

2. Zusammenfassender Überblick der Arbeiten und Ergebnisse

2.1 Morphodynamische Grundlagen

Ziel der Untersuchungen war die morphologische und hydrodynamische Charakterisierung von künstlichen und natürlichen Uferbereichen (Buhnenfelder, Leitwerke, Kiesbänke, Altarme). Die Untersuchungen der Morphologie wurden für insgesamt 28 Gebiete, der Hydraulik für 12 Gebiete sowie der Korngrößenverteilungen für 7 Gebiete durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in Abhängigkeit von der Dichte der Meßpunkte und der Datenstruktur räumlich interpoliert oder punktuell und in Form von Wertetabellen für die jeweiligen Meßpunkte dargestellt. Die mittels kombiniertem Echolot und GPS aufgenommenen sowie tachymetrisch eingemessenen räumlichen Daten konnten für die Erstellung von digitalen Geländemodellen verwendet und in einem Geographischen Informationssystem (GIS) für weitere spezifische Abfragen bereitgestellt werden.

Die Interpolation der hydraulischen Verhältnisse erfolgte für 5 Gebiete (1 Leitwerk, 4 Buhnenfelder), für die übrigen Gebiete wurden den Meßwerten die Meßpositionen zugeordnet. Die Strömungsmessungen wurden an jedem Meßpunkt jeweils zwischen 3 und 5 Minuten oberflächennah, sohlennah sowie in 50 cm-Abständen von der Oberfläche in Richtung der Sohle durchgeführt. Die zeitliche Auflösung betrug 1 Sekunde für ADV-Messungen und 30 Sekunden für ADP-Messungen. Das ADV-Meßgerät lieferte Werte an einem Punkt unterhalb der Meßsonde und wurde an einem Vertikalgestänge in Flachwasserbereichen eingesetzt. Der Profilströmungsmesser ADP mißt in einem vertikalem Profil in Abständen von 20 cm von der Sohle in Richtung der Wasseroberfläche und wurde für die tieferen Bereiche verwendet.

Die statistischen Auswertungen der Strömungsdaten umfassen für die Meßperioden die Berechnung der maximalen, minimalen und mittleren Geschwindigkeiten, die Standardabweichungen, Schiefe und Kurtosis der Geschwindigkeiten und hinsichtlich der Strömungsrichtungen eingeordnet in Grad die mittlere Fließrichtung sowie ebenfalls die Varianz, Standardabweichungen, Schiefe und Kurtosis. Die Varianz der Richtungsänderungen wurde zusätzlich noch in Klassen mit 45°-Einteilungen von 0° bis 180° und > 180° eingeteilt.

Die Korngrößenverteilungen wurden nach DIN gesiebt und in die Korngrößenklassen von Mittelkies bis Feinsand eingeteilt. Kleinere Korngrößen (Schluff und Ton) wurden zusammengefaßt, erreichten aber selten Anteile von mehr als 3 %. Die Organik wurde nicht bestimmt. Die Korngrößenverteilung wurde entlang von Profillinien dargestellt und verglichen.

Die Verarbeitung dieser tabellarisch verwalteten statistischen Parameter in einem GIS ermöglichte darüber hinaus weitere Verknüpfungen und Auswertungen. Die Berechnung von morphologischen Indizes wie Volumina, Ausdehnungen von Wasserflächen, Uferentwicklungsindeks nach Schwoerbel, Verlandungsgraden u.a. bezogen auf unterschiedlichen Wasserstände sowie die Verteilung von unterschiedlichen Strömungsbereichen in Buhnenfeldern und einem Leitwerk ist im Beitrag von WIRTZ & ERGENZINGER (2002) im Sonderband der Zeitschrift für Fischkunde detailliert verarbeitet.

Die Erfassung und Beschreibung von Strukturen, die aus fischökologischer Sicht von Bedeutung sind, war notwendig, um Vergleiche von Habitaten durchführen und die Relevanz wichtiger Flächeneigenschaften nachweisen zu können. Die Quantifizierung von hydraulischen und morphologischen Parametern ergab, daß Buhnenfelder auf kleinem Raum heterogene Strukturen aufweisen. Buhnenfelder mit durchbrochenen Buhnen sind besonders hervorzuheben, da sowohl stärker durchströmte als auch strömungsberuhigte Flächen sowie ausgedehnte Verlandungsflächen und Erosionsrinnen vorkommen.

Kiesbänke weisen deutlich gröberes Material in den ufernahen und zentralen Bereichen auf, in stromseitigen Abschnitten sind aufgrund der ganzjährigen Überströmungen auch Feinsedimente in hohen Anteilen vorhanden. In Bühnenfeldern kommen gröbere Korngrößen in den äußeren Abschnitten und hinter Durchbrüchen vor, die durchschnittlichen Korngrößen sind allerdings deutlich geringer als auf Kiesbänken.

Im Vergleich mit Bühnenfeldern sind die übrigen Untersuchungsflächen hinsichtlich der Strömung und Sohlenmorphologie homogener, aber auch großflächiger und unzerschnittener. Besonders die Nebengewässer und Altarme sind zusammenhängende, gering durchströmte Bereiche, die flächenmäßig die Stillwasserbereiche von Hunderten von Bühnenfeldern übertreffen. Echte Stillwasserbereiche mit Fließgeschwindigkeiten von maximal 1 cm/s sind in Bühnenfeldern selten. Bei Niedrigwasser nehmen diese Bereiche in Bühnenfeldern oftmals sogar noch ab, da die Binnenflächen trockenfallen und nur noch die äußeren Bereiche durchströmt werden. Ruhezone verringern sich in diesen dann großteils verlandeten Habitaten. Wird ein bestimmter Wert unterschritten, ist die Folge eine Reduzierung der morphodynamischen Vielfalt und eine zunehmende Kanalisierung der Fließrinne ohne ausreichend flache und langsam durchströmte Uferzonen. Die Flächen innerhalb des Leitwerkes und in Nebengewässern hingegen sind mit Ausnahme der Einstrombereiche überwiegend als Stillwasserbereiche einzuordnen.

Die kleinräumigen Flächen in den Bühnenfeldern, wie Sandbänke oder Erosionsrinnen, können teilweise als Ersatz für verlorene Habitats im Hauptstrom, wie z.B. den aquatischen Zonen von Strominseln und Sandbänken, angesehen werden. Dies gilt für stark verlandete Bühnenfelder allerdings nur bei mittleren oder höheren Wasserständen.

2.2 Standardisierung der Fangdaten

Da beim Fang der Fische die stark unterschiedlichen Längenspektren heranwachsender Juveniler, deren Verhalten, Aufkommen und Verteilung im Gewässer sowie die gewässermorphologischen und hydrologischen Rahmenbedingungen Berücksichtigung finden müssen, wurden verschiedene Fanggeräte eingesetzt. Für die eingesetzten, die gesamte Wassersäule erfassenden Fanggeräte, konnte ein Flächenbezug hergestellt und damit der Fang auf die Standardfläche von einem Hektar hochgerechnet werden. Durch die erfolgreiche Quantifizierung der Point-Abundance-Sampling Methode konnte erstmalig auch für Elektrofischereigeräte dieser Flächenbezug hergestellt werden. Dadurch wurde die Basis geschaffen, mit unterschiedlichen Fanggeräten erhobene Daten untereinander vergleichbar zu machen.

Die im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes "Ökologische Zusammenhänge zwischen Fischgemeinschafts- und Lebensraumstrukturen der Elbe" eingesetzten, flächenbezogen quantifizierbaren Fanggeräte, wurden bezüglich ihrer Eignung zum Fang von Fischlarven und Jungfischen beurteilt. Große Zugnetze zeigten eine hohe Diversität der Fänge und erfaßten Fische ab einer Totallänge von 30 mm, so daß sie geeignet waren, die Fischgemeinschaft ab dem Spätsommer bis ins frühe Frühjahr zu beschreiben. Ihre Größe limitierte allerdings die Einsatzmöglichkeiten in kleinen Auegewässern. Mit kleinen Zugnetzen wurden die meisten Arten erfaßt. Sie wiesen neben einer hohen Diversität das ausgewogenste Längenspektrum auf und scheinen deshalb gut geeignet zu sein, um die postlarvale und juvenile Fischgemeinschaft zu beschreiben. Durch ihre geringe Größe eigneten sie sich auch zum Befischen kleiner Auegewässer und für die Untersuchung von Habitatbindungen in großskaligen Dimensionen. Larvennetze wiesen bezüglich der Präsenzstruktur Ähnlichkeiten zu den Zugnetzen auf. Sie erfaßten allerdings einen geringeren Teil des Längenspektrums und eigneten sich daher be-

sonders als Ersatzgerät für Zugnetze, wenn diese aufgrund eines zu geringen Wasserstandes nicht mehr eingesetzt werden konnten. Auch die Senke bildete nur einen sehr kleinen Teil des Längenspektrums ab. Sie eignet sich daher nur für die Untersuchung larvaler Lebensstadien.

Die Quantifizierungsmethode für tragbare Elektrofischereigeräte lieferte plausible Resultate. Ziel der hierzu durchgeführten Arbeiten war es, Schwellenwerte der Stromdichte für die dominanten Arten der Stromelbe zu ermitteln, den Einfluß der physikalischen Größen auf die Ausdehnung des elektrischen Feldes des eingesetzten Elektrofischereigerätes zu quantifizieren, die wichtigsten Einflußgrößen in einer Formel mathematisch qualitativ und quantitativ zu beschreiben und die auf dieser Formel basierenden Ergebnisse mit Hilfe anderer Fangmethoden zu evaluieren. Auf der Basis von 123 Experimenten mit 5 Arten im Juni und September 1998 konnte die Körpergröße als dominierender Faktor gegenüber der Artspezifität festgestellt werden. Die mathematische Beschreibung ergab einen exponentiellen Zusammenhang zwischen der Körpergröße und der Stromdichte, wobei artunabhängige Schwellenwerte für Fische bis zu einer Körpergröße von 86 mm kalkulierbar sind. Für Fische > 86 mm bleibt der Fangradius konstant, da der effektive Fangradius sein gerätespezifisches Maximum erreicht hat.

Der maximal effektive Fangradius als eine Funktion der Fischlänge wurde für drei unterschiedliche Substrattypen (grober Schotter, Sand und Schlamm) kalkuliert, die den überwiegenden Teil des Substratangebots der Mittelelbe darstellen. So wurde für Schlamm eine steilere Abnahme der Stromdichte im Abstand zur Anode festgestellt. Dies resultiert in einem um 20 - 30 % kleineren Fangradius als er über sandigem oder kiesigem Substrat festgestellt werden konnte. Generell besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der umgebenden Leitfähigkeit des Wassers und dem effektiven Fangradius. Mit steigender Leitfähigkeit nimmt der effektive Fangradius um etwa 10 % je 100 μS linear zu. Eine Modellierung für unterschiedliche Körperlängen ergab eine Abhängigkeit der Regressionsparameter a und b von der Körpergröße des Fisches. Das heißt, für größere Fische ist der Einfluß der Leitfähigkeit auf die Ausdehnung des effektiven Fangradius größer einzuschätzen als für kleinere Fische. Die Ursache liegt in dem generell exponentiellen Zusammenhang zwischen der Fischlänge und dem Schwellenwert für die Stromdichte, wie er aufgrund der Experimente gefunden wurde.

Ihre Anwendung läßt tragbare Elektrofischereigeräte für die Untersuchung von Habitatbindungen postlarvaler und juveniler Fische geeignet erscheinen. Aufgrund der relativ hohen Diversität in den Fängen ist diese Methode auch für kleinskalige Untersuchungen der Fischgemeinschaft in Ufernähe geeignet.

Die Analyse der Fangeffizienz bildete die Grundlage für den Vergleich morphologisch unterschiedlicher Gewässerbereiche und –zustände sowie verschiedener hydrologischer Szenarien. Darüber hinaus war es im Ergebnis dieser Untersuchungen möglich, die Ergebnisse zur Fischgemeinschaft über den gesamten Probennahmezeitraum in die Analysen mit einzubeziehen.

2.3 Bewertung der Fischgemeinschaftsstruktur und von Habitatfunktionen

Strukturen in großen Fließgewässern, wie in der Elbe, erfüllen vielfältige Funktionen, die für einen erfolgreichen Verlauf des Lebenszyklus der Flußfische notwendig sind. Sie sind u.a. Laich-, Aufwuchs-, Freß- und Winterhabitate. Da bislang aber in den verschiedenen Habitat-typen der mittleren Elbe keine systematischen Analysen der Fischgemeinschaftsstrukturen erfolgten, war hier die Erhebung der Fischbestände eine wesentliche Aufgabe dieses Projekts. Dabei wurde das Ziel verfolgt, die Schlüsselfaktoren für die Struktur und Zusammensetzung

der Fischgemeinschaften in den verschiedenen Habitaten zu bestimmen, um damit die Habitatfunktionen einschätzen zu können.

Die Jungfischgemeinschaft, die die Uferstrukturen des Hauptstroms als Aufwuchsgebiet nutzte, bestand aus insgesamt 19 Fisch- und einer Rundmaulart. Rheophile Arten dominierten hier mit 52 % die Jungfischgemeinschaft, wobei der Aland (*Leuciscus idus*) mit 36,9 % die größte Abundanz aufwies. Bei den eurytopen Arten dominierten die Ukelei (*Alburnus alburnus*) mit 21,1 % und der Flußbarsch (*Perca fluviatilis*) mit dem Zander (*Sander lucioperca*) zusammen mit über 10 % die Jungfischgemeinschaft. Es wurde eine signifikante Strukturierung der Jungfischgemeinschaft nach zeitlichen (saisonalen und interannuellen) und räumlichen Gradienten (Buhnenfeldtyp) festgestellt. Die höchste Diversität wurde im Sommer erreicht. Als Ursache für die saisonalen Unterschiede kamen artspezifisches Laichverhalten und entwicklungspezifische Habitatwahl in Betracht. Im Gegensatz zum Frühsommer ließen sich im Spätsommer für rheophile Arten signifikant höhere Dichten auf Kiesbänken und in defekten Buhnenfeldern gegenüber intakten Buhnenfeldern feststellen. Dies deutete auf einen Habitatwechsel der Jungfische aus strömungsberuhigten Bereichen in Habitate mit hoher hydraulischer Diversität wie Kiesbänke und defekte Buhnenfelder hin. Starke interannuelle Unterschiede der Jungfischdichten wurden zwischen 1997 und 1998 für die Arten Aland, Ukelei, Flußbarsch und Weißflossengründling (*Gobio albipinnatus*) dokumentiert. Lang anhaltender hoher Wasserstand bis in den Mai 1997 und ein Sommerhochwasser im Juli führten zu einem Mangel an verfügbaren stömungsberuhigten Habitaten für Fischlarven. Die Unterschiede der Jungfischdichten in 1997 gegenüber 1998 deuten somit auf einen „wash out effect“ hin, der durch einen Mangel an Retentionsfläche für Fischlarven bei höheren Wasserständen hervorgerufen wurde.

Bei der Untersuchung der Struktur der Jungfischgemeinschaften in Nebengewässern machte die Altergruppe (AG) 0 zwischen 72 und 89 % der Abundanz und 11 bis 27 % der Biomasse des Gesamtfanges aus. Der Abundanzanteil der AG 0 war in den permanenten und temporären Nebengewässern am höchsten, in den Zuflußmündungen am geringsten. Der Biomasseanteil war im Hauptstrom, den permanenten und den semipermanenten Nebengewässern sehr hoch, in den anderen Gewässertypen deutlich geringer. Insgesamt wurden Individuen der AG 0 von 23 Arten festgestellt. Das höchste Arteninventar von 21 Arten wiesen die Zuflußmündungen auf, das geringste mit 16 Arten die permanenten und die semipermanenten Nebengewässer. Im Hauptstrom dominierten überwiegend Rheophile B, in den Nebengewässern dagegen eurytope Fischarten. Auffällig waren die geringen Anteile Rheophiler A im Hauptstrom und phytophiler Linnophiler in den weniger stark mit dem Hauptstrom vernetzten Nebengewässern.

Bei speziellen Untersuchungen auf Überschwemmungsflächen konnten die Larven folgender 14 Fischarten nachgewiesen werden: Aland, Brassen (*Abramis brama*), Flußbarsch, Gründling (*Gobio gobio*), Hecht (*Esox lucius*), Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernuus*), Moderlieschen (*Leucaspis delineatus*), Plötze (*Rutilus rutilus*), Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Rapfen (*Aspius aspius*), Ukelei, Zander, Zope (*Abramis ballerus*) und Blei-Plötz, ein Bastard zwischen Brassen (Blei) und Plötze. Vergleichende Untersuchungen in Altgewässern erbrachten nur 12 Fischarten, Rotfedern und Zopen wurden hier nicht gefangen. Die häufigsten Arten waren auf den Überschwemmungsflächen mit Präsenzen > 15 % Brassen und Plötze. Häufig waren weiterhin Flußbarsch und Blei-Plötz, die auf Überschwemmungsflächen mit einer Präsenz > 5 % vorkamen. Nach dem Rückgang der Hochwässer traten die Überschwemmungsgebiete flächenmäßig gegenüber den Altgewässern zurück. Die Bedeutung von permanenten Auegewässern als Aufwuchshabitat ist deshalb als deutlich höher zu bezeichnen als diejenige der Überschwemmungsflächen. Des weiteren handelt es sich um nur temporär vorhandene Gewässer, die beim Ausbleiben von Sommerhochwässern im Laufe des Jahres

austrocknen. Sommerhochwässer sind jedoch selten, so daß Überschwemmungsflächen wegen ihrer frühen Abtrennung von den permanenten Auegewässern in den meisten Jahren zu „Fischfallen“ werden. Dies war auch in den Untersuchungsjahren 1999 und 2000 der Fall.

Im Rahmen der Untersuchung von Habitatpräferenzen präadulte und adulte Fische in den Uferstrukturen der Mittelelbe wurden 41.607 Fische und Rundmäuler aus 33 Arten gefangen. Das Artenspektrum der limnischen Arten in der Stromelbe stimmte in etwa mit der Situation um 1900 überein. Die präadulte/adulte Fischartengemeinschaft wurde in starkem Maße von Ubiquisten (Plötze, Flußbarsch, Güster (*Abramis björkna*), Brassens, Ukelei, Aal (*Anguilla anguilla*)) geprägt, die 74 - 94 % der Abundanzanteile stellten. Die rheophilen Fischarten Aland, Döbel (*Leuciscus cephalus*), Gründling, Rapfen, Hasel (*Leuciscus leuciscus*) und Quappe (*Lota lota*) traten mit Nachweishäufigkeiten von 55 - 97 % in den Fängen auf, während limnophile Fischarten dagegen selten anzutreffen waren. Aal, Aland, Flußbarsch, Döbel, Hecht und Quappe zeigten eine Präferenz für die Uferzone. Brassens, Rapfen, Zander und Zope hingegen bevorzugten die tieferen Bühnenfeldbereiche. Die beobachteten, regelmäßigen saisonalen Schwankungen des Fischbestandes spiegeln typische Habitatwechsel im Lebenszyklus der präadulten/adulten Fische wider. Bühnenfelder und Leitwerke der Mittelelbe wiesen z.T. erhebliche Unterschiede in der Ausprägung der Habitatstrukturen auf, die sich insbesondere in den Vorkommenshäufigkeiten einzelner Arten widerspiegeln. Leitwerke sind wichtige Refugialräume für eurytope und limnophile Fische sowie für die gefährdeten, rheophilen Arten Rapfen, Zope und Steinbeißer (*Cobitis taenia*). Buhndurchbrüche fördern die Herausbildung heterogener, fluvialer Habitatstrukturen, wirken einer Verlandung entgegen und bieten aufgrund der höheren Strömungsgeschwindigkeiten und -diversität typischen Flußfischarten wie Aland, Döbel, Gründling und Hasel geeignete Einstandshabitate. Die tendenziell geringsten Artenzahlen und Fischabundanzen wiesen stark verlandete Bühnenfelder mit intakten Bühnen auf.

Bei der Analyse der Fahrrinne als Habitat für präadulte/adulte Fische wurden insgesamt 805 Individuen gefangen, die 16 verschiedenen Arten zuzuordnen waren. Mit Fangergebnissen von durchschnittlich 2,2 Individuen/ha bzw. 0,3 kg/ha Fischbiomasse war die Fischdichte in der Fahrrinne gering. Hier dominierte mit 69,2 % Abundanzanteil die Güster, gefolgt von der Plötze (14,8 %), während alle anderen Fischarten in deutlich geringeren Abundanzen (0,1 - 4,8 %) auftraten. Ein sehr ähnliches Bild ergab sich bei Betrachtung der Frequenz des Auftretens in den Fischereihols. Güster und Plötze waren demnach ständig im Hauptstrom präsent. Regelmäßig waren Brassens, Rapfen, Kaulbarsch, Aland, Zope, Zander und Aal nachweisbar, während Barbe (*Barbus barbus*), Döbel, Lachs (*Salmo salar*), Nase (*Chondrostoma nasus*) und Schleie (*Tinca tinca*) nur selten im Stromschlauch vorkamen. Bedingt durch den hohen Anteil von Güster und Plötze prägten Fische der Längensklassen 13-20 cm das Bild, die sich offensichtlich gut gegen die bodennah gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten von 0,35 - 0,65 m/s behaupten können. Die Struktur der Fischartengemeinschaft im Hauptstrom der Elbe wird in erster Linie von saisonalen Einflüssen geprägt. Darüber hinaus waren von den untersuchten abiotischen Einflußfaktoren v.a. der Pegelstand und die Strömungsgeschwindigkeit bedeutsam.

Insgesamt konnten im untersuchten, 388 km langen Abschnitt der unteren Mittelelbe 56 Sand- und Kiesbänke mit einer Gesamtfläche von annähernd 242 ha lokalisiert werden, die potentiell für die Reproduktion sand- und kieslaichender Fischarten von Bedeutung sind. Im Hinblick auf die Flächenausdehnung überwiegen kleinere (< 3 ha) und mittlere (3-6 ha) Strukturen, die jeweils 50 bzw. 30 % der vorhandenen Uferbänke stellen. Mittlere und größere Bankstrukturen konzentrieren sich vor allem unterhalb der Havelmündung (SkM 420-477). Dagegen sind im Bereich oberhalb von Magdeburg (SkM 264-355) nur sehr vereinzelt kleinere

Sand- und Kiesbänke zu finden. Die Sedimente der Sand- und Kiesbänke in der unteren Mittelelbe werden hauptsächlich durch Mittel- und Grobsande sowie Fein- und Mittelkiese gebildet (\varnothing 0,2-20 mm) und sind damit insgesamt als recht feinkörnig zu charakterisieren. Im Vergleich zu anderen Uferstrukturen weisen Sand- und Kiesbänke jedoch die höchsten Anteile grober Kornfraktionen auf. Anhand von Eifunden konnte eine Reproduktion von insgesamt 10 Fischarten (Aland, Gründling, Weißflossengründling, Quappe, Rapfen, Flußbarsch, Brassens, Kaulbarsch, Plötze, Ukelei) auf den untersuchten Sand- und Kiesbänken sicher nachgewiesen werden. Für die Arten Flußneunauge (*Lampetra fluviatilis*) und Hasel ist dies aufgrund der Nachweise von Laichfischen und/oder Fischlarven ebenfalls zu vermuten. Unter Einbeziehung der Kenntnisse zur Autökologie sowie historischer Angaben läßt sich für die einzelnen Fischarten eine unterschiedliche Bedeutung der Kiesbankstrukturen im Hauptstrom als Laichhabitat ableiten. Eine wichtige Rolle spielen die Sand- und Kiesbänke der unteren Mittelelbe für die sandlaichenden Gründlinge (*G. gobio*, *G. albipinnatus*), den Nordseeschnäpel (*Coregonus oxyrhynchus*) sowie die lithophilen Arten Flußneunauge, Hasel, Quappe, Rapfen und Barbe. Letztere laichen in größerem Umfang auch auf geeigneten Substratbänken in Nebenflüssen und -gewässern der Elbe ab oder können auch andere Strukturen im Hauptstrom nutzen (Rapfen). Bei Vorhandensein geeigneter Substrate (Weidensträucher, Wurzelwerk, Buhnenreste etc.) werden Sand- und Kiesbänke regelmäßig durch phyto-lithophile Fische wie Aland, Kaulbarsch und Ukelei genutzt. Erwartungsgemäß selten waren die überwiegend in Nebengewässern reproduzierenden, eurytopen Arten Brassens, Plötze und Flußbarsch anzutreffen. Die immense Bedeutung der Sand- und Kiesbänke in der Mittelelbe resultiert zum einen aus der Vielzahl gefährdeter und z.T. verschollener Fluß- und Wanderfischarten, die zur Reproduktion auf überströmte, kiesige Bereiche angewiesen sind und zum anderen aus der geringen Zahl der aktuell nachgewiesenen Kiesbankstrukturen im Hauptstrom. Im Hinblick auf eine notwendige Erhöhung des Angebotes an geeigneten Laichplätzen ist neben der unbedingten Erhaltung bzw. Förderung der Sand- und Kiesbankstrukturen im Hauptstrom der Elbe v.a. die Wiederherstellung bzw. Verbesserung der lateralen Durchgängigkeit insbesondere der großen Nebenflüsse Havel, Saale, Mulde und Schwarze Elster zu fordern.

Abgesehen von der Alten Elbe Magdeburg konnten in allen untersuchten Gewässern (Handelshafen Magdeburg, Stadthafen Tangermünde, Hafen Wittenberge, Bölsdorfer Haken, Alte Elbe Beuster) Bereiche mit wiederkehrender erhöhter Fischdichte im Winter lokalisiert werden. Diese wurden als Wintereinstände bezeichnet. Alle Wintereinstände wurden in großen Freiwasserkörpern mit steilen Unterwasserböschungen lokalisiert. Sie besaßen eine räumliche Ausdehnung von zumeist 1-2 Hektar und befanden sich jeweils über einem überdurchschnittlich tiefen Gewässerbereich. Bereiche mit H_2S -Ausgasung und Sauerstoffmangel-Situationen wurden gemieden, doch führte dies in keinem beobachteten Fall zum vollständigen Verlassen des Einstandes. Die minimale Wassertemperatur am Gewässergrund lag üblicherweise in den Wintereinständen höher als in der Stromelbe. Im einzigen beobachteten gegensätzlichen Fall wurde der Wintereinstand verlassen, sobald der Wasserstand dies erlaubte. Die vorgefundenen hohen Abundanzen von Fischen in Häfen lassen vermuten, daß im Wintereinstand keine besonderen Anforderungen an die Gewässerstruktur gestellt werden. Jedoch stellt sich die Frage, ob Häfen und andere künstlich geschaffene Nebengewässer der Elbe einen ausreichenden Ersatz hinsichtlich ihrer Eignung als Wintereinstand für Fische darstellen, in Anbetracht der mittlerweile erfolgten Veränderungen vielerorts nicht mehr.

Die Anbindung nahezu aller nicht durch Schifffahrt genutzten Altarme an den Hauptstrom muß als unzureichend bezeichnet werden. Der Großteil von 40 untersuchten und gemäß Stromkarte angebotenen Altarmen zwischen Aken (SkM 282) und Schnackenburg (SkM 473) sind mittlerweile bereits bei mittleren Niedrigwasserständen vom Hauptstrom abgetrennt. Jederzeit von Fischen erreichbar sind demnach nur noch solche Gewässer, die auch als

Verkehrsweg genutzt werden, bestimmungsgemäß größere Wassertiefen auch im Eingangsbe-
reich aufweisen und dementsprechend unterhalten werden. Da die Entstehung adäquater neuer
Gewässer den Interessen einer geregelten Schifffahrt und Landwirtschaft entgegen steht und
durch bauliche Eingriffe weitestgehend verhindert wird, ist bereits als Folge der natürlichen
Sukzession mit einer weiteren Verschärfung des Problems zu rechnen. Neben wenigen ver-
bliebenen Kolken in einigen Bühnenfeldern bieten Häfen und Kanalmündungen hier teilweise
die einzigen ständig erreichbaren geschützten Bereiche. Weitere Wasserstandsabsenkungen
sowie der Einbau von weiteren Fischwechsel-Hindernissen in Nebengewässer können dieses
Problem auch in Zukunft verschärfen.

Erstmals wurde im Nebengewässersystem Stepenitz-Karthane die Ichthyofauna durchgehend
erhoben. Dabei erfolgte die Erfassung der Strukturgüte nach den "Empfehlungen der Länder-
arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) zur Strukturgütebewertung kleiner und mittelgroßer
Fließgewässer" über eine siebenstufige Scala. Danach weist die Stepenitz an den Stationen
am Unter- und Oberlauf eine Strukturgüte zwischen 3 (mäßig beeinträchtigt) und 7 (übermä-
ßig geschädigt) auf. Der Mittellauf ist mehrheitlich durch Werte zwischen 1 (naturnah) und 3
(mäßig beeinträchtigt) gekennzeichnet. Im Vergleich zur Stepenitz hat die Karthane eine
schlechtere Strukturgüte und verfügt nur noch auf Reststrecken über eine relativ unbeeinflus-
te Gewässermorphologie. Die Strukturgüte spiegelte sich deutlich in der Zusammensetzung
der Fischgemeinschaften wider. In der Stepenitz wurden 30 autochthone Fisch- und 2 Rund-
maularten nachgewiesen, während die Karthane 20 Fischarten Heimstatt bot und keine Neun-
augen mehr beherbergte. Wichtige stenöke Fließgewässerarten wie Bachforelle, Elritze und
Groppe fehlen in der Karthane ebenfalls. Zum ersten Mal für das Land Brandenburg wurden
während der Projektarbeiten intakte Laichplätze des Flußneunauges am Unterlauf der Stepe-
nitz nachgewiesen. Insgesamt zeigte die Bewertung der morphologischen Gewässergüte nach
den LAWA-Empfehlungen für den Verlauf der Karthane und den Ober- und Mittellauf der
Stepenitz eine gute Übereinstimmung zum ermittelten Fischartenspektrum. Es wurde eine
sehr große Übereinstimmung der Fischgemeinschaften des Karthane- und Sudeunterlaufes
sowohl im Gesamtspektrum als auch, was die Anteile der verschiedenen Gilden hinsichtlich
ihrer Strömungspräferenz anbelangt, festgestellt. Die große Ähnlichkeit im Artenspektrum
zwischen der unteren Sude und Karthane scheint weitestgehend der Übereinstimmung der
strukturellen Gewässergüten zu entsprechen. Ergebnisse von Markierungsexperimenten
belegten Bewegungen der Fische sowohl in Richtung Hauptstrom wie auch die Stepenitz auf-
wärts. Aus den geringen Wiederfangraten lassen sich jedoch keine gesicherten Rückschlüsse
auf den Umfang der Austauschprozesse zwischen Hauptstrom und Nebenfluß ziehen, sondern
lediglich Tendenzen erkennen. Deutlich wurde jedoch, daß die Wehre am Unterlauf der Ste-
penitz den vom Hauptstrom in den Nebenfluß gerichteten Austausch behindern, da eine unge-
hinderte Verbindung erst bei einem Pegel der Elbe höher 4,0 m über das 1. Wehr und höher
6,0 m über das 2. Wehr gegeben ist. Ergebnisse von Driftuntersuchungen wiesen auf eine
flußabwärts (in Richtung Hauptstrom) gerichtete Bewegung besonders von Jung- und Kleinfis-
chen hin.

Die Wachstumskurven der AG 0 der drei cypriniden Fischarten Hasel, Aland und Rapfen so-
wie der beiden perciden Fischarten Flußbarsch und Zander verliefen im Untersuchungszeit-
raum ähnlich. Jedoch waren die interannuellen Unterschiede im Wachstum bei den Cyprini-
den der AG 0 deutlicher als bei den Perciden ausgeprägt. Generell scheint das Wachstum der
untersuchten Cypriniden stark vom Temperaturregime im Frühjahr und dem Auftreten von
Sommerhochwässern beeinflusst zu sein. An verschiedenen Probestellen in vergleichbaren
Habitattypen wurden z.T. unterschiedliche Wachstumsleistungen ermittelt. So wurden bei-
spielsweise unter den Zuflußmündungen in der naturnahen und nicht durch hohe Salzfrachten
belasteten Seegemündung gute Wachstumsleistungen bei den Cypriniden festgestellt. Die

Perciden wuchsen beim Vergleich verschiedener Altarme besonders gut im Altarm Havelberg.

Insgesamt unterscheidet sich das gegenwärtige Längenwachstum der rheophilen Fische in der Mittelelbe nicht wesentlich von dem der 50er Jahre. Eine Tendenz zu besserem Wachstum zeigen Zope und Aland. Schlechter als in den 50er Jahren wuchsen Gründlinge. Das Wachstum der rheophilen Fische Döbel und Hasel ist tendenziell besser als das der betreffenden Arten in anderen zentraleuropäischen Regionen. Die Quappen im Untersuchungsgebiet sind kleinwüchsig. Es handelt sich dabei offensichtlich um sogenannte Binnenquappen. Der früher typischen, großwüchsigeren Wanderquappe ist durch die Staustufe Geesthacht der Weg in die Mittelelbe weitgehend versperrt. Die rheophilen Fischarten waren im Untersuchungsgebiet konstant normal konditioniert, d.h. sie finden ausreichende Ernährungsbedingungen. Döbel und Hasel sind schlanker als in anderen Gewässern, verfügen aber über ausreichende Energiereserven. Beim Aland war während der Untersuchungsperiode ein Anstieg der Energiereserven festzustellen. Relativ geringe saisonale Unterschiede in der Konditionierung der rheophilen Fische deuten auf ausgeglichene und insgesamt gute Ernährungsbedingungen zu allen Jahreszeiten hin.

Im Ergebnis parasitologischer Untersuchungen von 349 Individuen aus sieben rheophilen Fischarten (Döbel, Hasel, Aland, Zope, Rapfen, Gründling, Quappe) der Elbe im Raum Havelberg und Lenzen konnten 25 Parasitenarten der folgenden systematischen Taxa nachgewiesen werden: Myxozoa, Cestoda, Trematoda, Nematoda, Acanthocephala, Monogenea, Hirudinea, Mollusca und Crustacea. Die Prävalenz und Intensität des Befalls waren i.d.R. gering. In wenigen Fällen wurden unspezifische pathologische Veränderungen an verschiedenen Organen festgestellt. Aufgrund der vorliegenden Befunde muß eingeschätzt werden, daß die untersuchten Fischpopulationen gegenwärtig keinen nennenswerten parasitenbedingten Beeinträchtigungen unterliegen.

Um generelle Aussagen zur Genotypenstruktur der Fische in der Mittelelbe treffen zu können und Informationen über den Grad des Individuenaustausches zu erhalten, wurde die Genotypenstruktur von 7 Fischarten (Aland, Brassen, Gründling, Plötze, Rapfen, Ukelei und Zope) innerhalb der Stromelbe und zwischen dieser und einem ausgewählten Nebengewässersystem, der Stepenitz, mittels molekularer Marker aufgeklärt. Insgesamt wurden 20 RAPD-Zufallsprimer getestet. Für die Differenzierung der Subpopulationen erwies sich die RAPD als geeignet, weil damit ein vergleichsweise hoher Anteil genetischer Variabilität erfaßt wird. Von den getesteten 20 Primern schwankte der Anteil polymorpher Primer zwischen 65 % (Brassen) und 55 % (Aland). Die Ukelei wies einen Anteil von 60 % polymorphen Primern auf. Der Anteil monomorpher Primer variierte zwischen 15 % (Aland) und 0 % (Ukelei). Bei den Ukeleien betrug der Anteil an Primern, welche kein Amplifikat erbrachten, 35 %, bei den Alanden 30 % und bei den Brassen 20 %. Damit wurde ein ausreichendes Maß an genetischer Variabilität für die populationsgenetischen Analysen erfaßt. Für alle 7 untersuchten Fischarten wurde nachgewiesen, daß die analysierten Stichproben jeweils einer panmiktischen Grundgesamtheit angehören. Der Individuenaustausch zwischen den Probenahmestellen ist so groß, daß für die untersuchten Fischarten im Bereich der Mittelelbe Zufallspaarung anzunehmen ist. Demzufolge gehören alle Individuen einer Art derselben Subpopulation an.

2.4 Merkmale und Funktionen von Habitatwechseln

Eine neue Einsatzmethode für Ringnetze ermöglichte die Untersuchung der lateralen, vertikalen und diurnalen Verteilung driftender Fischlarven. Insgesamt wurden driftende Larven aus 14 Fischarten der taxonomischen Gruppen Percidae, Cyprinidae, Osmeridae und Gadidae

gefangen. Die Perciden Zander und Flußbarsch dominierten die Fischbrut im Fang. Die Verteilung der Fischlarven wurde hauptsächlich von den signifikanten Faktoren Saison und Uferentfernung beeinflusst. Andere wichtige einflußnehmende Faktoren waren gelöste partikuläre Substanzen (SPM), Tiefenhorizont, Tageszeit, Strömungsgeschwindigkeit und das vom Netz filtrierte Wasservolumen. Negative Korrelationen der Abundanzen und der SPM wurden sowohl für einzelne Arten als auch für die Gesamtabundanz gefunden. Auffällig war die Konzentration der Fischlarven an der Oberfläche.

Zur Untersuchung der diurnalen Habitatwahl juveniler und präadulter Fische wurden im Juni und September 2000 in zwei Bühnenfeldern ein Elektrofischereigerät DEKA 3000, ein Senknetz sowie ein Stellnetz im Rahmen von zeitlich versetzten Untersuchungskampagnen in der Mittagszeit, in der Morgen- und Abenddämmerung sowie zur Nacht eingesetzt. Die Ergebnisse belegten für die Ausbildung typischer Fischgemeinschaften in den Uferzonen eine stark ausgeprägte Diurnalität für den Frühsommer (Juni) und eine schwächer ausgeprägte Diurnalität im Spätsommer. In beiden Monaten wiesen die Untersuchungen in der Nacht die höchsten Individuenzahlen in den ufernahen Bereichen auf. Im Juni wurde die Fischgemeinschaft durch einen starken tageszeitlichen Gradienten strukturiert. Die hydromorphologischen Faktoren, repräsentiert durch den Bühnenfeldtyp, bildeten den zweiten strukturierenden Faktor. Im September kehrte sich das Verhältnis dieser beiden Faktoren um. Der hydromorphologische Gradient war in diesem Monat bedeutender für die Ausprägung der Fischgemeinschaft, der tageszeitliche Gradient fiel deutlich schwächer aus. Insgesamt wurde am Tag eine erhöhte Mobilität der Fische festgestellt. Die meisten nächtlichen Fischbewegungen erfolgten aus der Fahrrieme in das Bühnenfeld hinein, während am Tage die umgekehrte Bewegungsrichtung dominierte. Die Innenräume der Bühnenfelder können als Rückzugs- und Aufenthaltsflächen für Jungfische während der Nacht angesehen werden. Die größeren Wassertiefen und die Nähe zum Hauptstrom bedingt für diese Bereiche nur moderate tagesperiodische Schwankungen der Temperatur und des Sauerstoffgehalts. So liegen zu diesem Zeitpunkt die Temperaturen in diesen Bereichen sogar deutlich über denen der ufernahen Bereiche. Für den Sauerstoffgehalt wurden sogar zu allen Tageszeiten höhere Werte in den Bühnenfeldinnenräumen festgestellt als in den ufernahen Bereichen.

Um die direkten Auswirkungen des Schiffsverkehrs auf Jungfische zu analysieren, wurden Begehungen der Uferzonen in direkter Folge von Schiffspassagen durchgeführt und angespülte Jungfische gezählt, taxonomisch bestimmt sowie das Entwicklungsstadium festgestellt. Insgesamt wurden 7 verschiedene Arten ermittelt, die mehrheitlich mit ihren Juvenilstadien von den Anspülungen an das Ufer betroffen waren. Von den Arten Brassens, Güster und Plötzen wurden auch präadulte Fische bei Schiffspassagen angespült. Die meisten angespülten Fische wurden an einer verlandeten Öffnung eines Nebengewässers festgestellt. Ein starker Sunk, wie er von beladenen großen Frachtschiffen bei Talfahrt erzeugt wird, läßt solche flach auslaufenden Uferbereiche erst trockenfallen und anschließend mit einer besonders hoch auflaufenden Welle des Schwallls wieder überfluten. Infolgedessen treten auch über den flachen Gebieten oft starke Unterschiede in den Fließgeschwindigkeiten auf. Im Gegensatz dazu bilden die tieferen und steileren Uferbereiche, speziell tiefe Kolke, ein Mikrohabitat, welches von den Auswirkungen des Schiffsverkehrs eher wenig betroffen ist. Dieser Mikrohabitatyp ist aber in den Bühnenfeldern kaum vertreten.

Zur Aufklärung von Mustern der Habitatwahl adulter Fische wurden in den Jahren 1997 bis 2001 201 Versuchsfischen Radiosender mit externer Antenne in die Leibeshöhle implantiert. Im Hauptuntersuchungsgebiet (Skm 410 – 485) wurden die Fische ganzjährig mit einer Genauigkeit von ± 10 m einmal wöchentlich geortet. Bei insgesamt 80 % aller Ortungen befanden sich die Fische im Bereich der Bühnenköpfe, in 8 % aller Ortungen waren die Fische im

hinteren Bereich der Bühnenfelder und nur in 2 % aller Fälle wurden Fische in der Strommitte geortet. 10 % der georteten Aufenthaltsorte waren diesen Kategorien nicht zuzuordnen. In der Strommitte wurden Fische meist nur geortet, wenn sie die Flußseite wechselten. Damit wurde der größte Teil des Wasserkörpers des Flusses und mehr als die Hälfte der Wasserfläche durch die meisten Fische nicht besiedelt.

Im Rahmen der Untersuchungen in der Elbe konnten erstmals bei potamodromen Wanderfischen die Bewegungsaktivität und Habitatwahl über mehr als ein Jahr dokumentiert werden. Dabei zeigte sich, daß einige Fische einen sehr viel größeren Lebensraum besiedeln als bisher angenommen. So verließen zwei Rapfen, die innerhalb von 6 Monaten (einschließlich der Laichzeit) Lebensräume von 15 bzw. 20,5 Skm besiedelten, diese nach der ersten beobachteten Laichzeit und wanderten 125 bis 164 Skm stromab, wo sie neue Lebensräume okkupierten. Sie kehrten während der Untersuchungsperiode nicht zurück. Zwei andere Rapfen lebten 18 Monate in Lebensräumen von 6,5 bzw. 29,5 Skm, ehe sie nach der zweiten beobachteten Laichzeit diese lange besiedelten Lebensräume verließen und 30 bzw. 99 Skm stromab wanderten. Ein Zander verließ seinen Lebensraum im und in der Nähe des Altarmes Beuster und wanderte im Herbst 122 Skm stromauf nach Magdeburg, wo er gefangen wurde. Ein anderer Zander wechselte während der Untersuchungsperiode nur das Winterhabitat, so daß sein Jahres-home-range um 33 Skm größer wurde. 11 Alande verließen nach der ersten beobachteten Laichzeit den angestammten Lebensraum und besiedelten 100 bis 165 Skm stromab neue Habitate.

In der Elbe wurden stabile diurnale Muster, wie sie aus anderen Gewässern bekannt sind, nicht beobachtet. Über 2 bis 4 Tage wurden Wechsel zwischen Tag- und Nachtstandorten bei adulten Rapfen, Zandern und Alanden festgestellt. Rapfen wurden, offensichtlich der Nahrung folgend, in der Dämmerung und in der Nacht häufiger in flachen Uferabschnitten geortet als am Tage. Die adulten Fische in der Elbe besiedelten jedoch in der Mehrzahl verschiedene Mikrohabitate innerhalb eines Flußabschnittes ohne eine stabile diurnale Rhythmik. Dennoch wurden einzelne Bewegungsmuster im Tagesverlauf beobachtet, ebenso Exkursionen, bei denen es sich um kurzfristige Wanderungen handelt, die aber verschiedene räumliche und zeitliche Ausmaße aufwiesen. Die Tatsache, daß bei sehr vielen Fischen Exkursionen aus den sonst besiedelten Flußabschnitten heraus beobachtet wurden, zeigt, daß diese Exkursionen bisher in ihrer Bedeutung unterschätzt wurden. Wahrscheinlich dienen sie der Gewässererkundung und eventuell der „Vorbereitung“ des Wechsels des Standortes innerhalb z.B. des Nahrungshabitates. Die Rückkehr vieler Fische nach zum Teil halbjähriger Abwesenheit und über viele Elbe-km zu bestimmten Flußabschnitten bzw. sogar zu konkreten kleinräumigen Einständen, das gezielte Aufsuchen konkreter Winterstandorte oder das Aufsuchen der Laichplätze lange vor der Laichzeit verdeutlicht, daß adulte Fische offensichtlich einen großen Flußabschnitt kennen und sich in ihm problemlos orientieren können. Auf Grund dieses Ortskenntnis sind sie in der Lage, auf veränderte hydrologische oder biologische Bedingungen gezielt zu reagieren.

Von 53 markierten Rapfen lebten 50 % ausschließlich im Hauptstrom, 22 % wanderten kurzzeitig in einmündende Kanäle, Altarme oder einen Hafen, und 24 % aller Fische wechselten regelmäßig zwischen einem Sommereinstand im Hauptstrom und einem bis zu 30 Skm entfernten Winterstandort (Hafen Wittenberge oder weniger häufig Altarm Beuster). Die Winterstandorte wurden im Oktober/November, wenn die Wassertemperaturen unter 10 °C fielen aufgesucht und Ende Februar bis Anfang April, wenn die Wassertemperaturen 6 – 7 °C überstiegen, verlassen. Die Rapfen wanderten dann zu den Laichplätzen im Hauptstrom, wo sie Ende März/April laichten. Das Wanderverhalten der Rapfen war sehr variabel. Die 34 Rapfen, die länger als ein Jahr beobachtet wurden, lebten in home ranges von 1 bis >100 Skm, zumeist

in der Nähe des Fangortes. Die längste beobachtete Wanderung vom Laichplatz bei Skm 427 zum Sommerhabitat in der Tideelbe bei Skm 593 und zurück zum Laichplatz in der Mittelelbe betrug 166 Skm. Die Rückkehr zum Laichplatz über das Wehr in Geesthacht fand während einer Hochwassersituation statt. Nach der ersten oder zweiten beobachteten Laichperiode verließen 9 der 34 Rapfen ihren angestammten Lebensraum und wanderten größere Strecken (30 – 170 Skm) stromab, ohne im Beobachtungszeitraum zurückzukehren. Zwei dieser Rapfen wurden nach Ablauf der Senderaktivität an ihren neuen Lebensräumen geangelt. Die Ergebnisse beweisen, daß die rheophilen, potamodromen Rapfen einen sehr viel größeren Lebensraum besiedeln als bisher angenommen und daß Querbauwerke die Wanderungen und damit auch die Populationsdynamik dieser Fischart beeinflussen.

Von 40 markierten Zandern wurden im Laufe der Untersuchungen etwa 50 % gefangen, was den großen Fangdruck belegt, den die Angelei auf den Zanderbestand ausübt. Die Zander wechselten während der Untersuchungsperiode zwischen Winterhabitaten im Hafen Wittenberge oder im Altarm Beuster und Nahrungshabitaten in der Stromelbe. Besonders die Affinität zu den Winterhabitaten war sehr groß. Alle beobachteten Zander sind im Oktober/November bei Wassertemperaturen von etwa 10 °C in die Winterhabitate gewandert. Die meisten Fische lebten während des Sommers stromab von den Winterhabitaten. Mit Ausnahme von drei Fischen, die weiter entfernte Winterhabitate im zweiten Winter aufsuchten, haben die Zander die vorjährigen Winterhabitate wieder aufgesucht, selbst wenn andere näher lagen. Es wurde kein Zander, der im Hafen Wittenberge gefangen, markiert und freigelassen wurde, im Altarm Beuster geortet und umgekehrt. Das Verhalten der Fische in den Winterhabitaten war temperaturabhängig. Bei Temperaturen nahe 5 °C bewegten sich die Fische relativ aktiv im Mittelwasser. Bei Temperaturen nahe dem Gefrierpunkt war die Ortung in den tiefen Gewässern sehr schwierig, was ein deutlicher Hinweis darauf ist, daß die Fische bodennah standen und sich wenig bewegten. Bei Wassertemperaturen von etwa 15 °C laichten die Zander Ende April/Anfang Mai in den Winterhabitaten ab. Nach dem Laichen verließen die meisten Zander die Winterhabitate unabhängig von der Tageszeit, was bei Tag-Nacht-Ortungen Ende April/Anfang Mai 1998 beobachtet wurde. Die Fische suchten Standorte im Hauptstrom auf, die z.T. im Mündungsbereich des Altarmes bzw. des Hafens lagen oder bis zu 65 km vom Winterhabitat entfernt waren. Fische die in der Nähe der Winterhabitate blieben, pendelten zwischen Strom und Nebengewässer. Fische mit weiter entferntem Standort kehrten im Sommer nicht in die Winterhabitate zurück. Die Standorte im Sommer können als Nahrungshabitate bezeichnet werden, die eine möglichst günstige Ernährung der Fische gewährleisten. Die Größe der Nahrungshabitate variierte zwischen zwei Bühnenfeldern und maximal 1 Skm. Die Rückkehr zu den im Vorjahr genutzten Nahrungshabitaten konnte nur in einigen Fällen beobachtet werden. Nahrungshabitate der Zander wiesen in allen Fällen eine große Tiefen- und Strömungsvarianz auf. Dabei wurden Bühnenfelder vor Altarmen ebenso besiedelt wie defekte Bereiche von Steinschüttungen an Prallhängen.

Es wurden insgesamt 24 Alande markiert, die in allen in der Elbe vorkommenden Habitaten, mit Ausnahme der Fahrinne, beobachtet wurden. Neben den Uferstrukturen des Hauptflusses (Buhnen, Bühnenfelder, defekte Deckschichten) wurden auch künstliche und natürliche Nebengewässer sowie Überschwemmungsflächen und Nebenflüsse besiedelt. Das Überwintern in Nebengewässern wurde nicht nachgewiesen. Alande laichten Anfang April im Hauptstrom an überfluteten Bühnen, die einer mäßigen Strömung ausgesetzt waren. Die Rückkehr zu einmal genutzten Laichplätzen wurde beobachtet, war aber nicht sehr stark ausgeprägt. Wahrscheinlich finden die Fische im Flußverlauf genügend Möglichkeiten zum Ablachen. Alande leben in sehr großen Flußabschnitten. Nach Lebensphasen stationären Verhaltens mit Lebensraumgrößen von 2 bis 20 Skm können mobile Phasen folgen, in denen neue Lebensräume bis zu 190 Skm entfernt aufgesucht werden. Diese langen, stromab gerichteten Wanderungen

erfolgten nach der Laichzeit.

Im Ergebnis der telemetrischen Untersuchungen von Quappen zeigte sich, daß die Staustufe Geesthacht die Laichwanderung der Quappen aus der Tideelbe erheblich behinderte. Während der Laichwanderung wurden im Dezember 33 Quappen unterhalb der Staustufe Geesthacht gefangen und markiert. Von den 20 unterhalb der Staustufe ausgesetzten Quappen wanderten 17 Fische stromauf bis zum Wehr, fünf Fische fanden den Einstieg in die Fischwanderhilfe, konnten diese aber nicht bis ins Oberwasser passieren. Von den oberhalb der Staustufe ausgesetzten 13 Quappen wanderten 8 stromauf. Die weiteste beobachtete Wanderung betrug 100 Skm, bevor die Ortungen abgebrochen werden mußten. Alle 20 Quappen, die vor der Laichzeit in der Mittelelbe gefangen, markiert und wieder ausgesetzt wurden, wanderten stromauf. Eine Gruppe wanderte in der Elbe bis zu 35 Skm stromauf. Eine andere Gruppe wanderte durch Wehre in die Havel ein und stieg dort mehr als 20 Skm stromauf. Die kalkulierten Endpunkte der jeweiligen Wanderungen der Quappen aus der Tideelbe und aus der Mittelelbe waren vor 50 Jahren bekannte Laichplätze. Während der Laichwanderung betrug die Wassertemperaturen $< 6\text{ °C}$. Die Rückwanderung der Quappen begann zwischen Mitte Januar und März, oft begleitet durch einen Temperatur- und Pegelanstieg. Einige Quappen wurden auch außerhalb der Zeit der Laichwanderung im Untersuchungsgebiet regelmäßig geortet. Sie waren sehr standorttreu und besiedelten Flußabschnitte $< 700\text{ m}$, meist jedoch nur zwei Bühnenfelder. In den Bühnenfeldern wurden während des Tages tiefere Kolke (tiefer 2 m) bevorzugt.

Brassen wurden in allen Habitaten, die in der Elbe vorkommen, mit Ausnahme der Fahrinne, beobachtet. Die Brassen laichten in verschiedenen Nebengewässern Ende April bei Temperaturen über 10 °C . Nach dem Laichen verließen die Brassen die Laichareale und zogen in die Ernährungshabitats im Hauptstrom. Hier bevorzugten sie die Uferstrukturen (Bühnenfelder). Dabei wurden häufig Bühnenfelder mit Flachwasserbereichen und größeren Sedimentationsflächen besiedelt. Im Winter (Januar/Februar) wanderten die Brassen wieder in die Nebengewässer, wo sie bis zum Frühjahr lebten. Die Lebensraumausdehnung der Brassen lag zwischen 6 und 171 Skm. Mehrere Fische haben das Wehr Geesthacht stromabwärts passiert. Eine stromauf gerichtete Wehrüberwindung in Geesthacht wurde nicht beobachtet. Die großen Wanderungen fanden generell nach der Laichzeit statt. Brassen haben einen guten Ortsinn und sind in der Lage, zu einmal genutzten Einständen zurückzukehren. Erfolgreiches homing wurde dokumentiert.

2.5 Fischökologische Bewertung der mittleren Elbe

Die Bewertung des Istzustandes der Fischfauna in der Mittelelbe war Grundbedingung für die Ableitung des fischökologischen Leitbilds, der Entwicklungsziele und von Maßnahmevorschlägen zur Verbesserung der fischökologischen Situation. Die der Bewertung zugrunde liegenden Daten, die in einem 139 Kilometer langen Bereich der Mittelelbe zwischen Skm 350 und Skm 489 erhoben wurden, erlaubten die repräsentative Beschreibung des gesamten Arten-, Alters- und Längenspektrums der Fischfauna.

Zur Bewertung wurde der Index of Biotic Integrity (IBI) an die Bedingungen in der Mittelelbe angepaßt. Das Bewertungsverfahren umfaßt 12 Kenngrößen in 5 Bewertungskategorien. Die erste Bewertungskategorie beschreibt das Arteninventar, die Abundanz und die Biomasse. Die Indikatorarten gehen in das Bewertungssystem entsprechend ihrer Sensitivität gegenüber veränderten Habitatbedingungen ein. Die Altersstruktur der dominanten Arten und von Indikatorarten wurde mit in das Bewertungssystem aufgenommen. Weiterhin ist die Beurteilung des

Zustands der trophischen Struktur und der Habitatgilden Bestandteil der Bewertung nach dem IBI. Die 5. Bewertungskategorie ist die Beurteilung der Kondition der Fische.

Die Altersstruktur für alle Elbeabschnitte und den Gesamtabschnitt wurde insgesamt mit gut bewertet. Somit ist davon auszugehen, daß in der Mittelbe erforderliche Laich- und Aufwuchsbedingungen für die untersuchten Arten vorhanden sind. Beste Aufwuchsbedingungen sind für die euryöken Arten Plötze und Brassen vorhanden, von denen mit Abstand die höchsten Abundanzwerte gefunden wurden. Bei der Bewertung der Indikatorarten und Habitatgilden zeigten sich vor allem Defizite bei den Präsenzen und Abundanzen diadromer (z.B. Lachs, Stör [*Acipenser sturio*], Nordseeschnäpel), rheophiler (z.B. Quappe, Zährte [*Vimba vimba*], Barbe) und limnophiler Fischarten (Karausche [*Carassius carassius*], Schleie, Rotfeder). In allen Abschnitten waren die prozentualen Anteile der eurytopen Arten viel höher als in einem ungestörten Flußsystem zu erwarten wäre. Bezüglich der Nahrungsgilden ergab sich eine erhöhte Anzahl omnivorer Fische in allen Abschnitten einschließlich des Gesamtabschnittes. Es läßt sich feststellen, daß die trophische Struktur gestört ist. Sie weicht von einer ausgewogenen trophischen Struktur bzw. dem natürlichen Leitbild ab und wurde mit mäßig bis gut bewertet. Die Gesamtbewertung nach dem IBI ergab einen mäßigen aktuellen fischökologischen Zustand des Elbeabschnitts zwischen Skm 350 und 489.

Insgesamt war die Bewertung der verschiedenen Elbeabschnitte von einer geringen Variation der Punktezahl geprägt. Die weitestgehend ähnlichen geomorphologischen Voraussetzungen der verschiedenen Elbeabschnitte hinsichtlich des anthropogenen Einflusses auf die ökologische Funktionsfähigkeit waren hierfür die Ursache.

2.6 Fischökologisches Leitbild der mittleren Elbe

Basierend auf den in den Jahren 1997 bis 2000 für den Elbabschnitt zwischen Magdeburg (Skm 325) und Boizenburg (Skm 560) erhobenen Daten wurde ein fischökologisches Leitbild für die mittlere Elbe entwickelt, das aus fischökologischer Sicht Vorschläge zur Umsetzung der EU-WRRL unterbreitet. Dazu wurde anhand der Beschreibung der als ursprünglich angesehenen Fischfauna der Elbe ein potentiell natürliches Leitbild erstellt. Dieses ist durch hohe Präsenzen und Abundanzen diadromer und rheophiler Fischarten charakterisiert.

Aufgrund der Defizitanalyse, der Habitatansprüche ausgewählter intoleranter Fischarten und unter Einbeziehung anthropogen geschaffener Rahmenbedingungen wurde ein Entwicklungsziel (integriertes Leitbild) für die Mittelbe formuliert.

Als mittelfristiges Entwicklungsziel sind der Aufbau und die Stabilisierung der Populationen diadromer, rheophiler und limnophiler Fischarten anzustreben. Dafür ist eine Sicherung und Herstellung wichtiger Habitatstrukturen entsprechend der Ansprüche der diadromen, rheophilen und limnophilen Fischarten der mittleren Elbe an die Flußdynamik und Wassergüte anzustreben.

Längerfristig ist ein sehr guter fischökologischer Zustand der Mittelbe mit einer flußtypischen Dynamik in ausgesuchten Abschnitten des Flußsystems denkbar.

Die vorgeschlagenen kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen dienen generell einer Steigerung der Habitatstrukturen, einer besseren longitudinalen und transversalen Durchgängigkeit des Flusses und einer Verbesserung der Gewässergüte der Mittelbe.

2.7 Habitatpräferenz- und Prognosemodelle

Das Modulare Habitatmodell (MHM) basiert auf Datenerhebungen im Elbabschnitt zwischen Skm 418 und 427. Mit dem MHM wurde ein Modell entwickelt, welches moderne statistische Verfahren hinsichtlich der Entwicklung von Präferenzmodellen (multiple logistische Regression) und ihrer Validierung („Receiver operating characteristic curves“, ROC-Kurven) in die Habitatmodellierung für Fische in Fließgewässern einführt.

Das MHM analysiert die spezifischen Habitatpräferenzen der Fische in der Mittelelbe, die Uferstrukturen und Bühnenfelder der Mittelelbe und ihre hydromorphologische Ausgestaltung. Es prognostiziert die Eignung der Mikrohabitate in den Bühnenfeldern der Mittelelbe für typische Fischarten und ihre Entwicklungsstadien und bilanziert die Habitateignung in Bühnenfeldern unterschiedlichen baulichen Typs für unterschiedliche Wasserstände.

Das MHM besteht aus dem morphodynamischen Modul, dem Präferenzmodul und dem Bilanzmodul. Im morphodynamischen Modul werden die morphologische und hydraulische Situation in unterschiedlichen Bühnenfeldern festgestellt und auf die Fläche interpoliert. Die Ergebnisse werden für jedes Bühnenfeld als GIS-Karten dargestellt. Im Präferenzmodul werden die Beziehungen zwischen dem Vorkommen dominanter Fischarten und ihrer Entwicklungsstadien in der mittleren Elbe und relevanten abiotischen Habitatfaktoren quantifiziert und prognostiziert. Die Ergebnisse sind art- und entwicklungsspezifische Prognosemodelle. Im Bilanzmodul wird die Habitateignung unterschiedlicher Uferstrukturen durch die Verschneidung der Ergebnisse des morphodynamischen Moduls und des Präferenzmoduls quantitativ bilanziert und bewertet. Die Ergebnisse werden als GIS-Karten und als Graphiken für einzelne Bühnenfelder und unterschiedliche Wasserstände dargestellt.

Es wurden mittels multipler logistischer Regression 32 Teilmodelle entwickelt, die Habitatpräferenzen unterschiedlicher Entwicklungsstadien von 11 Fischarten beschreiben und die dominierenden Faktoren für die Habitatwahl charakterisieren. Die morphodynamischen Habitatfaktoren Wassertiefe, Uferneigung, Fließgeschwindigkeit und Substrattyp waren in 29 Modellen die bestimmenden Faktoren für die Habitatwahl. Physiko-chemische Faktoren wie z.B. der Sauerstoffgehalt spielen nur bei drei Modellen für juvenile Rapfen und Döbel sowie adulte Ukelei eine dominierende Rolle. Für die Arten Flußbarsch, Plötze und Aland ließen sich entwicklungsspezifische Präferenzen gegenüber den Faktoren Uferneigung, Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit feststellen. Der Anteil der erklärenden Devianzen zeigt signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Entwicklungsstadien mit der Tendenz, daß mit zunehmendem älterem Entwicklungsstadium die Bedeutung der abiotischen Faktoren für die Habitatwahl abnimmt.

Die Bilanzierung der Mikrohabitate in den Uferstrukturen des Hauptstroms zeigte für 5 von 6 Mikrohabitatypen große Defizite in der Verfügbarkeit gut und sehr gut geeigneter Habitate auf. Besonders Habitate, die die morphologische Heterogenität eines Flusses widerspiegeln, wie unterschiedliche Uferneigungen, wie sie an Kolken und erosionsbedingten Ufern entstehen, sind quantitativ unzureichend verfügbar. Des weiteren fehlen flache strömungsberuhigte Uferbereiche, die als Aufwuchshabitate für die frühesten Entwicklungsstadien besonders der rheophilen Arten von Bedeutung sind. Ein dritter Mikrohabitatyp, durchströmte Uferzonen mit moderaten Fließgeschwindigkeiten zwischen 20 und 60 cm/s, ist in seiner Ausdehnung vor allem in den Niedrigwasserphasen während der Sommermonate reduziert. Diese Bereiche haben als Aufwuchshabitate für juvenile Stadien rheophiler Arten (z.B. Hasel) eine hohe Bedeutung. Die aufgezeigten Defizite in der flächenhaften Verfügbarkeit betreffen besonders die Aufwuchshabitate für Fischlarven, Aufwuchshabitate für Arten mit einer Präferenz für moderat durchströmte Bereiche und Einstände für adulte Stadien rheophiler Arten.

Eine Verbesserung der Uferstrukturen sollte aus fischökologischer Sicht die Erhöhung des Habitatangebotes für diese Arten und Entwicklungsstadien zum Ziel haben. Konkret ergibt sich aus der Habitatmodellierung die Notwendigkeit der Erhöhung der morphologischen Diversität der Uferzonen in der Mittelelbe. Große Kolke als Tages- und Wintereinstand für die adulten Stadien rheophiler, aber auch diadromer Arten, wie dem Stör, sollten erhalten und neu entwickelt werden. Uferzonen mit unterschiedlichen Neigungen entlang des Hauptstromes sollten erzeugt und die hydraulische Vielfalt erhöht werden. Insbesondere sollten flache strömungsberuhigte Bereiche entlang des Hauptgerinnes entwickelt werden, die vor allem während mittleren und höheren Mittelwassers notwendig sind, da dieser Wasserstand oft mit der Laichzeit der Fische zusammenfällt. Außerdem sollten durchströmte Bereiche mit Fließgeschwindigkeiten von 0,3 bis 0,6 cm/s entlang des Hauptgerinnes erzeugt werden, die auch und besonders bei Niedrigwasser vorhanden sind, da die Niedrigwasserphase in der Regel in den Spätsommer fällt und damit in die Aufwuchsphase der juvenilen Fische.