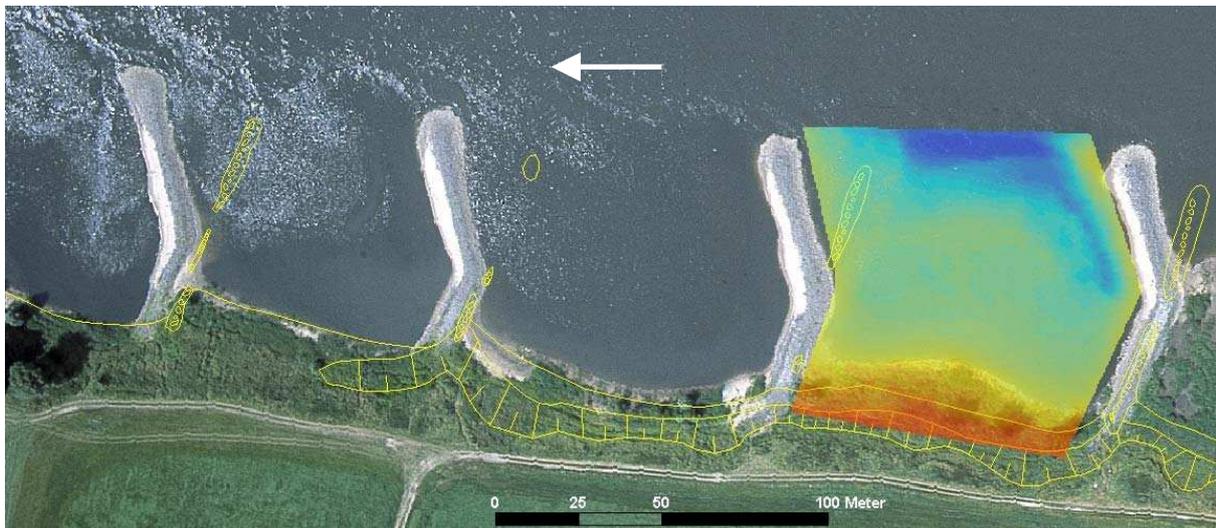


Abbildung 3 Luftbild der Knickbühnengruppe mit Ausschnitt aus der DBWK und Datenfilter der Höhen von Bühnenfeld 106

Zur Analyse der Morphodynamik der Bühnenfelder wurde die Veränderung der Sohlhöhen aller Messungen betrachtet, indem die Standardabweichung der Wassertiefen bezogen auf die mittlere Tiefe ortsfest ermittelt wurde. Um die Ergeb-

nisse besser einordnen zu können, wurden die Wassertiefen in Tiefenklassen unterteilt.

Mittlere Höhenveränderungen wurden aus der Differenz der Mittelwerte der Sohlhöhen zwischen den jeweiligen Messungen berechnet.

Die Analysen berücksichtigen die unterschiedliche Größe der Bühnenfelder, indem die Ergebnisse auf die Bühnenfeldgrößen normiert wurden.

3.3 Ergebnisse

Der Mittelwert der Standardabweichungen der Sohlhöhen aller Messungen, die absolute Sohlhöhenänderung zwischen den Messungen vom Frühjahr 2001 und Frühjahr 2005 und die mittlere Sohlhöhenänderung zwischen zwei Messungen sind für unterschiedliche Tiefenklassen als Mittelwert aller untersuchten Bühnenfelder in Abbildung 4 dargestellt. Außerdem ist der Mittelwert des Anteils der jeweiligen Tiefenklassen an der Gesamtfläche der Bühnenfelder auf der sekundären Ordinate aufgetragen.

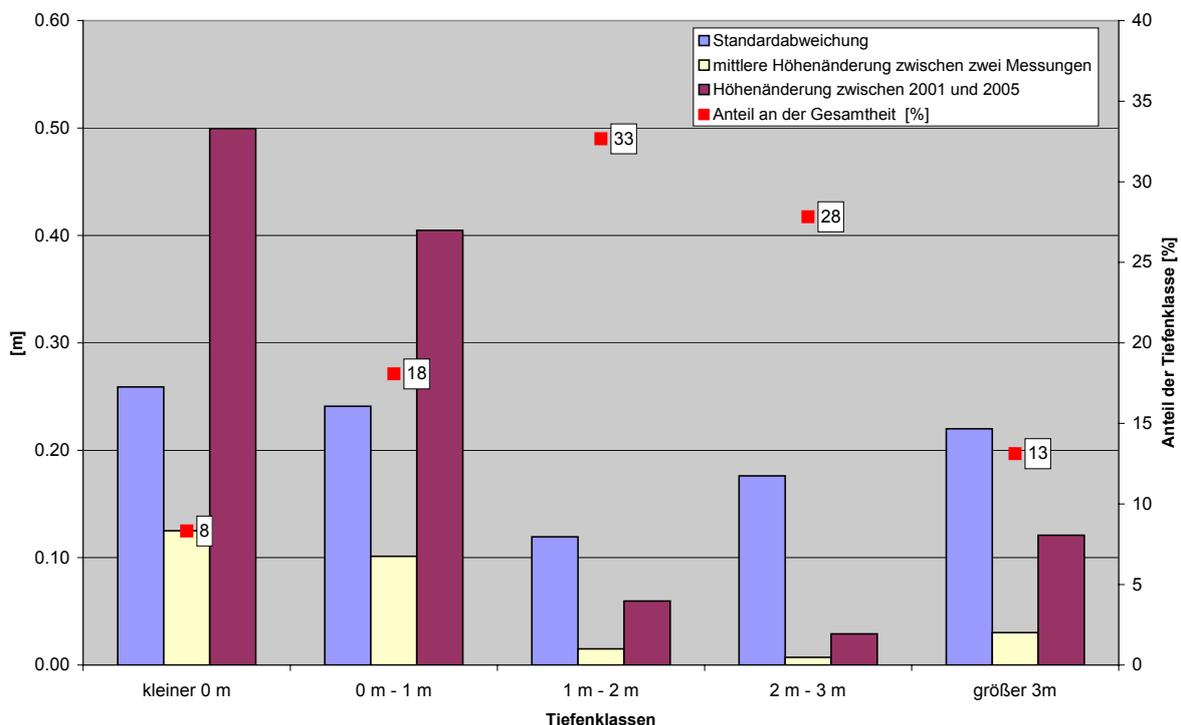


Abbildung 4 Morphodynamik aller Bühnenfelder nach Wassertiefenklassen für den gesamten Untersuchungszeitraum

Die Bereiche geringer und großer Wassertiefen (bei Wassertiefen kleiner 0 m liegt die Sohle oberhalb des Mittelwasserstandes) unterliegen einer größeren Dynamik, als Bereiche mittlerer Wassertiefen. Da sich die Bereiche großer Was-

sertiefen in der Nähe des Flussschlauchs befinden und auch Kolke mit einschließen können, ist diese größere Dynamik zu erwarten. Die Morphodynamik der Uferbereiche korreliert, wie Abbildung 4 zeigt, mit deren Verlandung, die durch die im Untersuchungszeitraum mehrfach aufgetretenen Hochwasser begünstigt wurde.

Die Höhen der Bereiche mit Wassertiefen zwischen 1 und 3 m, die einen Anteil von über 60 % an der Gesamtfläche der Bühnenfelder haben, weisen bei geringer Sedimentation die relativ geringsten Schwankungen auf. Dennoch deuten mittlere Standardabweichungen von 0,12 bis 0,18 m auf eine ausgeprägte Dynamik der Bühnenfeldsohle in diesen Bereichen hin.

Die Werte der Standardabweichungen sind allgemein deutlich höher, als die mittleren Höhenänderungen zwischen den einzelnen Messungen, da bei der Betrachtung der Bilanzen Umverteilungen des Feststoffs im Bühnenfeld nicht berücksichtigt werden und sich Erosion und Sedimentation im Mittel aufheben können. Der relativ große Unterschied zwischen der mittleren Höhenänderung zwischen zwei Messungen und Standardabweichung im Bereich der Wassertiefen größer 1 m zeigt, dass hier Erosion und Sedimentation, im Gegensatz zu den Bereichen geringer Wassertiefen, in ähnlichen Größenordnungen stattfinden.

Der Mittelwert der Standardabweichung in allen Bühnenfeldern beträgt 0,18 m. Im Durchschnitt verändert sich also an jeder Stelle des Bühnenfeldes von einer Messung zur nächsten die Sohlenhöhe um diesen Wert.

In den betrachteten vier Jahren hat sich die Sohlhöhe in allen Bühnenfeldern im Mittel um 0,16 m erhöht, was einer mittleren jährlichen Bilanz von ca. 4 cm oder einem mittleren Feststoffeintrag von ca. 300 m³ bzw. ca. 500 t pro Jahr und Bühnenfeld entspricht.

Bühnenfeld	durchschnittliche Größe [m ²]	mittlere Tiefe bei MW [m]	mittlere Standardabweichung [m]	mittlere Sedimentation von 2001 bis 2005 [m]	Verlandungsgrad * [%]
106 bis 108	7157	1.94	0.18	0.19	17
113	13160	1.28	0.19	0.28	45
114	9888	1.72	0.15	0.07	25
304 und 305	4850	1.71	0.23	0.06	24
309	6677	1.70	0.13	0.07	25

* in Anteil der Wassertiefen geringer 1 m am Gesamtbühnenfeld bezogen auf MW

Tabelle 1 Charakteristische Bühnenfeldmittelwerte

Anhand der in Tabelle 1 gegebenen charakteristischen Mittelwerte lässt sich ein Zusammenhang zwischen bestehender Buhnenfeldverlandung und Verlandungsfortschritt erkennen. So weist das größte, in Feldmitte inselartig verlandete Buhnenfeld 113 den mit Abstand größten Verlandungsgrad und die größte Sedimentation auf. Die Buhnenfelder 106 bis 108 haben wegen der exponierten Lage der Buhnen am Eingang der Flusskrümmung einen überdurchschnittlich großen Anteil an Wassertiefen größer als 2 m, der sich auch in der mittleren Buhnenfeldtiefe niederschlägt. Hier ist die Größe der Sedimentation auf reversible Umverteilungen im Bereich der Streichlinie zurückzuführen. Die relativ heterogenen Buhnenfelder 304 und 305 weisen bei geringer Sedimentation die größte Morphodynamik auf, wohingegen die Standardabweichung der Sohlhöhen des Buhnenfeldes 309, dessen Buhnen die kleinsten Schäden aufwiesen und das mit Standardbuhnen ausgestattet ist, auf die geringste Dynamik hinweist.

Die Auswirkung der Buhnenform auf die Morphologie der Buhnenfelder soll hier nicht näher erörtert werden, da diese von zahlreichen anderen Einflüssen (Lage zum Strom, Topografie vor dem Umbau, Länge und Abstand der Buhnen etc.) überlagert ist.

3.4 Einfluss der Hochwasser 2002

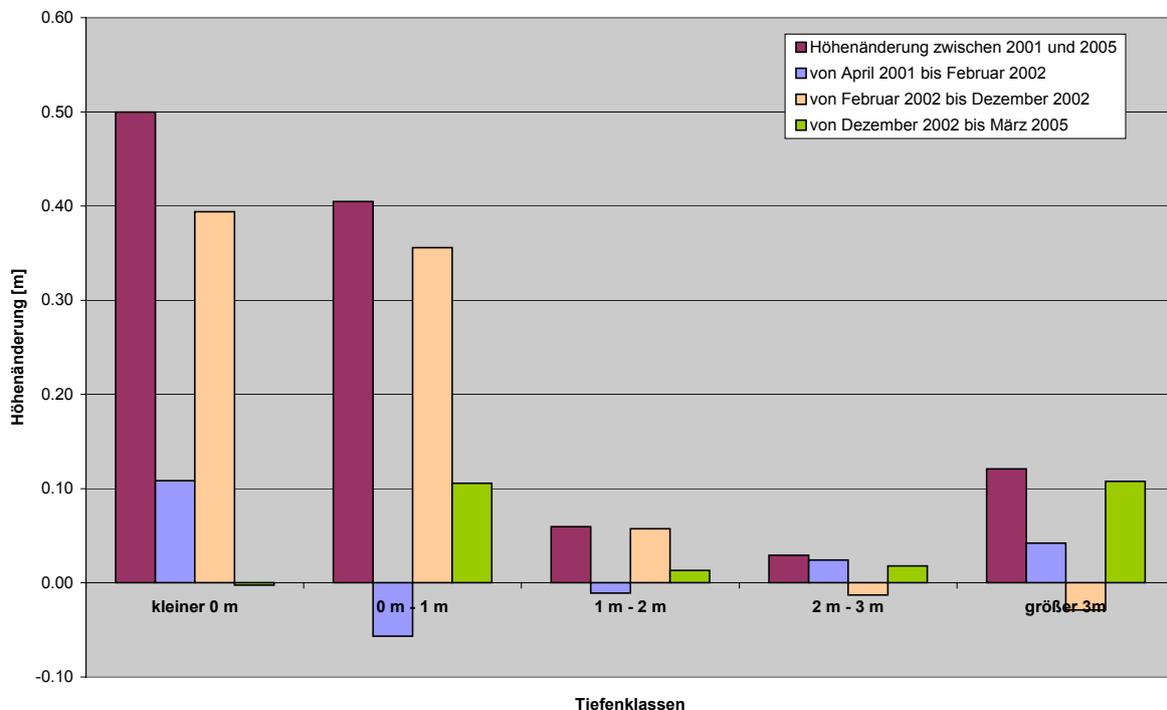


Abbildung 5 Gegenüberstellung der Höhenänderung nach Tiefenklassen vor, während und nach 2002

Im Hochwasserjahr 2002 herrschten mit einer extrem langen Winterhochwasserperiode bis in den Mai hinein und dem Sommerhochwasser mit einer Jährlichkeit von ca. 50 Jahren ungewöhnliche hydrologische Verhältnisse. Die Messungen P5 vom Februar 2002 und P6 vom Dezember 2002 schließen beide Hochwasser und auch den Auflauf der ersten Hochwasserwelle des Winters 2002/2003 ein (vgl. Abbildung 2). Die Auswirkung dieser Ereignisse auf die Morphologie wurde anhand des Vergleichs der Messungen vor (P3, P4, P5), während (P5, P6) und nach (P6, P10) 2002 bestimmt.

In Abbildung 5 ist die Höhenänderung im Untersuchungszeitraum analog Abbildung 4 im Vergleich zur Höhenänderung vor, während und nach 2002 dargestellt.

Es lässt sich zusammenfassend sagen, dass die Hochwasser des Jahres 2002 für die Sedimentation in den Bereichen von Wassertiefen geringer als 2 m maßgeblich verantwortlich sind. Die Tiefenklassen größer 2 m hingegen haben im selben Zeitraum eine geringe Erosion erfahren.

Der festgestellte Einfluss der Hydrologie des Jahres 2002 auf die Verlandung und auch auf die Erosion der entsprechenden Tiefenklassen der Bühnenfelder legt nahe, dass der Abfluss in diesem Zeitraum an der morphologischen Dynamik ebenfalls einen erheblichen Anteil hat.

Tiefenklasse	Standardabweichung im Untersuchungszeitraum [m]	Standardabweichung der Messungen vor 2002 [m]	Verhältnis* [%]
kleiner 0 m	0.26	0.13	50
0 m - 1 m	0.24	0.11	47
1 m - 2 m	0.12	0.08	68
2 m - 3 m	0.18	0.11	63
größer 3m	0.22	0.14	65

* der Standardabweichung der Messungen vor 2002 zu der des gesamten Untersuchungszeitraums

Tabelle 2 Gegenüberstellung der Standardabweichung der Bühnenfeldhöhen aller Messungen und der des Zeitraums vor dem Hochwasserjahr 2002

Es wurden die Standardabweichungen der drei Messungen vor 2002 gebildet und denen des gesamten Untersuchungszeitraums in Tabelle 2 gegenübergestellt. Die Schwankungsbreiten der Bühnenfeldsohlen betragen im Untersuchungszeitraum vor 2002 je nach Tiefenklasse nur ca. 50 bis 70 % der gesamten Schwankungsbreiten. Unter Berücksichtigung des Anteils der Tiefenklassen an der Gesamtfläche ergibt sich eine mittlere Standardabweichung von 0,11 m vor dem Hochwasser (61 %).

4 Schlussfolgerungen

Die ausgeprägten Hochwasserereignisse des Jahres 2002 erwiesen sich für die betrachteten Buhnenfelder insgesamt als sedimentationsfördernd, wobei besonders die Ufer und Bereiche geringer Wassertiefen großflächige Anlandungen erfahren haben. Aus diesem Grund verlandeten Buhnenfelder, die bereits zu Beginn der Untersuchungen einen großen Verlandungsgrad aufwiesen schneller, als Buhnenfelder mit relativ großen Wassertiefen. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass stark strukturierte Buhnenfelder eine höhere morphologische Dynamik aufweisen, als Buhnenfelder mit relativ homogener Sohle. Der Einfluss der Hydrologie des Jahres 2002 schlägt sich auch in der Statistik der durchschnittlichen Schwankungsbreiten nieder. Wie sich die Dynamik bei durchschnittlichen hydrologischen Verhältnissen in 2002 entwickelt hätte, lässt sich nicht bestimmen. Auch durchschnittliche Hochwasser hätten die Schwankungsbreiten vermutlich, wenn auch nicht so drastisch, erhöht.

Die Ergebnisse beruhen auf Untersuchungen an Buhnenfeldern, deren Buhnen mit dem Ziel, die morphologische Dynamik zu erhöhen, zum Teil umgebaut worden sind. Die Geometrien der untersuchten Buhnenfelder sind mit denen der durchschnittlich vorgefundenen Buhnenfelder in diesem Elbeabschnitt vergleichbar. Er ist durch Buhnen aller Schadensklassen und Buhnenfelder unterschiedlichster Verlandungsgrade gekennzeichnet [Nestmann & Büchele 2002].

Letzendlich lassen sich statistisch gesicherte Ergebnisse aus Messwerten, die einem hydrologischen Einfluss unterliegen nur durch langjährige Betrachtungen gewinnen, so dass die vorgestellten Ergebnisse bisher nur Anhaltswerte darstellen können. Die Messungen werden fortgeführt, um die Entwicklung der Morphologie der Buhnenfelder langfristig zu dokumentieren.

5 Literatur

Abstimmungsgruppe Hochwasserstatistik (2004): Niederschrift über die 1. Sitzung der Abstimmungsgruppe "Erstellung einer länderübergreifenden Hochwasserstatistik für die Elbe", 20.12.2004, Magdeburg (unveröffentlicht).

BAW (1999): Handbuch zum Programm FIKS (unveröffentlicht).

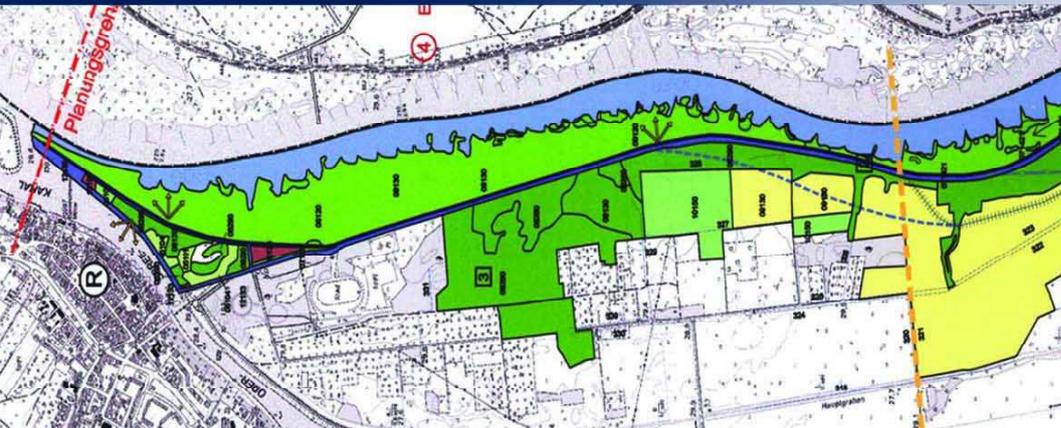
BAW (2003): Forschungskompodium Verkehrswasserbau 2003, S. 79-81.

- BfG (1994): Kornzusammensetzung der Elbesohle von der tschechisch-deutschen Grenze bis zur Staustufe Geesthacht, Berlin (unveröffentlicht)
- Henning, M. (2000): Untersuchung zur Auswirkung des Buhnenwinkels auf die Strömungsvorgänge in Buhnenfeldern, Diplomarbeit, Technische Universität Karlsruhe (unveröffentlicht).
- Hentschel, B. & Anlauf, A (2001): Ökologische Optimierung von Buhnen in der Elbe. - In: Weitbrecht, v. & Mazijk, a. V. (Hrsg.): Bericht zum Workshop am UFZ Leipzig-Halle, Magdeburg 22./23.10.2001. - Technische Universität Delft & Universität Karlsruhe, S. 121-133.
- Karg (2005): Untersuchungen zur Hydraulik durchrissener Buhnen, Fachhochschule Karlsruhe, Diplomarbeit, angefertigt an der Bundesanstalt für Wasserbau Karlsruhe, 2005 (unveröffentlicht).
- Kleinwächter, M., Eggers, T. O., Henning, M., Anlauf, A., Hentschel, B. & Larink, O. (2005): Distribution patterns of terrestrial and aquatic invertebrates influenced by different groyne forms along the River Elbe, Archiv für Hydrobiologie, Large Rivers, Suppl. Vol. 15, S. 319-338.
- Nestmann, F. & Büchele, B. (Hrsg.) (2002): Morphodynamik der Elbe, Schlussbericht des BMBF-Verbundprojektes, Karlsruhe.
- Walzer, A. (2000): Numerische Untersuchung einer neuartigen Buhnenform, Bauhaus Universität Weimar, Diplomarbeit, angefertigt bei der Bundesanstalt für Wasserbau, 2000 (unveröffentlicht).
- WSD Ost (1999, 2002): Luftbilder der Elbe.

Autoren:

Dipl.-Ing. Martin Henning,
Freier Ingenieur
Hardtstraße 58
76185 Karlsruhe
Tel.: ++49 – 177 – 8898511
wasserbau@email.de

Dipl.-Ing. Bernd Hentschel,
Bundesanstalt für Wasserbau
Kußmaulstraße 17
76185 Karlsruhe
Tel.: ++49 – 721 – 97262640
bernd.hentschel@baw.de



Rekonstruktion Oberdeich Neuzeller Niederung



Flussbauliche Maßnahmen an der Spree

Unsere Erfahrungen im Wasserbau – Gewachsene Kompetenz

Die Inros Lackner AG realisiert anspruchsvolle Ingenieurleistungen seit über 70 Jahren. Im Wasserbau erarbeiten wir weltweit Lösungen für die Nutzbarmachung des Wassers als Energieressource, als Verkehrsweg und für den Hochwasser- und Küstenschutz. Unsere Experten im Wasserbau suchen stets nach integrierten Lösungen, die Funktionalität, Wirtschaftlichkeit und Ökologie dauerhaft verbinden.

Fachgebiete

- ▶ Hochbau
- ▼ Wasserbau
 - ▶ Hafenbau
 - ▶ Werften
 - ▶ Binnenwasserstraßen
 - ▶ Hochwasserschutz
 - ▶ Küsteningenieurwesen
- ▶ Verkehrsbau
- ▶ Umwelt- und Tiefbau
- ▶ Baumanagement



Jemnitzschleuse Börgerende



Deichbau Großkühnau

Inros Lackner AG Dresden

Wasustraße 50 • 01445 Radebeul
 Tel.: 0351 - 89 56 10
 Fax: 0351 - 89 56 113
 E-Mail: dresden@inros-lackner.de



DQS-zertifiziert nach
 DIN EN ISO 9001
 Reg.-Nr.: 101776 QM