

**Hydromorphologische und morphodynamische
Analyse von Bühnenfeldern der unteren Mittelelbe
im Hinblick auf eine ökologische
Gewässerunterhaltung**



Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften

vorgelegt
im Fachbereich Geowissenschaften
der Freien Universität Berlin

von
Carsten Wirtz

Berlin 2004

Foto Titelseite links:

Wisconsin River, Emily Stanley 2000

Foto Titelseite rechts:

Untere Mittelbe, Ilona Leyer 1998

1. Gutachter:
2. Gutachter:

Prof. Dr. Achim Schulte
PD. Dr. habil. Bernd Wünnemann

eingereicht am:
Disputation:
Druckjahr:

09.12.2003
12.07.2004
2004

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die Dissertation „Hydromorphologische und morphodynamische Analyse von Bühnenfeldern der unteren Mittelelbe im Hinblick auf eine ökologische Gewässerunterhaltung“ selbständig angefertigt und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Ich erkläre weiterhin, dass die Dissertation bisher nicht in dieser oder anderer Form in einem anderen Prüfungsverfahren vorgelegen hat.

Berlin, den 30.09.2004

DANKSAGUNG

Die im Rahmen dieser Dissertation durchgeführten Arbeiten wurden von vielen Mitarbeitern des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin unterstützt. Ihnen allen danke ich vielmals. Dem Bundesministerium für Bildung und Forschung danke ich für die Projektförderung im Rahmen des Verbundvorhabens „Ökologische Zusammenhänge zwischen Fischgemeinschafts- und Lebensraumstrukturen der Elbe“ (FKZ 0339578).

Ich möchte mich besonders bei Prof. Dr. Peter Ergenzinger und Prof. Dr. Achim Schulte bedanken. Prof. Dr. Peter Ergenzinger stand mir bis zu seinem Eintritt in den Unruhestand und dem anschließenden Umzug nach Bonn ständig mit Rat und Tat zu Seite und schärfte meinen Blick für die wesentlichen Zusammenhänge der fluvialen Geomorphologie. Seinem Nachfolger Prof. Dr. Achim Schulte danke ich dafür, dass er mir die Gelegenheit gab, die Arbeit bei ihm zu beenden.

PD Dr. habil. Bernd Wünnemann danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Dr. Peter Obenauf gab mir immer wieder wertvolle Hinweise, insbesondere zur aktuellen Literatur. Dafür herzlichen Dank. Bei Herta Geb bedanke ich mich für die tatkräftige Mitwirkung im Abrechnungsdschungel der Projekte. Sie erleichterte mir die Arbeit damit sehr.

Die Geländearbeiten, welche bei Wind und Wetter in einer fantastischen Landschaft an der unteren Mittelbe stattfanden, sowie die anschließenden Auswertungen wurden erst durch Engagement und Einsatz vieler studentischer Hilfskräfte möglich. Ihnen fühle ich mich zu Dank verpflichtet. Insbesondere bei auftretenden Problemen im Spannungsfeld komplexer Messtechnik und dem nassen Element von oben und unten erwiesen sie sich als wahre Geografen. Namentlich nennen möchte ich diejenigen, die meine Untersuchungen über einen längeren Zeitraum begleiteten und mit bohrenden Nachfragen beleuchteten: Silvia Bodemer, Jens Bölscher, Michael Bonte, Till Delling, Antje Ehrhardt, Hilary Handtke, Stefan Sigmund und Torsten Ulrich.

Außerordentlich bereichernd wirkte sich der interdisziplinäre Aspekt der Forschungen auf die Arbeiten aus. Für anregende Gespräche und die Erweiterung der Inhalte um zusätzliche Gesichtspunkte schulde ich Dr. Matthias Brunke und Meike Kleinwächter großen Dank. Beide waren mir außerdem durch umfangreiches Korrekturlesen behilflich. Prof. Dr. Andreas Dittrich danke ich dafür, dass ich ihn zu ingenieurtechnischen Berechnungen löchern durfte und bei Bernd Hentschel und Martin Henning bedanke ich mich für ein mehrstündiges Treffen bei der Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe, in dessen Rahmen ich meine Ergebnisse diskutieren konnte.

Für zügiges Korrekturlesen bin ich weiterhin Christina Klose, Torsten Müller, Rüdiger Voigt und Robert Wenzel sehr dankbar. Helen Ferguson schulde ich Dank für die Mithilfe bei Übersetzungen ins Englische.

Einen besonderen Dank habe ich mir für Matthias Scholten aufgehoben, dessen profundes Wissen zur Ökologie und aktuellen Umweltpolitik sowie stete Diskussionsbereitschaft einen großen Beitrag zu meinem Verständnis übergreifender Zusammenhänge leisteten und für mich eine entscheidende Unterstützung bedeuteten.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	1
2	STAND DER FORSCHUNG.....	6
2.1	Buhnen.....	6
2.1.1	Physikalische und numerische Modellierung von hydraulischen Buhnenwirkungen.....	8
2.1.2	Naturuntersuchungen und Luftbildauswertungen zu Buhnenwirkungen an der Elbe.....	11
2.2	Hydromorphologische, morphodynamische und ökologische Untersuchungen von Fließgewässern außerhalb des Elbegebietes.....	14
2.3	Habitatmodelle.....	19
3	REGULIERUNG DER ELBE	26
3.1	Hydrologische und hydromorphologische Charakterisierung der Elbe	26
3.1.1	Gliederungsansätze für die Elbe und ihr Einzugsgebiet	26
3.1.2	Abflussverhältnisse unter Berücksichtigung von Stauhaltung und Hochwasserschutzmaßnahmen	29
3.1.3	Morphodynamik im Längsverlauf des deutschen Elbeabschnitts	34
3.2	Entwicklung der Mittel-elbe vom naturnahen Tieflandstrom zur Bundeswasserstrasse	42
3.2.1	Natürliche Entwicklung der Flusslandschaft der Elbe	42
3.2.2	Nutzungsbedingte Veränderungen und Ausbau zur Schiffahrtsstrasse	44
3.2.3	Politische Diskussion aktueller Ausbaupläne	48
3.2.4	Veränderungen der Landschaftsökologie der Elbe	50
3.3	Geschichte des Buhnenbaus und dessen Bedeutung für Morphologie und Abfluss der Elbe	53
4	UNTERSUCHUNGSGEBIETE UND METHODIK	60
4.1	Untersuchungsgebiete	60
4.2	Methodik der hydromorphologischen Untersuchungen	63
4.2.1	Morphologische Aufnahmen	63

4.2.2	Strömungsmessungen	65
4.2.3	Korngrößenanalysen	68
4.3	Ableitung hydromorphologischer Parameter und Indizes	68
4.3.1	Morphologische Parameter und Indizes	69
4.3.2	Hydraulische Parameter	69
4.3.3	Darstellung von Korngrößenverteilungen	71
4.4	Darstellung und Berechnung der Morphodynamik	72
5	MORPHOLOGIE DER UNTERSUCHTEN BUHNENFELDER	73
5.1	Morphologische Geländemodelle	73
5.2	Bilanzierung morphologischer Indizes	82
5.2.1	Wasserflächen und Volumina	82
5.2.2	Verlandungsflächen	84
5.2.3	Durchschnittstiefen und Sedimentmächtigkeiten	86
5.2.4	Uferlinienindex	90
5.3	Resümee	92
6	HYDRAULIK IN BUHNENFELDERN	94
6.1	Räumliche Verteilung von Fließgeschwindigkeiten unterschiedlicher Abflusszustände	94
6.1.1	Hydraulische Verhältnisse bei Hochwasser	95
6.1.2	Hydraulische Verhältnisse bei hohem Mittelwasser	98
6.1.3	Hydraulische Verhältnisse bei nicht überströmten Buhnen	101
6.2	Bilanzierung und Vergleich von Fließgeschwindigkeits- verteilungen unterschiedlicher Abflussverhältnisse	112
6.3	Parallel- und Tracerversuche in Buhnenfeldern mit durchrissenen und reparierten Buhnen bei nicht überströmten Buhnen	122
6.3.1	Versuchsplanung	124
6.3.2	Erster Parallel- und Tracerversuch bei niedrigem Mittelwasser	127
6.3.2.1	Versuchsablauf des ersten Versuchs	127
6.3.2.2	Auswertung des ersten Versuchstages im Buhnenfeld bei EI-km 421,8	128
6.3.2.3	Auswertung des zweiten Versuchstages im Buhnenfeld bei EI-km 421	132

6.3.3	Zweiter Parallelversuch bei Niedrigwasser	142
6.3.3.1	Versuchsablauf des zweiten Versuchs	142
6.3.3.2	Auswertung des dritten Versuchstages im Bühnenfeld bei El-km 421	142
6.3.3.3	Auswertung des vierten Versuchstages im Bühnenfeld bei El-km 421,8	144
6.4	Einfluss der Schifffahrt auf Strömungen und Wasserspiegellagen in Bühnenfeldern	147
6.5	Resümee	154
7	SUBSTRATVERTEILUNG IN DEN UNTERSUCHTEN BUHNENFELDERN	157
7.1	Räumliche Verteilung von Korngrößenfraktionen	157
7.2	Häufigkeitsverteilungen der Korngrößenfraktionen	164
7.3	Resümee	177
8	MORPHODYNAMIK BEI HOCH-, MITTEL- UND NIEDRIGWASSER	180
8.1	Morphodynamik im Hauptstrom bei Wittenberge während des Sommerhochwassers 2002	180
8.2	Morphodynamik untersuchter Bühnenfelder während der Mittel- und Niedrigwasserphase 2001 und der Winter- und Sommerhochwasserphasen 2002	183
8.3	Sohlhöhenänderungen und Sedimentationsbilanzen nach Hoch-, Mittel- und Niedrigwasserphasen inklusive des Sommerhochwassers 2002	196
8.4	Sohlschubspannungen während der Winter- und Sommerhochwasserereignisse 2002	205
8.5	Resümee	210
9	GIS-GESTÜTZTE ÖKOLOGISCHE ANALYSE VON MESO- UND MIKROHABITATEN INDIKATIVER TIERGRUPPEN	213
9.1	Fische	214
9.2	Makrozoobenthos	229
9.3	Laufkäfer	238
9.4	Resümee	243

10	DISKUSSION UND AUSBLICK	246
11	ZUSAMMENFASSUNG	249
12	LITERATUR	257
	ABKÜRZUNGS- UND SYMBOLVERZEICHNIS	273
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	276
	TABELLENVERZEICHNIS	290