

# Hydraulische und geomorphologische Dynamik von Bühnenfeldern

Carsten Wirtz, Peter Ergenzinger

## 1 Einleitung

Im Rahmen des Verbundvorhabens „Ökologische Zusammenhänge zwischen Fischgemeinschafts- und Lebensraumstrukturen der Elbe“ werden die morphodynamischen Parameter Ufer- und Gewässermorphologie, Korngrößenverteilung und Strömungsfelder in verschiedenen Habitattypen der Elbe untersucht um anschließend in ein fischökologisches Habitatmodell einzugehen. Der Schwerpunkt liegt auf der Untersuchung von Bühnenfeldern zwischen Stromkilometer 418 und 424 mit Bühnen unterschiedlichen Alters und Erhaltungszustandes und den daraus folgenden Auswirkungen auf Strömung, Sedimenttransport und Morphologie (Strukturvielfalt, Ufererosion, Sandbänke, Tiefenverhältnisse).

## 2 Methodik der Datenerfassung

Die morphologischen Daten wurden mit einem mehrfrequent messendem Echolot unter gleichzeitiger Verwendung von differenziellem GPS aufgenommen. Die Einmessung der flachen Bereiche sowie der Ufermorphologie erfolgte mit einem Tachymeter von georeferenzierten Punkten aus. Somit ergibt sich eine ausreichende Punktedichte, die es erlaubt mit geeigneten Interpolationsverfahren (Krigging, Triangulation), Grids mit einem Spacing von 1 m, topographische Karten und dreidimensionale Geländemodelle zu erstellen. Sedimentproben wurden bei Tauchgängen mit einem Handstechrohr entnommen und anschließend die Korngrößenverteilung durch Trockensiebungen untersucht.

Die Strömung wurde mittels Ultraschallmesstechnik erhoben. Dabei kam im Flachwasserbereich ein zeitlich hochauflösendes (25 Hz) punktuell messendes Gerät (ADV) bis zu Tiefen von maximal 1,20 m zum Einsatz. In den tieferen Bereichen und im Elbestrom wurde ein Profilströmungsmessgerät verwendet, welches für festzulegende Schichten von in diesem Fall 10 und 20 cm Mächtigkeiten Geschwindigkeiten und Richtungen ermittelt. Auf Grund der komplexeren Messungen konnten hier allerdings nur 30 Sekunden-Mittelwerte aufgenommen werden.

## 3 Ergebnisse

Verglichen werden beispielhaft die morphodynamischen Parameter von zwei Bühnenfeldern mit einer ehemals durchbrochenen und seit 1995 reparierten Buhne bzw. mit einer durchbrochenen Buhne. Die Änderungen, welche sich nach der Reparatur ergeben haben, werden dabei verdeutlicht. Die unterschiedlichen Bereiche innerhalb der Bühnenfelder lassen sich abgrenzen und anschließend deren Ausdehnung und die Ausprägung der Parameter vergleichen. Die Bühnenfelder befinden sich in Gleithanlage bei Stromkilometer 420,9 (repariert) und 421,8 (durchbrochen) auf der linken Stromseite.

### 3.1 Morphologie

Die morphologische Darstellung der hier beschriebenen Bühnenfelder befindet sich in dem Posterbeitrag dieses Tagungsbandes unter dem Titel „Vergleich von Bühnenfeldern mit durchbrochenen und intakten Bühnen an der Mittleren Elbe“ des gleichen Autors.

Die wesentlichen Unterschiede der in einer Entfernung von 900 m voneinander an einem Gleithang gelegenen Bühnenfelder lassen sich im Leebereich der stromaufgelegenen Buhne erkennen. In Bühnenfeld 420,9 befindet sich ein im Vergleich wesentlich größerer und tieferer Kolk, welcher sich nicht in einer lang gestreckten Erosionsrinne fortsetzt. Die Entstehung dieses relativ ausgeprägten Kolkes ist sowohl mit dem ehemaligen Bühnendurchbruch und der dadurch verursachten Erosion als auch mit den dort stattgefundenen Reparaturarbeiten zu erklären. Der Kolk des noch durchbrochenen

Buhnenfeldes geht hingegen in eine uferparallele Erosionsrinne über, welche die im Leebereich der Buhne gelegene Sandbank vom Ufer trennt.

In beiden Buhnenfeldern verläuft die Haupterosionsrinne quasi diagonal von dem stromaufgelegenen Buhnenkopf in Richtung stromabgelegener Buhnenwurzel. Diese Rinne wird vor allem bei Hoch- und Mittelwasser erodiert. Stromseitig davon befindet sich zwischen den Buhnenköpfen eine weitere Materialablagerung. Diese Bereiche sowie Materialablagerungen um die Buhnenköpfe herum konnten auch in weiteren Buhnenfeldern festgestellt werden.

### **3.2 Korngrößenverteilung**

Analysen der Korngrößenverteilung verdeutlichen die Heterogenität der Sedimente in den Buhnenfeldern. In den Proben sind alle Korngrößen von Mittelkies bis Schluff und Ton vertreten. Tendenziell lässt sich sagen, dass die gröberen Fraktionen in den äußeren flussseitigen Bereiche und in Durchbrüchen auftreten, während die feinen Fraktionen vorwiegend in Nähe der strömungsberuhigten Buhnenwurzel zu finden sind. Auch organisches Material (Mudde) kommt in diesem Abschnitt vor. Diese Verteilung konnte tendenziell in allen Buhnenfeldern festgestellt werden. Heterogene Korngrößenverteilungen werden durch die unterschiedlichen Strömungsverhältnisse innerhalb der Buhnenfelder verursacht. Die wechselnden Wasserstände und variierenden Strömungen im Jahresverlauf führen auch innerhalb der Proben zu einer guten Sortierung des Substrates mit häufigen bipolaren Verteilungen.

Ähnlichkeiten im Verteilungsmuster bestehen entlang der Uferlinie sowie am stromaufgelegenen Buhnenkopf. Insgesamt sind in Buhnenfeld 420,9 entlang der Uferlinie die Korngrößen ebenfalls relativ kiesig und grobsandig, im zentralen Bereich sowie im Kolk unterhalb der reparierten Buhne jedoch feiner als in Buhnenfeld 421,8. Relevante Unterschiede wurden somit im mittigen Bereich der Buhnenfelder festgestellt, wo auf Grund des Durchbruchs in Buhnenfeld 421,8 höhere Kiesanteile als in Buhnenfeld 420,9 vorkommen. Auffallend ist in Buhnenfeld 420,9 im Kolkbereich ein bei Störung der Sedimente festgestellter intensiver Schwefelgeruch. Auf einen in diesem strömungsberuhigten Bereich stattfindenden anaeroben Abbau organischen Materials kann somit geschlossen werden.

### **3.2 Strömung**

Wie die Korngrößenverteilungen stellen sich die Strömungsverhältnisse in den Buhnenfeldern heterogen und wechselhaft dar. So kommen unterschiedliche Strömungsfelder vor, die sich in kurzen Zeitabständen verlagern und verändern können. Besonders im Überlagerungsbereich von benachbarten Strömungsfeldern konnten des Öfteren Kippbewegungen festgestellt werden. Dabei treten z.T. in Zeiträumen von wenigen Minuten (3 - 5 min) Änderungen der Strömungsgeschwindigkeiten und der Strömungsrichtung von bis zu 180 ° auf. Im Gegensatz dazu verhalten sich Strömungsrichtung und -geschwindigkeit im Zentrum der beobachteten Strömungsfelder relativ konstant.

In Buhnenfeld 421,8 (durchbrochen) sind die starken Richtungsänderungen im zentralen Bereich hervorzuheben, welche durch die zwei sich gegenseitig überlagernden Hauptströmungen des Buhnenfeldes verursacht werden. So wird dieser Bereich wechselnd von der Durchbruchsströmung und von dem Rückströmungswirbel dominiert. Die Ursache hängt vermutlich mit Schwankungen des Wasserstandes und der Wassermenge innerhalb des Buhnenfeldes zusammen. Diese bedingen einen pendelnden Verlauf der Einströmung durch den Durchbruch und damit auch eine Ablenkung der Rückströmung.

Weiterhin sind zwei kleinere Wirbel an der Wurzel der stromab gelegenen Buhne und am äußeren Rand der stromauf gelegenen Sandbank zu identifizieren. Eine Kippbewegung im gleichen zeitlichen Rhythmus wie im zentralen Bereich ist ebenfalls am Buhnenkopf der stromab gelegenen Buhne vorhanden. Der unstete Eckwirbel an der Buhnenwurzel sowie die Kippbewegungen weisen ebenfalls auf wechselnde Ein- und Ausströme hin.

Betrachtet man im Vergleich dazu das reparierte Buhnenfeld bei Stromkilometer 420,9, so dominiert vor allem ein gleich bleibender Rückströmungswirbel mit Geschwindigkeiten bis 30 cm/s an der Peripherie im Buhnen- und Uferbereich. Gut erkennbar ist auch ein kleiner Eckwirbel an der stromabgelegenen Buhnenwurzel.

Kippbewegungen treten hier lediglich an einer Stelle im Uferbereich auf. Hier überlagert sich ein Teil der Rückströmung mit der sehr geringen Rotationsströmung innerhalb des ehemaligen Durchbruchskolkes. Dieser Bereich wird mit sehr geringen Strömungsgeschwindigkeiten von maximal 10 - 15

cm/s von einer parallel zur stromauf gelegenen Buhne verlaufenden Einströmung und z.T. von der Rückströmung gespeist. An der Stelle der Kippbewegung kommt es in ca. dreiminütigen Abständen zu einer Änderung der Richtung um 180 °. In diesem Rhythmus dominiert hier abwechselnd die Haupt-rückströmung oder die Ausströmung aus dem Kolkbereich.

#### 4 Bildung morphodynamischer Parameter für das Habitatmodell

Die vorhandenen Daten lassen sich direkt mit den fischereibiologischen Fangdaten der jeweiligen Messpunkte vergleichen oder mit Interpolationsverfahren auf die gesamte Fläche übertragen, um eine flächendeckende statistische Auswertung zu ermöglichen. Mit einem Geographischen Informationssystem (GIS) lassen sich dann für auszuwählende Teilflächen (z.B. eine Probenahmenfläche) innerhalb eines Habitates (z.B. Buhnenfeld) statistische Auswertungen vornehmen. Abb. 1 stellt interpolierte Mittelwerte von Geschwindigkeiten und Richtungen oberflächennaher Strömungen für das Buhnenfeld bei Stromkilometer 421,8 (durchbrochene Buhne) dar.

Die dicke Linie kennzeichnet die Wasserlinie zum Zeitpunkt der Strömungsmessung. Der Abstand der Höhenlinien beträgt 1 m. Die Strömung des Hauptstroms verläuft in nordöstlicher Richtung.

In diesem Fall wurde aus 45 einzelnen über das gesamte Buhnenfeld und den angrenzenden Bereich des Flussschlauches verteilten Messungen flächendeckend der Parameter „Mittlere oberflächennahe Strömungsgeschwindigkeit und -richtung“ generiert. Ähnlich lassen sich weitere Parameter wie z.B. Standardabweichung der Strömung, Tiefenindizes oder Kiesanteile herleiten.

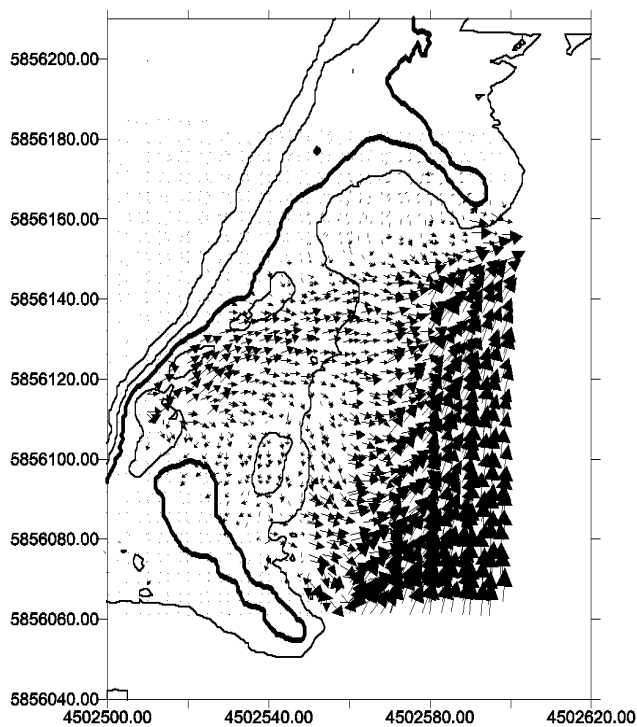


Abb.1. Interpolierte oberflächennahe Strömungsmittelwerte in Buhnenfeld StromKM 421,8