

# Auswirkungen von Buhnen auf semiterrestrische Flächen

## Abschlussbericht des Verbundprojektes



Dieses Forschungsvorhaben wurde gefördert durch das BMBF, Förderkennzeichen 0339590

## Vorwort

Natürliche, regenerative Prozesse, Recycling, Stoffflüsse und geschlossene Kreisläufe sind einige Begriffe einer modernen Entwicklung, die man unter den größeren Begriff „ökologisches Denken“ einordnen könnte. Im Bereich großer Fließgewässer stehen statt Flussregelung oder Gewässerausbau nun auch Auenregeneration, Fischwanderung, Erhaltung von Lebensraum für seltene Tiere wie Biber, Otter und Storch im Blickfeld der Öffentlichkeit. Wasserwirtschaftlich gesehen werden nicht zuletzt durch die Entwicklungen in Europa ganzheitliche Denkweisen (Beispiel: Einzugsgebiet – Fluss) Grundlage für neue Gesetze, Richtlinien oder Durchführungsbestimmungen. Dies äußert sich beispielsweise auch im Artikel 1 der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), wobei die Primärziele auf den Schutz und die Verbesserung der aquatischen Ökosysteme und die Förderung einer nachhaltigen Nutzung aller Wasserressourcen sowie deren Schutz ausgerichtet sind. Weiterhin muss gemäß der Richtlinie für jedes Gewässer ein maximales ökologisches Potential festgelegt und der Zustand der Wasserqualität darf nicht verschlechtert werden. In jüngerer Vergangenheit wurde bei den kleinen und mittleren Fließgewässern durch die Gewässerstrukturgütekartierung vieles erreicht, was zum Teil auch daran liegen mag, dass diese im Gegensatz zu den großen Fließgewässern leichter zu untersuchen sind. Die neuen Betrachtungsweisen erfordern Wissensgrundlagen und die Erarbeitung neuer Erkenntnisse im Bereich der Umweltwissenschaften. Das Projekt „Auswirkungen von Buhnen auf semiterrestrische Flächen“ hatte die Aufgabe, einen kleinen Teilaspekt der Flachwasserbiozönose in potamalen Fließgewässern am Beispiel der Elbe zu untersuchen, Zusammenhänge mit berechenbaren Umweltgrößen zu identifizieren und Regeln abzuleiten um sie einer numerischen Modellierung zugänglich zu machen. Dies ermöglicht Simulationen welche, die Auswirkungen von Baumaßnahmen im Bereich der Flachwasserbiozönose (Beispiel Buhnenumgestaltung), ökologisch einer qualitativ sowie quantitativen Wertung zuführen.

Nachhaltige Entwicklungen auf der Grundlage von ökologischer Kompetenz veranlasste das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 1995 unter anderem den Forschungsverbund „Elbe-Ökologie“ ins Leben zu rufen, welcher zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch Projekte fördert, um den ökologischen Kenntnisstand rund um das System Fließgewässer umfassend zu erforschen und einen Grundstock für weitere Untersuchungen zu legen. Für Aufgabenstellungen des Binnenverkehrswasserbaues ist beispielsweise interessant, inwieweit Ökosysteme mit Pflanzen- und Tiergesellschaften durch eine wasserbauliche Maßnahme berührt werden. Dabei wird nicht nur an

eine mögliche negative, sondern auch durchaus an positive Auswirkungen von Baumaßnahmen gedacht. Problematisch ist, dass Organismen und Pflanzengesellschaften, die zum Teil sehr sensibel auf Veränderungen ihrer Umwelt reagieren, untereinander ein starkes Wirkungsgefüge besitzen. Grundvoraussetzung ist daher die Bewertung eines Ökosystems und Reduzierung auf wesentliche plan- oder berechenbare Parameter. Diese Parameter sind beispielsweise Fließgeschwindigkeiten, Wasserspiegellagen, Überflutungszeiten oder mittlere Korndurchmesser. Durch statistische multivariate Analyse mit biotischen Daten können Zusammenhänge in Form von Korrelationsfunktionen entwickelt werden, welche im Hinblick auf geplante Baumaßnahme den Einfluss auf das Ökosystems quantifizierbar machen. Dies erfordert jedoch eine große Datenbasis, welche ein Ableiten von Zusammenhängen überhaupt erst ermöglicht. Eine solche Datenbank, welche zuvor in dieser Art nicht existierte, wurde im Projekt erarbeitet. Biologische Gesetzmäßigkeiten die Flachwasserbereiche großer Fließgewässer betreffend sind grundsätzlich korreliert mit abiotischen Parametern, welche durch geeignete numerische Modelle vorausberechnet werden können. Eine Berechnung der Verteilung bestimmter Organismen sollte daraufhin im Rahmen der statistischen Genauigkeit möglich sein. Eine Quantifizierung längerer Flussabschnitte ist durch die einfache Verfügbarkeit der Ergebnisse somit gegeben und ermöglicht dadurch auch präzisere Aussagen zum ökologischen Potential.

## Kurzfassung

Im Rahmen des Verbundprojektes „Auswirkungen von Buhnen auf semiterrestrische Flächen“ wurden über den Zeitraum von dreieinhalb Jahren in fünf Untersuchungsflächen biotische und abiotische Daten in den Flachwasserbereichen der mittleren Elbe erhoben. Die Auswahl der Probestellen und die Erhebung der Daten orientierte sich dabei an biologischen Kriterien. Ziel war die Entwicklung von Populationsfunktionen aufgrund multivariater statistischer Methoden. Diese Funktionen, welche beispielsweise die Verteilung des Makrozoobenthos oder die Carabidenfauna beschreiben, sollen zusammen mit numerischen Modellen ein Entscheidungswerkzeug bilden, welches es ermöglicht, wasserbauliche Eingriffe ökologisch bewertbarer zu gestalten.

Begleitende numerische hydro- sowie morphodynamische Modellierungen der Untersuchungsgebiete innerhalb eines größeren Fließgewässerabschnittes sollten dazu dienen, die entwickelten Populationsfunktionen in der Simulation zu überprüfen. Verteilungsmuster der Biozönose infolge virtueller Umbaumaßnahmen nach biologischen Kriterien sollten vorausberechnet werden. Durch die Entwicklung eines solchen Planungswerkzeuges könnten konkurrierende Ansprüche beispielsweise aus

Sicht der Schifffahrt und des Naturschutzes quantifizierbar und dadurch auch bewertbar werden.

## Abstract

During a period of three and a half years within the interdisciplinary project „Auswirkungen von Buhnen auf semiterrestrische Flächen“ there has been a aquisition of samples of five different shallow water areas at the lower part of the German Elbe river. The design criteria of the sampling areas has been ruled by biological considerations to develop functions based on multivariate statistic methods that can describe the dynamic of population within semiterrestric areas. These functions together with the numerical models can e. g. describe the distribution of macrozoobenthon and carabidae and should serve as a decision support tool in helping to estimate the ecological impact of structural design in shallow water areas.

Parallel numerical hydro- and morphodynamic computations of the sample areas in between a larger section of the river were carried out to provide the necessary basis to determine the quality of the population functions as well as the quality of the modeling itself. Further virtual biologically motivated improvements within the numerical model were carried out to obtain some results due to changes e. g. after construction. The development of such a decision tool can help in support finding a solution when technical and natural approaches need to be quantified.

## Beteiligte Personen im Projekt

Assmuth, Tom, Dipl. Biol., Universität Marburg, Institut für Ökologie, : [tom@any.kww.bauing.tu-darmstadt.de](mailto:tom@any.kww.bauing.tu-darmstadt.de)

Bohle, Hans-Werner, Prof. Dr. rer. nat., Universität Marburg, Institut für Ökologie, : [bohle@mail.uni-marburg.de](mailto:bohle@mail.uni-marburg.de)

Dirksen, Michael, Dipl. Biol., Universität Marburg, Institut für Ökologie, E-Mail: [dirksen@hrz2.hrz.tu-darmstadt.de](mailto:dirksen@hrz2.hrz.tu-darmstadt.de)

Dühr, Patrick, Dipl. Inf., im Projekt bis 07.1998, Technische Universität Cottbus, Institut für Bauinformatik

Gück, Elisabeth (geb. Wunsch), Dipl. Biol., Universität Marburg, Institut für Ökologie, E-Mail [wunsch@hrz2.hrz.tu-darmstadt.de](mailto:wunsch@hrz2.hrz.tu-darmstadt.de)

Holz, Klaus Peter, Prof. Dr.–Ing., Technische Universität Cottbus, Institut für Bauinformatik, E-Mail: [holz@bauinf.tu-cottbus.de](mailto:holz@bauinf.tu-cottbus.de)

Holena, Martin, Dr., Technische Universität Cottbus, Institut für Bauinformatik, E-Mail: [martin@bauinf.tu-cottbus.de](mailto:martin@bauinf.tu-cottbus.de)

Krebs, Martin, Dipl.–Ing., Technische Universität Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, E-Mail: [krebs@hrz2.hrz.tu-darmstadt.de](mailto:krebs@hrz2.hrz.tu-darmstadt.de)

Thiel, Carsten, Dipl. Biol., Technische Universität Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, E-Mail: [cthiel@hrzpub.tu-darmstadt.de](mailto:cthiel@hrzpub.tu-darmstadt.de)

Zanke, Ulrich, Prof. Dr. Dr. Ing., Technische Universität Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, E-Mail: [zanke@linux1.kww.bauing.tu-darmstadt.de](mailto:zanke@linux1.kww.bauing.tu-darmstadt.de)

---

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>VORWORT</b>	<b>II</b>
<b>KURZFASSUNG</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>IV</b>
<b>BETEILIGTE PERSONEN IM PROJEKT</b>	<b>IV</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>VI</b>
<b>1 PROJEKTÜBERBLICK</b>	<b>1</b>
1.1 <b>Projekttitle: Auswirkungen von Buhnen auf semiterrestrische Flächen</b>	<b>1</b>
1.2 <b>Problemstellung</b>	<b>1</b>
1.3 <b>Zielsetzung</b>	<b>2</b>
1.4 <b>Untersuchungsgebiet</b>	<b>2</b>
1.5 <b>Einordnung der Untersuchungsgebiete in den geologischen Hintergrund</b>	<b>3</b>
1.6 <b>Inhaltliche Konzeption der Teilprojekte</b>	<b>3</b>
1.7 <b>Wissenschaftlich - technischer Stand</b>	<b>3</b>
1.8 <b>Ausblick</b>	<b>4</b>
<b>TEILPROJEKT WASSERBAU (TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT, INSTITUT FÜR WASSERBAU UND WASSERWIRTSCHAFT)</b>	<b>5</b>
<b>2 ZIELSTELLUNG</b>	<b>5</b>
<b>3 ARBEITSHYPOTHESEN</b>	<b>5</b>
<b>4 EINLEITUNG</b>	<b>6</b>
<b>5 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE</b>	<b>6</b>
5.1 <b>Erhebung der Felddaten</b>	<b>7</b>
5.2 <b>Numerische Modellierung</b>	<b>9</b>

<b>6</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>10</b>
<b>6.1</b>	<b>Kurzbeschreibung der Buhnenfelder / Untersuchungsgebiete</b>	<b>10</b>
6.1.1	Buhnenfeld bei Elbekilometer 418,4	10
6.1.2	Buhnenfeld bei Elbekilometer 419,9	12
6.1.3	Buhnenfeld bei Elbekilometer 423	12
6.1.4	Untersuchungsgebiet (Buhnenfeld) bei Elbekilometer 425	14
6.1.5	Untersuchungsgebiet (Buhnenfeld) bei Elbekilometer 427	15
<b>6.2</b>	<b>Feldmessungen</b>	<b>16</b>
6.2.1	Topographie durch geodätische Vermessung der Buhnenfelder	16
6.2.2	Sedimentuntersuchungen	17
6.2.2.1	Sedimentologische Untersuchungen im Jahr 1998	20
6.2.2.2	Sedimentologische Untersuchungen im Jahr 1999	24
6.2.3	Organischer Anteil	26
6.2.3.1	Untersuchung des organischen Anteils im Jahr 1998	27
6.2.3.2	Untersuchung des organischen Anteils im Jahr 1999	28
6.2.4	Geschwindigkeitsuntersuchungen	30
6.2.4.1	Messungen der Strömungsgeschwindigkeiten mit dem ADV	32
6.2.5	ADV - Messungen unter dem Einfluss von Schiffswellen	35
6.2.6	ADCP Messungen	37
6.2.7	Gewässerphysikalische Parameter	38
<b>6.3</b>	<b>Numerische Berechnungen</b>	<b>40</b>
6.3.1	Eingesetztes HNM Modell TIMOR	40
6.3.2	Hydrodynamische Modellierung	42
6.3.2.1	Hydrodynamische Untersuchungen am hydraulischen Modell	46
6.3.2.2	Strömungsgeschwindigkeiten im Buhnenfeld bei Elbekilometer 418,4	48
6.3.2.3	Strömungsgeschwindigkeiten im Buhnenfeld bei Elbekilometer 419,9	48
6.3.2.4	Strömungsgeschwindigkeiten im Buhnenfeld bei Elbekilometer 423,4	49
6.3.2.5	Strömungsgeschwindigkeiten im Buhnenfeld bei Elbekilometer 425,2	50
6.3.3	Morphodynamische Modellierung	51
6.3.3.1	Einleitung	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
6.3.3.2	Berechnung von Kornverteilungen unter stationären Mittelwasserbedingungen	51
6.3.3.3	Berechnung von Kornverteilungen unter stationären Niedrigwasserbedingungen	61
6.3.3.4	Berechnung von Kornverteilungen unter instationären Bedingungen einer simulierten Hochwasserwelle	65
6.3.3.5	Hydro- morphodynamische Untersuchungen an nach ökologischen Aspekten veränderten Buhnen	67
<b>6.4</b>	<b>Statistische Betrachtung der semiterrestrischen Flächen</b>	<b>73</b>
6.4.1	Einleitung	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
6.4.2	Datengrundlage	74
6.4.2.1	<b>Geländedaten</b>	74
6.4.2.2	<b>Geschwindigkeitsdaten</b>	75
6.4.2.3	<b>Sedimentdaten</b>	75
6.4.3	Betrachtung des Pegels Havelberg im Untersuchungsjahr 1998	76

<b>6.4.3.1</b>	<b>Vergleich des Abflussjahres 1998 mit den Vorjahren</b>	<b>79</b>
<b>6.4.4</b>	<b>Verteilung der Geländehöhen über die Fläche der jeweiligen Untersuchungsgebiete</b>	<b>81</b>
6.4.4.1	Buhnenfeld 418	81
6.4.4.2	Buhnenfeld 419,9	83
6.4.4.3	Buhnenfeld 423	84
6.4.4.4	Untersuchungsfläche (Buhnenfeld) 425	84
<b>6.4.5</b>	<b>Verteilung der Wassertiefen in den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten 1998</b>	<b>85</b>
6.4.5.1	Buhnenfeld 418,4	86
6.4.5.2	Zusammenfassende Betrachtung der Wassertiefen am Buhnenfeld 423	88
6.4.5.3	Zusammenfassende Betrachtung der Wassertiefenverteilung in den Untersuchungsgebieten	89
<b>6.4.6</b>	<b>Statistische Betrachtung der Geschwindigkeiten in den Untersuchungsfeldern</b>	<b>91</b>
 <b>7 LITERATURANGABEN</b>		 <b>94</b>
<b>1. Anhang: Zusammenstellung der einzelnen Sedimentuntersuchungen aus den Untersuchungsfeldern im Probejahr 1998</b>		<b>95</b>
<b>1. Anhang: Zusammenstellung der einzelnen Sedimentuntersuchungen aus den Untersuchungsfeldern im Probejahr 1999</b>		<b>97</b>
<b>2. Anhang: Verteilung der Wasserspiegellagen am Pegel Havelberg in den Jahren vor der Untersuchung</b>		<b>99</b>
<b>3. Anhang: Verteilung der berechneten Wassertiefen in den Untersuchungsfeldern</b>		<b>102</b>
1.	Wassertiefen bei Elbekilometer 418,4	102
2.	Wassertiefen bei Elbekilometer 419,9	104
3.	Wassertiefen bei Elbekilometer 423,4	105
4.	Wassertiefen bei Elbekilometer 425	106
<b>5. Anhang: Verteilung der berechneten Geschwindigkeitsverteilung in den Untersuchungsfeldern</b>		<b>107</b>
1.	Geschwindigkeitsverteilung in den Untersuchungsmonaten bei Elbekilometer 419,9	107
2.	Verteilung der Strömungsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet bei Elbekilometer 423,4	108

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Einordnung der Untersuchungsgebiete in der geographischen Übersicht.....	2
Abbildung 2: Schematische Übersicht über ein Buhnenfeld.....	6
Abbildung 3: Vergleich der vorgegebenen Pegelganglinie des Pegels Sandau (schwarz) mit den berechneten (rot) im geeichten Modell.....	10
Abbildung 4: Buhnenfeldgruppe bei Elbekilometer 418,4; rechtes Elbufer.....	11
Abbildung 5: Buhnenfeldgruppe bei Elbekilometer 419,9; linkes Elbufer.....	12
Abbildung 6: Buhnenfeldgruppe bei Elbekilometer 423,4; rechtes Elbufer.....	13



Abbildung 7: Buhnenfeldgruppe bei Elbekilometer 425,2; rechtes Elbufer .....	14
Abbildung 8: Buhnenfeldgruppe bei Elbekilometer 427; rechtes Elbufer .....	15
Abbildung 9: Gemessene Topographie von 1998 und 1999 nach einem Hochwasser, Buhnen markiert.....	16
Abbildung 10: Änderung der Strömungsrichtung und Betrag; Rote Vektoren:1998; Blaue Vektoren 1999, Buhnenfeld bei Elbekilometer(Ausschnitt: Lee, oberstrom) 418,4, Buhne markiert ....	17
Abbildung 11: Auswahl einiger durch Feldbeprobung ermittelten Siebkurven bei Elbekilomter 418,4 von 1998.....	19
Abbildung 12: Auswahl einiger durch Feldbeprobung ermittelten Siebkurven bei Elbekilomter 418,4 von 1999.....	19
Abbildung 13: interpolierte Verteilung aus Sedimentbeprobung bei Elbekilometer 418,4.....	20
Abbildung 14: Auswertung der Siebanalyse von Proben bei Elbekilometer 418,4.....	21
Abbildung 15: Auswertung der Siebanalyse von Proben bei Elbekilometer 418,4.....	24
Abbildung 16: Mittlerer organischer Anteil der Buhnenfelder/Untersuchungsgebiete im Jahr 1998	28
Abbildung 17: Mittlerer organischer Anteil der Buhnenfelder/Untersuchungsgebiete im Jahr 1999	28
Abbildung 18: Gemittelte Strömungsgeschwindigkeiten aus ADV-Messungen.....	30
Abbildung 19: Beispiel einer Strömungsmessung mit zu weichem oder zu steilem Untergrund (418,4; E2).....	33
Abbildung 20: ADV-Messung, Probestelle 418-I2 im Mai 1999.....	33
Abbildung 21: Geschwindigkeitsganglinien einer ADV-Messung unter Einfluss von Schiffswellen.	35
Abbildung 22: ADCP Messgerät am Geräteträger .....	37
Abbildung 23: Gemessene Abflüsse an einigen Fließprofilen während des Hochwassers vom November 1998.....	38
Abbildung 24: Entwickeltes Porenwasserentnahmeggerät.....	39
Abbildung 25: PH- (flache Ganglinien) und Sauerstoffzeitreihen (steile Ganglinien) im Pumpversuch40	
Abbildung 26: Vergleich von gemessenen und berechneten Geschwindigkeiten 1998, 1999 für das Buhnenfeld bei Elbekilometer 418. ....	44
Abbildung 27: Gemessene instationäre Strömung in der Nähe der Scherschicht.....	44
Abbildung 28: Vergleich von gemessenen (ADV) zu berechneten Geschwindigkeiten an Schnitt 146	
Abbildung 29: Schnitte zum Vergleich zwischen physikalischem und numerischen Modell .....	46
Abbildung 30: Vergleich von gemessenen (ADV) zu berechneten Geschwindigkeiten an Schnitt 247	
Abbildung 31: Berechnete Geschwindigkeitsverteilungen im Buhnenfeld bei Elbekilometer 418,4 bei Niedrigwasser (links) und Mittelwasser (rechts) .....	48
Abbildung 32: Berechnete Geschwindigkeitsverteilungen im Buhnenfeld bei Elbekilometer 419,9 bei Niedrigwasser (links) und Mittelwasser (rechts) .....	49
Abbildung 33: Berechnete Geschwindigkeitsverteilungen im Buhnenfeld bei Elbekilometer 423,4 bei Niedrigwasser (links) und Mittelwasser (rechts) .....	50
Abbildung 34: Berechnete Geschwindigkeitsverteilungen im Buhnenfeld bei Elbekilometer 425,2 bei Niedrigwasser (links) und Mittelwasser (rechts) .....	50
Abbildung 35: Direkter Vergleich eines berechneten Sedimentprofils mit einem gemessenen bei Elbekilometer 418,4.....	53
Abbildung 36: Direkter Vergleich eines berechneten Sedimentprofils mit einem gemessenen bei Elbekilometer 425,2.....	53
Abbildung 37: Mittlerer Korndurchmesser und Höhenlinien bei Elbekilometer 418,4.....	54
Abbildung 38: Geländedifferenz zum Ausgangszustand und Höhenlinien bei Elbekilometer 418,4.	55
Abbildung 39: Mittlerer berechnete Korndurchmesser für Untersuchungsfeld bei Elbekilometer	

418,4 .....	55
Abbildung 43: Mittlerer Korndurchmesser und Höhenlinien bei Elbekilometer 423,4.....	59
Abbildung 44: Geländedifferenz zum Ausgangszustand und Höhenlinien bei Elbekilometer 423,4. 60	
Abbildung 45: Mittlerer Korndurchmesser und Höhenlinien bei Elbekilometer 425,2.....	60
Abbildung 46: Kornverteilung und Höhenlinien bei Elbekilometer 418,4.....	62
Abbildung 47: Kornverteilung und Höhenlinien bei Elbekilometer 419,9.....	63
Abbildung 48: Mittlerer Korndurchmesser und Höhenlinien bei Elbekilometer 423,4.....	64
Abbildung 49: Mittlerer Korndurchmesser und Höhenlinien bei Elbekilometer 425,2.....	65
Abbildung 50: Entwicklung des mittleren Korndurchmessers infolge einer Hochwasserwelle bei Elbekilometer 418,4.....	66
Abbildung 51: Elbekilometer 422,5 unverbaut (links) und modifiziert (rechts)mit Strömungsvektoren .....	68
Abbildung 52: Analyse der Strömungsgeschwindigkeiten bei Mittelwasser als Häufigkeitsverteilung	69
Abbildung 53: Ausgangstopographie (links) und Umlagerungen auf dem Scheitel der Hochwasserwelle, $Q = 1660 \text{ m}^3/\text{s}$ (rechts).....	70
Abbildung 54: Ausgangstopographie (links) und Umlagerungen am Ende der Hochwasserwelle, $Q =$ $283 \text{ m}^3/\text{s}$ (rechts).....	71
Abbildung 55: Elbekilometer 423,5 unverbaut (links) und modifiziert (rechts)mit Strömungsvektoren .....	72
Abbildung 56: Ganglinie für das Jahr 1998 des Nebenpegels Havelberg (Elbekilometer 420).....	77
Abbildung 57: Dauerlinie für das Jahr 1998 des Nebenpegels Havelberg (Elbekilometer 420).....	77
Abbildung 58: Verteilung der Wasserspiegellagen am Pegel Havelberg 1998 in 10 cm Klassen...	78
Abbildung 59: Verteilung der Wasserspiegellagen am Pegel Havelberg 1998 in Klassen der Breite 10cm (Datengrundlage Vegetationsperiode).....	79
Abbildung 60: Abflussganglinien am Pegel Havelberg von 1992 – 1998.....	80
Abbildung 61: Verteilung der Wasserspiegellagen am Pegel Havelberg 1992 in 10 cm Klassen...	81
Abbildung 62: Verteilung der Geländehöhen / Untersuchungspunkte im Buhnenfeld bei Elbekilometer 418,4.....	82
Abbildung 63: Verteilung der Geländehöhen / Untersuchungspunkte im Buhnenfeld bei Elbekilometer 419,9 .....	83
Abbildung 64: Verteilung der Geländehöhen und Untersuchungspunkte im Buhnenfeld bei Elbekilometer 423.....	84
Abbildung 65: Verteilung der Geländehöhen / Probestellen im Untersuchungsfeld bei Elbekilometer 425 .....	85
Abbildung 66:Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld 418,4 am 19.03.1998.....	86
Abbildung 67: Geschwindigkeitsverteilung am 19.03.1998 .....	93
Abbildung 68: Geschwindigkeitsverteilung am 26.05.1998 .....	93
Abbildung 69: Geschwindigkeitsverteilung am 30.04.1998 .....	93
Abbildung 70: Geschwindigkeitsverteilung am 08.12.1998 .....	93
Abbildung 71: Auswertung der Siebanalyse von Proben bei Elbekilometer 419,9.....	95
Abbildung 72: Auswertung der Siebanalyse von Proben bei Elbekilometer 423,4.....	95
Abbildung 73: Auswertung der Siebanalyse von Proben bei Elbekilometer 425,2.....	96
Abbildung 74: Auswertung der Siebanalyse von Proben bei Elbekilometer 427.....	96
Abbildung 75: Auswertung der Siebanalyse von Proben bei Elbekilometer 419,9.....	97
Abbildung 76: Auswertung der Siebanalyse von Proben bei Elbekilometer 423,4.....	97
Abbildung 77: Auswertung der Siebanalyse von Proben bei Elbekilometer 425,2.....	98

---

Abbildung 78: Auswertung der Siebanalyse von Proben bei Elbekilometer 427.....	98
Abbildung 79: Verteilung der Wasserspiegellagen am Pegel Havelberg 1993 in 10 cm Klassen...	99
Abbildung 80: Verteilung der Wasserspiegellagen am Pegel Havelberg 1994 in Klassen der Breite 10cm.....	100
Abbildung 81: Verteilung der Wasserspiegellagen am Pegel Havelberg 1995 in 10 cm Klassen.	100
Abbildung 82: Verteilung der Wasserspiegellagen am Pegel Havelberg 1996 in 10 cm Klassen.	101
Abbildung 83: Verteilung der Wasserspiegellagen am Pegel Havelberg 1997 in 10 cm Klassen.	101
Abbildung 84: Wassertiefenverteilung am 19.03.1998.....	102
Abbildung 85: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 26.05.1998.....	102
Abbildung 86: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 30.04.1998.....	102
Abbildung 87: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 24.06.1998.....	102
Abbildung 88: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 19.08.1998.....	103
Abbildung 89: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 13.10.1998.....	103
Abbildung 90: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 14.09.1998.....	103
Abbildung 91: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 08.12.1998.....	103
Abbildung 92: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 19.03.1998.....	104
Abbildung 93: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 19.08.1998.....	104
Abbildung 94: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 23.07.1998.....	104
Abbildung 95: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 19.08.1998.....	104
Abbildung 96: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 19.03.1998.....	105
Abbildung 97: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 19.08.1998.....	105
Abbildung 98: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 23.07.1998.....	105
Abbildung 99: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 19.08.1998.....	105
Abbildung 100: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 19.03.1998.....	106
Abbildung 101: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 19.08.1998.....	106
Abbildung 102: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 23.07.1998.....	106
Abbildung 103: Wassertiefenverteilung im Buhnenfeld am 19.08.1998.....	106
Abbildung 104: Geschwindigkeitsverteilung bei 419,9 am 19.03.1998.....	107
Abbildung 105: Geschwindigkeitsverteilung bei 419,9 am 26.05.1998.....	107
Abbildung 106: Geschwindigkeitsverteilung bei 419,9 am 30.04.1998.....	107
Abbildung 107: Geschwindigkeitsverteilung bei 419,9 am 08.12.1998.....	107
Abbildung 108: Geschwindigkeitsverteilung bei 419,9 am 19.03.1998.....	108
Abbildung 109: Geschwindigkeitsverteilung bei 419,9 am 26.05.1998.....	108
Abbildung 110: Geschwindigkeitsverteilung bei 419,9 am 30.04.1998.....	108
Abbildung 111: Geschwindigkeitsverteilung bei 419,9 am 08.12.1998.....	108

---

# 1 Projektüberblick

## 1.1 Projekttitle: Auswirkungen von Buhnen auf semiterrestrische Flächen

Gefördert wird das Projekt vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) - Förderkennzeichen 0339590, Laufzeit: 01.11.1998 - 31.08.2001

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. U.C.E. Zanke, Rundeturmstraße 1, 64283 Darmstadt, Tel.: 06151/162523

## 1.2 Problemstellung

Der Ausbau eines Flusses mit Regelungsbauwerken bewirkt tiefgreifende Änderungen im gesamten Gerinnesystem. Dies betrifft zuerst die Hydrodynamik sowie auch die damit direkt in Verbindung stehenden Transportprozesse. Die Sohle eines Gewässers wie das der Elbe reagiert mit einer gewissen Verzögerung auf neue hydrodynamische Verhältnisse, sodass sich Gleichgewichtszustände mitunter erst über einen sehr langen Zeitraum einstellen. Die zeitlichen Maßstäbe für einen Eingriff und die Wirkungen liegen je nach Größe des Eingriffes um bis zu zwei Größenordnungen auseinander. So existiert an der Elbe abschnittsweise das Problem der Sohlerosion, welche als Folge des Buhnenverbaus und des Baus von Sperrwerken auf der tschechischen Seite angesehen werden kann. Eine Eintiefung der Sohle wiederum bedeutet langfristig auch ein Absinken der Grundwasserstände, welches zu Problemen in der Flussaue oder auch der Landwirtschaft führt.

Ökologische Prozesse in Fluss und Aue sind von Eingriffen wie Buhnenbau ebenfalls betroffen und reagieren mit einer Änderung der Biozönose und des Artengleichgewichtes. Auewälder, welche auf geringen Grundwasserabstand und regelmäßiges Überstauen ausgerichtet sind, verlieren durch fallende Grundwasserstände ihre typischen Wachstumsbedingungen. In diesem Zusammenhang ist auch die Definition eines Leitbildes für die Ökologie als Problem aufzufassen, da sich seit vielen Jahrzehnten die ökologischen Bedingungen verändern und kein Gleichgewichtszustand existiert, der einen Referenzzustand definieren würde. Man versucht daher, einen potentiell natürlichen Zustand als Leitbild zu definieren, welches einer Tier- und Pflanzengesellschaft entspräche, die sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt vollständig entwickeln könnte.

### 1.3 Zielsetzung

Ziel ist die Entwicklung eines Simulationssystems, mit dem zukünftige Buhnenstrecken vor dem Bau bezüglich ihrer hydrodynamischen und morphodynamischen Wirkung und insbesondere bezüglich ihrer Wirkung auf die Biozönose in den Buhnenfeldern analysiert werden können.

### 1.4 Untersuchungsgebiet

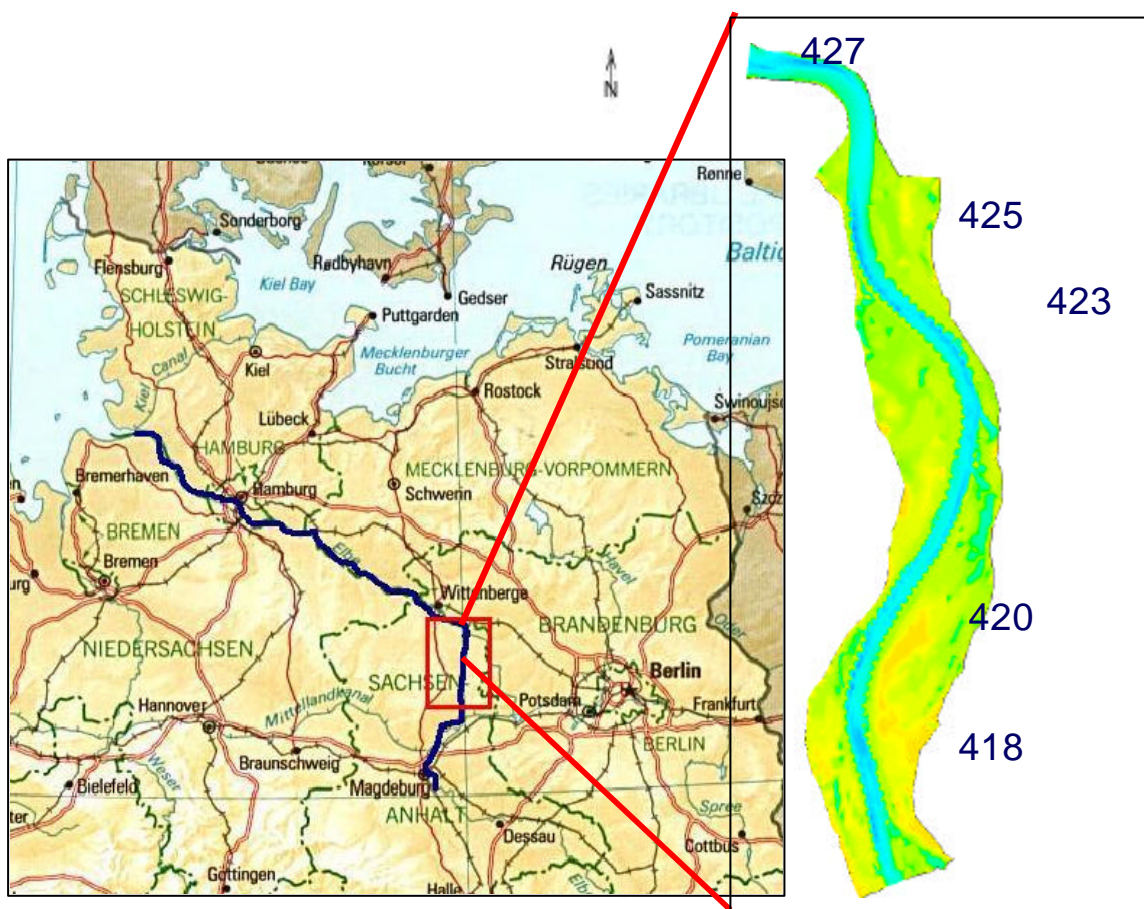


Abbildung 1: Einordnung der Untersuchungsgebiete in der geographischen Übersicht

Das Projekt „Auswirkungen von Buhnen auf semiterrestrische Flächen“ ist eingebunden in das Forschungsprogramm Elbe-Ökologie. Durch bestehende Projekte der Universität Hamburg, Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft (IHF), und der FU Berlin, Institut für Geographische Wissenschaften (IGW), sowie des Institutes für Binnenfischerei Potsdam - Sacrow (IFB) bietet sich als Untersuchungsgebiet der Flussabschnitt Elbekilometer 418 - 446 an. Dort sind Situationen zu finden, die für die mittlere Elbe in diesem Abschnitt typisch sind, wodurch eine Übertragbarkeit im Sinne einer Modellierung auf andere Flussabschnitte gewährleistet werden kann. Die durchgeführten

Feldmessungen wurden in einem zehn Kilometer langen Abschnitt bei Elbekilometer 418 – 427 durchgeführt. Hier wurden fünf verschiedene Untersuchungsgebiete (vgl. Abbildung 1) aus biologischen Kriterien heraus bestimmt und untersucht.

## 1.5 Einordnung der Untersuchungsgebiete in den geologischen Hintergrund

N.N. dieser Teil muss noch geschrieben werden.

## 1.6 Inhaltliche Konzeption der Teilprojekte

**Wasserbau:** Koordination des Verbundprojektes; Aufnahme abiotischer Parameter in den ausgewählten Untersuchungsgebieten, wie Strömungsgeschwindigkeit, Topographie, Wassertiefe, Korngrößenverteilung, Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Leitfähigkeit; Anknüpfung an am Institut vorhandene hydro- und morphodynamische 2D/3D Modelle; Integrative Modellierung biotischer und abiotischer Zusammenhänge.

**Biologie:** Aufnahme biotischer Parameter wie Abundanz, Altersstruktur, Produktivität, Diversität, Biomasse, Artenzusammensetzung u. a., Auswahl geeigneter Umweltparameter zur multivariaten statistischen Auswertung, Ermittlung der Zusammenhänge zwischen Fauna und Umweltfaktoren durch multivariate Korrelationsanalysen, Erstellung von Bewertungskriterien im Hinblick auf Veränderungen an den Buhnen und Buhnenfeldern.

**Informatik:** Entwicklung eines strukturellen informationstechnisch begründeten Ordnungskonzeptes in Form einer objektorientierten Datenbank, Weiterentwicklung analytischer Visualisierungswerkzeuge mit Hilfe von MATLAB-Toolboxen, Entwicklung geeigneter Conferencing Tools unter Verwendung modernster Kommunikationsmethoden.

## 1.7 Wissenschaftlich - technischer Stand

Wechselwirkungen zwischen Organismen und abiotischen Faktoren sind mit großen Unschärfen behaftet. Vorgänge in der unbelebten Natur werden im Gegensatz dazu in der Regel kausal durch

chemische und physikalische Gesetzmäßigkeiten genau genug beschrieben. Ein Biotop stellt sich als Ort mit vielen Organismen dar und ist der Definitionsbereich, auf dem biologische Prozesse wie Wachstum, Fortpflanzung, Nahrungsaufnahme, Migration etc. ablaufen. Weitere Faktoren, die sich zum Teil aus einer ganz bestimmten Biozönose heraus entwickeln sind Nahrungsangebot oder Prädatordruck. Unter diesen komplexen Prozessen ist ein deterministisches Vorgehen nur möglich unter der Einschränkung auf wesentliche Eingangsvariablen. Ein statistisches Beschreiben des Wirkungsgefüges durch multivariate Korrelationen ist der pragmatische Weg. Diese Vorgehensweise erfordert es jedoch, zunächst eine geeignete Datenbank aufzubauen. Mit der vorliegenden Forschungsarbeit wurde eine Datengrundlage aufgebaut, die es ermöglichen soll, Wirkungsmechanismen zwischen Organismen und einiger weniger wichtiger abiotischer Parameter in Form von Regeln in ein numerisches Modell zu implementieren.

## 1.8 Ausblick

Während der Bearbeitung konnten verschiedene interessante Ereignisse beobachtet werden, welche im Rahmen des Projektes nicht weiter verfolgt werden konnten, jedoch im Rahmen weiterer Forschung aufgegriffen werden sollten. Hierzu zählt der deutliche Einfluss von Schiffswellen, welche gerade in den flachen Bereichen der Buhnenfelder zu einem starken Anstieg der Strömungsgeschwindigkeit und damit der angreifenden Bodenschubspannungen führen. Die Trübung der Elbe durch Aufwirbeln besonders feiner Partikel ist infolge Schifffahrt auch von anderen Projekten der Elbe-Ökologie beobachtet worden.

Weiterhin wurden bei Einzelmessungen Geschwindigkeitsschwankungen registriert, die nicht ohne weitere Messungen und Forschung erklärt werden können. Dieser Problemstellung wird auch im Projektverbund „Stoffdynamik“ noch weiter nachgegangen. In diesem Zusammenhang entstand am Institut ein physikalisches Modell, worin dieses Phänomen weiter untersucht wird.

## **Teilprojekt Wasserbau (Technische Universität Darmstadt, Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft)**

**Leitung des Teil- und Gesamtprojektes:** Prof. Dr. –Ing. U.C.E. Zanke  
**Koordination und Projektbearbeitung:** Dipl. Ing. Martin Krebs

### **2 Zielstellung**

Das Teilprojekt Wasserbau hatte die Aufgabe, abiotische Parameter aufzunehmen, auszuwerten und so aufzuarbeiten, dass sie statistisch untersucht werden können. Gefundene Gesetzmäßigkeiten sollten in die numerische Modellierung mit aufgenommen werden, um verschiedene Buhnenfeldszenarien simulieren zu können.

### **3 Arbeitshypothesen**

Numerische Modellierung kann die Strömung und Geschiebedynamik in den Buhnenfeldern nach geeigneter Anpassung im wesentlichen nachbilden.

Die gewählten Untersuchungsgebiete sind in ihrer Ausprägung so heterogen, dass die abzudeckenden Parameter in einem möglichst großen Spektrum aufgenommen werden können.

Ein Zusammenhang zwischen Abiotik und Biotik besteht dahingehend, dass Gesetzmäßigkeiten abgeleitet werden können.

Die Gesetzmäßigkeiten lassen sich in die numerischen Modelle implementieren.



