



# Priorisierungskonzept Fischbiologische Durchgängigkeit in Bayern

Erste Fassung vom März 2011  
(Datenstand November 2010)

(barrierefrei gestaltet September 2020)



## **Impressum**

### **Herausgeber:**

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg

### **Projektleitung**

LfU, Referat 63

### **Bearbeitung**

GeoProjekt  
Ingrid Birkel  
Dipl.-Geographin  
Brunnhausstr. 1a  
D-83083 Riedering

Büro OPUS  
Franz Moder  
Dipl.-Geoökologe  
Oberkonnersreuther Str. 6a  
D-95448 Bayreuth

### **Projektbegleitende Arbeitsgruppe**

LfU (Referate 57, 63), StMUG (Referate 53, 54, 57), WWA Ingolstadt, Regierung von Schwaben (SG 52), LfL (Institut für Fischerei), LFV Bayern, Fischereifachberatung Bezirk Schwaben;

### **Stand**

März 2011 (Datenstand November 2010)

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Fachliche Grundlagen</b> .....	<b>6</b>
2.1	Die EG-Wasserrahmenrichtlinie .....	6
2.2	Fließgewässer in Bayern .....	7
2.3	Durchgängigkeit .....	8
2.3.1	Begriffsdefinition .....	8
2.3.2	Ökologische Bedeutung der Durchgängigkeit von Fließgewässern .....	8
2.4	Fischökologische Grundlagen .....	12
2.4.1	Biologische Fließgewässerzonen .....	12
2.4.2	Fischwanderungen .....	15
2.4.3	Zielarten des Priorisierungskonzepts .....	17
2.4.4	Aal- und Lachsgewässer .....	24
2.4.5	Vernetzung der Fischlebensräume und Defizite bei den Parametern .....	31
2.5	Querbauwerke .....	37
2.5.1	Definition .....	37
2.5.2	Arten der Querbauwerke .....	38
2.5.3	Erfassung und Bewertung der Querbauwerke und Fischwanderhilfen .....	38
2.5.4	Anzahl und Dichte der Querbauwerke .....	40
<b>3</b>	<b>Datengrundlagen</b> .....	<b>42</b>
3.1	Fischfaunistische Vorranggewässer .....	42
3.2	Weitere Studien zur biologischen Durchgängigkeit .....	42
3.3	Referenzzönosen Fische .....	43
3.4	Monitoringergebnisse nach der EG-WRRL .....	43
3.5	Fischartenkartierung .....	44
3.6	Gebiete nach der Richtlinie 92/43/EWG (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) .....	44
3.7	GIS-Daten .....	45
3.8	Datenbank Querbauwerke .....	45
3.9	Fotos .....	46
<b>4</b>	<b>Vorgehensweise</b> .....	<b>46</b>
4.1	Priorisierung der Querbauwerke und der Flusswasserkörper .....	46
4.2	Bewertungstabelle .....	49
<b>5</b>	<b>Ergebnisse in den Planungsräumen</b> .....	<b>53</b>
5.1	Übersicht über die Ergebnisse der Priorisierung .....	54
5.2	Besprechungen und Veranstaltungen mit Behörden und Verbänden .....	54
<b>6</b>	<b>Weiteres Vorgehen</b> .....	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>57</b>
<b>8</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>60</b>

<b>9</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>61</b>
<b>10</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>61</b>
<b>11</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>62</b>
<b>12</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>69</b>
12.1	Ergebnisse in Kartendarstellung.....	69
12.2	Ergebnisse in Textdarstellung .....	69
12.3	ArcGIS-Daten.....	69

## 1 Einführung

Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme und des Überwachungsprogramms (WRRL- Monitoring), welche im Rahmen der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG; EG-WRRL) durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass strukturelle Defizite und die häufig fehlende biologische Durchgängigkeit der Gewässer auch in den Flussgebieten Bayerns Hauptursachen für das gegenwärtig noch vielfache Verfehlen der Umweltziele für Fließgewässer sind. Ein vorrangiges Bewirtschaftungsziel ist deshalb die Verbesserung bzw. Wiederherstellung der biologischen Durchgängigkeit von Fließgewässern und die Förderung reproduktionsfähiger heimischer Fischbestände.

Im Rahmen der Umsetzung der EG-WRRL wird für Bayern hiermit ein Priorisierungskonzept zur systematischen Verbesserung der biologischen Durchgängigkeit vorgelegt. Es werden dabei diejenigen Querbauwerke bzw. Fließgewässerabschnitte begründet festgelegt, an denen aus fischbiologischer Sicht zeitlich vorrangig Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit erfolgen sollen.

An den für die Wanderfische besonders wichtigen und deshalb prioritär betrachteten sogenannten fischfaunistischen Vorranggewässern (diese haben zusammen eine Länge von ca. 12.200 km des ca. 25.000 km langen Netzes der nach EG-WRRL berichtspflichtigen Fließgewässer) liegen rund 8.500 undurchgängige Querbauwerke, d. h. es gibt durchschnittlich alle 1,4 Kilometer eine Wanderbarriere für Gewässerorganismen. Die große Anzahl von nicht oder mangelhaft durchgängigen Querbauwerken begründet die Notwendigkeit eines zeitlich und räumlich priorisierten Vorgehens bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der fischbiologischen Durchgängigkeit der Fließgewässer in Bayern.

Es ist daher eine systematische Analyse der Flussgebiete und die Entwicklung von Durchgängigkeitsstrategien erforderlich. Die Laich-, Aufwuchs- und Verbindungsgewässer der wandernden Fischarten sind über längere Fließstrecken, häufig über Ländergrenzen hinweg im gesamten Flusseinzugsgebiet bis hin zum Meer verteilt und müssen im Rahmen der Gewässerbewirtschaftung zielgerichtet vernetzt werden. Das im vorliegenden Konzept beschriebene Vorgehen dient der angesprochenen zeitlichen und räumlichen Priorisierung der erforderlichen Maßnahmen in den aus strategischen und ökologischen Gründen vorrangig zu vernetzenden Gewässerabschnitten. Auf dieser Grundlage ist die technische, rechtliche und wirtschaftliche Durchführbarkeit von Maßnahmen weiter zu prüfen. Die Aufstellung eines strategischen Gesamtkonzepts für ganz Bayern bietet neben dem überregionalen Handlungsrahmen eine fachlich fundierte Argumentationsgrundlage zur Begründung von Einzelmaßnahmen und – bei Bedarf – der Inanspruchnahme von Ausnahmen hinsichtlich der nach EG-WRRL geforderten Umweltzielerreichung für Oberflächenwasserkörper, d. h. Fristverlängerungen oder Absenkung der Umweltziele nach Artikel 4 EG-WRRL (vgl. Bund/Länder- Arbeitsgemeinschaft Wasser 2008).

Wesentliches Umweltziel in Oberflächengewässern ist das Erreichen oder Erhalten des „guten ökologischen Zustands“ bzw. des „guten ökologischen Potenzials“. Dabei spielt die Biokomponente „Fischfauna“ mitunter die entscheidende Rolle. Im Kontext dieses Konzeptes ist sie der maßgebende biologische Qualitätsparameter.

Die bayerische Wasserwirtschaftsverwaltung geht seit Jahrzehnten einen pragmatischen und maßnahmenorientierten Weg, die biologische Durchgängigkeit sukzessive zu verbessern. Die gängige Praxis war und ist, die Durchgängigkeit „immer dort, wo möglich und sinnvoll“ wiederherzustellen bzw. zu verbessern, d. h. beispielsweise im Rahmen der Gewässerunterhaltung und des Ausbaus von Gewässern sowie im Zuge von Wasserrechtsverfahren für Wasserkraftanlagen oder freiwilligen ökologischen Verbesserungen, insbesondere nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Diese grundsätzlich in allen Gewässern in Bayern angewandte Vorgehensweise wird in einigen Papieren zur Durchgängigkeit auch als Vorgehen nach Säule 1 bezeichnet. Nun wird mit diesem Konzept zusätzlich die systematische Verbesserung der

biologischen Durchgängigkeit auf der strategischen Planungsebene verfolgt. Daraus abgeleitete Maßnahmen werden als Säule 2-Maßnahmen bezeichnet. Parallel dazu läuft eine systematische Verbesserung der hydromorphologischen Verhältnisse im Gewässerlauf durch Strukturverbesserungen.

Grundsatzziel dieses Priorisierungskonzepts ist eine transparente, belastbare und auf nachvollziehbaren, fachlichen Kriterien basierende Festlegung der Querbauwerke und der Fließgewässerabschnitte, die zeitlich und räumlich in einer bestimmten Reihung durchgängig gestaltet werden sollten.

Das Konzept stellt in der derzeitigen Fassung einen ersten Schritt zum endgültigen strategischen Vorgehen bei der Herstellung bzw. Verbesserung der fischbiologischen, flussaufwärtsgerichteten Durchgängigkeit in Bayern dar. Es beschreibt den momentanen Sachstand der Bewertung auf Basis der für die Entscheidung notwendigen, derzeit verfügbaren Daten und Fachgrundlagen. *Das Konzept ist somit nicht abgeschlossen.* Nach dem Vorliegen weiterer Informationen und Daten wird es fortgeschrieben. Aufgrund der Tatsache, dass noch nicht in allen fischfaunistischen Vorranggewässern die notwendigen Datengrundlagen für die fachliche Einstufung der Prioritäten zum jetzigen Zeitpunkt vorlagen, können für solche Gewässer oder Gewässerabschnitte auch noch keine Festlegungen zur Priorität der Umsetzung von Durchgängigkeitsmaßnahmen getroffen werden. Diese werden im Rahmen der nächsten Fortschreibungen des Konzepts getroffen.

Für die bedeutendsten staugeregelten Gewässer 1. Ordnung und die Bundeswasserstraßen wurden im Auftrag der Betreiber von dort liegenden Wasserkraftanlagen („Große Wasserkraft“) sowie der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung, am Main auch unter Beteiligung des Freistaates Bayern, eigene Studien und Konzepte zur biologischen Durchgängigkeit erarbeitet (s. 3.2). Deren Bewertungsergebnisse sind im vorliegenden Priorisierungskonzept (s. Anhang) mit dargestellt. Die Bundeswasserstraßenverwaltung erstellt darüber hinaus ein eigenes Durchgängigkeitskonzept für die Bundeswasserstraßen in Deutschland.

## 2 Fachliche Grundlagen

### 2.1 Die EG-Wasserrahmenrichtlinie

Mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für den Schutz der Binnenoberflächengewässer, der Übergangsgewässer, der Küstengewässer und des Grundwassers; EG-WRRL) wurde im Jahr 2000 europaweit für alle Mitgliedsstaaten ein Rahmen zur Verbesserung und zur Erhaltung der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete (bei letzteren im Hinblick auf deren Wasserhaushalt) festgelegt. Die EG-WRRL trat am 22.12.2000 in Kraft und wurde am 25.06.2002 durch das Inkrafttreten des Siebten Gesetzes zur Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) in Bundesrecht umgesetzt. Anforderungen an die Errichtung, Änderung und Betrieb von Stauanlagen im Zusammenhang mit der Wiederherstellung bzw. Erhaltung der Durchgängigkeit oberirdischer Gewässer sind in § 34 der aktuellen Fassung des WHG vom 31.07.2009 enthalten.

Für Oberflächengewässer legt die EG-WRRL in Art. 4 Abs. 1a i) und ii) als Umweltziele fest, dass eine Verschlechterung des Zustands aller Wasserkörper zu verhindern und ein guter chemischer und ökologischer Zustand zu erreichen ist. Für Oberflächengewässer, die als „erheblich verändert“ und „künstlich“ einzustufen sind, tritt das Erreichen eines „guten ökologischen Potenzials“ an die Stelle des „guten ökologischen Zustands“ (Art. 4 Abs. 1a, iii) EG-WRRL).

Flusswasserkörper sind im Hinblick auf ihren ökologischen Zustand nach den in der EG-

WRRL definierten Komponenten zu bewerten und zu entwickeln, wobei die biologischen Qualitätskomponenten im Vordergrund stehen und die Gesamtbewertung durch hydromorphologische und physikalisch-chemische Komponenten unterstützt wird.

Der „gute ökologische Zustand“ für Oberflächengewässer wird in erster Linie anhand des Vorkommens und der Häufigkeit bestimmter biologischer Qualitätskomponenten beurteilt. Als solche gelten die aquatischen Organismengruppen Makrophyten und Phytobenthos, Makrozoobenthos, Phytoplankton sowie die Fischfauna.

Die Fischfauna repräsentiert damit eine von vier biologischen Qualitätskomponenten, die als Hauptindikatoren zur Erfassung des ökologischen Zustands von Flüssen herangezogen werden. Die ökologische Durchgängigkeit des Flusses (Migration aquatischer Organismen und Sedimenttransport) stellt neben dem Wasserhaushalt und der Morphologie eine der unterstützenden hydromorphologischen Qualitätskomponenten dar, die ebenso für die Beurteilung des ökologischen Potenzials erheblich veränderter oder künstlicher Wasserkörper herangezogen wird.

Im Hinblick auf die unterstützende Qualitätskomponente „Durchgängigkeit“ bzw. die hydromorphologischen Komponenten definiert die EG-WRRL die ökologischen Referenzzustände wie folgt:

- Nicht erheblich veränderte Wasserkörper

Sehr guter Zustand: Die Durchgängigkeit des Flusses wird nicht durch menschliche Tätigkeiten gestört und ermöglicht eine ungestörte Migration aquatischer Organismen und den Transport von Sedimenten.

- Erheblich veränderte oder künstliche Wasserkörper

Höchstes ökologisches Potenzial: Die hydromorphologischen Bedingungen sind so beschaffen, dass sich die Einwirkungen auf den Flusswasserkörper auf die Einwirkungen beschränken, die von den künstlichen oder erheblich veränderten Eigenschaften des Wasserkörpers herrühren, nachdem alle Gegenmaßnahmen getroffen worden sind, um die beste Annäherung an die ökologische Durchgängigkeit, insbesondere hinsichtlich der Wanderungsbewegungen der Fauna und angemessener Laich- und Aufzuchtgründe, sicherzustellen.

Die EG-WRRL verlangt außerdem die Berücksichtigung von Zielen der auf Grundlage von EU-Recht ausgewiesenen Schutzgebiete (z. B. Natura 2000-Gebiete). Die Wiederherstellung der biologischen Durchgängigkeit kann auch zum Erreichen eines guten Erhaltungszustands von in den Anhängen der FFH-Richtlinie verzeichneten Wanderfischarten erforderlich sein.

Die Richtlinie schreibt die Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen für Flussgebietseinheiten vor (Art. 11 und 13 EG-WRRL), in denen die einzelnen geplanten Maßnahmen und die für jeden Wasserkörper zu erreichenden Umweltziele dargestellt werden müssen. Mit der Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen nach EG-WRRL wird ein neues wasserrechtliches Planungsinstrumentarium eingeführt. Unter anderem ist gefordert, mittels der Maßnahmenprogramme unter Berücksichtigung ökonomischer Belange die ökologische Funktionsfähigkeit beeinträchtigter Fließgewässerabschnitte auf Einzugsgebietsebene wiederherzustellen.

## 2.2 Fließgewässer in Bayern

Bayern wird von Fließgewässern mit einer Gesamtlänge von etwa 100.000 km durchzogen. Die Donau, ein Strom europäischer Bedeutung, Flüsse, aber auch kleinste Bäche, die zeitweilig kein Wasser führen, durchfließen das Land. In den Bewirtschaftungsplänen werden rund 25.000 km Fließgewässer behandelt (berichtspflichtige Fließgewässer, Flusseinzugsgebiet >10 km<sup>2</sup>). Davon wurden 12.248 km als fischfaunistische Vorranggewässer eingestuft, die hier für eine detaillierte Betrachtung ausgewählt wurden (Vorgehensweise s. Kap. 3).

Neben ihrer Bedeutung für den Wasserhaushalt prägen die Fließgewässer vielfältige Landschaften durch ihren Verlauf und die angrenzenden Auen, in denen sie charakteristischen Pflanzen- und Tiergesellschaften Lebensräume bieten.

## 2.3 Durchgängigkeit

### 2.3.1 Begriffsdefinition

Unter Durchgängigkeit versteht man die Passierbarkeit des Fließgewässerlebensraums für Organismen und Feststoffe (Sohlsubstrat, Geschiebe). Der linearen (entlang der Flussachse) und lateralen Durchgängigkeit (zwischen dem Fluss und seitlich einmündenden Nebengewässern bzw. den angrenzenden Auenlebensräumen) von Fließgewässern kommt eine außerordentlich wichtige Bedeutung für die Vernetzung, Ausbreitung und Wiederansiedlung aquatischer Lebensgemeinschaften zu.

Im vorliegenden Konzept wird ausschließlich die fischbiologische Durchgängigkeit flussaufwärts betrachtet. Die stromabwärts gerichtete Wanderung von Fischen wird durch Querbauwerke in der Regel nicht vollständig unterbunden. Die Durchgängigkeit flussabwärts ist z.B. durch die teilweise Verdriftung der Gewässerorganismen in der fließenden Welle bei hohen Wasserständen gegeben, bei denen die Querbauwerke überströmt werden. Bei Wehren mit Wasserkraftnutzung besteht die Gefahr, dass die Fische durch die Turbinen ins Unterwasser gelangen und dabei geschädigt werden. Die Thematik „Fischschutz- und -abstiegsanlagen“, die sich insbesondere für große Flüsse derzeit noch in der laufenden Entwicklung befindet, wird hier nicht behandelt.

Zum Erreichen der Umweltziele der EG-WRRL ist die Verbesserung bzw. Wiederherstellung der Durchgängigkeit häufig eine erforderliche Maßnahme. Die EG-WRRL fordert u.a. den Schutz und die Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme. Zudem ist eine Verschlechterung des Zustands der Oberflächenwasserkörper zu verhindern (Art. 4 Abs. 1 WRRL). Daneben fordert die FFH-Richtlinie, deren Hauptziel es ist, die Erhaltung der biologischen Vielfalt zu fördern, dass in den Natura 2000-Gebieten erhebliche Störungen der Zielarten und Verschlechterungen der natürlichen Lebensräume und Habitate vermieden werden. Diese gewässerökologische Aufgabe steht im Spannungsfeld mit verschiedenen Gewässernutzungen, wie z.B. der Energiegewinnung aus Wasserkraft. Die hohe Zahl undurchgängiger Querbauwerke in den Fließgewässern Bayerns muss zur Verbesserung des ökologischen Zustands der Oberflächengewässer reduziert werden.

### 2.3.2 Ökologische Bedeutung der Durchgängigkeit von Fließgewässern

Ursprünglich waren die Fließgewässer durchgängig, d. h. nicht anthropogen überformt und miteinander vernetzt. Seit dem Mittelalter wurden an Fließgewässern Eingriffe zur Flößerei, zur Energie-, Trink- und Brauchwassergewinnung und zum Hochwasserschutz vorgenommen. Die großen Flussregulierungen für die Schifffahrt, Energiegewinnung und zum Hochwasserschutz erfolgten schwerpunktmäßig im 19. Jahrhundert. Neben Begradigungen, Einengungen, damit verbundenen Eintiefungen, Ausleitungen, Eindeichungen, Sohl- und Uferverbauungen wurden dabei auch Querbauwerke zum Aufstau, zur Regelung, Ausleitung, Sohlsicherung und Energiegewinnung errichtet.

Querbauwerke haben durch die Veränderung der Strömungsverhältnisse, durch strukturelle Veränderungen und als Wanderbarrieren erhebliche Auswirkungen auf die Gewässerökologie. Der Lebensraum der aquatischen Fauna wird in Stau- und Ausleitungsstrecken gravierend verändert. Die flussaufwärts gerichtete Durchgängigkeit wird behindert oder unterbrochen. Wassernutzungsanlagen können zusätzlich die flussabwärts gerichtete Durchgängigkeit beeinträchtigen und abwandernde Fische schädigen.

## **Einfluss von Querverbauungen auf die Ökologie des Fließgewässers**

Querverbauungen stellen neben ihrer Eigenschaft als Wanderbarriere durch ihren Aufstau des Wasserkörpers einen Eingriff in die Ökologie eines Fließgewässers dar, da das biologische Wirkungsgefüge der Flüsse und Bäche gerade auf der Eigenschaft des fließenden Wassers beruht. Stetige Zufuhr frischen Wassers sorgt für den Sauerstoffaustausch und den Transport von organischer und anorganischer Fracht. Eine heterogene Strömung ist die Voraussetzung für die Diversität des Sediments sowie anderer Habitatstrukturen und verhindert eine flächenhafte Verschlammung der Sohle. Die Veränderungen des Lebensraums, die mit dem Anstau des Wassers verbunden sind, münden zwangsläufig auch in einer Veränderung der daran angepassten Fischfauna in dem betroffenen Abschnitt. Die Variabilität natürlicher Gewässer ist in gewisser Hinsicht vierdimensional. Zu den drei räumlichen Dimensionen kommt eine zeitliche Variabilität hinzu. Diese besteht in der über das Jahr veränderlichen, dynamischen Wasserführung. Alle diese Dimensionen sind für die Existenz charakteristischer Lebensgemeinschaften wichtig und jede wird durch die Errichtung von Querbauwerken mehr oder weniger beeinflusst und verändert (STROHMEIER 2002).

## **Veränderung der Strömungsverhältnisse durch Querbauwerke**

Die Strömungsgeschwindigkeit wird durch den Stau, verursacht durch ein Querbauwerk, auf einer, je nach Stauhöhe und Gefälle unterschiedlich langen Strecke reduziert bzw. kommt zum Erliegen. Rheophile Fischarten wie Salmoniden, oder auch Barbe und Nase sind hiervon direkt betroffen: deren Eiern muss stets über die Strömung ausreichend Sauerstoff zugeführt werden und die geschlüpften Larven und Jungfische sind auf durch die Strömung heran getriebene Nahrung angewiesen (BARDONNET et al. 1991; zit. in STROHMEIER 2002). Hinzu kommt, dass allgemein die natürliche Abflusssdynamik mit ihren jahreszeitlichen und gedämpften Schwankungen gestört und durch tageszeitliche und plötzlich einsetzende Schwankungen ersetzt werden. Dies ist besonders der Fall, wenn Wasser mittels eines Staubauberks aus dem Gewässer ausgeleitet wird und unterhalb nur mehr ein geringer Abfluss verbleibt. Für viele Gewässerorganismen, die sich über lange Zeiträume hinweg an die Lebensraumbedingungen in natürlichen Gewässern angepasst haben, ist aber der Zeitpunkt von Hochwässern im Jahresverlauf von entscheidender Bedeutung für den Bestand der Population (HARVEY 1987; zit. in STROHMEIER 2002).

## **Strukturelle Veränderungen durch Querbauwerke**

Naturnahe Fließgewässer entwickeln durch ihre morphologischen Bettbildungsprozesse die Strukturen, die als Lebensraum entscheidend für die Ausprägung typischer Lebensgemeinschaften sind. Dieser dynamische Prozess ist die treibende Kraft zur Wiederherstellung gewässertypischer Strukturen und schafft die erforderliche Anzahl, Verteilung und Ausprägung geeigneter Areale (BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER 2008).

Die Verlangsamung der Strömung durch Querbauwerke führt über das Nachlassen der Schleppkräfte des Wassers zur Sedimentation von Schluff und Schlamm oberhalb des Wehrkörpers. Eine geringe Heterogenität der Strömung führt zur Abnahme der Substratdiversität, die für viele Fischarten von großer Bedeutung ist (BLESS 1979; BLESS 1990; MEINEL et al. 1987; SCHADT 1993; STROHMEIER 1995; zit. in STROHMEIER 2002). Nach längerer Zeit kommt es zu einer Verschiebung des Artenspektrums in Richtung anspruchsloser Fischarten mit einer hohen Toleranz gegenüber den verschiedensten Habitatbedingungen und dementsprechend weiter Verbreitung.

Die Eier, Larven und Jungfische vor allem von Kieslaichern unterliegen einer Verdriftung nicht unerheblichen Ausmaßes. Es besteht die Gefahr, dass die Eier und Larven in strömungsberuhigte Bereiche der Stauräume verdriftet werden, wo sie in dem verschlammten Substrat keine geeigneten Überlebensbedingungen finden und so für die Population verloren gehen. Durch die Verschlammung und Vereinheitlichung des Substrats nimmt auch das Makrozoobenthos, also die im Lückensystem des Gewässergrundes lebenden Wirbellosen in der Arten- und Individuenzahl ab. Da diese als Fischnahrung eine bedeutende Rolle spielen, hat

dies auch Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Fischfauna.

Die Erhöhung des Wasserspiegels wirkt sich im Zusammenhang mit der geringeren Fließgeschwindigkeit auch auf die Variabilität der Uferstruktur wie Prall- und Gleitufer negativ aus. Die Vielfalt der Standortbedingungen mit Unterständen, Kolken, schnell fließenden Abschnitten und damit wichtigen Teillebensräumen für viele Fischarten geht verloren. Durch Eindeichung des Stauraums wird die laterale Vernetzung des Gewässers mit seiner Aue unterbunden und wichtige Refugialräume, Laichareale für Krautlaicher (z. B. Hechte) sowie Aufwuchsplätze für Jungfische gehen verloren.

Die Veränderungen des Substrats und der Strömung schlagen sich insbesondere in der Rhithralregion der Gewässer in der Zusammensetzung der Fischfauna nieder. Bachforellen, Äschen, Nasen, Barben und Koppen finden nicht die ihnen gemäßen Lebensbedingungen und werden von euryöken Fischarten verdrängt. Die negativen Folgen sind vielfach beschrieben: BLESS (1981; zit. in STROHMEIER 2002) fand eine direkte Abhängigkeit der Fischarten- und Individuenzahl vom Struktureichtum des Gewässers (STROHMEIER 2002).

### **Querbauwerke als Wanderbarrieren**

Querbauwerke behindern die stromaufwärts gerichtete Wanderung von Fischen, wenn die hydraulischen Verhältnisse und die Gestaltung des Bauwerks ihre physiologischen und verhaltensbiologischen Fähigkeiten überschreiten. Aus fischökologischer Sicht sind insbesondere folgende Aspekte für die Durchgängigkeit von Querbauwerken entscheidend:

- Die Fische müssen entsprechend ihres normalen Verhaltens in der fließenden Welle wandern können.
- Die maximale Fließgeschwindigkeit an jedem Gefällesprung sowie die Energie, die zur Überwindung eines Wanderhindernisses insgesamt erforderlich ist, dürfen art- und größenpezifische Grenzwerte nicht überschreiten.
- Ein Querbauwerk kann bereits bei sehr geringen Absturzhöhen oder glatten Sohlenabschnitten für kleinere Fische als Wanderhindernis wirken.
- Die Aufwanderung wird auch beeinträchtigt, wenn Wanderkorridore nicht oder nur mit erheblichem Zeit- und Energieverlust aufgefunden werden (Auffindbarkeit).

Bei Ausleitungs- und Flusskraftwerken ist das Querbauwerk mit einer Wasserkraftanlage kombiniert. Durch die Wasserkraftanlage werden die oben beschriebenen Beeinträchtigungen der Fischfauna erheblich verstärkt:

- Je nach Anordnung und Auslegung der Wasserkraftanlage kann bei der Aufwanderung die Auffindbarkeit durch konkurrierende Abflüsse beeinträchtigt werden (Sackgassenwirkung, Desorientierung).
- Wenn abwandernde Fische die Turbinen passieren, können erhebliche, teilweise letale Schädigungen auftreten (BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER 2008).

Durch die Zerschneidung der Gewässer mit unpassierbaren Querbauwerken wird der notwendige Lebensraumverbund unterbrochen. Vielen Fischarten wird hierdurch die Möglichkeit genommen, geeignete Substrate zum Laichen aufzusuchen, die Nahrungs- bzw. Winterungsplätze zu erreichen oder aber neue bzw. verlorengegangene Lebensräume (wieder) zu besiedeln. Schon STEINMANN (1933; zit. in STROHMEIER 2002) stellte fest, dass manche Fische (auch Flussfische) so stark an die Möglichkeit von Wanderungen gebunden sind, dass sie bei Zerschneidung der Lebensräume durch Wehre zugrunde gehen. Inzwischen hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass die Durchführung von Wanderungen innerhalb eines Gewässers / Gewässersystems nicht nur für die bekannten Wanderfische wie Aal und Lachs von Bedeutung ist, sondern dass im Prinzip alle Arten der Lebensgemeinschaft mehr oder weniger auf die Durchgängigkeit angewiesen sind. Viele Hindernisse, die für größere Fischarten überwindbar

sind, stellen für Kleinfische unüberwindliche Barrieren dar (WATERSTRAAT 1992 zit. in STROHMEIER 2002).

Ebenso wichtig für die Gewässerfauna, wie die Durchgängigkeit flussaufwärts ist jene flussabwärts. Zum einen kehren Fische nach erfolgreichem Abbläichen wieder in ihre Nahrungsreviere zurück, zum anderen ist die Abwanderung ein Bestandteil im Entwicklungszyklus der Fische. Die Abwanderung erfolgt entweder aktiv, z. B. beim Lachssmolt, beim reifen Aal oder bei adulten Fischen zu bestimmten Zeiten, oder passiv in Form von Verdriftung. Die Driftintensität kann durch unregelmäßige Abflusserhöhung eines Kraftwerks (Schwallbetrieb) drastisch erhöht werden (HOFER U. KIRCHHOFER 1996; zit. in STROHMEIER 2002). Die Drift (-wahrscheinlichkeit) ist außerdem umso größer, je weniger vielfältig und geeignet das Strukturangebot für die Jugendstadien der Fische ist (PAVLOV 1994). In ökologisch verarmten Gewässerstrecken kann daher die Möglichkeit, Hindernisse zu überwinden, um zusätzliche Ausweichlebensräume zu erreichen, von besonderer Bedeutung sein. Die Auswirkungen von Wanderhindernissen betreffen jedoch nicht nur die Artendiversität, sondern auch die Bestandsdichte von Fischarten, wie ALMODOVAR et al. (1996; zit. in STROHMEIER 2002) an einem Beispiel für Bachforellen zeigen konnten. Dass sich Eingriffe in kurzen Zeiträume auswirken können, legte JUNGWIRTH (1996; zit. in STROHMEIER 2002) an einem Beispiel dar, wonach in einem Bach nach Errichtung eines Wehrs innerhalb eines Jahres der Bestand an Barben und Nasen oberhalb dieses Wehrs zusammenbrach. Dies muss aber nicht immer der Fall sein, der Rückgang kann auch langsam und unmerklich vor sich gehen, so dass Ursache und Folge kaum mehr im Zusammenhang gesehen werden (STROHMEIER 2002).

Der Rückgang von Fischarten geht in der Regel nicht auf nur einen einzigen Faktor, sondern ein komplexeres Wirkungsgefüge zurück. Dennoch ist die Gewässerzerschneidung ein wichtiger Faktor in diesem Gefüge. Insbesondere in Zusammenhang mit Strukturverarmung und Abwasserbelastung wirkt sie sich negativ aus (BRUNKEN U. PELZ 1989, HOFMANN 1996; zit. in STROHMEIER 2002).

Typischerweise tritt bei Fischwanderungen in Gewässern mit einer Reihe von Querbauwerken ein Kumulationseffekt auf. Dieser Effekt führt zu einer Ausdünnung der wandernden Populationen. Bei einer Erfolgsrate für die Durchwanderung eines Standortes von z. B. 90 % kann bereits nach sieben Anlagen in Folge von allen gestarteten Fischen nur die Hälfte den Wanderweg erfolgreich zurücklegen (BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER 2008).

### **Fließgewässerkontinuum-Konzept**

Die ökologische Funktion von Fließgewässern als lineare Lebensräume sowie die Unterbrechung ihrer Kontinuität durch anthropogene Eingriffe wird in dem von VANNOTE et al. (1980; zit. in MUNLV 2005) entwickelten Fließgewässerkontinuum-Konzept („River Continuum Concept“) beschrieben. Dieses Energieflussmodell stellt eine theoretische Grundlage für die Forderung nach der linearen Durchgängigkeit von Fließgewässersystemen dar und basiert auf der charakteristischen Veränderung der abiotischen Faktoren im Verlauf von Fließgewässern:

- Die Wasserführung des Fließgewässers nimmt von der Quelle bis zur Mündung stetig zu.
- Das Gefälle reduziert sich mit zunehmender Entfernung von der Quelle.
- Die Strömungsgeschwindigkeit ist im Bereich der Oberläufe sehr hoch und verlangsamt sich zunehmend, bis schließlich im Mündungsbereich infolge der Gezeiten regelmäßige Umkehrungen der Strömungsrichtung auftreten.
- Entsprechend der Strömungsgeschwindigkeit werden auch die Substrate entlang des Gewässerverlaufs in charakteristischer Weise sortiert: Während die Substrate der Oberläufe überwiegend aus Geröll, Steinen und grobem Kies bestehen, dominieren im Mittellauf feine Kiese und Sande, während der Mündungsbereich durch feinsandige, schluffige und tonige Substrate gekennzeichnet ist.

- Die mittlere Jahrestemperatur ist in den Bachoberläufen mit deutlich unter 10 °C vergleichsweise gering, erhöht sich allerdings im Verlauf des Gewässers. Auch die Temperaturamplitude vergrößert sich kontinuierlich: Während die Temperatur im quellenahen Bereich im Jahresverlauf weitgehend konstant ist, schwankt die Temperatur im Bereich der Flussunterläufe zwischen 0 °C im Winter und über 20 °C im Sommer.
- In den Bachoberläufen ist der Wasserkörper sauerstoffgesättigt, denn hier erfolgt aufgrund stark turbulenter Strömungen ein permanenter Eintrag atmosphärischen Sauerstoffs. Nicht zuletzt wegen höherer Wassertemperaturen und geringerer Fließgeschwindigkeit sinkt der Sauerstoffgehalt des Wassers im Längsverlauf. In den Flussunterläufen nehmen in zunehmendem Maße Wasserpflanzen und insbesondere das Phytoplankton Einfluss auf den Sauerstoffhaushalt des Gewässers.

Das Fließgewässerkontinuum-Konzept beschreibt modellhaft, wie sich in Abhängigkeit von der Veränderung der verschiedenen abiotischen Faktoren im Verlauf des Fließgewässers ein ebenso charakteristischer biologischer Gradient ausbildet. Dieser Gradient kann auch als biologischer Energiefluss im Fließgewässer verstanden werden und ist Ausdruck eines gesetzmäßigen Musters von Eintrag, Nutzung, Speicherung und Transport organischen Materials im Gewässer bzw. in den Lebensgemeinschaften. Die wesentlichen bioenergetischen Einflüsse entlang des Fließgewässer-Kontinuums sind hierbei lokale Energieeinträge (organisches Material und Licht) sowie die abwärts gerichtete Verdriftung organischen Materials aus dem Oberlauf sowie aus Zuflüssen in Mittel- und Unterlauf:

Auch die Fischartengemeinschaften zeigen im Fließgewässerverlauf eine charakteristische Abfolge, die durch die Fließgewässerzonen beschrieben werden kann (s. 2.4.1).

Aquatische Organismen führen in Fließgewässern über zum Teil große Distanzen Wanderungen durch. Hierbei handelt es sich nicht um zufällig durchgeführte Ortsbewegungen, sondern sie dienen dazu, den Aufenthaltsort des Tieres in Abhängigkeit von seinen biologischen Bedürfnissen gezielt zu wechseln (Laichplätze, Jungfischhabitate, Schutz- und Nahrungsräume) (MUNLV 2005, s. dazu 2.4.2). Diese Migrationen, die nicht allein bei Fischen, sondern auch bei den weniger mobilen benthalen Invertebraten nachzuweisen sind, erfolgen im Fließgewässer nicht nur linear, d.h. stromauf- und -abwärts im Hauptgewässer, sondern auch lateral zwischen dem Hauptgewässer und seinen Zuflüssen sowie zwischen Fließgewässern und stehenden Gewässern in der Flussaue (MUNLV 2005).

## **2.4 Fischökologische Grundlagen**

### **2.4.1 Biologische Fließgewässerzonen**

Veränderungen der Höhenlage, des Gefälles, der Wasserführung, der Strömung, der Sedimentfracht und des Temperaturverlaufs führen zu einer starken längszonalen Gliederung der Fließgewässer. Diese abiotischen Faktoren bedingen die Ausprägung von typischen Lebensgemeinschaften, die anhand charakteristischer biologischer und ökologischer Eigenschaften optimal an die unterschiedlichen Fließgewässerbedingungen angepasst sind.

Der Wechsel typischer Lebensgemeinschaften im Längsverlauf eines Fließgewässers führte bereits vor mehr als 130 Jahren zur ersten Einteilung der Fließgewässer in Fischregionen. Das heute weitestgehend verwendete Schema geht auf THIENEMANN (1925) zurück. Zur Charakterisierung der einzelnen Fischregionen werden das Gefälle (Strömung), die Sedimentstruktur, die Wassertrübung, der Temperaturbereich und das Querprofil des Fließgewässers herangezogen.

Entsprechend den Leitfischarten kann von der Quelle bis zum Meer eine Einteilung in Forellen-, Äschen-, Barben-, Brachsen- und Kaulbarsch-Flunder-Region erfolgen:

### **Forellenregion**

Die Forellenregion prägt sowohl in Gebirgs-/Mittelgebirgslagen als auch in kalten Gewässern des Tieflandes den Ober- und Mittellauf von Bächen. Die typischen Sedimente sind größere Hartsubstrate wie Grobkiese, Steine, Geröll und Felsen. Es herrschen in der Regel starke Strömungsbedingungen ( $\geq 1$  m/s) vor. Besonders in den Höhenlagen überschreiten die Wassertemperaturen 10 °C nur selten. Die Fischgemeinschaft umfasst neben der Bachforelle, die Mühlkoppe (Groppe), die Elritze, die Bachschmerle und das Bachneunauge.

### **Äschenregion**

Im Anschluss an die Forellenregion umfasst die Äschenregion in der Regel Bachunterläufe und kleinere Flussläufe. Der Profilquerschnitt weist bereits größere Wassertiefen auf, die Strömungsgeschwindigkeit liegt bei 1 m/s. Die typischen Sedimentfraktionen sind Grob- und Feinkiese, z.T. bereits auch Sandbänke. Die Wassertemperaturen erreichen 15 - 20°C. Neben der Äsche finden sich Fische der Forellenregion, sowie der Aitel/Döbel, der Gründling, die Rutte, die Nase, der Streber, der Hasel und die Barbe.

Die Forellen- und Äschenregion werden insgesamt zur Salmonidenregion zusammengefasst.

### **Barbenregion**

Die anschließende Barbenregion umfasst Flüsse mit relativ schnellfließendem, sauerstoffreichen, aber schon wärmerem Wasser. Die 20 °C-Grenze wird im Jahresverlauf längere Zeit überschritten. Im naturnahen Zustand kommt es zur Ausbildung stark furkierender oder mäandrierender Gewässerabschnitte mit Seitengewässern, sowie von Altwasser- und Auenbereichen. In den Ruhigwasserzonen finden sich ausgedehnte Wasserpflanzenbestände mit einem entsprechenden Aufkommen an aquatischen Wirbellosen. Der Gewässerboden besteht aus kiesigen und sandigen Substraten. Diese Region kann sich manchmal über Hunderte von Kilometern hinziehen. Einmündende Nebengewässer führen evtl. kühleres und sauerstoffreiches Wasser zu. Als Folge der sehr unterschiedlichen Habitatausprägungen ist die Anzahl der Fischarten in der Barbenregion hoch. Neben der Barbe kann die Nase als Leitfisch angesehen werden. Weiterhin sind als wichtige Arten der Aitel / Döbel, der Rapfen, das Rotauge, der Hasel, der Hecht, der Flussbarsch, der Zander und der Aal zu nennen.

### **Brachsenregion**

Typische Brachsenregionen mit ausgedehnten Auen kommen in Bayern nicht vor.

### **Kaulbarsch-Flunder-Region**

Die Kaulbarsch-Flunder-Region ist für die Planungsräume in Bayern ohne Relevanz.

Obwohl das dargestellte deskriptive Modell der Fischregionen breite Verwendung findet, wurde zusätzlich versucht, die abiotischen und fischökologischen Verhältnisse der einzelnen Regionen klar zu charakterisieren und abzugrenzen (Tab. 1). So entwickelte sich zusätzlich eine Charakterisierung der Fischregionen anhand der Gefälle-/Breitenrelation der Fließgewässer (HUET 1949, DVWK 1996).

Tab. 1: Gefälle-/Breitenrelation zur Charakterisierung der Fischregionen

Fischregionen	Breitenklasse < 1 m	Breitenklasse (1 – 5) m	Breitenklasse (5 – 25) m	Breitenklasse (25 – 100) m	Breitenklasse > 100 m
Obere Forellenregion	100 -16,5 ‰	50 – 15,0			
Untere Forellenregion		15,0 – 7,5	14,5 – 6,0		
Äschenregion			6,0 – 2,0	4,5 – 1,25	
Barbenregion				1,25 – 0,3	0,75 – 0,25
Brachsenregion					0,25 – 0
Kaulbarsch-Flunder-Re- gion					0

Die in allen Modellen vorgenommene Unterscheidung in definierte Zonen vermittelt den Eindruck von scharfen Grenzen bzw. abrupten Übergängen zwischen den Regionen. In Wirklichkeit sind die Übergänge fließend, sowohl bei den abiotischen Parametern als auch bei den tierischen Lebensgemeinschaften. Die meisten Fischarten kommen demnach in mehreren Regionen vor. Oft liegt der Verbreitungsschwerpunkt einer Art im Übergangsbereich zwischen zwei Regionen. Das Auftreten der Fischarten wird zudem von zoogeographischen Aspekten bestimmt, das heißt je nach Einzugsgebiet treten bestimmte Arten auf oder es fehlen bestimmte Arten.

Für eine exaktere Einstufung der Art hinsichtlich Verbreitung und Verbreitungsschwerpunkt, auch über mehrere Fischregionen hinweg, wurde ein artspezifischer Fischregionsindex (FRI) entwickelt (vgl. DIEKMANN et al. 2005; DUBLING 2008). Dieser bezieht sich auf die biozönotische Längszonierung nach dem Rhithron-Potamon-Konzept (ILLIES U. BOTOSANEANU 1963). Dieses Konzept ergänzt den Fischregionen-Ansatz, seitdem erkannt wurde, dass Bewirtschaftungsmaßnahmen und anthropogene Eingriffe in die Fließgewässer den Fischregionen-Ansatz verfälschen können („Hybridzonen“). Am Beginn dieses Schemas steht die Quellregion (Krenal) und führt über insgesamt acht Regionen bis in das Brackwasser (Tab. 2).

Tab. 2: Überblick über die Lebensgemeinschaften (Gewässerzönosen), entsprechend der jeweiligen Gewässer- bzw. Fischregionen, im Längsverlauf eines Fließgewässers

Gewässerzönose	Gewässer-/Fischregion
Eukrenal	Quellbereich
Hypokrenal	Quellbachregion
Epirhithral	Obere Forellenregion
Metarhithral	Untere Forellenregion
Hyporhithral	Äschenregion
Epipotamal	Barbenregion
Metapotamal	Brachsenregion
Hypopotamal	Brackwasserregion/ Kaulbarsch-Flunder-Region

Die Erweiterung der Fischregionen auf biozönotische Regionen kommt somit der integrativen Sicht der Wasserrahmenrichtlinie entgegen, die auf der Zusammenschau mehrerer ökologischer Qualitätskomponenten aufbaut (JUNGWIRTH et al. 2003).

Der Fischregionsindex (FRI) nimmt einen Wert zwischen 3 (Epirhithral) und 7 (Metapotamal) an. Damit lässt sich für jede Art ihre Präferenz für die Fließgewässerabschnitte im Längsverlauf beschreiben. Der FRI wird aus einer theoretischen Verteilung der Fischart entlang der einzelnen Fischregionen ermittelt, analog der Berechnung gewogener Mittelwerte sowie ihrer

Varianzen (vgl. DIEKMANN et al. 2005, DÜBLING 2008).

Tab. 3: Vorkommen der ausgewählten Zielfischarten (siehe 2.4.3) in den einzelnen Gewässerregionen und daraus ermittelter artspezifischer Fischregionsindex mit Varianz

Art	Epirhithral	Meta-rhithral	Hyporhithral	Epi-potamal	Meta-potamal	Index	Varianz
Bachneunauge	-	5	4	1	-	4,58	0,45
Äsche	-	2	6	2	-	4,92	0,45
Lachs	-	1	7	2	-	5,00	0,55
Strömer	-	6	4	-	-	5,42	0,27
Huchen	-	-	3	7	-	5,67	0,24
Nase	-	-	2	7	1	5,83	0,33
Frauennerfling	-	-	5	5	-	5,83	0,15
Barbe	-	-	1	6	3	6,10	0,45
Rutte	-	1	5	3	1	6,17	1,16
Aal	-	1	2	4	3	6,67	1,70
Schied / Rapfen	-	-	1	4	5	6,75	0,39

Auch der artspezifische Ansatz des Fischregionsindex zeigt auf, dass für ein ausgewogenes Vorkommen der einzelnen Arten und für einen insgesamt ausgewogenen, gewässertypischen Fischbestand die Verbindung zwischen den einzelnen Gewässerregionen und sowie deren Erreichbarkeit eine notwendige Voraussetzung ist.

Neben der longitudinalen Verbindung sind jedoch auch die laterale Vernetzung und die Qualität der vorgefundenen Habitate ein entscheidendes fischökologisches Kriterium für die Sicherung bzw. Etablierung sich selbst erhaltender Fischbestände.

## 2.4.2 Fischwanderungen

### 2.4.2.1 Biologische Motivation von Fischwanderungen

#### 2.4.2.1.1 Laichwanderungen

Alle heimischen Flussfischarten sind zur Reproduktion auf das Vorhandensein von Laichhabitaten angewiesen. Dabei stellen sie spezifische Anforderungen an die hydrologische, chemisch-physikalische und strukturelle Qualität der Laichplätze, wie sie an den üblichen Aufenthaltsorten zumeist nicht vorzufinden ist. Daher müssen die laichbereiten Fische zur Fortpflanzung mehr oder weniger große Distanzen zurücklegen, um die entsprechenden Laichareale zu erreichen.

Von zahlreichen in bayerischen Fließgewässern beheimateten Fischarten, wie z.B. Äsche, Huchen, Barbe, Hasel, Nase, Nerfling usw. ist bekannt, dass sie sich alljährlich wieder an ganz bestimmten Stellen der Flüsse und Bäche zum Ablachen einfinden (Homing-Verhalten). In Abhängigkeit vom genutzten Laichsubstrat erfolgt eine Einteilung in verschiedene Reproduktionsgilden: lithophil (Kieslaicher), psammophil (Sandlaicher) phytophil (Krautlaicher), phytolithophil (Eiablage an Pflanzen oder Steinen), speleophil (Eiablage unter größeren Steinen), ariadnophil (Eiablage in Muscheln) pelagophil (Freiwasserlaicher) und litho-pelagophil (Eiablage auf kiesigem Substrat, Larven frei treibend).

Eine mangelnde oder fehlende Erreichbarkeit adäquater Laichplätze wirkt sich unmittelbar negativ auf den Reproduktionserfolg der Fische aus und gefährdet damit die Stabilität der Populationen. Aus der Roten Liste Bayern lässt sich eine Gefährdung insbesondere der rheophilen

Kieslaicher ablesen. Mit Ausnahme des Aitels sind aktuell sämtliche autochthonen Arten dieser Reproduktionsgilde einer der Gefährdungskategorien oder zumindest der Vorwarnliste zugeordnet.

#### **2.4.2.1.2 Nahrungswanderungen**

Einen wesentlichen Faktor der Standortwahl von Fischen stellt das verfügbare Nahrungsangebot dar. Rheophile Fischarten suchen ihre Nahrung überwiegend in der Strömung über Hartsubstraten, stagnophile Arten dagegen in Bereichen geringer Wasserbewegung oder Altwässern mit Weichböden und evtl. Pflanzenbeständen. Werden beide Lebensräume gleichermaßen genutzt, so bezeichnet man die Arten als indifferent. Größere Wanderungen zu Nahrungsplätzen werden beispielsweise im Frühjahr aus den Winterlagern oder nach dem Ablachen von den Laichplätzen aus geführt.

#### **2.4.2.1.3 Wanderungen zu den Wintereinständen**

Während typische Kaltwasserarten unserer Fließgewässer, darunter die Salmoniden, Rutte und Koppe auch im Winter aktiv bleiben und die Nahrungsaufnahme aufrechterhalten, verlangsamt sich bei den wärmeliebenden Arten, typischerweise die Cypriniden bzw. Karpfenartigen, zu denen der überwiegende Teil der potamalen Fischfauna gerechnet wird, der Stoffwechsel mit abnehmender Wassertemperatur. In der Folge verringert sich auch die Schwimmleistung der Fische und die Nahrungsaufnahme wird reduziert oder vollständig eingestellt. Aus diesem Grund suchen diese Arten häufig bereits im Herbst in großen Ansammlungen tiefere Altwässer, Buchten, strömungsberuhigte Nebenarme und Kolke auf und verbringen die nachfolgende kalte Jahreszeit geschützt vor Strömung und Eis in solchen Wintereinständen.

#### **2.4.2.1.4 Kompensationswanderungen**

Kompensationswanderungen gewährleisten die Wiederherstellung gleichmäßiger Populationsdichten nach Verdriftung, Abwanderung und Fischsterben oder dienen auch der erstmaligen Besiedelung neuer Lebensräume. Sie finden nicht nur nach großen Hochwässern oder Katastrophenereignissen statt. Vielmehr werden durch stromaufwärts gerichtete Kompensationswanderungen regelmäßig auftretende Bestandsdefizite aus vorangegangener, natürlicher Verdriftung der überwiegend schwimmleistungsschwachen Brut oder Jungfische ausgeglichen. Voraussetzungen hierfür sind ein ausreichend hoher Fischbestand in den stromabwärts liegenden Gewässerabschnitten sowie eine ungehinderte Zuwanderungsmöglichkeit in stromaufwärts gelegene Areale.

#### **2.4.2.1.5 Wanderungen zur Vermeidung ungünstiger Umweltbedingungen**

Auf suboptimale oder schädigende Umwelteinflüsse reagieren Fische häufig mit Ausweichbewegungen oder Flucht. So ziehen sie sich z.B. bei Schadereignissen in weniger beeinträchtigte Seitengewässer oder stromaufwärts gelegene Abschnitte zurück. Bei verstärktem Auftreten von Fischprädatoren suchen sie Schutz in verfügbaren Einständen wie Wasserpflanzen, Totholz oder auch unter künstlichen Strukturen. Steigen die Wassertemperaturen im Sommer zu stark an, so weichen die Fische nach Möglichkeit in kühlere, sauerstoffreichere Zonen, Seitenbäche oder Oberläufe aus.

#### **2.4.2.2 Wandergilden**

Zur Charakterisierung der Wanderaktivität von Fließgewässerfischarten hat sich eine Einteilung in Kurzstrecken-, Mittelstrecken- und Langstreckenwanderarten etabliert. Die darin festgelegten Klassengrenzen liegen bei einem Wanderradius von weniger als 5 km für Kurzstreckenwanderer, bis 50 km für Mittelstreckenwanderer und über 50 km für Langstreckenwanderer. Im Fischbewertungssystem FIBS wird diese Einteilung um die beiden Übergangsstufen kurz-mittel und mittel-lang ergänzt.

Weiterhin unterscheidet man bezüglich der aufgesuchten Lebensräume zwischen diadromen und potamodromen Fließgewässerarten. Diadrome Arten wechseln zwischen dem Meer und dem Süßwasser. Verbringen sie einen überwiegenden Teil ihres Lebens im Meer und wandern

zum Ablachen in die Flüsse ein, so spricht man von anadromen Arten (z.B. Lachs, Stör, Maifisch, Flussneunauge). Katadrome Arten dagegen leben überwiegend im Süßwasser und wandern zur Reproduktion ins Meer ab. Einziger Vertreter dieser Gilde in Bayern ist der Aal.

Potamodrome Fischarten wandern ausschließlich über längere Distanzen im Süßwasser.

### 2.4.3 Zielarten des Priorisierungskonzepts

Alle einheimischen Fischarten führen in ihrem Bestreben nach Ausbreitung und der Besiedelung günstiger Lebensräume in unterschiedlichem Ausmaß Wanderungen durch. Im Rahmen des vorliegenden Priorisierungskonzepts wurden überwiegend jene Arten als Zielarten ausgewählt, die als Mitteldistanz- oder Langstreckenwanderer in regelmäßigem Turnus größere Strecken zurücklegen und daher in besonderem Maße auf die Durchgängigkeit der Fließgewässer angewiesen sind.

#### Äsche (*Thymallus thymallus* L.)

Die Äsche ist strömungsliebender Fisch der rhithralen Gewässerzone. Mittlere Wassertemperaturen von über 20 °C gelten als limitierend für ihre Verbreitung. Bevorzugt besiedelt die Äsche daher schnellfließende, sommerkühle und sauerstoffreiche Bäche und kleine Flüsse mit wechselnder Wassertiefe, variablem Strömungsmuster und steinigem, kiesigem oder sandigem Grund. Sie hält sich gerne in Kolken oder auch mitten im Gewässer auf. Die Äsche reagiert empfindlich auf Gewässerverschmutzung.

Zur Laichabgabe im Frühjahr finden sich die Äschen in Gruppen an geeigneten Kieslaichplätzen zusammen. Erforderlich ist eine Laichwanderung im Hauptstrom oder in Seitengewässern hinein jedenfalls dann, wenn in den Wohngewässern keine geeigneten Reproduktionsbedingungen vorliegen, wie dies z. B. in Stauräumen oder künstlichen Kanälen häufig der Fall ist.

Die schwimmfähige Äschenbrut besiedelt in den ersten Lebenswochen zunächst flache, strömungsberuhigte Uferzonen. Mit zunehmender Größe halten sich die Jungfische dann vorzugsweise in kleinen Schwärmen in schnell überströmten, strukturreichen Flachwasserbereichen auf. Adulte Äschen zeigen schließlich eine Präferenz für tiefere Gewässerzonen.

Etwa seit Mitte der 1980er Jahre kam es zunächst in den alpinen und voralpinen Gewässern Bayerns, später dann in ganz Bayern, zu einem drastischen, bis heute wirksamen Einbruch der Populationsdichten, so dass die Äsche hier mittlerweile zu den stark gefährdeten Arten gerechnet wird. Als potenzielle Rückgangsursache wird neben einem bayernweit erhöhten Prädationsdruck gebietsweise auch die Degradation von Laichhabitats beschrieben. Der Zugang zu intakten Kieslaichplätzen ist daher für die Erhaltung der Art von großer Bedeutung.

#### Atlantischer Lachs (*Salmo salar* L. 1758)

Der Lachs erreicht eine Länge von bis zu 1,5 m bei ca. 40 kg, Weibchen bis 1,2 m bei ca. 20 kg (WICHMANN et al. 2004). Hauptlebensraum des anadromen Wanderfisches ist das Meer. Nach einer Wachstumsphase von drei bis vier Jahren erfolgt der Aufstieg in die Flusssysteme zu den Laichplätzen. In der Regel sucht der größte Teil der Lachse wieder sein Ursprungsgewässer auf. Die Laichzonen befinden sich meist in den Oberläufen (Salmonidenregion) der Gewässer. Es werden rasch strömende Abschnitte mit grobem Hartsubstrat genutzt.

Die Laichzeit der Lachse dauert von September bis Februar. Die meisten Elterntiere sterben nach dem Laichgeschäft ab. Nach abgeschlossener Embryonalentwicklung verbleiben die Jungstadien noch im Kieslückensystem. Die Junglachse (Parrs) wachsen in der Regel schnell heran (Nahrung: Makrozoobenthos, Kleinkrebse), so dass sie bereits nach einem Sommer mit den Frühjahrshochwässern abwandern (Smolt-Stadium).

Europaweit kommt die Art in den Zuflüssen der Nord- und Ostsee bis Nordportugal und Island, sowie im Nordatlantik vor. Im bayerischen Mainneinzugsgebiet gibt es historisch dokumentierte Laichgewässer. Im Elbesystem fand eine Aufwanderung bis in die bayerischen Elbezubringer Eger, Sächsische Saale und Selbitz statt.

In der Roten Liste Bayern wird die Art als aktuell ausgestorben geführt.

Da es sich bei Lachsen um anadrome Langdistanzwanderer der Flusssysteme handelt, können die Bestände nur durch eine vollständige lineare Durchgängigkeit der Fließgewässer bis zu den geeigneten Laichgewässern in den angestammten Einzugsgebieten wieder etabliert werden. Gleichzeitig ist für eine funktionale Eignung der Laichgebiete zu sorgen (TOMBEEK 2003). Die Besatzmaßnahmen im bayerischen Mainsystem der letzten 10 Jahre zeigten, dass in einigen Mainzubringern ein erfolgreiches Aufwachsen der Junglachse und das Herausbilden des Smoltstadiums möglich sind (TOMBEEK 2003; SPEIERL 2007).

Die Wanderdistanz der Lachse im Rhein-Main-System konnte zwischen knapp 200 und 1200 km variieren, je nachdem, ob die Laichgebiete bereits in Rheinzubringern des Niederrheins lagen (z.B. Lippe) oder ob bis in den Hochrhein (z.B. Aare) oder das Obermainsystem (z.B. Itz) gewandert werden musste.

### **Sterlet**

Die früher im Main- und Donauegebiet vorkommenden anadromen Großstörarten sind in Bayern ausgestorben. Eine Wiederansiedlung ist in absehbarer Zeit nicht realistisch. Daher werden die Großstöre nicht als Zielfischart im Priorisierungskonzept berücksichtigt.

Hingegen gibt es bei der Mitteldistanzwanderfischart Sterlet konkrete Nachweise in der Donau aus dem Grenzgebiet bei Jochenstein. Hier ist ein offensichtlich noch selbst reproduzierender Bestand vorhanden. Er ist somit als Zielfischart im bayerischen Donauegebiet relevant.

### **Bachneunauge (Lampetra planeri BLOCH)**

Das Bachneunauge lebt überwiegend stationär in strukturreichen Gewässerabschnitten der Forellenregion. Geeignete Lebensräume sind Bachläufe mit unterschiedlichen Strömungs- und Tiefenverhältnissen, in denen sich flache und tiefe Zonen abwechseln und Sandbänke bilden können. Verbreitungsschwerpunkte liegen in Nordbayern, in den kalkreicheren Fließgewässern Südbayerns wird es schon zur Mitte des 19. Jahrhunderts als selten beschrieben. In jüngerer Zeit wird von einem gehäuften Auftreten im oberbayerischen Inn berichtet.

Wenngleich das Bachneunauge nicht zu den typischen Wanderfischarten gerechnet wird, so ist es in Hinblick auf die Durchgängigkeit dennoch in besonderem Maße auf eine hindernisfreie Verbindung der Aufwuchshabitate und Laichplätze angewiesen.

### **Barbe (Barbus barbus L. 1758)**

Die Barbe erreicht Durchschnittsgrößen zwischen 35 und 45 cm. Die weiblichen Tiere können jedoch mit einer Länge bis zu 90 cm deutlich größer werden. Das Maximalgewicht kann bis zu 8 kg betragen.

Hauptlebensräume des potamodromen Wanderfisches sind sauerstoffreiche, sommerwarme Fließgewässer. Struktur- und kiesreiche Uferlinien mit vielfältigem Strömungsmosaik sind Voraussetzung für ein Aufkommen der Jungfische. Ab dem zweiten Lebensjahr wird der Hauptstrom aufgesucht. Die Barben stehen bevorzugt in tiefen Rinnen mit mäßiger bis starker Strömung und ausreichender Deckung. Zur Winterung wandern sie in tiefe, ruhige Gewässerbereiche flussabwärts.

Je nach Lebenszyklus und Umweltbedingungen können Bestände einer Art aus Kurz- und Langdistanzwanderern sowie standorttreuen Individuen bestehen. Die maximal dokumentierte Wanderlänge betrug 318 km (STEINMANN et al. 1937).

Die Laichzeit der Barbe dauert von April bis Juli. Es werden seichte, stark überströmte Kiesbänke und –riegel im Hauptstrom bzw. in den Zubringern aufgesucht.

Europaweit kommt die Art in den Zuflüssen der Nord- und Ostsee und im Donauegebiet vor. In Bayern ist die Barbe in allen drei Einzugsgebieten vertreten. In der Roten Liste Bayern wird die Art aktuell als gefährdet geführt.

Als potamodromer Mitteldistanzwanderer der Flusssysteme können die Bestände der Barbe durch die lineare Durchgängigkeit der Fließgewässer erhalten werden. Wanderverhalten und Wanderdistanzen sind artspezifisch unterschiedlich ausgeprägt. Zusätzlich profitiert die Art von der Schaffung geeigneter Laichplätze, struktureicheren Fließgewässern mit dynamischem Abflussregime und einer verbesserten Gewässervernetzung.

### **Europäischer Aal (*Anguilla anguilla* L. 1758)**

Im Durchschnitt wird der Aal 40 bis 80 cm lang. Dabei erreichen die Milchler (Männchen) jedoch nur eine Länge von ca. 50 cm, während die Rogner (Weibchen) sogar bis zu 130 cm lang werden können.

Hauptlebensraum des katadromen Wanderfisches ist das Süßwasser. Die vorrangig nachtaktiven Aale leben sowohl in Fließgewässern als auch in Seen und weisen im Hinblick auf die Lebensraumbedingungen eine hohe Toleranz auf. Tagsüber verstecken sie sich in Unterständen oder sind im Sediment eingegraben. Nachts suchen sie die seichten Uferbereiche zur Jagd auf. Der Übergang in das abwanderbereite Blankaalstadium kann bis zu 20 Jahre dauern.

Vom Süßwasser aus wandern die Blankaale zu ihren Laichplätzen im Westatlantik, der Sargassosee. Nach der Paarung sterben die Laichfische. Aus der Sargassosee gelangen die Larven in zwei bis drei Jahren mittels des Golfstroms an die europäischen Küsten. Dort vollzieht sich die Umwandlung zu Glasaalen. Diese steigen die Flusssysteme aufwärts.

Europaweit kommt die Art in den Zuflüssen der Nord- und Ostsee bis Nordportugal und Island sowie im Nordatlantik vor. In Bayern gibt es großflächige Vorkommen im Main- und El- beeinzugsgebiet. In der Roten Liste Bayern wird die Art als gefährdet geführt.

Als katadromer Langdistanzwanderer der Flusssysteme können die Aalbestände nur durch eine vollständige lineare Durchgängigkeit der Fließgewässer auch flussabwärts gesichert werden. Neben den Verlusten durch Turbinenschäden an den Wehranlagen gefährden weitere Faktoren wie Parasitierung, hoher Fraß- und Befischungsdruck und die atlantische Oszillation den Bestand. Die Wanderdistanz der Aale aus dem Rhein-Main-System bis in die Sargassosee beträgt mehrere tausend Kilometer.

### **Flussneunauge (*Lampetra fluviatilis* L. 1758)**

Der aalförmige Körper wird bis zu 0,5 m lang. Hauptlebensraum des anadromen Wanderfisches ist das Meer. Im Sommer beginnen die Laichfische, meist zweijährig (alle zwei Jahre oder im Alter von zwei Jahren), mit ihrem Aufstieg in die Flusssysteme zu den Laichgebieten. Die Laichgebiete werden im Frühjahr erreicht. Das Laichgeschäft umfasst die Monate März bis Mai. Als Laichgründe werden kiesige bis sandige Substratbänke in den kleineren Zubringern und Bächen der Mittel- und Oberläufe aufgesucht. Die adulten Flussneunaugen sterben in der Regel nach dem Ablaichen (LUCAS U. BARRAS 2001). Innerhalb von 1 bis 2 Wochen entwickeln sich die Larven (Querder) und graben sich in Feinsubstratbänke ein. Nach einer Wachstumsphase von bis zu vier Jahren wandeln sich die Querder in Jungfische und wandern stromabwärts ins Meer.

Die Art kommt im Atlantik, der Nord- und Ostsee und im westlichen Mittelmeer vor. Über den Rhein zog das Flussneunauge in Bayern in die historisch dokumentierten Laichgewässer des Mainbeeinzugsgebiets ein. In der Roten Liste Bayern wird die Art als aktuell ausgestorben geführt.

Als anadromer Langdistanzwanderer der Flusssysteme können die Bestände des Flussneunauges nur durch eine vollständige lineare Durchgängigkeit der Fließgewässer bis zu den geeigneten Laichgewässern in den angestammten Einzugsgebieten wieder etabliert werden. Gleichzeitig ist das Flussneunauge durch Gewässerverschmutzung und Gewässerunterhalt, der zum Verlust der Querderstandorte (Feinsedimentbänke) führt, besonders gefährdet. Ein umfassender Lebensraumschutz ist für diese Fischart angezeigt.

Die Wanderdistanz der Flussneunaugen im Rheinsystem konnte zwischen knapp 300 und 1000 km variieren, je nachdem, ob die Laichgebiete bereits in Rheinzubringern des Niederrheins lagen (z.B. Sieg) oder bis in das bayerische Mainsystem gewandert wurde (z. B. Fränkische Saale, Itz, Frankenwald Rodach).

### **Frauennerfling (*Rutilus pigus virgo* LACEPEDE)**

Der Frauennerfling ist eine endemische Unterart der Stammform *Rutilus pigus* im oberen und mittleren Einzugsgebiet der Donau. Überwiegend bewohnt er tiefere Bereiche der Donau und ihrer größeren Nebenflüsse und ist daher methodisch nicht leicht nachzuweisen. In den Monaten April bis Mai findet er sich zur Fortpflanzung an überwiegend flacheren und schnell überströmten Kieslaichplätzen ein. Brut- und Jungfische halten sich später bevorzugt in geschützten Flachwasserbereichen und Altwässern auf. Aufgrund seines seltenen Vorkommens wird der Frauennerfling als gefährdete Art des Donaeinzugsgebiets eingestuft. Als Gefährdungsursachen werden Gewässerverschmutzungen sowie Ausbau der Gewässer und damit einhergehender Verlust der strukturreichen Laich- und Jungfischhabitate vermutet. Aus diesem Grund sind freie Zugänglichkeit der Laichhabitate und Erhalt naturnaher Uferzonen für den Schutz des Frauennerflings von großer Bedeutung.

### **Huchen (*Hucho hucho* L.)**

Der Huchen kommt natürlicherweise nur im Einzugsgebiet der Donau vor. In Bayern findet man ihn überwiegend in den größeren südlichen Donauzuflüssen, daneben aber auch in einigen nördlichen Nebengewässern, wie z.B. dem Regen und der Ilz. Er lebt in schnell fließenden, sauerstoffreichen, kühlen Gewässern mit steinigem Grund. Als Standfisch mit eigenem Revier bevorzugt er tiefe Gumpen, Kehren und Uferhöhlungen.

Zur Laichzeit, in den Monaten März und April wandert er kurze bis mittelweite Strecken zu seinen Laichgründen im Hauptstrom oder in Nebengewässern. Die Eier werden in flachen Laichgruben über kiesigem oder steinigem Substrat abgegeben.

Da der Huchen auf turbulent fließende Gewässerstrecken mit steinigem Untergrund angewiesen ist, wird sein Rückgang im ursprünglichen Lebensraum zu einem guten Teil auf die Fluss- und Stauregulierung zurückgeführt. Aufgrund seiner hohen Lebensraumanforderungen wird er in Bayern als gefährdet eingestuft. Der aktuelle Bestand ist teilweise auf künstlichen Besatz zurückzuführen. Für den Erhalt der natürlichen Populationen ist die Erreichbarkeit der Laichgründe besonders wichtig.

### **Maifisch (*Alosa alosa* L. 1758)**

Als größter Vertreter der Heringsartigen kann der Maifisch bis zu 1 m erreichen und wiegt dann 2 bis 3 kg.

Hauptlebensraum des anadromen Wanderfisches ist das Meer. In den Monaten März/April erfolgt der Aufstieg in die Flusssysteme zu den Laichplätzen.

Als Laichgründe werden Hartsubstrate, vorrangig im Mündungsbereich größerer Nebenflüsse und Bäche aufgesucht. Die Laichzeit dauert von Mai bis Juni und gab der Fischart den Namen. Die adulten Maifische wandern nach dem Laichgeschäft in Meer zurück. Die Jungfische ziehen bei einer Größe von 5 bis 10 cm bereits zum Herbst etappenweise ins Meer.

Die Art kommt an den Küsten Westeuropas von Norwegen bis zum Golf von Biscaya vor. Nachweise gibt es auch aus dem Ostseebereich bis Polen (WICHMANN et al. 2004). Über den Rhein zog der Maifisch in Bayern ins Main Einzugsgebiet in historisch dokumentierte Laichgewässer. In der Roten Liste Bayern wird die Art als aktuell ausgestorben geführt.

Als anadromer Langdistanzwanderer der Flusssysteme können die Bestände des Maifisches nur durch eine vollständige lineare Durchgängigkeit der Fließgewässer bis zu den geeigneten Laichgewässern in den angestammten Einzugsgebieten wieder etabliert werden. Gleichzeitig

ist der Maifisch durch Gewässerverschmutzung und verstärkte Fangaktivität im Meer besonders gefährdet (FRICKE 2004).

Die Wanderdistanz der Maifische im Rheinsystem konnte zwischen knapp 300 bis 1200 km variieren, je nachdem, ob die Laichgebiete bereits in Rheinzubringern des Niederrheins lagen (z.B. Wupper) oder ob bis in den Hochrhein oder das bayerische Mainsystem gewandert wurde (z.B. Fränkische Saale).

### **Meerforelle (*Salmo trutta f. trutta* L. 1758)**

Meerforellen werden meist 50 bis 80 cm lang. Sie können aber auch Längen von bis zu 1,1 m bei 15 kg Gewicht erreichen.

Hauptlebensraum des anadromen Wanderfisches sind küstennahe Gewässer. Nach einer Wachstumsphase von ca. 2 Jahren erfolgt der Aufstieg in die Flusssysteme zu den Laichplätzen.

Vor dem Laichaufstieg (Juni bis Juli) werden in den Mündungsbereichen der Flüsse bereits Schwärme gebildet. Zur Laichzeit von Dezember bis März werden strömungsreiche Zubringer und Bäche in den Oberlaufsystemen der Flüsse aufgesucht. Wie der Lachs legt die Meerforelle in große Laichgruben auf Kiesbänken. Im Gegensatz zum Lachs erholen sich die meisten Elterntiere nach dem Laichgeschäft. Sie wandern wieder ins Meer ab und unternehmen im Folgejahr einen erneuten Laichzug. Die Jungfische wachsen in der Regel schnell heran und wandern mit einer Länge von ca. 15 cm in das Meer ab.

Europaweit kommt die Art in den Zuflüssen der Nord- und Ostsee vor. In Bayern gibt es Vorkommen im Main Einzugsgebiet mit historisch dokumentierten Laichgewässern. Im Elbesystem erfolgt eine Aufwanderung bis in die bayerischen Elbezubringer Eger, Sächsische Saale und Wondreb. In der Roten Liste Bayern wird die Art als aktuell ausgestorben geführt.

Als anadromer Langdistanzwanderer der Flusssysteme können die Bestände der Meerforelle nur durch eine vollständige lineare Durchgängigkeit der Fließgewässer bis zu den geeigneten Laichgewässern in den angestammten Einzugsgebieten wieder etabliert werden. Gleichzeitig ist für eine funktionale Eignung der Laichgebiete zu sorgen (TOMBEK 2003).

Die Wanderdistanz der Meerforelle im Rhein-Mainsystem bzw. im Elbesystem konnte zwischen knapp 200 und 1200 km variieren, je nach angestammtem Laichgebiet.

### **Meerneunaue (*Petromyzon marinus* L. 1758)**

Das Meerneunaue kann bis zu 1 m lang werden. Hauptlebensraum des anadromen Wanderfisches ist das Meer. In den Monaten März/April erfolgt der Aufstieg in die Flusssysteme zu den Laichplätzen.

Als Laichgründe werden kiesige bis sandige Substratbänke in den Mittel- und Oberläufen der Flusssysteme aufgesucht. Die adulten Meerneunaugen sterben in der Regel nach dem Ab-laichen (LUCAS U. BARRAS 2001). Innerhalb von ein bis zwei Wochen entwickeln sich die Larven (Querder) und graben sich in Feinsubstratbänke ein. Nach einer Wachstumsphase von zwei bis fünf Jahren wandeln sich die Querder in Jungfische und wandern bei einer Länge von 15 bis 20 cm stromab ins Meer.

Die Art kommt an den europäischen Atlantikküsten, der Nord- und Ostsee vor. Über den Rhein zog das Meerneunaue in Bayern ins Main Einzugsgebiet in historisch dokumentierte Laichgewässer. In der Roten Liste Bayern wird die Art als aktuell ausgestorben geführt.

Als anadromer Langdistanzwanderer der Flusssysteme können die Bestände des Meerneunauges nur durch eine vollständige lineare Durchgängigkeit der Fließgewässer bis zu den geeigneten Laichgewässern in den angestammten Einzugsgebieten wieder etabliert werden. Gleichzeitig ist das Meerneunaue durch Gewässerverschmutzung und dem Verlust der Querderstandorte (Feinsedimentbänke) besonders gefährdet. Ein umfassender Lebensraumschutz ist für diese Fischart angezeigt.

Die Wanderdistanz der Meerneunaugen im Rheinsystem konnte zwischen knapp 300 bis 1000 km variieren, je nachdem, ob die Laichgebiete bereits in Rheinzubringern des Niederrheins lagen (z.B. Wupper) oder bis in das bayerische Mainsystem gewandert wurde (z.B. Fränkische Saale, Main bis Bamberg).

### **Nase (*Chondrostoma nasus* L.)**

Die Nase ist ein bodenorientierter Schwarmfisch in rasch fließenden, größeren Bächen und Flüssen der Äschen- und Barbenregion. Im Winter schließen sich die Nasen an tiefen Stellen zu dichten Schwärmen zusammen. Zur Laichzeit im Frühjahr wandern sie oft beträchtliche Strecken stromaufwärts und suchen im Hauptfluss oder auch in kleineren Seitengewässern flache, kiesige, schnell überströmte Stellen zur Fortpflanzung auf. Der Laich haftet aufgrund seiner starken Klebrigkeit an der Kiesoberfläche an. Nach dem Schlupf verbringen die Larven noch einige Tage im Lückensystem der Gewässersohle, bevor sie dann überwiegend passiv mit der Strömung in geschützte Bruthabitate verdriftet werden. Bevorzugter Aufenthaltsort der Nasenbrut sind strömungsberuhigte Flachwasserzonen entlang von Kiesbänken. Hier erwärmt sich das Wasser im Sommer schnell und die Jungfische können antreibendes Plankton und Kleinorganismen erbeuten, ohne selbst von der Strömung fortgetragen zu werden. Etwa zum Ende des ersten Sommers beginnen die Jungnasen mit der Aufnahme von Algennahrung und tolerieren dann mit zunehmender Körpergröße auch stärkere Strömung.

Bis in die 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts war die Nase ein Massenfisch in zahlreichen bayerischen Fließgewässern, obgleich bereits Jahrzehnte zuvor nach dem Bau der ersten großen Flusskraftwerke mancherorts das Ausbleiben der großen Laichzüge im Frühjahr beobachtet werden konnte. Anfang der 1990er Jahre wurde der Rückgang der Nasenbestände dann in ganz Bayern evident. Aufgrund der weiterhin rückläufigen Bestandsentwicklung wird die Nase heute in Bayern als stark gefährdet eingestuft.

Als wesentliche Ursachen für den Rückgang der Nase werden Veränderungen ihrer Lebensräume gesehen. Die oft weiten Wanderungen zu den Laichgründen werden durch Querbauwerke erschwert oder verhindert. Flache, saubere, schnell überströmte Kieslaichplätze sind vielerorts nicht mehr vorhanden oder unzugänglich. Als Schutzmaßnahmen werden daher vorrangig die Wiederherstellung der Gewässervernetzung und der Erhalt potentieller Laichplätze gefordert.

Mehrere erfolgreiche Besatzmaßnahmen in bayerischen Fließgewässern bestätigen die Einschätzung, dass die Hauptursache des Niedergangs der Nasenbestände tatsächlich in einer frühen Lebensphase zu suchen ist. Durch mehrjährigen Besatz mit nachgezüchteten einsömmerigen Jungnasen aus Isarabstammung konnte in den Isarzuflüssen Glonn, Nasenbach und Strogen in den letzten Jahren wieder ein reproduktionsfähiger Bestand aufgebaut werden, nachdem die Nase in den betreffenden Gewässerabschnitten bereits ausgestorben war.

### **Rapfen, Schied (*Aspius aspius* L. 1758)**

Der Rapfen erreicht eine durchschnittliche Länge von 50 bis 60 cm (max. 1,0 m). Er kann zwischen 10 bis 15 Jahre alt werden und ein Gewicht von bis zu 7 kg erreichen.

Als typische Schwarmfische stehen junge Rapfen oberflächennah in durchströmten Gewässerbereichen von Flüssen, Seitenarmen und angebundenen Gewässern (Altarme, Seen). Je nach Lebenszyklus und Umweltbedingungen können Bestände einer Art aus Kurz- und Langdistanzwanderern sowie standorttreuen Individuen bestehen. Nach FREDRICH (2003) beträgt der Anteil von Kurzdistanzwanderern beim Rapfen ca. 70 % (Wanderdistanz: 3 bis 40 km), Langdistanzwanderer machen ca. 15 % aus (Wanderdistanz: 40 bis 166 km).

Die Laichzeit des Rapfens dauert von April bis Juni. Während dieser Zeit wandern sie zu kiesigen Stellen in rasch fließenden Gewässerbereichen. Die stark klebrigen Eier werden dabei in das aufgewühlte und somit gereinigte und freigespülte Hartsubstrat der Laichbetten gelegt. Die Larven verbleiben im Kieszwischenraum (Interstitial), bis sie schwimm- und fressfähig sind.

Europaweit kommt die Art in den Zuflüssen des Schwarzen und Kaspischen Meeres vor. In den letzten Jahrhunderten dehnte sie ihr Areal auch auf die Nord- und Ostsee bis zum Einzugsgebiet des Rheins aus.

Die ursprüngliche Verbreitung in Bayern beschränkte sich auf das Donausystem (IFI 2008, Referenzzönosen). Durch die Verbindung des Donausystems mit dem bayerischen Rhein-Main-Einzugsgebiet (Main-Donau-Kanal) konnte sich die Art seit etwa der Mitte des 19. Jahrhunderts auch dort etablieren. Die Rapfenbestände waren aufgrund ihrer Stellung in der Nahrungspyramide nie sehr dicht. Aktuelle Verbreitungsschwerpunkte (LEUNER et al. 2000) liegen im Donausystem (in der Donau selbst, in Isar, Lech und Altmühl, sowie Naab und Regen). Im Rhein-Mainsystem weist die Regnitz die besten Bestände auf. Innerhalb der letzten Jahre breitete sich die Art jedoch auch im Main aus (KLUPP 2009), insbesondere flussaufwärts der Regnitzmündung (Planungsraum Oberer Main). Dort profitierte die Art v. a. von den zahlreichen Fließgewässerrenaturierungen. Diese schaffen einerseits gute Laichgebiete, andererseits ergeben sich durch die Anbindung vieler Seitengewässer günstige Lebensräume für die Jungfische (SPEIERL 2005, 2007). Der Rapfen fehlt im bayerischen Elbeeinzugsgebiet (Planungsraum Saale-Eger). In der Roten Liste Bayern wird die Art für das Donausystem als gefährdet eingestuft. Im Main-Einzugsgebiet steht der Rapfen auf der Vorwarnliste.

Als potamodromer Mitteldistanzwanderer der Flusssysteme können die Bestände des Rapfens durch die lineare Durchgängigkeit der Fließgewässer erhalten werden. Zusätzlich profitiert die Art von der Schaffung geeigneter Laichplätze und einer verbesserten Gewässervernetzung. Die Wissensdefizite hierzu (z.B. Lage und Situation der Laichzonen) sollten ausgeräumt werden, um nicht zusätzlich zur Gefährdung beizutragen (WICHMANN et al. 2004).

### **Rutte, Quappe, Aalrutte (*Lota lota* L. 1758)**

Die Rutte ist der einzige im Süßwasser lebende Vertreter der Dorschartigen. Der Körper erreicht eine durchschnittliche Länge von 40 bis 50 cm. In großen Flüssen sind auch Exemplare von bis zu 90 cm mit ca. 8 kg nachzuweisen.

Die vorrangig nachtaktiven Rutten sind ausgesprochene Grundfische von Flusssystemen und Seen mit kühlem, sauerstoffreichem Wasser. Die überwiegend territoriale Art schließt sich nur in der Laichzeit zu kleinen Schwärmen zusammen, die dann zu den Laichgebieten ziehen. Der Aktivitätshöhepunkt der Rutte liegt im Winter zur Laichzeit. Hierbei sind Wanderdistanzen von bis zu 125 km belegt (LUCAS U. BARRAS 2001).

Die Laichzeit der Rutte fällt in die Wintermonate. Abhängig von der Wassertemperatur laichen die Rutten von Dezember bis März. In kleinen Laichschwärmen steigen sie meist in die Zubringer von Flüssen und Seen auf. Über Kiesbänken werden, typisch für die Dorschartigen, extrem hohe Eiermengen abgelegt. Die Eier sind mit einer Ölkugel versehen und schweben im Wasser bzw. treiben flussabwärts. Sie sind ein wichtiger Nahrungsbestandteil in der Rithralregion für andere Fischarten.

Die Art ist europaweit vom Einzugsgebiet der Loire, über die Nord- und Ostsee bis zum Schwarzen Meer verbreitet. In Italien ist sie nur im Einzugsgebiet des Po vorzufinden. In Bayern ist die Rutte in allen drei Einzugsgebieten vertreten. In der Roten Liste Bayern wird die Art für das Donausystem und für das Elbe- und Mainsystem als stark gefährdet eingestuft.

Als potamodromer Mitteldistanzwanderer der Flusssysteme kann die Rutte durch die Schaffung der linearen Durchgängigkeit der Fließgewässer erhalten werden. Gewässerverschmutzung und Strukturverarmung (Unterstände, Substratangebot) gefährden die Art zusätzlich. Während ihrer Laichzeit ist die Rutte auch tagaktiv und wird dann besonders leicht Opfer fischfressender Vögel wie etwa dem Kormoran (HAUER 2007). In den Flusssystemen profitiert die Rutte von der Schaffung geeigneter Laichplätze und einer verbesserten Gewässervernetzung. Die Wissensdefizite hierzu (z.B. Lage und Situation der Laichzonen) sollten ausgeräumt werden, um nicht zusätzlich zur Gefährdung beizutragen (WICHMANN et al. 2004).

### **Seeforelle (*Salmo trutta lacustris* L.)**

Die Seeforelle ist natürlicherweise ein Bewohner sommerkühler und sauerstoffreicher Seen des Alpen- und Voralpenraumes. Durch Besatz ist sie auch in einige Flusstäue größerer Flüsse eingebürgert worden. Zur Laichzeit im Herbst wandert die Seeforelle aus ihrem Wohngewässer in die Zuflüsse ein. Für eine erfolgreiche Reproduktion ist sie auf sauberes Wasser und kiesiges Laichsubstrat angewiesen. Brut und Jungfische leben noch für längere Zeit in den Laichgewässern, bis sie im Alter von ein bis drei Jahren, meist im Frühsommer, schließlich in die Seen abwandern.

Durch den Verbau der Zuflüsse ist den Seeforellen häufig der Zugang zu den Laichgründen versperrt, so dass eine natürliche Vermehrung nicht mehr oder nur mehr eingeschränkt stattfinden kann. In der Regel werden die Bestände daher an allen größeren bayerischen Seen durch Besatzfische aus der teichwirtschaftlicher Aufzucht gestützt. In der RLB ist die Seeforelle als stark gefährdet eingestuft.

### **Strömer (*Leuciscus souffia agassizi* CUVIER u. VALENCIENNES)**

Der Strömer ist ein kleinwüchsiger Cyprinide der Äschenregion mit einer maximalen Körperlänge von 20 bis 25 cm. Als gesellig lebender Schwarmfisch besiedelt er abwechslungsreich strukturierte Habitate rasch fließender Gewässer mit kiesigem Untergrund. Meist hält er sich in größeren Gruppen an tieferen Stellen des Flussbetts auf. Selten ist er auch in Seen (z.B. im Bodensee) anzutreffen.

Das Ablachen erfolgt von März bis Mai in der Strömung über kiesigem Untergrund.

Da die verschiedenen Entwicklungsstadien des Strömers unterschiedliche Ansprüche an die kleinräumige Substratzusammensetzung stellen, ist die Erreichbarkeit der verschiedenen Teillebensräume für den Strömer von grundlegender Bedeutung. In ehemals guten Strömergewässern behindern heute häufig Wanderhindernisse den freien Zugang in die erforderlichen Habitate.

Aktuell sind in Bayern nur noch die Vorkommen in den beiden Bodenseezuläufen Leiblach und Oberreitnauer Ach sowie in der Mangfall im Einzugsgebiet des Inn bekannt. Nach der RLB ist der Strömer in Bayern vom Aussterben bedroht. In der FFH-Richtlinie ist er im Anhang II berücksichtigt.

Wesentliche Maßnahmen zum Schutz der Strömerbestände sind der Erhalt bzw. die Wiederherstellung strukturreicher und schnellfließender Gewässerabschnitte in der Äschenregion sowie die Wiederherstellung der Durchgängigkeit.

## **2.4.4 Aal- und Lachsgewässer**

### **Aalgewässer**

Die Auswahl der Aalgewässer im Main Einzugsgebiet erfolgte in Absprache mit der LfL, Institut für Fischerei Starnberg (IFI). Es richtet sich weitgehend nach der Ausweisung des Aaleinzugsgebiets im bayerischen Maingebiet, die für die EU-Aalverordnung erstellt wurde. Diese trat am 18.09.2007 in Kraft und hat die Wiederauffüllung des Bestandes des Europäischen Aals in seinem natürlichen Verbreitungsgebiet zum Ziel. In Bayern beschränkt sich die Auswahl auf Gewässer im Mainsystem. Am Elb- und Wesereinzugsgebiet hat Bayern nur einen sehr geringen Anteil; die darin vorkommenden Gewässer(abschnitte) haben keine Relevanz für den Aal (IFI 2009). Das bayerische Donaugebiet wird mit der Entscheidung der EU-Kommission vom 04.04.2008 nicht als natürliches Verbreitungsgebiet des Aals angesehen. Somit beschränkt sich der Geltungsbereich der EU-Aalverordnung in Bayern auf das Maingebiet und umfasst die drei Planungsräume Untermain, Obermain und Regnitz.

Das Institut für Fischerei und die zuständigen Fachberatungen für Fischerei der Bezirke Ober-, Mittel- und Unterfranken wiesen den Main, seine Aal-relevanten Nebengewässer und angebundene Baggerseen als bayerisches Aaleinzugsgebiet aus. Es umfasst insgesamt ca. 5300

ha und somit 9 % des gesamten Rhein-Aaleinzugsgebietes (IFI 2009).

Nachdem die Durchgängigkeit der Fließgewässer für den katadromen Europäischen Aal in seinem Lebenszyklus von höchster Relevanz für das Erreichen der Laichgründe ist, wurden die ausgewählten Fließgewässer der EU-Aalverordnung für das „Priorisierungskonzept Fischbiologische Durchgängigkeit in Bayern“ übernommen. Die EU-Aalverordnung begrenzt in einigen Aal-relevanten Nebengewässern des Mains das natürliche Aaleinzugsgebiet auf die Mittel- und Unterläufe (PR Unterer Main: Fränkische Saale, Wern; PR Oberer Main: Baunach, Itz, Frankenwald Rodach, Roter und Weißer Main; PR Regnitz: Fränkische Rezat). Nachdem diese Abgrenzung nicht immer kongruent mit der Bewertungseinheit Flusswasserkörper (FWK) der EG-Wasserrahmenrichtlinie ist, wurde in Rücksprache mit dem Institut für Fischerei vereinbart, jeweils die gesamten Gewässer als Aal-Vorranggewässer für das vorliegende Priorisierungskonzept auszuweisen.

Die einzelnen Planungsräume umfassen folgende Aal-Vorranggewässer (Tab. 4):

Tab. 4: Aal-Vorranggewässer der Planungsräume

Planungsraum	Aal-Vorranggewässer
Unterer Main	Main, Fränkische Saale, Wern
Oberer Main	Main, Baunach, Coburger Rodach, Itz, Frankenwald Rodach, Weißer Main, Roter Main
Regnitz	Regnitz, Aisch, Aurach (Erlangen), Zenn, Bibert, Rednitz, Aurach (Schwabach), Fränkische Rezat, Schwäbische Rezat, Main-Donau-Kanal

## Lachsgewässer

Das Main- und Elbeeinzugsgebiet war das historische Verbreitungsgebiet des Atlantischen Lachs in Bayern (LEUNER et al. 2000). Historischen Quellen beschreiben die Vorkommen als zahlreich bis Anfang des 19. Jahrhunderts (WEIGELT 1896 in LEUNER et al. 2000). Es kam jedoch schon im 19. Jh. zu ersten Stützungsmaßnahmen durch Besatz (LEUNER et al. 2000). Dennoch konnte der Trend rückläufiger Bestände nicht aufgehalten werden. Der Bestand in Bayern erlosch Anfang des 20. Jahrhunderts. Die letzten Mainlachse wurden 1927 in Lohr gefangen (WONDRAK U. TOMBEK 2000). Als Hauptursachen für das Verschwinden des anadromen Lachses wird der Ausbau von Main und Elbe zur Schifffahrtsstraße, die Wasserqualität und die eingeschränkte Durchgängigkeit der Fließgewässer angesehen (LEUNER et al. 2000).

Für das „Priorisierungskonzept Fischbiologische Durchgängigkeit in Bayern“ wird nur das Maingebiet mit Blick auf die Lachsgewässer bewertet. Am Elbeeinzugsgebiet hat Bayern nur einen äußerst geringen Anteil, begrenzt auf den Planungsraum Saale-Eger. Entsprechend marginal ist die Bedeutung der dortigen Fließgewässer für eine potenzielle Zuwanderung und Etablierung des Lachses.

Für die Auswahl relevanter Lachsgewässer im Maingebiet (Planungsräume Unterer Main, Oberer Main) wurden zur Bewertung folgende Quellen berücksichtigt (siehe dazu Tab. 5):

1. aktuelle Nachweise z.B. im Rahmen von erfolgreichen Geleageausbringung, Jungfischbesatz und anschließendem Nachweis von Jungfischstadien (TOMBEK 2002; SPEIERL 2007);
2. aktuelle, für den Lachs günstigen Lebensraumbewertungen von Fließgewässern im Maingebiet (TOMBEK 2002);
3. Liste der historischen Laichgewässer (TOMBEK 2002; WONDRAK U. TOMBEK 2000);
4. Angaben zum historischen Verbreitungsgebiet des Lachses im bayerischen Mainsystem (IKSR 2008; TOMBEK 2002; WONDRAK U. TOMBEK 2000, SCHÜTZE 2003);

5. Literaturzusammenstellung zu Vorkommen und Verbreitung von Wanderfischen im bayerischen Mainsystem (DR. SCHMIDT REGUFR/ WWA Aschaffenburg)

Die Liste der nach diesen Bewertungsquellen ermittelten Lachsgewässer wurde durch direkte Zubringer ergänzt, da die Lachse natürlicherweise weit in die Nebengewässer aufsteigen. Entsprechend wurden aus der Reihe der Fischfaunistischen Vorranggewässer Zubringer der Äschen- bzw. Bachforellenregion ausgewählt, die aufgrund hydromorphologischer Parameter (Strömung, Substrat, Gefälle, Einzugsgebiet) die Kriterien für ein potenzielles Lachsgewässer erfüllen. Die Auswahl wurde mit Hilfe der Ichthyologischen Karten Unter- und Oberfrankens (ZENK 1889, KLUPP 1985) sowie den Fischereifachberatungen des Bezirks Unterfranken und Oberfranken diskutiert und abgestimmt. Damit wurde die Richtigkeit und Aktualität der Bewertung gesichert. Die einzelnen Lachsgewässer für die Planungsräume Unterer Main und Oberer Main sind in Tab. 5 dargestellt.

Dazu werden ergänzend noch folgende Erläuterungen zu den Bewertungsquellen gegeben:

A: nach Überarbeitung und Ergänzung durch die Fischerei-Fachberatungen Unter- und Oberfranken;

A\*: nach WONDRAK U. TOMBEK (2000) Gewässer, in denen historisch Besatz durchgeführt wurde;

Tab. 5: Gelistete Lachsvorranggewässer entsprechend Bewertungsquellen bzw. Einordnung der Fachberatungen für Fischerei in Unter- und Oberfranken

Fließgewässer (von mündungsnah zu- nehmend mündungsfern)	Gebiet	Bewertungsquellen (siehe oben)	Zulauf und Nebengewässer
Kahl	Unterer Main	3,4,5	Zulauf zum Main
Gersprenz	Unterer Main	3,4,5	Zulauf zum Main
Aschaff	Unterer Main	5	Zulauf zum Main
Elsava	Unterer Main	3,4,5	Zulauf zum Main, Nebengewässer Aubach, Dammbach
Aubach	Unterer Main	A	Zulauf zur Elsava
Dammbach	Unterer Main	A	Zulauf zur Elsava
Mömling	Unterer Main	3,4,5	Zulauf zum Main
Mud	Unterer Main	1,4,5	Zulauf zum Main, Nebengewässer Billbach, Ohrenbach
Billbach	Unterer Main	A	Zulauf zur Mud
Ohrenbach	Unterer Main	A	Zulauf zur Mud
Erf	Unterer Main	1,3,4,5	Zulauf zum Main
Haslochbach	Unterer Main	1,2,3,4,5	Zulauf zum Main
Hafenlohr	Unterer Main	3,4,5	Zulauf zum Main
Lohr	Unterer Main	3,4,5	Zulauf zum Main, Nebengewässer Aubach
Aubach	Unterer Main	A	Zulauf zur Lohr
Fränkische Saale	Unterer Main	1,2,3,4,5	Zulauf zum Main, Nebengewässer Sinn, Schondra, Thulba, Premich, Brend Lauer, Streu
Sinn	Unterer Main	1,2,3,4,5	Zulauf zur Fr. Saale, Nebengewässer Aura, Kleine Sinn
Aura	Unterer Main	A	Zulauf zur Sinn
Kleine Sinn	Unterer Main	4	Zulauf zur Sinn
Schondra	Unterer Main	1,2,4	Zulauf zur Fr. Saale
Thulba	Unterer Main	5	Zulauf zur Fr. Saale

Fließgewässer (von mündungsnah zu- nehmend mündungsfern)	Gebiet	Bewertungsquellen (siehe oben)	Zulauf und Nebengewässer
Premich	Unterer Main	A	Zulauf zur Fr. Saale
Brend	Unterer Main	1,4	Zulauf zur Fr. Saale
Streu	Unterer Main	4	Zulauf zur Fr. Saale, Nebengewässer Els, Bahra
Els	Unterer Main	A	Zulauf zur Streu
Bahra	Unterer Main	A	Zulauf zur Streu
Main	Oberer Main	4	Nebengewässer Itz, Frankenwald Rodach
Itz	Oberer Main	4	Zulauf zum Main, Nebengewässer Rodach (Coburger Land), Röden
Rodach (Coburger Land)	Oberer Main	4	Zulauf zur Itz, Nebengewässer Tambach
Tambach	Oberer Main	A	Zulauf zur Rodach (Coburger Land)
Röden	Oberer Main	A	Zulauf zur Itz
Rodach (Frankenwald)	Oberer Main	1, 4	Zulauf zum Main, Nebengewässer Steinach, Hasslach, Kronach, Wilde Rodach
Untere Steinach	Oberer Main	4	Zulauf zur Rodach (Frankenwald), Nebengewässer Föritz
Untere Föritz	Oberer Main	A	Zulauf zur Rodach (Frankenwald)
Haßlach	Oberer Main	A*	Zulauf zur Rodach (Frankenwald)
Kronach	Oberer Main	A*	Zulauf zur Rodach (Frankenwald)
Wilde Rodach	Oberer Main	A	Zulauf zur Rodach (Frankenwald)

Die folgenden Tabellen geben die potenziellen Aal- und Lachsgewässer der jeweiligen Planungsräume wieder.

Tab. 6: Potenzielle Aal- und Lachsgewässer im Planungsraum Unterer Main

Fließgewässer	FWK-Code	Vorkommen Lachs	Vorkommen Aal
Fränkische Saale	UM119	X	X
Fränkische Saale	UM124	X	X
Fränkische Saale	UM123	X	X
Fränkische Saale	UM125	X	X
Fränkische Saale	UM121	X	X
Fränkische Saale	UM124	X	X
Main	UM006	X	X
Main	UM001	X	X
Main	UM003	X	X
Main	UM004	X	X
Main	UM005	X	X
Main	UM006	X	X
Main	UM007	X	X
Main	UM008	X	X
Aschaff	UM346	X	
Aschaff	UM331	X	
Aubach2	UM233	X	
Brend	UM151	X	
Elsava	UM233	X	
Elsava	UM330	X	
Erf	UM295	X	
Gersprenz	UM355	X	
Hafenlohr	UM230	X	
Haslochbach	UM236	X	
Kahl	UM358	X	
Kahl	UM235	X	
Kleine Sinn	LHE06	X	
Lohr	UM219	X	
Mömling	UM328	X	
Mud	UM296	X	
Mud	UM232	X	
Schondra	UM192	X	
Sinn	UM200	X	
Sinn	UM201	X	

Fließgewässer	FWK-Code	Vorkommen Lachs	Vorkommen Aal
Sinn	UM202	X	
Streu	UM137	X	
Tauber	UM249	X	
Tauber	UM246	X	
Thulba	UM175	X	
Wern	UM026		X
Wern	UM101		X
Wern	UM025		X
insgesamt	Anzahl Lachs/ Aal 42	davon Lachs 39	davon Aal 17

Tab. 7: Potenzielle Aal- und Lachsvorkommen des Planungsraums Oberer Main

Fließgewässer	FWK-Code	Vorkommen Lachs	Vorkommen Aal
Itz	OM132	X	X
Itz	LTH01	X	X
Itz	OM081	X	X
Itz	OM132	X	X
Main	OM006	X	X
Main	OM007	X	X
Main	OM004	X	X
Main	OM006	X	X
Rodach1	OM078	X	X
Rodach1	OM079	X	X
Rodach1	OM081	X	X
Rodach2	OM132	X	X
Rodach2	OM140	X	X
Weißer Main	OM008	X	X
Weißer Main	OM001	X	X
Weißer Main	OM012	X	X
Röden	OM081	X	
Tambach	OM140	X	
Untere Föritz	OM023	X	
Wilde Rodach	OM079	X	
Wilde Rodach	OM078	X	
Baunach	OM177		X
Baunach	OM178		X
Roter Main	OM046		X
Roter Main	OM045		X
Roter Main	OM044		X
Roter Main	OM043		X
insgesamt	Anzahl Lachs/ Aal 27	davon Lachs 21	davon Aal 22

Tab. 8: Potenzielle Aalvorkommen des Planungsraums Regnitz (X: potenzielle Aalgewässer)

Fließgewässer	FWK-Code	Vorkommen Aal
Aisch	RE251	X
Aurach1	RE063	X
Aurach2	RE177	X
Bibert	RE098	X
Fränkische Rezat	RE006	X
Fränkische Rezat	RE003	X
Rednitz	RE004	X
Rednitz	RE009	X
Rednitz	RE015	X
Rednitz	RE008	X
Rednitz	RE005	X
Rednitz	RE016	X
Zenn	RE160	X
Zenn	RE158	X
insgesamt	Anzahl 14	Anzahl 14

#### 2.4.5 Vernetzung der Fischlebensräume und Defizite bei den Parametern

Seit Beginn der Industrialisierung vor etwa 150 Jahren wurde in Europa kein Ökosystem vom Menschen so stark verändert wie die Binnengewässer, speziell die Fließgewässer. Neben dem generellen Verlust der ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer waren insbesondere die Fische als häufigstes Endglied der Nahrungsketten am stärksten von den menschlichen Eingriffen betroffen (SPINDLER 1997; COWX U. COLLARES-PEREIRA 2002; SPEIERL 2003). Der Lebensraumverlust zählt zu den europa- bzw. weltweit größten Gefährdungsfaktoren für die Fischbestände (BRUTON 1995; NORTHCOTE 1998; WIESNER et al. 2006). Einbrüche bei den Beständen ehemals häufiger Massenfischarten, die Zunahme als gefährdet ausgewiesener Fischarten bis hin zum Aussterben von Arten sind die aktuelle Folge. Dies betrifft die heimische Fischfauna (LEUNER et al. 2000; BOHL et al. 2003) und stellt gleichzeitig einen globalen Trend dar, so dass die Bestandssicherung bzw. die Wiederherstellung der Fischfauna eine weltweite Aufgabe ist (DELPEUCH 2002).

Gemäß bayerischer Roter Liste sind mittlerweile nur noch 32 % der heimischen Fische und Neunaugen (20 von 62 Arten, nicht gerechnet wurden die Neozoen Kessler Grundel und Marmorierter Grundel) ohne Gefährdungsstatus (BOHL et al. 2003). Durch die allgemeine Verbesserung der Wasserqualität seit den 1970er Jahren wird insbesondere für die Fischbestände die Bedeutung fehlender bzw. zerstörter und funktionsloser Habitatstrukturen immer offensichtlicher (SCHWEVERS U. ADAM 1999). Laufregulierungen, Unterbrechung der Längsdurchgängigkeit durch Stauwerke und Schleusen, Längsverbauungen mit Abtrennung der Seitengewässer und Altarmbereiche, Trockenlegen und Auflassen der Auenzonen, Intensivierung von Nutzungsformen im Gewässerumfeld mit erhöhtem Feinsedimenteintrag und eine strukturelle Monotonisierung lassen die Fischfauna immer stärker quantitativ und qualitativ verarmen. Darauf weist bereits TEROFAL (1977) hin.

Besonders betroffen sind Fischarten, die in ihrem Lebenszyklus auf die unterschiedlichsten Habitattypen angewiesen sind und z.T. erhebliche Wanderstrecken zurücklegen müssen, um diese zu erreichen. So wechselten die ursprünglich im bayerischen Rhein-Main-System verbreiteten Langstreckenwanderer Atlantischer Lachs (*Salmo salar* L.), Atlantischer Stör (*Acipenser sturio* L.), Meerforelle (*Salmo trutta* f. *trutta* L.), Maifisch (*Alosa alosa* L.), Meer- und Flussneunauge (*Petromyzon marinus* L. und *Lampetra fluviatilis* L.) als Jungfische ins Meer.

Sie zogen erst als geschlechtsreife Laichtiere wieder in die Flusssysteme aufwärts (anadrome Laichwanderung) zu den spezifischen Laichgebieten, z.T. bis in die Oberläufe (z.B. Atlantischer Lachs: Itz-Baunach-Einzugsgebiet im Planungsraum Oberer Main, Maifisch: bayerisches Maingebiet um Bamberg, Flussneunauge: Main-einzugsgebiet des Frankenwaldes).

Im Donauesystem zählten fünf Störarten zu den Langstreckenwanderern, die vom Schwarzen Meer flussauf bis in Abschnitte der österreichischen und deutschen Donau zogen. Verschwunden sind im Donauegebiet bis zur bayerisch-österreichischen Grenze bereits der Hausen (*Huso huso* L.), Sternhausen (*Acipenser stellatus*, Pallas) und Waxdick (*Acipenser gueldenstaedti* Brandt). FÜHRNROHR (1847 in LEUNER et al. 2000) beschreibt Störe im Einzugsgebiet der Donau als äußerst selten. Unklar bleibt, ob es sich bei den letzten Störfängen auf der Höhe von Regensburg Mitte des 19. Jahrhunderts um den Hausen (*Huso huso* L.) oder den echten Stör (*Acipenser sturio* L.) gehandelt hat. Für einzelne Individuen des Hausens sind Aufstiege in der Donau bis Ulm (Fkm 2580) belegt (WAIDBACHER U. HAIDVOGL 1998). Zusätzlich kommt im bayerischen Donauesystem der Sterlet vor, der permanent im Süßwasser lebt. Gegenwärtig ist für Bayern bei den Störarten nur noch ein inselhaftes Vorkommen des Sterlets in Isar und Lech dokumentiert. Der Sterlet gilt als vom Aussterben bedroht (LEUNER et al. 2000).

Der Aal (*Anguilla anguilla* L.), in Bayern autochthon im Rhein-Main- und Elbeeinzugsgebiet verbreitet, zählt ebenso zu den Langstreckenwanderern, der zur Fortpflanzung ins Meer abwandert (katadrome Laichwanderung). Die Entwicklung bis zur Geschlechtsreife vollzieht der Aal jedoch im Süßwasser. Von den Küsten aus wandern die Glasaale flussaufwärts. Das Vorkommen des Aals ist, auch aufgrund der stark eingeschränkten Aufwärtswandermöglichkeiten und der Verlusten bei der Abwanderung, mittlerweile nur noch überwiegend durch Besatz aufrecht zu erhalten. Der Aal ist bis in die Oberläufe der Fließgewässer verbreitet. Seine wirtschaftshistorische Bedeutung spiegelt sich in alten Ortsnamen wie z.B. Aalkorb an der Wiesent (Einzugsgebiet Regnitz) wieder.

Aal, Atlantischer Lachs und Meerforelle als Langdistanzwanderer erreichten über die Elbe auch das bayerische Elbeeinzugsgebiet und hatten ihre dortigen Verbreitungsschwerpunkte in der Sächsischen Saale und der Eger.

Neben den Langdistanzwanderern sind besonders die rheophilen Cyprinidenarten von der eingeschränkten longitudinalen Durchwanderbarkeit der Fließgewässersysteme und den gleichzeitigen Habitatverlusten betroffen.

Insgesamt 11 von 14 Arten werden in Bayern bereits in einer Gefährdungskategorie eingestuft (vom Aussterben bedroht, stark gefährdet, gefährdet). Zwei weitere finden sich auf der Vorwarnliste (BOHL et al. 2003).

Neben dem spezifischen Anspruch an die Beschaffenheit von Strömung und Substrat (zumeist Hartsubstrate unterschiedlicher Fraktionen) am Laichplatz, muss auch die Funktionalität des Laichplatzes gewährleistet sein. Nur der Bestand von Hartsubstratbänken gewährleistet noch nicht die vollständige Eignung zur Reproduktion, wenn die Lebensraumqualität im Kieslückensystem, dem Ort der Eiablage und der Entwicklung der Dottersacklarve, aufgrund von Sedimentbelastung, Sauerstoffzehrung bzw. Verpilzung keine Embryonalentwicklung zulässt (STROHMEIER et al. 2005). Die Feinsedimentbelastung (durch Materialeintrag aus der Fläche) und Ablagerung auf den Sohlsubstraten nimmt durch Querverbauungen und Staubaumbildung im Fließgewässer zu. Gelingt das Schlüpfen, haben auch die larvalen und juvenilen Entwicklungsstadien in ihrer weiteren Entwicklung besondere Ansprüche an die Habitatstrukturen. Die frühen Entwicklungsstadien zeigen eine starke Bindung an strukturreiche Uferzonen und kleinräumige Strömungsmosaik. Von ruhigen Buchten aus werden im Laufe der ontogenetischen Entwicklung zunehmend stärker angeströmte Kiesbänke und Schotterstrukturen besiedelt. Beispielhaft sei dies hier an der Entwicklung der Barbe (*Barbus barbus* L.) im ersten Sommer dargestellt. Die juvenilen Barben finden sich im Frühsommer vorrangig in strömungsberuhigten Buchten und ruhigeren Altwasserübergängen während sie im Spätsommer bereits schwerpunktmäßig entlang stark angeströmter Kiesbereiche und in flachen Rauschenstrecken stehen

(FREYHOF 1996; SPEIERL 2003). Die strukturreichen Mündungsbereiche von Zubringern und die Nebenarmsysteme sind ebenfalls wichtige Habitattypen für die rheophilen Fischarten (SCHIEMER et al. 1994; SPEIERL et al. 2002) und gewährleisten die Besiedlung und den Fortbestand der Population im Einzugsgebiet. Die Bedeutung der Mündungszonen als wichtige Laichgebiete für die Nase (*Chondrostoma nasus* L.) in Bayern zeigte z.B. REINARTZ (1997). All diese genannten Habitatstrukturen wurden durch Regulierung, Bau von Wasserkraft und Längsverbauungen großflächig zerstört.

Um ihre Laichgebiete zu erreichen führen die adulten Fische Wanderungen über weite Distanzen durch. Die Wanderdistanz ist dabei zwar einerseits artspezifisch geprägt, kann aber andererseits durchaus variabel sein. Die Ausprägung unterschiedlichen Wanderverhaltens innerhalb von Populationen bezeichnete STOTT (1967) als „mobile“ bzw. „standorttreue“ Komponente. Unter widrigen Bedingungen nimmt dabei der Anteil der „mobilen Komponente“ in den Fischbeständen zu. PENÁZ et al. (2002) zeigten für die Barbe eine Zunahme der mobilen Individuen bei abnehmender Habitatvielfalt. Bei weiteren Fischarten wie Äsche (*Thymallus thymallus* L.), Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*), Rutte (*Lota lota* L.) und Zander (*Sander lucioperca* L.) beeinflussen auch das Angebot an Nahrung und die vorgefundenen Umweltbedingungen das Wanderverhalten und die Wanderdistanz (LUCAS U. BARAS 2001).

Der Mangel an strukturell und funktionell geeigneten Laichplätzen, ungenügende bzw. fehlende Habitatangebote für die Jungfischentwicklung, mangelnde räumliche Vernetzung der unterschiedlichen Habitate und eine mangelnde Gewässervernetzung mit den Zubringern auf der Ebene des Einzugsgebietes sind als Hauptursache für dramatische Bestandsrückgänge bei vielen Fischarten zu sehen. Besonders offensichtlich wird dies bei Nase und Barbe. Diese beiden rheophilen Wanderfischarten prägten mit ihren großen Beständen ehemals die Fischaufkommen der Potamalregion in den Fließgewässern. TEROFAL (1977) weist z.B. den Main als einer der fischreichsten Gewässer Europas aus, geprägt durch die Massenaufkommen von Nase und Barbe. Aktuell sind beide Fischarten europaweit gefährdet (BLESS et al. 1994; HARSANYI U. ASCHENBRENNER 1995; LUSK 1995; KAPPUS et al. 1997; REINARTZ

1997). Es ließ sich jedoch auch zeigen, dass bei gegebener bzw. wiederhergestellter Längsdurchgängigkeit und gleichzeitig verbessertem Angebot an Laichplätzen und Jungfischhabitaten der Anteil der Barbe am Gesamtfischbestand wieder zunimmt (SPEIERL 2007).

Die Möglichkeit zum Wechsel zwischen den jeweils optimalen Habitaten im Jahresverlauf bzw. im Laufe der ontogenetischen Entwicklung ist für viele Fischarten der Schlüsselfaktor für stabile Bestände (ZITEK et al. 2007). Das qualitative Angebot und die quantitative Ausdehnung der Habitate bestimmt die Bestandsdichten und im Weiteren die Artenvielfalt. Die Bedeutung eines entsprechenden Habitatangebotes bzw. einer ausreichenden Habitatvernetzung innerhalb der Potamalregion wurde bereits am Beispiel der Barbe kurz dargestellt. Für die Meta- bzw. Hyporhithralzone wird im Folgenden die Äsche ausgewählt. Als Laichplätze dienen kiesüberströmte, seichte Furten (Wassertiefe 20 bis 30 cm) mit Kolken im Abstrombereich. Diese werden als Ruhestandorte der Laichfische genutzt. Nach Schlupf werden die Larven verdriftet. Als Larvalhabitate dienen seichte, sandige bis feinkiesige Ruhigwasserzonen. Im Laufe der Entwicklung wechseln die Jungfische an tiefere, stärker angeströmte Kiesbereiche. Die Winterung der Jungfische erfolgt in Buchten stromabwärts der beschriebenen Kiesbänke, die adulten Fische stehen in tiefen Kolken. Von dort aus werden zur Laichphase die Laichbereiche wieder aufgesucht. Die Wanderdistanz bei Laichzug und Winterung kann dabei zwischen 3 bis 100 km variieren (LUCAS U. BARAS 2001).

Diese Beispiele verdeutlichen, dass sich die longitudinale und die laterale Durchgängigkeit bzw. Konnektivität ergänzen müssen, um die ursprüngliche, gewässertypische Fischfauna zu erhalten bzw. wiederherzustellen. Neben der Längsdurchgängigkeit wird die Schaffung von Laichzonen und diverser Habitats entlang der Uferlinie bzw. im amphibischen Übergangsbereich als wichtigste Maßnahme angesehen (vgl. SCHIEMER 1988; SCHIEMER et al. 1991; SCHIEMER U. WAIDBACHER 1992; SCHIEMER U. ZALEWSKI 1992; SCHIEMER 1999; WARD et al. 1999).

Erfolgversprechend für eine Sanierung der Fischbestände sind demnach nur Maßnahmen, die über einen funktionierenden Fischaufstieg auch qualitativ hochwertige und quantitativ ausreichende Lebensräume erschließen. Ist dies nicht der Fall, führt auch ein optimal funktionsfähiger Fischaufstieg nicht zu einer ökologischen Verbesserung für den Fischbestand (NORTHCOTE 1998). In welchem Rahmen Fischarten auf eine vorgefundene Habitatdegradation durch weiteres Abwandern reagieren, wurde bereits am Beispiel der Barbe dargestellt (PENÁZ et al. 2002). Neben den Defiziten bei der Durchgängigkeit sind demnach auch die strukturellen Defizite in den Fließgewässern für eine optimale Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie anzugehen. Im vorliegenden Priorisierungskonzept wurde der Komponente Habitatqualität Rechnung getragen, in dem für die Priorisierung auch der Lebensraumzugewinn und die Qualität des Gewässerabschnittes nach der Gewässerstrukturkartierung berücksichtigt wurden. Zusätzlich ist das Wissen um das Wanderverhalten und die Mindestarealansprüche der Fischarten zu verbessern, um zukünftig eine bessere Einschätzung und Bewertung von Maßnahmen vollziehen zu können.

#### **2.4.5.1 Donausystem**

Die Donau gilt bezüglich der Fischfauna bis in die Gegenwart als artenreichster europäischer Fluss. Nach dem Abschmelzen der Gletscher am Ende der letzten Eiszeit war die Donau aufgrund ihrer geografischen Lage und großen räumlichen Ausdehnung die entscheidende Verbindungsachse für die Wiederbesiedelung vormals vereister Gebiete Mitteleuropas aus den klimatisch begünstigten Refugialzonen des mittleren Donauabschnittes und des ponto-kaspiischen Raumes. Darüber gilt der Donauroaum auch als Entstehungsgebiet neuer Formen.

Der ursprüngliche Zustand war gekennzeichnet durch eine weitgehend unbehinderte Durchwanderbarkeit der Haupt- und Seitengewässer sowie eine enge Verzahnung der Fließgewässerhabitate mit den flussbegleitenden Auegewässern. In Abhängigkeit von den artspezifischen Lebensraumsprüchen etablierten sich in den vielgestaltigen Lebensräumen der jeweiligen Fließgewässerzonen ausgehend vom Mündungsbereich im Donaudelta bis hinauf in die hochalpinen Gebirgsbäche die jeweils typischen Fischartengemeinschaften.

Als meerwandernde Fischart drangen verschiedene Störarten zur Verrichtung des Laichgeschäfts aus dem Schwarzen Meer zum Teil bis in die bayerische Donau und ihre Nebenflüsse vor. In der unteren Donau wurden Störe bereits im Altertum um 3500 v. Chr. wirksam mit Harpunen und mithilfe von Holzzäunen befischt. Insbesondere der Hausen war aufgrund seiner Körpergröße (bis 1,5 t bei einer Länge bis über 8 m) eine begehrte Beute. Im Mittelalter erreichte die intensive Störfischerei in der Donau dann ihren Höhepunkt. Dabei wurde u. a. mit Fangzäunen aus Weidengeflecht der gesamte Flussquerschnitt abgeriegelt und die zum Ablaichen aufsteigenden Störe in großen Reusen gefangen. Aufgrund dieses massiven Raubbaues kam es zu einem drastischen Rückgang der Bestände, so dass die Störfischerei im bayerisch-österreichischen Donauabschnitt bereits 17. und 18. Jahrhundert zusammenbrach (ZAUNER 1997). Seit dem 19. Jahrhundert (und damit schon vor dem Bau der großen Flusskraftwerke) ist in der bayerischen Donau kein Wanderstör mehr gefangen worden. Heute wird der Aufstieg der verbliebenen Laichstöre bereits am Eisernen Tor an der Grenze von Rumänien zu Serbien durch zwei Staustufen unterbrochen. Wertvolle Schlüsselhabitate, insbesondere Laichplätze in der Mittleren Donau sind den Stören damit nicht mehr zugänglich.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts begannen erste größere wasserbauliche Korrekturen in und am Fluss, die zunächst in erster Linie auf Hochwasserschutz, Flächengewinn, Verhinderung von Flussverlagerung sowie Verbesserung der Schifffahrt abzielten. Mit dem Bau der ersten großen Flusskraftwerke in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde die ungehinderte Durchgängigkeit des Hauptstroms sowie seiner seitlichen Zuflüsse schließlich unterbrochen. Ausbau und Begradigung und vor allem auch die Zerstückelung durch Stauhaltungen wurden so weit vorangetrieben, dass heute von den 385 Kilometern bayerischer Donau nur noch etwa ein Viertel über längere Distanzen frei fließen kann. Eine ähnliche Situation zeigt sich in den Unterläufen einiger größerer Nebenflüsse der Donau, wie z.B. des Inn, der Iller

oder des Lech. Über weite Strecken sind diese Flüsse zu einer Aneinanderreihung von Stauhaltungen degradiert. Ein typischer Fließgewässercharakter ist in den Stauketten nur noch eingeschränkt im Bereich der Stauwurzeln erhalten geblieben.

Neben zahlreichen anderen Ursachen, wie der Einführung gebietsfremder Arten, Verschlechterung der Wasserqualität, Wärmebelastung, oder Überfischung einzelner Bestände tragen die umfangreichen flussbaulichen Eingriffe maßgeblich zu einer Verschiebung des fischfaunistischen Artenspektrums bei in der Donau und ihren Nebengewässern bei. So überwiegen aktuell in den gestauten Bereichen eurytope, indifferente und stagnophile Arten gegenüber typischen Vertretern der rheophilen Fischfauna. Als Folge der verringerten Fließgeschwindigkeit und der mit ihr einhergehenden verstärkten Sedimentablagerung verlanden die Stauräume zunehmend, so dass verfügbare Kieslaichplätze zur Reproduktion kieslaichender Arten wie Bachforelle, Äsche, Barbe, Nase, oder Schneider zumeist auf den eingeschränkten Bereich der Stauwurzel reduziert sind. Der Zugang zu weiter entfernt liegenden und ggf. günstigeren Laichhabitaten ist ihnen aufgrund der oftmals unüberwindbaren Querbauwerke verwehrt.

In den frei fließenden Abschnitten führen Flussbegradigungen und Uferverbau ebenfalls zu gravierenden Veränderungen für die Fischfauna. Infolge der Begradigungen nimmt die Fließgeschwindigkeit im Fluss zu und fördert die Tiefenerosion, so dass Altwässer und Nebengewässer nach und nach die Anbindung an das Hauptgewässer einbüßen. Flach auslaufende Kiesbänke, die als Fischbruthabitate von großer Bedeutung sind oder auch flache, schnell überströmte Kieslaichplätze gehen ebenso durch Erosion verloren. Ein Ausgleich durch nachrückendes Geschiebe von oben ist aufgrund der zahlreichen Querverbauungen vielerorts unterbunden, so dass sich die ursprüngliche vorhandene Strukturvielfalt der Flusssohle mit einem steten Wechsel aus Kiesauflagerungen und tiefen Senken nicht mehr ausprägen kann. Durch den technischen Uferverbau wird die Böschungsneigung vereinheitlicht und die ufernahe Fließgeschwindigkeit erhöht. Mit der Verarmung der Uferstrukturen verlieren jene Fischarten mit hohen Ansprüchen an die strukturelle Ausstattung ihrer Wohngewässer und an die Variabilität des Strömungsmusters zunehmend an Lebensraum und weichen ubiquitären Arten, d.h. Arten mit geringen Habitatansprüchen und hoher Anpassungsfähigkeit.

Mit dem Ausbau zahlreicher Fließgewässer im Donausystem ging ein Verlust der fischökologischen Wertigkeit einher, der insbesondere durch eine Abnahme typischer Fließgewässerarten gekennzeichnet ist (LOZAN et. al 1996). Eine Wiederherstellung ursprünglicher Lebensräume (Renaturierung) ist weiträumig in absehbarer Zeit nicht zu realisieren. Um den Status der Donau als fischartenreichster Fluss Europas auch für die Zukunft zu erhalten, ist daher vorrangig die Erreichbarkeit noch intakter Schlüsselhabitats, wie Laichplätze, Bruthabitate, Aufwuchshabitate oder Wintereinstände durch Wiederherstellung der Fließgewässerkontinuität sicherzustellen.

#### **2.4.5.2 Mainsystem**

Der Main bildet mit seinem Einzugsgebiet das größte Fließgewässersystem Nordbayerns. Das gesamte Einzugsgebiet des Mains umfasst 27200 km<sup>2</sup>. Davon liegen 19700 km<sup>2</sup> in Bayern. Der Oberlauf des Mains zwischen Bamberg und dem Zusammenfluss der beiden Quellflüsse Roter und Weißer Main wird Obermain genannt. Die Flussstrecke ab Bamberg nach Einmündung der Regnitz wird als bayerischer Untermain bezeichnet. Die wichtigsten Zubringer im oberen Main sind Frankenwald Rodach, Itz und Baunach. Durch die Regnitz wird der gesamte mittelfränkische Raum erschlossen. Ihre wichtigsten Zubringer sind Aisch, Pegnitz und Rednitz. Weitere wichtige Zubringer für den bayerischen Untermain sind im weiteren Verlauf die Fränkische Saale und die Sinn. Die Sinn mündet in den Mündungsbereich der Fränkischen Saale. Über diese werden die Mittelgebirgsbereiche der Rhön erschlossen. Insgesamt durchfließt der Main Bayern auf einer Länge von 458 km und entwässert über den Rhein in die Nordsee.

Die enge Koppelung des bayerischen Mainsystems und seiner großen Zubringer an den Rhein

und die Nordsee macht das Main Einzugsgebiet zu einem zentralen Wander- und Ausbreitungsbereich für viele Fischarten in Bayern. Von den ursprünglich 62 in Bayern heimischen Fischarten waren 40 Arten auch im Main Einzugsgebiet vorzufinden (LEUNER et al. 2000; IFL 2008). Das Arteninventar im Donausystem lag deutlich höher, doch kamen die insgesamt sieben Langdistanzwanderer Bayerns (Flunder unberücksichtigt, s. u. VON DER BORNE 1899) ursprünglich nur im Mainsystem vor.

Den einstigen Fischreichtum dieses Flusssystemes dokumentieren viele historische Belege. Demnach wurden bis ins 19. Jahrhundert hinein die Wanderfischarten Atlantischer Lachs (WEIGELT 1896), Atlantischer Stör (STADLER 1961), Meerforelle, Fluss- und Meerneunauge (JÄCKEL 1864; TEROFAL 1977; WONDRAK 1999) und Maifisch (VON SIEBOLD 1863; TEROFAL

1977) noch mehr oder minder häufig bei ihren Laichzügen im bayerischen Mainsystem nachgewiesen. Vereinzelt fingen die unterfränkischen Mainfischer sogar die Flunder, die „ab und zu in Unterfranken“ (FRAISSE 1880) bzw. „sehr selten bis in die Gegend von Klingenberg“ aufgeführt wurde (VON DEM BORNE 1882; TEROFAL 1980). Rezent kommt nur noch der Europäische Aal vor.

Die vorkommenden Langdistanzwanderer nutzten das Mainsystem jedoch nicht flächendeckend. Alle Arten waren nur im bayerischen Untermain nachzuweisen. In Fränkischer Saale und Sinn waren Aal, Lachs, Maifisch, Fluss- und Meerneunauge vertreten. In das Regnitzsystem zogen nur Aal, Maifisch, Fluss- und Meerneunauge. Über die Regnitzmündung hinaus im bayerischen Obermain kamen Aal, Flussneunauge, Lachs und Maifisch vor (BRÜCKNER 1926).

Vor den intensiven menschlichen Eingriffen in Aue und Fluss zu Beginn des 20. Jahrhunderts galt der Main als einer der fischreichsten Flüsse Europas (TEROFAL 1977). Die Fischbestände im bayerischen Main dominierten, neben dem Vorkommen dieser Langdistanzwanderer viele kies- und strömungsliebende Fischarten, wie Hasel, Nase und Barbe (BUNDSCHUH 1804; JÄCKEL 1864; BRÜCKNER 1926). Besonders die Barbe, wird für den Main Ende des 19. Jahrhunderts als „ungemein häufig“ beschrieben (FRAISSE 1880; in TEROFAL 1977).

Während der letzten zwei Jahrhunderte unterlagen sowohl der Obermain (GERLACH 1990) als der bayerische Untermain (WONDRAK u. SCHWEVERS 1999) und das Regnitzsystem starken gewässerbaulichen Veränderungen. Der Untermain wurde durch Stauhaltungen und Regulierung vollständig zur Schifffahrtsstraße ausgebaut, das Regnitzsystem ebenfalls durch die Schifffahrt bzw. den Kanalbau großflächig verändert. Am Obermain standen die Befestigung der Ufer und seine Laufregulierung im Mittelpunkt, um für die aufstrebende Flößerei einen geeigneten Wasserweg zu schaffen. Heute ist der Main von Bamberg bis zur Mündung in den Rhein auf einer Länge von 387 km Bundeswasserstraße und wird mit 35 Staustufen geregelt.

Diese Eingriffe blieben nicht ohne Folgen für die Fischbestände. Am Beispiel der Langdistanzwanderer im Mainsystem zeigt sich, dass trotz hoher hydromorphologischer und struktureller Dynamik in Flusssystemen, die zur ungleichmäßigen Verteilung von Fischbeständen führen können, generell flussab eine höhere Artenzahl erwartet werden kann (vgl. SCHLOSSER 1987). Die höhere Artenzahl flussabwärts geht mit einer Zunahme der Gilden und des Ertrages einher, wodurch das Wiederbesiedlungspotenzial gestärkt wird (BAYLEY u. OSBORNE 1993; SPEIERL 2007). Insbesondere für das Vorkommen und die Bestandsdichte der potamodromen Mitteldistanzwanderer (Barbe, Nase, Rutte) sind die Größe des Einzugsgebiets und das Gefälle von Bedeutung (STROHMEIER 2000; PONT et al. 2005). Ein ausreichend großes Einzugsgebiet begünstigt das Vorkommen aller art- und altersspezifisch notwendigen Habitattypen um den ganzen Migrations- und Lebenszyklus zu vollenden (LUCAS u. BARAS 2001). Voraussetzung dafür ist eine freie Vernetzung dieser funktionalen Lebensräume flussauf und flussab.

Anhand des ursprünglichen Fischbestandes im Mainsystem (Referenz-Fischzönose) wird der Idealfall einer freien Vernetzung des Mainsystems mit seinen wichtigsten Zubringern dargestellt. Die Zubringer können hinsichtlich ihrer Fließgewässerzonierung dabei selbst vom Epi-

potamal bis in das Rhithral reichen. Für die Darstellung wurden deshalb die typischen Fischarten berücksichtigt, die aufgrund der zurückgelegten Wanderdistanz bzw. ihres Lebenszyklus eine freie Längsdurchgängigkeit im Fließgewässer benötigen. Generell können drei Artengruppen eingeteilt werden:

1. Langdistanzwanderer, diadrome Fischarten, die Wanderungen von der Nordsee bis in das bayerische Mainsystem durchführen (u. a. TEROFAL 1977);
2. Mittelstreckenwanderer des Epipotamals, im speziellen Barbe, Nase und Rutte, die innerhalb des Mainsystems Wanderungen zwischen 30 bis 300 km durchführen;
3. Mittel- bis Kurzstreckenwanderer wie Bachneunauge und Äsche, die auf Wanderungen bis zu 30 km v. a. die Rhithralbereiche der Fließgewässer erschließen;

Neben der Längsvernetzung wurde anhand des Vorkommens rheophiler Fischarten ein weiterer qualitativer Habitataspekt der Gewässer bewertet (Tab. 9). Die rheophilen Fischarten stellen mittlerweile die gefährdetste Gruppe der heimischen Fischfauna dar (BLESS et al. 1998; LEUNER et al. 2000; BfN 2009).

Tab. 9: Die bayerischen Mainabschnitte und ihre Zubringer, bzw. die Zubringer zum Regnitzsystem, dargestellt nach Artenzahl und vier Artengruppen

Stromabschnitt	Zubringer	Artenzahl	Langdistanz	Mitteldistanz	Rhithral	Rheophile
Untermain	Untermain	37	7	3	2	22
	Fränkische Saale	31	5	3	2	18
	Sinn	23	5	3	2	13
	Regnitz	34	4	3	2	18
	Aisch (Regnitz)	24	1	3	2	11
	Rednitz (Regnitz)	29	1	3	2	15
	Pegnitz (Regnitz)	28	1	3	2	14
Obermain	Obermain	31	3	3	2	17
	Itz	26	3	3	2	16
	Baunach	21	2	2	1	11
	Fr. Rodach	26	2	3	2	14

Im Mainsystem sind die großen Zubringer Regnitz, Fränkische Saale und Itz die Hauptkomponenten für eine frei durchgängige Gewässervernetzung um einen ursprünglichen Fischbestand zu erhalten bzw. wieder zu etablieren. Dabei bilden die großen Zubringer und der Main selbst die Hauptquelle für potentiell mögliche Wiederbesiedlung der Zubringersysteme bei einer bestmöglichen Passierbarkeit von Wanderhindernissen. Eine freie Vernetzung im Untermainsystem ist besonders für die Langdistanzwanderer von erheblicher Bedeutung.

## 2.5 Querbauwerke

Dem vorliegenden Konzept liegen die Querbauwerke der „Projekt Datenbank Querbauwerke“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt zugrunde, die bayernweit in den Jahren 1996 bis 2009 erfasst und bewertet wurden. Im Erläuterungsbericht zur Datenbank wird die Methodik zum „Erfassen und Bewerten von Querbauwerken in Fließgewässern“ genauer erläutert.

### 2.5.1 Definition

Querbauwerke sind quer oder schräg zur Fließrichtung verlaufende künstliche Einbauten in

das Gewässerbett. Es handelt sich primär um Sohlen-, Regelungs- und Staubauwerke (Sohlrampen, Sohlstufen, Wehre, Staudämme). Diese Arten der Querbauwerke beeinträchtigen das Abflussgeschehen und verändern damit auch das Strömungsbild und die Strömungsvielfalt sowie die Abfluss- und Geschiebedynamik. Über die Veränderung der Schleppspannung beeinflussen sie Angebot, Art, Diversität und Beschaffenheit (Kolmation, Verschlammung) des Sohlsubstrats. Querbauwerke unterbrechen das Gewässerkontinuum und behindern oder unterbrechen damit die biologische Durchgängigkeit im Gewässersystem. Neben den genannten Querbauwerkstypen können auch Durchlässe und Verrohrungen das longitudinale Gewässerkontinuum unterbrechen und als nicht überwindbares Querbauwerk eingestuft werden. Dies ist der Fall bei Strömungsgeschwindigkeiten, die die Schwimmleistung der aufwandernden Fische übersteigt und bei einem zu geringen Wasserkörper, der einen Durchzug unterbindet.

Damit stellen die Querbauwerke neben der Einengung der Flüsse den massivsten anthropogenen Eingriff in die Fließgewässermorphologie dar.

### **2.5.2 Arten der Querbauwerke**

Unter anderem auch im Hinblick auf die Umsetzung der EG-WRRL wurden im Zuge der Erfassung und Bewertung von Querbauwerken folgende Arten von Querbauwerken erhoben und in die Datenbank Querbauwerke eingegeben:

- Absturz
- Absturztreppe
- Wehr
- Sohlrampe
- Sohlgleite/Sohlverbau
- Verrohrung
- Durchlass

Neben den Querbauwerken sind in der Datenbank auch die Wanderhilfen differenziert erfasst:

- Fischwanderhilfe, technisch
  - Aalleiter
  - Fische Schleuse
  - Denilpass
  - Vertical-slot-Pass
  - Beckenpass
  - Sonstige
- Fischwanderhilfe, naturnah
  - Teilrampe
  - Umgehungsbach
  - Rauhgerinnebeckenpass

### **2.5.3 Erfassung und Bewertung der Querbauwerke und Fischwanderhilfen**

Neben allgemeinen Daten zur Objekterfassung (Datum, Bearbeitungsnummer, Foto-, Karten-

und Orthofoto-Nr. sowie Bearbeiter-Name), den Daten zur Identifikation und Lage der Querbauwerke und den oben genannten Arten der Querbauwerke werden im Erhebungsbogen zur Durchwanderbarkeit von Querbauwerken in Fließgewässern folgende weitere Parameter erfasst:

- Funktion, Zustand und Konstruktionsmaterial des Querbauwerks,
- Fallhöhe,
- Abgelöster Wasserstrahl,
- Überfall in einen Kolk,
- Minimaler Stufenabstand,
- Fließgeschwindigkeit auf / im Objekt,
- Minimale Wassertiefe im Wanderweg,
- Sohlstruktur,
- Rückstau von Wehranlagen,
- Restwasserproblematik bei Ausleitungsbauwerken und
- Länge der Ausleitungsstrecke;

Für Fischwanderhilfen enthält der Erhebungsbogen folgende Angaben:

- Größte Fallhöhe zwischen zwei Becken,
- Abgelöster Wasserstrahl,
- Abmessungen der (des kleinsten) Becken(s),
- Sohlstruktur des Bauwerks,
- Dotation der Wanderhilfe,
- Länge der Wanderhilfe,
- Zahl der Becken,
- Maximale Fließgeschwindigkeit im Wanderweg,
- Minimale Wassertiefe im Wanderweg (Becken),
- Struktur der Querriegel,
- Wassermenge bzw. Leitströmung,
- Passierbarkeit des Ein-/Auslaufs,
- Auffindbarkeit der Wanderhilfe und
- Wartungszustand

Die oben genannten Angaben werden ergänzt durch Bemerkungen, Skizzen, Vorschläge für Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit, Angaben zu Auffindbarkeit und Passierbarkeit, Lage von Kraftwerken, Turbinenauslässen, Hauptströmung, Wanderungskorridoren u. a.;

Bei der Erfassung und Bewertung des Querbauwerks bzw. der Fischwanderhilfe vor Ort wird die Durchwanderbarkeit für Fische subjektiv in vier Bewertungsstufen eingeschätzt. Nach der Eingabe der Daten in die Datenbank Querbauwerke wird die fischbiologische Durchwander-

barkeit zusätzlich nach einem Bewertungsalgorithmus automatisch berechnet (objektive Bewertung). Sowohl für die subjektive als auch für die objektive Bewertung der Durchwanderbarkeit wurde dabei die Bewertungsstufen der Tab. 10 verwendet:

Tab. 10: Bewertungsstufen der fischbiologischen Durchwanderbarkeit von Querbauwerken / Fischwanderhilfen

Stufe	Stufe der Durchwanderbarkeit	Erläuterung
1	durchwanderbar	Das Bauwerk ist für alle Arten und Größenklassen ganzjährig uneingeschränkt durchwanderbar.
2	eingeschränkt durchwanderbar	Das Bauwerk ist für eine begrenzte Anzahl aller vorkommenden Arten und Größenklassen durchwanderbar.
3	mangelhaft durchwanderbar	Die Durchwanderbarkeit ist stark behindert. Das Bauwerk ist nur zeitweilig und/oder nur für bestimmte Arten bzw. Größenklassen durchwanderbar.
4	nicht durchwanderbar	Das Bauwerk ist generell nicht durchwanderbar. Eine vereinzelte Passage ist selten, aber nicht völlig ausgeschlossen.

Im vorliegenden Priorisierungskonzept für Bayern wurden die Bewertungen der Durchwanderbarkeit der Querbauwerke der Stufen 1 und 2 als „durchgängig“ und die Bewertungen der Stufen 3 und 4 als „nicht durchgängig“ zusammengefasst.

#### 2.5.4 Anzahl und Dichte der Querbauwerke

In Bayern wurden bisher 29124 Querbauwerke erfasst und bewertet (Tab. 11). Die Gewässer 1. und 2. Ordnung bzw. die Fischfaunistischen Vorranggewässer sind komplett kartiert. An Gewässern 3. Ordnung ist die Durchgängigkeit der Querbauwerke derzeit erst zu einem kleinen Teil bewertet.

In den Fischfaunistischen Vorranggewässern mit einer Fließgewässerslänge von 12248 km gibt es gemäß Datenbank insgesamt 19666 Querbauwerke (Tab. 11). Die durchschnittliche Dichte aller Querbauwerke beträgt hier somit 1,6 Qbw / km; durchschnittlich alle 0,6 km Fließgewässerslänge wurde ein Querbauwerk errichtet. Nur die undurchgängigen Querbauwerke in Fischfaunistischen Vorranggewässern erreichen eine durchschnittliche Dichte von 0,7 / km; damit verhindert durchschnittlich alle 1,4 km Fließgewässerslänge ein Querbauwerk die Durchwanderbarkeit für Fische.

Tab. 11: Anzahl der Querbauwerke (Qbw) in den Planungsräumen Bayerns (durchgängig = durchwanderbar + eingeschränkt durchwanderbar, nicht durchgängig = mangelhaft durchwanderbar + nicht durchwanderbar); Stand 2010

Planungsraum	Qbw gesamt [Anzahl]	durchgängige Qbw [Anzahl]	undurchgängige Qbw [Anzahl]	Qbw in VG [Anzahl]	durchgängige Qbw in VG [Anzahl]	undurchgängige Qbw in VG [Anzahl]	Fließgewässerslänge VG [km]	Dichte undurchgängiger Qbw in VG [Anzahl/km]
Unterer Main	4880	2984	1896	4053	2562	1491	1445	1,0
Oberer Main	2158	1053	1105	1941	968	973	831	1,2
Saale-Eger	870	543	327	682	451	231	394	0,6
Regnitz	3590	1723	1867	3055	1550	1505	1536	1,0
Naab-Regen	2681	1384	1297	1887	1122	765	1865	0,4
Altmühl-Paar	2803	1412	1391	1292	652	640	937	0,7
Iller-Lech	4040	1984	2056	1899	991	908	2027	0,4
Isar	2694	1082	1612	1241	622	619	1293	0,5
Inn	5222	2990	2232	3609	2303	1306	1841	0,7
Bodensee	186	108	78	7	2	5	79	0,1
Bayern	29124	15263	13861	19666	11223	8443	12248	0,7

## 3 Datengrundlagen

### 3.1 Fischfaunistische Vorranggewässer

Für die Bewirtschaftungsplanung im Rahmen der EG-WRRL wurden bayernweit die aus fischfaunistischer und naturschutzfachlicher Sicht wichtigsten potenziellen Hauptwanderwege der Fische (Vorranggewässer) ermittelt, in denen vorrangig die fischbiologische Durchgängigkeit hergestellt werden soll. Die fischfaunistischen Vorranggewässer wurden nach folgenden Kriterien ausgewählt (Karten 12.1.1.1 bis 12.1.10.1 im Anhang):

- Wanderfischarten, die nach der Roten Liste Bayerns einen Gefährdungsstatus aufweisen (Aal, Äsche, Bachneunauge, Barbe, Frauenerfling, Huchen, Nase, Rutte, Schied, Seeforelle, Strömer),
- Verbreitungsgebiet ausgewählter Fischarten der FFH-Richtlinie,

Dabei wurden die für die Umsetzung der EG-WRRL erstellten Referenzfischlebensgemeinschaften und das aktuelle Vorkommen der Arten mitberücksichtigt.

Es zeigte sich, dass die Auswahl der oben genannten, rezent vorkommenden Wanderfischarten gleichzeitig die historisch belegten Einzugsgebiete der verschollenen bzw. ausgestorbenen Wanderfischarten mit abdeckte. Als solche sind für Bayern der Atlantische Lachs, der Maifisch, die Meerforelle, das Meerneunauge, das Flussneunauge (vgl. Referenzfischlebensgemeinschaften) und der Stör (vgl. Leuner et al. 2000) zu nennen.

Folgende regionale Unterschiede wurden beachtet:

Im Donauebiet wurden zehn Fischarten berücksichtigt, Lachs und Aal fehlen hier natürlicherweise. Im Rhein-Elbe-Gebiet wurden acht Fischarten zur Auswahl herangezogen; hier fehlen Frauenerfling und Huchen. Ausnahmen stellen Strömer und Seeforelle dar, die im Bodenseeeinzugsgebiet berücksichtigt wurden.

Als Datenquellen zur Auswahl der fischfaunistischen Vorranggewässer wurden die Referenzen (Gesamtanteil der einzelnen Fischarten, Fischregion, Referenzarten, Anzahl der Leitarten, typspezifische Arten, Begleitarten, maximale und minimale Höhe, Gefälle, Mittelwasserabfluss und Migrationsindex), die Ergebnisse aus dem EG-WRRL-Fischmonitoring (soweit vorhanden) und die Fischartenkartierung des Instituts für Fischerei (veröffentl. 2000) herangezogen.

Die fischfaunistischen Vorranggewässer werden als maßgebliches Gewässernetz für das Priorisierungskonzept zugrunde gelegt.

### 3.2 Weitere Studien zur biologischen Durchgängigkeit

Ergänzend dazu wurden bzw. werden von den zwei großen Wasserkraftunternehmen E.ON Wasserkraft GmbH und BEW sowie der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung für Teilbereiche des bayerischen Fließgewässernetzes Studien zur biologischen Durchgängigkeit erstellt. Auf der LfU-Internetseite sind die Berichte – soweit sie schon vorliegen – abrufbar.

Die Ergebnisse der Studien werden noch mit denen aus diesem Konzept insbesondere hinsichtlich der Prioritäten abgeglichen. Hierzu finden 2011 zwischen der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (für die Bundeswasserstraßen-Abschnitte) sowie den betroffenen Wasserkraftbetreibern Abstimmungsgespräche statt, mit dem Ziel, die Rangfolge von Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit an der Donau und den großen Nebenflüssen sowie am schiffbaren Main begründet festzulegen.

Die wesentlichen Ergebnisse der bisher vorliegenden Studien zur biologischen Durchgängigkeit sind in den Abschnitten, in denen die einzelnen Planungsräume behandelt werden (Anhang) zusammengefasst. Die Durchgängigkeitsstudie schiffbarer bayerischer Main sowie die

Studie im Auftrag der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung der Bundesrepublik Deutschland konnten hier noch nicht berücksichtigt werden.

### 3.3 Referenzzönosen Fische

Zur Bewertung der fischfaunistischen Vorranggewässer wurde der Referenzzustand herangezogen, an dem sich die Defizite des Ist-Zustands messen und Entwicklungsziele einordnen lassen. Das Ziel des „guten ökologischen Zustands“ wird in der EG-WRRL als geringfügige Abweichung von der typspezifischen Referenz beschrieben. Diese und damit der „sehr gute Zustand“ wird für die Fischfauna folgendermaßen formuliert:

Zusammensetzung und Abundanz der Arten entsprechen vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse. Alle typspezifischen störungs-empfindlichen Arten sind vorhanden. Die Altersstrukturen der Fischgemeinschaften zeigen kaum Anzeichen anthropogener Störungen und deuten nicht auf Störungen bei der Fortpflanzung oder Entwicklung irgendeiner besonderen Art hin.

Im Zuge der Priorisierung wurde der Migrationsindex der Referenzzönosen Fische bei der Festlegung (Arbeitsschritt 2b) und bei der Auswahl (Arbeitsschritt 3) der Flusswasserkörper eingesetzt (s. Kap. 4).

### 3.4 Monitoringergebnisse nach der EG-WRRL

Aus den Ergebnissen des Monitorings im Rahmen der EG-WRRL wurden für das vorliegende Konzept folgende Daten verwendet:

- FIBS-Gesamtbewertung
- Migrationsindex
- Fischdichte nach Arten/100m
- Ökologischer Zustand bzw. ökologisches Potential
- Einstufung (nicht erheblich verändert, erheblich verändert, künstlich)

Da bisher nicht für alle FWK der fischfaunistischen Vorranggewässer Fisch-Monitoringergebnisse vorliegen, wurden fehlende Messwerte durch Bewertungen im Rahmen der Bestandsaufnahme auf der Grundlage der hydromorphologischen Verhältnisse ergänzt.

Die Werte aus der FIBS-Gesamtbewertung wurden im Sinne der EG-WRRL wie folgt klassifiziert:

- Zielerreichung: Bewertungen *sehr gut* und *gut* bzw. *gut* und *besser* in erheblich veränderten oder künstlichen Wasserkörpern;
- Zielverfehlung: Bewertungen *mäßig*, *unbefriedigend*, *schlecht*.

Bei den Werten der Ableitung aus der Bestandsaufnahme wurde folgende Einteilung im Sinne der EG-WRRL vorgenommen:

- Zielerreichung zu erwarten: Bewertungen *gut*
- Zielverfehlung unwahrscheinlich: Bewertungen *mäßig*
- *keine Relevanz* (Fische keine relevante Qualitätskomponente)

Der Migrationsindex, der eine Bewertung der gegenwärtigen Wanderfischarten-Zusammensetzung im Vergleich zur Referenzbiozönose darstellt, wird im Rahmen eines Punkterankings in

- Score 1 (starke Abweichung)

- Score 3 (geringe Abweichung)
- Score 5 (keine relevante Abweichung)

eingeteilt. Score 1 (*pessimal*) wurde beim Arbeitsschritt 3 der Bewertungstabelle für die Auswahl der Flusswasserkörper zugrunde gelegt (s. Kap. 4).

Die FIBS-Gesamtbewertung und der Migrationsindex aus dem FIBS wurden beim Arbeitsschritt 3 der Bewertungstabelle der Auswahl der FWK zugrundegelegt.

Im Rahmen des Monitorings zur EG-WRRL wurden folgende Wanderfischarten an 257 Messstellen in Bayern erfasst: Aal, Äsche, Bachneunauge, Barbe, Frauenerfling, Huchen, Nase, Rapfen, Rutte, Seeforelle.

Für die Charakterisierung der fischfaunistischen Vorranggewässer wurden verwendet:

- Ökologischer Zustand bzw. ökologisches Potential in den Stufen sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend und schlecht,
- Einstufung in den Kategorien nicht erheblich verändert, erheblich verändert (HMWB) und künstlich (AWB)

### **3.5 Fischartenkartierung**

Die Fischartenkartierung Bayerns (IFI 2000) umfasst die Erhebungen der Wanderfischarten in 100 m-Abschnitten (Aal, Äsche, Bachneunauge, Barbe, Frauenerfling, Huchen, Nase, Rapfen, Rutte, Seeforelle) für 2865 Messpunkte.

Der Wanderfischbestand ging im vorliegenden Priorisierungskonzept als Kriterium zur Bewertung der Querbauwerke in die Bewertungstabelle (Arbeitsschritt 6c) ein, wenn das zu bewertende Querbauwerk oberhalb eines Fließgewässerabschnitts mit gutem Wanderfischbestand liegt. Dabei wurde die Häufigkeit der Wanderfische von 10 oder mehr Fischen pro 100 m als gut ausgeprägter Wanderfischbestand eingestuft.

### **3.6 Gebiete nach der Richtlinie 92/43/EWG (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie)**

Gebiete nach der Richtlinie 92/43/EWG (FFH-Gebiete), welche fischfaunistische Vorranggewässer enthalten, wurden als Bewertungskriterium herangezogen. Dabei wurden nur diejenigen FFH-Gebiete berücksichtigt, deren Standarddatenbögen Wanderfische ausweisen und deren gebietsbezogen konkretisierte Erhaltungsziele auf Wanderfische bezogen sind.

### 3.7 GIS-Daten

Zur Erfassung, Bearbeitung, Organisation, Analyse und Präsentation geographischer Daten wurde das Geographische Informationssystem ArcGIS verwendet. Folgende Daten standen im shape-Format zur Verfügung (Tab. 12).

Tab. 12: ArcGIS-shapes

shape-Name	Inhalt
ASK_GEWAESSER	Gewässer der Artenschutzkartierung Bayerns (ASK)
ASK_PUNKTE	Punktuelle Vorkommen von Arten der ASK
ASK_SONSTIGE	Flächenhafte Vorkommen von Arten der ASK
bayern	Grenze von Bayern
bbis_w_bauw_stm	Auf das geroutete Gewässernetz referenzierte Querbauwerke
BBIS_W_FGN25_RGKM_STM	Geroutetes Gewässernetz
Fischfaunistische_Referenzen	Fischfaunistische Referenzzönosen
fk5-blattschnitte	Blattschnitte der Flurkarten M 1:5000
fwk_fischergebnisse_20091015	Fischökologische Bewertung der Flusswasserkörper durch Ableitung aus der Bestandsaufnahme
gep2008	Arbeitsstand der Gewässerentwicklungsplanung
gew1-2	Gewässer 1. und 2. Ordnung
gsk(2002)	Gewässerstrukturgütekartierung, Übersichtsverfahren
korrigiertes-fischfaun_vorrang-gew_081103	Fischfaunistische Vorranggewässer
landkreise	Landkreise
owk_r63_20090723	Flusswasserkörper
planungsraeume	Planungsräume nach der EG-WRRL
qbw(29519)	Querbauwerke der Datenbank Querbauwerke
regierungsbezirke	Regierungsbezirke
siedl500_f	Siedlungsgrenzen M 1:500000
tk25-blattschnitte	Blattschnitte der TK 25
wwa	Amtsbezirke der Wasserwirtschaftsämter
12_grad_ffh_211204_korr_maerz2006	FFH-Gebiete

In Fließgewässerabschnitten, in denen keine Übersichtskartierung der Gewässerstrukturkartierung vorlag, wurden, soweit vorhanden, shapes und Tabellen der Vor-Ort-Kartierungen der Gewässerstrukturkartierung herangezogen.

Flächendeckend für Bayern standen weiterhin digitale Orthofotos, digitale topographische Karten M 1:25.000 und für Teilbereiche das digitale Arten- und Biotopschutzprogramm (ABSP) zur Verfügung.

### 3.8 Datenbank Querbauwerke

Die Datenbank Querbauwerke des LfU liefert die Informationen zu Lage, Beschreibung und Bewertung der bisher erhobenen Querbauwerke in Bayern. Alle Querbauwerke in fischfaunis-

tischen Vorranggewässern sind erfasst und bewertet. Diese wurden der Bearbeitung des vorliegenden Konzepts zugrunde gelegt. Die Daten liegen als ArcGIS-shape und als Access-Datenbank vor.

Die Querbauwerke wurden mit Hilfe eines standardisierten Erhebungsbogens in den Jahren 1996 bis 2009 vor Ort erfasst und bewertet.

### **3.9 Fotos**

Digitalfotos, die im Zuge der Erhebung der Querbauwerke erstellt wurden, liegen für einen Großteil der Querbauwerke vor. In der Datenbank Querbauwerke wird der Bezug zu den Fotos durch einen Querverweis hergestellt. Sie wurden unterstützend neben den TK 25 und den Orthofotos zur Bewertung und Priorisierung der Querbauwerke herangezogen.

## **4 Vorgehensweise**

### **4.1 Priorisierung der Querbauwerke und der Flusswasserkörper**

Die Priorisierung nach fischbiologischen Gesichtspunkten bildet den zentralen Baustein im vorliegenden Konzept. Hiermit werden zeitlich vorrangig zu vernetzende Fließgewässerabschnitte unter Beachtung der fischökologischen Aspekte und der Vorgaben nach der EG-WRRL ermittelt, mit dem Ziel der Verbesserung der fischbiologischen Durchgängigkeit in den bayerischen Fließgewässern.

Die gewählte Vorgehensweise stellt in diesem Zusammenhang auch ein transparentes, nachvollziehbares mehrstufiges Bewertungsverfahren als Grundlage einer räumlich-zeitlichen Priorisierung durchgängig zu gestaltender Querbauwerke dar.

Die Erfassung und Bewertung der Querbauwerke (Wehre, Abstürze, Sohlrampen, Durchlässe etc.) und bestehender Fischwanderhilfen erfolgte auf der Basis eines standardisierten Erfassungsbogens. Hierbei wurde neben den kennzeichnenden Merkmalen der Querbauwerke die Durchgängigkeit für Fische bewertet.

Hinweis:

Betrachtet wurden ausschließlich die Querbauwerke innerhalb von Fließgewässern. Querbauwerke, die einen seenartigen Aufstau verursachen (Kategoriewechsel Fluss - See), werden einer gesonderten Betrachtung unterzogen und sind deshalb in den Ergebnisdarstellungen nicht enthalten. Beispiele hierfür sind Talsperren, Hochwasserrückhaltebecken mit Dauerstau oder Trinkwasserspeicher.

Die Priorisierung der Querbauwerke erfolgte nach der im Folgenden dargestellten Vorgehensweise immer auf die einzelnen Planungsräume bezogen (s. Tab. 13).

#### **Arbeitsschritt 1: Festlegung der fischfaunistischen Vorranggewässer**

Vom Institut für Fischerei (IFI) wurden mit Beteiligung der Fachberater für Fischerei und des LfU aus dem „WRRL-relevanten“ Fließgewässernetz die Fischfaunistischen Vorranggewässer bestimmt. Auswahlkriterien waren hierbei Wanderfischarten, die nach der Roten Liste Bayerns einen Gefährdungsstatus aufweisen und das Verbreitungsgebiet ausgewählter Fischarten der FFH-Richtlinie. Dabei wurden die für die Umsetzung der EG-WRRL erstellten Referenzfischlebensgemeinschaften und das aktuelle Vorkommen der Arten mitberücksichtigt (s. Kap. 3.1).

Die Kennzeichnung als Vorranggewässer bedeutet nicht, dass dieses zwangsläufig bzw. sofort auf gesamter Länge längsdurchgängig gemacht werden muss (auch eine Vernetzung von Teilkompartimenten bzw. die Schaffung lateraler Anbindungen kann zielführend sein).

Vorranggewässer können sowohl als „natürliches“ als auch als erheblich verändertes Gewässer ausgewiesen sein bzw. werden.

Hinweis:

Innerhalb fischfaunistischer Vorranggewässer ist grundsätzlich eine Wasserkraftnutzung möglich. Sie stellen somit keine sogenannten no-go-areas dar. Vielmehr müssen wie bisher in einer Einzelfallprüfung für die Alt- oder geplanten Neuanlagen die jeweiligen Standortgegebenheiten und Auswirkungen einer Anlage berücksichtigt, bewertet und fachlich abgewogen werden.

#### Arbeitsschritte 2a und 2b: **Festlegung der Hauptgewässer und Flussgebietsachsen**

Als Hauptwanderachsen der Wanderfische und deshalb vorrangig durchgängig zu gestaltende Fließgewässerabschnitte werden in Bayern die Flusswasserkörper (FWK) der Donau und des Mains als Hauptgewässer, die der Flüsse Sächsische Saale, Eger, Naab, Regen, Regnitz, Iller, Lech, Isar, Inn, Altmühl und Paar als Flussgebietsachsen definiert. Bei der Festlegung der Flussgebietsachsen werden FWK ohne Wanderfischvorkommen (Festlegung für diesen Schritt: Migrationsindex der Referenzzönose Fische (gerechnet)  $MI_{\text{Referenz}} \leq 1,1$ ) nicht berücksichtigt.

#### Arbeitsschritt 3: **Auswahl von FWK mit vorrangigem Handlungsbedarf außerhalb von Hauptgewässern und Flussgebietsachsen**

Als FWK mit vorrangigem Handlungsbedarf werden grundsätzlich diejenigen Abschnitte der fischfaunistischen Vorranggewässer (außerhalb der Hauptgewässer und Flussgebietsachsen) betrachtet, die beim Fisch-Monitoring eine „mäßige bis schlechte“ fischökologische Gesamtbewertung („Zielverfehlung bei der Qualitätskomponente Fischfauna“), verbunden mit einer schlechten Bewertung des Migrationsindex  $MI = 1$ ) aufweisen und somit als defizitär hinsichtlich der Wanderfischfauna eingestuft sind. Ausgewählt werden dabei nur FWK mit Wanderfischvorkommen (s. o. unter Arbeitsschritt 2.); dies sind insbesondere die Unter- und Mittelläufe der ausgewählten Fließgewässerabschnitte.

Hinweis: Grundsätzlich werden FWK, für die bei Durchführung der Berechnungen noch keine Monitoring-Ergebnisse vorlagen, nicht in diesen Auswahlprozess einbezogen. Um das potenzielle Verbreitungsgebiet der Seeforelle jedoch in die Auswahl einbeziehen zu können, wird im Planungsraum Bodensee auf die Bestandsaufnahme zurückgegriffen und es werden hier auch „mäßige“ fischökologische Einstufungen der FWK aus der Bestandsaufnahme berücksichtigt.

#### Arbeitsschritt 4: **Festlegung der Verbindungsabschnitte**

Um die FWK mit vorrangigem Handlungsbedarf aus Arbeitsschritt 3 mit den Hauptgewässern bzw. Flussgebietsachsen zu verbinden, werden diejenigen FWK, welche die kürzeste Gewässerverbindung zwischen den in Arbeitsschritt 3 ausgewählten FWK und einem in Arbeitsschritt 2a festgelegten Hauptgewässer oder einer in 2b festgelegten Flussgebietsachse darstellen - soweit fischbiologisch erforderlich -, als Verbindungsabschnitte festgelegt. Im Planungsraum Bodensee übernimmt der Bodensee hierbei die Funktion eines Hauptgewässers.

#### Arbeitsschritt 5: **Zusammenfassen der festgelegten und ausgewählten FWK in zwei Gruppen**

Die in den Arbeitsschritten 2a und 2b festgelegten Hauptgewässer und Flussgebietsachsen werden in der Gruppe A zusammengefasst, die in den Arbeitsschritten 3 und 4 ausgewählten bzw. festgelegten FWK mit vorrangigem Handlungsbedarf und deren Verbindungen zu den Hauptgewässern und Flussgebietsachsen bilden die Gruppe B.

#### Arbeitsschritt 6a: **Bewertung der gruppierten FWK**

Die im Arbeitsschritt 5 gruppierten FWK werden, getrennt nach Gruppe A und B, nach den Kriterien Gewässerordnung, Lage in einem Hauptgewässer/einer Flussgebietsachse oder in einem direkten Anschluss an diese, Vorkommen wanderfischrelevanter FFH-Gebiete sowie Querbauwerksdichte bewertet.

Die Querbauwerksdichte errechnet sich aus der Anzahl der undurchgängigen Querbauwerke im FWK dividiert durch die Länge des FWK in km. Die Einteilung der auf diese Weise erhaltenen Werte in drei Klassen (gering, mittel und hoch) erfolgt nach für die jeweiligen Datenreihen geeigneten Perzentilen. Ein Fließgewässerabschnitt mit geringer Querbauwerksdichte soll grundsätzlich mit höherer Priorität durchgängig gestaltet werden.

Die Gesamtbewertung der ausgewählten FWK ergibt sich aus der Summe der Bewertungen der einzelnen Kriterien der FWK.

Hinweis: Es wurde bereits ein Ansatz entwickelt, wie die Erschließbarkeit von FWK im Maingebiet für diadrome Arten in diesem Schritt berücksichtigt werden kann. Da jedoch bisher eine Durchgängigkeit zwischen bayerischem Main Einzugsgebiet und Nordsee aufgrund außerhalb Bayerns liegender Querbauwerke nicht gegeben ist, kommt dieses Kriterium derzeit nicht zum Tragen.

#### **Arbeitsschritt 6b: Auswahl von FWK höherer Wertigkeit und Zuweisung von FWK der mittleren Priorität**

Übersteigt die Anzahl der zu bewertenden Querbauwerke in den in den Arbeitsschritten 2 bis 4 festgelegten/ausgewählten FWK innerhalb eines Planungsraums 300 undurchgängige Einzelobjekte, so werden von den FWK der Gruppe B die FWK des 60 %-Perzentils mit den höchsten Gesamtpunktzahlen ausgewählt. FWK, die als Verbindungsabschnitte für ausgewählte FWK notwendig sind, bleiben ebenfalls in der Auswahl. Die Querbauwerke der übrigen, hierbei nicht berücksichtigten FWK und deren Verbindungsabschnitte erhalten eine mittlere Priorität.

#### **Arbeitsschritt 6c: Bewertung der undurchgängigen Querbauwerke in den bewerteten FWK**

Die Bewertung der Querbauwerke in den im Arbeitsschritt 6a bewerteten und im Arbeitsschritt 6b ausgewählten FWK erfolgt nach den Kriterien Lage in einem Hauptgewässer/einer Flussgebietsachse, Mündungsnähe in einem direkten Zufluss zu einem Hauptgewässer/einer Flussgebietsachse, Lebensraumzugewinn, Anbindung an einen Fließgewässerabschnitt mit gutem Wanderfischbestand sowie Gewässerstruktur.

**Arbeitsschritt 7: Addition der Gesamtpunktzahl der einzelnen bewerteten Querbauwerke und der Gesamtpunktzahl der jeweiligen FWK, in denen die Querbauwerke liegen.** Jedes Querbauwerk erhält eine Gesamtbewertung aus der Bewertung der einzelnen Kriterien der Querbauwerke und der Gesamtbewertung des betreffenden FWK aus Arbeitsschritt 6a, getrennt nach Gruppe A und B.

#### **Arbeitsschritt 8: Priorisierung der Querbauwerke nach deren Gesamtpunktzahl**

Die Priorisierung der Querbauwerke ergibt sich aus deren Rangfolge der Gesamtpunktzahlen aus Arbeitsschritt 7: Das Querbauwerk mit der höchsten Punktzahl erhält den 1. Rang, die absteigenden Punktzahlen ergeben die weitere Rangfolge; gleiche Punktzahlen führen zum gleichen Rang.

Die Hälfte der Rangfolge mit den höchsten Gesamtpunktzahlen ergibt eine sehr hohe Priorität durchgängig zu gestaltender Querbauwerke, die andere Hälfte der Rangfolge besitzt hohe Priorität.

Den Querbauwerken der FWK, die beim Arbeitsschritt 6b aufgrund ihrer geringen Gesamtpunktzahl nicht zur Auswahl kommen, wird eine mittlere Priorität zugeordnet. Die weiteren nicht durchgängigen Querbauwerke der fischfaunistischen Vorranggewässer haben eine niedrigere Priorität.

#### **Arbeitsschritt 9: Aufstellen einer Rangfolge für FWK im Sinne Arbeitsschritt 3 und den zugehörigen Verbindungsabschnitten**

Für diese Fließgewässerabschnitte wird auf der Grundlage der Durchschnittspunktzahlen eine

Rangfolge gebildet.

Die Durchschnittspunktzahl der betrachteten Fließgewässerabschnitte errechnet sich aus der Gesamtpunktzahl aus dem Arbeitsschritt 7 dividiert durch die Anzahl der bewerteten Querbauwerke der entsprechenden Fließgewässerabschnitte.

## 4.2 Bewertungstabelle

Die Priorisierung der Querbauwerke und Flusswasserkörper erfolgt bayernweit nach folendem Schema. Die Ergebnisse sind immer auf den einzelnen Planungsraum bezogen.

Tab. 13: Bewertungstabelle zur fachlichen Priorisierung der Querbauwerke und der Flusswasserkörper

Arbeits-schritt	Auswahl-/Bewertungskriterien	Punkte
1	Auswahl: Fischfaunistische Vorranggewässer Flusswasserkörper (FWK), die gleichzeitig Fischfaunistische Vorranggewässer* <sup>1</sup> sind (Hinweis: Alle weiteren Arbeitsschritte beziehen sich auf diese ausgewählten FWK)	--
2	Festlegung der Hauptgewässer und Flussgebietsachsen* <sup>2</sup>	--
2a	Festlegung: Hauptgewässer Festlegung der FWK der Donau und des Mains als Hauptgewässer	--
2b	Festlegung: Flussgebietsachsen Festlegung der FWK der Flüsse Sächsische Saale, Eger, Naab, Regen, Regnitz, Iller, Lech, Isar, Inn, Altmühl und Paar als Flussgebietsachsen; nicht festgelegt werden dabei FWK mit $MI_{Referenz}^{*3} \leq 1,1$	--
3	Auswahl: FWK mit „Zielverfehlung Fische“ außerhalb der in 2) festgelegten Gewässer FWK aus 1) mit „Zielverfehlung Fische“ bei der fischökologischen Bewertung nach der EG- WRRL* <sup>4</sup> und gleichzeitig $MI^{*5} > 1$ ; nicht ausgewählt werden dabei FWK mit $MI_{Referenz}^{*3} \leq 1,1$ (Hinweis: in PR Bodensee wird mangels ausreichender Monitoringergebnisse zunächst auf die Bestandsaufnahme* <sup>4</sup> zurückgegriffen)	--
4	Festlegung: Verbindungsabschnitte Festlegung der FWK, welche die kürzeste Gewässerverbindung zwischen den in 3) ausgewählten FWK und einem in 2a) festgelegten Hauptgewässer oder einer in 2b) festgelegten Flussgebietsachse darstellen (außer fischbiologisch nicht erforderlich); im Planungsraum Bodensee übernimmt der Bodensee hierbei die Funktion eines Hauptgewässers	--
5	Zusammenfassen der FWK in 2 Gruppen Gruppe A: die in 2a) und 2b) festgelegten FWK Gruppe B: die in 3) und 4) ausgewählten bzw. festgelegten FWK	--
6	Bewertung der in 5) gruppierten FWK und deren undurchgängige Querbauwerke	--
6a	Bewertung der in 5) gruppierten FWK	--
	Gewässer 1. Ordnung* <sup>6</sup>	6
	Gewässer 2. Ordnung* <sup>6</sup>	4
	Gewässer 3. Ordnung* <sup>6</sup>	2
	Hauptgewässer (2a)/Flussgebietsachse (2b) oder direkter Anschluss an diese	6
	FWK der Gruppe A aus 5) mit „Zielverfehlung Fische“ bei der fischökologischen Bewertung nach der EG-WRRL* <sup>4</sup> und gleichzeitig $MI^{*5} > 1$	6
	FFH-Gebiet* <sup>7</sup> mit Anhang-II und -V-Wanderfischarten gemäß SDB* <sup>8</sup> , bzw. für das Erhaltungsziele* <sup>9</sup> für Wanderfische und/oder die Durchgängigkeit für Wanderfische festgelegt sind	6

Arbeits-schritt	Auswahl-/Bewertungskriterien	Punkte
	Nur Maineeinzugsgebiet*: Erschließung potenzieller FWK für kata-/anadrome Arten mainaufwärts bis einschließlich des Mündungsbereichs der Erf	6
	Nur Maineeinzugsgebiet*: Erschließung potenzieller FWK für kata-/anadrome Arten	3
	mainaufwärts bis zum Mündungsbereich des Oberen Mains	
	Nur Maineeinzugsgebiet*: Erschließung potenzieller FWK für kata-/anadrome Arten im oberen Mainsystem mainaufwärts bis zur Mündung der Frankenwald Rodach	2
	Nur Maineeinzugsgebiet*: Erschließung potenzieller FWK für kata-/anadrome Arten im oberen Mainsystem oberhalb der Mündung der Frankenwald Rodach und im Regnitzsystem	1
	Geringe Querbauwerksdichte* <sup>10</sup>	6
	Mittlere Querbauwerksdichte* <sup>10</sup>	3
	Hohe Querbauwerksdichte* <sup>10</sup>	1
6b	Auswahl von FWK höherer Wertigkeit und Zuweisung der mittleren Priorität Bei > 300 undurchgängigen Querbauwerken in den unter 6a) bewerteten FWK innerhalb des betrachteten Planungsraums: es werden die FWK der Gruppe A und des 60 %-Perzentils der Gruppe B mit den höchsten Gesamtpunktzahlen ausgewählt; FWK, die als Verbindungsabschnitte für ausgewählte FWK notwendig sind, bleiben ebenfalls in der Auswahl; die Querbauwerke hierbei nicht ausgewählter FWK erhalten die mittlere Priorität.	--
6c	Bewertung der undurchgängigen Querbauwerke der in 6a) bewerteten und 6b) ausgewählten FWK	--
	Querbauwerk in einem Hauptgewässer und mündungsnächstes Querbauwerk in einem direkten Zufluss zu einem Hauptgewässer	10
	Querbauwerk in einer Flussgebietsachse und mündungsnächstes Querbauwerk in einem direkten Zufluss zu einer Flussgebietsachse	8
	Zweitnächstes Querbauwerk zur Mündung in einem direkten Zufluss zu einem Hauptgewässer	6
	Zweitnächstes Querbauwerk zur Mündung in einem direkten Zufluss zu einer Flussgebietsachse	4
	Drittnächstes Querbauwerk zur Mündung in einem direkten Zufluss zu einem Hauptgewässer	2
	Drittnächstes Querbauwerk zur Mündung in einem direkten Zufluss zu einer Flussgebietsachse	1
	Lebensraumzugewinn oberhalb des Querbauwerks > 20 km* <sup>11</sup>	10
	Lebensraumzugewinn oberhalb des Querbauwerks > 10 km* <sup>11</sup>	8
	Lebensraumzugewinn oberhalb des Querbauwerks 5 bis 10 km* <sup>11</sup>	6
	Lebensraumzugewinn oberhalb des Querbauwerks 3 bis < 5 km* <sup>11</sup>	4
	Lebensraumzugewinn oberhalb des Querbauwerks < 3 km* <sup>11</sup>	1
	Querbauwerk oberhalb eines Fließgewässerabschnitts mit gutem Wanderfischbestand* <sup>12</sup>	3
	Zugewinn von Abschnitten mit Strukturklasse 1 – 3 der Gewässerstrukturkartierung oberhalb des Querbauwerks* <sup>13</sup>	3
7	Addition der Gesamtpunktzahl der einzelnen bewerteten Querbauwerke und der Gesamtpunktzahl der jeweiligen FWK, in dem die Querbauwerke liegen (getrennt nach Gruppe A und B)	--

Arbeits-schritt	Auswahl-/Bewertungskriterien	Punkte
8	Priorisierung der Querbauwerke, getrennt nach Gruppe A und B Die Rangfolge durchgängig zu gestaltender Querbauwerke ergibt sich aus deren Gesamtpunktzahl aus 7): Das Querbauwerk mit der höchsten Punktzahl erhält den 1. Rang, die absteigenden Punktezahlen ergeben die weitere Rangfolge; gleiche Punktzahlen führen zum gleichen Rang; sehr hohe Priorität: die Hälfte der Querbauwerke der oberen Ränge (hohe Gesamtpunktzahlen aus 7)); hohe Priorität: die Hälfte der Querbauwerke der niedrigen Ränge (niedrige Gesamtpunktzahlen aus 7)); mittlere Priorität: die Querbauwerke der FWK, die in 6b) nicht ausgewählt werden;	--
9	Gruppe B: Bildung einer Rangfolge der FWK im Sinne von 3) ggf. mit den zugehörigen Verbindungsabschnitten aus 4) auf der Grundlage der Durchschnittspunktzahlen deren Querbauwerke (Gesamtpunktzahl aus 7) dividiert durch die Anzahl der Querbauwerke der jeweiligen Fließgewässerabschnitte)	--

Folgende ergänzende Erläuterungen zur Tabelle werden gegeben:

\*1 Fischfaunistische Vorranggewässer, Auswahlkriterien: Verbreitungsgebiet ausgewählter Fischarten der Richtlinie 92/43/EWG (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) und der Roten Liste (Aal, Äsche, Bachneunauge, Barbe, Frauenerfling, Huchen, Nase, Rutte, Schied, Seeforelle, Strömer), basierend auf den für die EG-WRRL erstellten Referenzen und dem aktuellen Vorkommen; regionale Unterschiede:

Donaugebiet: 10 Arten; Lachs, Aal fehlend; Rhein-Elbe-Gebiet: 8 Arten; Frauenerfling, Huchen, Strömer (außer Bodenseeeinzug), Seeforelle fehlend; Datenquelle: Dateien Referenz, Bayfisch, FAK\_CPUE;

\*2 Mit der Festlegung der Hauptgewässer und Flussgebietsachsen werden andere Durchgängigkeitskonzepte in das vorliegende Konzept integriert.

\*3 Migrationsindex (mittlere Mobilität der Wanderfische) der Referenz; Datenquelle: Datei Referenzen;

\*4 Bewertung der Flusswasserkörper hinsichtlich der Fische:

„Zielerreichung“ bei der fischökologischen Bewertung mit dem fischbasierten Bewertungssystem (FIBS): Bewertungen *sehr gut*, *gut* bzw. *gut und besser* in HMWB; bei der Ableitung aus der Bestandsaufnahme: *gut*;

„Zielverfehlung“ bei der fischökologischen Bewertung mit FIBS: Bewertungen *mäßig*, *unbefriedigend*, *schlecht*; bei der Ableitung aus der Bestandsaufnahme: Bewertung *mäßig* bzw. *keine Relevanz*;

Bewertungsgrundlagen:

FIBS-Bewertung (EG-WRRL-Monitoring): multimetrische Bewertungsmethode unter Berücksichtigung von Artenzusammensetzung, -abundanz und -dominanz, Altersstruktur, Migration und Fischregion; Bestandsaufnahme: Bewertung auf der Grundlage hydromorphologischer Verhältnisse im Rahmen der Bestandsaufnahme“ (nur soweit eine FIBS-Bewertung aktuell noch nicht vorliegt);

Datenquellen: Dateien Bayfisch und Fischbewertungen;

\*5 Bewertung des Migrationsindex des FIBS mit den Klassen 1, 3 und 5 im Verhältnis zum Migrationsindex der Referenz; Datenquelle: Datei Bayfisch;

\*6 Gewässerordnungen nach Art. 2 BayWG; Datenquellen: ArcView-shapes Fischfaunistische Referenzen und gew1-2; jeweils dominierende Ordnung eines FWK;

\*<sup>7</sup> Gebiet nach der Richtlinie 92/43/EWG (FFH-RL);

\*<sup>8</sup> Standarddatenbögen der FFH-Gebiete\*<sup>7</sup>;

\*<sup>9</sup> Gebietsbezogen konkretisierte Erhaltungsziele der FFH-Gebiete\*<sup>7</sup>;

\*<sup>10</sup> Qbw/km, Klasseneinteilung nach Perzentilen;

\*<sup>11</sup> einschließlich einmündender Fischfaunistischer Vorranggewässer;

\*<sup>12</sup>  $\geq 10$  Wanderfische/100 m; Datenquelle: Fischartenkartierung (Datei FAK\_CPUE);

\*<sup>13</sup> nach dem Übersichtsverfahren (Bewertung von 1-km-Fließgewässerabschnitten); jeweils oberhalb des betrachteten Querbauwerks bis zum nächsten Wanderhindernis;

Strukturklasse 1: unverändert Strukturklasse 2: gering verändert Strukturklasse 3: mäßig verändert Strukturklasse 4: deutlich verändert Strukturklasse 5: stark verändert Strukturklasse 6: sehr stark verändert Strukturklasse 7: vollständig verändert

\*) Hinweis zur Sonderbewertung im Main-Gebiet wegen kata-/anadromer Arten: Diese Bewertung wird erst wirksam, wenn sich die Wiederherstellung der Verbindung zwischen Nordsee und Main konkret abzeichnet.

## 5 Ergebnisse in den Planungsräumen

Bayern hat Anteile an den vier Flussgebietseinheiten von Donau, Rhein, Elbe und Weser. Die bayerischen Anteile der Flussgebiete der Donau, des Rheins und teilweise der Elbe wurden für die Bewirtschaftungsplanung entsprechend der Hauptgewässer in zehn Planungsräume gegliedert (Abb. 1). Diese sind: Unterer Main, Oberer Main, Regnitz, Saale-Eger, Naab-Regen, Altmühl-Paar, Iller-Lech, Isar, Inn und Bodensee.

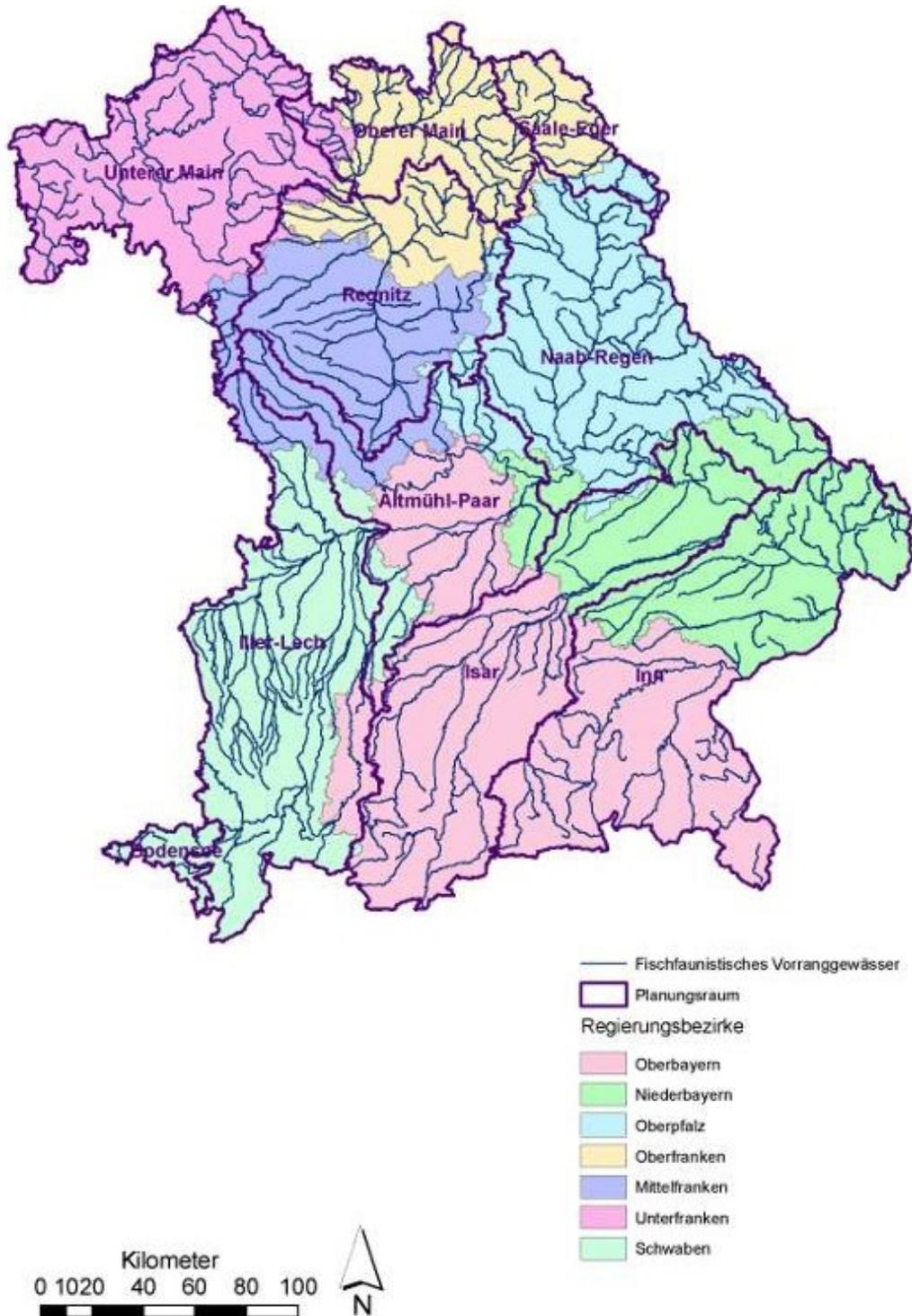


Abb. 1: Planungsräume Bayerns

## **5.1 Übersicht über die Ergebnisse der Priorisierung**

Tab. 14 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Priorisierung der Querbauwerke und der Fließgewässerabschnitte in den Planungsräumen Bayerns. Demnach sind in Bayern entsprechend der derzeit möglichen Bewertungen von allen in fischfaunistischen Vorranggewässern liegenden, nicht fischdurchgängigen Querbauwerken hinsichtlich der Notwendigkeit zur Schaffung der ökologischen Durchgängigkeit nach Oberstrom 27,4 % fachlich als sehr hoch, hoch oder mittel prioritär bewertet. An diesen Querbauwerken sollten zeitlich vorrangig Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit ergriffen werden.

Die detaillierten Ergebnisse sind im Anhang – gegliedert nach den zehn Planungsräumen – in Karten- und Textform zu finden.

## **5.2 Besprechungen und Veranstaltungen mit Behörden und Verbänden**

Die Vorschläge zur Priorisierung der Querbauwerke in den Planungsräumen wurden in den Regierungsbezirken mit den zuständigen Vertretern der Regierungen, der Fischereifachberatungen der Bezirke und der Wasserwirtschaftsämter in einer ersten Abstimmungsrunde abgestimmt. Korrekturvorschläge aus diesen Abstimmungsrunden bezogen sich im Wesentlichen auf die Aktualität der Querbauwerksdaten. Nach der Aktualisierung der betreffenden Daten durch die Wasserwirtschaftsämter erfolgte ein weiterer Priorisierungslauf nach der Bewertungstabelle (s. 4.2).

In den Monaten Oktober und November 2010 wurden im Rahmen von regierungsbezirksbezogenen Informationsveranstaltungen (Regionalforen WRRL) die Ergebnisse mit Vertretern der betroffenen Verbände aus den Bereichen Naturschutz, Landespflege, Wasserkraft, Landwirtschaft, Forst, Fischerei, Jagd, Wirtschaft und Kanusport diskutiert.

Tab. 14: Übersicht über die Ergebnisse der Priorisierung der Fließgewässerabschnitte und der Querbauwerke in den Planungsräumen Bayerns

Planungsraum	Unterer Main	Oberer Main	Saale-Eger	Regnitz	Naab-Regen	Altmühl-Paar	Iller-Lech	Isar	Inn	Boden-see	Bayern
Fließgewässerabschnitte (Länge [km])											
WRRL-Gewässernetz	2852	1449	703	2581	3177	1953	4084	3498	4527	203	25027
Fischfaunistische Vorranggewässer	1445	831	394	1536	1865	937	2027	1293	1841	79	12248
Hauptgewässer (Gruppe A)	320	71	0	0	79	76	101	45	80	0	772
Flussgebietsachsen	0	0	122	176	281	364	318	265	219	0	1745
bewertete Flussgebietsachsen (Gruppe A)	0	0	120	64	199	232	274	225	216	0	1330
FWK „Zielverfehlung Fische“ (einschl. der FWK in Hauptgewässern und Flussgebietsachsen)	444	498	41	376	404	129	400	413	598	7	3310
FWK „Zielverfehlung Fische“ (außerhalb der Hauptgewässer und Flussgebietsachsen) (Gruppe B)	411	417	18	366	320	48	255	204	369	7	2415
FWK Verbindungsabschnitt (Gruppe B)	32	95	0	141	82	0	72	75	262	0	759
priorisierte FWK der Gruppe B	443	512	18	507	402	48	327	279	520	7	3063
priorisierte FWK der Gruppen A und B	763	583	138	571	680	356	702	549	816	7	5165
Querbauwerke (Anzahl)											
Querbauwerke	4880	2158	870	3590	2681	2803	4040	2694	5222	186	29124
undurchgängige Querbauwerke	1896	1105	327	1867	1297	1391	2056	1612	2232	78	13861
durchgängige Querbauwerke	2984	1053	543	1723	1384	1412	1984	1082	2990	108	15263
Qbw in VG	4053	1941	682	3055	1887	1292	1899	1241	3609	7	19666
undurchgängige Qbw in VG (Anzahl)	1491	973	231	1505	765	640	908	619	1306	5	8443
durchgängige Querbauwerke in VG	2562	968	451	1550	1122	652	991	622	2303	2	11223
priorisierte Qbw (Anzahl)	383	505	54	299	122	85	233	226	461	3	2371
priorisierte Qbw in Hauptgewässern	29	9	0	0	3	4	12	1	2	0	60
priorisierte Qbw in Flussgebietsachsen	0	0	38	17	6	58	59	27	16	0	221

Planungsraum	Unterer Main	Oberer Main	Saale-Eger	Regnitz	Naab-Regen	Altmühl-Paar	Iller-Lech	Isar	Inn	Boden-see	Bayern
priorisierte Qbw in FWK „Zielverfehlung Fische“	318	469	16	243	99	23	151	152	264	3	1738
priorisierte Qbw in Verbindungen	36	27	0	39	14	0	11	46	179	0	352
priorisierte Qbw in priorisierten Fließgewässerabschnitten der Gruppe B	354	496	16	282	113	23	162	198	443	3	2090
Qbw sehr hoher Priorität, Gruppe A	15	5	22	10	5	26	23	13	9	0	128
Qbw sehr hoher Priorität, Gruppe B	108	182	3	116	65	4	27	16	15	2	538
Qbw sehr hoher Priorität, Gruppe A und B	123	187	25	126	70	30	50	29	24	2	666
Anteil [%] Qbw sehr hoher Priorität (Gruppe A und B) an undurchgängigen Qbw in VG	8,2	19,2	10,8	8,4	9,1	4,7	5,5	4,7	1,8	40,0	7,8
Anteil [%] Qbw sehr hoher Priorität (Gruppe A und B) an priorisierten Qbw	32,1	37,0	46,3	42,1	57,4	35,3	21,5	12,8	5,2	66,7	28,1
Qbw (Anzahl) hoher Priorität, Gruppe A	14	4	16	7	4	36	48	15	9	0	153
Qbw (Anzahl) hoher Priorität, Gruppe B	88	36	13	77	48	19	135	182	54	1	653
Qbw (Anzahl) hoher Priorität, Gruppe A und B	102	40	29	84	52	55	183	197	63	1	806
Anteil [%] Qbw hoher Priorität (Gruppe A und B) an undurchgängigen Qbw in VG	6,8	4,1	12,6	5,6	6,8	8,6	20,2	31,8	4,8	20,0	9,5
Anteil [%] Qbw hoher Priorität (Gruppe A und B) an priorisierten Qbw	26,6	7,9	53,7	28,1	42,6	64,7	78,5	87,2	13,7	33,3	34,0
Qbw mittlerer Priorität (Anzahl)	158	278	0	89	0	0	0	0	374	0	899
Anteil [%] Qbw mittlerer Priorität (Gruppe B) an un- durchgängigen Qbw in VG	10,6	28,6	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	28,6	0,0	10,6
Anteil [%] Qbw mittlerer Priorität (Gruppe B) an priorisierten Qbw in VG	41,3	55,0	0,0	29,8	0,0	0,0	0,0	0,0	81,1	0,0	37,9
Anteil [%] priorisierter Qbw an undurchgängigen Qbw in VG	25,7	51,9	23,4	19,9	15,9	13,3	25,7	36,5	35,3	60,0	28,1

## 6 Weiteres Vorgehen

Mit der Darstellung der Prioritäten von Querbauwerken und Fließgewässerstrecken in den Übersichtskarten ist noch keine Festlegung über die endgültige Reihenfolge und den Umfang der Umsetzung einzelner Maßnahmen getroffen. Dazu werden in einer weiteren Phase Prüfungen zur technischen und finanziellen (wirtschaftliche Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen) Realisierbarkeit unter Berücksichtigung der Rechtsverhältnisse, also die Bewertung von technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten der Herstellung der Durchgängigkeit, erfolgen.

Vorplanungen zur Umsetzung einzelner Maßnahmen zur Verbesserung der fischbiologischen Durchgängigkeit erfolgen in der Regel im Rahmen von sogenannten Umsetzungskonzepten für hydromorphologische Maßnahmen, die für die einzelnen Wasserkörper aufgestellt und mit allen Beteiligten, Betroffenen und Interessierten diskutiert werden. Sofern aus unterschiedlichen Gründen kein Umsetzungskonzept aufgestellt wird, finden die genannten Prüf- und Planungsschritte jeweils für den Einzelfall, d. h. das einzelne Querbauwerk statt.

Dieses Konzept bedarf, wie in der Einführung bereits dargestellt, einer Fortschreibung, insbesondere zu dem Zeitpunkt, wenn die bisher noch fehlenden fischbiologischen Bewertungen der FWK in den fischfaunistischen Vorranggewässern vollständig vorliegen. Einzelne Prioritäten können sich aufgrund der dann nochmals neu durchzuführenden Berechnungen auch verschieben.

## 7 Zusammenfassung

Bereits die Ergebnisse der Bestandsaufnahme nach EG-Wasserrahmenrichtlinie haben gezeigt, dass neben den stofflichen Belastungen vor allem die strukturellen Defizite und die fehlende Durchgängigkeit der Oberflächengewässer in allen Flussgebieten Bayerns häufig zum Verfehlen der Umweltziele führen wird. Diese Ergebnisse wurden durch das sich anschließende Monitoring bestätigt. Ein vorrangiges Bewirtschaftungsziel in den 2009 aufgestellten Bewirtschaftungsplänen zu den einzelnen Flussgebieten ist deshalb die Verbesserung bzw. Wiederherstellung der Durchgängigkeit und die Entwicklung reproduktionsfähiger heimischer Fischbestände. Im Rahmen der Umsetzung der EG-WRRL wird hiermit für Bayern die erste Fassung eines Priorisierungskonzeptes zur systematischen Verbesserung der biologischen Durchgängigkeit der bayerischen Fließgewässer vorgelegt, welches ausschließlich auf fischökologischen Gesichtspunkten aufsetzt. Grundsatzziel dieses Priorisierungskonzeptes ist eine transparente, belastbare und auf nachvollziehbaren, fachlichen Kriterien basierende Auswahl der Querbauwerke bzw. der Fließgewässerabschnitte, die zeitlich priorisiert (fisch-)durchgängig gestaltet werden sollen. Betrachtet wurde ausschließlich die Durchgängigkeit nach Oberstrom.

Die Grundgedanken des Konzepts sind die Verbesserung der Durchgängigkeit von den Haupt- zu den Nebengewässern sowie die Überführung der Flusswasserkörper mit einer Fischfauna in „mäßigem bis schlechtem Zustand“ in einen „guten Zustand“ bzw. ein „gutes ökologisches Potenzial“ (Zielerreichung gemäß WRRL). Priorisiert werden sogenannte Hauptgewässer und Flussgebietsachsen sowie die Flusswasserkörper, bei denen derzeit eine Zielverfehlung hinsichtlich der Qualitätskomponente Fischfauna vorliegt, die Verbindungsabschnitte zwischen diesen Wasserkörpern und den Hauptgewässern bzw. Flussgebietsachsen sowie die in allen diesen Gewässern bzw. Gewässerabschnitten liegenden undurchgängigen bzw. mangelhaft durchgängigen Querbauwerke.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Priorisierung der Querbauwerke in den Planungsräumen Bayerns. Aus fachlicher Sicht haben 28,1 % der undurchgängigen Querbauwerke in den fischfaunistischen Vorranggewässern eine hohe, sehr hohe bzw.

mittlere Priorität hinsichtlich der Ergreifung von entsprechenden Maßnahmen. Diese Querbauwerke sollten demnach aus ökologischer Sicht zeitlich vorrangig behandelt werden.

In einem nächsten Schritt sollen auf Grundlage der Prüfung technischer, rechtlicher und finanzieller Gesichtspunkte Reihungen zur konkreten Umsetzung von Maßnahmen vorgenommen werden.

Tab. 15: Übersicht über die Ergebnisse der Priorisierung der Querbauwerke in den Planungsräumen Bayerns

Planungsraum	Unterer Main	Oberer Main	Saale-Eger	Regnitz	Naab-Regen	Altmühl-Paar	Iller-Lech	Isar	Inn	Boden-see	Bayern
undurchgängige Qbw in VG (Anzahl)	1491	973	231	1505	765	640	908	619	1306	5	8443
priorisierte Qbw (Anzahl)	383	505	54	299	122	85	233	226	461	3	2371
Anteil priorisierter Qbw an undurchgängigen Qbw in VG [%]	25,7	51,9	23,4	19,9	15,9	13,3	25,7	36,5	35,3	60,0	28,1
Qbw sehr hoher Priorität, Gruppe A und B (Anzahl)	123	187	25	126	70	30	50	29	24	2	666
Anteil Qbw sehr hoher Priorität (Gruppe A und B) an undurchgängigen Qbw in VG [%]	8,2	19,2	10,8	8,4	9,1	4,7	5,5	4,7	1,8	40,0	7,8
Anteil Qbw sehr hoher Priorität (Gruppe A und B) an priorisierten Qbw [%]	32,1	37,0	46,3	42,1	57,4	35,3	21,5	12,8	5,2	66,7	28,1
Qbw hoher Priorität, Gruppe A und B (Anzahl)	102	40	29	84	52	55	183	197	63	1	806
Anteil Qbw hoher Priorität (Gruppe A und B) an undurchgängigen Qbw in VG [%]	6,8	4,1	12,6	5,6	6,8	8,6	20,2	31,8	4,8	20,0	9,5
Anteil Qbw hoher Priorität (Gruppe A und B) an priorisierten Qbw [%]	26,6	7,9	53,7	28,1	42,6	64,7	78,5	87,2	13,7	33,3	34,0
Qbw mittlerer Priorität (Anzahl)	158	278	0	89	0	0	0	0	374	0	899
Anteil Qbw mittlerer Priorität (Gruppe B) an un- durchgängigen Qbw in VG [%]	10,6	28,6	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	28,6	0,0	10,6
Anteil Qbw mittlerer Priorität (Gruppe B) an prio- risierten Qbw in VG [%]	41,3	55,0	0,0	29,8	0,0	0,0	0,0	0,0	81,1	0,0	37,9

## 8 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Gefälle-/Breitenrelation zur Charakterisierung der Fischregionen .....	14
Tab. 2: Überblick über die Lebensgemeinschaften (Gewässerzönosen), entsprechend der jeweiligen Gewässer- bzw. Fischregionen, im Längsverlauf eines Fließgewässers	14
Tab. 3: Vorkommen der ausgewählten Zielfischarten (siehe 2.4.3) in den einzelnen Gewässerregionen und daraus ermittelter artspezifischer Fischregionsindex mit Varianz .....	15
Tab. 4: Aal-Vorranggewässer der Planungsräume .....	25
Tab. 5: Gelistete Lachsvorranggewässer entsprechend Bewertungsquellen bzw. Einordnung der Fachberatungen für Fischerei in Unter- und Oberfranken .....	27
Tab. 6: Potenzielle Aal- und Lachsgewässer im Planungsraum Unterer Main.....	29
Tab. 7: Potenzielle Aal- und Lachsvorkommen des Planungsraums Oberer Main .....	30
Tab. 8: Potenzielle Aalvorkommen des Planungsraums Regnitz (X: potenzielle Aalgewässer) .....	31
Tab. 9: Die bayerischen Mainabschnitte und ihre Zubringer, bzw. die Zubringer zum Regnitzsystem, dargestellt nach Artenzahl und vier Artengruppen .....	37
Tab. 10: Bewertungsstufen der fischbiologischen Durchwanderbarkeit von Querbauwerken / Fischwanderhilfen.....	40
Tab. 11: Anzahl der Querbauwerke (Qbw) in den Planungsräumen Bayerns (durchgängig = durchwanderbar + eingeschränkt durchwanderbar, nicht durchgängig = mangelhaft durchwanderbar + nicht durchwanderbar); Stand 2010.....	41
Tab. 12: ArcGIS-shapes .....	45
Tab. 13: Bewertungstabelle zur fachlichen Priorisierung der Querbauwerke und der Flusswasserkörper.....	49
Tab. 14: Übersicht über die Ergebnisse der Priorisierung der Fließgewässerabschnitte und der Querbauwerke in den Planungsräumen Bayerns.....	55
Tab. 15: Übersicht über die Ergebnisse der Priorisierung der Querbauwerke in den Planungsräumen Bayerns.....	59

## 9 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Planungsräume Bayerns.....53

## 10 Abkürzungsverzeichnis

BaySTMUG	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BT	Bewertungstabelle
FFH	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
Fkm	Flusskilometer
FRI	Fischregionsindex
FWK	Flusswasserkörper
IFI	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft/Institut für Fischerei
IKSD	Internationale Kommission zum Schutz der Donau
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
MUNLV	Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
PR	Planungsraum
Qbw	Querbauwerk
RLB	Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
VG	Fischfaunistische Vorranggewässer
WSD	Wasser- und Schifffahrtsdirektion
WWA	Wasserwirtschaftsamt

## 11 Literaturverzeichnis

- ALMODOVAR, A.; NICOLA, G. G.; VAZQUEZ, F. J. (1996): Effects of a small Hydroelectric power station upon brown trout Population in the Hoz seca River. Posterpräsentation auf der Internationalen Konferenz über Fischwanderung und Aufstiegshilfen im September 1996 in Wien.
- BARDONNET, A.; GAUDIN, P.; PERSAT, H. (1991): Microhabitats and diel downstream migration of Young grayling (*Thymallus thymallus*). *Freshwater Biology* 26: 365-376.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT / INSTITUT FÜR FISCHEREI (IFI) (2008, 2009). Diverse Unterlagen. Starnberg.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (HRSG.) (1996): Geologische Karte von Bayern 1:500 000. München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT BAYERN (Hrsg.) (2002). Fließgewässerlandschaften in Bayern.- Selbstverlag des Bayer. Landesamts für Wasserwirtschaft. München, 96 S, München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT & LANDESFISCHEREIVERBAND BAYERN E.V. (2004): Erläuterungsbericht zur Access-Datenbank - „Erfassung und Bewertung von Querbauwerken in Fließgewässern“.
- BAYLEY, P.B. OSBORNE, L. L. (1993): Natural rehabilitation of stream fish populations in an Illinois catchment. *Freshwater Biology*, 29(2), 295-300.
- BEZIRKSFISCHEREIVERBAND OBERFRANKEN E.V. (HRSG.) (2000): Analyse der biologischen Durchgängigkeit der Fließgewässer im oberfränkischen Elbeeinzugsgebiet. Von Dr. Philipp Strohmeier. Forchheim.
- BEZIRKSFISCHEREIVERBAND OBERFRANKEN E.V. (HRSG.) (2002): Analyse der Durchgängigkeit der oberfränkischen Regnitz und ihrer Nebenflüsse. Von Dr. Philipp Strohmeier. Forchheim.
- BFG – BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (2010): Herstellung der Durchgängigkeit an Stautufen von Bundeswasserstraßen. Fischökologische Einstufung der Dringlichkeit von Maßnahmen für den Fischaufstieg. Koblenz.
- BFN - BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (HRSG.) (2005): Flussauen und Wasserrahmenrichtlinie. Bedeutung der Flussauen für die Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie – Handlungsempfehlungen für Naturschutz und Wasserwirtschaft. Von Norbert Korn, Beate Jessel, Bernhard Hasch und Rainer Mühlinghaus. Bonn – Bad Godesberg.
- BLESS, R. (1981): Untersuchungen zum Einfluss von gewässerbaulichen Maßnahmen in Mittelgebirgsbächen. *Natur und Landschaft*, H. 7/8.
- BLESS, R.; LELEK, A.; WATERSTRAAT, A. (1998): Rote Liste der in Binnengewässern lebenden Rundmäuler und Fische (Cyclostomata u. Pisces) Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch., 55, 53-59.
- BNGF – BÜRO FÜR NATURSCHUTZ-, GEWÄSSER- UND FISCHEREIFRAGEN (2008): Masterplan Durchgängigkeit. Teilprojekt 1: Durchgängigkeit der bayerischen Donau. I. Bericht. Im Auftrag der E.ON Wasserkraft GmbH Landshut. Von Dr. Kurt Seifert. Pähl.
- BNGF – BÜRO FÜR NATURSCHUTZ-, GEWÄSSER- UND FISCHEREIFRAGEN (2009): Masterplan Durchgängigkeit. Teilprojekt 2: Durchgängigkeit der großen Donau-Nebenflüsse. I. Bericht im Auftrag der E.ON Wasserkraft GmbH Landshut. Pähl.
- BOHL, E.; KLEISINGER, H.; LEUNER, E. (2003): Rote Liste gefährdeter Fische (Pisces) und Rundmäuler (Cyclostomata) Bayerns, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 166: 52-55.
- BORN, O. (1995): Untersuchungen zur Wirksamkeit von Fischaufstiegshilfen am unterfränkischen Main. Diss., München.

- BRÜCKNER, A. (1926): Die Tierwelt des Coburger Landes. Drittes Heft., Coburg.
- BRUNKEN, H.; PELZ, G. R. (1989): Zur Notwendigkeit des ungehinderten Fischwechsels in kleinen Fließgewässern. *Fischökologie aktuell*, H. 1(2).
- BRUTON, M.N. (1995): Have fishes had their chips? The dilemma of threatened fishes. *Env.Biol. Fishes*, 43, 1-27.
- BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2008): Strategiepapier Fischdurchgängigkeit (o.O.).
- BUNDSCHUH, M. (1804): Topographisches Lexikon von Franken, Ulm.
- BUXBAUM, L. (1893): Vom Main uns seinen Fischen. In *Allg. Fischerei-Zeitung*, Vol. 18, München.
- COWX, I.G.; COLLARES-PEREIRA, M. J. (2002): Freshwater fish conservation: options for the future. In *Freshwater Fish Conservation - Options for the Future* (eds M.J. Collares- Pereira, I.G. Cowx & M.M. Coelho), in *Fishing News Book*, Oxford, 443-452.
- DELPEUCH, B. (2002): Vorwort in *Freshwater Fish Conservation - Options for the Future*. M. J. Collares-Pereira, I. G. Cowx and M. M. Coelho. *Fishing News Books*, Blackwell Science, Oxford vii-iii.
- DER BUNDESMINISTER FÜR BILDUNG UND WISSENSCHAFT (HRSG.) (1971): Methoden der Prioritätsbestimmung I. Schriftenreihe Forschungsplanung 3. 1. Aufl. Frankfurt a. M.
- DIEKMANN, M.; DUßLING, U.; BERG, R. (2005): Handbuch zum fischbasierten Bewertungssystem für Fließgewässer (FIBS) - Hinweise zur Anwendung. *Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg*, 71 Seiten.
- DUßLING, U. (2008): FIBS 8.0 – Softwareanwendung, Version 8.0.6. zum Bewertungsverfahren aus dem Verbundprojekt zur Entwicklung eines Bewertungsschemas zur ökologischen Klassifizierung von Fließgewässern anhand der Fischfauna gemäß EG-WRRL, Website der Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg.
- DVWK (1996): Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle. *Deutscher Verband für Wasserwirtschaft*, Merkblatt 232, 110 Seiten
- EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. *ABl. L 327* vom 22.12.2000, S. 1; geändert durch Entscheidung Nr. 2455/2001/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2001.
- FRAISSE (1880): Die Fische des Maingebietes von Unterfranken und Aschaffenburg. Würzburg.
- FREDRICH, F. (2003): Long-term investigations of migratory behaviour of asp (*Aspius aspius* L.) in the middle part of the Elbe River, Germany. *Journal of Applied Ichthyology* 19(5): 294-302.
- FREYHOF, J. (1996): Distribution of YOY-Barbel *Barbus barbus* (L.) in the River Sieg/Germany. In *Conservation of endangered freshwater fish in Europe* (eds A. Kirchhofer & D. Hefti), *Advances in Life Sciences*, Birkhäuser, 259-267.
- FREYHOF, J. (2009): Rote Liste der im Süßwasser reproduzierenden Neunaugen und Fische (Cyclostomata & Pisces) – Fünfte Fassung. *Bundesamt für Naturschutz Bonn – Bad Godesberg*, 70 (1), 291 – 316.
- FRICKE, R. (2004): Der Maifisch (*Alosa alosa*) – Fisch des Jahres 2004. *Verband Deutscher Sportfischer e.V.*, Offenbach.
- FÜHRNROHR, A. E. (1847): Die Fische in den Gewässern um Regensburg. *Stadtamhof*, 45

Seiten.

GERLACH, R. (1990): Flusssdynamik des Mains unter dem Einfluss des Menschen seit dem Spätmittelalter. Forschungen zur Deutschen Landeskunde.

GERSTMAIER, R.; ROMIG, T. (1998): Die Süßwasserfische Europas für Naturfreunde und Angler. Kosmos Verlag, Stuttgart, 367 Seiten.

HARSANYI, A.; ASCHENBRENNER, P. (1995): Die Nase - *Chondrostoma nasus* (Linnaeus, 1758) Biologie und Aufzucht. Österreichs Fischerei 8/9, 193-201.

HARVEY, B. C. (1987): Susceptibility of Young-of-the-year Fishes to Downstream Displacement by Flossding. Transactions of the America Fisheries society 116: 851-855.

HAUER, W. (2007): Fische – Krebse – Muscheln in heimischen Seen und Flüssen. Leopold Stocker Verlag, Graz, 231 Seiten.

HOFER, K.; KIRCHHOFER A. (1996): Drift, habitat choice and growth of the nase (*chondrostoma nasus*) during early life stages. In: Conservation of endangered freshwater fish in Europe. Hrsg: A. Kirchhofer u. D. Hefti. 1996 Birkhäuser Verlag.

HOFFMANN, A. (1996): Auswirkungen von Unterhaltungs- und Gestaltungsmaßnahmen an Fließgewässern auf räumlich und zeitlich verschiedene Nutzungsmuster der Koppe *Cottus Gobio*. Fischökologie 9: 49-61.

HOLZNER, M. (1999): Untersuchungen zur Vermeidung von Fischschäden im Kraftwerksbereich. Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern, 224 Seiten.

HUET, M. (1949): Aperçu de la relation entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. Schweiz. Z. Hydrol., 11, 332-351.

IKSR – Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2009): Masterplan Wanderfische Rhein. Bericht Nr. 179. Koblenz.

ILLIES, J.; BOTOSANEANU, L. (1963): Problèmes et méthodes de la classification et de la donation écologique des eaux courantes considérées surtout du point de vue faunistique. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie, Stuttgart, 57 Seiten.

JÄCKEL, A. J. (1864): Die Fische Bayerns. Ein Beitrag zur Kenntnis der deutschen Süßwasserfische. Regensburg, 101 Seiten.

JUNGWIRTH, M.; HAIDVOGL, G.; MOOG, O.; MUHAR, S.; SCHMUTZ, S. (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. Facultas Verlag, Wien, 547 Seiten.

KAPPUS, B.; JANSEN, W.; BÖHMER, J.; RAHMANN, H. (1997): Historical and present distribution and recent habitat use of nase, *Chondrostoma nasus*, in the lower Jagst River (Baden-Württemberg, Germany). Folia Zoologica (Suppl 1), 51-60.

KERN, K. (1994): Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung. Berlin

KIRSCHBAUM, F.; GESSNER, J. (2001): Zur Biologie der Störe, in Der Stör (*Acipenser sturio* L.) – Fisch des Jahres 2001, Verband Deutscher Sportfischer e.V., Offenbach, 7 –15.

KLUPP, R. (1985): Ichthyologische Karte Oberfrankens. Fachberatung für Fischerei des Bezirks Oberfranken, Bayreuth.

KLUPP, R. (2009): Fischartenatlas Oberfranken – Eine Beschreibung aller in Oberfranken vorkommenden Fisch-, Krebs- und Muschelarten mit Darstellung ihrer Verbreitungsgebiete sowie der Gefährdungsursachen. Bezirk Oberfranken, Bayreuth, 360 Seiten.

KOLBINGER, A. (2002): Fischbiologische Kartierung der Durchgängigkeit niederbayerischer Fließgewässer. Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern, H. 6. München.

- KOOTELAT, M.; FREYHOF, J. (2007): Family Acipenseridae, in Handbook of European Freshwater Fishes, Cornol und Berlin, 43–59.
- LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN (LUNG) (Hrsg.) (2007): Prioritätenkonzept zur Planung und Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit in den Fließgewässern Mecklenburg-Vorpommerns. In: Materialien zur Umwelt 2006, H. 3. Güstrow.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.) (2000): Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern. Raue Rampen und Verbindungsgewässer. In: Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie, Bd. 63, 1. Aufl. Karlsruhe.
- LANDESFISCHEREIVERBAND BAYERN E.V. (2007): Die Restaurierung von Kieslaichplätzen. München, 26 Seiten.
- LEUNER, E.; KLEIN, M.; BOHL, E.; JUNGBLUTH, J.; GERBER, H. J.; GROH, K. (2000): Ergebnisse der Artenkartierungen in den Fließgewässern Bayerns – Fische, Krebse und Muscheln. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, 212 Seiten.
- LUCAS, M.; BARAS, E. (2001): Migration of Freshwater Fishes. Oxford, Blackwell Science, 420 Seiten.
- LUSK, S. (1996): Development and status of populations of *Barbus barbus* in the waters of the Czech Republic. Folia Zool., 45, 39-46.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MUNLV) (HRSG.) (2005): Handbuch Querbauwerke. 1. Aufl. Düsseldorf.
- MOLLS, FRANK (2003): Durchgängigkeit von Fließgewässern – Bewertungen aus Sicht des Wanderfischprogramms Nordrhein-Westfalen. Wasserbauseminar an der Universität Duisburg-Essen am 20.02.2003.
- NORTHCOTE, T.G. (1978): Migratory strategies and production in freshwater fishes. In Ecology of freshwater fish production (ed S.D. Gerking), Blackwell Scientific Publications, Oxford, 326-359.
- NORTHCOTE, T. G. (1998): Migratory behaviour of fish and its significance to movement through riverine fish passage facilities. Fish Migration and Fish Bypasses. M. Jungwirth, S. Schmutz and S. Weiss. Blackwell Science, Oxford - London - Berlin, 3-18.
- NOWAK, E.; BLAB, J.; BLESS, R. (1994): Rote Liste der gefährdeten Wirbeltiere in Deutschland. Kilda-Verlag, Bonn - Bad Godesberg, 190 Seiten.
- PAVLOV, D. S. (1994): The Downstream migration Of young fishes in rivers: mechanisms and distribution. Folia Zoologica 43 (3): 193-208.
- PENÁZ, M.; BARUŠ, V.; PROKES, M.; HOMOLKA, M. (2002): Movements of barbel, *Barbus barbus* (Pisces: Cyprinidae). Folia zoologica 51(1), 55-66.
- PONT, D., HUGUENY, B.; OBERDORFF, T. (2005): Modelling habitat requirement of European fishes: do species have similar responses to local and regional environmental constraints? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 62(1), 163-173.
- REGIERUNG VON NIEDERBAYERN, WASSERWIRTSCHAFTSAMT LANDSHUT (2009): Ökologische Entwicklungskonzeption mit integriertem Gewässerentwicklungskonzept und FFH- Managementplan. Naab unterhalb Schwarzenfeld und Donau von Poikam bis Regensburg (FFH-Gebiets-Nr. 6937-371). Landshut.
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM KASSEL (2006): Umsetzung der WRRL in Hessen – Pilotprojekt: „Ableitung von Prioritäten bei Maßnahmen zur Verbesserung der aquatischen Durchgängigkeit in Gewässersystemen des Korrdinierungsraumes Fulda/Diemel“. 1. Zwischenbericht. Kassel.

- REINARTZ, R. (1997): Untersuchungen zur Gefährdungssituation der Fischart Nase (*Chondrostoma nasus* L.) in bayrischen Gewässern. Institut für Tierwissenschaften. München, TU München, 379 Seiten.
- REINARTZ, R. (2003): Sturgeons in the Danube River - Biology, Status, Conservation. Societas Internationalis Limnologiae Theoreticae et Applicatae (SIL-IVL), Internationale Arbeitsgemeinschaft Donauforschung (IAD). Dübendorf, Schweiz, 150 Seiten.
- SALVA, J. (2008): Die Kleinfischfauna und ihre Bedeutung für unsere Fischereivereine. Fischerei & Naturschutz, 10, 43-59.
- SCHIEMER, F.; WAIDBACHER, H. (1992): Strategies for conservation of a danubian fish fauna. In River Conservation and Management (ed P.J. Boon, Calow, P. & Petts, G.E.), John Wiley & Sons, New York, 363-382.
- SCHIEMER, F.; ZALEWSKI, M. (1992): The importance of riparian ecotones for diversity and productivity of riverine fish communities. Neth. J. Zool., 42, 323-335.
- SCHIEMER, F. (1988): Gefährdete Cypriniden - Indikatoren für die ökologische Intaktheit von Flusssystemen. Nat. Landschaft, 63, 370-373.
- SCHIEMER, F. (1999 A): Restaurierungsmöglichkeiten von Flussauen am Beispiel der Donau. In Beitrag ANL 4, 113-127. Bayer. Akad. Natursch. Landschaftspf., Laufen.
- SCHIEMER, F. (1999 B): Conservation of biodiversity in floodplain rivers. Arch. Hydrobiol. Suppl., 115, 423-438.
- SCHIEMER, F. (2000): Fish as indicators for the assessment of the ecological integrity of large rivers, Hydrobiologia 422/423, 271-278.
- SCHIEMER, F.; SPINDLER, T.; WINTERSBERGER, H.; SCHNEIDER, A.; CHOVANEC, A. (1991): Fish fry associations: Important indicators for the ecological status of large rivers. Verh. Internat. Verein. Limnol., 24, 2497-2500.
- SCHLEGEL, C.; SPEIERL, T.; VÖLKL, W.; HOFFMANN, K. H.; KLUPP, R. (2008): Nutzung der Umgehungsgerinne an den Wehren Oberwallenstadt und Kirschbaumühle/Lichtenfels durch Fischarten und deren Bedeutung für die Fischfauna des oberen Mains. Artenschutzreport 22, 23 -26.
- SCHLOSSER, I. J. (1987): A conceptual framework for fish communities in small warmwater streams. In Community and Evolutionary Ecology of North American Stream Fishes (eds W.J. Matthews & D.C. Heins), University of Oklahoma Press, 17-24.
- SCHWEVERS, U.; ADAM, B. (1999): Gewässerstrukturgüte und Fischfauna. Nat. Landschaft, 74, 355-360.
- SCHÜTZE (2003): Wiedereinbürgerungsprojekt Fränkischer Main im Freistaat Bayern (Rhein) in Lachse in Deutschland, Herausgeber VDSF, Offenbach am Main, Seiten 64-68.
- SPEIERL, T. (2002): Lebensraum für Fische – Erfolge von Flussrenaturierungen an oberfränkischen Fließgewässern und besonderer Berücksichtigung der Hasel (*Leuciscus leuciscus*). Artenschutzreport, 12, S. 29-34.
- SPEIERL, T. (2003): Die Barbe (*Barbus barbus* L.) im oberfränkischen Mainingebiet - Veränderungen einer Flusslandschaft und ihre Auswirkungen auf die Barbe, betrachtet für die letzten zwei Jahrhunderte. In Fisch des Jahres 2003 - Die Barbe (*Barbus barbus*), VDSF e.V., Offenbach, 45-61.
- SPEIERL, T. (2005): Gewässerstrukturen und Fischartenvielfalt im Obermain. Bezirksfischereiverband Oberfranken, 94 Seiten.
- SPEIERL, T. (2007): Fischökologische Funktionalität von Fließgewässerrenaturierungen im oberfränkischen Mainsystem. Cuvillier Verlag Göttingen, 324 Seiten.

- SPEIERL, T. (2008): Retten Fließgewässerrenaturierungen unsere Fischbestände in den Flusssystemen? Anmerkungen zur fischökologischen Funktionalität am Beispiel des Mains. *Fischerei & Naturschutz* 10, 59-71.
- SPEIERL, T. (2009): Die Gefährdung der Fischfauna in Oberfranken. In *Fischartenatlas Oberfranken – Eine Beschreibung aller in Oberfranken vorkommenden Fisch-, Krebs- und Muschelarten mit Darstellung ihrer Verbreitungsgebiete sowie der Gefährdungsursachen*. Bezirk Oberfranken, Bayreuth, 298 –326.
- SPEIERL, T.; HOFFMANN, K.H.; KLUPP, R.; SCHADT, J.; KREC, R.; VÖLKL, W. (2002): Fischfauna und Habitatdiversität: Die Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen an Main und Rodach. *Nat. Landschaft*, 77, 161-171.
- SPEIERL, T.; HOFFMANN, K. H.; KUHLEN, K.; SCHADT, J.; KLUPP, R. (2003): Das Potenzial von Renaturierungsmaßnahmen für die Entwicklung der Fischfauna - Ergebnisse vom oberfränkischen Main. *Fischer und Teichwirt*, 8, 303-307.
- SPINDLER, T. (1997). *Fischfauna in Österreich. Ökologie - Gefährdung - Bioindikation - Gesetzgebung*.
- STADLER, H. (1961): *Die Fische von Unterfranken mit Bemerkungen über Main und Rhein*. Lohr a. Main, 67 Seiten.
- STEINMANN, P. (1933): Von der Notwendigkeit der Fischwanderungen für das Gedeihen der Bestände und von der Leistung gut konstruierter Fischpässe. *Schweiz. Fischereizeitung* 41(5): 121-125.
- STEINMANN, P.; Koch, W.; Scheuring, L. (1937): Die Wanderungen unserer Süßwasserfische dargestellt aufgrund von Markierungsversuchen. *Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften* Band XXXV.
- STOTT, B. (1967): The movements and population densities of roach (*Rutilus rutilus*) and gudgeon (*Gobio gobio*) in the river Mole, *Journal of Animal Ecology* 36, 407-423.
- STROHMEIER, P. (1998): *Analyse der biologischen Durchgängigkeit des oberfränkischen Mains und seiner wichtigsten Nebenflüsse: Istzustand – Umsetzung - Zukunftsperspektiven*. Bezirksfischereiverband Oberfranken e.V., Bayreuth, 195 Seiten.
- STROHMEIER, P. (2000): *Analyse der biologischen Durchgängigkeit der Fließgewässer im oberfränkischen Elbeeinzugsgebiet*. Bezirksfischereiverband Oberfranken e.V. Forchheim, 103 Seiten.
- STROHMEIER, P. (2002): *Analyse der Durchgängigkeit der oberfränkischen Regnitz und ihrer Nebenflüsse*. Bezirksfischereiverband Oberfranken e.V. Forchheim, 90 Seiten.
- STROHMEIER, P. (2002): *Kartierung der biologischen Durchgängigkeit Schwäbischer Fließgewässer*. Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern, H. 7. München.
- STROHMEIER, P.; BRUCKNER, G.; SCHLUMPRECHT, H.; STRÄTZ, C. (2005): *Verschlämmung und Versandung in oberfränkischen Fließgewässern*. Bezirk Oberfranken, Bayreuth.
- TEROFAL, F. (1977): Das Artenspektrum der Fische Bayerns in den letzten 50 Jahren. *Bericht ANL*, 77 (1), 9-22.
- THIENEMANN, A. (1925): *Die Binnengewässer Mitteleuropas*. Vol. 1, Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- TOMBEK, B. (2002): *Machbarkeitsstudie zur Wiederansiedelung der Lachse im unterfränkischen Maingebiet*. Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern, Heft 8, 104 Seiten.
- TOMBEK, B. (2003): *Kartierung der biologischen Durchgängigkeit mittelfränkischer Fließgewässer*. Bezirksfischereiverband Mittelfranken e.V. Nürnberg, 137 Seiten.

- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. (1980): The river continuum concept. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37, S. 130 - 137.
- VON DEM BORNE, M. (1883): Die Fischerei-Verhältnisse des Deutschen Reiches, Oesterreich-Ungarns, der Schweiz und Luxemburgs, bearbeitet im Auftrage des Deutschen Fischerei-Vereins. Berlin o.J., W. Moeser Hofbuchdruckerei, 303 Seiten.
- VON SIEBOLD, C.TH. E. (1863): Die Süßwasserfische von Mitteleuropa. Leipzig, 430 Seiten.
- VORDERMEIER, T.; BOHL, E. (2000): Fischgerechte Ausgestaltung von Quer- und Längsbauwerken in kleinen Fließgewässern - Bedeutung und Wiederherstellung der Fließgewässervernetzung. Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern e.V., 53-61.
- VDSF (2001): Der Stör (*Acipenser sturio* L.) – Fisch des Jahres 2001, Verband Deutscher Sportfischer e.V., Offenbach.
- WAIDBACHER, H.; HAIDVOGL, G. (1998): Fish Migration and Fish Passage Facilities in the Danube: Past and Present. Fish Migration and Fish Bypasses. M. Jungwirth, S. Schmutz and S. Weiss. Blackwell Sciences, Oxford - London - Berlin, 85-98.
- WARD, J.V.; TOCKNER, K.; SCHIEMER, F. (1999): Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regul. Riv.*, 15, 125-139.
- WEIGELT, C. (1896): Die Aussetzung von Eiern, Brut und Edelfischen durch den Deutschen Fischerei-Verein im Jahr 1895-1896. *Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften*, IV Jahrgang, 335-347.
- WESCHE, T.A. (1985): Stream channel modifications and reclamation structures to enhance fish habitat. In *Restoration of Rivers and Streams* (ed J.A. Gore), Butterworth Publ., Boston, 103-164.
- WICHMANN, T.; HILLER, J.; VOIGT, M. (2004): Nach der FFH-Richtlinie geschützte Fischarten und Rundmäuler in Mecklenburg-Vorpommern. Landesanglerverband Mecklenburg- Vorpommern e.V., Görslow, 191 Seiten.
- WIESNER, C.; JUNGWIRTH, M.; SCHMUTZ, S.; UNFER, G.; ZITEK, A. (2006): Importance of connectivity in the Danube river catchment. International DWA Symposium on Water Resources Management: Free passage for Aquatic Fauna in Rivers and other Water Bodies, 03.-07. April 2006, Berlin, DWA-Themen.
- WOLFSTEINER, A., JÄGER, K., SETZWEIN, B. (2001): Die Naab: Leben am Fluss im Wandel der Zeiten. Verlag: Amberg: Buch- u. Kunstverlag Oberpfalz, 2001.
- WONDRAK, P.; SCHWEVERS, U. (1999): Analyse des Fischwanderweges Main. In 2. Internationales Rhein-Symposium "LACHS 2000", 161-162. Rastatt, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR).
- WONDRAK, P.; TOMBEK, B. (2000): Lachse im bayerischen Main, in *Der Lachs - Fisch des Jahres 2000*, Verband Deutscher Sportfischer e.V., Offenbach, S. 185- 199.
- ZENK, F. (1889): Unsere heimischen Fische, insbesondere die Fische des Mains. Sechster Bericht des Unterfränkischen Kreisfischereiverbandes, Würzburg, 189 Seiten.
- ZITEK, A.; HAIDVOGL, G.; JUNGWIRTH, M.; PAVLAS, P.; SCHMUTZ, S. (2007): Ein ökologisch-strategischer Leitfaden zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern für die Fischfauna in Österreich. AP5 des MIRR-Projektes, Endbericht. Studie im Auftrag von Lebensministerium und Land Niederösterreich. Wien.

## **12 Anhang**

Der Anhang ist in einem ZIP zusammengefasst und separat von diesem Textdokument über einen Link auf der Website des LfU verfügbar.

Ergebnisse in den Planungsräumen:

<Name Planungsraum>

### **12.1 Ergebnisse in Kartendarstellung**

### **12.2 Ergebnisse in Textdarstellung**

### **12.3 ArcGIS-Daten**