



**Institut für  
Wasserwirtschaft und Kulturtechnik  
Universität Karlsruhe (TH)**

---

**„MORPHODYNAMIK DER ELBE“**

**Schlussbericht des BMBF-Verbundprojektes  
mit Einzelbeiträgen der Partner und Anlagen-CD**

Franz Nestmann, Bruno Büchele (Hrsg.)

**Verbundprojektpartner**

- Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (Federführung),  
Universität Karlsruhe (TH)
- Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz-Berlin
- Fachbereich Technischer Umweltschutz,  
Universität-Gesamthochschule Paderborn/ Abteilung Höxter
- Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik,  
Universität Karlsruhe (TH)
- Institut für Geographische Wissenschaften, Freie Universität Berlin  
/ Institut für Hochfrequenztechnik, Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt, Weßling
- Institut für Hydromechanik,  
Universität Karlsruhe (TH)

**Kooperation / Beiträge zum Projektergebnis**

- DFG-Graduiertenkolleg „Ökologische Wasserwirtschaft“ (GRK 147)  
am Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik  
der Universität Karlsruhe (TH)
- Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

Die Deutsche Bibliothek – CIP Einheitsaufnahme

**„Morphodynamik der Elbe“**

**Schlussbericht des BMBF-Verbundprojektes mit Einzelbeiträgen der Partner und Anlagen-CD**

Hrsg. von Franz Nestmann und Bruno Büchele

Eigenverlag: Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik, Universität Karlsruhe (TH)

mit 468 Seiten, 357 Abbildungen, 61 Tabellen und CD-ROM

ISBN 3-00-008977-2, Karlsruhe, Januar 2002

**Federführung des Verbundprojekts:**

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Franz Nestmann

Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik, Universität Karlsruhe (TH)

**Projektkoordination, Schriftleitung, Redaktion:**

Dipl.-Ing. Bruno Büchele

**Projektlaufzeit:**

01.08.1996 bis 31.03.2001

**Projektbetreuung von Seiten des Förderprogramms:**

Forschungszentrum Jülich GmbH, Außenstelle Berlin

Projekträger Biologie, Energie, Umwelt

des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

und des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

Projektgruppe „Elbe-Ökologie“

in der Bundesanstalt für Gewässerkunde

Außenstelle Berlin

**Titelbild (Einband):**

Reliefbilder der Elbesohle (Schummerung, siehe Streifen in Flussmitte), lagerichtig dargestellt in einer Luftbildaufnahme der Elbe bei Niedrigwasserführung; *linkes Bild*: Sohlaufnahme nach Hochwasser (April 1997) - kleine Riffel laufen „waschbrettartig“ über Großformen/Dünen hinweg; *rechtes Bild*: Sohlaufnahme bei Niedrigwasser (September 1997) - unregelmäßigere dreidimensionale Formen. (Quelle Sohlpeilungen: WSA Magdeburg/BAW Karlsruhe, 1997; Quelle Luftbild bei Niedrigwasser: WSD Ost, 1992; Bearbeitung: Universität Karlsruhe).

---

**Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 0339566 gefördert.**

**Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt bei den Autoren.**

---

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Der Publikation liegen ergänzende Informationen auf einem digitalen Datenträger (CD-Rom) bei, die einen festen Bestandteil des Berichts darstellen. Ihre Weitergabe erfolgt unter der Beschränkung ihrer Nutzung für ausschließlich öffentliche und wissenschaftliche Zwecke. Eine kommerzielle Nutzung ist untersagt. Die Weiterverwertung der Daten durch Dritte für die genannten Zwecke setzt eine den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis entsprechende Form des Quellennachweises bzw. Nennung der Urheber gemäß der Darstellungen im Bericht voraus. Alle Rechte des Urheberschutzes, insbesondere der Vervielfältigung, der Übersetzung, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwertung – vorbehalten. Trotz sorgfältiger Überprüfung kann für etwaige fehlerhafte Angaben und deren Folgen keine Haftung übernommen werden.

---

## AUTOREN / BETEILIGTE PERSONEN

### Projektbeteiligte

*Adam, Kerstin*, Dipl.-Ing. (FH), bis 1999: Universität-GH Paderborn, Abteilung Höxter, Fachbereich Technischer Umweltschutz (FBTU)

*Becker, Rolf*, Dipl.-Phys., Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK), Abteilung Hydrologie, email: rolf.becker@bau-verm.uni-karlsruhe.de

*Belz, Stefan*, Dr.-Ing., bis 1999: Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK)

*Brauns, Josef*, Prof. Dr.-Ing., Universität Karlsruhe, Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik (IBF), Abteilung Erddamm- und Deponiebau, email: josef.brauns@bau-verm.uni-karlsruhe.de

*Büchele, Bruno*, Dipl.-Ing., Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK), email: bruno.buechele@bau-verm.uni-karlsruhe.de

*Dröge, Benno*, BDir., im Projekt bis 1998: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz, email: droege@bafg.de

*Ergenzinger, Peter*, Prof. Dr., Freie Universität Berlin, Institut für Geographische Wissenschaften (IGW), Fachrichtung Physische Geographie, email: perg@gauss.geog.fu-berlin.de

*Evdakov, Oleg*, M.Sc., Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK), email: evdakov@iwk.uni-karlsruhe.de

*Gölz, Emil*, Prof. Dr., im Projekt ab 1999: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz, email: goelz@bafg.de

*Harms, Oliver*, Dipl.-Geoökol., bis 1999: Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK)

*Hajnsek, Irena*, Dipl.-Geogr., Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Hochfrequenztechnik, Weßling, email: irena.hajnsek@dlr.de

*Helms, Martin*, Dipl.-Hydrol., Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK), Abteilung Hydrologie, email: helms@iwk.uni-karlsruhe.de

*Ihringer, Jürgen*, Dr.-Ing., Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK), Abteilung Hydrologie, email: ihringer@iwk.uni-karlsruhe.de

*Jirka, Gerhard H.*, Prof. Ph.D., Universität Karlsruhe, Institut für Hydromechanik (IfH), email: jirka@bau-verm.uni-karlsruhe.de

*Kiene, Susanne*, Dr.-Ing. Dipl.-Biol., bis 2000: Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK), Universität Karlsruhe

*Meon, Günter*, Prof. Dr.-Ing., Universität-GH Paderborn, Abteilung Höxter, Fachbereich Technischer Umweltschutz (FBTU), email: hmeon@cip.hx.uni-paderborn.de

*Merkel, Ute*, Dipl.-Ing., bis 2000: Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK), Abteilung Hydrologie

*Mohrlok, Ulf*, Dr.rer.nat., Universität Karlsruhe, Institut für Hydromechanik (IfH), email: ulf.mohrlok@ifh.uni-karlsruhe.de

*Nestmann, Franz*, Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. mult., Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK), email: franz.nestmann@bau-verm.uni-karlsruhe.de

- Otte-Witte, Kai*, Dipl.-Ing. (FH), Universität-GH Paderborn, Abteilung Höxter, Fachbereich Technischer Umweltschutz, (FBTU) email: k\_o-w@moellinger.hx.uni-paderborn.de
- Plate, Erich*, em. Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h., Universität Karlsruhe, bis 1997: Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft (IHW), Universität Karlsruhe
- Preuß, Patrick*, cand. Ing., Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK), email: Patrick.Preuss@stud.uni-karlsruhe.de
- Rathke, Klaas*, Prof. Dr.-Ing., Universität-GH Paderborn, Abteilung Höxter, Fachbereich Technischer Umweltschutz (FBTU), email: hmeon@cip.hx.uni-paderborn.de
- Ritzert, Frank*, Dipl.-Ing., Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK), email: ritzert@iwk.uni-karlsruhe.de
- Saucke, Ulrich*, Dipl.-Ing., Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik (IBF), Abteilung Erddamm- und Deponiebau, Universität Karlsruhe, email: ulrich.saucke@bau-verm.uni-karlsruhe.de
- Sauer, Werner*, Dipl.-Phys., Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Außenstelle Berlin
- Schmidt, Andreas*, Dr.-Ing., bis 1999: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Außenstelle Berlin
- Schmullius, Christiane*, Dr., Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Hochfrequenztechnik, 82230 Weßling, email: chris.schmullius@dlr.de
- Träbing, Klaus*, Dr.-Ing., Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK), email: traebing@iwk.uni-karlsruhe.de
- Wang, Yinan*, Dr.-Ing., bis 1999: Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK)

### **Kooperation / Beiträge zum Projektergebnis**

- Alexy, Matthias*, Dipl.-Ing., Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe
- Bui, Minh Duc*, Dr.-Ing. Dipl.-Math., Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK)/ Institut für Hydromechanik (IfH)  
im Rahmen des DfG-Graduiertenkollegs „Ökologische Wasserwirtschaft“
- Burek, Peter*, Dipl.-Geogr., Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK),  
Abteilung Hydrologie, email: burek@iwk.uni-karlsruhe.de  
im Rahmen des DfG-Graduiertenkollegs „Ökologische Wasserwirtschaft“
- Busch, Norbert*, Dipl.-Ing., Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz
- Faulhaber, Petra*, Dipl.-Ing., Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe
- Helms, Martin*, Dipl.-Hydrol., Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik (IWK),  
Abteilung Hydrologie, email: helms@iwk.uni-karlsruhe.de  
im Rahmen des DfG-Graduiertenkollegs „Ökologische Wasserwirtschaft“
- Hentschel, Bernd*, Dipl.-Ing., Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe
- Rommel, Jochen*, Dipl.-Geol., Karlsruhe/Aachen, email: jo.rommel@gmx.de

## VORWORT

Der Schutz und die Wiederherstellung ökologisch funktionsfähiger und naturnaher Gewässer ist eine wesentliche Aufgabe insbesondere der Wasserwirtschaft, die eine gesamtheitliche Betrachtungsweise erfordert. Der auf den Naturraum „Flussgebiet“ bzw. „Gewässer“ statt auf Verwaltungsgrenzen bezogene Aspekt wird auch von der EU-Wasserrahmenrichtlinie (23.10.2000) in den Vordergrund gestellt.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) rief 1995 mit der „Forschungskonzeption Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe (Elbe-Ökologie)“ ein umfangreiches Forschungsprogramm ins Leben, das seit 1996 zur Förderung von 28 interdisziplinären Forschungsvorhaben, darunter des vorliegenden Verbundprojektes, führte. Ziel der Forschungen ist die Aufklärung ökologischer Zusammenhänge und die Erarbeitung von Grundlagen in den Teilbereichen „Fließgewässer“, „Auen“ sowie „Landnutzung im Einzugsgebiet“ im Hinblick auf eine dauerhafte umwelt-, sozial- und wirtschaftsverträgliche Entwicklung der Elbelandschaft. Unter anderem stellt sich die Frage, wie Eingriffe in die relativ naturnahen Strukturen der Stromlandschaft Elbe, die für die wirtschaftliche Entwicklung des Elberaumes notwendig sind, so gestaltet werden können, dass die noch intakte Dynamik und die natürliche Entwicklungsfähigkeit erhalten bleiben.

Im Mittelpunkt der Forschungsfragen zum Teilbereich Fließgewässer, der sich im wesentlichen auf die freifließende Elbe im deutschen Bereich bezieht, steht die Beschreibung der bestimmenden Einflussgrößen und Vorgänge der ökologischen Entwicklung im Fluss, in den Ufer- und Gewässerrandbereichen sowie in der Aue. Grundvoraussetzung hierfür ist die Quantifizierung der abiotischen (physikalischen) Randbedingungen, vor allem der Morpho- und Hydrodynamik. Genau hierin lag auch der Grundgedanke und inhaltliche Schwerpunkt des hiesigen Verbundvorhabens: die großräumig und langfristig orientierte Erfassung und Analyse der heutigen abiotischen Verhältnisse im Längsschnitt der Elbe, wie z.B. Dynamik der Abflüsse, Wasserstände, Sedimente, Grundwasserstände etc..

Im Hinblick auf die Nutzbarkeit der Ergebnisse für biotische Fragen, insbesondere die Bewertung des aktuellen Gewässerzustands aus ökologischer Sicht,

waren die Zusammenhänge anhand von geeigneten Parametern zu quantifizieren. Auch eine allgemein anerkannte Definition, *welche* Parameter als die prägenden Größen der ökologischen Entwicklung anzusehen sind, wie sie quantitativ zu erfassen und darzustellen sind und wie ihre Bedeutung zu werten ist, liegt bisher nicht vor.

Während zur Bewertung der ökologischen Funktionsfähigkeit kleiner bis mittelgroßer Fließgewässer in den letzten Jahren große Fortschritte erzielt und standardisierte Verfahren erarbeitet werden konnten (Stichwort: Gewässerstrukturgütekartierung), ist die Bewertung *großer* Fließgewässer, beginnend ab ca. 10 m Gewässerbreite, mit zusätzlichen Schwierigkeiten verbunden. Dies betrifft sowohl die Erfassung von Einzelparametern (z.B. Sohle nicht sichtbar), das Bewertungssystem selbst (skalenbedingt veränderte Bedeutung/Gewichtung von Einzelparametern) als auch den Umstand, dass große Fließgewässer aufgrund der Nutzungen Schifffahrt, Landeskultur, Besiedlung etc. seit vielen Generationen stark verändert wurden und auch in Zukunft nur relativ wenig in Richtung potentieller Naturzustand veränderbar sind. Gleichzeitig haben viele Flussbaumaßnahmen zu sekundären Gewässerstrukturen (wie z.B. Flachwasserzonen und Verlandungen in Bühnenfeldern) geführt, die bezüglich ihrer ökologischen Wirksamkeit Ersatzbiotope darstellen und daher zusätzlich (oft positiv) zu bewerten sind. Aus diesen Gründen und mangels differenzierter Referenzangaben über anthropogen unbeeinflusste Zustände größerer Gewässerabschnitte fällt auch die differenzierte Beschreibung des heutigen potentiell natürlichen Gewässerzustandes (Leitbild) als Maßstab der ökologischen Bewertung schwer.

Die in diesem Kontext bestehenden Wissenslücken und fehlenden Grundlagen, sowohl bezüglich der konkreten Situation an der Elbe, als auch für große Fließgewässer im allgemeinen, stellen den erweiterten Hintergrund der Projektarbeiten dar.

Führt man sich vor Augen, dass es sich hier insbesondere auch um die Erarbeitung eines (in dieser Form bisher nicht verfügbaren) Gesamtüberblicks von Grundlageninformationen wie Abflusskennwerten, Wasserspiegellagen, Sedimentfrachten etc. entlang der deutschen Binnenelbe handelt, so lässt

sich die Breite des Spektrums tangierter Interessensbereiche (von Ökologie bis Ökonomie) und damit möglicher Nachnutzungen der Projektergebnisse erkennen. Eine sinnvolle Verwertung der Daten in der Zukunft setzt wiederum eine zuverlässige Dokumentation der Bearbeitungsgrundlagen und -methoden voraus. Betrachtet man also den großen Umfang des hier vorliegenden Schlussberichts des Projekts, so lässt sich leicht erahnen, dass die Ergebnisse in der notwendigen Ausführlichkeit festgehalten sind, die ihre quantitative Verwertbarkeit sicherstellen.

Das Hauptinteresse des Schlussberichts liegt daher auf der differenzierten Darstellung von untersuchten Teilaspekten, die bei künftigen Fragestellungen von Interesse sein werden. Demnach sind also die Teiluntersuchungen einzeln in Kapiteln dokumentiert, die in sich geschlossene wissenschaftliche Beiträge der Beteiligten zum Gesamtergebnis darstellen. Der Sache entsprechend wird vielfach auf fachübergreifende Aspekte und die interne und externe Zusammenarbeit eingegangen, wodurch auch weitere mögliche Anknüpfungspunkte für künftige Untersuchungen deutlich werden. Insgesamt gesehen stehen die verschiedenen Teildarstellungen in einem übergeordneten natürlichen Zusammenhang, der sich auch in der Gliederung durchschlägt, und ergeben in ihrer Summe ein Gesamtbild.

Die vorigen Ausführungen gewinnen eine besondere Bedeutung angesichts der Tatsache, dass mit der Anlagen-CD und den darin enthaltenen digitalen Informationen die Forderung der Projektförderung in die Tat umgesetzt wird, nach der die Ergebnisse dem interessierten Fachpublikum in Behörden und Wissenschaft frei zugänglich zur Verfügung zu stellen sind.

Das Stichwort Behörden führt auch zu der – von der Machbarkeit und dem Ergebnis des Vorhabens nicht wegzudenkenden – engen Zusammenarbeit und der Verfügbarmachung von umfangreichen Datenbeständen von Seiten der fachlich zuständigen Stellen, vor allem der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes sowie den Landesämtern verschiedener Bundesländer an der Elbe. Der freundlichen und vielfachen Unterstützung durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Behörden gilt der aufrichtige Dank aller Beteiligten.

Mein besonderer Dank im Namen des gesamten Verbundprojektes richtet sich an das Bundes-

forschungsministerium (BMBF) für die Förderung des Vorhabens, an den Projektträger BEO des BMBF im Forschungszentrum Jülich für die projektbegleitende Betreuung und die im Rahmen der Förderung entgegengebrachte Unterstützung, an die Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats „Elbe-Ökologie“ des BMBF für die vielfältigen inhaltlichen und zur erfolgreichen Durchführung hilfreichen Hinweise, sowie an die Projektgruppe „Elbe-Ökologie“ in der Bundesanstalt für Gewässerkunde, stellvertretend für die vielen weiteren Projekte im Forschungsprogramm und für die sehr wertvolle und interessante Zusammenarbeit über das eigene Vorhaben hinaus.

Ich bedanke mich hiermit herzlichst bei allen Kollegen und Mitwirkenden im Verbundprojekt für die vorbildlichen Beiträge und wertvollen wissenschaftlichen Leistungen sowie für die langjährige, stets gute und inhaltlich fruchtbare Zusammenarbeit.

Karlsruhe, im November 2001      Franz Nestmann

## KURZFASSUNG

Die quantitative Beschreibung der abiotischen Randbedingungen im Naturhaushalt der Stromlandschaft Elbe, insbesondere der Morpho- und Hydrodynamik mit ihren variablen Ausprägungen im Gewässerlängsschnitt, bildet die Grundvoraussetzung für das Verständnis und die Bewertung der ökologischen Funktionen im System (Fluss-Ufer-Aue) und dessen wirtschaftliche Nutzung (Schifffahrt, Besiedlung, Landwirtschaft etc.). Als Grundlage für Entscheidungen über künftige Entwicklungen im Naturraum sind Werkzeuge erforderlich, die es ermöglichen, die Auswirkungen möglicher Eingriffe aufzuzeigen.

In diesem Kontext wurden im Verbundprojekt umfangreiche Grundlagen (Daten, Simulationsmodelle etc.) erarbeitet, die den gegenwärtigen Zustand der Elbe im Sinne einer Gesamtbetrachtung des Systems (568 km deutsche Fließstrecke) beschreiben. Im Ergebnis beinhaltet dies die großräumig und langfristige orientierte Erfassung und Analyse der maßgeblichen Einflussgrößen, Prozesse und Wechselwirkungen der Morphologie, der Abflussdynamik, der Strömung und des Feststofftransports im Fließgewässer sowie des Grundwassers in der Aue. Durch die Definition der abiotischen Parameter im Ist-Zustand und die Quantifizierung der potentiell natürlichen Querschnittsform in naturräumlich unterschiedlichen Gewässerabschnitten wird die Grundlage für die Beschreibung ökologischer Leitbilder für große Fließgewässer gelegt. Anhand des im Projekt erarbeiteten Gesamt-Instrumentariums (bestehend aus verschiedenen hydrologischen, hydraulischen und morphologischen Modellen, Geoinformationssystem (GIS), Datenbank etc. einschließlich der Sachdaten, basierend auf den Projektarbeiten sowie den von Behörden zur Verfügung gestellten Datenbeständen) lassen sich die natürlichen Zusammenhänge sowie mögliche Szenarien (Maßnahmenwirkungen, z.B. bei Deichrückverlegung) quantifizieren, darstellen und bewerten. Wichtige Ergebnisdatensätze des Projekts sind dem Bericht in digitaler Form auf einer CD-Rom beigelegt, das ein eigenständiges Informationssystem (Software) mit Datenbank- und GIS-Funktionen enthält. Die Projektarbeiten liefern damit grundlegende Beiträge für künftige Untersuchungen an der Elbe im Aufgabenbereich der Behörden sowie der Wissenschaft (speziell im Rahmen der „Elbe-Ökologie“-Forschung).

## ABSTRACT

The major objective of the joint research project "Morphodynamics of the river Elbe" is the quantitative description of the main abiotic parameters and processes in the river along its course of 568 km on German territory, including the floodplain areas. The assessment and analysis of the status quo situation of the river conditions in an overall view - focussing on the areas of morphology, hydrology, hydraulics and groundwater dynamics - is a fundamental precondition for understanding and evaluating the ecological and economical functions of the river (shipping, settlements, agriculture etc.). To support decisions on a sustainable regional development, instruments are needed to quantify long-term effects and/or scenarios (e.g. bed erosion, diking measures).

In this context, the different activities in sub-projects concentrated on the assessment and systematic analysis of extensive data sets (e.g. hydrological time series, hydraulic conditions, measures of sediment transport etc. - using existing data material provided by authorities) and the (further) development and interdisciplinary application of numerical models. Examples are among others: a) calculation of hydraulic parameters along 507 km for longitudinal sections of hydrological flow parameters, b) flood routing along the Elbe course with simulation of historical and/or potential retention areas, c) analyses of sediment transport data at 28 measurements points, d) numerical modeling of groundwater dynamics in areas of planned dike shifting measures. The results of all activities were integrated in a central information system, which consists of a relational database and geographical information system (GIS). By the definition of the present abiotic conditions along the river and the determination of its natural profile shape at the scale of river reaches with different morphological situations (based on the historical width-depth-ratio before river regulation), it is possible to contribute the base for a quantitative description of the potential natural state of the ecosystem. The elaborated instruments (simulation models, database, GIS etc.) can be used in further investigations by the authorities and research projects. The annexe of the report is consisting of a CD-Rom, providing the most important digital data sets and graphics, which were integrated in an own software tool with GIS- and database-functionalities.



# INHALTSVERZEICHNIS

Autoren / Beteiligte Personen .....	iii
Vorwort .....	v
Kurzfassung / Abstract .....	vii
Inhaltsverzeichnis .....	ix

## KAPITEL I: PROJEKTÜBERBLICK

*F. Nestmann, B. Büchele (Hrsg.)*

<b>I-1</b>	<b>Aufgabenstellung und Rahmenbedingungen .....</b>	<b>1</b>
I-1.1	Problemstellung .....	1
I-1.2	Zielstellung im Gesamtvorhaben .....	2
I-1.3	Inhaltliche Projektkonzeption .....	2
I-1.4	Hauptuntersuchungsgebiet(e) .....	3
I-1.5	Wissenschaftlich-technischer Stand .....	4
I-1.6	Voraussetzungen zur Durchführung des Vorhabens .....	4
I-1.7	Planung und Ablauf des Vorhabens .....	5
I-1.8	Zusammenarbeit mit anderen Stellen .....	5
<b>I-2</b>	<b>Zusammenfassender Überblick der Untersuchungen und Ergebnisse .....</b>	<b>6</b>
I-2.1	Ökologischer Bezug .....	6
I-2.2	Informationstechnik (Kapitel V) .....	6
I-2.3	Geologie und Morphologie der Elbe und ihrer Auen (Kapitel II) .....	6
I-2.4	Hydrologische Analyse (Kapitel III-1) .....	8
I-2.5	Hydraulisch-morphologische Berechnungen (Kapitel III-2) .....	11
I-2.6	Wirksamkeit von Deichrückverlegungen auf die Hochwasserabflussverhältnisse (Kapitel III-3) .....	12
I-2.7	Geschiebe- und Feststofftransporthaushalt der Elbe (Kapitel III-4) .....	12
I-2.8	Simulation von Transportprozessen in einer Laborrinne (Kapitel III-5) .....	13
I-2.9	Erfassung von Parametern in Auen mittels Radarbefliegung (Kapitel IV-1) .....	15
I-2.10	Strömungs- und Erosionsprozesse in fluviatilen Sedimenten (Kapitel IV-2) .....	16
I-2.11	Grundwasserdynamik Fluss – Aue in Bereichen möglicher Deichrückverlegungen (Kapitel IV-3 und IV-4) .....	16
<b>I-3</b>	<b>Zur Synthese und Bewertung .....</b>	<b>18</b>
I-3.1	Verknüpfung von Ergebnissen / Schnittstellen zu anderen Disziplinen .....	18
I-3.2	Grundlagen zur Bewertung großer Fließgewässer anhand der naturraumspezifischen Querprofilform .....	19
<b>I-4</b>	<b>Zur Verwertung der Ergebnisse (Ausblick) .....</b>	<b>21</b>
I-4.1	Digitale Grundlagen, Informationssysteme .....	21
I-4.2	Forschungsverbund Elbe-Ökologie .....	22

## KAPITEL II: GEWÄSSERMORPHOLOGIE

<b>II-1</b>	<b>Flussgeschichtliche Entwicklung im Überblick .....</b>	<b>23</b>
<b>II-1.1</b>	<b>Stromtalgeschichte und Flussgeologie im deutschen Elbegebiet .....</b>	<b>23</b>
	<i>U. Saucke, J. Brauns</i>	
II-1.1.1	Allgemeines .....	23
II-1.1.2	Frühe Flussgeschichte .....	23
II-1.1.3	Einflüsse des Quartärs auf die Geologie .....	23
II-1.1.4	Geologische Schnitte .....	24
II-1.1.5	Flussgeologie .....	27
II-1.1.6	Kartierung der holozänen Sedimentation und alter Flussläufe im Mündungsbereich der Ohre bei Magdeburg .....	29

<b>II-1.2</b>	<b>Morphologische Entwicklung der Elbe vor dem Hintergrund anthropogener Einflüsse: eine Zusammenstellung von Angaben aus der Literatur</b> .....	<b>31</b>
	<i>S. Kiene, O. Harms, B. Büchele, F. Nestmann</i>	
II-1.2.1	Chronik von Nutzung und Ausbau .....	31
II-1.2.2	Laufentwicklung der Elbe zwischen 1600 und 1900 (nach Rommel) .....	34
II-1.2.3	Wasserspiegel- und Sohlentwicklung seit etwa 1900 (nach Faulhaber) .....	36
II-1.2.4	Diskussion .....	38
<b>II-2</b>	<b>Nutzung historischer Daten als Grundlage für die Entwicklung ökomorphologischer Leitbilder und Entwicklungsziele</b> .....	<b>41</b>
<b>II-2.1</b>	<b>Erfassung ökomorphologischer Strukturen der Elbe aus Karten von 1770 und Vergleich dem heutigen Zustand</b> .....	<b>41</b>
	<i>O. Harms, S. Kiene, F. Nestmann</i>	
<b>II-2.2</b>	<b>Quantifizierung von Gewässerbett- und Strömungsparametern der Elbe vor 1800 im Hinblick auf die Beschreibung naturnaher hydraulisch-morphologischer Zustände</b> .....	<b>45</b>
	<i>B. Büchele, K. Träbing, F. Nestmann</i>	
II-2.2.1	Einführung .....	45
II-2.2.2	Vorgehensweise .....	45
II-2.2.3	Datengrundlagen .....	45
II-2.2.4	Randbedingungen der Auswertung .....	46
II-2.2.5	Erfassung und Analyse der historischen Breiten- und Tiefenverhältnisse .....	49
II-2.2.6	Hydraulische Analyse .....	53
II-2.2.7	Ansätze zur Übertragbarkeit und Verallgemeinerung der Ergebnisse .....	56
II-2.2.8	Fazit der Betrachtungen .....	62
<b>II-2.3</b>	<b>Historische Artenlisten und Analyse von Ansprüchen an Substrat und Strömung</b> .....	<b>64</b>
	<i>S. Kiene, F. Nestmann</i>	
<b>II-3</b>	<b>Geometrie und Morphologie der Elbe (Ist-Zustandserfassung von Einzelparametern in Längs- und Querprofil)</b> .....	<b>66</b>
	<i>B. Büchele, O. Evdakov, S. Kiene, K. Otte-Witte, F. Ritzert, U. Saucke, F. Nestmann</i>	
II-3.1	Einführung und Grundlagen .....	66
II-3.1.1	Einführung .....	66
II-3.1.2	Gliederung der Parameter .....	66
II-3.1.3	Ableitung einer morphometrisch begründeten Längsgliederung der Elbe .....	67
II-3.2	Sohle .....	69
II-3.2.1	Linienführung .....	69
II-3.2.2	Sohlsubstrate .....	71
II-3.2.3	Sohlhöhen, Tiefenvariabilität .....	72
II-3.3	Querprofil und Uferstrukturen .....	73
II-3.3.1	Breiten/Tiefen-Verhältnis (Profilform) .....	73
II-3.3.2	Breitenvarianz .....	73
II-3.3.3	Breite und Neigung der Ufer zwischen Niedrig- und Mittelwasser .....	75
II-3.3.4	Uferbeschaffenheit im Hinblick auf vegetationsfreie Flächen .....	75
II-3.4	Vorland, Überflutungsbereiche .....	85
II-3.4.1	Gegenstand der Darstellung .....	85
II-3.4.2	Topographische Datengrundlagen .....	85
II-3.4.3	Überflutungsflächen .....	86
II-3.4.4	Ausuferungshäufigkeit .....	88
II-3.5	Fazit und Ausblick .....	89

**KAPITEL III: ABFLUSSDYNAMIK, STRÖMUNG UND FESTSTOFFTRANSPORT**

<b>III-1</b>	<b>Analyse und Simulation des Abflussprozesses der Elbe</b> .....	<b>91</b>
	<i>M. Helms, J. Ihringer, F. Nestmann</i>	
III-1.1	Einleitung und Zielsetzung .....	91
III-1.2	Hydrologische Verhältnisse im Elbe-Einzugsgebiet .....	92
III-1.2.1	Natürliche hydrologische Verhältnisse im Elbe-Einzugsgebiet .....	92
III-1.2.2	Anthropogene Einflüsse auf die Abflussverhältnisse im Elbe-Einzugsgebiet .....	94
III-1.3	Datengrundlage .....	96
III-1.3.1	Verfügbare Zeitreihen des Abflusses (Q) und des Wasserstands (W) .....	96
III-1.3.2	Weitere Datensätze .....	98
III-1.4	Vorgehensweise bei der Untersuchung des Abflussprozesses der Elbe .....	99
III-1.5	Konsistenzprüfung der Abflusszeitreihen der Elbe-Pegel .....	101
III-1.6	Analyse und Simulation von Abflusszeitreihen .....	114
III-1.6.1	Parametrisierung der täglichen Abflusszeitreihen .....	115
III-1.6.2	Stationaritätsanalyse .....	116
III-1.6.3	Pegelweise statistische Analysen des Abflussprozesses für die Reihen 1964-1995 .....	132
III-1.6.4	Regionalisierung der statistischen Abflusskennwerte - Erstellung hydrologischer Längsschnitte .....	144
III-1.6.5	Entwicklung von Simulationswerkzeugen für den täglichen Abflussprozess anhand der Reihe 1964-1995 ..	150
III-1.6.6	Erweiterte Stationaritätsanalysen durch Anwendung hydrologischer Simulationen .....	165
III-1.6.7	Rekonstruktion historischer Abflussreihen im Bereich zwischen den Pegeln Barby und Wittenberge .....	176
III-1.6.8	Ermittlung von Hochwasserstatistiken für den Zeitraum 1936-1995 .....	185
III-1.7	Verwertbarkeit der hydrologischen Untersuchungsergebnisse und Schnittstellen zu anderen Disziplinen.....	193
III-1.8	Zusammenfassung und Ausblick .....	194
<b>III-2</b>	<b>Hydraulisch-morphologische Charakteristika entlang der Elbe</b> .....	<b>203</b>
	<i>K. Otte-Witte, K. Adam, G. Meon, K. Rathke, et al.</i>	
III-2.1	Einführung und Zusammenfassung .....	203
III-2.2	Grundlagen der HN-Berechnungen .....	204
III-2.2.1	Methodik .....	204
III-2.2.2	Datengrundlagen und -aufbereitung .....	205
III-2.3	Modellerstellung (Beispielstrecke) .....	208
III-2.3.1	Hydraulisches Modell .....	208
III-2.3.2	Sedimentologisches Modell .....	212
III-2.4	Modellstrecken im Überblick .....	215
III-2.5	Ergebnisparameter im Überblick .....	217
III-2.5.1	Ansatz für die Gesamtbetrachtung .....	217
III-2.5.2	Parameterauswahl und Datenumfang .....	218
III-2.5.3	Erläuterungen zu den Ergebnissen anhand von Beispielen .....	219
III-2.6	Verallgemeinernde Darstellungen von Einzelparametern .....	226
III-2.7	Fazit der Projektbearbeitung .....	228
<b>III-3</b>	<b>Wirksamkeit von Deichrückverlegungsmaßnahmen auf die Abflussverhältnisse entlang der Elbe</b> .....	<b>231</b>
	<i>U. Merkel, M. Helms, B. Büchele, J. Ihringer, F. Nestmann</i>	
III-3.1	Einführung .....	231
III-3.2	Zielstellung .....	231
III-3.3	Datengrundlagen und Methodik .....	231
III-3.4	Modellbeschreibung .....	233
III-3.5	Modellanpassung .....	234
III-3.6	Ausgewählte Standorte potentieller Deichrückverlegungsmaßnahmen .....	236
III-3.7	Modellierungsergebnisse .....	238
III-3.7.1	Wirksamkeit bei historischen Hochwasserereignissen .....	238
III-3.7.2	Zusatzwirkung der Havelmündung .....	240
III-3.7.3	Wirksamkeit bei einem 100-jährlichen Ereignis (HQ100) .....	241
III-3.7.4	Wirksamkeit ausgewählter Kombinationen von Maßnahmen .....	241
III-3.8	Fazit .....	243

<b>III-4</b>	<b>Quantifizierung sohlhöhenrelevanter Feststofftransportprozesse</b> .....	<b>245</b>
	<i>W. Sauer, A. Schmidt, B. Dröge, E. Götz</i>	
III-4.1	Veranlassung und Zielsetzung .....	245
III-4.2	Untersuchungsprogramm .....	245
III-4.2.1	Konzeptionelle Überlegungen .....	245
III-4.2.2	Parameter .....	246
III-4.2.3	Datenbasis .....	246
III-4.2.4	Untersuchungsraum .....	247
III-4.3	Untersuchungsmethoden für die Naturmessungen .....	247
III-4.4	Ergebnisse .....	250
III-4.4.1	Hydraulische Parameter .....	250
III-4.4.2	Schwebstoffverteilung .....	256
III-4.4.3	Suspendierter Sand ( $d > 63 \mu\text{m}$ ) .....	258
III-4.4.4	Kornverteilung des suspendierten Sandes .....	259
III-4.4.5	Schwebstoffzahl $z$ .....	261
III-4.4.6	Suspensionsbeginn und kritische Sohl Schubspannung .....	263
III-4.5	Quantifizierung des bettbildenden Anteils des suspendierten Sandes .....	266
III-4.6	Transport-Abfluss-Beziehungen für Geschiebe und suspendierten Sand .....	270
III-4.7	Das Hydrologische-Feststoff-Bilanz-Modell (HFBM) - Aufbau und Nutzungsmöglichkeiten .....	272
III-4.8	Zusammenfassung .....	276
<b>III-5</b>	<b>Wirkung instationären Abflussverhaltens und von Buhnen auf den Dünentransport in der Elbe (in wasserbaulichen Laborversuchen)</b> .....	<b>279</b>
	<i>Y. Wang, B. Büchele, F. Nestmann</i>	
III-5.1	Einführung .....	279
III-5.1.1	Veranlassung .....	279
III-5.1.2	Untersuchungsschwerpunkte .....	279
III-5.1.3	Zur Gliederung des Beitrags .....	280
III-5.2	Wissenschaftliche Grundlagen und Fragestellungen .....	280
III-5.2.1	Bewegungsmechanismus der Transportkörper .....	280
III-5.2.2	Kenngrößen der Transportkörper .....	281
III-5.2.3	Einfluss der Gerinnebreite .....	285
III-5.2.4	Einfluss der Instationarität .....	286
III-5.2.5	Einfluss von Buhnen .....	286
III-5.3	Morphologie und Hydrologie im betrachteten Elbeabschnitt .....	287
III-5.3.1	Auswahl des Referenzabschnitts .....	287
III-5.3.2	Morphologische Gegebenheiten .....	287
III-5.3.3	Kenngrößen der Abflussdynamik .....	287
III-5.3.4	Auswertung von Flächenpeilungen der Elbesohle unter instationären Aspekten .....	289
III-5.4	Untersuchungsprogramm und Methodik der Laborexperimente .....	294
III-5.4.1	Schwerpunkte der Voruntersuchungen (kleine Laborrinne) .....	294
III-5.4.2	Schwerpunkte der Hauptuntersuchungen (große Laborrinne) .....	294
III-5.4.3	Versuchsmaterial (Laborsedimente) .....	295
III-5.4.4	Versuchsaufbau und Messmethoden der Voruntersuchungen .....	296
III-5.4.5	Versuchsaufbau und Messmethoden (große Laborrinne) .....	298
III-5.5	Ergebnisse der Voruntersuchungen (Grundlagen) .....	301
III-5.5.1	Beobachtungen bei der Untersuchung stationärer Strömungen .....	301
III-5.5.2	Messergebnisse bei stationärer Strömung .....	302
III-5.5.3	Berechnungsansätze für Transportkörper unter Berücksichtigung der Wassertiefe und Sedimentdichte .....	305
III-5.5.4	Ergebnisse bei instationärer Strömung .....	307
III-5.6	Untersuchungen bei stationären Verhältnissen .....	309
III-5.6.1	Modellähnlichkeit .....	309
III-5.6.2	Vorbereitung und Durchführung der Versuche und Sohlaufnahmen .....	310
III-5.6.3	Grundsätzliches zur Datenauswertung .....	310
III-5.6.4	Entstehung und zeitliche Entwicklung der Transportkörpergeometrien nach Versuchsbeginn .....	312
III-5.6.5	Messergebnisse bei stationären Verhältnissen .....	313
III-5.6.6	Interpretation der bisher beschriebenen Versuchsbeobachtungen .....	317

III-5.7	Ergebnisse bei instationären Strömungen .....	321
III-5.7.1	Instationärer Versuchsbetrieb .....	321
III-5.7.2	Wassertiefen (Hysterese-Effekt) .....	321
III-5.7.3	Vergleich der gemessenen Dünenhöhen und -längen der Modellversuche mit den Naturpeilungen 1997 .....	322
III-5.7.4	Transportkörperhöhe H .....	323
III-5.7.5	Transportkörperlänge L .....	326
III-5.7.6	Steilheit $\delta$ .....	327
III-5.7.7	Geschiebetransportrate $q_s$ .....	327
III-5.7.8	Hinweis zum Arbeitsprogramm .....	329
III-5.8	Untersuchungen mit Bühnen .....	329
III-5.8.1	Geometrie der Modellbühnen .....	329
III-5.8.2	Versuchsbetrieb .....	329
III-5.8.3	Beobachtungen nach Bühneneinbau .....	329
III-5.8.4	Bühnenüberströmung nach Einbau .....	330
III-5.8.5	Wasserspiegelentwicklung .....	331
III-5.8.6	Dünenhöhenentwicklung .....	331
III-5.8.7	Geschiebetransport .....	333
III-5.8.8	Sohlhöhenentwicklung .....	333
III-5.8.9	Resultierende Wassertiefen .....	334
III-5.9	Zusammenfassung und Ausblick .....	335
III-5.9.1	Veranlassung und Zielstellung .....	335
III-5.9.2	Naturdatenauswertung (Elbebezug) .....	335
III-5.9.3	Vorphase der Laboruntersuchungen .....	335
III-5.9.4	Stationäre Hauptuntersuchungen .....	336
III-5.9.5	Vergleich der Ergebnisse mit Ansätzen in der Literatur .....	336
III-5.9.6	Instationäre Hauptuntersuchungen .....	337
III-5.9.7	Untersuchungen mit Bühnen .....	337
III-5.9.8	Fazit und Ausblick .....	338
<b>III-6</b>	<b>Numerische Simulation der Sohlformen in einer Laborrinne .....</b>	<b>340</b>
	<i>M.D. Bui, F. Nestmann</i>	
III-6.1	Einleitung .....	340
III-6.2	Modellsystem .....	340
III-6.3	Modellanwendung .....	342
III-6.4	Erstellung des numerischen Modells .....	343
III-6.5	Eichung des Modells .....	344
III-6.6	Ergebnisse und Diskussion .....	344
III-6.6.1	Stationäre Strömung .....	344
III-6.7	Instationäre Strömung .....	346
III-6.8	Fazit .....	348
 <b>KAPITEL IV: VORLAND UND AUE</b>		
<b>IV-1</b>	<b>Erfassung der Elbaue bei Lenzen mittels Radarbefliegung .....</b>	<b>349</b>
	<i>I. Hajnsek, C. Schmullius, P. Ergenzinger</i>	
IV-1.1	Einleitung .....	349
IV-1.2	Ziel der Studie .....	349
IV-1.3	Mögliche Anwendungen/Bedeutung .....	349
IV-1.4	Auswahl des Untersuchungsgebietes .....	350
IV-1.5	Methodik .....	350
IV-1.6	Untersuchungsschwerpunkte .....	355
IV-1.7	Vergleich der SAR-Interferometrie mit anderen Erfassungsmethoden .....	356
IV-1.8	Zusammenfassende Beurteilung der Pilotstudie .....	360
<b>IV-2</b>	<b>Strömungs- und Erosionsvorgänge in fluviatilen Sedimenten .....</b>	<b>363</b>
	<i>U. Saucke, J. Brauns</i>	

IV-2.1	Allgemeines .....	363
IV-2.2	Problemstellung .....	363
IV-2.3	Schichtungsverhältnisse .....	364
IV-2.4	Dipol-Tracer-Methode .....	365
IV-2.5	Ausblick .....	368
<b>IV-3</b>	<b>Grundwasserdynamik in Vorland- und Auenbereichen am Beispiel des geplanten Deichrückverlegungsgebietes „Rogätz“ .....</b>	<b>369</b>
	<i>U. Mohrlök, G.H. Jirka</i>	
IV-3.1	Einführung .....	369
IV-3.2	Untersuchungsgebiet .....	369
IV-3.2.1	Topographie .....	369
IV-3.2.2	Hydrologie .....	370
IV-3.2.3	Hydrogeologie .....	370
IV-3.2.4	Deckschichten der Auen und Vorländer .....	372
IV-3.3	Numerisches Grundwasserströmungsmodell .....	373
IV-3.3.1	Modellansätze .....	373
IV-3.3.2	Modellerstellung .....	375
IV-3.4	Simulationsergebnisse .....	380
IV-3.4.1	Kalibrierung .....	380
IV-3.4.2	Ist-Zustand der Grundwasserdynamik .....	381
IV-3.4.3	Grundwasserdynamik bei Deichrückverlegung .....	382
IV-3.5	Statistische Auswertungen .....	383
IV-3.5.1	Statistische Größen .....	383
IV-3.5.2	Statistik der Grundwasserdynamik .....	383
IV-3.5.3	Ökologische Auswirkungen .....	385
IV-3.6	Zusammenfassung und Ausblick .....	386
<b>IV-4</b>	<b>Auswirkungen von Deichrückverlegungen auf die langfristige Grundwasserdynamik in Auen (Untersuchungsgebiet „Sandau/Elbe“) .....</b>	<b>389</b>
	<i>P. Burek, F. Nestmann</i>	
IV-4.1	Einleitung .....	389
IV-4.2	Zielsetzung .....	389
IV-4.3	Modellkonzeption .....	390
IV-4.3.1	Statistische Modellierung .....	390
IV-4.3.2	Modellierung mit mathematisch- numerischen Grundwassermodellen .....	390
IV-4.3.3	Vereinfachte physikalische Modellierung .....	390
IV-4.4	Modellaufbau .....	391
IV-4.5	Untersuchungsgebiet .....	392
IV-4.5.1	Gebietsbeschreibung .....	392
IV-4.5.2	Hydrologie, Fließgewässerhydraulik und Klimatologie .....	393
IV-4.5.3	Hydrogeologie .....	394
IV-4.5.4	Grundwasserdaten und Bestimmung der Randbedingungen .....	395
IV-4.6	Analytisches Grundwassermodell .....	395
IV-4.6.1	Anordnung der Berechnungsknoten und Transekten .....	395
IV-4.6.2	Parameterermittlung aus den Transekten .....	397
IV-4.6.3	Grundwasserhydraulik .....	397
IV-4.6.4	Grundwasserneubildung .....	398
IV-4.6.5	Kopplung von Grundwasser- und Bodenwassermodell .....	399
IV-4.7	Modellanpassung und Validierung .....	399
IV-4.7.1	Modellierung von 19 Grundwassermessstellen .....	399
IV-4.7.2	Modellierung von drei Grundwasserzeitreihen im Zeitraum 1970 - 1999 .....	401
IV-4.7.3	Räumliche Modellierung .....	404
IV-4.8	Langfristige Grundwasserdynamik des Ist-Zustandes .....	404
IV-4.9	Modellierung der Grundwasserdynamik bei geplanter Deichrückverlegung .....	406
IV-4.9.1	Räumliche Betrachtung .....	407
IV-4.9.2	Betrachtung von drei Querschnitten .....	407
IV-4.10	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen .....	412

**KAPITEL V: INFORMATIONSTECHNIK**

<b>V-1</b>	<b>Datenbank und Informationssystem des Verbundprojektes</b> .....	<b>415</b>
	<i>R. Becker, F. Nestmann</i>	
V-1.1	Einleitung .....	415
V-1.2	Die Datenbank .....	416
V-1.2.1	Datenbanken und Dateisysteme .....	416
V-1.2.2	Klassen von Datenbanken .....	416
V-1.2.3	Auswahl für das Projekt .....	417
V-1.2.4	Die 3-Ebenen-Architektur .....	418
V-1.2.5	Client-Server-Architektur .....	418
V-1.2.6	SER-Modell .....	420
V-1.2.7	Normalformen .....	421
V-1.2.8	Einblick in den Datenbestand .....	422
V-1.2.9	Metadaten .....	422
V-1.3	Anwendungsbeispiel .....	423
V-1.4	GIS-Datenbank-Kopplungen .....	426
V-1.4.1	Geographische Informationssysteme .....	426
V-1.4.2	Dateibasierte geographische Informationssysteme .....	426
V-1.4.3	Geographische Informationssysteme mit externer Attributdatenbank .....	427
V-1.4.4	Geodatenbanken .....	427
V-1.5	Informationssystem .....	429
V-1.6	Zusammenfassung .....	429
<b>V-2</b>	<b>Das Informationssystem zum Schlussbericht (Anlagen-CD)</b> .....	<b>431</b>
	<i>P. Preuß, R. Becker, B. Büchele, F. Nestmann</i>	
V-2.1	Veranlassung und Zielstellung .....	431
V-2.2	Systemarchitektur .....	431
V-2.3	Erläuterung der Programmoberfläche und -funktionen .....	433
V-2.3.1	Das Navigationsfenster .....	433
V-2.3.2	Das Datenansichtsfenster .....	436
V-2.3.3	Die beiden weiteren Fenster .....	438
V-2.4	Themenübersicht .....	438
V-2.5	Hinweise zu Start und Nutzung des Informationssystems .....	438

**„ÖKOLOGISCHE EINSCHÜBE“***S. Kiene*

Themenkomplex Ufer .....	85
Themenkomplex Hydrologie / Auen / Hochwasser .....	90
Themenkomplex Strömung .....	230
Themenkomplex Kornzusammensetzung / Geschiebe- und Feststofftransport .....	278
Themenkomplex Grundwasserhaushalt .....	388

**ANHANG**

Teilprojekte und Partner des Verbundprojektes .....	A1
Berichte des Verbundprojektes .....	A2
Veröffentlichungen/Tagungsbeiträge .....	A3
Diplom- und Studienarbeiten (unveröff.) .....	A6
Externe Kooperation / Elbe-Ökologie-Forschung .....	A8
Wichtige Abkürzungen .....	A10
BMBF-Berichtsblatt (Document Control Sheet)	