

Technische Universität München
Department für Tierwissenschaften
Arbeitsgruppe Fischbiologie

Fischbiologische Kartierung der Durchgängigkeit niederbayerischer Fließgewässer

Andreas Kolbinger

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Agrarwissenschaften

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. Johann Bauer
1. apl. Prof. Dr. Herbert Stein
2. Univ.-Prof. Dr. Hans-Joachim Leppelsack
3. apl. Prof. Dr. Frieder Jörg Schwarz

Die Dissertation wurde am 23.01.2002 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 22.04.2002 angenommen.

Danksagung

Die vorliegende Untersuchung wurde durch folgende Projektpartner ermöglicht:

- Fischereiverband Niederbayern e.V. (Finanzierung, Sach- und Dienstleistungen)
- Landesfischereiverband Bayern e.V. (Finanzierung, Sach- und Dienstleistungen)
- Freistaat Bayern, Regierung von Niederbayern, Sachgebiet 850 (Sach- und Dienstleistungen)
- Institut für Tierwissenschaften, Arbeitsgruppe Fischbiologie, Technische Universität München / Weihenstephan, (Wissenschaftliche Leitung und Durchführung)

Herrn Prof. Dr. Stein danke ich für das Vertrauen bei der Vergabe dieses Themas, für seine Betreuung, Diskussionsbereitschaft und umfassende Unterstützung während der Projektdurchführung.

Meinen Auftraggebern, dem Landesfischereiverband Bayern e.V. und dem Fischereiverband Niederbayern danke ich für die Finanzierung dieser Studie. Herrn Dr. Born, Landesfischereiverband Bayern, gilt mein Dank für die Weitergabe seiner Erfahrungen an mich sowie seine praktische Unterstützung. Herrn Präsident Franzke (Mdl) sowie Herrn Geschäftsführer Kuhn, Fischereiverband Niederbayern gilt mein Dank für die Unterstützung und Übernahme vieler organisatorischer Tätigkeiten, die im Laufe eines solchen Projektes auftreten.

Herrn LBD Summerer und Herrn RD Dr. Seitz, Regierung von Niederbayern, Sachgebiet 850, sowie allen Mitarbeitern der Wasserwirtschaftsämter Deggendorf, Landshut und Passau und des Straßen- und Wasserbauamtes Pfarrkirchen, die ich leider an dieser Stelle nicht alle mit Namen nennen kann, danke ich für die kompetente und unkomplizierte Unterstützung bei meiner Arbeit.

Ohne die Mitarbeiter der Fischbiologie, TU München Weihenstephan, wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen. Besonders Herrn Dr. Holzner danke ich für seine tatkräftige Mithilfe bei vielen Befischungen sowie seine Diskussionsbereitschaft. Frau Lachermeier gilt mein Dank für die Eingabe umfangreicher Datenmengen. Weiterhin unterstützt haben mich Dipl.-Biol. Schubert, Fischwirtschaftsmeister Steinhilber und die Studenten Herr Götz, Herr Schützeneder und besonders Herr Oswald, der mir weit über das Übliche hinaus geholfen hat.

Außerdem gilt mein herzlicher Dank allen Fischereivereinen, die mit ihrem Einverständnis, mit tatkräftiger Mithilfe bei Elektrobefischungen und Reusenkontrollen das Projekt in dieser Form überhaupt erst ermöglicht haben. Dies waren – von Nord nach Süd:

- Bezirksfischereiverein Wolfstein e.V., bes. Herr Weber, Herr Feuchter und Herr Fischer
- Anglerfreunde Laberweinting e.V., bes. Herr Zrenner, Herr Hlawatsch und Herr Albertskirchinger
- Kreisfischereiverein Mallersdorf e.V., bes. Herr Frey
- Fischerinnung Hals e.V., bes. Herr Schneider, Herr Lang und Herr Eibl
- Bina-Fischereiverein Gangkofen e.V., bes. Herr Faltermeier
- Fischereiverein Massing e.V., bes. Herr Strathausen und Herr Pleninger
- Bezirksfischereiverein Eggenfelden e.V., bes. Herr Stark

Herrn Dipl.-Ing. Sepp Hoch, Altdorf, gilt mein Dank für seine unkomplizierte Art, sein Wissen an mich weiterzugeben.

Auch möchte ich mich bei meiner Lebenspartnerin Eva Bäumel für Ihre Unterstützung in den letzten drei Jahren bedanken.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Literaturüberblick	7
2.1	Wanderungen von Fischen.....	7
2.1.1	Biologische Motivation	7
2.1.2	Abiotische Beeinflussung der Wanderungen	8
2.2	Überblick über das Fischartenspektrum Niederbayerns.....	11
2.2.1	Autochthone Arten	11
2.2.2	Allochthone Arten.....	13
2.3	Schwimmvermögen ausgewählter Fischarten	14
2.4	Weitere Beschreibungen von Wanderbewegungen	15
2.5	Wanderungen anderer aquatischer Tierarten.....	18
2.6	Wanderhindernisse für Fische.....	19
2.7	Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit.....	20
2.7.1	Rückbau/Renaturierung.....	20
2.7.2	Naturnahe Wanderhilfen.....	20
2.7.3	Technische Wanderhilfen	21
2.7.4	Kriterien für Wanderhilfen und Ursachen für Einschränkungen in der Funktion	23
2.8	Situation der Gewässervernetzung in anderen Flußgebieten	25
2.9	Auswirkungen von Querbauwerken auf Fließgewässer	27
3	Methodik der Untersuchungen	29
3.1	Kartierung.....	29
3.1.1	Beschreibung und Untersuchungsmethodik der Wanderhindernisse.....	29
3.1.2	Beurteilung des Hindernischarakters	36
3.1.3	Auswahl der Fließgewässer.....	41
3.1.4	Erhebung der Querbauwerke	42
3.1.5	Archivierung der Kartierungsergebnisse.....	43
3.1.6	Kartendarstellung.....	45
3.2	Untersuchungen der Fischfauna	47
3.2.1	Elektrobefischungen	47
3.2.2	Markierung und Vermessen von Fischen.....	47
3.3	Untersuchung ausgewählter Wanderhilfen	48
3.3.1	Winklmühle, Kleine Laber	49
3.3.2	Eitting, Kleine Laber	51
3.3.3	Linden, Saußbach	53
3.3.4	Hals, Ilz.....	54
3.4	Wanderverhalten von Fischen in einem vielfach zerstückelten Flußabschnitt	56
3.4.1	Untersuchter Flußabschnitt.....	57
3.4.2	Abiotische Parameter im Untersuchungszeitraum.....	59
4	Ergebnisse	61
4.1	Kartierung.....	61
4.1.1	Beschreibung der untersuchten Wanderhindernisse.....	65
4.1.1.1	Abstürze.....	66
4.1.1.2	Entnahmbauwerke.....	68
	Kreuzungsbauwerke / Düker	69

4.1.1.4	Schleusen	70
4.1.1.5	Sonstige Stauanlagen	71
4.1.1.6	Talsperren.....	72
4.1.1.7	Teichanlagen	73
4.1.1.8	Veränderte Fließgewässermorphologie.....	74
4.1.1.9	Verrohrungen.....	75
4.1.1.10	Wasserkraftanlagen.....	76
4.1.1.11	Physikalisch-chemische Veränderungen in Fließgewässern	81
4.1.2	Beschreibung der untersuchten Wanderhilfen.....	82
4.1.2.1	Sohlrampen	82
4.1.2.2	Ausgeleitete Wanderhilfen	85
4.1.3	Situation der Gewässervernetzung in den untersuchten Fließgewässern	91
4.1.3.1	Donau.....	91
4.1.3.2	Fließgewässersystem des Inns.....	92
4.1.3.3	Fließgewässersystem der Vils	99
4.1.3.4	Fließgewässersystem der Isar	100
4.1.3.5	Fließgewässersystem der Großen Laber	103
4.1.3.6	Fließgewässersystem der Ilz.....	104
4.1.3.7	Fließgewässersystem des Schwarzen Regens	112
4.1.3.8	Fließgewässersystem der Altmühl.....	114
4.2	Zeitliche Veränderungen der Hinderniswirkung.....	115
4.2.1	Hinderniswirkung von Querbauwerken in Abhängigkeit vom Abfluß.....	115
4.2.2	Hinderniswirkung von Querbauwerken in Abhängigkeit von der Gewässerdynamik.....	118
4.2.3	Zeitlicher Verlauf der Gewässerverbauung.....	119
4.3	Sonstige Ergebnisse.....	119
4.3.1	Weitere Beobachtungen während der Kartierung.....	120
4.3.2	Meidung von Querbauwerken durch Fische	122
4.3.3	Abschätzung der Rechenpassage einzelner Fischarten.....	122
4.4	Fischaufstieg an ausgewählten Wanderhilfen	124
4.4.1	Winklmühle, Kleine Laber	124
4.4.1.1	Erfassung des Artenspektrums.....	124
4.4.1.2	Aufstieg.....	126
4.4.2	Eitting, Kleine Laber.....	129
4.4.2.1	Erfassung des Artenspektrums.....	129
4.4.2.2	Aufstieg.....	130
4.4.3	Linden, Saußbach.....	134
4.4.3.1	Erfassung des Artenspektrums.....	135
4.4.3.2	Aufstieg.....	135
4.4.4	Hals, Ilz.....	138
4.4.4.1	Erfassung des Artenspektrums.....	139
4.4.4.2	Aufstieg.....	139
4.4.5	Schwierigkeiten bei der Durchführung der Reusenkontrollen.....	147
4.4.6	Festgestellte Wanderzeiten in den Wanderhilfen	147
4.5	Wanderverhalten von Fischen in einem vielfach zerstückelten Flußabschnitt	149
4.5.1	Erfassung des Fischbestandes	149
4.5.1.1	Arten ohne oder mit geringem Wiederfang	150
	Arten mit hohem Wiederfang.....	151

4.5.2	Wiederafang oberhalb der Wehranlage Morolding	158
5	Diskussion	159
5.1	Einschränkungen des Lebensraumes für Fische.....	159
5.1.1	Wanderhindernisse	159
5.1.2	Querbauwerke als Verletzungsfaktor	161
5.1.3	Querbauwerke als Strukturverlust.....	164
5.1.4	Weitere potentielle Wanderhindernisse	164
5.2	Gewässervernetzung	165
5.2.1	Untersuchte Fließgewässer	165
5.2.2	Langfristiger Verlauf der Gewässerverbauung	168
5.3	Effektivität der untersuchten Wanderhilfen	169
5.3.1	Winklmühle, Kleine Lauer	169
5.3.2	Eitting, Kleine Lauer	170
5.3.3	Linden, Saußbach	171
5.3.4	Hals, Ilz.....	173
5.3.5	Entwicklung der Funktionalität eines Fischpasses	174
5.3.6	Zusammenfassung der Untersuchungen der ausgewählten Wanderhilfen.....	174
5.4	Wanderverhalten von Fischen in einem vielfach zerstückelten Flußabschnitt	177
5.5	Wanderzeiten von Fischen	181
5.6	Auswirkungen von Wanderhindernissen auf die Fauna	182
5.6.1	Fische	182
5.6.2	Andere Tierarten	185
6	Erhalt und Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit von Fließgewässern	187
6.1	Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit an Querbauwerken	187
6.2	Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit in Flußsystemen.....	190
6.3	Querbauwerke mit besonders hoher zeitlicher Priorität der Umgestaltung	191
6.4	Fazit	193
6.5	Umsetzung der Wiedervernetzung während des Projektes	194
7	Zusammenfassung	195
7.1	Kartierung	195
7.2	Aufstieg an ausgewählten Wanderhilfen.....	196
7.3	Wanderverhalten	197
7.4	Auswirkungen von Querbauwerken auf die Fischfauna	197
8	Summary	198
8.1	Mapping	198
8.2	Operation of Certain Bypasses.....	199
8.3	Migratory Behaviour	199
8.4	Consequences of Obstacles for Fish	200
9	Literatur.....	201
10	Anhang	210
10.1	Tabellenverzeichnis	210
10.2	Abbildungsverzeichnis.....	212
10.3	Verwendete Meßgeräte	216
10.3.1	Lagebestimmung.....	216
10.3.2	Temperatur	216
10.3.3	Strömungsgeschwindigkeiten.....	216
10.3.4	Längen, Breiten und Höhen.....	217

Indizes

10.4	Abkürzungsverzeichnis und Glossar	218
10.5	Lebenslauf	219

1 Einleitung

Fließgewässer sind ein prägender Bestandteil der niederbayerischen Landschaft – egal ob im Mittelgebirge Bayerischer Wald, am Übergang zur Fränkischen Alb oder im niederbayerischen Tertiärhügelland. Die Spanne reicht von kleinen Gräben, die teilweise trockenfallen, über Bäche bis hin zu großen Flüssen wie Donau und Inn.

In diesen Gewässern herrschen stark unterschiedliche Lebensbedingungen, die besonders von den physikalisch-chemischen, den hydrologischen und strukturellen Voraussetzungen geprägt werden. Der Stoff- und Wassertransport ist in natürlichen Fließgewässern flußab ungehindert möglich. Ein weiteres, bedeutendes Wesensmerkmal von ihnen ist eine ständige Veränderung von Ufer- und Sohlstrukturen in Form von Erosion und Sedimentation.

Diese unterschiedlichen Lebensbedingungen sind in Fließgewässern, die im Vergleich zu ihrer Länge äußerst schmal sind, nicht nebeneinander, sondern dem Einzugsgebiet entsprechend über den Längsverlauf des Flusses verteilt zu finden.

An diese Lebensbedingungen hat sich die aquatische Fauna angepaßt. Besonders Fische, die in ihrer Ontogenese häufig sehr komplexe und variierende Ansprüche an ihren Lebensraum stellen, sind darauf angewiesen, zwischen verschiedenen Habitaten wechseln zu können. Dies bedeutet, daß sie häufig Wanderungen entlang der Fließgewässerachse auf sich nehmen müssen. Manche Störartige wechseln potentiell sogar zwischen Salzwasser- und niederbayerischen Süßwasserhabitaten. So zog der Hausen auf seinen Laichwanderungen in der unverbauten Donau regelmäßig bis Passau, seltener bis Regensburg (BOHL & NEGELE 1994).

Die Nutzung dieser Fließgewässer durch den Menschen, wie etwa Nutzung der Wasserenergie, Veränderung der Gewässermorphologie zur Landgewinnung, Holztrift oder Schiffbarmachung sowie die Entnahme von Wasser etc. führte direkt oder indirekt zur Errichtung verschiedenster Querbauwerke, die die Wanderaktivitäten der Fauna mehr oder weniger stark behindern.

Seit langem wird versucht, getrennte Gewässerabschnitte wieder miteinander zu verbinden. So wurde bereits 1625 in Landshut eine heutigen Wanderhilfen ähnliche Fischaufstiegshilfe gebaut (FRISCHHOLZ 1924). Weitere Überlegungen zur Bauweise von Fischwegen gibt es ebenfalls bereits seit langer Zeit (z.B. KURH. FISCHEREIORDNUNG 1711, K.K. ACKERBAUMINISTERIUM 1891, beide zit. in JÄGER 1999).

Die Unterbrechung von Wanderwegen für Fische läßt sich auch an der Gefährdungssituation vieler Arten ablesen. Die in der Roten Liste gefährdeter Tiere in Bayern als gefährdet aufgeführten Fischarten (BOHL 1992) bzw. die speziell in Niederbayern gefährdeten Arten (FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKES NIEDERBAYERN 1998) sind einerseits die obligaten Wanderfische, andererseits die Fischarten mit enger Bindung an gewisse Strukturparameter (BOHL 2000).

Die Durchgängigkeit der Fließgewässer ist wegen des Schutzes von Fischen, Neunaugen oder anderen Tieren ein wichtiger Bestandteil von Richtlinien verschiedener Ebenen wie der WASSERRAHMENRICHTLINIE DER EG (RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 2000) oder FFH-Richtlinie (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie) der EG (RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 1992). Das wichtigste Instrument der FFH-Richtlinie ist die Ausweisung von Schutzgebieten, verbunden mit der Konsequenz, daß Biotope in einem Schutzgebietsnetz, als „Natura 2000“ bezeichnet, miteinander zu verknüpfen sind. Somit gilt für Gewässer, daß die Gewässervernetzung zu erhalten oder

wiederherzustellen ist. Rechtliche Defizite sind jedoch im Fischereigesetz für Bayern festzustellen, in dem noch nicht einmal für den Neubau von Stauanlagen Wanderhilfen verbindlich festgeschrieben sind (BRAUN 2000).

Durch die Initiative des Landesfischereiverbandes Bayern e.V. wurden 1997 Runde Tische mit Vertretern der Fischerei, Vertretern von Regierungen verschiedener bayerischer Regierungsbezirke und der Wasserwirtschaftsverwaltung ins Leben gerufen. Diese Runden Tische bildeten die Grundlage für die Zusammenarbeit und die Vorbereitung für dieses Projekt.

Für dieses Projekt schloß sich folgende Arbeitsgruppe zusammen:

- Fischereiverband Niederbayern e.V. (Finanzierung, Sach- und Dienstleistungen)
- Landesfischereiverband Bayern e.V. (Finanzierung, Sach- und Dienstleistungen)
- Freistaat Bayern, Regierung von Niederbayern, Sachgebiet 850 / Wasserwirtschaftsverwaltung (Sach- und Dienstleistungen)
- Technische Universität München / Weihenstephan, Department für Tierwissenschaften, Arbeitsgruppe Fischbiologie (Wissenschaftliche Leitung und Durchführung)

Im Rahmen dieses Projektes wurden folgende Punkte bearbeitet:

- Eine Übersichtskartierung und Darstellung der Querbauwerke in ausgewählten Fließgewässern in Niederbayern (vor allem Gewässer 1. und 2. Ordnung),
- Darstellung der Auswirkungen der Wehr- und Kraftwerksanlagen auf die Bestandssituation der Flußfischarten in Niederbayern auf Grundlage der Fischartenkartierung und aufgrund eigener Befischungen,
- Untersuchung der Funktionsfähigkeit von bestehenden Wanderhilfen,
- Ermittlung der biotischen und abiotischen Grundparameter in Verbindung mit einer Übersichtskartierung der Gewässerstruktur,
- Sichtung und Auswertung bereits vorliegender oder momentan laufender Untersuchungen zum gleichen Thema, sowie
- Empfehlungen eines Programmes zur Umsetzung der Untersuchungsergebnisse, verbunden mit einer Prioritätenliste.

2 Literaturüberblick

2.1 Wanderungen von Fischen

2.1.1 Biologische Motivation

Fische haben während ihrer Ontogenese häufig unterschiedliche Ansprüche an ihre Gewässerumgebung. Aus folgenden Gründen kommt es sowohl zu flußauf- als auch flußabgerichteten Wanderbewegungen (vgl. BORN 1995):

- Reproduktion: Aufsuchen geeigneter Laichplätze im selben Gewässer oder in anderen Gewässern
Nahrungs- und Laichhabitate liegen häufig in unterschiedlichen Gewässerabschnitten (NORTHCOTE 1978), so daß eine Vielzahl von einheimischen Fischen z. B. Nasen (REINARTZ 1997), Huchen, Bachforellen (MUUS & DAHLSTRÖM 1968) oder Störartige (PAVLOV 1989) Laichwanderungen durchführen.

EBEL (2000) weist auf ein Homing-Verhalten der Äschen hin. Das heißt, daß ein beträchtlicher Anteil der Äschen zum Laichen in die eigenen Geburtsgewässer zurückkehrt.

- Nahrungswanderungen: Erschließung von Nahrungsgründen

Nach NORTHCOTE (1978) und REINARTZ (1997) wandern z.B. Nasen zu geeigneten Nahrungsgründen.

- Ausweichen vor ungünstigen Bedingungen

Während der Vegetationsperiode wurde ein Abwandern adulter und subadulter Äschen aus verkrauteten Gewässerabschnitten beobachtet (FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKS NIEDERBAYERN 1998).

BRUNKEN & PELZ (1989) beschreiben eine Artenausdünnung in der Schunter, Niedersachsen. Sie machten dafür fehlende Kompensationsmöglichkeiten durch dauerhaft anthropogen unterbrochene Wanderwege nach dem Auftreten einer Wasserbelastung verantwortlich. Es befanden sich in den oberen Abschnitten nur noch euryöke Arten wie Rotaugen und Gründling, die mit der Gewässerbelastung zurechtkamen. Rheophile Arten mit höherem Anspruch an die Gewässergüte waren in diesen Bereichen bis auf die Bachforelle (Besatz) ausgestorben, da sie nach dem Ausweichen nach unten aufgrund von Wanderhindernissen nicht mehr in ihre angestammten Gewässerabschnitte zurückkehren konnten (siehe auch nächster Punkt).

- Kompensationswanderungen: Ausgleich von (larvaler) Drift, Wiederbesiedelung nach ungünstigen Bedingungen oder Ausgleich von Bestandsdichten sowie Erschließen neuer Lebensräume

Koppen etwa driften nach dem Dottersackstadium ab, um mit später verbessertem Schwimmvermögen wieder gegen die Strömung flußaufwärts zu wandern (BLESS 1990).

Die Abdrift von 12 Fischarten (überwiegend Größe 0+) beschrieben PENAZ ET AL. (1992). Besonders stark drifteten Rotaugen, Aitel und Barben.

In der Elbe stiegen nach einem Fischsterben im Frühjahr 1954 bei Abflüssen über dem Mittleren Hochwasserabfluß innerhalb von 2 Wochen große Mengen von Fischen, vor allem Nerfling, Brachsen und Rotaugen, eine Strecke von bis zu 130 km aus der Unterelbe auf (SCHIEMENZ 1962). Dort war vor dem Aufstieg eine ungewöhnlich hohe Ansammlung von Fischen zu beobachten gewesen. Ein Einwandern aus stromauf gelegenen Zuflüssen schloß der Autor weitgehend aus. Im Herbst 1955 entsprach die Fischfauna wieder dem vorherigen Stand. Nur bei den Zandern dauerte die Kompensation länger.

GAUMERT & HEEMAN (1987) beobachteten einen Aufstieg von 18 Fischarten in einem neu umgestalteten Fließgewässer, das über einen „*längeren Zeitraum*“ betrachtet frei durchwanderbar ist.

- Wechsel zwischen Teillebensräumen: periodisch (täglich oder jahreszeitlich, z. B. Aufsuchen von Winterstandorten) oder unterschiedliche Ansprüche während der Ontogenese

Im Allgemeinen wandern nach NORTHCOTE (1978) Süßwasserfische im Jahreszyklus zwischen Winterplätzen, Freß- und Laichgründen.

Durch Radiotelemetrie konnten PELZ & KÄSTLE (1989) relativ einheitliche Ortsbewegungen im Juli von überwiegend 60 – 200 m zwischen den Tages- und Nachtaufenthaltorten von Barben aufzeigen. Bei adulten Bachforellen (PELZ 1992) wechselten einige regelmäßig zwischen Tag- und Nachtstandorten, während sich andere unregelmäßiger in ihrem Lebensraum verteilten. Auch für Hasel wurde eine klare Trennung von Tages- und Nachtstandorten nachgewiesen (CLOUGH & LADLE 1997).

Nach STEINMANN (1937) und SCHIEMENZ (1960) suchen Cypriniden im Herbst Winterlager auf. Brachsen sind auch nach ROSENGARTEN (1954) im Herbst besonders aktiv. Auch Koppen scheinen nach HOFFMANN (1996) Winterlager aufzusuchen.

Frühjahrswanderungen führten Aitel und Barben in drei Staustufen im Hochrhein durch (LAMPERT & LINK 1971). Später im Jahr konnten nur noch kleinere Wanderaktivitäten beobachtet werden.

- Genetischer Austausch

Eine reduzierte genetische Variabilität für verschiedene Koppenpopulationen wies HÄNFLING (2000) nach, die er auf unterbrochene Wanderwege durch kleinräumige Zerstückelung der Populationen zurückführte.

- Wanderungen mit ungeklärter Motivation

Daß Fische auch Wanderungen durchführen, die mit den oben genannten Faktoren bisher nicht erklärt werden können, beschrieb BORN (1995).

Die Verhaltensmuster der Wanderungen variieren allerdings nach Aussagen NORTHCOTE's (1978) von Spezies zu Spezies stark. Es wurden von ihm nicht nur innerhalb einer Art, sondern sogar innerhalb einer Population, z.B. bei Regenbogenforellen, unterschiedliche Verhaltensmuster festgestellt.

2.1.2 Abiotische Beeinflussung der Wanderungen

Bei der Sichtung der Literatur zeigte sich, daß - statistisch abgesichert - Wanderungen keineswegs immer monokausal von nur einem abiotischen Faktor abhängen (STAUB & GERSTER 1992, GERSTER 1998, BORN 1995), sondern mehrere, auch unbekannte Faktoren eine Rolle spielen können.

Nachgewiesene Abhängigkeiten von einem abiotischen Parameter werden im folgenden dargestellt.

- Meteorologische Parameter

Perciden und Salmoniden steigerten bei HOLZNER (2000) mit zunehmendem Luftdruck ihre flußabwärts gerichteten Wanderaktivitäten. Cypriniden waren in dieser Untersuchung nicht so klar zuzuordnen.

- Mondphasen

HOLZNER (2000) belegte, daß die flußabwärts gerichteten Wanderaktivitäten der Fische bei Hamenfängen am Main mit zunehmendem Mond zeitweise, mit abnehmendem Mond immer anstiegen, während Vollmondphasen gemieden wurden. Bei Neumond ergab sich kein klares Bild.

- Wassertemperatur

BRUSCHEK (1954b) stellte im Inn für folgende Fischarten fest: Nasen und Äschen wandern ab 5-6°C, Aitel und Rotaugen bei 8-10°C, Barben ab 10-12°C. Die Barben weisen ein Maximum der Nahrungswanderungen bei 17°C (BRUSCHEK, 1954c) auf.

SCHIEMENZ (1957) verweist auf eine Fischpaßkontrolle, bei der im vergleichsweise kühlen Frühjahr 1952 kein Fisch in der ungünstigen Wanderhilfe aufstieg, während die Wanderhilfe in den anderen Jahren zumindest teilweise angenommen wurde.

Bei ROSENGARTEN (1954) stiegen Hasel und Rotauge ab einer Wassertemperatur von 8,7 °C auf.

Der Zusammenhang zwischen Fischaufstieg in Wanderhilfen und Temperatur bzw. Temperaturänderung war bei STAUB & GERSTER (1992) immer positiv.

BORN (1995) belegte eine Abhängigkeit der flußauf gerichteten Wanderaktivitäten der Gründlinge von der Temperaturänderung. Für Aal, Brachse, Rotfeder und Schleie wirkten sich die Absolutwerte der Tagestemperatur, des Tagesmittelwertes sowie die Temperatursumme zwei Tage vor der Reusenleerung signifikant auf die Wanderung aus. Aufsteigende Lauben reagierten auf die Änderungsgeschwindigkeit der Temperatur und die absoluten Temperaturwerte.

HOLZNER (2000) beschreibt eine Zunahme der flußab gerichteten Wanderaktivitäten im Frühjahr bei Temperaturen von 8 – 12 °C, im Herbst bei Unterschreiten der 15 °C.

- Wasserabfluß

BRUSCHEK (1978) beschreibt für fallende Wasserstände abwandernde, für steigende Wasserstände aufsteigende Wanderbewegungen der Fischfauna in der Elbe. Das Vorhandensein einer Wasserströmung beinhaltet für die meisten Fischarten die Gefahr einer Abdrift im Jugendstadium (PAVLOV 1994). ROSENGARTEN (1954) beobachtete, daß bei abnehmender Wasserführung in der Fischtreppe Koblenz der Aufstieg der Fische abnahm. ZEH (1993) konnte anhand von Telemetrieversuchen sowohl Abdrift als auch Aufwärtswanderung von Barben bei Hochwasser zeigen.

Bei der Abwanderung ergaben sich bei HOLZNER (2000) bei Bachforellen, Flußbarschen und Lauben erhöhte Aktivitäten bei zurückgehenden Abflüssen. Flußab gerichtete Wanderungen des Aals wurden zwar durch Hochwasserabflüsse verstärkt, waren in dieser Untersuchung jedoch keine Voraussetzung für eine Abwanderung.

HARVEY (1987) wies auf die erheblich größere Anfälligkeit für die Abdrift sehr kleiner Fische (5 – 10 mm, z.B. Cypriniden) gegenüber Brutfischen mit 10 – 25 mm in einem kleinen Bach hin. Das Auftreten von Hochwasserereignissen in einer Phase, in der kleinste Fische vorhanden sind, bewirkt nach ihm eine erhebliche stärkere Abdrift der Brutfische, eventuell mit Todesfolge, als ein kurze Zeit später auftretendes Hochwasser.

Nach HEGGENES (1998) werden adulte und subadulte Bachforellen bei Hochwasserabflüssen nur gering verdriftet.

- Licht/Trübung

Fischwanderungen treten nach JONSSON (1991) nachts auf, weil er von einer Vermeidung von auf die Sicht angewiesenen Räubern ausgeht. Daß Barben und Rutten vor allem nachts wandern, stellte BRUSCHEK (1978) fest.

PERSATH & OLIVIER (1995) wiesen die Abdrift von Nasenlarven überwiegend in den ersten drei Stunden der Nacht nach.

STAUB & GERSTER (1992) vermuteten einen fördernden Einfluß von Licht auf den Fischaufstieg in den untersuchten Wanderhilfen. Auch der VDFF (1997) wies darauf hin, daß Wanderhilfen bevorzugt am Tag benutzt werden.

Eine negative Korrelation des Fischaufstieges mit der Sichttiefe zeigte BORN (1995) für Aale, Brachsen, Lauben und Schleien, eine positive für Barbe, Flußbarsch und Hasel.

Salmoniden, Zander und Kaulbarsch zeigten bei Dunkelheit verstärkte Abwärtsbewegungen, während Cypriniden noch bis in den Vormittag hinein und der Flußbarsch sogar tagsüber aktiv waren (HOLZNER 2000).

- Weitere Wasserparameter

Flußauf gerichtete Wanderung einer Reihe von Fischarten beeinflussten der Sauerstoffgehalt sowie der pH-Wert bei BORN (1995).

Für die Sauerstoffsättigung und den pH-Wert ergab sich hingegen bei HOLZNER (2000) keine klare Zuordnung der flußabgerichteten Wanderungen.

- Verlust von lebenswichtigen Gewässerstrukturen

PELZ (1990) nimmt an, daß sich innerhalb einer Fischpopulation alle Tiere sowohl stationär als auch mobil verhalten können. Bei guter Habitateignung, abhängig von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Parametern, verschiebt sich das Gleichgewicht hin zur stationären Phase, bei ungünstiger hin zur mobilen Phase.

Durch den Längs- und Querverbau von Fließgewässern wurden in vielen Fließgewässern vielfältige Lebensraumstrukturen zerstört, so daß die Fauna heute, um geeignete Bereiche zu erreichen, weitere Strecken wandern muß (PELZ 1990).

2.2 Überblick über das Fischartenspektrum Niederbayerns

Die unten aufgeführten Fischarten (*Pisces*) bzw. Rundmäuler (*Cyclostomata*) wurden im Rahmen der Fischartenkartierung nachgewiesen (FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKS NIEDERBAYERN 1998).

2.2.1 Autochthone Arten

Die Beurteilung der Folgen von Fischwanderhindernissen wurde am autochthonen Fischartenspektrum Niederbayerns ausgerichtet. Zu diesem werden folgende Spezies gezählt (FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKS NIEDERBAYERN 1998):

Art	Gefährdung in Niederbayern ¹	Lebensraum	Wanderung (Einteilung nach ⁶)		
			kurz	mittel	lang
<u>Neunaugen (<i>Cyclostomata</i>)</u>					
Bachneunauge (<i>Lampetra planeri</i>)	+	R ¹¹			
Donauneunauge (<i>Eudontomyzon spec.</i>)	+	R ¹¹			
<u>Störartige (<i>Acipenseridae</i>)</u>					
Sterlet (<i>Acipenser ruthenus</i>)	+	R ⁶		+ ⁶	+ ³
Hausen (<i>Huso huso</i>)	+				+ ^{3, 6}
Glattdick (<i>Acipenser nudiventris</i>)	k. A.				+ ⁶
Waxdick (<i>Acipenser gueldenstaedti</i>)	k. A.				+ ⁶
Sternhausen (<i>Acipenser stellatus</i>)	k. A.				+ ⁶
<u>Forellenartige (<i>Salmonidae</i>)</u>					
Bachforelle (<i>Salmo trutta f. fario</i>)	+	R ⁶	+ ⁵	+ ⁶	+ ⁴
Huchen (<i>Hucho hucho</i>)	+	R ⁶		+ ⁶	
<u>Renkenartige (<i>Coregonidae</i>)</u>					
Renke (<i>Coregonus spec.</i>)	k. A.	S ⁶	Baggerseen ¹ , Seen ⁶		
<u>Äschenartige (<i>Thymallidae</i>)</u>					
Äsche (<i>Thymallus thymallus</i>)	+	R ⁶	+ ^{6, 9, 15}	+ ⁷	+ ⁸
<u>Karpfenartige / Weißfische (<i>Cyprinidae</i>)</u>					
Rotaugen (<i>Rutilus rutilus</i>)	-	I ⁶	+ ^{6, 14}		
Frauennerfling (<i>Rutilus pigo virgo</i>)	+	R ⁶	+ ⁶		
Moderlieschen (<i>Leucaspis delineatus</i>)	k. A.	S ⁶	+ ⁶		
Hasel (<i>Leuciscus leuciscus</i>)	+	R ⁶	+ ⁶		
Aitel (<i>Leuciscus cephalus</i>)	-	R ⁶	+ ⁶	+ ¹⁰	
Nerfling (<i>Leuciscus idus</i>)	+	R ⁶		+ ⁶	
Elritze (<i>Phoxinus phoxinus</i>)	+	I ⁶	+ ^{1, 6}		

Tab. 1: Fortsetzung nächste Seite

Art	Gefährdung in Niederbayern ¹	Lebensraum	Wanderung (Einteilung nach ⁶)		
			kurz	mittel	lang
<u>Fortsetzung Karpfenartige / Weißfische (Cyprinidae)</u>					
Rotfeder (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	+	S ⁶	+ ⁶		
Schied (<i>Aspius aspius</i>)	+	I ⁶		+ ⁶	
Schleie (<i>Tinca tinca</i>)	-	S ⁶	+ ⁶		
Nase (<i>Chondrostoma nasus</i>)	+	R ⁶		+ ⁶	+ ¹⁶
Gründling (<i>Gobio gobio</i>)	-	R ⁶	+ ⁶		
Steingreßling (<i>Gobio uranoscopus</i>)	+	R ¹⁷			
Weißflossengründling (<i>Gobio albipinnatus</i>)	+	R ⁶	+ ⁶		
Barbe (<i>Barbus barbus</i>)	+	R ⁶		+ ^{6, 13}	+ ^{1, 16}
Laube (<i>Alburnus alburnus</i>)	+	I ⁶	+ ⁶		
Schneider (<i>Alburnoides bipunctatus</i>)	+	R ⁶	+ ⁶		
Güster (<i>Abramis björkna</i>)	-	S ⁶	+ ^{6, 14}		
Brachse (<i>Abramis brama</i>)	-	S ⁶	+ ^{6, 14}		
Zobel (<i>Abramis sapa</i>)	+	I ⁶	+ ⁶		
Zährte, Rußnase (<i>Vimba vimba</i>)	+	R ⁶	+ ⁶		
Sichling, Ziege (<i>Pelecus cultratus</i>)	+	I ⁶		+ ⁶	
Bitterling (<i>Rhodeus sericeus amarus</i>)	+	S ⁶	+ ⁶		
Karausche (<i>Carassius carassius</i>)	+	S ⁶	+ ⁶		
Giebel (<i>Carassius auratus gibelio</i>)	-	S ⁶	+ ⁶		
Karpfen (<i>Cyprinus carpio</i>)	k. A.	S ⁶	+ ⁶		
<u>Schmerlenartige (Cobitidae)</u>					
Schmerle, Bartgrundel (<i>Barbatula barbatula</i> ¹)	-	S ⁶	+ ⁶		
Schlammpeitzger (<i>Misgurnus fossilis</i>)	+	S ⁶	+ ⁶		
Steinbeißer (<i>Cobitis taenia</i>)	+	S ⁶	+ ⁶		
<u>Welse (Siluridae)</u>					
Wels, Waller (<i>Silurus glanis</i>)	-	I ⁶	+ ⁶		
<u>Hechte (Esocidae)</u>					
Hecht (<i>Esox lucius</i>)	+	I ⁶	+ ⁶		
<u>Barsche (Percidae)</u>					
Flußbarsch (<i>Perca fluviatilis</i>)	-	I ⁶	+ ⁶		
Zander (<i>Stizostedion lucioperca</i>)	-	I ⁶	+ ^{6, 8}		

Tab. 1: Fortsetzung nächste Seite

¹ früher *Noemacheilus barbatulus*

Art	Gefährdung in Niederbayern ¹	Lebensraum	Wanderung (Einteilung nach ⁶)		
			kurz	mittel	Lang
<u>Fortsetzung Barsche (<i>Percidae</i>)</u>					
Kaulbarsch (<i>Gymnocephalus cernuus</i>)	-	I ⁶	+ ^{6, 12}		
Donaukaulbarsch (<i>Gymnocephalus baloni</i>)	k. A.	k. A.	+ ^{6, 12}		
Schrätzer (<i>Gymnocephalus schraetzer</i>)	+	R ⁶	+ ⁶		
Streber (<i>Zingel streber</i>)	+	R ⁶	+ ⁶		
Zingel (<i>Zingel zingel</i>)	+	R ⁶	+ ⁶		
<u>Grundeln (<i>Gobiidae</i>)</u>					
Marmorierte Grundel (<i>Proterorhinus marmoratus</i>)	k. A.	I ⁶	+ ⁶		
<u>Koppen (<i>Cottidae</i>)</u>					
Koppe (<i>Cottus gobio</i>)	+	R ⁶	+ ⁶		
<u>Dorschartige (<i>Gadidae</i>)</u>					
Rutte (<i>Lota lota</i>)	+	I ⁶	+ ⁵	+ ⁶	

Tab. 1: Übersicht über das Fischartenspektrum Niederbayerns mit Angabe von ökologischen Ansprüchen und von Wanderungen; Abkürzungen: +: ja, -: nein, k.A.: keine Angaben; R: rheophil, I: indifferent, S: stagnophil; Hochzahlen: Quellenangaben

Quellenangaben zu Tab. 1

¹ FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKS NIEDERBAYERN (1998)	¹⁰ FREDRICH & OHMANN (1995)
² LELEK (1987)	¹¹ MUUS & DAHLSTRÖM (1968)
³ PAVLOV (1989)	¹² SIGILATO (1999)
⁴ LINLÖKKEN (1993)	¹³ LUCAS & FREAR (1997)
⁵ BRUSCHEK (1978)	¹⁴ MOLLS (1999)
⁶ JUNGWIRTH (1984)	¹⁵ PARKINSON ET AL. (1999)
⁷ DUJMIC (1997)	¹⁶ REICHENBACH-KLINKE (1968a)
⁸ LILLELUND (1963)	¹⁷ TEROFAL (1984)
⁹ MEYER ET AL. (1992)	

2.2.2 Allochthone Arten

Allochthone Arten wurden bei der Bewertung der Durchwanderbarkeit nicht oder nur untergeordnet berücksichtigt und werden nur der Vollständigkeit halber aufgeführt:

Hierzu gehören nach der FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKS NIEDERBAYERN (1998) die Arten Aal (*Anguilla anguilla*), Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*), Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*), Dreistachliger Stichling (*Gasterosteus aculeatus*), Blaubandbärbling (*Pseudorasbora parva*), Grasfisch (*Ctenopharyngodon idella*), Silberkarpfen (*Aristichthys nobilis*) und Marmorkarpfen (*Hypophthalmichthys molitrix*) und Zwergwels (*Ictalurus nebulosus*).

Die Arten Blaubandbärbling, Silberkarpfen, Marmorkarpfen, Grasfisch und Zwergwels dürfen nach § 19, AVFiG (BRAUN & KEIZ 2000) nicht ausgesetzt werden.

2.3 Schwimmvermögen ausgewählter Fischarten

Für einige in Niederbayern vorkommende Fischarten gibt es Angaben über das Schwimmvermögen, die in Tab. 2 dargestellt werden. Die kritische Strömungsgeschwindigkeit kann zwischen 15 s und 200 min gehalten werden. Die Sprintgeschwindigkeit dient um in Zeiträumen von bis zu 15 s ein Hindernis zu überwinden, Beute zu fangen oder einem Räuber zu entkommen (BORN 1995).

Art (Länge)	Geschwindigkeit [m/s]		Autor
	Sprintgeschw.	Kritische Geschw.	
Aitel (3,8 / 8,8 cm)	0,58 / 3,76		ZERRATH (1996)
Bachforelle (20–35 cm)	2,00 – 3,50	0,80 – 1,00	GEITNER & DREWES (1990)
Brachse (20 – 35 cm)	1,30 – 2,10		GEITNER & DREWES (1990)
Elritze	~ 0,8 – 1,7		VORDERMEIER & BOHL (1999)
Gründling (11,6 cm)		0,55	STAHLBERG & PECKMANN (1986)
(5,3 / 9,5 cm)	0,65 / 2,68		ZERRATH (1996)
Hasel (10 – 21,4 cm)	1,1 – 2,4		BAINBRIDGE (1960, zit. in BORN 1995)
Hecht (37,8 cm)		1,49	MAGNAN (1929, zit. in BORN 1995)
Karpfen (35 cm)	2,36		BEAMISH (1974, zit. in BORN 1995)
(3,6 / 7,7 cm)	0,57 / 1,66		ZERRATH (1996)
Koppe (2 – 4 cm)		0,20 – 0,34	PAVLOV (1989)
Laube (3,2 cm)		0,52	PAVLOV (1989)
Moderlieschen (3-4cm)		0,36 – 0,54	PAVLOV (1989)
(5,1 cm)		0,39	STAHLBERG & PECKMANN (1986)
Rotfeder	0,75 – 0,83		OHLMER (zit. in BORN 1995)
Steinbeißer (3,6–7 cm)		0,26 – 0,42	PAVLOV (1989)
3-st- Stichling (4,9 cm)		0,36	STAHLBERG & PECKMANN (1986)
Zander	1,53 – 1,82		OHLMER (zit. in BORN 1995)

Tab. 2: Schwimmvermögen ausgewählter Fischarten

Nach PAVLOV (1994) driften typische Bodenfische bereits bei einer zwei- bis dreifach niedrigeren Strömungsgeschwindigkeit ab als die im freien Wasser schwimmenden Fische.

2.4 Weitere Beschreibungen von Wanderbewegungen

Verhalten im Jahreszyklus

In Tab. 3 werden die bekannten Wanderzeiten und Laichzeiten der Fischfauna dargestellt.

	Monat											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Autochthone Arten												
Bachneunauge ⁽⁷⁾												
Donauneunauge												
Sterlet ⁽⁷⁾												
Bachforelle ^(7, 11, 12)				↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↓		↓		
Huchen ⁽⁷⁾												
Renke ⁽⁷⁾												
Äsche ^(7, 10)			↑	↑	↑	↑	↑	↑				
Rotauge ^(5, 10, 11, 12, 13)			↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↓	
Frauennerfling ⁽⁷⁾												
Moderlieschen ⁽¹⁾												
Hasel ^(1, 5, 11, 12)				↑	↑	↑			↓	↓		
Aitel ^(5, 10, 11, 12)				↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	↑↓	↑	↓	
Nerfling ^(1, 2, 12)				↓		↓			↓			
Elritze ^(1, 6)												
Rotfeder ^(2, 5, 10, 11, 12)				↓	↑	↑			↓	↓		
Schied ^(1, 5, 11)				↑	↑			↑	↑	↑		
Schleie ^(1, 2, 5, 11, 12)				↑	↑				↓	↓		
Nase ^(8, 9, 10, 11, 13)			↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
Gründling ^(5, 11, 12)				↓	↑↓	↑↓	↓	↓	↑	↑		
Steingreßling ⁽⁷⁾												
Weißflossengründling												
Barbe ^(2, 3, 4, 10, 11, 13)			↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		
Laube ^(1, 5, 11, 12)				↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓		
Schneider ^(2, 4)												
Güster ^(1, 2)						↑	↑	↑	↑	↑		
Brachse ^(2, 5, 11, 12)				↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↓	↓	
Zobel ⁽⁷⁾												
Zope ⁽⁷⁾												
Zährte, Rußnase ⁽⁷⁾												
Sichling, Ziege ⁽⁷⁾												

Tab. 3: Wanderzeiten und Laichzeiten

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bitterling ⁽⁵⁾												
Karausehe ^(5, 11)					↑							
Giebel ⁽⁷⁾												
Karpfen ^(5, 12)					↓	↓	↓		↓	↓	↓	
Schmerle, Bartgrundel ⁽⁷⁾												
Schlammpeitzger ⁽⁷⁾												
Steinbeißer ⁽⁷⁾												
Wels ^(7, 12)					↓	↓	↓	↓	↓			
Hecht ⁽⁷⁾												
Flußbarsch ^(7, 11, 12, 13)				↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓
Zander ^(7, 12)				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Kaulbarsch ^(7, 12)			↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Donaukaulbarsch												
Schrätzer ⁽⁷⁾												
Streber ⁽⁷⁾												
Zingel ⁽⁷⁾												
Marmorierte Grundel												
Koppe ⁽⁷⁾												
Rutte ⁽⁷⁾												
Allochthone Arten												
Aal ^(11, 12, 13)				↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↓	↓
Regenbogenforelle ⁽⁷⁾												
Bachsäibling ^(1, 11)					↑							
Dreistachliger Stichling ⁽⁷⁾												

Tab. 3: Fortsetzung Wanderzeiten und Laichzeiten (Literaturangaben siehe unten)

Laichzeit
↑ Beobachtete Aufwärtswanderungen
↓ Beobachtete Abwärtswanderungen

Literaturangaben zu Tab. 3:

⁽¹⁾ LELEK (1987)	⁽⁸⁾ POVZ (1988)
⁽²⁾ LADIGES & VOGT (1979)	⁽⁹⁾ BRUSCHEK (1954a)
⁽³⁾ FREYHOF (1996)	⁽¹⁰⁾ VDFF (1997)
⁽⁴⁾ BLESS (1979)	⁽¹¹⁾ BORN (1995)
⁽⁵⁾ MÜLLER (1983)	⁽¹²⁾ HOLZNER (2000)
⁽⁶⁾ TACK (1941)	⁽¹³⁾ STAUB & GERSTER (1992)
⁽⁷⁾ TEROFAL (1984)	⁽¹⁴⁾ LUCAS & FREAR (1997)

Es muß berücksichtigt werden, daß alle in Tab. 3 zitierten Wanderungen zuvor oder danach auch in der umgekehrten Richtung durchgeführt werden.

Es wurde in der Literatur kein Hinweis gefunden, daß eine heimische Fischart keine Wanderungen durchführt. Wenn keine Angaben über das Wanderverhalten einer Art vorhanden sind, so liegt dies offensichtlich daran, daß noch keine ausreichenden Erkenntnisse vorliegen.

Auch muß man davon ausgehen, daß zusätzlich zu den oben zitierten Literaturangaben noch zu anderen Zeiten Wanderungen von den beschriebenen Arten durchgeführt werden, zum Beispiel in geringer Anzahl auch im Winter (STAUB & GERSTER 1992, GERSTER 1998, BRUSCHEK 1954a).

Im Winter wurden bisher nur wenige Wanderkontrollen durchgeführt. Besonders Bachforellen spielten bei den Wanderungen während des Winters im Hochrhein eine quantitativ große Rolle mit einem Bewegungsmaximum im November zur Laichzeit (STAUB & GERSTER 1992).

Wanderungen in hohen Dichten werden auch außerhalb der Laichzeit (BRUSCHEK 1954a, VDFF 1997, BORN 1995, LVF BAYERN 2001) durchgeführt.

In Tab. 3 wurden die Wanderzeiten unabhängig von der Zahl nachgewiesener Tiere dargestellt. Es zeigte sich in der in Tab. 3 zitierten Literatur, daß sowohl adulte als auch subadulte Fische wandern. Außerdem ist darauf hinzuweisen, daß in den Langzeituntersuchungen von Jahr zu Jahr eine stark verschiedene Anzahl von Tieren wanderte (BORN 1995, GERSTER 1998, HOLZNER 2000). Es zeigten sich auch im Vergleich des Aufstieges über mehrere Jahrzehnte große Schwankungen, die unter anderem von der jeweiligen Fischdichte beeinflußt wurden (STAUB & GERSTER 1992). Zusammengefaßt lassen sich bei diesen Autoren flußauf gerichtete Wandermaxima zwischen April und Juni sowie im September und November erkennen.

Wanderverhalten und Abdrift von Fischpopulationen und/oder bestimmten Fischgrößen

BRUSCHEK (1954b) beobachtete im unteren Inn (obere Barbenregion) die Bewegungsmaxima der Fischfauna im April und Mai (bes. Nase und Barbe) sowie einen zusätzlichen, niedrigeren Peak im September. Das Artenmaximum lag hingegen im Sommer (BRUSCHEK 1954c).

MEYER & AL. (1992) ermittelten anhand von Telemetrie in der Laichzeit innerhalb von ca. fünf Wochen Wanderbewegungen bei Äschen von 0,4 – 11,2 km mit einer maximalen Tagesleistung von 4,2 km. Dabei traten sowohl Phasen mit geringer Bewegung (stationäre Phase) als auch mit großer Bewegung (mobile Phase) auf. Unterschiede in der Länge von Wanderbewegungen einer Population belegten für den Aitel FREDRICH & OHMANN (1995), für die Barbe LUCAS & FREAR (1997) sowie PELZ & KÄSTLE (1989) und für die Bachforelle PELZ (1992).

Für Rotaugen und Gründlinge beschrieb STOTT (1967), daß der größere Teil der Population im Fluß Mole nur kleinere Wanderungen durchführte, während einzelne Fische sowohl auf- als auch abgewandert waren.

Nasen lassen sich nach der Laichzeit abtreiben, erholen sich und ziehen danach wieder flußauf (VDFF 1997).

Wanderverhalten und Abdrift in anthropogen veränderten Fließgewässern

Auf eine reduzierte Abdrift von Jungfischen in einem strukturreichen Fluß mit strömungsberuhigten Bereichen gegenüber der Abdrift in Flüssen mit gleichmäßiger, höherer Strömungsgeschwindigkeit wies PAVLOV (1994) hin.

PELZ (1989) vermutet jedoch allgemein für in Stauräumen lebende Nasen und Barben eine geringere Wanderaktivität, verglichen mit in natürlichen Fließgewässern vorkommenden Individuen.

Nach LAMPERT & LINK (1971) waren ungefähr 25 % einer Barbenpopulation zuerst durch einen Stauraum, danach über einen Fischpaß im Hochrhein aufgewandert.

REINARTZ ET AL. (2000) wiesen die marmorierte Grundel im Main Einzugsgebiet nach, die dort ursprünglich nicht vorkam. Sie vermuteten eine Ausbreitung über den Main-Donau-Kanal.

Angaben über Fischwanderungen im Untersuchungsgebiet

Im folgenden Abschnitt werden Beobachtungen von Fischereiberechtigten wiedergegeben, die nicht veröffentlicht, aber mündlich überliefert wurden. Sie werden wiedergegeben, um das Wissen über diese Beobachtungen zu erhalten.

Um 1920 konnten noch große Laichzüge von Barben und Nasen bis in den Oberlauf der Ilz beobachtet werden, die nach Errichtung der Wasserkraftanlagen Oberilzmühle und Hals deutlich abnahmen.

Vor Errichtung des Kraftwerkkomplexes Buchbergmühle zu Beginn des 20. Jahrhunderts konnten Huchen bis etwa Freyung im Saußbach bei ihren Laichwanderungen beobachtet werden.

Im Bayerischen Wald wurde von verschiedenen Seiten berichtet, daß Forellen beim Ablachen in teilweise sehr kleinen Entwässerungsgräben (< 1 m Breite, einige Zentimeter Wassertiefe) beobachtet werden konnten. Viele dieser Gräben verlanden aufgrund einer veränderten Landbewirtschaftung. In diesen Gräben findet dann laut den Anwohnern keine Reproduktion von Forellen mehr statt.

Auch wurde mehrfach das Verschwinden von Koppeln in Nebengewässern im Einzugsgebiet der Wolfsteiner Ohe nach der Errichtung von Abstürzen berichtet. Analog hierzu verhält sich das Vorkommen der Elritzen.

An der Mündung der Wolfsteiner Ohe in die Ilz ziehen Nasenlaichzüge in die Ausleitungsstrecke, die der ursprünglichen Mündung entspricht, jedoch nur einen offensichtlich zu geringen Restwasserabfluß aufweist. Sie warten dort, bis die Wasserführung und Strömungsgeschwindigkeit ansteigen. Dann ziehen sie bis zur untersten Wehranlage (Flußkilometer (Fl.km) 0,6). Durch Überheben über das Wehr konnten die Nasen, die oberhalb bereits ausgestorben waren, in diesem Bereich wieder angesiedelt werden.

2.5 Wanderungen anderer aquatischer Tierarten

Einen großen Einfluß haben Wanderungen von Fischen auf die Bestandserhaltung von einheimischen Großmuscheln (Unio-, Anodonta- und Margaritifera-Arten), indem sich Muschellarven (Glochidien) an Fischen anheften (JUNGBLUTH ET AL. 2001). Auf diese Weise können sie gegen die Drift verbreitet werden.

Auch für das Makrozoobenthos sind Wanderhindernisse nicht folgenlos. So beschreibt zum Beispiel PECHLANER (1986) die Abdrift und Rückwanderung des Makrozoobenthos in Gebirgsbächen und – flüssen als bedeutend für die Populationsdynamik vieler dieser Arten. WILLIAMS & HYNES (1976) wiesen auf die Drift des Benthos, aber auch auf den Aufstieg innerhalb des Wasserkörpers als wichtige Wanderungen bei der Wiederbesiedelung verödeter Bachabschnitte hin.

Für Edelkrebse konnte SCHÜTZE (1996) anhand von Telemetrierversuchen zeigen, daß sie sich einerseits ortstreu verhalten, manche Tiere aber auch weitere Wanderungen durchführen. Die maximal zurückgelegte Nettostrecke betrug 2,4 km innerhalb der ca. 50-tägigen Beobachtungsdauer.

2.6 Wanderhindernisse für Fische

Definition von Wanderhindernissen für Fische

Wanderhindernisse sind Stellen oder Abschnitte in Fließgewässern, an denen

- für einzelne oder alle im Gewässer vorkommenden Arten,
- für bestimmte Größenklassen und
- für bestimmte Zeiträume
- eine Unterbindung,
- eine Erschwerung oder
- eine Verzögerung

der flußauf oder der flußab gerichteten Fischwanderung, eventuell verbunden mit einer Gefährdung der Fauna beim Durchwandern dieses Flußabschnittes, auftritt.

Wanderhindernisse können natürlichen oder menschlichen Ursprungs sein. Größere Bäche und Flüsse sind normalerweise frei durchwanderbar. Natürliche Wanderhindernisse, etwa in Form von Wasserfällen oder Felsabstürzen, sind insgesamt relativ selten und betreffen meist typische Regionen wie Gebirge oder Mittelgebirge oder kleine Bäche. Bei dem Vorkommen von natürlichen Wanderhindernissen traten Konsequenzen für die Fauna auf, die sich an der Artenzusammensetzung des Gewässers oder an einer verminderten genetischen Variabilität der Fischpopulationen festmachen lassen.

Zu den natürlichen Wanderhindernissen zählen auch Verklausungen von Fließgewässern, die allerdings nur vorübergehend auftreten.

Anthropogene Wanderhindernisse hingegen betreffen alle Gewässerregionen und gehen in ihrer Anzahl, Lage und Hinderniswirkung meist weit über natürliche Barrieren hinaus. Jedes einzelne, anthropogene Wanderhindernis verschlechtert die Lebenssituation für Fische auf eine unnatürliche Weise. Dies gilt auch für Bereiche, in denen natürliche Wanderhindernisse auftreten.

Daß anthropogene Querbauwerke Fischwanderungen verzögern oder unterbinden, wurde bereits in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieben (z.B. BUXBAUM 1897, zit. in HOFBAUER 1965, PAVLOV 1989, BOHL 2000, VORDERMEIER & BOHL 1999, 2000, BACKIEL & BONTEMPS 1996, LABATZKI (1992) in VDFF 1997, BRUNKEN & PELZ 1989, ZIMMERMANN ET AL. 1998).

Daß Wanderhindernisse auch die natürliche Verteilung der Altersklassen der Fischfauna in einem Fluß stören, beschrieben GOSSO ET AL. (1998).

All dies führt mehr oder minder stark zur Degeneration oder zum Aussterben der angestammten Fischfauna (siehe auch 2.1).

2.7 Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit

Eine voll funktionsfähige Wanderhilfe bietet zu jeder Zeit jedem in diesem Bereich lebenden Tier die Möglichkeit, ein Querbauwerk sowohl flußaufwärts als auch flußabwärts ohne Zeitverlust zu überwinden. Das Wirkungsprinzip beruht darauf, hohe, für Fische nicht überwindbare Gefällesprünge in kleine, überwindbare Gefällesprünge aufzulösen.

Die drei Prinzipien der Wiederherstellung der Wandermöglichkeiten an Wanderhilfen sind in Abb. 1 dargestellt.

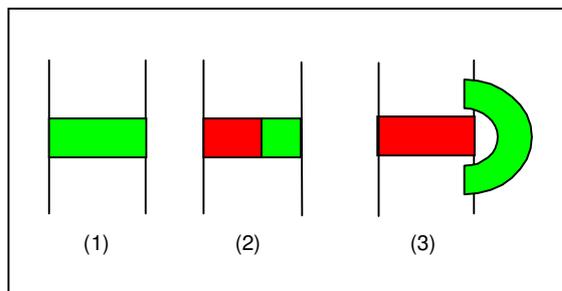


Abb. 1: Öffnung der Wanderwege an Querbauwerken (grüner Bereich): (1) kompletter Rückbau oder über die gesamte Breite durchwanderbares Querbauwerk, z.B. Sohlrampe; (2) über einen Teil der Breite durchwanderbares Querbauwerk, z.B. Teilrampe; (3) über eine Ausleitung umgehbares Querbauwerk, z.B. Umgehungsachse, technische Wanderhilfe

Wie diese Öffnung der Wanderwege erreicht wird, wird im folgenden dargestellt.

2.7.1 Rückbau/Renaturierung

Wenn die Nutzung von Querbauwerken aufgegeben wird, etwa bei der Einstellung einer Wasserkraftnutzung, kann das Hindernis eventuell naturnah rückgebaut werden. Auf diese Weise werden Wanderungen der Fauna zu keiner Zeit durch anthropogene Gewässerstrukturen gehemmt. Die Durchwanderbarkeit ist über die gesamte Gewässerbreite gegeben.

2.7.2 Naturnahe Wanderhilfen

Hier stehen aufgelöste Sohlriegel sowie raue Rampen im Vordergrund. Diese Bauwerke erstrecken sich über die ganze Gewässerbreite. Es gibt verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten wie etwa Schüttsteinrampen oder Setzsteinrampen. Ein Überblick über die verschiedenen Bauweisen ist bei GEBLER (1991) zu finden.

Die Gestaltung der Sohle ist rauh bzw. entspricht dem natürlichen Untergrund.

Innerhalb eines Jahres wies LABATZKI (1992, zit. in VDFF 1997) eine Zunahme von acht Arten in einem Zufluß nach der Umwandlung eines 0,6 m hohen Absturzes in eine Sohlrampe nach.

Ebenfalls naturnahe Wanderhilfen sind Umgehungs bäche, teilweise auch als Umgehungsgerinne bezeichnet. Neben der Durchwanderbarkeit bieten sie bei einer dem Charakter des Hauptflusses entsprechenden Gestaltung auch einen zusätzlichen Lebensraum für die Fließgewässerfauna an.

Sollte wenig Platz für eine Wanderhilfe zur Verfügung stehen, kann auch eine Rauhe Rampe als Teilrampe (siehe auch Abb. 1) ausgeführt werden. Das heißt, die Rampe reicht nicht über die gesamte Wehrbreite. Dies bildet eine Übergangsform zu einem Fischpaß.

2.7.3 Technische Wanderhilfen

Das Feld der technischen Wanderhilfen ist sehr weit und beinhaltet naturferne bis naturnahe Lösungen zur Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit. Da sich zahlreiche Veröffentlichungen ausführlich mit diesem Thema beschäftigen, wurden einige in Tab. 4 exemplarisch ausgewählt.

Fischpaß	Kurzbeschreibung	Auswirkung	Autor
Beckenpässe	- mit durchgehenden Querwänden - mit Kronen- und/oder Bodendurchlaß	Querwände müssen übersprungen werden Beide Durchlässe können durchschwommen werden	GEBLER (1991), JENS (1982) HINTERLEITNER (1931), GEBLER (1991)
Rhomboid-fischpaß	Zickzack-artige Anordnung von Querwänden	Große Turbulenzen	JENS (1982)
Rauhgerinne-beckenpaß	Kombination aus rauher Rampe und Beckenfischpaß	Hauptaufstieg zwischen den Steinen	GEBLER (1991)
Denil-Fischpaß	Gerade Fließrinne mit gegen die Strömung gerichteten Lamellen	Insgesamt hohe Strömung, erfordert Ruhebecken Nicht für den Potamalbereich geeignet	FRISCHHOLZ (1924), JÄGER (1999) QUAST ET AL. (1997)
Vertical-Slot-Paß	Vertikale Schlitze in Querwänden	Entscheidend für die Passage von Kleinfischen ist eine raue Gestaltung der Sohle, ungünstig für Großsalmoniden, Neigungen von ~ 1:10 möglich	GEBLER (1991), RITZMANN & QUAST (1998), JÄGER (1999)
Aalleitern	Mit Stroh, Reisig oder Kunststoffborsten gefülltes, schwach durchflossenes Gerinne	Aufstieg für Glas- und Jungaale	VDFF (1997)
Fischschleusen	Funktionsprinzip analog zu Schiffsschleusen	Kurze Einstiegszeit, aufwendige Mechanik, Überwinden großer Höhen möglich	FRISCHHOLZ (1924), GEBLER (1987), RITZMANN & QUAST (1998)
Fischlifte	Fahrstuhlähnlicher Container hebt Fische ins Oberwasser	Technisch aufwendig, Überwinden großer Höhen möglich	VDFF (1997)
Bürstenpaß	Wasser strömt zwischen Bürsten hindurch, Energieumsatz vor allem durch kleinskalige Turbulenzen	Geringe Strömungsgeschwindigkeiten zwischen Bürstenelementen, Aufstieg auch für Makroinvertebraten	HASSINGER (2000)

Tab. 4: Übersicht über technische Wanderhilfen

Einen umfassenden Überblick über Wanderhilfen bieten auch Jens (1982), GEBLER (1991), CLAY (1995), BORN (1995) und der VDFF (1997).



Abb. 2: Beckenpaß mit Kronenausschnitt, Kraftwerk Kachlet, Donau

2.7.4 Kriterien für Wanderhilfen und Ursachen für Einschränkungen in der Funktion

- Anbindung der Wanderhilfe

Fische orientieren sich sowohl bei aufwärts als auch bei abwärts gerichteten Wanderungen an der Strömung. Aus diesem Grund muß eine ausreichende Lockströmung die Tiere zur Wanderhilfe leiten. Eine ideale Lockströmung für Zielarten wie Zander oder Brachse gibt PAVLOV (1989) mit $v = 0,7$ m/s, für Salmoniden $0,9 - 1,2$ m/s an.

Auch die Plazierung ist wichtig: An der Mosel hielten sich zum Beispiel aufstiegswillige Fische im Unterwasser auf der Turbinenseite, nicht jedoch unterhalb der Walzenwehranlage auf. Kleinere Fische bevorzugten wegen der geringeren Strömung ufernahe Bereiche, während die größeren weiter vom Ufer entfernt waren (ROSENGARTEN, 1954). PAVLOV (1989) weist darauf hin, daß Fische eine Wanderhilfe nur dann annehmen, wenn sie in der Nähe des zu überwindenden Hindernisses ist. FRIES & TESCH (1965) fanden die Fische an der Staustufe Geesthacht/Elbe unmittelbar unterhalb der Stauanlage, wobei sich die Masse der Fische auf wenige Meter konzentrierte. Vor allem die adulten Fische orientierten sich an der Hauptströmung und suchten nicht in größeren Bereichen nach Aufstiegsmöglichkeiten. Jungfische waren auch in Bereichen mit geringerer Strömung zu finden.

Auch eine günstige Gewässermorphologie im Hauptgewässer an der Entnahmestelle oder der Mündung der Wanderhilfe oder technische Leiteinrichtungen verbessern die Funktion einer Wanderhilfe. Wenn der Bereich um den Einstieg in eine Wanderhilfe für Fische attraktiv ist, wird sie

auch entsprechend angenommen. Auch der Anschluß der Wanderhilfe an die Gewässersohle muß gegeben sein (GEBLER 1991, BORN 2000).

- Überwindbarkeit der Wanderhilfe

Unüberwindbare Strömungsgeschwindigkeiten dürfen für keine Art des potentiell natürlichen Artenspektrums auftreten. Die zulässigen Geschwindigkeiten in Wanderhilfen werden stark unterschiedlich beurteilt.

Mit 2,0 m/s sind die maximal zulässigen Strömungsgeschwindigkeiten bei DVWK (1996) hoch. Nach GUNKEL (1996) kann die einheimische Fischfauna kurzzeitig Strömungsgeschwindigkeiten von 1 – 1,5 m/s überwinden. Auch JÄGER (1999) sieht Höchstgeschwindigkeiten zwischen 1 und 1,5 m/s als ideal an. HENSEN & SCHIEMENZ (1960) lassen ebenfalls Strömungsgeschwindigkeiten bis 1,5 m/s zu. Nach Ansicht des VDFF (1997) können zwar Strömungsgeschwindigkeiten von 1,4 – 1,6 m/s noch von allen rheophilen Arten überwunden werden, jedoch sind Geschwindigkeiten von mehr als 1,0 m/s für Fische schwer zu überwinden. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn eine Vielzahl solcher Stellen auftritt.

STAHLBERG & PECKMANN (1986) folgerten aus Laborversuchen als oberen Grenzwert eine Strömungsgeschwindigkeit von 0,4 m/s an wasserbaulichen Anlagen. FRIES & TESCH (1965) sowie VORDERMEIER & BOHL (1999, 2000) empfehlen ebenfalls im Hinblick auf Kleinfische an Querbauwerken Strömungsgeschwindigkeiten von 0,5 m/s nicht zu überschreiten. Nach ZERRATH (1996) wiederum sollten in Fischaufstiegsanlagen Strömungsgeschwindigkeiten von 0,8 m/s nicht überschritten werden, um Klein- und Jungfischen den Aufstieg zu ermöglichen.

GEBLER (1991) fand in einem Versuch an einem Vertical-Slot-Paß mit rauhem Sohlsubstrat heraus, daß Gründlinge mit einer Länge von 5 – 12 cm Strömungsgeschwindigkeiten von 1,1 m/s im Schutze des Sohlsubstrates noch problemlos überwinden können, während sie sich bei Fließgeschwindigkeiten von 1,6 m/s nur noch mit Mühe von Becken zu Becken hocharbeiten konnten.

Es müssen Strömungsgeschwindigkeiten von $v < 0,2$ m/s im Stromstrich einer Wanderhilfe im Potamal bzw. im gesamten Wanderweg vermieden werden, da anhand der Ergebnisse von PAVLOV (1989) vermutet werden muß, daß rheophile Fischarten die Orientierung verlieren. Nach BORN (2000) sollen Wanderhilfen Strömungsgeschwindigkeiten von wenigstens 0,3 m/s, jedoch deutlich unter 1,5 m/s aufweisen.

GEBLER (1991) wies darauf hin, daß selbst sogenannte springfreudige Arten solange wie möglich ein Hindernis überschwimmen und erst dann, wenn sie dazu keine Möglichkeit haben, wird die kritische Stelle übersprungen. JÄGER (1999) beschreibt, daß Äschen, Saiblinge, Barben, Hechte und Weißfische Hindernisse schwimmend überwinden, wobei die Wassertiefe wenigstens 15 cm betragen muß. Nach ihm sind von den in Österreich heimischen Fischarten nur Bachforellen gewöhnt, Hindernisse im Sprung zu überwinden. Jedoch wurden Lauben und sogar Barben in Fischpässen beobachtet, wie sie Hindernisse springend überwandern (HINTERLEITNER 1931). Auf eine Eigenart der Äschen beim Überwinden von Abstürzen geht DUJMIC (1997) ein: sie schwimmen vertikal zur Wasseroberfläche, wobei sie sich nur noch mit dem Schwanzteil unterhalb der Fettschwanzflosse im Wasser befinden und überwinden so die Hindernisse.

Turbulenzen vermindern die Orientierung und kosten Kraft, die beim Aufstieg verloren geht (SCHIEMENZ 1957). Auch nach PAVLOV (1989) wirken sich hohe Turbulenzen negativ aus, indem sie

wegen der Orientierungslosigkeit der Fische zur Abdrift führen können. Als maximalen Wert für die Energiedichte in Wanderhilfen gab LARINIER (1983, zit. in BORN 1995) 150 W/m^3 an. Erschöpfung bei Fischen macht sich durch einen wesentlich geringeren Aufstiegserfolg bemerkbar (SCHIEMENZ, 1957).

Der Aufstiegsbereich sollte das natürliche Sohlsubstrat enthalten (GEBLER 1991, JÄGER 1999, VORDERMEIER & BOHL 1999). Dadurch wird gegenüber einer glatten Sohle die Strömungsgeschwindigkeit gemindert, aber auch die Meidung der Wanderhilfe dürfte herabgesetzt sein (vgl. SCHIEMENZ 1957).

Dies alles ist auch in Ausleitungsstrecken zu beachten, wenn diese ein Teil der Wanderstrecke sind.

Auf einen ausreichenden Mindestabfluß in Ausleitungsstrecken sei nur am Rande verwiesen. Arbeiten über dieses Thema wurden zum Beispiel von EBEL & GLUCH (1998), HOLZNER (1994), GIESECKE & JORDE (1997) und MAILE ET AL. (1997) verfaßt.

2.8 Situation der Gewässervernetzung in anderen Flußgebieten

Im Gewässersystem des oberfränkischen Mains fand STROHMEIER (1998) durchschnittlich alle 2,4 km ein Wanderhindernis. Untersucht wurden nur Gewässer 1. und 2. Ordnung. Einzelne Gewässer sind in Tab. 5 aufgeführt.

Gewässer	Durchschnittlicher Abstand zwischen zwei Wehren / [Fl.km]
<i>Main-Einzugsgebiet</i>	
Steinach	2,1
Kronach	0,64
Hasslach	1,4
Rodach KC	1,3
Rodach CO	4
Itz	2,8
Roter Main	3
Weißer Main	2,6
Main	7,4
<i>Elbe-Einzugsgebiet</i>	
Sächsische Saale	2,49
Selbitz	0,9
Südliche Regnitz	3,16
Schwesnitz	0,77
Kösseine	1,84
Röslau	2,2
Eger	1,93

Tab. 5: Durchschnittlicher Wehrabstand im Einzugsgebiet des Mains (aus STROHMEIER 1998) und der Elbe (aus STROHMEIER 2000a)

Bei der Kronach wurden auch kleinere Sohlschwellen erfaßt, in den anderen Gewässern nicht, so daß vermutlich „*der mittlere Abstand zwischen zwei Querverbauungen in den anderen Gewässern noch niedriger liegt, als ... angegeben*“ (STROHMEIER 1998). Für die Hindernisse sind im Main Einzugsgebiet Wasserkraftanlagen (79%), Sohlsicherungen (6%), Vorfluter und Ortsgraben (6%) und andere Ursachen (9%) verantwortlich.

Die Bewertung der Durchwanderbarkeit im Einzugsgebiet der Eger, der Saale und des Mains ergab folgendes Bild:

Bewertung der Durchwanderbarkeit der Querbauwerke in den Einzugsgebieten des Mains und der Elbe					
		durchgängig	weitgehend durchgängig	bedingt durchgängig	nicht durchgängig
Einzugsgebiet der Eger	Aufwärts	4 %	4%	24 %	68 %
	Abwärts	33 %	21 %	31 %	15 %
Einzugsgebiet der Saale	Aufwärts	32 %	6 %	25 %	37 %
	Abwärts	64 %	15 %	14 %	7 %
Einzugsgebiet der Main ²	Aufwärts	7 %	2 %	19 %	72 %
	Abwärts	44 %	10 %	36 %	10 %

Tab. 6: Bewertung der Durchwanderbarkeit im Einzugsgebiet des Mains (aus STROHMEIER 1998) und der Elbe (aus STROHMEIER 2000a)

STROHMEIER (2000b) fand im Gewässersystem der Iller (bei Kempten / Sonthofen, inklusive einiger Nebengewässer) auf einer Strecke von 167 Kilometern 270 Querbauwerke. Dies bedeutet also 1,6 Querbauwerke pro Flußkilometer. Etwa 15 % der Querbauwerke weisen eine Fallhöhe von $h > 2$ m auf.

Als Funktion der Hindernisse gab STROHMEIER (2000b) an: Sohlschwellen (77%), Geschiebesperren (2%), Konsolidierungssperren (7%), und Wasserkraftanlagen (12% in Betrieb, 0,4% stillgelegt), sonstige Hindernisse (2%). Frei durchwanderbare Strecken von über 3 km Länge waren die Ausnahme. Der häufigste Abstand zwischen zwei Hindernissen lag unter 100 m.

Die Situation der Fließgewässervernetzung im Amtsbezirk des Wasserwirtschaftsamtes Freising³ (Oberbayern) stellte MAILE (2000) folgendermaßen dar: Auf einer Fließgewässerstrecke von 613 Fl.km wurden 655 Querbauwerke erfaßt, wovon 31 % als voll, 17 % als eingeschränkt, 17 % als mangelhaft und 35 % als nicht passierbar begutachtet wurden. Die Anzahl der Hindernisse je Flußkilometer war in den großen Gewässern wie Isar oder Amper deutlich geringer als in den kleinen, wie etwa dem Mauerner Bach. An 268 Wehren wurden 20 Fischtreppe errichtet, von denen aber nur 4 (20%) als voll funktionsfähig eingestuft wurden. Als Hauptursachen für die Funktionsunfähigkeit wurden Erosion/Auskolkung sowie Manipulation angeführt.

In der oberen Isar waren frei durchwanderbare Strecken im Mittel 9,4 km lang, in der Loisach 6,5 km (HANFLAND 1997).

² Nach Angaben von STROHMEIER (1998) berechnet und gerundet

³ Landkreise Fürstenfeldbruck, Dachau, Freising, Erding

In Ilm, Gera und Apfelstädt (Thüringen / Deutschland) wurden von ZIMMERMANN ET AL. (1998) auf einer Fließgewässerlänge von 262 km 178 Querbauwerke gefunden, von denen 75 für die Fauna unpassierbar waren.

Im Bundesland Brandenburg bestand im Mittel in den Gewässern 1. Ordnung eine Stauanlage auf sechs Kilometer Fließgewässerlänge (QUAST ET AL. 1997). 21 % der Stauanlagen sind mit Wanderhilfen ausgestattet, von denen im Rahmen dieser Studie ca. ein Drittel als funktionstüchtig angesehen wurde.

Im hessischen Teil des Lahnsystems befand sich im Mittel alle 0,6 Kilometer ein Fischwanderhindernis, wobei Gewässer 3. Ordnung in der Erhebung weitgehend unberücksichtigt blieben (ADAM & SCHWEVERS, 1996). In dieser Arbeit erwiesen sich die 10 % der untersuchten Querbauwerke als passierbar, 25 % als weitgehend passierbar, 18 % als bedingt passierbar und 47 % als unpassierbar.

Auch im italienischen Teil des Fließgewässersystems des Isonzos bestehen viele Wanderhindernisse (Gosso 1998).

2.9 Auswirkungen von Querbauwerken auf Fließgewässer

Querbauwerke bewirken aufgrund ihrer Beschaffenheit nicht nur eine Einschränkung der Wanderwege, sondern auch einen vom Sohlgefälle des Gewässers, der Höhe des Bauwerkes und vom aktuellen Abfluß abhängigen Staubereich.

Im Staubereich sinkt die Fließgeschwindigkeit ab, der Wasserkörper vergrößert sich hingegen. Dies hat weitreichende Konsequenzen: Eine geringere Strömung bewirkt eine Sedimentation von suspendierten Stoffen und Spülfracht, in erster Linie feine Mineralpartikel und organische Substanz. Aber auch der Geschiebetransport wird unterbrochen. Die Sedimentation verschließt das als (Teil-)lebensraum eminent wichtige hyporheische Interstitial. Es dient zum Beispiel als Laichplatz für Kieslaicher (SAEGROV & URDA 1993, INGENDAHL & NEUMANN 1996, WATERS 1995), Brutunterschlupf von Fischlarven (BLESS 1992) oder Lebensbereich für wirbellose Tierarten (SCHWOERBEL 1993). Der Sedimentationsschlamm enthält häufig einen hohen organischen Anteil, der in erster Linie durch den Verbrauch von Sauerstoff abgebaut wird. Dadurch kann der Sauerstoffgehalt unter für die Fauna erforderliche Werte absinken (GUNKEL 1996).

Auch werden Nährstoffe freigesetzt, die Wasserpflanzen oder Algen ein vermehrtes Wachstum ermöglichen. GUNKEL (1996) beschreibt dies als „eutrophierende Wirkung des Gewässerstaus“. Daraus resultiert wiederum ein photosynthesebedingter Sauerstoffüberschuß, einhergehend mit einem pH-Wert-Anstieg durch die Assimilation von CO₂ (BAUER 1988) während des Tages, sowie der umgekehrte Effekt mit O₂-Verbrauch und CO₂-Ausscheidung durch die Pflanzen während der Nacht. Die ansteigenden pH-Werte bewirken im alkalischen Bereich (> 8) eine verminderte Ammoniak-Abgabe an den Kiemen der Fische bis hin zur Vergiftung der Fische (BAUER 1988). Eventuell kommt bei erheblichen Sauerstoffdefiziten noch die Abgasung von Stickstoff-, Schwefel-, oder Kohlenstoff-Verbindungen wie z.B. N₂O, N₂; NH₃, H₂S und CH₄ (HENSCHEL 1998) hinzu. Die verringerte Strömungsgeschwindigkeit bewirkt zusätzlich durch eine laminarere Strömung einen geringeren Gasaustausch. Im Gegensatz zu mehr oder minder gesättigten Gesamtgasgehalten in Bereichen mit

turbulenter Strömung können durch den schlechteren Austausch hier verstärkt sowohl Gasübersättigungen als auch Gasdefizite auftreten.

Die Selbstreinigungskraft des Wassers sinkt in Stauräumen. Dies ist in einigen Fällen an einer verschlechterten Gewässergüte im Unterwasser nachweisbar.

Es verändert sich jedoch nicht nur die Flußmorphologie in Staubereichen, sondern auch die Fauna. Daß in Staubereichen eine Verschiebung von der spezialisierten rheophilen Fischfauna hin zu den indifferenten oder euryöken Arten stattfindet, beschrieben unter anderem REICHENBACH-KLINKE (1968b), SCHULZ (1984), GUNKEL (1996) und KOLBINGER (1998). Auch findet möglicherweise eine Verschiebung vom lotischen zum lentischen Benthos hin statt, wobei außerdem das Zooplankton zunehmen kann (BAXTER 1977). BRUSCHEK (1978) beschreibt die Abnahme der Individuenzahl von rheophilen Arten in Staubereichen, selbst wenn noch alle für die Biogenese erforderlichen Teilhabitate erreichbar sind. Auch er verweist auf eine Verschiebung des Artenspektrums hin zu indifferenten Spezies.

Ein detailliertes Bild zeichnet LABLEBEN (1963) für niederbayerische Stauräume in der Barben- und unteren Äschenregion. Er stellte bereits 1963 ein Verschiebung hin zu indifferenten Arten wie Rotaugen, Brachse, Rußnase, Zobel und auch zur Zope fest. Auch Nerfling, Frauenerfling, Schied, Waller und Laube profitierten nach seiner Einschätzung von diesen Verhältnissen. Den Stauraum Kachlet (Donau) prägten 1963 Brachse und Rußnase und nicht mehr wie vor dem Bau der Anlage die Barbe. Durch den Einstau des Kraftwerks Jochenstein nahm in der Wanderhilfe Kachlet der Anteil an Wanderfischen von 90 % auf 11 % ab. Besonders war der Rückgang bei den Barben zu beobachten. In den beiden oben aufgeführten Donaustauen nahm die Anzahl an Brachsen, Rußnasen und Güster deutlich zu. Außerdem verstärken seiner Ansicht nach Stauräume durch ihre größere Wassertiefe den Effekt von Wassertrübungen, so daß daraus Laichverzögerungen durch fehlende Lichtsummen bei Hechten, Nasen und Barben entstehen.

BUXBAUM stellte bereits 1896 den Rückgang des fischereilichen Ertrages von maximal 270 kg / (ha*a) auf 65 kg / (ha*a) nach der Errichtung von fünf Nadelwehren im Bereich Mündung des Maines bis Höhe Höchst fest. Besonders Nasen und Barben waren davon betroffen.

Der von KOLBINGER (1998) festgestellte massive Anstieg des Eintrages von Oberboden im Flußgebiet der Strogen (Zeitraum 1955 – 1996) beeinflußt einerseits direkt das im Untersuchungsgebiet liegende Gewässersystem der Sempt / Isar, dürfte aber im wesentlichen auf das gesamte niederbayerische Tertiärhügelland übertragbar sein. Dieser Effekt verstärkt die oben beschriebenen Probleme in den Stauhaltungen nochmals.

Mit zunehmender Abflußschwankung durch Schwallbetrieb stellte JUNGWIRTH (1994) eine signifikante negative Beeinflussung der jeweiligen Fischbiomassen fest.

3 Methodik der Untersuchungen

Ziel der Kartierung war es, jedes Wanderhindernis in den Untersuchungsgewässer zu erheben, zu beurteilen und Vorschläge für eine Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit zu machen.

3.1 Kartierung

3.1.1 Beschreibung und Untersuchungsmethodik der Wanderhindernisse

Wanderhindernisse wurden bereits unter 2.6 definiert. Im folgenden werden die einzelnen Hindernistypen beschrieben und die Untersuchungsweise erläutert.

a) Querbauwerke: alle Flußabschnitte, deren Morphologie bei Abflüssen \leq MQ über den gesamten Fließgewässerquerschnitt durch Bauwerke verändert war oder in denen in den Wasserkörper technische Einrichtungen eingebracht wurden:

- Abstürze

Die zwei wesentlichen Absturztypen werden in Abb. 3 und Abb. 4 dargestellt:

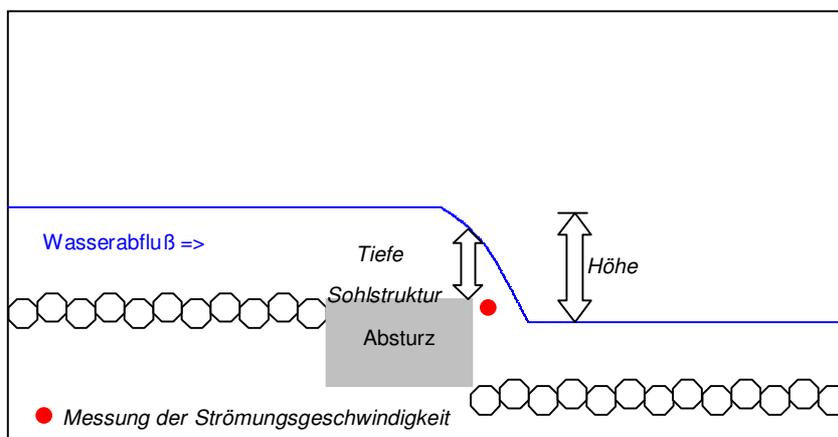


Abb. 3: Skizzierung eines vollständig überströmten Absturzes mit Angabe der wesentlichen Beurteilungskriterien

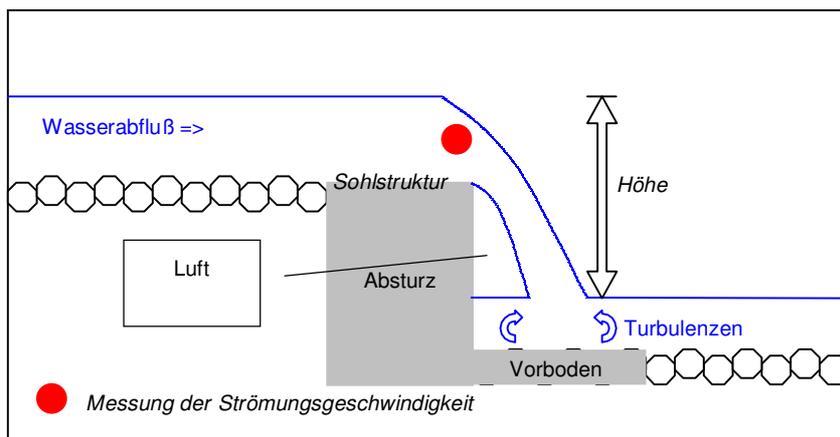


Abb. 4: Skizzierung eines Absturzes mit abgelöstem Überfallstrahl mit Angabe der wesentlichen Beurteilungskriterien

Wichtige Kriterien waren ein abgelöster Überfallstrahl, die Strömungsgeschwindigkeit, die Wasserhöhe auf dem Bauwerk, die Wassertiefe und die Absturzhöhe. Vor allem bei höheren Abstürzen wurden im Unterwasser gegen Einkolkung Vorböden installiert bzw. Wasserbausteine eingebracht.

- Entnahmebauwerke

Der Aufbau eines Entnahmebauwerkes ist in Abb. 5 skizziert.

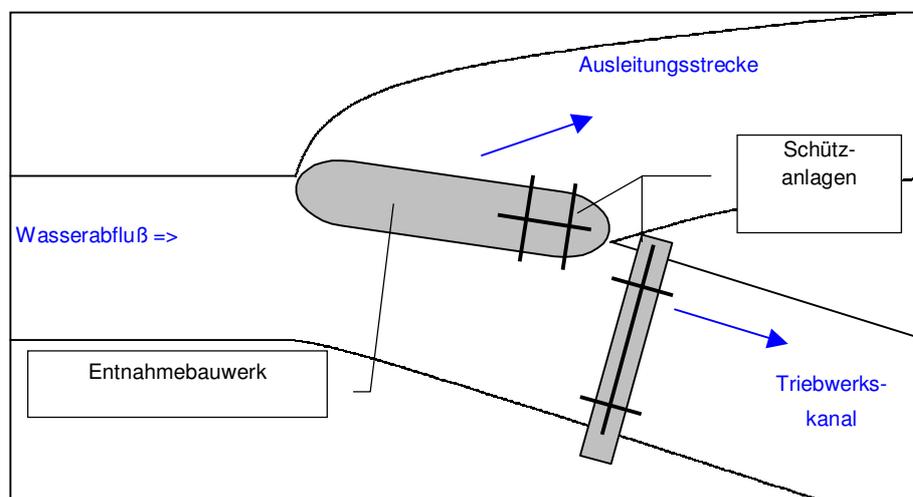


Abb. 5: Skizzierung eines Entnahmebauwerkes

Als Entnahmebauwerke wurden Anlagen bezeichnet, die über regelbare Schützanlagen o.ä. Wasser zwischen zwei Flußläufen aufteilen können. Wenige nicht regelbare Anlagen für den Betrieb von Wasserkraftanlagen, z.B. Streichwehre ohne Schützanlagen, fallen ebenfalls in diese Kategorie. In den Gewässern 3. Ordnung kamen noch acht Entnahmebauwerke hinzu, die nicht regelbar waren, aber geschätzt mindestens 50 % des Wassers aus den Bächen entnommen haben und daher ebenfalls in dieser Kategorie aufgeführt wurden. Gründe für solche Einrichtungen waren beispielsweise Fischteichanlagen.

Bei den Entnahmebauwerken wurde in Bezug auf die Höhendifferenz der Übergang zwischen Ausleitungsstrecke bzw. Flutkanal und dem aktuellen Staupegel im Oberwasser angegeben. Die Vermessung erfolgte anhand der Kriterien an Abstürzen. Wenn Wasser unter Schützanlagen hindurch geleitet wurde, wurden Strömungsgeschwindigkeit und Spaltbreite angegeben.

- Kreuzungsbauwerke / Düker

Das Prinzip eines Kreuzungsbauwerkes / Dükers ist in Abb. 6 dargestellt.

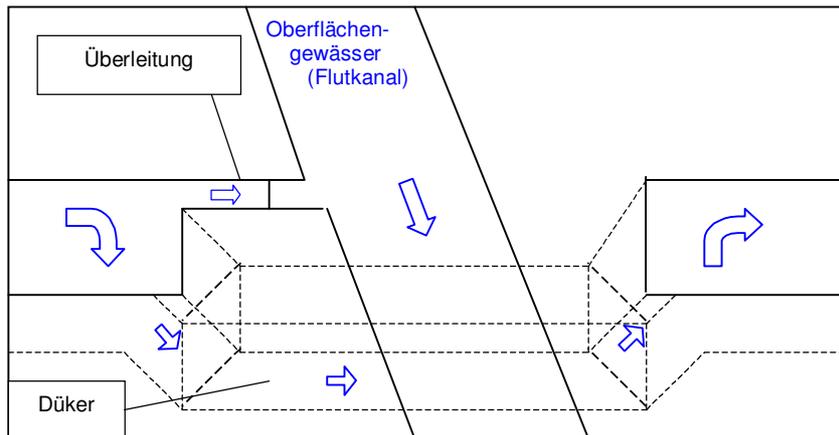


Abb. 6: Skizzierung eines Kreuzungsbauwerkes / Dükers

Bei den Kreuzungsbauwerken wurde – analog zu den Entnahmebauwerken – der Übergang zwischen den alten Flußläufen und der Ausleitungsstrecke bewertet. Die Strömungsgeschwindigkeit der Düker konnte nur geschätzt werden.

- Schleusen

Schleusen sind folgendermaßen aufgebaut (Abb. 7):

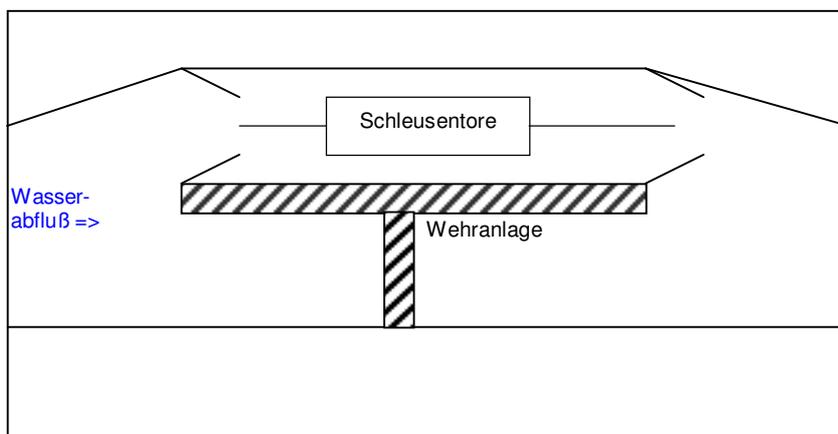


Abb. 7: Skizzierung einer Schleuse

Strömungsgeschwindigkeiten etc. während der Befüllungsvorgänge konnten wegen erheblicher Eigengefährdung nicht vermessen werden. Wesentliche Parameter waren Zeitdauer eines

Schleusungsvorganges, der Zeitraum, in dem eine Schleusenseite offensteht sowie der geschätzte Abfluß in diesem Zeitraum über die Schleuse.

- Sonstige Stauanlagen

Das Prinzip der Bauweise ist in Abb. 8 ersichtlich. Diese Typisierung wurde für Anlagen verwendet, für die keine der anderen Gründe ersichtlich war. Eventuell wurden Ausleitungen, etwa für Bewässerung, bereits vor der Kartierung zum Teil verfüllt, so daß nur noch die Schützanlage selbst vorgefunden wurde

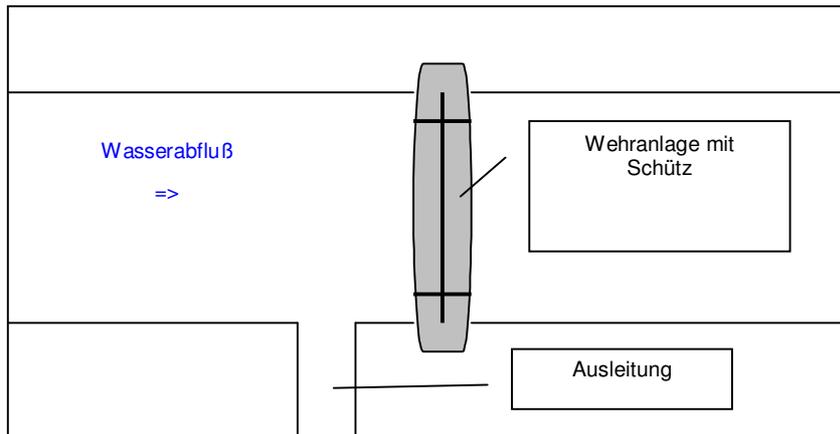


Abb. 8: Skizzierung einer Stauanlage

- Talsperren

Der Aufbau einer Talsperre ist in Abb. 9 skizziert.

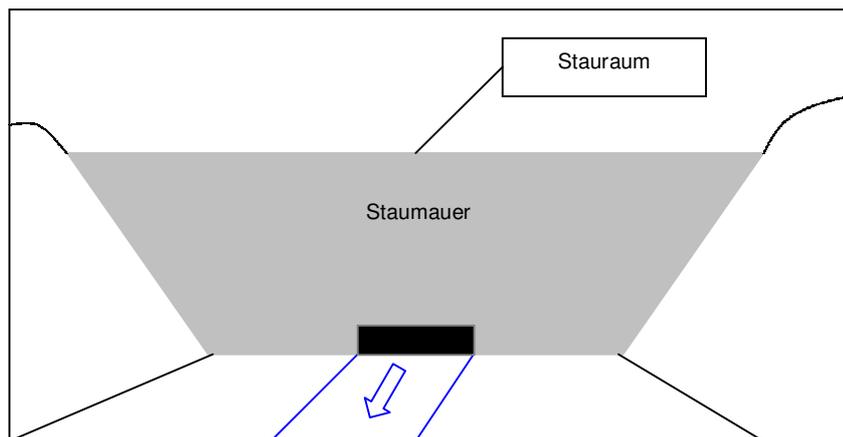


Abb. 9: Skizzierung einer Talsperre

Bei Talsperren konnte in der Regel nur die Fallhöhe oder die Rechenanlage gemessen werden. Für andere Meßparameter mußte auf Angaben von den Betreibern zurückgegriffen werden.

- Fischteichanlagen

Der vereinfachte Aufbau einer Teichanlage ist in Abb. 10 zu ersehen.

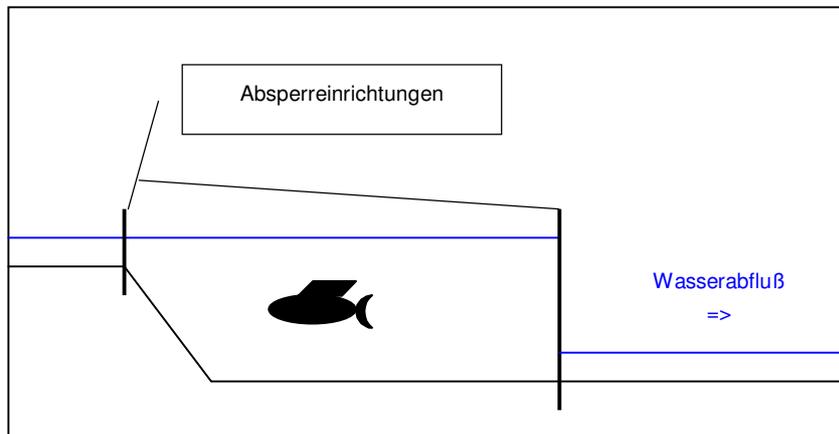


Abb. 10: Skizzierung einer Teichanlage

Unter dieser Rubrik wurden Teichanlagen aufgeführt, durch die der gesamte Abfluß des Fließgewässers floß. Besonders bedeutend war das Vermessen der Absperreinrichtungen sowie der Wasserführung.

- Veränderte Fließgewässermorphologie

Die wesentlichen Punkte bei der Betrachtung einer veränderten Fließgewässermorphologie sind in Abb. 11 dargestellt.

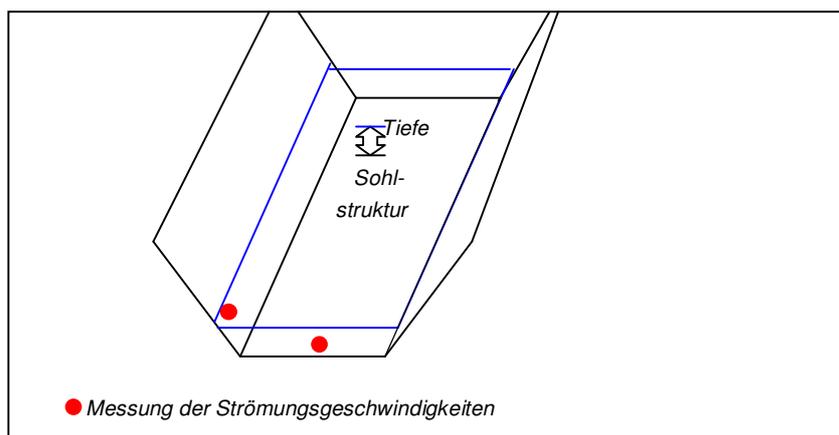


Abb. 11: Skizzierung einer veränderten Fließgewässermorphologie

Bei diesem im strengen Sinne als Längsverbau zu bezeichnenden Hindernis trat eine Hinderniswirkung immer an einer oder mehreren Stellen über den gesamten Querschnitt auf. Besonders von Bedeutung waren die Strömungsgeschwindigkeit, die Sohlstruktur, die Wassertiefe auf dem Bauwerk sowie eventuell ein Absturz am Ende des Bauwerkes.

- Verrohrungen

Verrohrungen sind im Untersuchungsgebiet in der Regel nach folgendem Prinzip aufgebaut (Abb. 12):

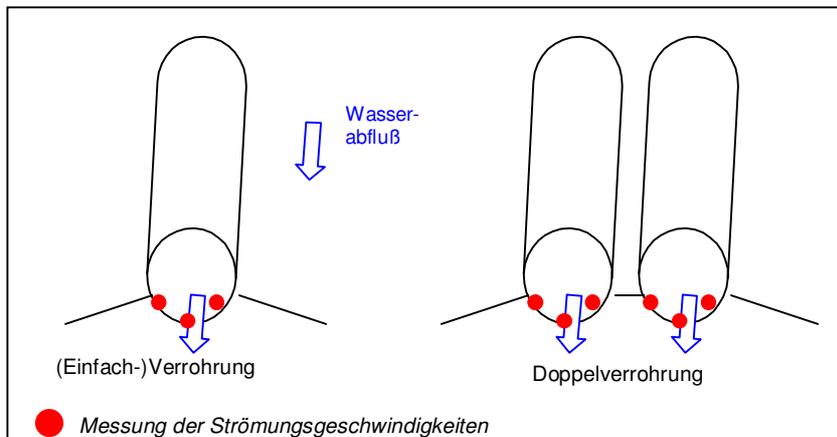


Abb. 12: Skizzierung einer Einfach- und einer Doppelverrohrung

An Verrohrungen waren Strömungsgeschwindigkeit, Sohlstruktur, Wassertiefe sowie Rohrlänge und -durchmesser die wichtigsten Meßparameter.

- Wasserkraftanlagen

Der vereinfachte Aufbau einer Wasserkraftanlage ist in Abb. 13 ersichtlich:

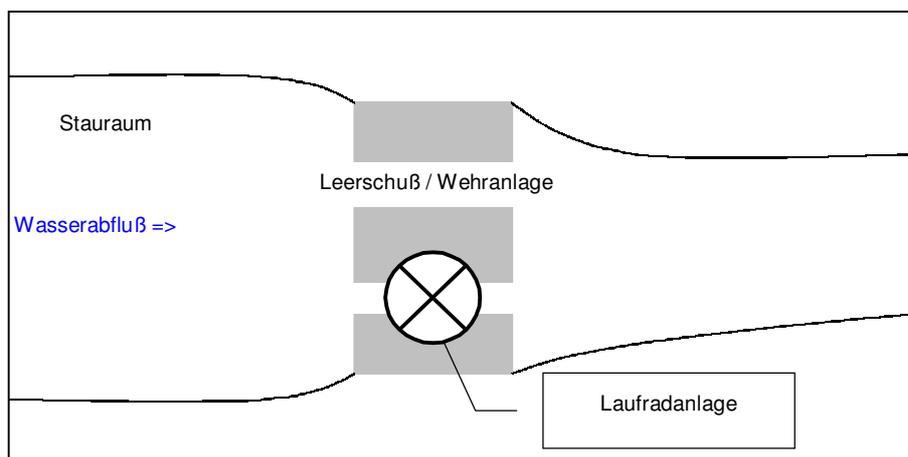


Abb. 13: Skizzierung einer Wasserkraftanlage

Besondere Bedeutung wurde an Wasserkraftanlagen den Parametern Abflußweg des Wassers mit Angabe des Zeitraumes pro Jahr, Turbinentyp, lichter Stababstand der Rechenanlage und der Abgabe von Restwasser zugemessen.

- Sohlrampen

Die wesentlichen Bewertungskriterien einer Sohlrampe sind in Abb. 14 dargestellt:

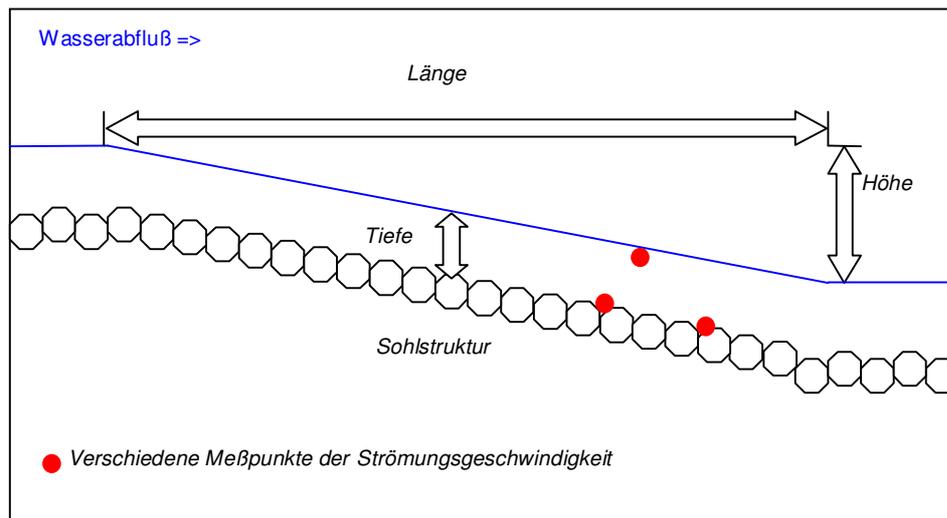


Abb. 14: Skizzierung einer Sohlrampe mit Angabe der wesentlichen Bewertungskriterien

Erhoben wurden an Sohlrampen die Strömungsgeschwindigkeiten, besonders im Lückensystem, Höhe und Länge, die Rauigkeit der Sohle und die Wassertiefe.

b) Veränderungen des Wasserkörpers:

- Physikalisch-chemische Veränderungen

Unter diesem Unterpunkt wurden nur die physikalisch-chemischen Parameter erhoben. Für eine Messung kommen hier alle Methoden zur Bestimmung dieser Parameter, z.B. pH-Wert-Messung oder Temperaturmessung, in Frage.

Bis auf zu geringen Abfluß wird man auf Hinweise über Fischsterben in einem Abschnitt, Angaben von Einleitungen etc. angewiesen sein. Dies konnte im Rahmen dieser Untersuchung allerdings nicht nachgewiesen werden.

Natürliche Wanderhindernisse

Ausdrücklich wurden natürliche Wanderhindernisse wie Felsabstürze, Wasserfälle und Verklausungen in Fließgewässern etc. nicht kartiert, da diese zu den natürlichen Standortparametern eines Fließgewässers gehören. Eine Ausnahme davon bildeten natürliche Gewässerstrukturen, die durch Wasserentnahme zu einem Wanderhindernis wurden. Verklausungen in anthropogenen Gewässerabschnitten wie etwa in einer Wanderhilfe, Verrohrung o. ä. wurden als Verstärkung der

Hinderniswirkung aufgenommen. Die Auswirkungen natürlicher Hindernisse wurden, wenn erforderlich, bei der Bewertung der anthropogenen Hindernisse berücksichtigt.

3.1.2 Beurteilung des Hindernischarakters

Die Bewertung der Hindernisse erfolgte nach dem von STROHMEIER (1998) verwendeten Prinzip. Eigene Ergänzungen werden kursiv dargestellt. Der EU-Wasserrahmenrichtlinie (RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN 2000) entsprechend wurde nun ein fünfteiliges Bewertungsschema festgelegt (Tab. 7 – Tab. 11):

➤ **Naturnah durchgängig (Bewertungsstufe 1)**

↑↑ aufwärts	↓↓ abwärts
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Naturnahe, ungesicherte Gewässersohle über den ganzen Fließquerschnitt bei $\leq MQ$, allenfalls am Ufer sind noch Reste von Bauwerken zu finden, z.B. vollständiger Rückbau von Hindernissen. Es besteht kein anthropogener Stauraum.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Naturnahe, ungesicherte Gewässersohle über den ganzen Fließquerschnitt $\leq MQ$, allenfalls am Ufer sind noch Reste von Bauwerken zu finden, z.B. vollständiger Rückbau von Hindernissen. Es besteht kein anthropogener Stauraum.</i>

Tab. 7: Kriterien für die Bewertungsstufe 1 „naturnah durchgängig“

➤ **Frei durchgängig (Bewertungsstufe 2)**

↑↑ aufwärts	↓↓ abwärts
<ul style="list-style-type: none"> • Auf dem gesamten Wehr (Rampe) existieren strömungsberuhigte Bereiche mit Nischen, Kolken und Lücken in ausreichender Zahl • Der Einstieg von Wanderhilfen liegt so, daß er von suchenden Organismen leicht gefunden werden kann • <i>Glatte Gewässersohlen mit einer maximalen Strömungsgeschwindigkeit $v < 0,8$ m/s, z.B. durchgehend am Rand auf einer Länge ≤ 1 m,</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Fallhöhen sind nur gering und es erfolgt keine Wasserausleitung (alle Sohlschwellen) • Der Einstieg von Wanderhilfen liegt so, daß er von suchenden Organismen leicht gefunden werden kann

Tab. 8: Kriterien für die Bewertungsstufe 2 „frei durchgängig“

➤ **Weitgehend durchgängig (Bewertungsstufe 3)**

↑ aufwärts	↓ abwärts
<ul style="list-style-type: none"> • Bereiche mit ausreichend niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten (bei Blocksteinrampen) werden nur von einem Teil der aufstiegswilligen Organismen gefunden • <i>Die Hinderniswirkung ist nur an wenigen Tagen des Jahres (vermutlich weniger als 30 Tage bei gewässertypischer Wasserführung) wirksam, z. B. Blocksteinrampen ohne Niedrigwassergerinne oder Auftreten hoher Strömungsgeschwindigkeiten an Stellen mit veränderter Morphologie, z. B. Sohlbefestigungen unter Brücken</i> • <i>Wassertiefen von 5 cm < Tiefe ≤ 10 cm bei MNQ an Querbauwerken ohne weiteren Hindernischarakter, z.B. Sohlrampen</i> • <i>Strömungsgeschwindigkeiten auf glatter Sohle von $0,8 \leq v < 1,0$ m/s mit einer maximalen Länge von ≤ 1 m, z.B. am Rand, da dies für Kleinfischarten eine leichte Einschränkung im Wanderverhalten bedeutet. (VORDERMEIER & BOHL 1999)</i> • <i>Veränderungen der physikalisch-chemischen Wasserparameter im nicht-letalen Bereich nach Einleitungen, etwa Kühlwasserkreisläufen, von denen der Hindernischarakter nicht genau erfaßt werden kann</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn zwar Wasser ausgeleitet wird, aber das Wehr dennoch ganzjährig überströmt wird und sichergestellt ist, daß ein erheblicher Anteil der Organismen den Weg findet • <i>Die Organismen meiden eventuell das Querbauwerk, jedoch ohne eine tatsächliche Hinderniswirkung: die Wassertiefe am Querbauwerk ist deutlich geringer als in seiner Umgebung bzw. der Wasserstrahl ist abgelöst, Schäden an der Fauna beim Überschwimmen sind nicht zu erwarten</i> • <i>Die Hinderniswirkung ist nur an wenigen Tagen des Jahres (vermutlich weniger als 30 Tage bei gewässertypischer Wasserführung) wirksam, z. B. Blocksteinrampen ohne Niedrigwassergerinne</i> • <i>Veränderungen der physikalisch-chemischen Wasserparameter im nicht-letalen Bereich nach Einleitungen, etwa Kühlwasserkreisläufe, von denen der Hindernischarakter nicht genau erfaßt werden kann</i> • <i>Wassertiefen von 5 cm < Tiefe ≤ 10 cm bei MNQ an Querbauwerken ohne weiteren Hindernischarakter, z.B. Sohlrampen</i>

Tab. 9: Kriterien für die Bewertungsstufe 3 „weitgehend durchgängig“

➤ **Eingeschränkt durchgängig (Bewertungsstufe 4)**

↑ aufwärts	↓ abwärts
<ul style="list-style-type: none"> • Wehre, über die nur ein Teil des Jahres Wasser abgegeben wird bzw. <i>zeitweise auftretendes Hindernis (30 d/a < t < 335 d/a bei gewässertypischer Wasserführung)</i> • Senkrechte Absturzhöhen von über 0,2 m • <i>Abstürze h < 0,2 m mit völlig abgelöstem Überfallstrahl</i> • Wanderhilfen ohne bodennahe Übertritte und ohne rauhem Sohlsubstrat • <i>Wassertiefen von t ≤ 5 cm bei MNQ an Querbauwerken ohne weiteren Hindernischarakter, z.B. Sohlrampen</i> • <i>Zu geringe Dimensionierung eines Schwimmkanals in Wanderhilfen</i> • <i>Flächig auftretende Strömungsgeschwindigkeiten an Abstürzen von 1,0 m/s ≤ v < 2,0 m/s ohne Strömungsschatten, da dies für Kleinfischarten eine erhebliche Einschränkung im Wanderverhalten bedeutet. (VORDERMEIER & BOHL 1999), sprintstarke Fischarten dies aber noch überwinden können</i> • <i>Die funktionsfähige Wanderhilfe kann nur von einem Teil der Organismen gefunden werden</i> • <i>Durch Wasserentnahme zeitweise entstehende Wanderhindernisse, z.B. Trockenfallen von Gewässerabschnitten</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Wehre, über die nur ein Teil des Jahres Wasser abgegeben wird bzw. <i>zeitweise auftretendes Hindernis (30 d/a < t < 335 d/a bei gewässertypischer Wasserführung)</i> • Wenn der Abstieg von bestimmten Organismen nicht gefunden wird, da sie z. B. an einem Streichwehr vorbei getrieben werden • Wenn das Wasser bei einem tiefen Stauraum nur in einem dünnen Film über das Wehr fließt • Wenn aufgrund großer Fallhöhen Fische Verletzungen beim Aufprall auf befestigter Sohle erleiden können, <i>oder bei hohen Fallhöhen und häufig bei abreißendem Wasserstrahl.</i> • <i>Wassertiefen von t ≤ 5 cm bei MNQ an Querbauwerken ohne weiteren Hindernischarakter, z.B. Sohlrampen</i> • <i>Zu geringe Dimensionierung eines Schwimmkanals, z.B. Sohlrampen, Wanderhilfen</i> • <i>Alle Turbinenanlagen und Mühlräder mit Rechenanlagen mit Leerschuß o.ä.</i> • <i>Durch Wasserentnahme zeitweise entstehende Wanderhindernisse, z.B. Trockenfallen von Gewässerabschnitten</i>

Tab. 10: Kriterien für die Bewertungsstufe 4 „eingeschränkt durchgängig“

➤ **Nicht durchgängig (Bewertungsstufe 5)**

↑ aufwärts	↓ abwärts
<ul style="list-style-type: none"> • Senkrechte Wehre von mehr als 0,5 m oder auch geringerer Höhe, wenn kein Kolk zum Anlaufnehmen vorhanden ist • Wehre mit Vorboden oder zu steile Rampen mit einem Staubrett und/oder Überfallstrahl • Flächig auftretende Strömungsgeschwindigkeiten von $v \geq 2$ m/s • Bei vorhandenen Fischpässen Gefällesprünge von 0,4 m und mehr • Abmessungen der Fischpässe so gering, daß für Organismen zu wenig Raum zur Verfügung steht, um Anlauf zu nehmen • Wegen ungünstiger Lage nicht auffindbarer oder fast nie erreichbarer Einstieg des Fischpasses • <i>Alle Turbinenanlagen und Mühlräder</i> • <i>Veränderungen der physikalisch-chemischen Wasserparameter im letalen Bereich über die ganze Fließgewässerbreite nach Einleitungen⁴</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Veränderungen der physikalisch-chemischen Wasserparameter im letalen Bereich über die ganze Fließgewässerbreite nach Einleitungen⁶</i>

Tab. 11: Kriterien für die Bewertungsstufe 5 „nicht durchgängig“

Die Bewertungsstufe 1 wurde nicht kartiert, da keine Angaben über vollständige Rückbauten vorlagen und diese bei der Kartierung folgerichtig nicht mehr erkannt werden konnten. Sie wurde aber gewählt, um eine Darstellungsmöglichkeit für einen vollständigen Rückbau, etwa bei Renaturierungsmaßnahmen, zu schaffen.

Das Kriterium „*die funktionsfähige Wanderhilfe kann nur von einem Teil der Organismen gefunden werden*“ (STROHMEIER 1998) wurde in die Bewertungsstufe 4 genommen.

Die Passage von Turbinenanlagen ist mit erheblichen Schäden an den Tieren verbunden. Ursachen sind hierfür mechanische Schäden und Druckschwankungen sowie Verletzungen am Rechen (vgl. HOLZNER 1999, 2000). Die Schädigungsraten hängen unter anderem von den Fischarten, dem Turbinentyp, dem Abfluß (BERG 1985, SEIFERT 1989), der Jahreszeit sowie anderen biotischen und abiotischen Faktoren ab (HOLZNER 1999, 2000). Da Fische auch zusätzlich bei Hochwasserabflüssen oder Revisionsarbeiten über geöffnete Wehranlagen bzw. Leerschüsse abwandern können, wurden Wasserkraftanlagen insgesamt flußabwärts als eingeschränkt durchwanderbar beurteilt.

Abgesehen von einer – nicht nachgewiesenen - dauerhaften Veränderung der physikalisch-chemischen Parameter im letalen Bereich waren die untersuchten Wanderhindernisse so gestaltet, daß zumindest flußab innerhalb eines Jahres mehrfach Abwanderung stattfinden kann (siehe auch 4.1).

⁴ Chemische Veränderungen wie etwa hohe pH-Werte konnten im Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen werden. Dieser Parameter wurde nur der Vollständigkeit halber aufgeführt.

In diese Kategorie fallen auch Querbauwerke, von denen bekannt ist, daß sie in seltenen Fällen, beispielsweise bei Hochwasser, vereinzelt von Einzelexemplaren, wie etwa großen Forellen, flüßauf überwunden werden können. Wenn jedoch bestimmte Größenklassen einer Population dieses Hindernis überwinden können, führt dies zur Einstufung in Bewertungsstufe 4.

Die Bestimmung der Ausdehnung des Staubereiches eines Querbauwerkes wurde zwar in die Erhebung mit aufgenommen, erwies sich aber in Abhängigkeit vom Abfluß als zu wechselhaft, als daß daraus eine exakte Bewertung der Fließgewässer nach gestauten und ungestauten Bereichen erfolgen könnte. Insgesamt werden nur allgemeine Angaben über die Staubereiche gemacht.

Anwendung der Beurteilungskriterien

Die oben beschriebenen Bewertungskriterien können allerdings aufgrund verschiedener Gründe nicht starr angewendet werden. Hierzu zählen:

- Wechselnde Abflußmengen

Es ist von zentraler Bedeutung, in Abhängigkeit von der Abflußmenge veränderte Fallhöhen, Strömungsgeschwindigkeiten (z.B. bei Hochwasserabfluß oder Rückstau) und Wassertiefen etc. zu berücksichtigen. Grundsätzlich erfolgte die Kartierung bei Abflüssen \leq MQ. Da sich jedoch nicht jedes einzelne Querbauwerk im Untersuchungsgebiet bei verschiedenen Abflüssen erheben ließ, wurde die Hinderniswirkung auch für andere Wasserführungen abgeschätzt. Hierfür wurden ausgewählte Wanderhindernisse bei wechselnden Abflüssen begutachtet. Ein Problem war die Beurteilung von Abflüssen in Ausleitungsstrecken. Hierbei wurden Angaben von Kraftwerksbetreibern, Fischereiberechtigten oder anderen Personen berücksichtigt.

- Beobachtungen an Querbauwerken

An einigen Querbauwerken konnte während den Untersuchungen die Fauna beim Wandern beobachtet werden. Angaben von Fischereiberechtigten und Betreibern von Wasserkraftanlagen wurden ebenfalls berücksichtigt, da deren Beobachtungen längere Zeiträume umfaßten.

- Zusammentreffen mehrerer Einschränkungen

Die Summierung verschiedener Einschränkungen konnte zu einer Verschlechterung der Bewertungsklasse führen. Besonders die Länge von Querbauwerken war hier zu berücksichtigen.

- Gewässertyp und Gewässergröße

Gleiche Querbauwerkstypen können in Abhängigkeit vom Gewässertyp und Größe unterschiedlich bewertet werden.

Alle Abweichungen vom oben aufgeführten Bewertungsschema wurden im Auswertungsbogen des betreffenden Wanderhindernisses begründet.

3.1.3 Auswahl der Fließgewässer

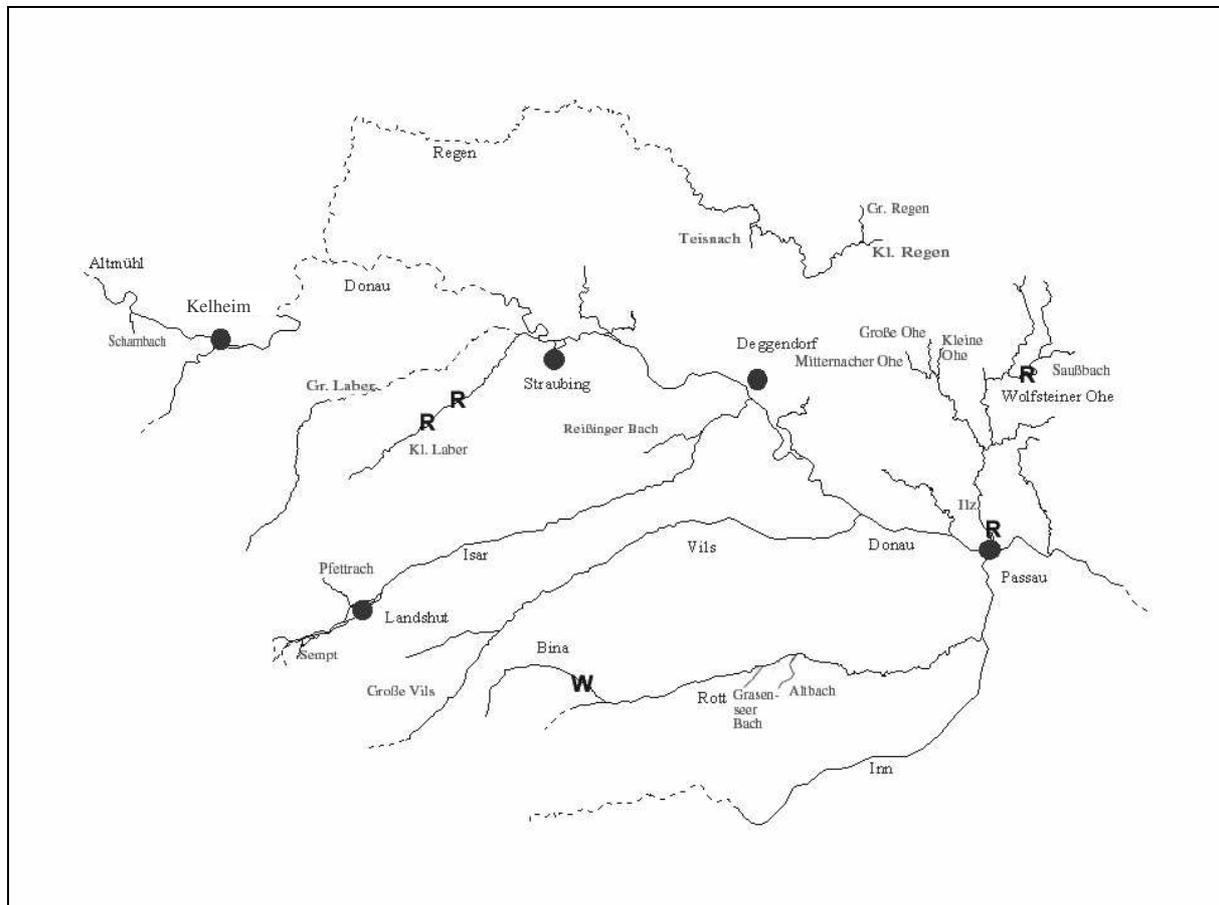


Abb. 15: Übersicht über das Untersuchungsgebiet; R: Reusenkontrolle, W: Wanderversuch; gestrichelte Linie: Flußlauf außerhalb des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt im Freistaat Bayern, Regierungsbezirk Niederbayern, mit 10331 km² der zweitgrößte bayerische Regierungsbezirk. 1995 wurde die Lauflänge aller Fließgewässer auf 15.000 km geschätzt (REG. v. N.-BY. 2001).

Alle untersuchten Fließgewässer gehören zum Donaeinzugsgebiet. In Niederbayern sind Fließgewässer des Moldau-Elbe-Einzugsgebietes nur zu den Oberläufen zu zählen und wurden aus diesem Grund nicht erhoben.

Der Inn sowie die Donau unterhalb Passau bilden die Grenze zu Österreich, einige untersuchte Bäche im Oberlauf des Saubaches markieren die Grenze zu Tschechien.

Durch den Bau des Rhein-Main-Donau-Kanals wurde eine Verbindung zwischen dem Main- und dem Donaeinzugsgebiet hergestellt.

Da eine flächendeckende Kartierung aller Gewässer 1. und 2. Ordnung inklusive kleiner Zuflüsse (Gewässer 3. Ordnung) wegen des umfangreichen Fließgewässernetzes (siehe oben) nicht

Gegenstand der Untersuchung sein konnte, wurden folgende Gewässer 1. und 2. Ordnung sowie zwei Einzugsysteme mit kleinen Zuflüssen für die beiden in Niederbayern vorherrschenden Naturräume exemplarisch ausgewählt:

- Gewässer 1. Ordnung (inklusive der Bundeswasserstraßen):

Donau, Inn, Rott, Vils, Isar, Flutmulde bei Plattling (Reißinger Bach), Große Laber, Altmühl, Schwarzer Regen, Ilz.

- Gewässer 2. Ordnung:

Rott, Altbach, Grasenseer Bach, Bina, Große Vils, Reißinger Bach, Pfettrach, Sempt, Kleine Laber, Schambach, Großer Regen, Kleiner Regen, Ilz, Mitternacher Ohe (zu Ilz), Große Ohe (zur Ilz), Kleine Ohe (zur Ilz), Wolfsteiner Ohe, Saußbach, Osterbach.

- Gewässer 3. Ordnung:

Ausgewählte Zuflüsse der Gewässersysteme der Bina (niederbayerisches Tertiärhügelland) und der Wolfsteiner Ohe (Urgesteinsgebiet Bayerischer Wald).

An der Nordwest-Grenze Niederbayerns, am Übergang zur Fränkischen Alb, wurden die Gewässer 1. und 2. Ordnung erhoben.

Bei allen Gewässern wurden vorhandene Ausleitungsstrecken zur Fließgewässerstrecke hinzugezählt. Ihre Länge wurde zur Länge des Hauptgewässers addiert.

Die Angaben der Gewässerlänge basieren auf den Angaben des LFW BAYERN (1991, 2001) bzw. der zuständigen Wasserwirtschaftsämter. Lediglich die Längen nicht angegebener Ausleitungsstrecken wurden mit Hilfe der TOP 50 (1998) vermessen. Alle über die Fließgewässer gemachten Angaben beziehen sich ausschließlich auf das Untersuchungsgebiet.

3.1.4 Erhebung der Querbauwerke

Grundlage der Gewässerbegehung war das Vermerken aller bekannter Querbauwerke durch die zuständigen Wasserwirtschaftsämter⁵ in den entsprechenden topographischen Karten (Maßstab 1:25.000, BAYER. LANDES-VERMESSUNGSAMT, 1990 – 1996) sowie die Beschreibung der Querbauwerke in Erhebungsbögen bzw. einer Datenbank *gew_durchgang.mdb* (LFW 1998) über die Wolfsteiner Ohe bzw. über einen Teilabschnitt der Bina über die Wasserwirtschaftsämter. Über kleinere Gewässer gab es keine Angaben, da sie im Aufgabenbereich der Gemeinden liegen und nicht zentral von der Wasserwirtschaftsverwaltung erfaßt werden.

Die Kartierung selbst wurde mit dem Rad oder zu Fuß ufernah bei ständiger Einsicht der Gewässer durchgeführt. In Ortslagen traten gelegentlich unüberwindbare Einfriedungen auf. Außerhalb von Siedlungen unterbrachen selten dichte Vegetation, Sumpfbereiche, Steilhänge u. ä. die Kartierung. In diesen Fällen wurde versucht, die Gewässer soweit wie möglich einzusehen.

⁵ Wasserwirtschaftsämter Deggendorf, Landshut und Passau sowie Straßen- und Wasserbauamt Pfarrkirchen

Jedes anthropogene Querbauwerk, bei dem eine Hinderniswirkung vermutet werden konnte, wurde vermessen (siehe Anhang), fotografiert, seine Lage über ein Differenziertes Globales Positionssystem (DGPS) mittels DGPS-Empfänger bestimmt. Die mit dem DGPS-Empfänger bestimmten Koordinaten wurden im Gauß-Krüger-Koordinatensystem (Geodätisches Datum: PD (Potsdam-Datum)) angegeben. Im Frühjahr und Sommer 1999 mußte eine teils erhebliche Nachbearbeitung der Koordinaten mit Hilfe der TOP 50 (1998) durchgeführt werden.

3.1.5 Archivierung der Kartierungsergebnisse

Für die Kartierung wurde vom LFW (1998) die Datenbank *gew_durchgang.mdb* (Version Microsoft Access 95) zur Verfügung gestellt. Die Datenbank wurde in Eigenregie 1998 auf die aktuelle Microsoft Access-Version 97 aktualisiert und grundlegend verändert. Die verwendete Datenbank ist in ihrer Struktur kompatibel zu der Datenbank des LFW (1998). Das heißt, daß Daten, die für die Wasserwirtschaftsverwaltung von Bedeutung sind, direkt übernommen werden können.

Für eine umfassende fischbiologische Beurteilung waren folgende Parameter bedeutend und wurden in die selbst erstellte Datenbank aufgenommen:

- Angabe der Beurteilung der biologischen Durchwanderbarkeit flußauf und flußab in den fünf Bewertungsklassen, mit in flußauf und flußab getrennter Begründung für die Bewertung.
- Angabe, über welche Strukturen das Wasser am Wanderhindernis abfloß oder abfließen kann: z.B. Absturz, Verrohrung, Schütz-/Wehranlage, Turbinenanlage, Leerschuß etc., wenn erforderlich Mehrfachnennung mit Abschätzung der Tage pro Jahr.
- Art des Abflusses an Abstürzen etc.: überströmt, zu x/y Anteilen überströmt, abgelöster Überfallstrahl.
- Strömungsgeschwindigkeiten auf dem Bauwerk mit Angabe des Meßpunktes.
- Geringste Wassertiefe auf dem Bauwerk während der Messung.
- Abfluß im Hauptfluß während der Kartierung.
- Länge des Bauwerkes, Neigung.
- Gestaltung der Gewässersohle: glatt / rauh.
- Verwendetes Baumaterial.
- Angaben über Wanderhilfen: Typ, Strömungsgeschwindigkeit, Sohlgestaltung, Neigung etc., Dimensionierung der Wanderhilfe und von Durchlässen, Art des Abflusses (s.o.), Platzierung und Anbindung an die Hauptströmung im Ober- und Unterwasser sowie Lockströmung an der Mündung der Wanderhilfe sowie in einem Meter Entfernung.
- Ist eine Umgestaltung erforderlich?
- Umgestaltungsvorschlag für die Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit.
- Länge einer eventuell vorhandenen Ausleitungsstrecke
- Angabe zusätzlicher Beobachtungen, z. B. tatsächliche Abgabe von Restwasser, mehrere Wasserkraftanlagen in einem Mühlkanal u.ä..

- Angabe zu Wasserkraftanlagen: Lichter Stababstand des Kraftwerksrechen, Turbinenanzahl und -typ, Angaben zu Schwellbetrieb.

Außerdem wurden als weitere ergänzende Parameter zur übersichtlicheren und leichteren Bearbeitung mit aufgenommen:

- Möglichkeit zur Zusammenfassung mehrerer ähnlich gestalteter Hindernisse in einem definierten, kurzen Flußabschnitt, z.B. 7 Abstürze von Fl.km 13,7 – 14,3.
- Einordnung in ein Fließgewässersystem, z.B. Rott - Inn.
- Grund für die Entstehung des Wanderhindernisses.

Außerdem wurden umfassende SQL-Select-Abfragen der Datenbank hinzugefügt, die eine erheblich schnellere und deutlich vereinfachte Auswertung ermöglichen. Auf verschiedenen Berichtsformularen, deren Auflösung von einzelnen Querbauwerken bis hin zu einem Überblick über Flüsse und Flußsysteme reicht, können die Abfrageergebnisse unkompliziert dargestellt werden.

Soweit wie möglich wurden Erhebungen über Beschaffenheit, Zustand, Rechtssituation etc. gemacht (siehe Anhang, Erfassungsbogen). Angaben zur Rechtssituation und technische Daten stammen von den Betreibern der Wasserkraftanlagen.

In der Datenbank sind alle untersuchten Querbauwerke und physikalisch-chemischen Veränderungen, auch diejenigen, bei denen keine Hinderniswirkung festgestellt wurde, archiviert. Gelegentlich wurden vor allem in Nebenbächen oder Ausleitungsstrecken mehrere Hindernisse gleichen Typs in einem definierten, kurzen Gewässerabschnitt innerhalb eines Datensatzes zusammengefaßt, um so eine bessere Übersichtlichkeit zu erreichen. Dabei ging das ungünstigste Hindernis einer Gruppe in die Bewertung ein (siehe auch oben, zusätzliche Parameter der Datenbank). Die Anzahl der Querbauwerke wird in dem entsprechenden Datensatz aufgeführt.

Querbauwerke, die eine bauliche Einheit bildeten, wurden als ein Querbauwerk gezählt, auch wenn sie aus mehreren Teilen bestanden.

Bei Wasserkraftanlagen wurden die Kraftwerksanlage und das Ausleitungswehr getrennt erhoben, wenn beide keine bauliche Einheit bildeten. In langen Ausleitungsstrecken wurden weitere, untergeordnete Ausleitungswehre von Wasserkraftanlagen im Datensatz des Kraftwerkes aufgeführt.

Die Abflüsse wurden anhand der Pegelstände im Internet (<http://www.bayern.de/lfw>) abgeschätzt und anhand des Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuchs/Donauegebiet (LFW 1991) den am nächsten liegenden Abflußmengen MNQ, MQ und MHQ zugeordnet.

Bei manchen Querbauwerken können mehrere Gründe für die Errichtung genannt werden. So wurden zum Beispiel Kombinationen aus Wasserkraftanlage und Fischteichanlage oder Schleusenanlage gefunden. Als Grund für die Entstehung wurde entweder der vermutlich wesentliche Grund der Entstehung oder das das Objekt für die Durchwanderbarkeit prägende Element angegeben.

3.1.6 Kartendarstellung

Als Problem erwies sich bisher immer die Darstellung der Ergebnisse von Kartierungen in Karten. Zwar gab es dafür zahlreiche Ansätze (etwa MAILE 2000, STROHMEIER 1998, 2000b, QUAST ET AL. 1997, WETZLAR (1993) in VDFF (1997)). Es fehlten jedoch hierfür nach eigener Auffassung ausreichend detaillierte Darstellungsmöglichkeiten.

Aus diesem Grund wurden folgende zwei Darstellungssysteme entwickelt und verwendet:

a) Für Übersichtsdarstellungen:

Für diese Art und Weise wurde nach STROHMEIER (2000a) ein Kreissymbol verwendet, dessen dicker Rand, der als erstes wahrgenommen wird, die Durchwanderbarkeit nach oben beschreibt. Die kleinere Fläche in der Symbolmitte drückt die flußab gerichtete Durchwanderbarkeit aus (siehe Abb. 16). Die Darstellung wurde an das fünfstufige Bewertungssystem angepaßt. Die Farben werden analog zur allseits bekannten Darstellung der Gewässergüte (für Niederbayern: REG. V. N.-BY. (1995)) verwendet.

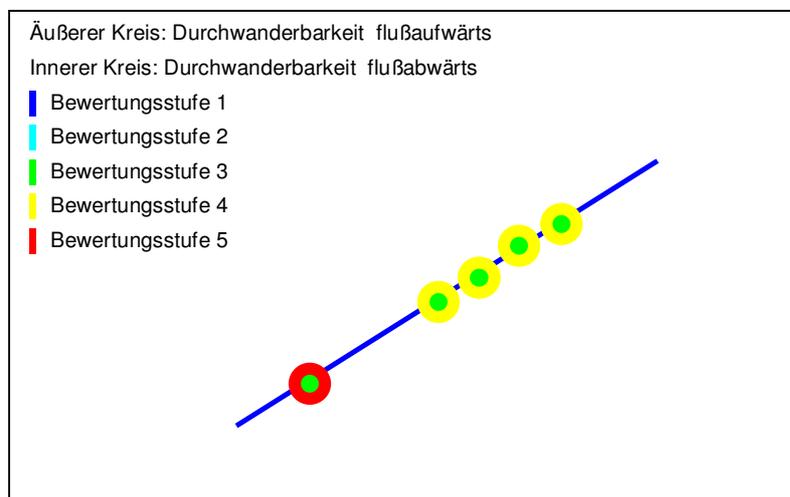


Abb. 16: Prinzip der Übersichtsdarstellung der Kartierungsergebnisse

Eine Unterscheidung nach Hindernistyp erfolgt nicht.

Diese Kartendarstellung bringt einen weiteren, entscheidenden Vorteil. Da es sich nur um Punktsymbole handelt, können diese Symbole einfach in GIS-Kartensysteme über die Angabe der Koordinaten eingefügt werden. Dies ist über die verwendete Datenbank (siehe 3.1.5) unkompliziert möglich. Sie müssen - im Gegensatz zu den häufig verwendeten Querbalken - nicht quer zum Gewässerverlauf in ihrer Lage ausgerichtet werden. Dieses Korrigieren wäre auch erforderlich, wenn die Durchwanderbarkeit flußauf und flußab in Form von in Hälften geteilten Symbolen unterschieden wird.

b) Für Detaildarstellungen:

Nach dieser Methode können die Hindernisse in Symbolen nach ihrer jeweiligen Hindernisart dargestellt werden. Nach dem oben beschriebenen Prinzip wird die Durchwanderbarkeit flußauf über die Farbe des Symbols dargestellt. Flußab drückt dies ein kleiner Punkt in der Mitte des Symbols aus.

Symbol	Hindernistyp
□	Absturz
┆	Entnahmebauwerk
+	Kreuzungsbauwerk / Düker
	Schleusen
	Sonstige Stauanlage
	Talsperren
	Teichanlage
	Veränderte Fließgewässermorphologie
	Verrohrungen
	Wasserkraftanlagen
	Sohlrampen
	Phys.-chem. Veränderung
	Renaturierung

Tab. 12: Symbole für die Detaildarstellung in Karten

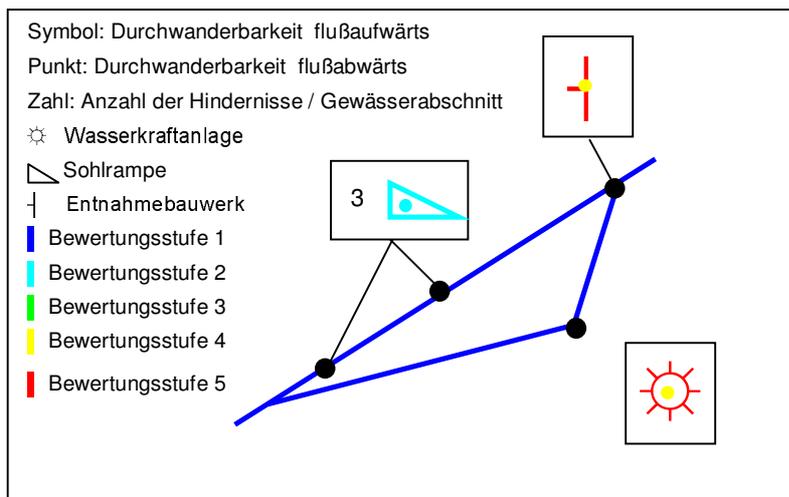


Abb. 17: Prinzip der Detaildarstellung der Kartierungsergebnisse

Da über kurze Gewässerabschnitte häufiger sehr ähnliche Hindernistypen mit einer gleichen Durchwanderbarkeit errichtet wurden, wie in Abb. 17 drei Sohlrampen innerhalb des gekennzeichneten Bereichs der Ausleitungsstrecke, wird die Anzahl mit einer arabischen Ziffer vor dem Symbol dargestellt.

3.2 Untersuchungen der Fischfauna

3.2.1 Elektrobefischungen

Der Fischbestand wurde in folgenden Gewässern mittels Elektrobefischung untersucht:

Fließgewässer	Befischte Strecken	Verwendete Elektrofischfanggeräte
Bina	Gesamter Bereich (Fl.km 0,0 – 5,7)	Gleichstromgenerator (11 kW, Stufe 2)
Kleine Laber	Eitting (Fl.km 25): Strecke unterhalb Eitting (0,4 km), Triebwerksauslauf (0,1 km) Ausleitungsstrecke (0,4 km), Triebwerkskanal / Staubereich (0,2 km) Umgehungsbach (0,16 km)	Gleichstromgenerator (11 kW, Stufe 2) Impulsfischfanggerät (65 Hz, 10 kW/Imp.)
Kleine Laber	Winklmühle (Fl.km 41): Strecke unterhalb Winklmühle (0,2 km), ehemaliger Triebwerksauslauf (0,05 km), alte Ausleitungsstrecke (0,1), ehemaliger Triebwerkskanal und Staubereich (0,4 km) Umgehungsbach (0,64 km)	Gleichstromgenerator, (11kW, Stufe 2) Impulsfischfanggerät (65 Hz, 10 kW/Imp.)
Saußbach	Linden (Fl.km 7): Bereich unterhalb Ausleitungsstrecke (0,2 km), Triebwerksauslauf (0,05 km), Ausleitungsstrecke (0,6 km) Wanderhilfe (0,035 km)	Gleichstromgenerator (11 kW, Stufe 2) Impulsfischfanggerät (65 Hz, 10 kW/Imp.)
Ilz	Hals: Wanderhilfe (Fl.km 4,5, 0,15 km)	Abfischung durch die Fischerinnung Hals

Tab. 13: Bei den Elektrobefischungen verwendete Fischfanggeräte

Die Befischungen wurden so schonend wie möglich durchgeführt, um den Fischbestand in den Gewässern nicht zu gefährden. Dadurch sind leichte Einschränkungen in der Fangeffektivität hinzunehmen. Da an der Bina nur Fische ≥ 15 cm markiert wurden, wurden dort kleinere Fische nur unvollständig bei der Elektrobefischung erfaßt.

3.2.2 Markierung und Vermessen von Fischen

Im Rahmen des Wanderversuches an der Bina wurden 1036 Fische ≥ 15 cm mit einer Alcianblau-Markierung (Mischungsverhältnis Alcianblau : *aqua dest.* = 1 : 30, kanülenlose Druckinjektion) entsprechend den 13 Gewässerabschnitten (Bina Fl.km 0,0 – 4,1; 36 Abstürze zwischen 0,07 und 1,29 m) unterschiedlich gekennzeichnet. Hierbei wurden ein oder zwei Punkte auf der Bauchseite (vorne, mitte, hinten, links oder rechts) gesetzt (siehe Abb. 18). Diese Art der Markierung wurde gewählt, da sie nach MATHES (1986) und REINARTZ (1997) für einen Versuchszeitraum von über einem Jahr geeignet ist. Bei der letzten Befischung nach 17 Monaten war sie noch gut zu erkennen (siehe Abb. 18).



Abb. 18: Alcianblau-Markierung (zwei Punkte auf dem Bauch) bei einem Aitel am Ende der Versuchsphase

Die Arten Schmerle, Gründling, Laube und Schneider sowie alle Individuen < 15 cm wurden nicht markiert, da der Wiederfang zu gering und der Markierungsaufwand zu hoch gewesen wäre.

Vermessung von Körperlängen und -breiten an Fischen

Die Länge aller gefangenen Fische wurden entweder auf Zentimeter genau gemessen oder zum Teil in Gruppen mit 5 cm-Schritten eingeteilt.

Um einen Aufschluß über die Überwindbarkeit von Rechenanlagen zu gewinnen, wurde von einem Großteil der untersuchten Arten eine größere Anzahl der Fische nach ihrer Körperlänge (Vorderende des Kopfes bis Ende der Schwanzflosse, Meßgenauigkeit 1 cm) und Körperbreite (Breite an den Kiemendeckeln, Meßgenauigkeit 1 mm) vermessen. Bei der Messung der Breite wurde eine Schublehre verwendet, die ohne Druck an den Kiemendeckeln zusammengesoben wurde.

Die Meßgeräte werden unter 10.3.4 beschrieben.

3.3 Untersuchung ausgewählter Wanderhilfen

In den letzten Jahren wurden in Niederbayern bereits massive Anstrengungen unternommen, Fließgewässer durch den Bau von Wanderhilfen (WH) wieder durchwanderbar zu gestalten. Trotz zahlreicher Erkenntnisse über die Bau- und Wirkungsweisen von solchen Bauwerken besteht immer noch Forschungsbedarf über die Effektivität. Dies betrifft nicht nur das Potential einzelner Arten, die Fischwanderhilfe zu überwinden, sondern vor allem auch das Erkennen und Annehmen der Wanderhilfe durch die verschiedenen Fischarten. Die Wirksamkeit der untersuchten Anlagen für das Makrozoobenthos wurde nicht zusätzlich erfaßt.

In diesem Sinne wurden folgende vier Wanderhilfen als Beobachtungsschwerpunkt ausgesucht:

- Winklmühle, aufgelassene Wasserkraftanlage
- Wasserkraftanlage Eitting
- Wasserkraftanlage Linden
- Wasserkraftanlage Hals⁶

An den oben beschriebenen Anlagen wurden für den Zeitraum Juni 1999 bis September 2000 mittels Flügelnetzreusen (Hals: Reusenkorb, Zeitraum März 1999 – Oktober 1999) Aufstiegskontrollen durchgeführt. Ein Jahr als Minimum für Aufstiegskontrollen fordern etwa BORN (1995) und der VDFF (1997).

Prinzip der Reusenkontrollen

Das Prinzip des Fischfanges mittels Fangreusen beruht darauf, daß die Fische über Leitnetze zum Reusenkorb geleitet werden. Sie schwimmen in den Reusenkorb ein. Dann verhindern eine oder mehrere Netzkehlen das Zurückschwimmen aus dem Reusenkorb heraus.

Die Reusen wurden am oberen Ende der Umgehung eingesetzt und mindestens einmal täglich geleert. Die Fische wurden nach Art und Länge erfaßt und oberhalb der Wanderhilfe in die Gewässer zurückgesetzt.

Es wurde an allen Wanderhilfen mehrfach der Parameter Strömung in der Wanderhilfe und an der Mündung in die Ausleitungsstrecke bzw. am Zusammenfluß Triebwerksauslauf und Ausleitungsstrecke durch ein Flügelradmeßgerät (siehe 10.3.3) gemessen.

Die Temperatur am Triebwerksauslauf und in der Ausleitungsstrecke wurde mit Hilfe von Temperatur-Loggern (siehe 10.3.2) oberhalb des Zusammenflusses mit dem Triebwerksauslauf über längere Zeiträume erhoben, um so Rückschlüsse über die Auswirkungen der Wassertemperaturen ziehen zu können.

3.3.1 Winklmühle, Kleine Laber

Mit der Wanderhilfe Winklmühle wurde ein 0,6 km langer, kleiner Niederungsbach untersucht, der eine aufgelassene Wasserkraftanlage, jetzt eine Wehranlage, sowie eine flußauf nicht überwindbare Sohlrampe umgeht.

Der Umgebungsbach mündet in die ehemalige Ausleitungsstrecke, in der bei Abflüssen $\leq MQ$ der überwiegende Anteil des Wassers der Kleinen Laber abfließt. Der ehemalige Triebwerksauslauf weist nahezu Stillwassercharakter auf.

Die Wanderhilfe wird rechtsseitig im Staubereich aus dem Hauptgewässer entnommen.

⁶ in direkter Zusammenarbeit mit dem Landesfischereiverband Bayern e. V.

Wanderhilfe Winklmühle

Fluß:	Kleine Laber, <i>Barbenregion</i> ⁷
Bauart:	Naturnaher Umgebungsbach mit Charakter eines Niederungsbaches, teils mäandrierender, teils gekrümmter Verlauf
Länge/Breite:	$l = 640 \text{ m}$, $b \leq 2 \text{ m}$, teilweise Aufspaltung in zwei Gerinne
Festgelegter Abfluß:	$Q \geq 0,140 \text{ m}^3/\text{s}$
Höhenunterschied:	0,75 m
Sohlausbildung:	Geröll, Grobkies (unsortierter Grubenkies aus der Umgebung)
Baujahr:	Juni 1996
Fangeinrichtung:	<i>Zweihäusige Fangreuse mit Vorhaus, knotenloses Netzmaterial, Reusenkorb Maschenweite 8 mm, zwei Netzflügel: Höhe 1,0 m, Länge 1,5 m, Maschenweite 10 mm</i>
Bemerkungen:	<p>Querprofil bei festgelegtem Abfluß stets randvoll.</p> <p>Wehr der aufgelassenen Wasserkraftanlage wurde wegen der drohenden Tiefenerosion erhalten.</p> <p><i>Sowohl das Wehr (Durchwanderbarkeit aufwärts nicht durchgängig „5“, abwärts eingeschränkt durchgängig „4“) als auch eine zu steil erbaute Sohlrampe (Durchwanderbarkeit aufwärts nicht durchgängig „5“, abwärts eingeschränkt durchgängig „4“; Verbindung Staubereich in den Altbach) sind Wanderungshindernisse, die die Wanderhilfe umgeht.</i></p>

Tab. 14: Technische Beschreibung der Wanderhilfe Winklmühle (WWA DEGGENDORF, 1997 – 2000), eigene Angaben kursiv

Die Fangreuse wurde am oberen Ende des Umgebungsbaehes an der Entnahmestelle aus dem Hauptgewässer eingesetzt.

⁷ In diesem Gewässerabschnitt ist anhand der Befischungsergebnisse bereits eine Tendenz zur Salmonidenregion festzustellen. Die Grenze ist allerdings in diesem Niederungsfluß nicht deutlich zu erkennen.

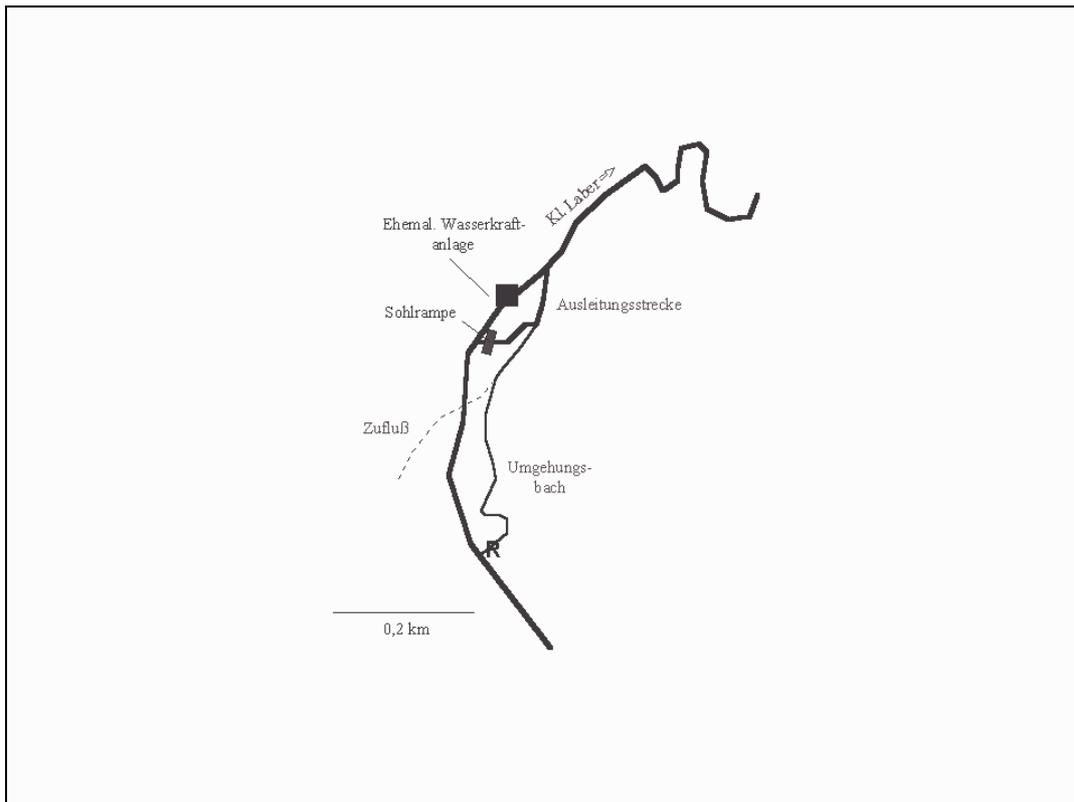


Abb. 19: Lageskizze der Wanderhilfe Winklmühle (Umgebungsbach), R: Punkt der Reusenkontrolle

Der Zufluß, der in den Umgebungsbach mündet, wird unter der Kleinen Laber hindurchgeführt.



Abb. 20: Flügelreuse am oberen Ende des Umgebungsbaches an der Winklmühle, KI. Laber

3.3.2 Eitting, Kleine Laber

Die Wanderhilfe an der Wasserkraftanlage in Eitting ist ein 0,16 km langer Umgebungsbach, der in die 0,4 km lange Ausleitungsstrecke mündet.

Die Wanderhilfe wird linksseitig im Staubereich aus dem Hauptgewässer entnommen.

Wanderhilfe Eitting

Fluß:	Kleine Laber, <i>Barbenregion</i>
Bauart:	Umgebungsbach
Länge:	l = 160 m
Festgelegter Abfluß:	$Q \geq 0,150 \text{ m}^3/\text{s} + 0,050 \text{ m}^3/\text{s}$ über Ausleitungswehr
Ausbauzufluß $_{KW}$:	$Q = 1,1 \text{ m}^3/\text{s}$
Höhenunterschied:	~ 1,5 m
Sohlausbildung:	Wasserbausteine und unsortierter Grobkies
Baujahr:	Mai/Juni 1998
Fangeinrichtung:	<i>Dreihäusige Fangreuse mit Vorhaus, knotenloses Netzmaterial, Reusenkorb: Maschenweite 10 mm, zwei Netzflügel: Höhe 1,6 m, Länge 5 / 10 m, Maschenweite, 10 mm (ein Flügel um 5 m verlängert, dito, Maschenweite 5 mm)</i>
Bemerkungen:	Einengung des Altbaches in das Unterwasser der Wasserkraftanlage zur Verbesserung der Lockströmung wurde erst im Oktober 1999 ausgeführt

Tab. 15: Technische Beschreibung der Wanderhilfe Eitting (WWA DEGGENDORF, 1998- 2001), eigene Angaben kursiv

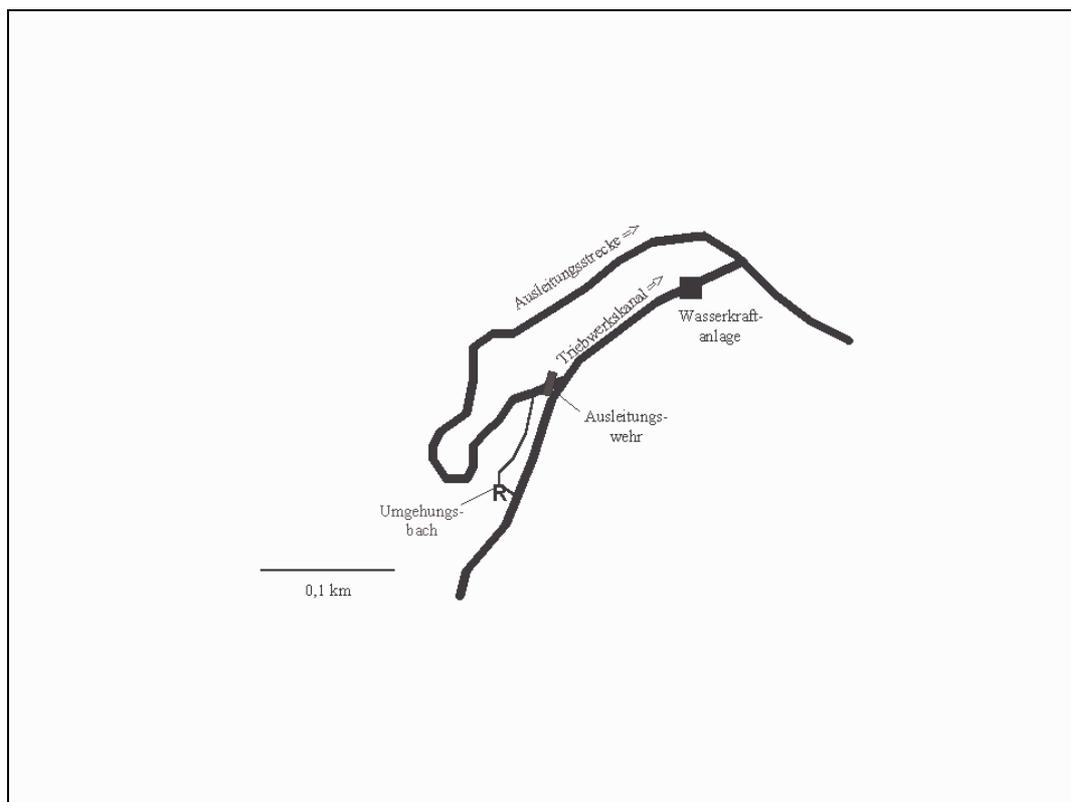


Abb. 21: Lageskizze der Wanderhilfe Eitting, R: Punkt der Reusenkontrolle



Abb. 22: Ausleitung der Wanderhilfe Eitting (Pfeil), abgesperrt durch Fangreuse mit Stahlrahmen und Schwimmbalken zur Vermeidung von Treibgutlagerungen und Anheben des Netzflügels, Kleine Laber

3.3.3 Linden, Saußbach

Die Wanderhilfe wurde als Mittelgebirgsbach ausgestaltet. Sie wird linksseitig im Staubereich aus dem Hauptgewässer entnommen. Nach 35 m mündet sie in die 0,6 km lange Ausleitungsstrecke.

Wanderhilfe Linden

Fluß:	Saußbach, <i>Forellenregion</i>
Bauart:	Umgehungsbach, ähnlich Mittelgebirgsbach
Länge:	$l = 35 \text{ m}$
Festgelegter Abfluß:	$Q_{WH} \geq 0,70 \text{ m}^3/\text{s}$
Ausbauzufluß Q_{KW} :	$Q_{KW} = 2,4 \text{ m}^3/\text{s}$
Höhenunterschied:	$\sim 1,6 \text{ m}$
Sohlausbildung:	Wasserbausteine und Kies
Baujahr:	Mai/Juni 1998
Fangeinrichtung:	<i>Zweihäusige Fangreuse mit Vorhaus, knotenloses Netzmaterial, Reusenkorb Maschenweite 8 mm, zwei Netzflügel: Höhe 1,8 m, Länge 5 m, Maschenweite, 10 mm</i>
Bemerkungen:	<i>Wanderhilfe kann nicht gesamten Restwasserabfluß aufnehmen.</i>

Tab. 16: Technische Beschreibung der Wanderhilfe Linden (WWA PASSAU, 1998- 2001), eigene Angaben kursiv

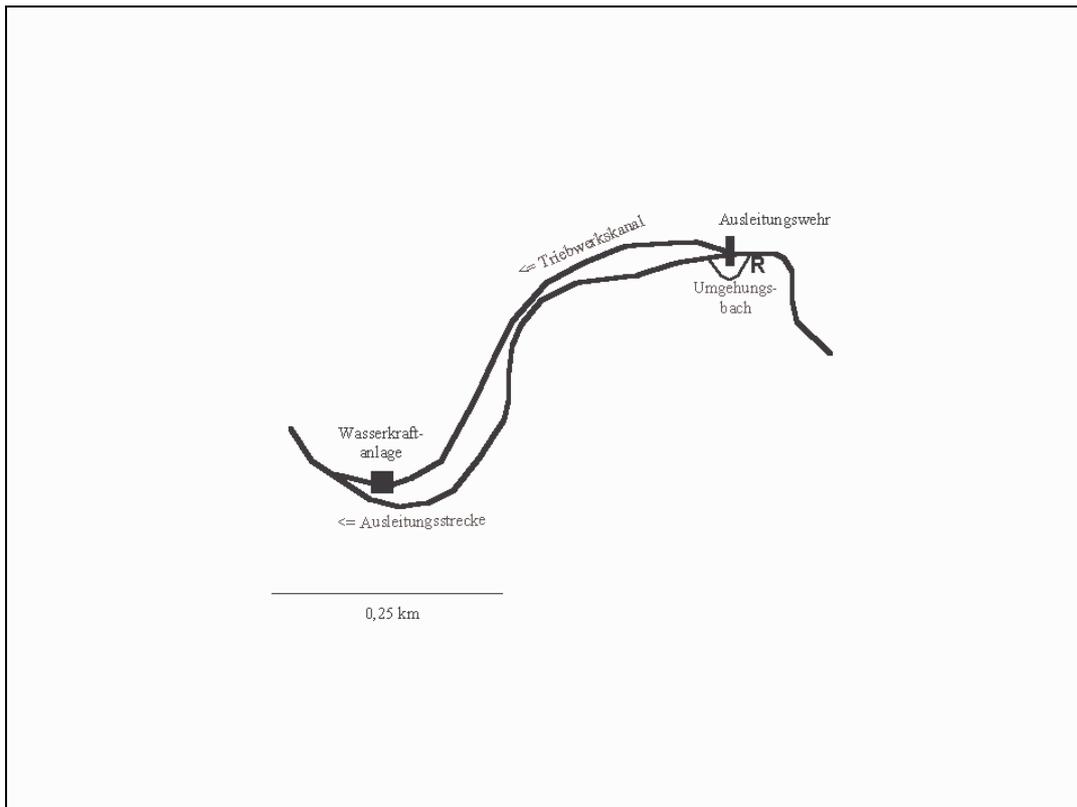


Abb. 23: Lageskizze der Wanderhilfe Linden, R: Punkt der Reusenkontrolle



Abb. 24: Wanderhilfe Linden, zu steil errichteter Abschnitt, Saußbach

3.3.4 Hals, Ilz

Am Kraftwerk Hals wurden schon vor Beginn der eigenen Untersuchungen Funktionskontrollen aufgenommen. Diese Arbeit wurde vom Landesfischereiverband Bayern e.V. und der Fischerinnung Hals initiiert und vom Landesfischereiverband Bayern e.V. wissenschaftlich betreut. Die Untersuchung

wurde im Rahmen der Folgemaßnahmen der Fischartenkartierung finanziert. Die praktische Durchführung der Reusenkontrolle lag bei der Fischerinnung Hals.

Die Messungen der Strömungsgeschwindigkeiten sowie die Auswertung des Fischaufstieges und die Schlußfolgerungen über die Funktionalität der Wanderhilfe stellen die eigene Arbeit dar.

Die Wanderhilfe Hals umgeht das erste Wanderhindernis oberhalb der Donau (Fl.km 4,5). Die Tümpelpaßanlage wurde linksseitig auf der strömungsabgewandten Seite installiert. Sie ist als Tümpelpaßanlage ausgestattet.

Wanderhilfe Hals

Fluß:	Ilz, <i>Barbenregion</i> ⁸
Bauart:	Tümpelpaßanlage
Größe:	Länge 150 m, Tiefe 0,6 – 1,2 m
Festgelegter Abfluß:	$Q \geq 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (Wanderhilfe) + $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (Restwasserturbine, in die Ausleitungsstrecke)
Ausbauzufluß Q_{KW} :	$Q_{KW} = 26,73 \text{ m}^3/\text{s}$
Strömungsgeschwindigkeiten:	In der Wanderhilfe $v \geq 1,0 \text{ m/s}$ Lockströmung $v = 0,8 \text{ m/s}$, in 1 m Entfernung $v = 0,7 \text{ m/s}$
Mittleres Gefälle:	1 : 43
Sohlausbildung:	Wasserbausteine und Grobkies
Baujahr:	1997
Fangeinrichtung:	<i>Reusenkorb, Lochblech mit runden 8 mm-Öffnungen</i>
Bemerkungen:	<i>leichte Versandung einiger Tümpel, $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ werden über eine Restwasserturbine in die Restwasserstrecke eingeleitet</i>

Tab. 17: Technische Beschreibung der Wanderhilfe Hals (WWA PASSAU, 1998- 2001), eigene Angaben kursiv

⁸ Unter natürlichen Bedingungen vermutlich Übergang zur Äschenregion.

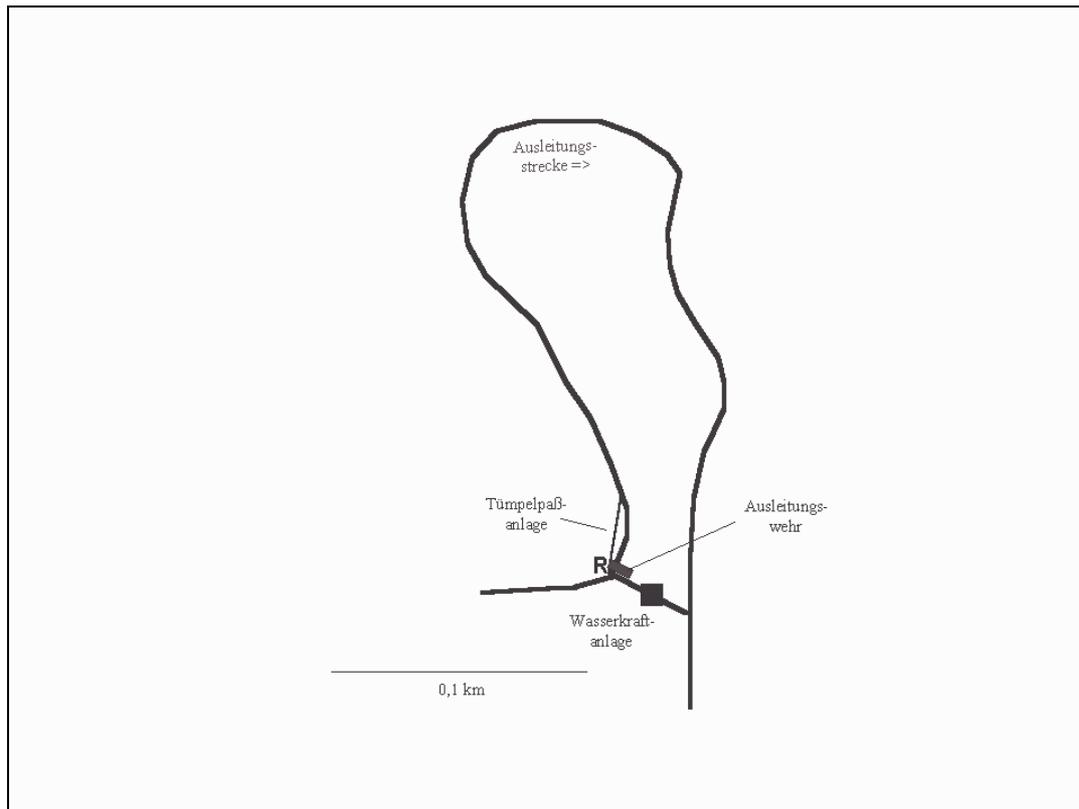


Abb. 25: Lageskizze der Wanderhilfe Hals, R: Punkt der Reusenkontrolle



Abb. 26: Reusenkorb Hals an der Entnahmestelle (oberster Punkt) der Wanderhilfe Hals, Ilz

3.4 Wanderverhalten von Fischen in einem vielfach zerstückelten Flußabschnitt

Um das Wanderverhalten der Fischfauna in einem mit Querbauwerken segmentierten Fluß untersuchen zu können, wurde die Bina ausgewählt (siehe auch 4.1.3.2). Hier konnte das Wanderverhalten unter naturnahen Bedingungen und der biologischen Motivation der verschiedenen Fischarten zu wandern, beobachtet werden. Der Abfluß wurde als wesentlicher Parameter in die Untersuchung mit einbezogen.

3.4.1 Untersucher Flußabschnitt

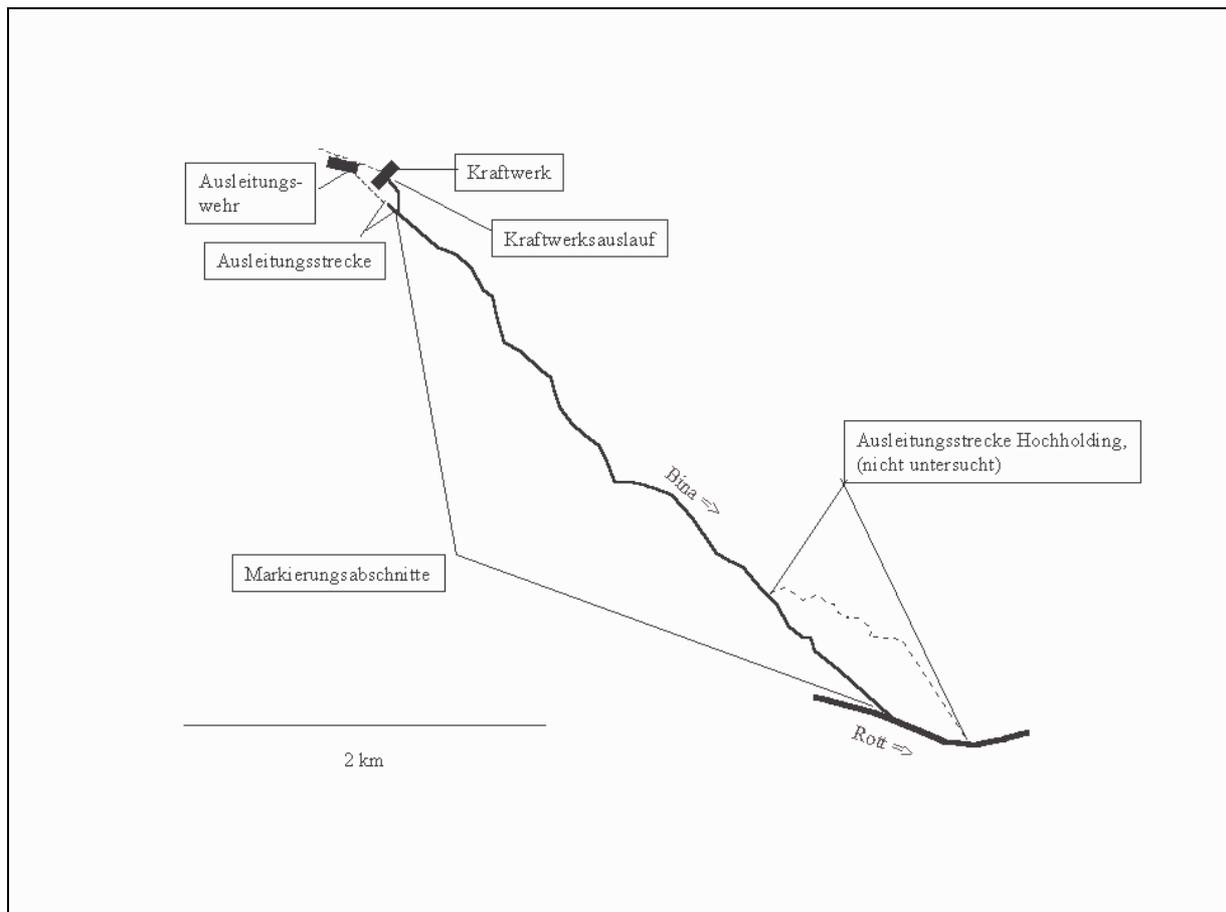


Abb. 27: Untersuchungsabschnitt in der Bina

Hierfür wurde der Unterlauf der Bina von der Mündung in die Rott bis zur Wasserkraftanlage Morolding bzw. zum dritten Absturz der Ausleitung ausgewählt. Die Ausleitung Hochholding (Alt-Bina) wurde nicht mehr in die Untersuchung miteinbezogen, weil durch die Untersuchung dieser kleinen Ausleitung kein wesentlicher Informationsgewinn zu erwarten war. Für diese Ausleitung werden über eine Verrohrung etwa $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ aus der Bina entnommen (SWA PAN, 2001). Eine Aufwärtswanderung von Fischen aus der Rott über die Ausleitung wurde während der Untersuchung durch die ehemalige Wasserkraftanlage Hochholding und die während des Untersuchungszeitraumes herrschenden Abflußverhältnisse sicher verhindert.

Die Aufteilung der Markierung erfolgte dabei nach zwei Gesichtspunkten:

- Überwindbarkeit von einzelnen Querbauwerken:

In diesen Bereichen wurde für jeden Abschnitt zwischen zwei Bauwerken eine unterschiedliche Markierung verwendet. Auf diese Weise konnten für verschiedene Absturzhöhen von 0,1 bis 1,3 m bei MQ detaillierte Aussagen über die Durchgängigkeit gemacht werden.

- Standorttreue und großräumige Ortsveränderungen in einem längeren, mit mehreren Querbauwerken unterbrochenen Gewässerabschnitt

Für diese Aussage wurden längere Bereiche mit mehreren, ähnlichen Hindernissen in größere Untersuchungsabschnitte zusammengefaßt, um Standorttreue, großräumige Bestandsveränderung und Wanderbewegungen zu untersuchen (siehe Abb. 28).

Die Untersuchungen wurden durch jeweils zwei Tage andauernde Elektrobefischungen durchgeführt. Es fand eine Markierungsbefischung (01./02.06.99) und drei Wiederholungsbefischungen (03./04.08.99, 13./14.03.00 und 07./08.11.00) statt. Für die Befischung oberhalb der Wehranlage Morolding reichte ein Tag (11.11.00) aus.

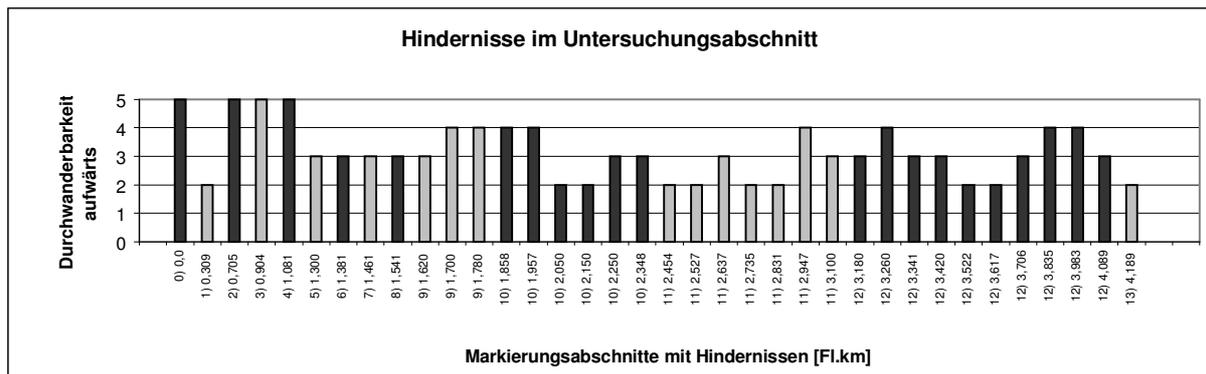


Abb. 28: Markierungsabschnitte des Wanderversuches mit Angabe der Wanderhindernisse; Durchwanderbarkeit aufwärts in Hindernisklassen (siehe auch 3.1.2); bei den Abschnitten 9 – 11 wurden mehrere Hindernisse zu einem Untersuchungsabschnitt zusammengefaßt; Kartendarstellung siehe auch Abb. 27, Abb. 60

Der unterste Absturz ($h = 0,64$ m bei MQ) an der Mündung in die Rott, nur bei Hochwasser eingeschränkt durchwanderbar, wurde erst vor der letzten Befischung in eine Sohlrampe umgewandelt. Die Abstürze der Abschnitte 5 – 8 wurden vor der zweiten Befischung in Sohlrampen umgewandelt oder waren aufgrund der oben beschriebenen Gewässerdynamik (siehe auch Abb. 28) frei durchwanderbar, so daß ab diesem Zeitpunkt von keiner Beeinträchtigung der Wanderung auszugehen war. Die Gewässermorphologie der Bina entsprach über den gesamten Untersuchungsabschnitt der eines erheblich anthropogen veränderten Fließgewässers. Die Abschnitte 1 bis 4 wiesen im Vergleich eine Wassertiefe von ca. 0,2 bis ca. 2 m bei MNQ unterhalb von Querbauwerken auf. Für Abschnitt 2 beschrieb der Fischereiberechtigte, daß sich dort ein regelmäßig angenommener Laichplatz der Nasen befindet. In diesen Bereichen waren auch überströmte Rauschen zu finden. Die Sohle des Abschnittes 5 war größtenteils mit großen Blocksteinen befestigt.

Dieser und die sich oberhalb anschließenden Abschnitte 6 bis 8 wiesen nur gleichförmige Sohlstrukturen mit geringer Tiefen- und Strömungsvarianz auf. Die Wassertiefe lag in etwa zwischen 0,5 und 1 m bei MNQ. Lediglich an den Abstürzen, die vor der 2. Wiederbefischung zu Sohlrampen umgebaut wurden, traten höhere Strömungsgeschwindigkeiten auf. Im weiteren Verlauf wurden die günstigsten Gewässerstrukturen mit vergleichsweise hoher Strömungs- und Tiefenvarianz gefunden. Die Wassertiefe lag zwischen ungefähr 0,3 m und vermutlich tiefer 2 m bei MNQ am Zusammenfluß zwischen Ausleitungsstrecke und Triebwerksauslauf. Dieser Bereich verlandete aber im Verlauf der Untersuchung deutlich. Die Tiefe lag dann etwa bei 1,5 m bei MNQ. Der Triebwerkskanal selber war bis auf den Bereich des Kraftwerkes relativ konstant ca. 0,4 m bei MNQ tief. Dies galt auch in etwa für die Ausleitungsstrecke, in der nur bei der ersten Befischung eine leichte Strömung herrschte.

Ufernahe, nur leicht durchströmte Flachwasserbereiche fehlten bis auf den Bereich unterhalb der Ausleitung Hochholding im wesentlichen.

Das Wasser war bei jeder Untersuchung leicht trüb.

3.4.2 Abiotische Parameter im Untersuchungszeitraum

Für die Bewertung der Wandermöglichkeiten werden im folgenden die Parameter Temperatur und Abfluß zwischen zwei Befischungsterminen dargestellt.

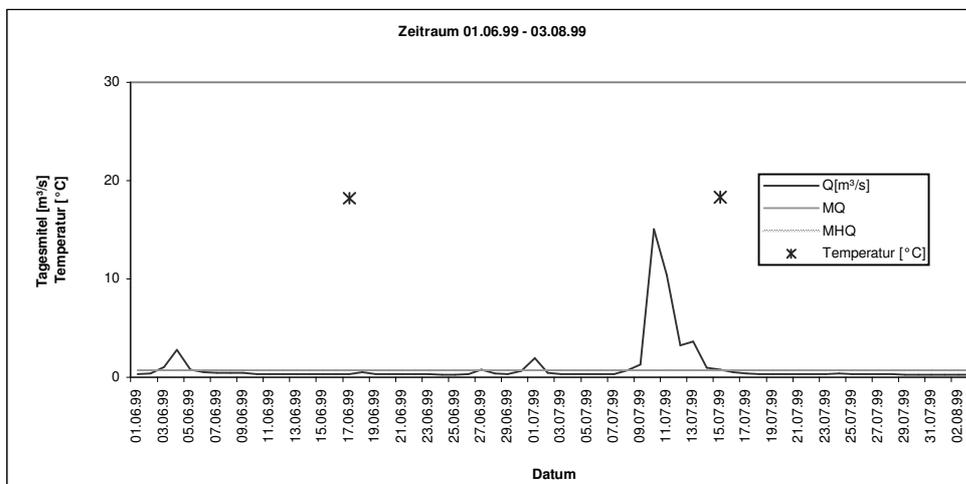


Abb. 29: Abfluß der Bina (Tagessmittel) und Temperatur an der Mündung in die Rott (TGA-DATEN 2001) zwischen der Markierungsbefischung (01.06.99) und der 1. Wiederbefischung (03.08.99)

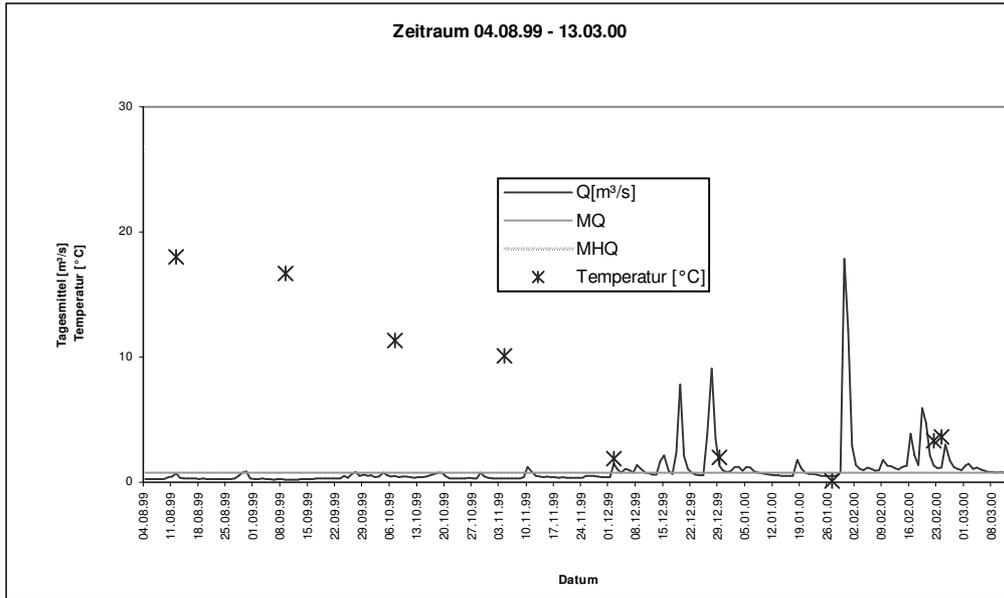


Abb. 30: Abfluß der Bina (Tagesmittel) und Temperatur an der Mündung in die Rott (TGA-DATEN 2001) zwischen der 1. Wiederbefischung (04.08.99) und der 2. Wiederbefischung (13.03.00)

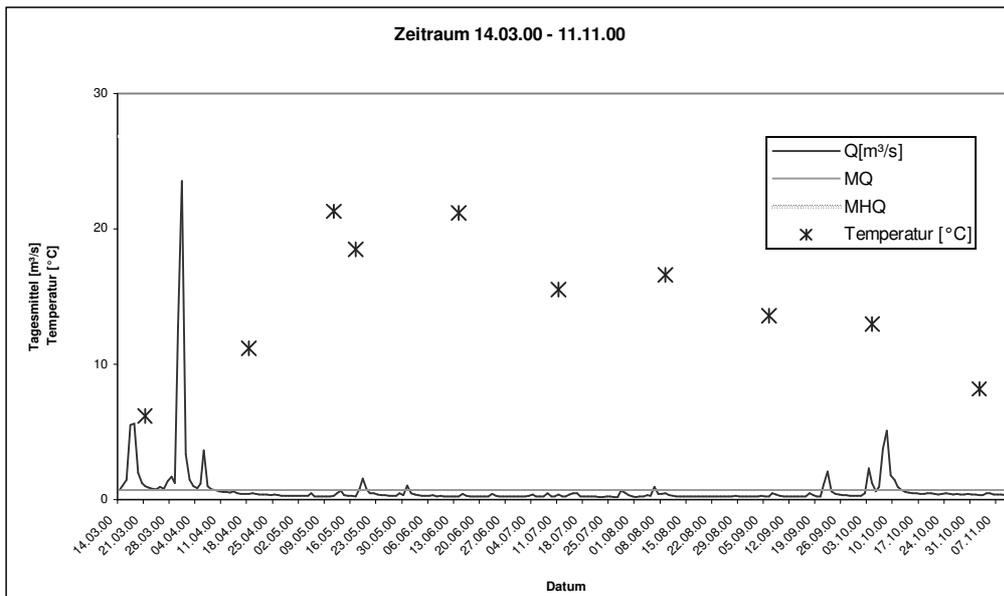


Abb. 31: Abfluß der Bina (Tagesmittel) und Temperatur an der Mündung in die Rott (TGA-DATEN 2001) zwischen der 2. Wiederbefischung (14.03.00) und der 3. Wiederbefischung (07.11.00)

Im Rahmen des TGA-Meßprogrammes (TGA-DATEN 2001) ergaben sich im Untersuchungszeitraum pH-Werte zwischen 7,6 und 8,1. Die Leitfähigkeit wurde zwischen 300 und 505 $\mu\text{s}/\text{cm}$ gemessen.

4 Ergebnisse

4.1 Kartierung

Im Rahmen der Untersuchungen wurden 29 Fließgewässer 1. und 2. Ordnung untersucht. Hinzu kommen 41 Nebenbäche im Fließgewässersystem der Wolfsteiner Ohe sowie 22 an der Bina. Die Gesamtlänge der Fließgewässer betrug 1159 km, von denen etwa 800 km mit dem Rad oder zu Fuß bei ständiger Einsicht des Gewässers erfaßt wurden. An der restlichen Strecke, alles Gewässer 1. Ordnung, wie zum Beispiel die Donau oder der Inn, wurden die bekannten Hindernisse gezielt angefahren.

1046 kritische Stellen, an denen eine Hinderniswirkung für Fische vermutet werden mußte, wurden untersucht. 1044 davon waren Querbauwerke. 945, davon 944 Querbauwerke, erwiesen sich als tatsächliche Wanderhindernisse für die Fauna.

In den untersuchten Gewässern 1. Ordnung inkl. der Ausleitungsstrecken wurden auf einer Länge von 703 km 306 Wanderhindernisse gezählt. Das heißt, die Fließgewässer 1. Ordnung wurden bis auf das Abens-Einzugsgebiet und den kurzen Bereich der großen Laber oberhalb der Mündung der kleinen Laber in Niederbayern, insgesamt nur 34 km, vollständig kartiert. Ohne die Ausleitungsstrecken beträgt die Länge der Gewässer 1. Ordnung in Niederbayern 652 km (REG. v. N-BY. 2001).

Mit den Ausleitungsstrecken waren im Bereich der Gewässer 2. Ordnung auf einer Länge von 310 km 370 von 411 kritischen Punkten Wanderhindernisse. Die Gesamtlänge der Gewässer 2. Ordnung ohne Ausleitungsstrecken wird mit 520 km angegeben (REG. v. N-BY 2001), so daß immerhin über die Hälfte der Fließgewässer 2. Ordnung in diesem großen Regierungsbezirk bearbeitet werden konnten.

An 311 von 329 untersuchten Stellen werden die Fische in den beurteilten 146 km Gewässer 3. Ordnung in ihrer Wanderung behindert. Dies bedeutet, daß sogar ein Prozent der Fließgewässer 3. Ordnung, insgesamt ca. 15.000 km (REG. v. N-BY. 2001), noch Eingang in die Kartierung fanden.

Statistische Auswertung der Kartierung

Faßt man alle Gewässer zusammen und berücksichtigt man die tatsächlichen Wanderhindernisse nur in ihrer Auswirkung, aber unabhängig vom Hindernistyp, so ergibt sich für die untersuchten Gewässer folgendes Bild:

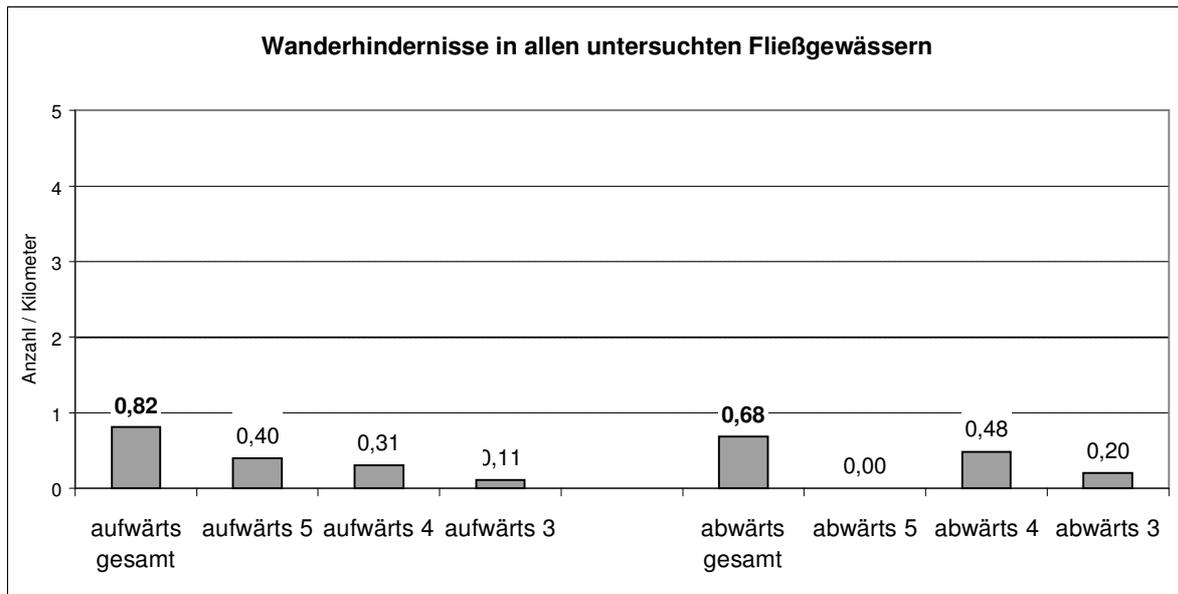


Abb. 32: Mittlere Dichte der Wanderhindernisse in allen untersuchten Fließgewässern (Anzahl der Wanderhindernisse: n = 945, Länge des untersuchten Fließgewässerabschnittes: l = 1159 km)

In Abb. 32 wurden die mittlere Hindernisdichte in allen untersuchten Fließgewässern sowie die Aufschlüsselung in Durchwanderbarkeit flußauf und flußab dargestellt.

Dies bedeutet, daß über die gesamte Fließgewässerstrecke im Mittel bei der Aufwanderung mit 0,82 Wanderhindernissen je untersuchten Fließgewässerkilometer zu rechnen war. Oder, mit anderen Worten, treffen die Fische in Niederbayern im Mittel flußauf alle 1,2 km auf ein Wanderhindernis. Absolute Wanderhindernisse in dieser Richtung (Bewertungsstufe 5) traten in einer Dichte von 0,40 / km auf. Im Mittel waren 0,31 flußauf eingeschränkt durchwanderbare Hindernisse (Bewertungsstufe 4) und 0,11 flußauf weitgehend durchwanderbare Hindernisse (Bewertungsstufe 3).

Die Situation für die Abwanderung war etwas günstiger: Im Mittel behindern 0,68 Wanderhindernisse je Kilometer die flußab gerichtete Wanderung. Es gab im Untersuchungsgebiet kein über einen längeren Zeitraum betrachtet flußab undurchwanderbares Hindernis (Bewertungsstufe 5). Trotzdem wurden noch viele eingeschränkt durchwanderbare Hindernisse (Bewertungsstufe 4, 0,48 / km) und weitgehend durchwanderbare Hindernisse (Bewertungsstufe 4, 0,20 / km) gefunden.

Abhängigkeit der Hindernisdichte von der Gewässergröße

Um die Abhängigkeit der Hindernisdichte von der Gewässergröße zu untersuchen, wurde die Hindernisdichte in jedem Fließgewässer in Abhängigkeit des Mittleren Abflusses (LFW 1991, 2001) aufgetragen. Bei mehreren Pegelmeßstellen im Untersuchungsabschnitt innerhalb eines Gewässers wurde der unterste Pegel herangezogen.

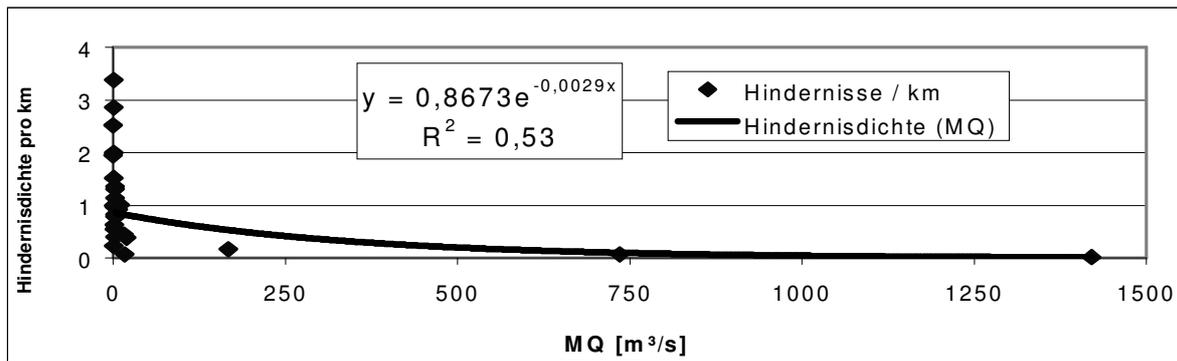


Abb. 33: Abhängigkeit der Hindernisdichte vom Mittleren Abfluß (MQ) mit Angabe der Regressionsgleichung y und Bestimmtheitsmaß R^2

Wie in Abb. 33 gut zu erkennen ist, nimmt die Hindernisdichte in größeren Gewässern, das heißt in Abhängigkeit vom Mittleren Abfluß (MQ), ab. Anhand einer exponentiellen Gleichung konnte nach ZÖFEL (1992) eine hohe Korrelation ($R^2 = 0,53$) für diesen Zusammenhang nachgewiesen werden.

Statistische Kennzahlen

	Hindernisse / Kilometer
Gesamtstrecke	0,82
Median Fließgewässer	0,97
Median linksseitige Zuflüsse	0,92
Median rechtsseitige Zuflüsse	0,99
Standardabweichung Fließgewässer	0,83
Minimum Fließgewässer	0,02
Maximum Fließgewässer	3,38

Tab. 18: Statistische Auswertung der Kartierung

Zur Gesamtstrecke wurde die gesamte untersuchte Fließgewässerstrecke zusammengefaßt. Die Angaben Median, Standardabweichung, Minimum und Maximum wurden jeweils auf die Wanderhindernisse pro Kilometer der untersuchten Fließgewässer bezogen. Die unterschiedliche Länge der Untersuchungsabschnitte wurde hierbei nicht berücksichtigt. Für die Gewässer 3. Ordnung wurde der Mittelwert aller Fließgewässer 3. Ordnung des jeweiligen Flußgebietes herangezogen.

Bei dem Vergleich der Mediane der rechtsseitigen und der linksseitigen Zuflüsse ist ein etwas günstigerer Vernetzungsgrad für die linksseitigen Zuflüsse erkennbar. Die Hindernisdichten der rechtsseitigen Zuflüsse wurde mit denen der linksseitigen statistisch verglichen (Tab. 19).

Angewandtes Testverfahren: U-Test nach Mann-Whitney (Auswertung über SPSS für Windows 95)	
Vergleichsgruppen	p
Rechtsseitige Zuflüsse mit linksseitigen Zuflüssen	0,6453
Rechtsseitige Zuflüsse (ohne Inn und Isar) mit linksseitigen Zuflüssen	0,2463

Tab. 19: Statistischer Vergleich der rechtsseitigen mit den linksseitigen Donauzuflüsse

Es bestand also nach ZÖFEL (1992) bezüglich der Hindernisdichte kein signifikanter Unterschied zwischen den linksseitigen und den rechtsseitigen Zuflüssen. Da es sich bei den beiden rechtsseitigen Zuflüssen Inn und Isar um sehr große Zuflüsse handelt, deren Mittlerer Abfluß weit über den linksseitigen Vergleichsgewässern liegt, wurde aufgrund der Ergebnisse aus Abb. 33 in einem zweiten Schritt das Testverfahren nochmals unter Ausschluß dieser beiden Gewässer durchgeführt. Die Irrtumswahrscheinlichkeit p lag zwar deutlich niedriger. Es bestand aber kein statistisch belegbarer Unterschied.

Im folgenden wird eine Abweichung vom Mittelwert, die innerhalb der Standardabweichung liegt, als geringe Abweichung bezeichnet, eine Abweichung, die über die Standardabweichung hinausgeht als deutliche Abweichung.

4.1.1 Beschreibung der untersuchten Wanderhindernisse

In der folgenden Darstellung wurden alle anthropogenen Wanderhindernisse erhoben und dargestellt.

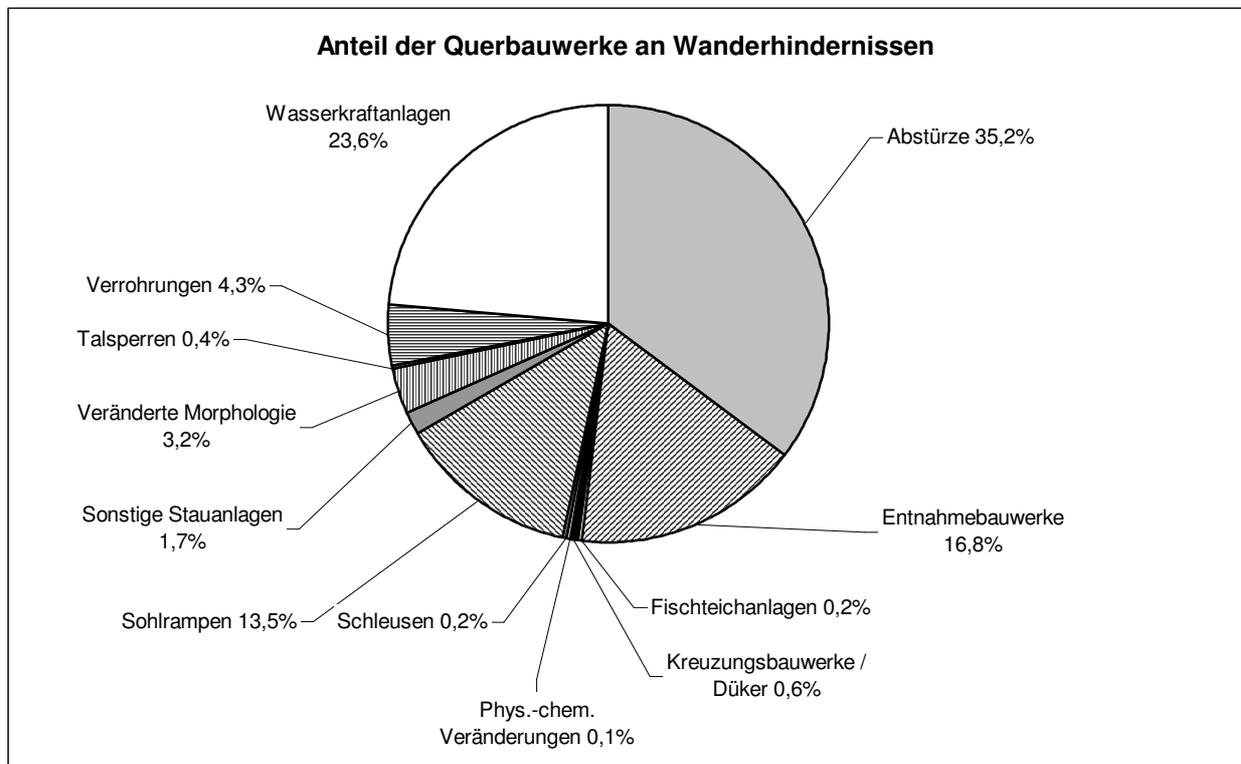


Abb. 34: Anteil der verschiedenen Querbauwerke (n = 945) und physikalisch-chemischen Veränderungen an den Wanderhindernissen für die aquatische Fauna

Abb. 34 gibt einen Überblick über die Bedeutung der einzelnen Typen der Wanderhindernisse, die im folgenden (4.1.1.1 – 4.1.2) konkret beschrieben werden.

4.1.1.1 Abstürze



Abb. 35: Überströmter Absturz, Bewertung flußauf: 5, flußab: 3, Isar



Abb. 36: Absturz mit völlig abgelöstem Überfallstrahl, Bewertung flußauf: 5, flußab: 3, Bina

Abstürze (gesamt):	351 (Gew. 1. O.: 46; Gew. 2. O.: 110; Gew. 3. O.: 195)			
Fallhöhen:	0,0 - ~ 10 m, Mittel: 0,4 m			
<i>Bewertung:</i>	2	3	4	5
Flußaufwärts	18	53	195	85
Flußabwärts	88	144	119	-

Tab. 20: Abstürze im Untersuchungsgebiet

In den Gewässern 1. Ordnung lag die mittlere Absturzhöhe bei 0,6 m. Bei den Gewässern 2. Ordnung war es im Mittel nur eine Höhe von 0,3 m. Abstürze in Gewässern 3. Ordnung sind im Mittel 0,4 m

hoch. Hierbei muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß vor allem im Oberlauf von Bächen des Bayerischen Waldes Abstürze mit mehreren Metern Fallhöhe auftreten, z. B. der Maximalwert mit ca. 10 m. Diese maximale Absturzhöhe von ~ 10 m kam durch eine Kombination von mehreren, unmittelbar aufeinander folgenden Abstürzen in einem Bauwerk zustande. In Gewässern 3. Ordnung weisen 72 % der Abstürze lediglich eine Fallhöhe von $h \leq 0,3$ m auf.

Der überwiegende Teil der Abstürze kann mit insgesamt 93 % (n = 307) der Sohlsicherung zugeordnet werden. 6 % (22) aller Abstürze wurden zur Sohlsicherung für Triftkanäle errichtet. Die Zuordnung erfolgte hier aufgrund der Aussagen von Anwohnern sowie der Beschreibungen auf Informationstafeln im Untersuchungsgebiet. Die Holztrift als Grund der Verbauung bezieht sich ausschließlich auf den Bayerischen Wald, hier besonders auf das Einzugsgebiet der Wolfsteiner Ohe. Die Holztrift wurde nach der Aussage zahlreicher Anwohner in den fünfziger Jahren des 20. Jahrhunderts eingestellt. Abstürze für eine anteilmäßig geringe Wasserentnahme, etwa kleine Staubereiche für Rohrleitungen zu Fischteichanlagen oder Laufaufteilungen, in denen im Gegensatz zu Entnahmebauwerken etwa in beiden unterhalb gelegenen Läufen Wasserkraftanlagen errichtet wurden, waren mit 1 % (3) selten. Fast genauso wenig anzutreffen waren Abstürze, die im Bereich von Pegelmeßstellen (2 %, 6) auftraten. 1 % (4) der Abstürze wurden an Stellen aufgefunden, an denen früher Wasserkraftanlagen standen. 2% (7) entstanden durch Sohlerosion im Unterwasser von Bauwerken. 1 % (2) konnte keinem der oben aufgeführten Gründe klar zugeordnet werden.

Beeinträchtigungen der Wanderung

Etwa die Hälfte der Abstürze wies bei der Erhebung einen (nahezu) vollständig abgelösten Überfallstrahl auf. Die anderen Abstürze waren teilweise oder vollständig überströmt.

Häufig sind Abstürze zusätzlich in Bauwerke integriert, die auch das Ufer in diesem Bereich absichern. Typisch sind hierbei etwa mit Beton und/oder Steinen gestaltete Trapezprofile mit glatten Sohl- und Uferstrukturen. Abhängig von der Bauweise treten im Oberwasser von Abstürzen mehr oder minder hohe Strömungsgeschwindigkeiten und geringe Wassertiefen auf. Gegen Einkolkung im Unterwasser sind regelmäßig befestigte Vorböden oder Steinschüttungen zu finden. Häufig treten unterhalb des Absturzes auch Wasserwalzen und Turbulenzen auf. Dies behindert die Aufwärtswanderung, indem das Anlaufnehmen für Überschwimmen oder Überspringen der Hindernisse eingeschränkt bzw. unterbunden wird. Vor allem Kleinfischarten und Jungfische werden schon durch niedrigere Abstürze (ab 0,1 m bei MQ) behindert. Bei zunehmender Höhe (ab 0,5 m bei MQ) werden alle Arten in der Wanderung massiv gestört.

Eine flußabgerichtete, eingeschränkte Durchgängigkeit kam durch einen fehlenden Wasserkörper auf dem Absturz oder Meidung zustande. Auf befestigten Vorböden ohne eine deutliche Überstauung sind Schäden an der Fauna während der Abdrift zu befürchten.

4.1.1.2 Entnahmebauwerke

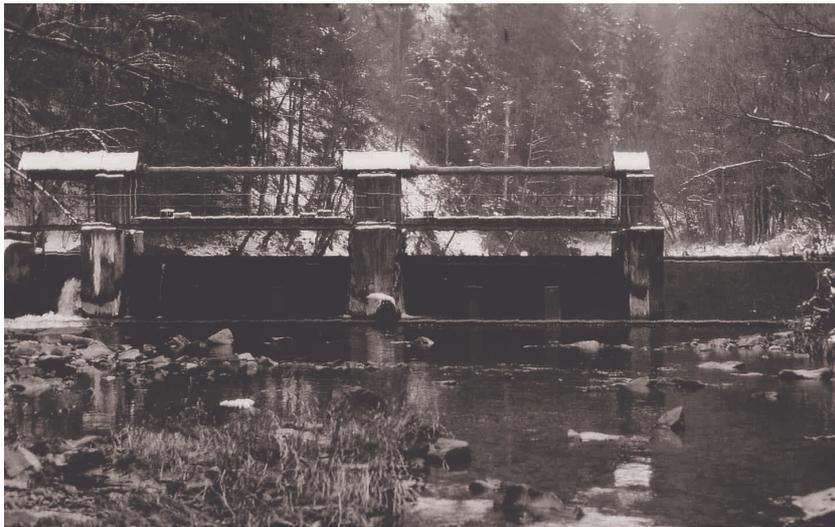


Abb. 37: Entnahmebauwerk, Bewertung flußauf: 5, flußab: 4, Wolfsteiner Ohe

Entnahmebauwerke (gesamt):	162 (Gew. 1. O.: 44; Gew. 2. O.: 97; Gew. 3. O.: 21)			
Fallhöhen:	0,1 - ~ 8 m, Mittel: 1,7 m (Gew. 1. O.: 2,1 m; Gew. 2. O.: 1,6 m; Gew. 3. O.: 1,4 m)			
<i>Einzelbewertung:</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Flußaufwärts	3	6	21	132
Flußabwärts	6	18	138	-

Tab. 21: Entnahmebauwerke im Untersuchungsgebiet

An 18 % (29) der die Wanderung behindernden Entnahmebauwerke besteht eine Wanderhilfe. 88 % (142) der Entnahmebauwerke wurden für Ausleitungskraftwerke errichtet, 6 % (10) für Hochwasserabflüsse und 3 % (5) dienten der Wasserentnahme für Teichanlagen. Die restlichen Anlagen konnten im Gelände keiner dieser Funktionen zugeordnet werden.

Beeinträchtigungen der Wanderung

Flußaufwärts entsteht der Hindernischarakter in der Regel durch die Absturzhöhe Richtung Ausleitungsstrecke oder durch Schützenanlagen. Diese sind entweder an der Wehrkrone überströmt, die Bewertung verhält sich dann analog zu den Abstürzen. Die zweite Möglichkeit war, daß die Wasserführung unter den Schütztafeln erfolgte, wobei sehr hohe Strömungsgeschwindigkeiten, verbunden mit geringer Wassertiefe, die der Spaltbreite entsprach, anzutreffen waren. Die Abwärtswanderung Richtung Ausleitungsstrecke ist meist durch zu geringe Überströmung des Wehres oder die geringe Spaltbreite unter dem Schütz eingeschränkt. In Richtung des Hauptflusses bzw. des Triebwerkskanals sind in der Regel keine Wandereinschränkungen zu erwarten. Die häufig vorhandenen Schütze zum Absperren von Triebwerkskanälen sind meist weit geöffnet, Ausnahmen sind seltene Revisionsarbeiten o.ä.. Somit können sie, wenn nicht im Einzelfall Einschränkungen wie Abstürze hinzukommen, als frei durchwanderbar beurteilt werden.

Bei einer vorhandenen Restwasseröffnung (siehe Abb. 37) können eventuell Fische in die Ausleitungsstrecke verdriftet werden. Allerdings ist auch hier von einer Meidung durch die Fischfauna auszugehen.

4.1.1.3 Kreuzungsbauwerke / Düker

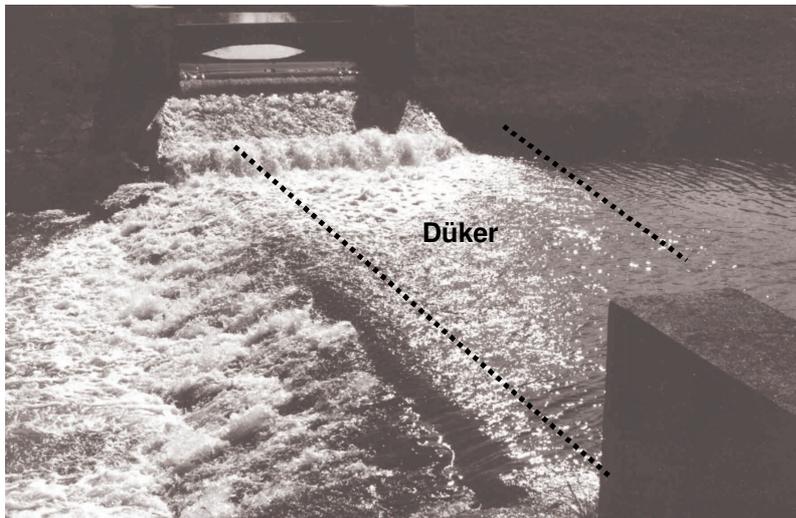


Abb. 38: Kreuzungsbauwerk / Düker, die gestrichelten Linien zeigen den unter dem Flutkanal liegenden Verlauf des Dükers, Bewertung flußauf: 5, flußab: 3, Rott

Kreuzungsbauwerke (gesamt):	6 (Gew. 1. O.: 4; Gew. 2. O.: 2; Gew. 3. O.: 0)			
Fallhöhen:	- m, Mittel: - m			
<i>Bewertung:</i>	2	3	4	5
Flußaufwärts	-	-	-	6
Flußabwärts	-	2	4	

Tab. 22: Kreuzungsbauwerke / Düker im Untersuchungsgebiet

Die untersuchten Kreuzungsbauwerke bzw. Düker gehen letztendlich alle auf Hochwasserfreilegungen zurück, indem der Abfluß der alten Flußläufe mehr oder weniger vollständig unter den Flutkanälen o.ä. hindurch geleitet werden.

Beeinträchtigungen der Wanderung

Bei den flußab gerichteten Wanderungen kam während der Kartierung bis auf eine Anlage eine zu geringe Überströmung der Überleitung zum anderen Oberflächengewässer hinzu. Die Rohrleitungen der Düker konnten zwar nicht vermessen werden, die geschätzten Strömungsgeschwindigkeiten waren allerdings ausreichend niedrig, um eine volle Durchwanderbarkeit annehmen zu können. In den Ausleitungsstrecken selbst treten noch Sohlbefestigungen oder Abstürze auf, die entsprechend den Kriterien für Abstürze und veränderte Fließgewässerabschnitte (siehe auch 4.1.1.1 und 4.1.1.8) behandelt wurden. Dies wurde einzeln in den Bewertungsbögen festgehalten.

4.1.1.4 Schleusen



Abb. 39: Schleuse, Bewertung flußauf: 4, flußab: 4, Altmühl

Schleusen (gesamt):	2 (Gew. 1. O.: 2; Gew. 2. O.: 0; Gew. 3. O.: 0)			
Fallhöhen:	8,40 m, Mittel: 8,40 m			
<i>Bewertung:</i>	2	3	4	5
Flußaufwärts	-	-	2	-
Flußabwärts	-	-	2	-

Tab. 23: Schleusen im Untersuchungsgebiet

Im Untersuchungsgebiet wurden zwei Schleusenanlagen erhoben (Altmühl).

Es ist jedoch zu erwähnen, daß sich an den vier niederbayerischen Donaukraftwerken ebenfalls Schleusenanlagen befinden. Diese Anlagen wurden aber aufgrund des im Vergleich wesentlich höheren Abflusses durch die Turbinenanlagen als Wasserkraftanlagen geführt.

Wenn Schleusen nicht in Betrieb sind, sind sie üblicherweise auf eine Seite hin offen, wobei der Wasserkörper in der Schleusenkammer Stillwassercharakter aufweist. Bei der Befüllung treten nach Angaben der Betreiber hohe Strömungsgeschwindigkeiten, verbunden mit Druckschwankungen, auf. Die Dauer der Schleusungsvorgänge liegt nach Angaben der Betreiber in der Größenordnung von 20 min.

Beeinträchtigungen der Wanderung

Schleusen erwiesen sich als schwierig zu beurteilen. Sie sind typischerweise auf eine Seite hin offen, bis ein Schiff in die Schleusenkammer einfährt. In diesem Zeitraum können Fische in die Schleusenanlage schwimmen. Bis auf Flutungs- und Entleerungsvorgänge weist der Wasserkörper dort keine Strömung auf. Gerade strömungsorientierte Fischarten werden diese Wandermöglichkeit kaum oder gar nicht nutzen. Indifferente oder stagnophile Fischarten werden eher über die Schleusenanlagen wandern. Außerdem ist nicht genau auszumachen, inwieweit Flutungs- und

Leerungsvorgänge über Rohranlagen mit Druckschwankungen sowie Schiffsschrauben zu Verletzungen führen.

4.1.1.5 Sonstige Stauanlagen



Abb. 40: Sonstige Stauanlage, Bewertung flußauf: 2, flußab: 2, Kleine Laber

Sonstige Stau- anlagen (gesamt):	18 (Gew. 1. O.: 3; Gew. 2. O.: 7; Gew. 3. O.: 8)			
Fallhöhen:	- m, Mittel: - m			
Bewertung:	2	3	4	5
Flußaufwärts	2	3	6	7
Flußabwärts	5	5	8	-

Tab. 24: Sonstige Stauanlagen im Untersuchungsgebiet

Hierunter wurden alle Stauanlagen erfaßt, deren Errichtungsgrund in keine andere Kategorie fällt. Zumindest einige Anlagen dürften nach Aussagen von Anwohnern für die Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen errichtet worden sein.

Beeinträchtigungen der Wanderung

Die Probleme an diesen Stauanlagen verhalten sich analog zu den Entnahmebauwerken und Abstürzen (siehe auch 4.1.1.1, 4.1.1.2).

4.1.1.6 Talsperren



Abb. 41: Talsperre, Bewertung flußauf: 5, flußab: 4, Rott

Talsperren (gesamt):	4 (Gew. 1. O.: 2; Gew. 2. O.: 1; Gew. 3. O.: 1)			
Fallhöhen:	- m, Mittel: - m			
Bewertung:	2	3	4	5
Flußaufwärts	-	-	-	4
Flußabwärts	-	1	3	-

Tab. 25: Talsperren im Untersuchungsgebiet

An drei Talsperren befindet sich zusätzlich eine Wasserkraftanlage. Bei der vierten erfolgt eine Aufteilung in einen Triebwerkskanal und in eine Ausleitungsstrecke.

Beeinträchtigungen der Wanderung

Bei der flußauf gerichteten Wanderung verhindern die großen Fallhöhen bzw. teilweise auch Turbinenanlagen einen Fischeaufstieg für alle Arten und Größen. Flußabwärts gerichtete Wanderungen werden durch die Wasserkraftanlagen bzw. unregelmäßig überströmte Wehranlagen eingeschränkt. Aufgrund der großen Fallhöhen sind bei der Abwanderung Schäden an der Fauna durch den Aufprall im Unterwasser zu erwarten.

4.1.1.7 Teichanlagen

Teichanlagen (gesamt):	2 (Gew. 1. O.: 0; Gew. 2. O.: 0; Gew. 3. O.: 2)			
Fallhöhen:	- m, Mittel: - m			
<i>Bewertung:</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Flußaufwärts	-	-	2	-
Flußabwärts	-	-	2	-

Tab. 26: Teichanlagen im Untersuchungsgebiet

Eine Teichanlage wurde als Futterteich für den Fischotter angelegt, die andere als Fischteich.

Insgesamt wurden zwar sieben solcher Teiche gefunden, jedoch floß während der Untersuchung nur bei zwei das vorhandene Wasser ausschließlich durch die ablaßbare Anlage.

Beeinträchtigung der Wanderung

An diesen Anlagen wird das Wasser nur durch die Teiche geführt, wobei der begrenzende Faktor Absperrgitter, etwaige Höhenunterschiede und Rohrleitungen sind. Eine eingeschränkte Wanderung flußaufwärts ist möglich, wenn nur gröbenselektive Absperrereinrichtungen ohne nennenswerten Höhenunterschied überwunden werden müssen. Flußab gerichtete Wanderungen sind bedingt möglich, eventuell auch die Abwanderung von Teichfischen aus der Anlage.

Bei den anderen Teichanlagen wird das Wasser teilweise entnommen, wodurch eine Ausleitungsstrecke entsteht. Hier sind ebenfalls Absperrereinheiten etc. zu berücksichtigen. Entnahmebauwerke wie z.B. Abstürze verhalten sich dann wie oben beschrieben.

4.1.1.8 Veränderte Fließgewässermorphologie



Abb. 42: Veränderte Fließgewässermorphologie, Bewertung flußauf: 4, flußab: 3, Wickeringer Bach (zur Bina)

Veränd. Fließgew.-morphologie (gesamt):	32 (Gew. 1. O.: 0; Gew. 2. O.: 1; Gew. 3. O.: 31)			
Fallhöhen:	0,0 – ~ 2 m, Mittel: 0,3 m			
Bewertung:	2	3	4	5
Flußaufwärts	2	10	18	2
Flußabwärts	9	9	14	-

Tab. 27: Stellen mit veränderter Morphologie

Unter dieser Kategorie wurden Wanderhindernisse erfaßt, die eine erheblich veränderte Fließgewässermorphologie aufwiesen. Hierunter wurden vor allem befestigte Gewässersohlen wie beispielsweise Betonplatten, Betonhalbschalen oder Fließkanäle geführt. Verrohrungen werden extra erwähnt (siehe 4.1.1.9). Alle Bereiche mit veränderter Morphologie sichern die Gewässersohle und eventuell zusätzlich das Ufer. Bei 13 % dürfte der Gewässerverbau in erster Linie wegen der Holztrift stattgefunden haben.

Beeinträchtigung der Wanderung

Typischerweise erklärt sich der Hindernischarakter durch niedrige Wassertiefen, durch Aufweitungen des Fließquerschnittes, hohe Strömungsgeschwindigkeiten auf glatter Gewässersohle sowie Abstürze. Diese befinden sich entweder inmitten des Bauwerkes oder häufig im Unterwasser des Bauwerkes, wenn Auskolkung auftritt.

4.1.1.9 Verrohrungen



Abb. 43: Verrohrung, Bewertung flußauf: 4, flußab: 4, Breitreiter Bach (zur Bina)

Verrohrungen (gesamt):	46 (Gew. 1. O.: 1; Gew. 2. O.: 8; Gew. 3. O.: 37)			
Fallhöhen:	- m, Mittel: - m			
Bewertung:	2	3	4	5
Flußaufwärts	5	4	28	9
Flußabwärts	20	13	13	-

Tab. 28: Verrohrungen im Untersuchungsgebiet

Die gefundenen Verrohrungen wurden typischerweise unter Überfahrten oder in Ortslagen gefunden. Rohrleitungen als Zuleiter von Wasserkraftanlagen wurden nicht unter dieser Rubrik aufgeführt.

Auf das Angeben von Fallhöhen wird hier verzichtet, da lediglich Fallhöhen nach der Verrohrung sicher angegeben werden können. Für die wenigstens drei, teilweise weit über zehn Meter langen Verrohrungen konnte ein Höhenunterschied mit den verwendeten Meßmethoden nicht erhoben werden. Die Strömungsgeschwindigkeiten konnten hier in der Regel nur an den beiden Enden der Verrohrung gemessen werden.

Beeinträchtigung der Wanderung

Die Hinderniswirkungen verhalten sich analog zu Gewässern mit einer veränderten Morphologie. Geringe Wassertiefen, also Einschränkungen für alle großen Fische, können hier vor allem durch große Rohrdurchmesser oder durch Doppelverrohrungen bei gleicher Sohlhöhe entstehen. Doppelverrohrungen waren relativ selten anzutreffen.

Bei weitem am häufigsten waren Betonrohre mit glatter Sohle. Selten dagegen waren gewellte Rohrwände mit im Verhältnis großem Rohrdurchmesser. Aufwärts gerichtete Wanderungen werden durch die hohen Strömungsgeschwindigkeiten und evtl. abgelösten Überfallstrahl gebremst. Sprint- und sprungschwache Fischarten sind hier besonders benachteiligt.

4.1.1.10 Wasserkraftanlagen



Abb. 44: Wasserkraftanlage, Bewertung flußauf: 5, flußab: 4, Isar

Wasserkraftanlagen (gesamt):	224 (Gew. 1. O.: 93; Gew. 2. O.: 112; Gew. 3. O.: 19)			
Fallhöhen:	- m, Mittel: - m			
<i>Bewertung:</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Flußaufwärts	-	-	9	215
Flußabwärts	-	8	216	-

Tab. 29: Wasserkraftanlagen im Untersuchungsgebiet

Die Wasserkraftanlagen wurden zur Umwandlung der Energie des Wassers in technisch verfügbare Energie errichtet.

An zwei Schleusen an der Altmühl bestehen zwar Turbinenanlagen. Diese Anlagen wurden aber, da sie wahlweise für den Main-Donau-Kanal Wasser ins Oberwasser pumpen oder abfließendes Wasser zur Engergiegewinnung verwenden, nicht als Wasserkraftanlagen, sondern als Schleusen gezählt (siehe 4.1.1.4).

Es wurden während der Untersuchungen drei Typen von Wasserkraftanlagen gefunden:

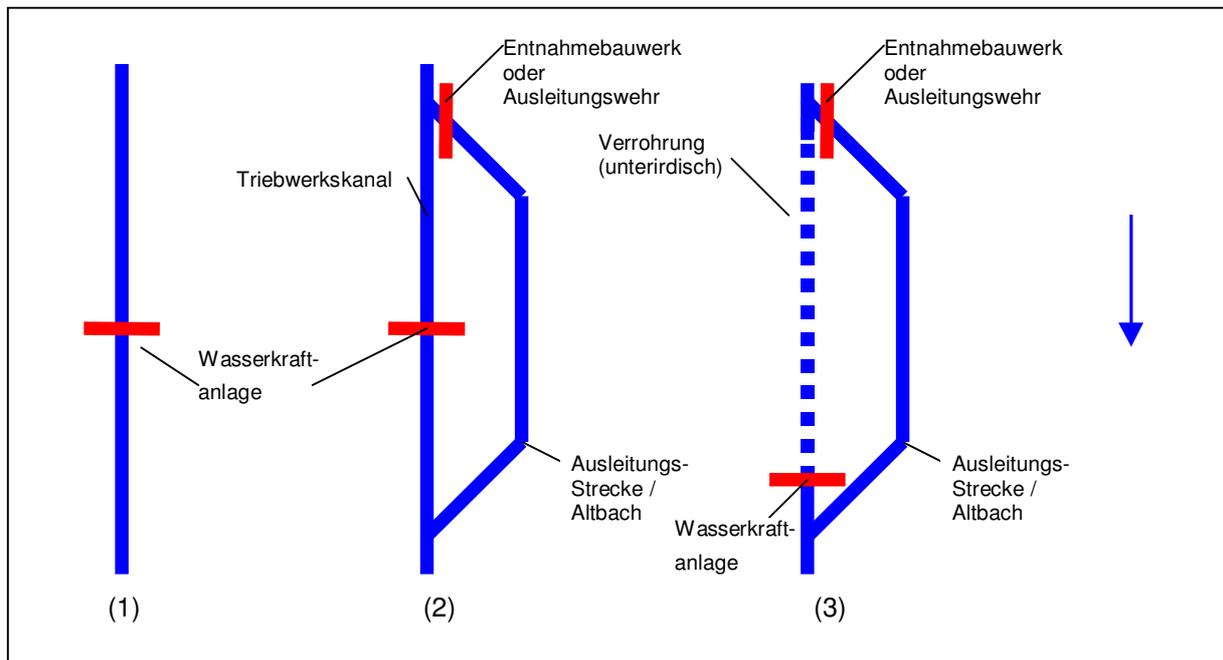


Abb. 45: Verschiedene Bauweisen von Wasserkraftanlagen: (1) Lauf- oder Flußkraftwerk, (2) Ausleitungskraftwerk mit oberirdischem Triebwerkskanal, (3) Ausleitungskraftwerk mit unterirdischer Verrohrung oder Stollen statt Triebwerkskanal, Pfeil: Fließrichtung.

82 % (183) der Wasserkraftanlagen sind Ausleitungskraftwerke, wobei die Längen der Ausleitungsstrecken zwischen ca. 0,1 km bis mehrere Kilometer variieren. Teilweise liegen auch mehrere Wasserkraftanlagen an einem Triebwerkskanal.

Bei einem Prozent (2) der Wasserkraftanlagen ist Schwellbetrieb erlaubt. Jedoch kamen zahlreiche Hinweise auf unerlaubten Schwellbetrieb, vor allem von Betreibern anderer Wasserkraftanlagen. Einmal wurde dem Autor der Anstieg der elektrischen Leistung um ca. 90 % während einer etwa 45-minütigen Besichtigung einer Anlage mit dem Schmelzwasser von Rauhreif erklärt. Vorher war seit Tagen kein Niederschlag gefallen.

Eine Reihe von Wasserkraftanlagen wurde nicht mehr genutzt. Häufig wird dies nicht zu erkennen gewesen sein, bei über 3 % (7) konnte man jedoch nach Angaben von Eigentümern, Anwohnern oder aufgrund des Zustandes sicher von einer zumindest vorübergehenden Aufgabe ausgehen. Tatsächlich dürfte dies aber wesentlich öfter der Fall sein. Von den Anwohnern oder Eigentümern wurden des öfteren Stilllegungszeiten von mehreren Jahrzehnten genannt.

Manche Anlagen waren teilweise rückgebaut. So blieb meist die Wehranlage erhalten, die Turbinen wurden jedoch entfernt. Ebenfalls auf die Wasserkraftnutzung gingen sechs Abstürze zurück, die an Stellen gefunden wurden, an denen früher Wasserkraftanlage gestanden haben. In einem Fall wurde die Wasserkraftanlage nach Angaben der Eigentümerin bereits 1933 stillgelegt, bestand aber 1999 jedoch immer noch als flußauf unüberwindbarer Absturz. Diese Bauwerke wurden bereits unter 4.1.1.1 und 4.1.1.2 aufgeführt.

Zusätzliche Beobachtungen an Wasserkraftanlagen:

An den Wasserkraftanlagen wurden mehr oder weniger starke Vibrationen der Bauwerke festgestellt, was einen Scheucheffect für die Fauna bedeuten kann (siehe auch 5.1.4)

Als erhebliches Sicherheitsrisiko sind aufgelassene, aber auch teilweise noch betriebene, baufällige Wasserkraftanlagen, Ausleitungswehre oder Triebwerkskanäle einzustufen. Wenn die Wehranlagen unvorbereitet brechen sollten, sind massive Gefährdungen von Anwohnern die Folge. Vor allem bei Hochwasser ist dies denkbar, was durch eine Verstärkung der Hochwasserspitze schwerste Folgen im Unterwasser solcher Bauwerke bis hin zur Überflutung von Siedlungsflächen zur Folge haben kann. Ein Beispiel ist in Abb. 46 dargestellt.



Abb. 46: Baufälliges Ausleitungswehr, Kleine Laber

Beeinträchtigungen der Wanderung

Eine flußauf meist eingeschränkte Wandermöglichkeit bestand nur an Wasserkraftanlagen mit Wanderhilfe am Kraftwerk (3 %, 7) oder Ausleitungswehr (10 %, 23) sowie mit Schleusen (2 %, 4, siehe auch 4.1.1.2). Weitere Wanderhilfen an Kraftwerken waren zwar geplant, waren aber zum Zeitpunkt der Kartierung noch nicht umgesetzt. Die Abwanderung ist in Abhängigkeit von der Rechen- und Turbinenanlage sowie von den Abflüssen über Leerschuß etc. eingeschränkt möglich.

An keiner der untersuchten Wasserkraftanlagen wurden außer den Rechen Einrichtungen wie Scheuchanlagen oder Leitanlagen, verbunden mit Bypässen, gefunden, die die abwandernde Fauna an den Turbinenanlagen vorbeiführen.

Welche Laufräder die Fauna passieren muß, ist in Abb. 47 dargestellt.

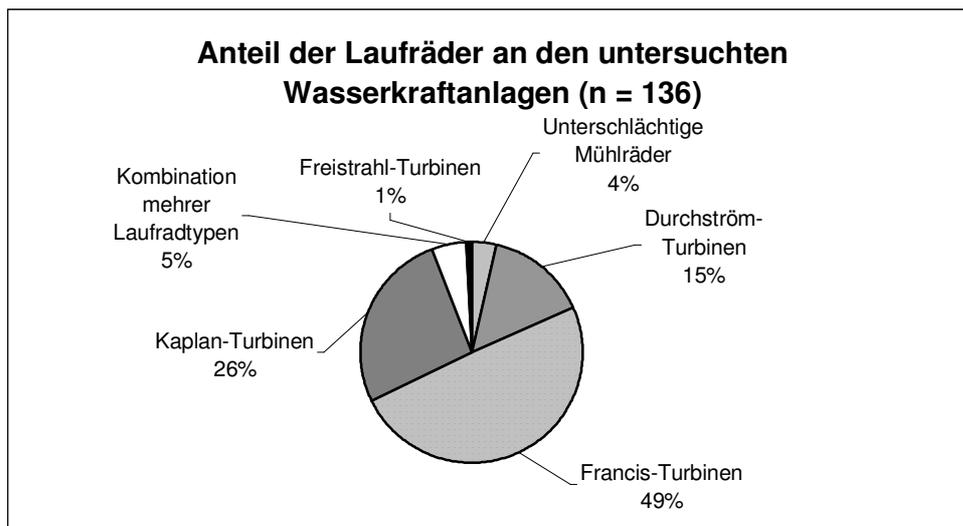


Abb. 47: Anteil der Laufradtypen zur Energieumwandlung an 136 Wasserkraftanlagen

An einem Teil der Wasserkraftanlagen bestehen Auflagen für die Abgabe eines Mindestabflusses für die Ausleitungsstrecke, evtl. verbunden mit einer Wanderhilfe. Hier wurde immer wieder, sei es durch fehlende Wartung, aber auch durch Manipulation, der Mindestabfluß unterschritten (siehe auch 4.1.2)

Rechenanlagen an Wasserkraftanlagen

Bei 171 von 223 Wasserkraftanlagen (77 %) konnte der lichte Stababstand der Rechenanlagen im unbeschädigten Zustand ermittelt werden (Angaben der Kraftwerksbetreiber sowie eigene Messungen). Der Median der Abstände betrug 25 mm, der kleinste Wert 12 mm und der größte 150 mm.

Lichte Stabweite	Rechenanlage (Neuzustand) Anzahl (Prozentualer Anteil)	Rechenanlagen (Ist-Zustand) Anzahl (Prozentualer Anteil)
0 – 15 mm	8 (4,7 %)	8 (4,7 %)
16 – 20 mm	48 (28,1%)	39 (22,8 %)
21 – 25 mm	41 (24,0 %)	39 (22,8 %)
26 – 30 mm	24 (14,0 %)	25 (14,6 %)
31 – 35 mm	12 (7,0 %)	16 (9,4 %)
36 – 40 mm	12 (7,0 %)	12 (7,0 %)
41 – 50 mm	5 (2,9 %)	7 (4,1 %)
51 – 75 mm	2 (1,2 %)	3 (1,8 %)
76 – 100 mm	8 (4,7 %)	10 (5,8%)
>100 mm	11 (6,4 %)	12 (7,0 %)
Summe:	171 (100,0 %)	171 (100,0 %)

Tab. 30: Verteilung der lichten Stabweite der Rechenanlagen an Wasserkraftanlagen

Wie in Tab. 30 zu erkennen, wiesen über die Hälfte der Rechen einen Abstand zwischen 16 und 25 mm auf. Abstände bis maximal 15 mm waren mit knapp 5 % Anteil selten. Mit je 14 % entfiel ein hoher

Anteil auf Rechen mit 26 – 30 mm und 31 – 40 mm. Distanzen zwischen 41 und 75 mm spielten eine zahlenmäßig untergeordnete Rolle. Lichte Weiten über 75 mm waren an jeder neunten Anlage zu finden.

An 68 % (171) aller Wasserkraftanlagen konnte der lichte Stababstand der Rechenanlage an oder unter der Wasseroberfläche gemessen werden. Sohlnahe Stababstände konnten nicht in die Messung mit einbezogen werden. Es wurde der größte meßbare Stababstand mit dem Abstand im Neuzustand verglichen (siehe auch Tab. 31). Hierbei ist aber zu berücksichtigen, daß mit Sicherheit noch nicht alle Aufweitungen wie etwa grundnahe Schäden erfaßt wurden.

Abweichung vom Neuzustand [%]	Anteil der Rechenanlagen [%]
≤ 10 %	84,2
11 – 20 %	5,3
21 – 30 %	3,9
31 – 50%	2,0
51 – 100%	2,0
> 100%	2,6
	100,0

Tab. 31: Abweichungen des Stababstandes an Kraftwerksrechen vom unbeschädigten Zustand

Etwa 84 % (128 von 152) wichen davon nicht oder nur gering ab. Immerhin an 16 % (24 von 152) der Rechenanlagen ist zu kritisieren, daß Schäden, etwa von Treibgut oder dem Ausbrechen von Stäben verursacht, nicht behoben wurden. Fast ein Zehntel (14) der Anlagen zeigte deutliche Abweichungen zwischen 11 und 30 % des ursprünglichen Abstandes, 4% (6) der Rechen lagen zwischen 31 und 100 % Aufweitung. Bei fast 3 % (4) lag mindestens eine Verdoppelung des Stababstandes vor, wobei der Extremwert sogar bei einer Verfünffachung lag, was im konkreten Fall eine lichte Weite von 100 mm statt von 20 mm bedeutete. Hier fehlten einige Stäbe der Rechenanlage.

4.1.1.11 Physikalisch-chemische Veränderungen in Fließgewässern



Abb. 48: Aufgrund zu geringer Restwassermenge eingeschränkte Durchwanderbarkeit eines sonst natürlichen Gewässerabschnittes, Bewertung flußauf: 4, flußab: 3, Wolfsteiner Ohe

Phys.-chem. Veränderungen (gesamt):	2 (Gew. 1. O.: 0; Gew. 2. O.: 1; Gew. 3. O.: 1)			
Fallhöhen:	- m, Mittel:- m			
Bewertung:	2	3	4	5
Flußaufwärts	1	-	1	-
Flußabwärts	1	1	-	-

Tab. 32: Physikalisch-chemische Veränderungen in Fließgewässern im Untersuchungsgebiet

Dieser Hindernistyp (siehe Abb. 48) wurde nur einmal in der Buchberger Leite (Wolfsteiner Ohe) vergeben, weil dort aufgrund von Wasserausleitung in einem naturnahen Flußbett auf einer Länge von ca. 4 km eine Reihe von natürlichen Abstürzen in ihrer Überwindbarkeit stark eingeschränkt wird.

Beeinträchtigungen der Wanderung

Zwar konnte eine eher leichte Auswirkung gewässeruntypischer physikalisch-chemischer Werte in seltenen Fällen angenommen werden, ein sicherer Hindernischarakter konnte jedoch nur durch fehlenden Wasserkörper bei Wasserentnahme nachgewiesen werden. Obwohl dies in zahlreichen Ausleitungsstrecken zusätzlich zu anderen Hindernissen zum Tragen kommt, wurde es bis auf den oben beschriebenen Fall nicht als ein extra Hindernis erwähnt.

Diese Einschränkung betrifft alle Arten und Größen in beiden Wanderrichtungen.

Eine denkbare Veränderung von chemischen Parametern, wie etwa durch Einleitungen, konnte im Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen werden.

4.1.2 Beschreibung der untersuchten Wanderhilfen

Insgesamt wurden im Untersuchungsgebiet 235 Wanderhilfen erhoben. In den Gewässern 1. Ordnung waren 119 zu finden, in denen 2. Ordnung 97 und in denen 3. Ordnung 19. An 731 Wanderhindernissen (77 %) war keine Wanderhilfe installiert. Die Anzahl an Wanderhilfen dürfte sich seit der Kartierung erhöht haben.

In den Gewässern 1. und 2. Ordnung wurden also bereits einige Anstrengungen unternommen, die Durchwanderbarkeit der Fließgewässer wiederherzustellen. In all diesen Gewässern hat die Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit schwerpunktmäßig in den vergangenen zehn Jahren stattgefunden.

Negativ fallen hiervon die großen Flüsse Donau, Isar und Inn ab. In nur drei von neun Donau- und Inn-Kraftwerken wurden Fischwanderhilfen in der Bauphase (1927 –1965) integriert, seitdem haben aber seit vielen Jahrzehnten keine aus heutiger Sicht nötigen Verbesserungen mehr statt gefunden. Die Schleusenanlagen an der Donau werden nur bedingt stagnophilen und indifferent Fischarten eine Wandermöglichkeit bieten, nicht aber den rheophilen.

An der niederbayerischen Isar befindet sich überhaupt keine einzige Wanderhilfe mehr (vgl. FRISCHHOLZ 1924), und das, obwohl hier noch vor etwa 15 Jahren neue Wasserkraftanlagen gebaut wurden. Geplante Wanderhilfen wurden bisher nicht realisiert.

4.1.2.1 Sohlrampen

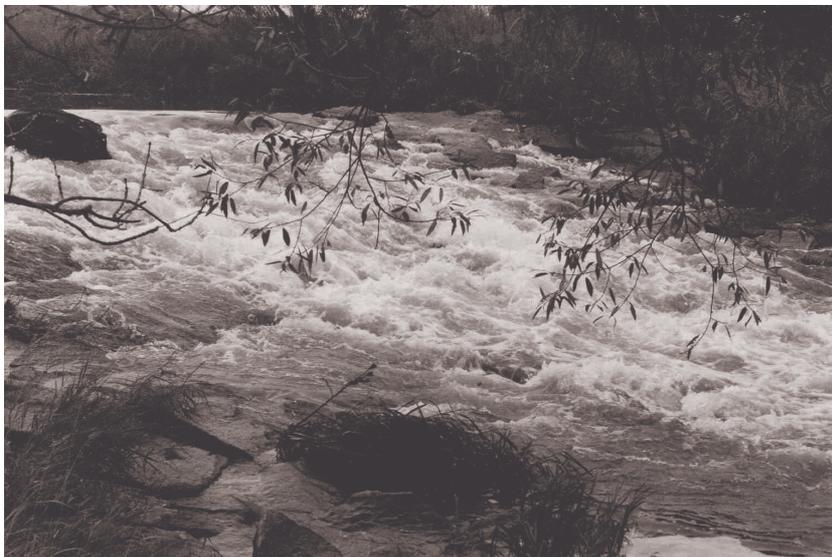


Abb. 49: Erheblich zu steil errichtete Sohlrampe, Bewertung flußauf: 4, flußab: 2, Vils



Abb. 50: Sohlrampe mit ausreichend niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten am Rand, Bewertung flußauf: 2, flußab: 2, Vils

Sohlrampen (gesamt):	198 (Gew. 1. O.: 111; Gew. 2. O.: 73; Gew. 3. O.: 14)			
Fallhöhen:	0,1 - ~ 2 m, Mittel: 0,3 m			
Bewertung:	2	3	4	5
Flußaufwärts	70	53	74	1
Flußabwärts	124	35	39	-

Tab. 33: Sohlrampen im Untersuchungsgebiet

Sohlrampen sind mit einem Anteil von 85 % (198) die häufigsten Wanderhilfen im Untersuchungsgebiet. Es fließt in der Regel das gesamte im Flußabschnitt vorhandene Wasser über das Bauwerk ab. Die Strömungsgeschwindigkeit ist bei manchen Rampen schwierig zu beurteilen, da bei rauher Gestaltung der Sohle teilweise erhebliche Zwischenräume im Lückensystem auftreten können, so daß die niedrigsten Strömungsgeschwindigkeiten entweder am Rand, aber auch unter schnell überströmten Bereichen inmitten der Rampe auftreten können. Gelegentlich erwies es sich als hilfreich, nicht nur mit dem Flügelradmeßgerät zu arbeiten, sondern durch Abtasten der Zwischenräume mit den Händen zusätzlich Informationen zu gewinnen. Manchmal konnte dann eine günstigere Bewertung vorgenommen werden.

Beeinträchtigung der Wanderung

Hier sind einerseits zu hohe Strömungsgeschwindigkeiten, andererseits abgelöste Wasserführung und Turbulenzen zu nennen. Diese Faktoren sind auf eine ungünstige Rampenneigung und Sohlgestaltung zurückzuführen. Bei rauher Sohlgestaltung wiesen die Rampen mit einer Neigung von 1:20 oder flacher zumindest im Lückensystem der Rampe und/oder am Rand ausreichend niedrige Strömungsgeschwindigkeiten auf. In einem Extremfall wurde sogar eine Rampe mit einer Neigung von ~1:13 als gerade noch frei durchwanderbar beurteilt. Jedoch hatte diese eine Fallhöhe von nur ca. 0,4 m und eine ideal gestaltete rauhe Sohlstruktur. Die untersuchten Schauberger Rutschen, die

typischerweise ein Gefälle von 1:10 und eine relativ glatte Sohle aufwiesen, waren nur eingeschränkt durchgängig. Bei Rampen mit zu glatter Sohlgestaltung traten jedoch auch bei einer Neigung von 1:20 oder flacher Einschränkungen in der Durchwanderbarkeit auf.

Als zweite wesentliche Einschränkung müssen fehlende Rinnen für den Niedrigwasserabfluß oder Mindestwasserabfluß in Rampen genannt werden. Häufig tritt dieses Phänomen in Ausleitungsstrecken auf. Wenn die Rampen nicht ausreichend überströmt sind, kann es sein, daß nur noch das Lückensystem ausreichend durchströmt und somit für kleine Fische durchgängig ist. Große können aufgrund des fehlenden Wasserkörpers jedoch nicht mehr auf- und absteigen. An einer Sohlrampe in einer Ausleitungsstrecke an der Rott konnte am späten Nachmittag im Sommer eine Gruppe von Fischen (überwiegend Nasen, ca. 35 – 50 cm) beobachtet werden, wie sie mit einer Frequenz von ungefähr zwei Versuchen pro Minute die Rampe überwinden wollten. Da das Wasser lediglich durch große Lücken zwischen Wasserbausteinen bzw. über nur flach überströmte Flächen (Wassertiefe 4 cm) abfloß, blieb jedoch jeder beobachtete Versuch erfolglos (siehe Abb. 51).



Abb. 51: Flach überströmte Rampe, die von größeren Fischen nicht überwunden werden konnte. Pfeil: Bevorzugter Standort der Fische im Unterwasser, Rott

Erheblich kann hier die Situation durch Einfügen eines Abflußgerinnes für Niedrig- / Basisabfluß (NQ-Gerinne) verbessert werden (siehe Abb. 52).

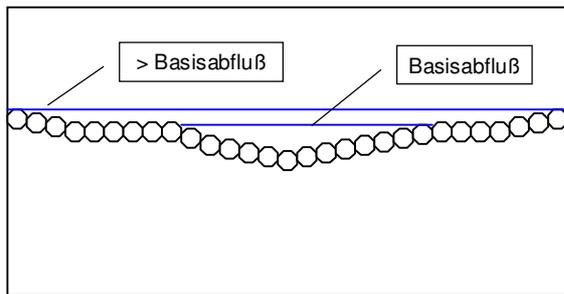


Abb. 52: Rauhe Rampe mit NQ-Gerinne (Querschnitt)

Sollte Erosion an einer Sohlrampe auftreten, kann die Rampe in ihrer Funktionalität verändert werden. Bei der Kombination von Sohlrampen mit festen Querriegeln, z.B. mit Spundwänden oder alten Wehrkronen, wurden manchmal Verschlechterungen beobachtet.

4.1.2.2 Ausgeleitete Wanderhilfen

Umgebungsbäche

In dieser Kategorie wurden elf Umgebungsbäche erfaßt, die das Querbauwerk großräumig umgingen. Auf komplette Rückbauten von Wanderhindernissen wird in diesem Abschnitt nicht eingegangen.

Umgebungsbäche (gesamt):	12 (Gew. 1. O.: 1; Gew. 2. O.: 9; Gew. 3. O.: 2)			
Fallhöhen:	~1,6 – 5 m, Mittel: 3,0 m			
<i>Bewertung:</i>	2	3	4	5
Flußaufwärts	1	5	4	2
Flußabwärts	2	5	5	-

Tab. 34: Umgebungsbäche im Untersuchungsgebiet

Umgebungsbäche weisen einen weitgehend naturnahen Charakter auf. Sie sind im Gegensatz zu naturnahen Wanderhilfen wie Sohlrampen nur gering befestigt. An nur einem Umgebungsbach wurde an der Mündung der Ausleitungsstrecke, in die die Wanderhilfe gemündet war, und dem Hauptgewässer eine Verengung zur Erhöhung der Lockströmung durchgeführt.

Wanderhilfen

Wanderhilfen (gesamt):	25 (Gew. 1. O.: 7; Gew. 2. O.: 16; Gew. 3. O.: 2)			
Fallhöhen:	~ 0,5 – 10,3 m, Mittel: 2,3 m			
<i>Bewertung⁹:</i>	2	3	4	5
Flußaufwärts	0 / 0 / 1 / 1	0 / 0 / 0 / 0	7 / 0 / 8 / 3	3 / 2 / 0 / 0
Flußabwärts	0 / 0 / 1 / 1	2 / 0 / 4 / 1	8 / 2 / 4 / 2	0 / 0 / 0 / 0

Tab. 35: Technische Wanderhilfen im Untersuchungsgebiet

⁹ Reihenfolge: Beckenpaß / Schlitzpaß / Teilrampe / Tümpelpaß

Unter Wanderhilfen wurden entweder naturferne oder naturnahe, aber befestigte Umgehungsmöglichkeiten erfaßt. Eine Tümpelpaßanlage war einem Umgebungsbach bereits sehr ähnlich. Eine Anlage befand sich während der Erhebung mitten im Bau.

Auch muß bei den Wanderhilfen von einem im Vergleich zum Hauptgewässer vergleichsweise geringen und konstanten Abfluß ausgegangen werden, so daß gerade bei höheren Wasserführungen der Fließgewässer der relative Anteil am Gesamtabfluß in den Wanderhilfen deutlich sinkt. Ein besonders extremes Beispiel hierfür ist die Wanderhilfe Kachlet, Donau (Abb. 2, S. 23).

Bei den als nur eingeschränkt funktionsfähig beurteilten Wanderhilfen an der Donau sowie am Inn wurde von den Betreibern darauf hingewiesen, daß bei Revisionsarbeiten nur wenige Fische in den Wanderhilfen gefunden werden. Typische Arten sind Aale und Brachsen.

Zwei Anlagen müssen nach Aussage der Betreiber nur zwischen Mitte März und Anfang August betrieben werden.

Beeinträchtigung der Wanderung und allgemeine Verbesserungsansätze an Wanderhilfen

An Wanderhilfen ergeben sich folgende Kritikpunkte und Verbesserungsansätze:

- Fehler in der Planung und Baudurchführung

Bei den überwiegenden Wanderhilfen liegt die Funktionsuntüchtigkeit in der Planung begründet.

In erster Linie sind eine zu hohe Strömungsgeschwindigkeiten ($v \geq 0,8$ m/s), vor allem auf glatt überströmten Flächen wie großen Wasserbausteinen, ein abgelöster Überfallstrahl sowie starke Turbulenzen auf dem Bauwerk zu nennen. Dies tritt auch bei Wanderhilfen auf, deren Planung alle Anforderungen berücksichtigt. Es wurden dann aber bei der Bauausführung die Kriterien nicht durchgehend eingehalten: wenn ein über den gesamten Querschnitt reichender ungünstiger Parameter, etwa ein einziger Absturz mit abgelöstem Wasserstrahl, auftritt, kann er die Funktionsfähigkeit der gesamten Wanderhilfe beeinträchtigen oder unterbinden, selbst wenn alle anderen Bereiche optimal sind.

Einige Wanderhilfen wurden nur in bestehende Bauwerke integriert ohne die Bausubstanz entsprechend den Anforderungen der Fischfauna umzugestalten (siehe auch Abb. 53). Diese Veränderungen verbessern meist die Durchwanderbarkeit nicht oder nur unwesentlich.



Abb. 53: Grundlegend falsch konzipierte Wanderhilfe, Reschbach

Ein weiterer wesentlicher Schwachpunkt von Wanderhilfen im Untersuchungsgebiet ist in vielen Fällen die zu geringe Dimensionierung hinsichtlich des Raumangebotes (Breite und Wassertiefe) und der Abflußmenge.

Die Anbindung der Wanderhilfe an das Unter- und Oberwasser war in vielen Fällen ungünstig. Ein typisches Beispiel ist ein tiefer Kolk unterhalb des Ausleitungswehres, während die Wanderhilfe einige Meter unterhalb in flaches Wasser mündet. Dies galt ebenfalls für die Mündung in den Hauptfluß, wo eine geringe Abflußmenge in einer Ausleitungsstrecke mit großem Fließquerschnitt nur eine geringe Lockströmung hervorruft. Auch befanden sich die Wanderhilfen häufig weit entfernt von den zu umgehenden Wanderhindernissen oder die Gewässersohle ist mit der Sohle der Wanderhilfe nicht verbunden. Auch fehlte in 49 % der Fälle der Anschluß an die Hauptströmung völlig.

Probleme können bei naturnaher Bauweise durch Erosion auftreten. Typische Beispiele hierfür sind Mündungsbereiche von Wanderhilfen, etwa in den Altbach oder fixierte Entnahmestellen, wie etwa an alte Wehrkronen. Lockere Steinschüttungen bergen, wenn sie mit einem harten Querriegel versehen sind, die Gefahr, daß ein Absturz gebildet wird. In diesen Fällen kann bereits das erste Hochwasser die Funktion der Wanderhilfe beeinträchtigen. Dann ist einer befestigten Bauweise der Vorzug zu geben.

Die Renovierung ist mit relativ hohen Kosten verbunden und wird aus diesem Grund häufig nur zögernd durchgeführt. Nach Aussagen von Betreibern von Wasserkraftanlagen mußten manche Wanderhilfen bereits mehrmals in einem Jahr restauriert werden.

Bei der Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit muß auch darauf geachtet werden, daß unmittelbar in der Umgebung liegende Querbauwerke ebenfalls durchgängig gemacht werden. Ein typisches Beispiel sind kleine Abstürze in Ausleitungsstrecken. Diese müssen bei der Errichtung der Wanderhilfe ebenfalls umgestaltet werden, was bisher doch immer wieder übersehen wurde.

Eine weitere Einschränkung in der Funktionsfähigkeit der Wanderhilfen kann auch durch einen geringen Restwasserabfluß in Ausleitungsstrecken, über die der Wanderweg führt, hervorgerufen werden. Es wurden sowohl zu geringe Wassertiefen (unter 10 cm) als auch Ausleitungsstrecken mit nahezu stehendem Wasserkörper (Strömungsgeschwindigkeit $v \leq 0,1$ m/s) beobachtet.



Abb. 54: Im unteren Bereich (Kreis) zu steil erbaute Wanderhilfe, Saußbach



Abb. 55: Zu geringe Lockströmung ($v \leq 0,1$ m/s) an der Mündung einer Wanderhilfe, Große Vils

- Störungen während des Betriebes einer Wanderhilfe

24 % (6) der untersuchten ausgeleiteten Wanderhilfen waren entweder völlig trocken oder wiesen nur eine feuchte Sohle auf. Außerdem war der Abfluß in einigen anderen Wanderhilfen gering. Zumindest an einem Teil dieser Wanderhilfen wurde die Restwasserauflage nicht eingehalten (Abb. 56, Abb. 57, Abb. 58, siehe auch Abb. 75, Abb. 76).



Abb. 56: Bei Niedrigwasserabfluß nur gering durchströmte Wanderhilfe, Saußbach

Störungen einer prinzipiell durchgängigen Wanderhilfe kommen meist durch Verlegungen zustande. Der im Verhältnis zum Gewässer enge Ausleitungspunkt einer Wanderhilfe ist immer anfällig für Verklausungen. Regelmäßig konnte durch das Entfernen von Treibgut aus der Wanderhilfe ohne sonstige Veränderungen der Abfluß sichtbar erhöht werden. Aus diesem Grund ist eine tägliche Kontrolle und Reinigung nötig.

Zu den „Verlegungen“ ist aber auch der Verschuß von Wanderhilfen zu zählen. Dadurch kann mehr Wasser zur Energieumwandlung herangezogen werden. Die Erhöhung des Stauziels dürfte des öfteren der Fall sein, ist aber selten so deutlich zu erkennen (Abb. 57, Abb. 58).

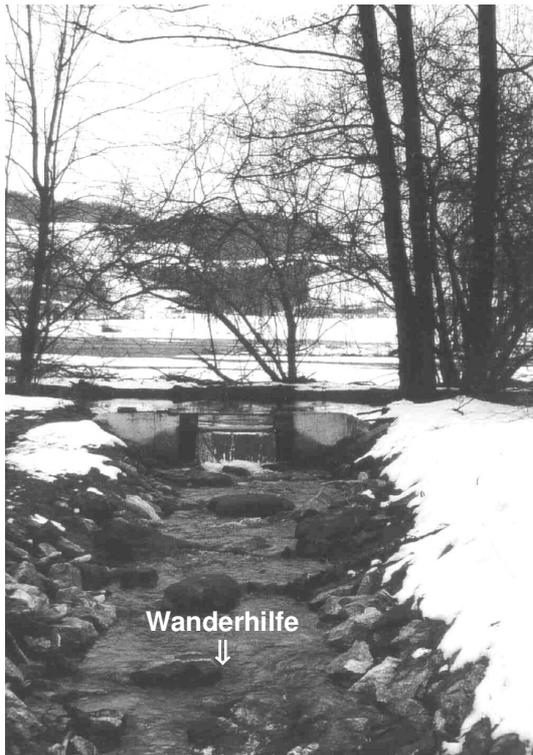


Abb. 57: Völlig funktionsunfähig gemachte Wanderhilfe, Bogenbach

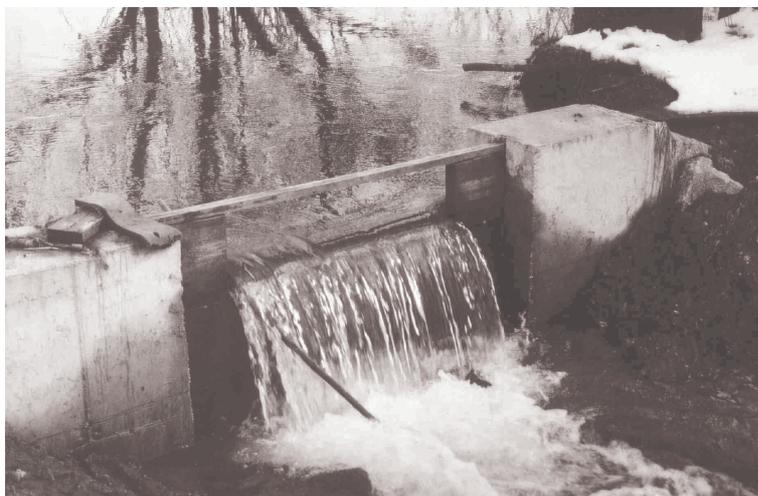


Abb. 58: Detailansicht zu Abb. 57, Schützbrett am Entnahmebauwerk

Das in Abb. 58 gezeigte Schützbrett kann aufgrund der Kombination der Fallhöhe ($\sim 0,3$ m) und der geringen Wassertiefe im Unterwasser ($\leq 0,1$ m) flußauf von Fischen nicht überwunden werden.

Eingeschränkt werden kann die Funktionsfähigkeit auch durch Leckagen in der Wanderhilfe. Ein weiteres Problem tritt an Wanderhilfen auf, die nur mit einem konstanten Teilabfluß beschickt werden und die keine Hochwasserdynamik aufweisen. Bei diesen Anlagen können immer wieder deutliche Sedimentationsprozesse innerhalb der Wanderhilfe beobachtet werden, die nach Aussagen von Betreibern von Wasserkraftanlagen bereits nach nur einem Hochwasser auftreten können. So wird

dann zum Beispiel durch das Versanden von Tümpeln die Attraktivität der Wanderhilfe für Fische und somit die Funktionsfähigkeit eingeschränkt. Auch die Abflußmenge kann durch Auflandung absinken.

4.1.3 Situation der Gewässervernetzung in den untersuchten Fließgewässern

Im folgenden wird die Situation der Gewässervernetzung der einzelnen Fließgewässer besprochen. Der Übersichtlichkeit halber werden die einzelnen Flußgebiete zusammengefaßt.

4.1.3.1 Donau

Die Donau ist der zweitlängste Strom Europas. Als der größte Fluß Niederbayerns durchzieht sie den Regierungsbezirk von Westen nach Osten.

Fluß	Hindernisse flußauf / Kilometer			Hindernisse flußab / Kilometer				
	Gesamt	Durchwanderbarkeit			Gesamt	Durchwanderbarkeit		
		5	4	3		5	4	3
Donau (n = 4, l = 181 km)	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00

Tab. 36: Vernetzungsgrad der Donau, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerlänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2

Kurzbeschreibung des Fließgewässers

- Donau

Gewässer 1.Ordnung (teilw. Bundeswasserstraße)			
Charakter: Strom			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 181 km			
Hydraulische Situation (Achleiten, Fl.km 2223,1; Zeitraum 1901 – 1991, Einzugsgebiet A = 76653 km ² (LFW 1991)):			
NQ: 349 m ³ /s	MNQ: 603 m ³ /s	MQ: 1420 m ³ /s	MHQ: 4120 m ³ /s
Besonderheiten: unterhalb der Mündung der Altmühl Bundeswasserstraße			

In der Donau sind als Wanderhindernisse vier Wasserkraftanlagen zu finden, die alle mit Schleusen für die Schifffahrt kombiniert sind (siehe Abb. 59).

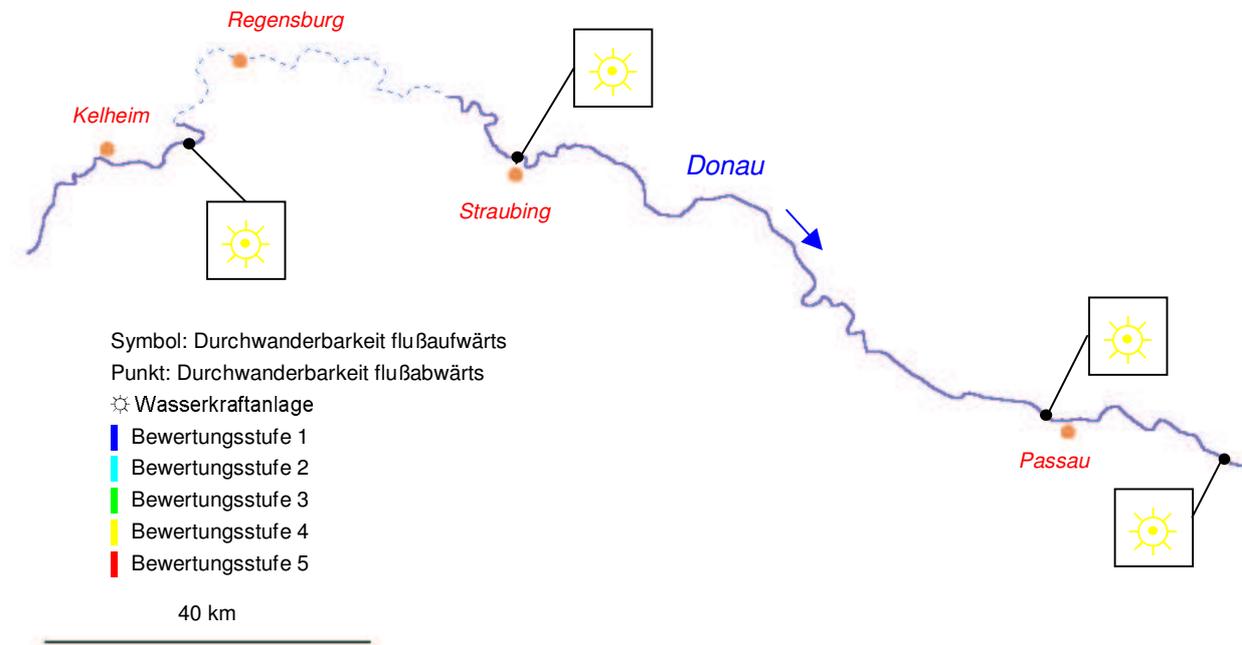


Abb. 59: Wanderhindernisse in der Donau, Stand 2000, Gestrichelter Verlauf: Außerhalb des Regierungsbezirkes Niederbayern

4.1.3.2 Fließgewässersystem des Inns

In diesem Kapitel wird das Einzugsgebiet des Inns besprochen, das im Süd-Osten des Regierungsbezirkes liegt. Es wurden der Unterlauf des Inns sowie die Rott mit ihren Zuflüssen untersucht. Das Rottsystem entwässert das südöstliche niederbayerische Tertiärhügelland.

Fluß	Hindernisse flußauf / Kilometer				Hindernisse flußab / Kilometer			
	Gesamt	Durchwanderbarkeit			Gesamt	Durchwanderbarkeit		
		5	4	3		5	4	3
Inn (n = 5, l = 73 km)	0,07	0,04	0,03	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00
Rott (n = 97, l = 105 km)	0,92	0,58	0,20	0,14	0,76	0,00	0,61	0,15
Altbach (n = 40, l = 14 km)	2,86	0,93	1,21	0,71	2,14	0,00	1,43	0,71
Grasenseer Bach (n = 10, l = 10 km)	1,00	0,70	0,30	0,00	1,00	0,00	0,700	0,30
Bina (n = 54, l = 16 km)	3,38	0,63	1,31	1,44	1,56	0,00	0,56	1,00
Binasystem, nur Gew. 3. Ordnung (n = 111, l = 44 km)	2,52	0,23	1,66	0,64	1,98	0,00	1,39	0,59

Tab. 37: Vernetzungsgrad des Innsystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerslänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2

Kurzbeschreibung der Fließgewässer

- Inn

Gewässer 1. Ordnung, Einzugsgebiet: Donau			
Charakter: Strom			
Länge des kartierten Abschnittes: 73 km			
Hydraulische Situation (Passau – Ingling, Fl.km 3,1, Zeitraum 1921 – 1991, Einzugsgebiet A = 26084 km ² (LFW 1991)):			
NQ: 195 m ³ /s	MNQ: 276 m ³ /s	MQ: 735 m ³ /s	MHQ: 2950 m ³ /s
Besonderheiten: Abflußverhalten und Schwebstoffanteil von Alpen geprägt, bis auf wenige Kilometer Grenze zu Österreich. Nahezu durchgehend gestaut, stellenweise seenartig, Lauf massiv begradigt.			

Tab. 38: Kurzbeschreibung des Inns

Im Inn schränken fünf Wasserkraftanlagen die Durchwanderbarkeit ein.

- Rott

Gewässer 1. Ordnung / oberhalb der Bina-Mündung 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Inn			
Charakter: Niederungsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 105 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Bad Birnbach, Fl.km 39,3, Zeitraum 1931 – 1991, Einzugsgebiet A = 865 km ² (LFW 1991)):			
NQ: 0,998 m ³ /s	MNQ: 2,38 m ³ /s	MQ: 7,10 m ³ /s	MHQ: 130 m ³ /s
Besonderheiten: teilweise Altwässer erhalten, Aue regelmäßig überschwemmt. Häufig lange Ausleitungsstrecken, bis auf den Unterlauf überwiegend gestaut, eine Talsperre. In Staubereichen starke Verschlämmung			

Tab. 39: Kurzbeschreibung der Rott

Wanderhindernisse resultieren aus 17 Abstürzen, 21 Entnahmebauwerken, vier Kreuzungsbauwerken, 27 Sohlrampen, einer sonstigen Stauanlage, einer Talsperre, einer Verrohrung und 25 Wasserkraftanlagen.

- Altbach

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Rott – Inn			
Charakter: Niederungsbach			
Länge des kartierten Abschnittes: 14 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Trifttern, Fl.km 8,6, Zeitraum 1984 – 1998, Einzugsgebiet A = 56,6 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,038 m ³ /s	MNQ: 0,175 m ³ /s	MQ: 0,517 m ³ /s	MHQ: 26,6 m ³ /s
Besonderheiten: teils mäandierend, teils geschwungener Verlauf, stellenweise begradigt, häufig lange Ausleitungsstrecken			

Tab. 40: Kurzbeschreibung des Altbaches

Als Hindernisse sind zehn Abstürze, sechs Entnahmebauwerke, 18 Sohlrampen und sechs Wasserkraftanlagen zu nennen.

- Grasenseer Bach

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Rott – Inn			
Charakter: Niederungsbach			
Länge des kartierten Abschnittes: 10 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (SWA PAN, mdl., 2001):			
NQ: - m ³ /s	MNQ: ~ 0,2 m ³ /s	MQ: ~ 0,5m ³ /s	MHQ: - m ³ /s
Besonderheiten: teils mäandierend, teils geschwungener Verlauf, stellenweise begradigt, mehrere Ausleitungsstrecken			

Tab. 41: Kurzbeschreibung des Grasenseer Baches

Wanderhindernisse sind hier drei Abstürze, drei Entnahmebauwerke und vier Wasserkraftanlagen.

- Bina

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Rott – Inn – Donau			
Charakter: Niederungsbach			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 16 Fl.km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Bad Birnbach, Fl.km 39,3, Zeitraum 1962 – 1998, Einzugsgebiet A = 118,8 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,01 m ³ /s	MNQ: 0,16 m ³ /s	MQ: 0,717 m ³ /s	MHQ: 26,8 m ³ /s
Besonderheiten: Kartierung inkl. der Ausleitungen im Bereich Gewässer 2. Ordnung, Wanderungsversuch (siehe auch 4.5), Bach nahezu durchgehend begradigt, teilweise Ausleitungsstrecken			

Tab. 42: Kurzbeschreibung der Bina, Gew. 2. Ordnung

Die Migration in der Bina, Gewässer 2. Ordnung, behindern 41 Abstürze, drei Entnahmebauwerke, sieben Sohlrampen und drei Wasserkraftanlagen (siehe Abb. 60). Der Absturz an der Mündung der Bina in die Rott wurde im Jahr 2000 in eine frei durchwanderbare Sohlrampe umgestaltet.

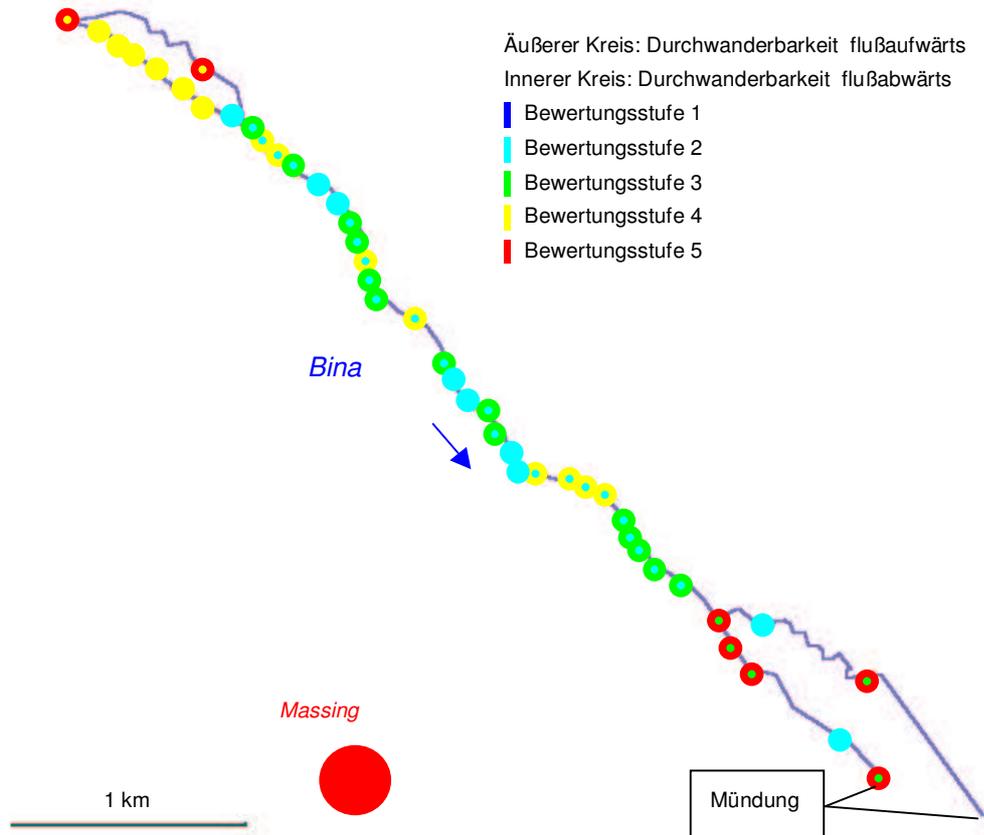


Abb. 60: Wanderhindernisse in der Bina, Teilabschnitt Fl.km 0,0 – 4,93, Stand: Dezember 1998

- Bina-System, Gewässer 3. Ordnung

Gewässer 3. Ordnung (Oberlauf der Bina, ausgewählte Zuflüsse), Einzugsgebiet: (Bina) - Rott – Inn – Donau			
Charakter: Niederungsbäche			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 44 km (Bina, Gew. 3. Ordnung sowie alle kartierten Zuflüsse)			
Hydraulische Situation:			
NQ: - m ³ /s	MNQ: - m ³ /s	MQ: - m ³ /s	MHQ: - m ³ /s
Besonderheiten: Ausgewählte Bäche des Gewässersystems der Bina sowie Oberlauf der Bina (Gew. 3. Ordnung). Alle Gewässer in den untersuchten Abschnitten nahezu durchgehend stark begradigt, stellenweise starke Verschlammung.			

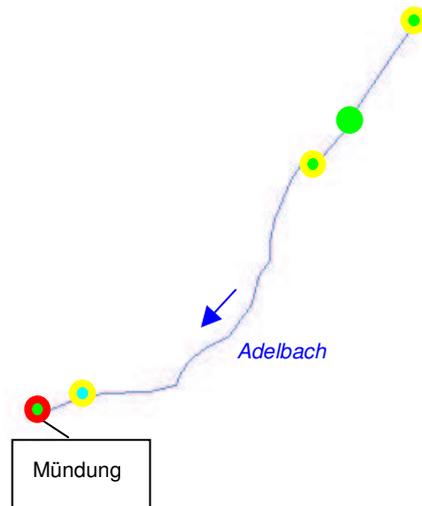
Tab. 43: Kurzbeschreibung des Bina-Systems, Gew. 3. Ordnung

In den Gewässern 3. Ordnung im Bina-System stehen der Wanderung 57 Abstürze, ein Entnahmebauwerk, drei sonstige Stauanlagen, zehn Sohlrampen, eine Teichanlage, 21 Stellen mit einer veränderten Morphologie, 17 Verrohrungen und eine Wasserkraftanlage entgegen (siehe Abb. 61).

Äußerer Kreis: Durchwanderbarkeit flußaufwärts

Innerer Kreis: Durchwanderbarkeit flußabwärts

- Bewertungsstufe 1
- Bewertungsstufe 2
- Bewertungsstufe 3
- Bewertungsstufe 4
- Bewertungsstufe 5



2 km

Abb. 61: Wanderhindernisse im Adelbach, Teilabschnitt Fl.km 0,0 – 2,0, Stand: April 1999

Staubereiche sind in diesen Fließgewässerabschnitten relativ selten und beschränken sich in der Regel auf einen Rückstau mit bis zu mehreren Metern Länge oberhalb von Querbauwerken. Lediglich in den seltenen Staubereichen oberhalb der noch betriebenen bzw. der stillgelegten Wasserkraftanlagen nehmen sie größere Dimensionen an.

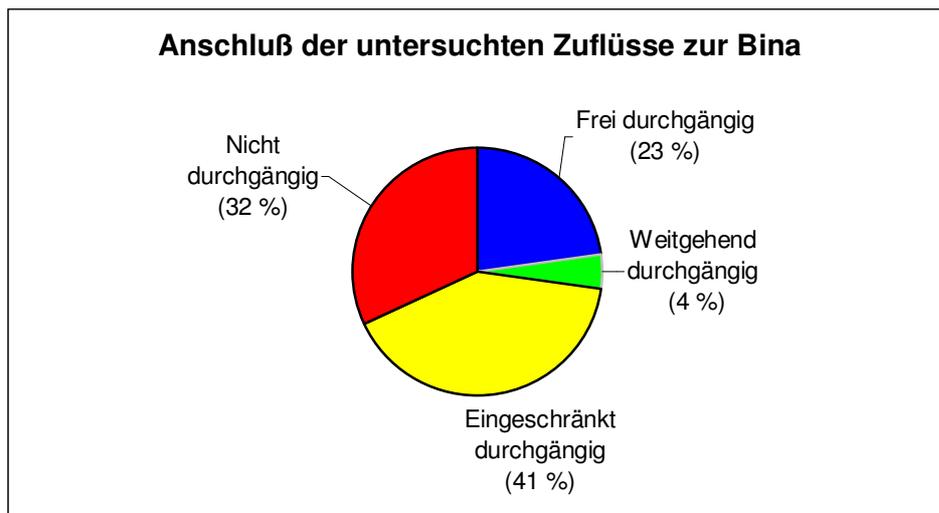


Abb. 62: Anschluß der untersuchten Zuflüsse an die Bina (n = 22)

Betrachtet man die Zuflüsse der Bina, dann sind nur fünf davon für die Fauna frei zugänglich (Bewertungsstufe 1, 2). Ein Zufluß ist weitgehend durchwanderbar (Bewertungsklasse 3), bei neun

treten deutliche Einschränkungen auf (Bewertungsklasse 4). Sieben Zuflüsse sind für die Fauna nicht erreichbar.

Hinzu kommt, daß heute nicht mehr nachzuvollziehen ist, wie eine Reihe kleinster Gräben (<1 m Breite) früher an die Bina angeschlossen waren. Aufgrund der Gewässereintiefung der Bina sowie einem beschleunigten Abfluß, z.B. wegen Drainagen, fallen heute viele Gräben regelmäßig trocken bzw. sind sie häufig bei geringer Wasserführung wegen der Kombination aus großer Absturzhöhen und geringer Wassertiefe für die Fauna nicht erreichbar.

Bis auf kurze Abschnitte oberhalb Gangkofen sowie in der Alt-Bina bei Trauperting und Morolding wurde die Bina von 1938 bis 1956 reguliert (SWA PAN, mdl., 2001). Es fällt auf, daß die verwendeten Holzbalken nur teilweise verwittert sind. Offensichtlich bleiben diese Holzbauwerke, wenn sie unter der Wasseroberfläche liegen, lange Zeit bestehen.

Fließgewässer	Untersuchte Fl.km ⁽¹⁰⁾	Anzahl der Hindernisse		Bewertung an Mündung ¹¹	Hindernisse / [Bewertungskl.]		
					3	4	5
Bina, Gew. 3. Ordn.	18,7	19	↕	-	10	8	1
Adelbach	1,9	5	↕	5	1	3	1
Allersbach	0,1	2	↕	4	-	1	1
Altfaltersberger Graben	0,1	1	↕	4	-	1	-
Bauernseiboldsdorfer Graben	0,3	2	↕	5	-	1	1
Breitreiter Bach	0,4	4	↕	4	-	4	-
Brunnfelder Graben	0,1	1	↕	4	-	1	-
Gassauer Bach	3,3	2	↕	4	-	2	-
Graben bei Hub	0,1	1	↕	4	-	1	-
Heiligenbründlgraben	0,1	1	↕	5	-	-	1
Hermannsöder Graben	1,5	5	↕	5	1	3	1
Hinteröder Graben	0,1	1	↕	4	-	1	-
Holzhäuselner Bach	1,8	7	↕	4	1	5	1
Kresbach	2,3	3	↕	1	-	3	-
Kühbach	2,2	12	↕	4	1	11	-
Lausbach (Seemannsh. Graben)	0,8	9	↕	3	2	7	-
Oberbach	0,1	2	↕	5	-	1	1
Schandlbach	1,1	3	↕	4	-	2	-
Sippenbacher Graben	0,1	1	↕	1	3	-	-
Tinsbach	3,2	6	↕	1	1	5	-
Walchbach	0,5	3	↕	1	-	5	-
Westerskirchner Graben	1,4	1	↕	5	-	2	1
Wickeringer Bach (mit Wolfbach)	3,4	20	↕	3	-	1	-
				1	-	1	-
				1	8	12	-
				1	11	9	-

Tab. 44: Bina, Gewässer 3. Ordnung (Oberlauf) und Nebengewässer der Bina (↑: flussaufwärts, ↓: flussabwärts)

¹⁰ Wurde nur der Mündungsbereich erhoben, geht dies in die Berechnungen pauschal als 0,1 Fl.km ein.

¹¹ Hindernis / [Bewertungsklassen] im Bereich Mündung bis Fl.km 0,1.

4.1.3.3 Fließgewässersystem der Vils

Das Fließgewässersystem der Vils ist eingebettet in das niederbayerische Tertiärhügelland. Es wurden die Vils und die Große Vils auf die Gewässerzerstückelung hin untersucht.

Fluß	Hindernisse flußauf / Kilometer				Hindernisse flußab / Kilometer			
	Gesamt	Durchwanderbarkeit			Gesamt	Durchwanderbarkeit		
		5	4	3		5	4	3
Vils (n = 121, l = 121 km)	1,01	0,44	0,47	0,10	0,88	0,00	0,77	0,11
Große Vils (n = 33, l = 42 km)	0,79	0,26	0,45	0,07	0,64	0,00	0,29	0,36

Tab. 45: Vernetzungsgrad des Vilssystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerlänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2

Kurzbeschreibung der Fließgewässer

- Vils

Gewässer 1. Ordnung, Einzugsgebiet: Donau			
Charakter: Niederungsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 120 Fl.km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Grafenmühle, Fl.km 4,8, Zeitraum 1940 – 1998, Einzugsgebiet A = 1436,6 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 1,82 m ³ /s	MNQ: 4,52 m ³ /s	MQ: 10,2 m ³ /s	MHQ: 130 m ³ /s
Besonderheiten: Stausee bei Marklkofen, häufig lange Ausleitungsstrecken. In Staubereichen starke Verschlammung.			

Tab. 46: Kurzbeschreibung der Vils

In der Vils befinden sich 20 Abstürze, 14 Entnahmebauwerke, ein Kreuzungsbauwerk, 51 Sohlrampen, eine Talsperre und 34 Wasserkraftanlagen, von denen eine Hinderniswirkung ausgeht. Die Sohlrampen und Abstürze befinden sich bis auf wenige Ausnahmen im Bereich der Flutkanäle, die Wasserkraftanlagen im alten Flußbett.

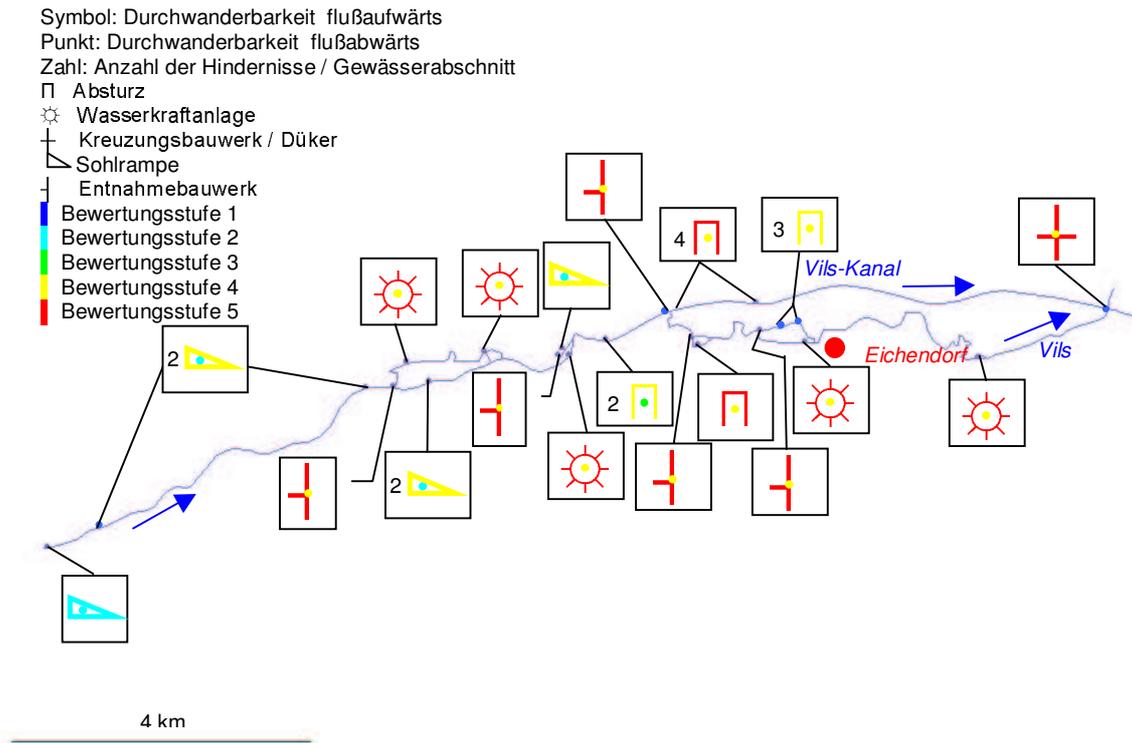


Abb. 63: Wanderhindernisse in der Vils, Teilabschnitt Fl.km 28,2 – 43,7, Stand: September 2000

• Große Vils

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Vils – Donau			
Charakter: Kleiner Niederungsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 42 Fl.km			
Hydraulische Situation (Vilsbiburg, Fl.km 86,8, Zeitraum 1940 – 1998, Einzugsgebiet A = 319,96 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,417m ³ /s	MNQ: 0,98 m ³ /s	MQ: 2,63m ³ /s	MHQ: 52,4 m ³ /s
Besonderheiten: Nahezu durchgehend ausgeleitet. In Staubereichen starke Verschlämmung.			

Tab. 47: Kurzbeschreibung der Großen Vils

Elf Abstürze, vier Entnahmbauwerke, ein Kreuzungsbauwerk, eine sonstige Stauanlage, sieben Sohlrampen, eine Verrohrung und acht Wasserkraftanlagen behindern die Fauna beim Wandern. Zehn Abstürze, die Verrohrung und vier Sohlrampen befinden sich in den Flutkanälen.

4.1.3.4 Fließgewässersystem der Isar

Zu den untersuchten Gewässern zählen die Isar, im Untersuchungsgebiet auch Mittlere und Untere Isar genannt, sowie die Zuflüsse Sempt, Pfettrach und Reißinger Bach. Das Einzugsgebiet der Isar besitzt in Niederbayern im Vergleich zur Gewässergröße nur eine geringe seitliche Ausdehnung.

Fluß	Hindernisse flußauf / Kilometer				Hindernisse flußab / Kilometer			
	Gesamt	Durchwanderbarkeit			Gesamt	Durchwanderbarkeit		
		5	4	3		5	4	3
Isar (n = 17, l = 103 km)	0,17	0,15	0,02	0,00	0,16	0,00	0,13	0,03
Reißinger Bach (mit Flutmulde) (n = 3, l = 13 km)	0,23	0,08	0,08	0,08	0,23	0,00	0,08	0,15
Pfetrach (n = 20, l = 10 km)	2,00	1,00	0,80	0,20	1,60	0,00	0,30	1,30
Sempt (n = 8, l = 7 km)	1,14	0,71	0,29	0,14	1,00	0,00	0,57	0,43

Tab. 48: Vernetzungsgrad des Isarsystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerlänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2

Kurzbeschreibung der Fließgewässer

- Isar

Gewässer 1. Ordnung, Einzugsgebiet: Donau			
Charakter: Unterlauf des alpinen Flusses			
Länge des kartierten Abschnittes: 103 km (inkl. „Kleine Isar“ in Landshut und MIAG-Kanal)			
Hydraulische Situation (Landau, Fl.km 29,0, Zeitraum 1926 – 1994, Einzugsgebiet A = 8467 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 59,0 m ³ /s	MNQ: 87,0 m ³ /s	MQ: 167 m ³ /s	MHQ: 574 m ³ /s
Besonderheiten: Bis kurz oberhalb der Mündung in die Donau überwiegend gestaut bzw. in und oberhalb Landshut ausgeleitet.			

Tab. 49: Kurzbeschreibung der Isar

Als Wandereinschränkung wirken sich hier vier Abstürze, eine sonstige Stauanlage und 12 Wasserkraftanlagen aus (siehe Abb. 64). Die Wasserkraftanlage auf der Höhe des Maxwehres, eine Überleitung von der Großen Isar zur Kleinen Isar in Landshut wurde extra erhoben.

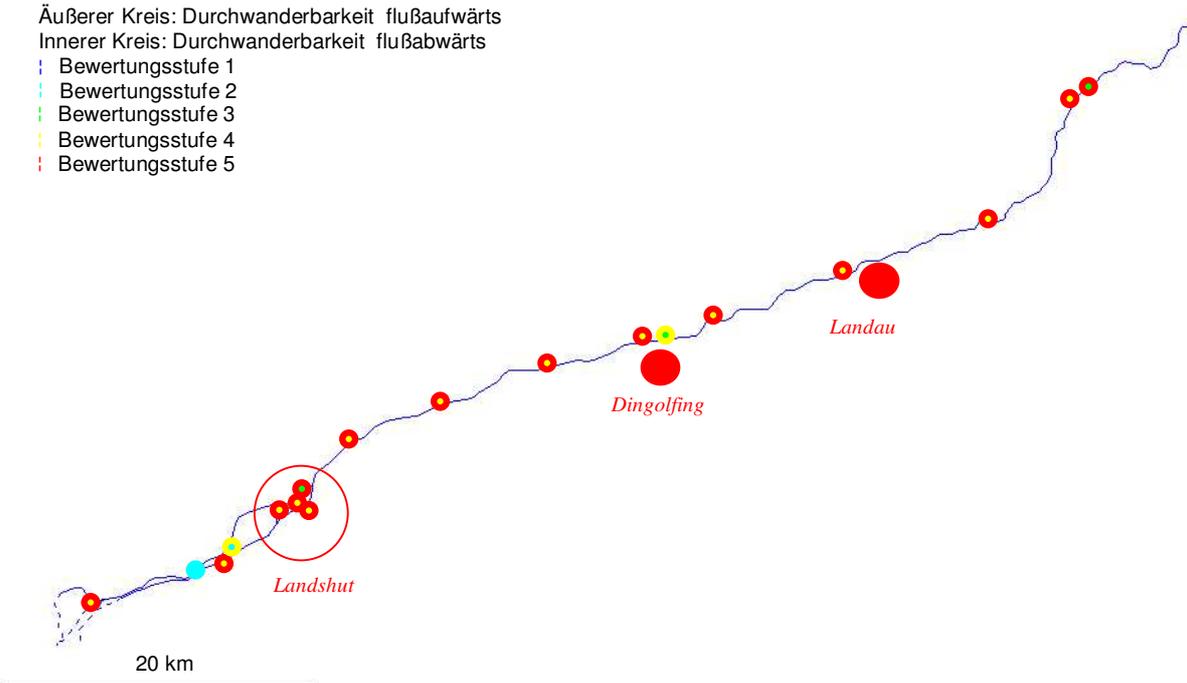


Abb. 64: Wanderhindernisse in der Isar, Teilabschnitt Fl.km 0 – 90, Stand: April 1999

- Reißinger Bach (mit Flutmulde)

Gewässer 1./2. Ordnung, Einzugsgebiet: Isar – Donau			
Charakter: Niederungsbach,			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 13 km			
Hydraulische Situation (Wallersdorf, Fl.km 10,3, Zeitraum 1963 – 1998, Einzugsgebiet A = 86,68 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,01m ³ /s	MNQ: 0,091m ³ /s	MQ: 0,292 m ³ /s	MHQ: 4,42m ³ /s
Besonderheiten: Ab der Ausleitung unterhalb Otzing entsprechend der Gewässerordnung nur die Flutmulde und die Auegewässer untersucht. Bis auf Aubereich begradigt.			

Tab. 50: Kurzbeschreibung des Reißinger Baches

Zwei Abstürze und ein Entnahmebauwerk stören die Durchwanderbarkeit im Reißinger Bach.

- Pfettrach

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Isar – Donau			
Charakter: Niederungsbach			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 10 km			
Hydraulische Situation (Löschensbrand, Fl.km 4,5, Zeitraum 1977 – 1998, Einzugsgebiet A = 111,11 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,158 m ³ /s	MNQ: 0,305 m ³ /s	MQ: 0,705 m ³ /s	MHQ: 20,8 m ³ /s
Besonderheiten: Mündet in die Flutmulde der Isar. Teilweise zweifach ausgeleitet.			

Tab. 51: Kurzbeschreibung der Pfettrach

In der Pfettrach befinden sich sechs Abstürze, vier Entnahmebauwerke, ein Kreuzungsbauwerk, zwei Sohlrampen, eine sonstige Stauanlage, drei Verrohrungen und drei Wasserkraftanlagen.

- Sempt

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Isar – Donau			
Charakter: Niederungsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 7 Fl.km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Langengeisling / Obb., Fl.km 28,7, Zeitraum 1977 – 1998, Einzugsgebiet A = 272,2 km ² (LFW 2001)):			
NQ: - m ³ /s	MNQ: 1,12 m ³ /s	MQ: 2,37 m ³ /s	MHQ: 5,41 m ³ /s
Besonderheiten: Aufteilung in zwei Betten unterhalb B 11			

Tab. 52: Kurzbeschreibung der Sempt

Wanderhindernisse sind hier drei Abstürze, ein Entnahmebauwerk sowie vier Wasserkraftanlagen.

4.1.3.5 Fließgewässersystem der Großen Laber

In diesem Kapitel werden die Kleine Laber sowie ihr Anschluß an die Donau über die Große Laber (Laberableiter) besprochen. Da die Große Laber zu einem großen Teil im Regierungsbezirk Oberpfalz verläuft, wurden die oberhalb der Mündung der Kleinen Laber liegenden, niederbayerischen Gewässerabschnitte nicht kartiert.

Fluß	Hindernisse flußauf / Kilometer				Hindernisse flußab / Kilometer			
	Gesamt	Durchwanderbarkeit			Gesamt	Durchwanderbarkeit		
		5	4	3		5	4	3
Große Laber (n = 2, l = 5 km)	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00	0,00	0,40
Kleine Laber (n = 68, l = 70 km)	0,97	0,77	0,13	0,07	0,90	0,00	0,0,76	0,14

Tab. 53: Vernetzungsgrad des Großen Labersystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerslänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2

- Große Laber

Gewässer 1. Ordnung, Einzugsgebiet: Donau			
Charakter: Niederungsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: 5 Fl.km			
Hydraulische Situation (Schönach / Oberpfalz, Fl.km 9,3, Zeitraum 1954 – 1998, Einzugsgebiet A = 406,4 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,259 m ³ /s	MNQ: 0,863 m ³ /s	MQ: 2,25 m ³ /s	MHQ: 19,6 m ³ /s
Besonderheiten: Im gesamten Untersuchungsgebiet kanalartig. Die Große Laber wurde nur von der Mündung in die Donau bis zur Einmündung der Kleine Laber untersucht.			

Tab. 54: Kurzbeschreibung der Großen Laber

In der Großen Laber stellen sich lediglich zwei Abstürze der Fischwanderung entgegen.

Kurzbeschreibung der Fließgewässer

- Kleine Laber

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Große Laber – Donau			
Charakter: Niederungsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 70 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Grafentraubach, Fl.km 29,3, Zeitraum 1980 – 1998, Einzugsgebiet A = 244,47 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,494 m ³ /s	MNQ: 0,945 m ³ /s	MQ: 1,58 m ³ /s	MHQ: 18,1 m ³ /s
Besonderheiten: Zahlreiche Ausleitungsstrecken			

Tab. 55: Kurzbeschreibung der Kleinen Laber

Ein Behinderung der Wanderungen rührt von vier Abstürzen, 25 Entnahmebauwerken, drei Sohlrampen, zwei Sonstigen Stauanlagen, vier Verrohrungen und 30 Wasserkraftanlagen her.

4.1.3.6 Fließgewässersystem der Ilz

Das Ilzsystem liegt im östlichen Teil des Bayerischen Waldes. Neben der Ilz wurden einige größere Zuflüsse sowie im Bereich der Wolfsteiner Ohe zahlreiche kleinere Zuflüsse erhoben.

Fluß	Hindernisse flußauf / Kilometer				Hindernisse flußab / Kilometer			
	Gesamt	Durchwanderbarkeit			Gesamt	Durchwanderbarkeit		
		5	4	3		5	4	3
Ilz (n = 20, l = 44 km)	0,45	0,25	0,16	0,05	0,40	0,00	0,00	0,40
Wolfsteiner Ohe (n = 20, l = 24 km)	0,83	0,58	0,08	0,17	0,71	0,00	0,58	0,13
Saußbach (n = 19, l = 14 km)	1,36	1,00	0,29	0,07	1,21	0,00	1,14	0,07
Wolfst. Ohesystem ¹² , nur Gew. 3. Ordnung (n = 199, l = 102 km)	1,95	0,92	0,82	0,21	1,69	0,00	0,85	0,83
Osterbach (n = 21, l = 16 km)	1,31	1,06	0,25	0,00	1,25	0,00	1,06	0,19
Kleine Ohe (n = 5, l = 8 km)	0,63	0,63	0,00	0,00	0,63	0,00	0,63	0,00
Große Ohe (n = 10, l = 10 km)	1,00	0,60	0,40	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
Mitternacher Ohe (n = 6, l = 11 km)	0,55	0,36	0,18	0,00	0,55	0,00	0,45	0,09

Tab. 56: Vernetzungsgrad des Ilzsystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerslänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2

¹² Ohne Osterbachgebiet

Kurzbeschreibung der Fließgewässer

- Ilz

Gewässer 1. Ordnung, oberhalb der Mündung der Wolfsteiner Ohe 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Donau			
Charakter: Mittelgebirgsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 44 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Kalteneck, Fl.km 18,8, Zeitraum 1921 – 1991, Einzugsgebiet A = 762 km ² (LFW 1991))			
NQ: 2,40 m ³ /s	MNQ: 4,57 m ³ /s	MQ: 15,7 m ³ /s	MHQ: 154 m ³ /s
Besonderheiten: Vor allem im mittleren Abschnitt immer wieder naturnahe Gewässerstrukturen, im Ober- und Unterlauf mehrere Ausleitungen sowie teils längere Staubeiche.			

Tab. 57: Kurzbeschreibung der Ilz

Fünf Abstürze, sechs Entnahmebauwerke, zwei Sohlrampen und sieben Wasserkraftanlagen sind Wanderhindernisse in der Ilz. Ein Fließgewässerabschnitt mit 16 km ist frei von Querbauwerken.

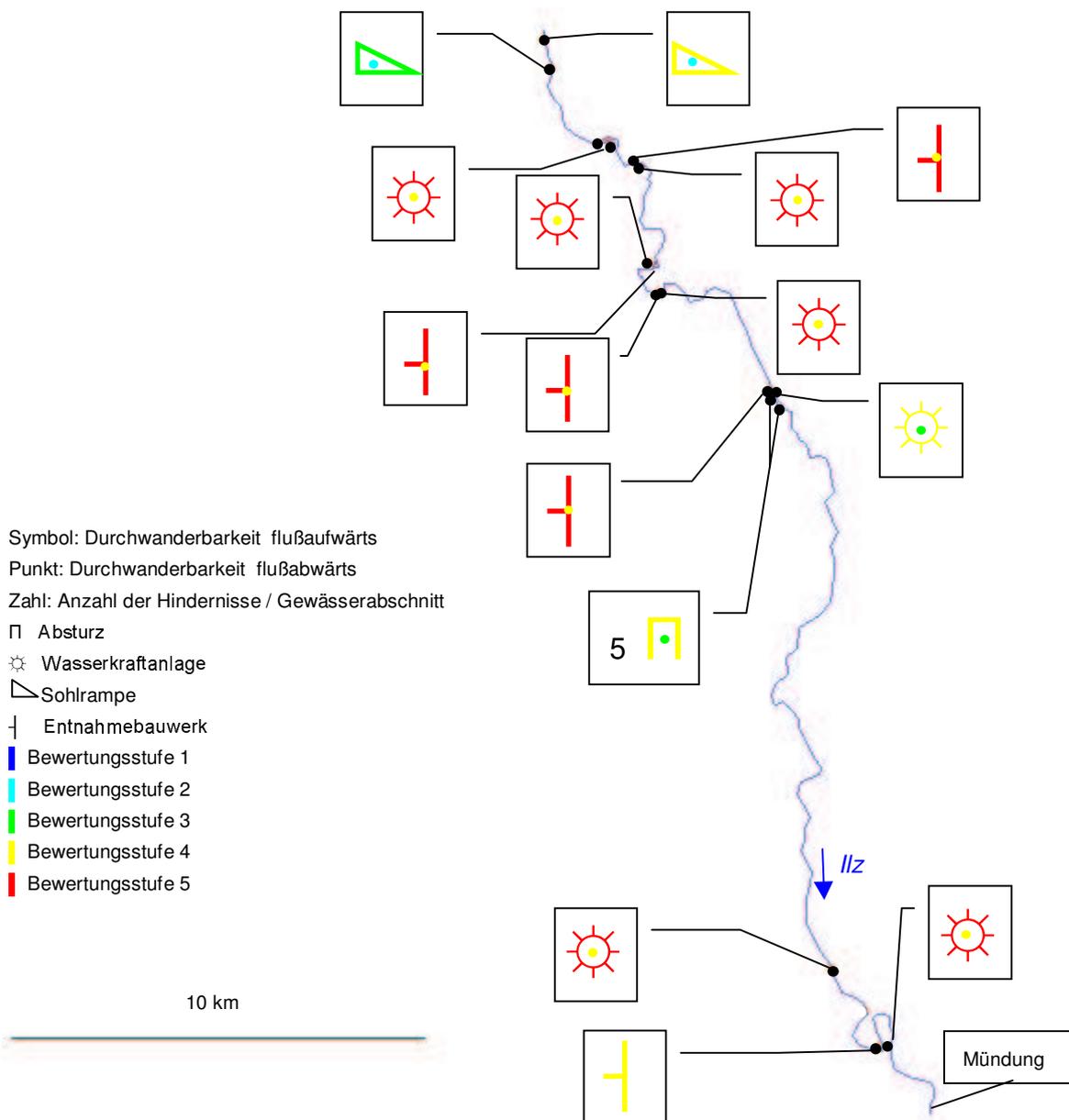


Abb. 65: Wanderhindernisse in der Ilz, Stand: April 1999

- Wolfsteiner Ohe

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Ilz – Donau			
Charakter: Mittelgebirgsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: 24 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Fürsteneck, Fl.km 2, Zeitraum 1951 – 1998, Einzugsgebiet A = 370,03 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 1,32 m ³ /s	MNQ: 2,44 m ³ /s	MQ: 7,9 m ³ /s	MHQ: 71,3 m ³ /s
Besonderheiten: Das Rohrleitungssystem der Buchbergmühle wurde nicht zur Fließgewässerlänge hinzugerechnet.			

Tab. 58: Kurzbeschreibung der Wolfsteiner Ohe

Drei Abstürze, sechs Entnahmebauwerke, eine Veränderung der physikalisch-chemischen Parameter¹³ mit zu geringem Abfluß, eine Sohlrampe, eine sonstige Stauanlage und acht Wasserkraftanlagen stehen der Wanderung entgegen.

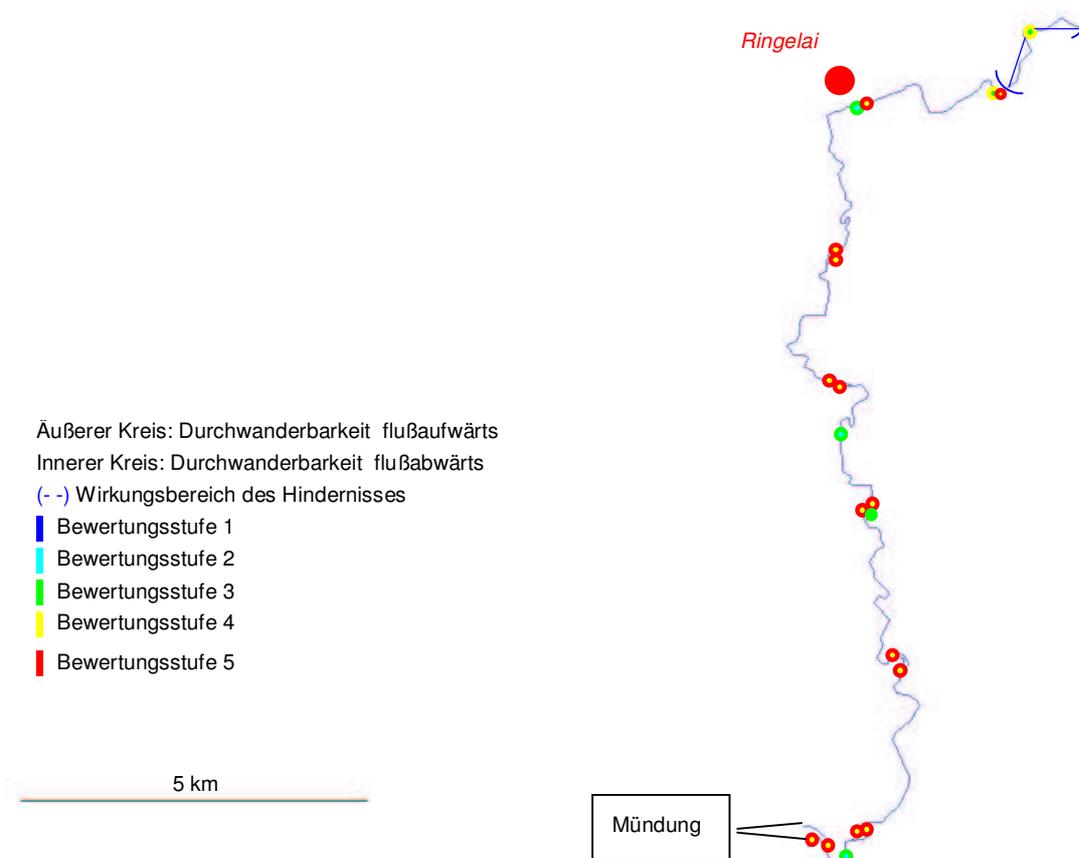


Abb. 66: Wanderhindernisse in der Wolfsteiner Ohe, Stand 1999

¹³ Der von der Gewässermorphologie her naturnahe Abschnitt (Buchberger Leite) mit einer Vielzahl natürlicher Abstürze wird durch Wasserentnahme auf einer Länge von etwa vier Kilometern in seiner Durchwanderbarkeit eingeschränkt.

- Saußbach

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet:			
Charakter: Kleiner Mittelgebirgsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 14 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Linden, Fl.km 8,4, Zeitraum 1951 – 1998, Einzugsgebiet A = 91,14 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,25 m ³ /s	MNQ: 0,682 m ³ /s	MQ: 2,2 m ³ /s	MHQ: 26,9 m ³ /s
Besonderheiten: Mehrere Ausleitungsstrecken			

Tab. 59: Kurzbeschreibung des Saußbaches

Hier sind die Hindernisse zwei Abstürze, neun Entnahmebauwerke und acht Wasserkraftanlagen.

- Wolfsteiner Ohe-System, Gewässer 3. Ordnung

Gewässer 3. Ordnung, Einzugsgebiet: Wolfsteiner Ohe – Ilz – Donau			
Charakter: Mittelgebirgsbäche			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 102 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation:			
NQ: - m ³ /s	MNQ: - m ³ /s	MQ: - m ³ /s	MHQ: - m ³ /s
Besonderheiten: Ausgewählte Bäche des Gewässersystems der Wolfsteiner Ohe ohne das Osterbachgebiet			

Tab. 60: Kurzbeschreibung des Gewässersystems der Wolfsteiner Ohe, Gew. 3. Ordnung

In den Nebengewässern der Wolfsteiner Ohe stehen der Fischwanderung 130 Abstürze, 21 Entnahmebauwerke, eine Fischteichanlage, fünf sonstige Stauanlagen, eine Talsperre, neun Stellen mit einer veränderten Morphologie, 15 Verrohrungen und 17 Wasserkraftanlagen entgegen.

Fließgewässer	Untersuchte Fl.km ⁽¹⁴⁾	Anzahl der Hindernisse	Bewertung an Mündung ¹⁵	Hindernisse / [Bewertungskl.]		
				3	4	5
Bach bei Altreit (Nähe KW Perlesreut)	0,1	0	↑ ↓	1 1	- -	- -
Bach bei Teichanlage Marchetsreut	0,2	1	↑ ↓	1 1	- -	1 -
Bach in Marchetsreut	0,1	1	↑ ↓	5 3	- 1	1 -
Bach von Simpoln	0,1	1	↑ ↓	5 3	- 1	1 -
Bannholzbach	1,4	0	↑ ↓	1 1	- -	- -
Buchberger Bach	0,3	1	↑ ↓	5 4	- -	1 -
Grasreut-Bach	0,1	2	↑ ↓	5 4	- 1	- 1
Heiligenbrunn-Graben (Aigenstadler Bach)	0,1	1	↑ ↓	4 2	- -	1 -
Osterbach ¹⁶	0,1	0	↑ ↓	1 1	- -	- -
Schwemm(er) Bach	2,9	7	↑ ↓	1 1	1 2	2 5

Tab. 61: Zuflüsse der Wolfsteiner Ohe ohne Reschbach und Saußbach (↑: flußaufwärts, ↓: flußabwärts)

¹⁴ Wurde nur der Mündungsbereich erhoben, geht dies in die Berechnungen pauschal als 0,1 Fl.km ein.

¹⁵ Hindernis / [Bewertungsklassen] im Bereich Mündung bis Fl.km 0,1

¹⁶ In diesem Fall wurde nur die Mündung des Osterbaches untersucht.

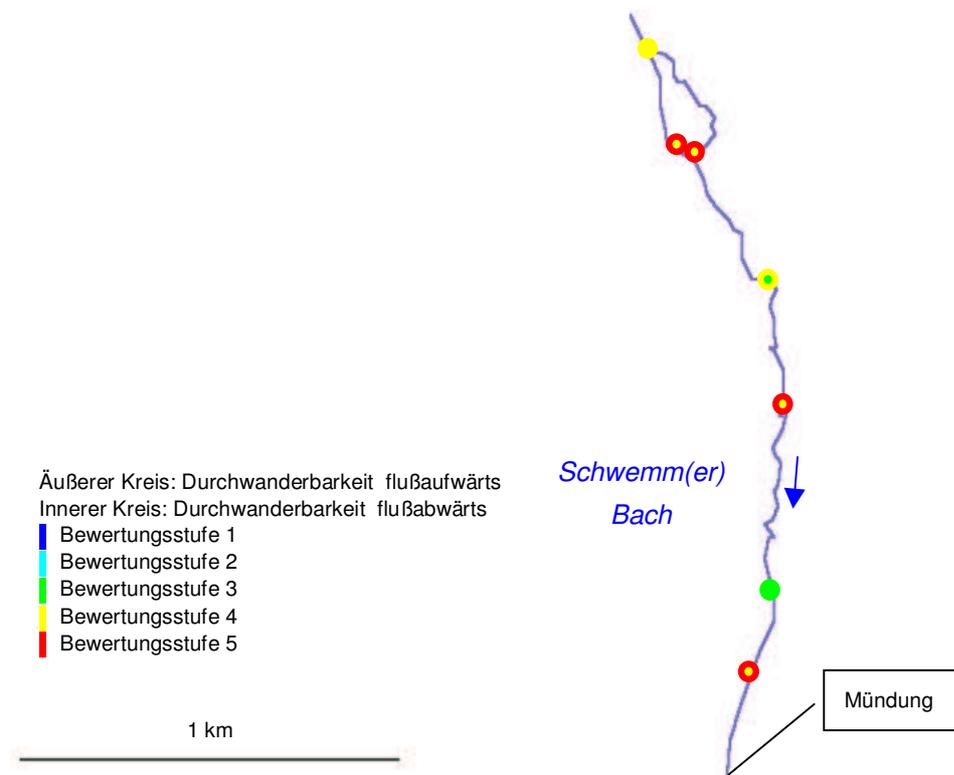


Abb. 67: Wanderhindernisse im Schwemm(er) Bach, Stand: Juli 1999

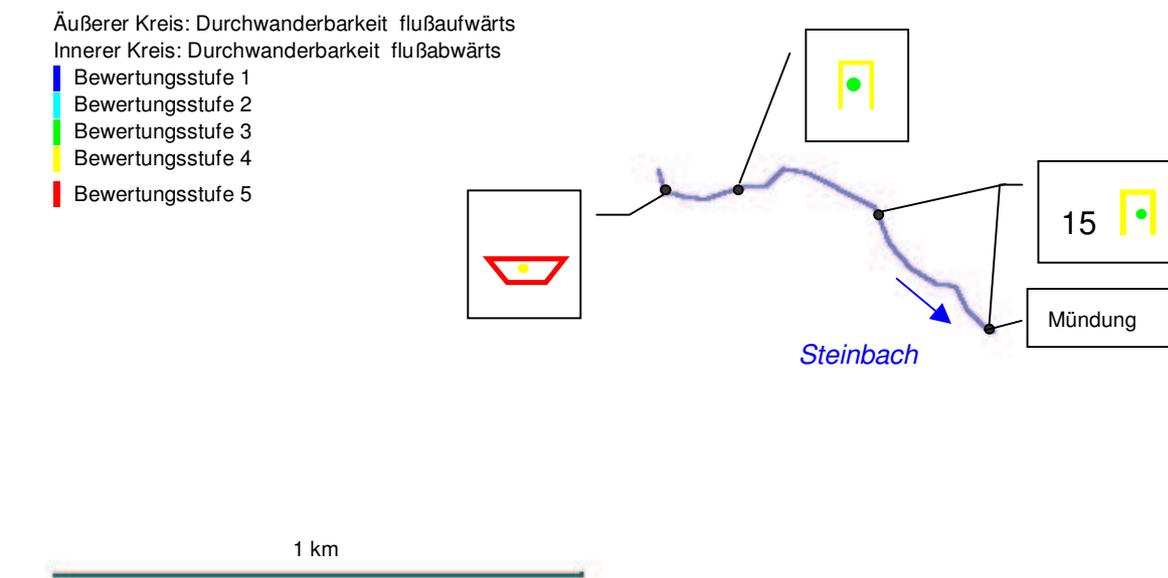


Abb. 68: Wanderhindernisse im Steinbach, Stand: September 1999

Fließgewässer	Untersuchte Fl.km ⁽¹⁷⁾	Anzahl der Hindernisse	Bewertung an Mündung ¹⁸	Hindernisse / [Bewertungsk.]		
				3	4	5
Reschbach	28,0	73	↑↓ 4 4	10 12	22 50	41 -
Bach bei Mauth	0,1	0	↑↓ 1 1	- -	- -	- -
(Großer) Schwarzbach	2,0	7	↑↓ 4 3	- 4	4 3	3 -
Hinterer Stimmelbach	0,1	0	↑↓ 1 1	- -	- -	- -
Kl. Schwarzbach	0,3	2	↑↓ 5 3	- 1	- 1	2 -
Lohbach	0,1	0	↑↓ 1 1	- -	- -	- -
Mittlerer Stimmelbach	0,1	0	↑↓ 1 1	- -	- -	- -
Mühlbach (bei Kreuzberg)	0,7	1	↑↓ 1 1	- 1	- -	1 -
Schreiende Seige	0,1	1	↑↓ 4 3	- 1	1 -	- -
Seige bei Steinbach	0,1	1	↑↓ 4 4	- -	1 1	- -
Ronige Seige (bei Finsterau)	0,1	0	↑↓ 1 1	- -	- -	- -
Steinbach	0,8	17	↑↓ 4 3	- 16	16 1	1 -
Tyroler Bach (in Reschbach)	1,5	1	↑↓ 1 1	1 -	- -	- -
Wolfauer Bach	0,6	4	↑↓ 4 3	- 1	3 1	1 -

Tab. 62: Fließgewässersystem des Reschbaches (↑: flußaufwärts, ↓: flußabwärts)

22 der flußauf unüberwindbaren Hindernisse des Reschbaches sind Abstürze in einer Ausleitungsstrecke mit ca. 0,7 km Länge. Im Wolfauer Bach kommt das flußauf unüberwindbare Hindernis nur eingeschränkt zum Tragen, da es sich um eine Wasserkraftanlage in einer Ausleitungsstrecke handelt. Im Wolfauer Bach sind ca. 30 weitere Abstürze über Steine zu finden, deren Herkunft unklar ist. Entweder sind sie natürlich oder aufgrund einer Begradigung entstanden. Es sind aber keine Querbauwerke.

Längere Staubereiche sind in erster Linie im Umfeld von Triftsperrern oder Wasserkraftanlagen zu finden. An den Kraftwerken wurden zusätzlich Ausleitungsstrecken installiert. In den übrigen Bereichen bewirken Querbauwerke meist keinen oder nur einen kleinen Rückstau in der Dimension mehrerer Meter Länge.

Der Reschbach oberhalb Neuraimundsreut sowie seine Zuflüsse Großer und Kleiner Schwarzbach, Mittlerer und Hinterer Stimmelbach, Schreiende und Ronige Seige und Steinbach liegen im Gebiet des Nationalparkes Bayerischer Wald.

¹⁷ Wurde nur der Mündungsbereich erhoben, geht dies in die Berechnungen pauschal als 0,1 Fl.km ein.

¹⁸ Hindernis / [Bewertungsklassen] im Bereich Mündung bis Fl.km 0,1

Fließgewässer	Untersuchte Fl.km ⁽¹⁹⁾	Anzahl der Hindernisse	Bewertung an Mündung ²⁰	Hindernisse / [Bewertungsklassen]		
				3	4	5
Saußbach ²¹ 3.Ordn. (inkl. Ausleitungen)	18,2	18	↕	- 6	3 8	9 -
Äußerer Bärbach	0,1	1	↕	5 3	- 1	1 -
Bach bei Anathal	0,1	8	↕	5 3	- 8	8 -
Bach bei Speltenbach (Standortübungsplatz)	0,1	1	↕	5 3	- 1	1 -
Bach von Rendlberg	0,1	1	↕	5 3	- 1	1 -
Rechbach (Cerveny p.)	0,1	0	↕	1 1	- -	- -
Dreibrunnenbach	0,1	0	↕	1 1	- -	- -
Leinbaumseige	0,1	1	↕	5 3	- 1	1 -
Hochmaisseige	0,1	1	↕	5 3	- 1	1 -
Innerer Bärbach mit Schreiender Seige	1,4	16	↕	4 3	- 16	15 -
Judenseige	0,1	1	↕	5 3	- 1	1 -
Rothbach	0,5	3	↕	5 4	- 1	1 2
Sandbach	0,1	1	↕	4 3	- 1	1 -
Schuißenbach	0,1	1	↕	4 3	- 1	1 -
Tyrobach m. Schürbach	0,7	1	↕	1 1	- 1	1 -
Voglauer Seige	0,1	1	↕	5 4	- -	1 -
Windischbach (inkl. Ausleitungen)	7,7	22	↕	1 1	2 4	13 11
Zusammenfallbach	0,1	1	↕	3 2	1 -	- -

Tab. 63: Fließgewässersystem des Saußbaches (↑: flußaufwärts, ↓: flußabwärts)

Im Windischbach befindet sich ein flußauf unüberwindbares Hindernis in der Ausleitungsstrecke nahe der Mündung. Der andere Arm ist jedoch im Mündungsbereich frei durchwanderbar.

Viele Nebenbäche des Resch- und Saußbaches sind in Teilbereichen kanalartig verbaut. Typisch sind hier Steinmauern, die das Gewässer fassen. Diese Verbauungen sind offensichtlich bereits älter und vermutlich Relikte der Holztrift.

¹⁹ Wurde nur der Mündungsbereich erhoben, geht dies in die Berechnungen pauschal als 0,1 Fl.km ein.

²⁰ Hindernis / [Bewertungsklassen] im Bereich Mündung bis Fl.km 0,1

²¹ Oberhalb Waldmühle auch Teufelsbach genannt.

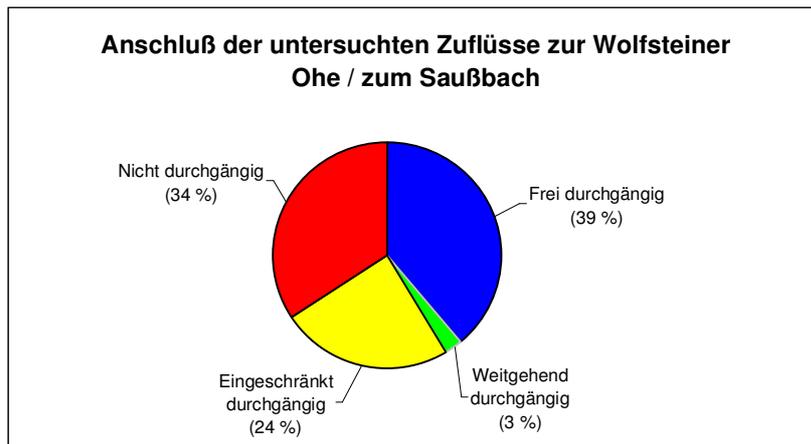


Abb. 69: Anschluß der untersuchten Zuflüsse zur Wolfsteiner Ohe bzw. zum Saußbach (n = 41)

Betrachtet man die Nebengewässer im Flußgebiet der Wolfsteiner Ohe, so sind vier von zehn für die Fischfauna frei erreichbar (Bewertungsstufe 1, 2). Ein Drittel kann überhaupt nicht erreicht werden (Bewertungsstufe 5). In die anderen kann die Fauna nur eingeschränkt einwandern (Bewertungsstufe 3). Weitgehend erreichbare Zuflüsse waren selten (Bewertungsstufe 4).

- Osterbach

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet:			
Charakter: Mittelgebirgsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 16 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Röhrnbach, Fl.km 5,5, Zeitraum 1951 – 1998, Einzugsgebiet A = 120 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,36 m ³ /s	MNQ: 0,738 m ³ /s	MQ: 2,47 m ³ /s	MHQ: 27,1 m ³ /s
Besonderheiten: Mehrere Ausleitungen			

Tab. 64: Kurzbeschreibung des Osterbaches

Im Osterbach schränken drei Abstürze und je neun Entnahmebauwerke und Wasserkraftanlagen die Migration ein.

- Kleine Ohe (zur Ilz)

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Wolfsteiner Ohe – Ilz – Donau			
Charakter: Kleiner Mittelgebirgsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 8 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Grafenau, Fl.km 6, Zeitraum 1963 – 1998, Einzugsgebiet A = 77,74 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,21 m ³ /s	MNQ: 0,61 m ³ /s	MQ: 1,84 m ³ /s	MHQ: 18,6 m ³ /s
Besonderheiten: Die Verrohrung des Kraftwerkes Elsenthal wurde nicht zur Fließgewässerstrecke gerechnet.			

Tab. 65: Kurzbeschreibung der Kleinen Ohe (n = 5, l = 8 km)

In der Kleinen Ohe schränken zwei Entnahmebauwerke und drei Wasserkraftanlagen die Durchwanderbarkeit ein.

- Große Ohe (zur Ilz)

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Ilz – Donau			
Charakter: Kleiner Mittelgebirgsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 10 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Schönberg, Fl.km 3,5, Zeitraum 1954 – 1998, Einzugsgebiet A = 83,3 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,12 m ³ /s	MNQ: 0,464 m ³ /s	MQ: 1,93 m ³ /s	MHQ: 18,5 m ³ /s
Besonderheiten: Die Verrohrung bei Hartmannsreit wurde nicht zur Fließgewässerstrecke hinzugezählt.			

Tab. 66: Kurzbeschreibung der Großen Ohe

In der Großen Ohe sind an Hindernissen vier Abstürze (in einer Ausleitungsstrecke), zwei Entnahmebauwerke, eine Talsperre und drei Wasserkraftanlagen zu finden.

- Mitternacher Ohe

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Große Ohe – Ilz – Donau			
Charakter: Kleiner Mittelgebirgsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 11 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Eberhartsreuth, Fl.km 1,4, Zeitraum 1951 – 1998, Einzugsgebiet A = 113,1 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,1 m ³ /s	MNQ: 0,521 m ³ /s	MQ: 1,98 m ³ /s	MHQ: 26,6m ³ /s
Besonderheiten: -			

Tab. 67: Kurzbeschreibung der Mitternacher Ohe

Das Flußkontinuum unterbrechen in der Mitternacher Ohe drei Entnahmebauwerke und drei Wasserkraftanlagen.

4.1.3.7 Fließgewässersystem des Schwarzen Regens

Das Fließgewässersystem des Schwarzen Regens ist im nördlichsten Teil des Regierungsbezirkes im Bayerischen Wald zu finden.

Fluß	Hindernisse flußauf / Kilometer				Hindernisse flußab / Kilometer			
	Gesamt	Durchwanderbarkeit			Gesamt	Durchwanderbarkeit		
		5	4	3		5	4	3
Schwarzer Regen (n = 24, l = 62 km)	0,39	0,39	0,00	0,00	0,39	0,00	0,39	0,00
Großer Regen (n = 9, l = 9 km)	1,00	0,44	0,44	0,11	0,89	0,00	0,56	0,33
Kleiner Regen (n = 5, l = 6 km)	0,83	0,67	0,17	0,00	0,83	0,00	0,67	0,17
Teisnach (n = 5, l = 5 km)	1,00	0,60	0,40	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00

Tab. 68: Vernetzungsgrad des Großen Regensystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerslänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2

Kurzbeschreibung der Fließgewässer

- Schwarzer Regen

Gewässer 1. Ordnung, Einzugsgebiet: Regen – Donau			
Charakter: Mittelgebirgsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca.62 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Sägmühle, Fl.km 123,4, Zeitraum 1976 – 1998, Einzugsgebiet A = 839,91 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 4,35 m ³ /s	MNQ: 6,6 m ³ /s	MQ: 19,1 m ³ /s	MHQ: 197 m ³ /s
Besonderheiten: Längere, naturnahe Gewässerabschnitte.			

Tab. 69: Kurzbeschreibung des Schwarzen Regens

Migrationsbarrieren sind hier zehn Entnahmbauwerke und 14 Wasserkraftanlagen. Eine Fließgewässerstrecke von ca. 15 km ist frei durchwanderbar. Die Entnahmbauwerke befinden sich ausnahmslos an der Ausleitung von Triebwasserkanälen von Wasserkraftanlagen.

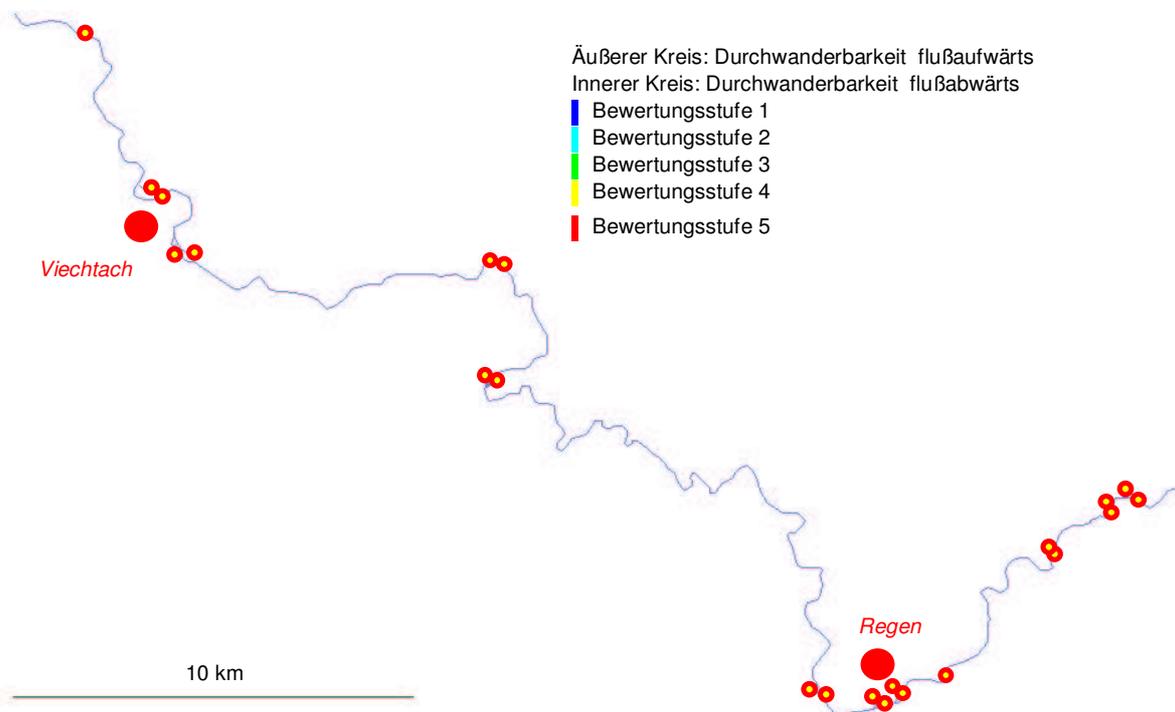


Abb. 70: Wanderhindernisse im Schwarzen Regen, Stand Oktober 1999

- Großer Regen

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Schwarzer Regen – Regen – Donau			
Charakter: Mittelgebirgsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 9 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Zwiesel, Fl.km 0,7, Zeitraum 1921 – 1998, Einzugsgebiet A = 177,7 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,48 m ³ /s	MNQ: 1,47 m ³ /s	MQ: 5,17 m ³ /s	MHQ: 54,3 m ³ /s
Besonderheiten: -			

Tab. 70: Kurzbeschreibung des Großen Regens

Die Wanderhindernisse setzen sich am Großen Regen aus zwei Abstürzen, beide in einer Ausleitungsstrecke, drei Entnahmebauwerken, einer sonstigen Stauanlage und drei Wasserkraftanlagen zusammen.

- Kleiner Regen

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Schwarzer Regen – Regen – Donau			
Charakter: Kleiner Mittelgebirgsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 6 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Lohmannmühle, Fl.km 0,8, Zeitraum 1962 – 1998, Einzugsgebiet A = 115,58 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,18 m ³ /s	MNQ: 0,881 m ³ /s	MQ: 2,7 m ³ /s	MHQ: 26,1 m ³ /s
Besonderheiten: -			

Tab. 71: Kurzbeschreibung des Kleinen Regens

Die Hindernisse verteilen sich auf einen Absturz, zwei Entnahmebauwerke und zwei Wasserkraftanlagen.

- Teisnach

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Schwarzer Regen – Regen			
Charakter: Kleiner Mittelgebirgsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 5 km (inkl. Ausleitungsstrecken)			
Hydraulische Situation (Teisnach, Fl.km 0,5, Zeitraum 1954 – 1998, Einzugsgebiet A = 109,9 km ² (LFW 2001)):			
NQ: 0,03 m ³ /s	MNQ: 0,525 m ³ /s	MQ: 2,06 m ³ /s	MHQ: 35,2 m ³ /s
Besonderheiten: -			

Tab. 72: Kurzbeschreibung der Teisnach

Hindernisse sind in der Teisnach zwei Entnahmebauwerke und drei Wasserkraftanlagen.

4.1.3.8 Fließgewässersystem der Altmühl

Das Einzugsgebiet der Altmühl befindet sich im Nordwesten des Regierungsbezirkes am Übergang zur fränkischen Alb.

Fluß	Hindernisse flußauf / Kilometer				Hindernisse flußab / Kilometer			
	Gesamt	Durchwanderbarkeit			Gesamt	Durchwanderbarkeit		
		5	4	3		5	4	3
Altmühl (n = 2, l = 30 km)	0,07	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00
Schambach (n = 7, l = 5 km)	1,52	1,09	0,43	0,00	1,09	0,00	0,87	0,22

Tab. 73: Vernetzungsgrad des Altmühlsystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerslänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2

Kurzbeschreibung der Fließgewässer

- Altmühl (Main-Donau-Kanal)

Gewässer 1. Ordnung, Einzugsgebiet: Donau			
Charakter: ursprünglich Niederungsfluß, im gesamten Untersuchungsgebiet kanalartig ausgebaut			
Länge des kartierten Abschnittes: 30 km			
Hydraulische Situation (Beilngries / Oberbayern, Zeitraum 1988 – 1991, Einzugsgebiet A = 2251 km ² (LFW 1991)):			
NQ: 6,69 m ³ /s	MNQ: 7,24 m ³ /s	MQ: 17,1 m ³ /s	MHQ: 105 m ³ /s
Besonderheiten: Bundeswasserstraße			

Tab. 74: Kurzbeschreibung der Altmühl

In der Altmühl schränken zwei Schleusen, kombiniert mit Turbinenanlagen zum Wasserpumpen bzw. zur Energiegewinnung, den Fischzug ein.

- Schambach

Gewässer 2. Ordnung, Einzugsgebiet: Altmühl – Donau			
Charakter: Niederungsfluß			
Länge des kartierten Abschnittes: ca. 5 km			
Hydraulische Situation (Pegel Schambach / Obb. Einzugsgebiet A = 92,7 km ² (LFW 2001)):			
NQ: - m ³ /s	MNQ: - m ³ /s	MQ: 0,48 m ³ /s	MHQ: 3,46 m ³ /s
Besonderheiten: Längere Ausleitungsstrecke in Riedenburg mit Kneippanlage etc. nicht untersucht, mehrere Ausleitungsstrecken.			

Tab. 75: Kurzbeschreibung der Schambach

In der Schambach sind die Hindernisse drei Abstürze, ein Entnahmebauwerk und drei Wasserkraftanlagen.

4.2 Zeitliche Veränderungen der Hinderniswirkung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde festgestellt, daß die Durchwanderbarkeit der Querbauwerke keineswegs immer gleich ist, sondern aufgrund der unten dargestellten Veränderungen teilweise hohen Schwankungen unterliegen kann.

4.2.1 Hinderniswirkung von Querbauwerken in Abhängigkeit vom Abfluß

An der Bina konnte am 31.03.00 (10⁰⁰ – 13⁰⁰ Uhr) bei einem Abfluß von ~ 34 m³/s (Quelle: <http://www.bayern.de/lfw>; vgl.: MHQ = 26,8 m³/s (LFW 2001)) die Durchwanderbarkeit einiger Hindernisse bei Hochwasserabfluß beurteilt werden. Hierbei ergab sich im Vergleich zur Kartierung bei MNQ folgendes Bild:

Die Wassertiefen auf allen Bauwerken nahmen deutlich zu. In einer Doppelverrohrung mit glatter Sohle (bei Hocholding) wurde ein Anstieg von $v = 0,6 / 1,2$ m/s auf $v = 1,6 / 1,8$ m/s nachgewiesen. In einer Verrohrung im Walchbach (zur Bina) nahm die Fließgeschwindigkeit von $v = 0,9$ m/s während der Kartierung auf 2,0 m/s bei Hochwasserabfluß zu.

Abstürze von einer Fallhöhe von bis zu 0,3 m bei MQ waren überhaupt nicht mehr zu erkennen. Bei der Untersuchung von drei Abstürzen im Bina-Kanal, Fallhöhe bei MQ $h = 0,6$ m und abgelöster

Überfallstrahl, wurde festgestellt, daß die Fallhöhe nur noch $h = 0,1$ m betrug und die Wasserführung nicht mehr abgelöst war. Bei zwei Abstürzen (Fl.km 0,0 bzw. 0,7) herrschten am Rand Strömungsgeschwindigkeiten von $v = 1,1$ m/s bzw. $v = 0,8$ m/s, in der Mitte von $v > 2$ m/s. Unmittelbar unter den Abstürzen traten hohe Turbulenzen und Rückströmungen auf.



Abb. 71: Absturz bei Hochwasserabfluß, Bina ($h = 0,6$ m bei MQ)

Der andere Absturz (Fl.km 0,9, siehe Abb. 71) wies am Rand nur Strömungsgeschwindigkeiten von $v = 1,1$ m/s auf, unmittelbar unterhalb des Absturzes wurde mit $v = 0,1$ m/s eine leichte Rückströmung gemessen. Die Strömung war an diesem Absturz wesentlich laminarer als an den anderen beiden. Bei diesem Absturz dürften sich Rückstaueffekte im Unterwasser ausgewirkt haben. In Gangkofen traten an der Wehranlage Strömungsgeschwindigkeiten von $v \geq 2,5$ m/s auf. Die Fallhöhe betrug nur noch $h = 1,3$ m (2,75 m bei MQ). Die anderen Wehranlagen konnten aufgrund der eigenen Gefährdung nicht vermessen werden. Es konnte jedoch an ihnen beobachtet werden, daß sich unterhalb von ihnen zum Teil Bereiche mit geringen Strömungen, sogar mit leichten Rückströmungen ausbildeten.

Außerdem wurden die Eintrittswinkel des Wassers an den Abstürzen im Unterwasser aufgrund höherer Wasserstände im Unterwasser flacher.



Abb. 72: Absturz bei Hochwasserabfluß, vorne: Adelsbach / hinten: Bina (h = 0,8 m bei MNQ)

An der Mündung eines Nebenbaches führte der Hochwasserabfluß zu einer vorübergehenden Aufhebung der Hinderniswirkung (Abb. 72). Hier bewirkte der Rückstau der Bina, daß im Wasser kein Gefällesprung mehr auftrat (bei MNQ $h = 0,8$ m). Die Strömungsgeschwindigkeit auf dem Bauwerk betrug nur noch $v = 0,2$ m/s. Lediglich der Höhenunterschied der Sohlen blieb bestehen.



Abb. 73: Hochwasserabfluß, Bina: Vorne: Ausleitungswehr der Loichmühle, hinten: bei Hochwasserabfluß frei durchwanderbares Tertiärgerinne (normalerweise Dauergrünland)

Von entscheidender Bedeutung ist, daß die für die Durchwanderbarkeit günstigeren Abflüsse in vielen Fällen nur für wenige Stunden gegeben sein werden. An der Bina wurden nur wenige Stunden nach Beendigung der Messungen bereits wieder deutlich fallende Wasserstände beobachtet, so daß die oben beschriebenen Wandermöglichkeiten maximal 12 Stunden gegeben waren.



Abb. 74: Vilsaue oberhalb Vilsbiburg bei Hochwasserabfluß

Ein Sonderfall ist wichtig zu erwähnen: Wenn es bei Hochwasserabflüssen zu starken Ausuferungen kommt (siehe Abb. 73, Abb. 74), können auf diese Weise neue Wasserläufe und somit Wandermöglichkeiten entstehen. Nach Aussagen von Anwohnern sowie eigenen Beobachtungen dürfte der erforderliche Abfluß hierfür, natürlich stark abhängig vom jeweiligen Gewässerabschnitt, in der zeitlichen Dimension von wenigstens sogenannten einjährigen Hochwassern (HQ_1) bis deutlich seltener liegen.

Da die untersuchten Wanderhilfen eine abflußunabhängige, konstante und somit im Vergleich zum Hochwasserabfluß des Hauptgewässers oder der Ausleitungsstrecke mehr oder minder geringe Durchströmung aufwiesen, kam es hier zu erheblich verminderten Lockströmungen aus der Wanderhilfe, beispielsweise von $v = 0,8$ m/s auf $v = 0,3$ m/s an der Wanderhilfe Hals. Die Wasserführung und die Strömung des Hauptgewässers im Bereich der Mündung der Wanderhilfe stiegen jedoch umgekehrt an, konnten wegen Eigengefährdung aber nicht gemessen werden. Vorhandene Ausleitungsstrecken waren dann erheblich stärker durchströmt als bei Restwasserabfluß.

4.2.2 Hinderniswirkung von Querbauwerken in Abhängigkeit von der Gewässerdynamik

Da die Bina im Unterlauf über einen Zeitraum von zwei Jahren intensiv untersucht wurde, konnten Änderungen der Absturzhöhen und der Gewässertiefen beobachtet werden. Im Rahmen der watend durchgeführten Elektrobefischungen fielen Änderungen der Wassertiefen in der Dimension von wenigstens einem halben Meter tiefer oder flacher auf.

Die Fallhöhen an Querbauwerken veränderten sich in diesem Zeitraum in der Dimension von $\pm 0,1$ m (Messung während Kartierung zu Wiederholungsmessung). Diese Veränderungen traten in der gleichen Dimension auch im Vergleich der Messung vor Ort mit den Angaben der Wasserwirtschaftsverwaltung auf. Die Morphologie des Flußbettes hatte sich vom Ufer aus betrachtet jedoch nicht verändert.

Diese Dynamik kann auf die Durchwanderbarkeit von niedrigen Bauwerken einen erheblichen Einfluß haben. Änderungen von Parametern wie abgelöster Überfallstrahl oder überströmter Absturz,

Strömungsgeschwindigkeiten etc. können eine unterschiedliche Beurteilung zwischen „frei durchgängig“ bis „eingeschränkt durchgängig“ zur Folge haben. Die Absturzhöhen dieser Bauwerke lagen zwischen 0,0 und 0,3 m bei MNQ. Selten dürfte sich die Klassifizierung in „nicht durchgängig“ und „eingeschränkt durchgängig“ oder umgekehrt ändern. Zur Änderung der Beurteilung von Querbauwerken mit hohen Fallhöhen ($\Delta h > 0,5$ m) reichten die beobachteten Vorgänge nicht aus.

4.2.3 Zeitlicher Verlauf der Gewässerverbauung

Der Verlust der Gewässervernetzung ist heute nur noch mit Schwierigkeiten zu eruieren. So wurden im Untersuchungsgebiet noch einige Mühlen mit Wasserrädern angetroffen, die einen insgesamt geringen Ausbazufluß (Maximaldurchfluß) aufwiesen. Die Wehre bestehen zum Teil noch wie früher typisch aus großen Wasserbausteinen oder Holz etc., eher im Stil von steilen Rampen. Außerdem haben diese Anlagen nach Aussagen von Anwohnern und Betreibern früher immer gewisse Leckagen aufgewiesen. Mit der Einführung von Turbinen bzw. Beton als Baustoff ist es jedoch seit etwa hundert Jahren möglich, wesentlich größere Mengen des anfallenden Wassers in den Turbinenanlagen abzuarbeiten. In einigen Fällen sind mit der steigenden technischen Potenz auch die Fallhöhen angewachsen. Zum Teil hat die neue Technik die Errichtung von über den gesamten Gewässerquerschnitt gehenden Anlagen in größeren Flüssen überhaupt erst möglich gemacht. Mit Beton errichtete Ausleitungswehre weisen im Unterwasser meist senkrechte Wände oder Wände mit hohem Gefälle ($>>1:10$) auf. Ein gewisser Abfluß in der Ausleitungsstrecke über Unter- und Umläufigkeit der Wehranlage ist inzwischen eher selten.

Die Vielzahl der Abstürze ist während der großen Bach- und Flußregulierungen des 20. Jahrhunderts entstanden. Nach den zahlreichen Aussagen von Anwohnern fand der flächendeckende Verbau von Nebenbächen inklusive der Errichtung von Wanderhindernissen vor allem zwischen 1950 und 1980 statt. Hiervon weichen Verbauungen für die Holztrift ab, die wohl weit vor 1955 (Ende der Holztrift im untersuchten Gebiet) errichtet wurden.

Nicht mehr nachvollziehbar ist heute, inwieweit sich der Anschluß von Nebengewässern durch die Gewässerbegradigung der Hauptgewässer und der damit verbundenen Sohleintiefung verändert hat. Das vermehrte Trockenfallen von Gräben im Vergleich zu der Zeit vor der Gewässerumgestaltung wurde mehrfach bei der Kartierung durch Anwohner erwähnt. Die Ursachen können in der verminderten Wasserretention der Flächen (Dränierung), Absenkung des Grundwasserspiegels und erhöhte Abflußgeschwindigkeiten durch Flächenversiegelung, Laufbegradigungen auch der Nebengewässer etc. zu suchen sein.

Viele Wiesengräben im Bayerischen Wald werden aufgrund der geänderten Bewirtschaftungsweise der landwirtschaftlichen Nutzflächen nicht mehr freigehalten und verlanden.

4.3 Sonstige Ergebnisse

In diesem Kapitel werden interessante Beobachtungen behandelt, die bei der Kartierung über die eigentlichen Untersuchungsziele hinaus gemacht wurden.

4.3.1 Weitere Beobachtungen während der Kartierung

Beobachtungen von Fischen in Nebengewässern

Daß Fische – wenn möglich – selbst kleinste Fließgewässer noch als Lebensraum nützen zeigt die Beobachtung, bei der in Gräben mit einer Breite von deutlich unter einem Meter bei der Kartierung noch Fische, sicher zum Beispiel Forellen und Aitel bis je ~ 30 cm, gesehen wurden. Dies wurde sowohl im Tertiärhügelland als auch im Bayerischen Wald beobachtet.

Strukturdefizite und Veränderung der Gewässer

In vielen untersuchten Flußabschnitten sind etwa durch Laufbegradigungen, Sohl- und Uferbefestigungen sowie Staubereiche erhebliche Defizite an für Fische wichtigen Strukturelementen wie flach überströmten Rauschen, flachen Uferbereiche oder natürliche Sohlstrukturen entstanden.

Ein großes Problem stellt der Eintrag von Oberboden in die Gewässer dar. Besonders ausgeprägt tritt dies im Tertiärhügelland auf. Während Starkregenereignissen konnte beobachtet werden, wie anfangs mehr oder minder klare Bäche und Gräben anschwellen, wobei sich die Farbe ins Braune änderte und sich die Sichttiefe erheblich verringerte. Gut zu beobachten war dies vor allem an sehr kleinen Gräben. Die Folgen dieses Oberbodeneintrages sind in den Stauräumen bzw. Bereichen mit natürlicherweise geringen Strömungsgeschwindigkeiten aufgrund der dann flächendeckend auftretenden Verschlammung gut zu erkennen.

Von Anwohnern der Kleinen Laber, Vils, Bina und der Rott wurde auf die bräunliche Eintrübung des Wassers hingewiesen. Bei Hochwasserereignissen dürfte die Braunfärbung vor allem auf den Oberbodeneintrag zurückgehen (siehe oben). Jedoch auch in niederschlagsarmen Zeiten war eine Trübung deutlich zu erkennen. Vor allem im Winter war bis vor wenigen Jahrzehnten das Wasser immer klar, so daß laut vielen Anwohnern die Gewässersohle auch in tieferen Bereichen, etwa 2 – 3 m, noch gut sichtbar war. Dies ist heute so nicht mehr der Fall.

An den Bauwerken von Wasserkraftanlagen, hohen Abstürzen etc., aber auch unter Straßen und Bahnbrücken wurden immer wieder deutlich wahrnehmbare Vibrationen festgestellt.

Das Problem der Wasserentnahme zur Bewässerung in der Landwirtschaft wurde an der Vils häufig genannt. Laut verschiedener Anwohner kommt es sogar fast bis zum Entleeren von Teilabschnitten zwischen zwei Rampen/Abstürzen im Bereich der Vils-Kanäle.

Staubereiche

Freifließende und nicht ausgeleitete Gewässerabschnitte im Untersuchungsgebiet	Fluß / Flüsse
> 50 km	Donau
50 km \geq > 10 km	Regen, Ilz

Tab. 76: Freifließende Gewässerabschnitte in den untersuchten Fließgewässern

Es weisen fast alle südlichen Donauzuflüsse ausgedehnte Staubereiche (mehrere Kilometer Länge) auf. Lediglich im Reißinger Bach waren keine nennenswerten Staubereiche zu finden. Die Isar ist im

betrachteten Bereich bis auf kurze Abschnitte gestaut. Die oben genannten nördlichen Donauzuflüsse sind insgesamt etwas häufiger frei fließend.

Veränderung der Auen

Besonders im Bayerischen Wald, aber vereinzelt auch im Tertiärhügelland, wurde beobachtet, daß ehemals landwirtschaftliche Flächen nicht mehr genutzt werden. Da auch Drainagen nicht mehr gepflegt werden, kommt es in diesen Bereichen zu einer Vernässung der Standorte, die an einer entsprechenden Vegetation, z.B. Sauergräser, gut zu erkennen ist. Hier wird sich das Landschaftsbild in den nächsten Jahren voraussichtlich deutlich ändern.

In diesen Flächen ergeben sich zunehmend Möglichkeiten, Gewässern wieder Raum zurückzugeben bzw. eine natürliche Gewässerdynamik mit Altwasserbildung zuzulassen.

Treibgut an Entnahmebauwerken

Häufig wurde von Betreibern von Wasserkraftanlagen darauf hingewiesen, daß viel Müll an den Kraftwerken antreibt. Das Spektrum reicht hierbei von Biomüll in Plastiktüten über Hausmüll, Autoreifen bis hin zu Fernsehgeräten. Besonders nach Abschaffung des regelmäßigen Sperrmüllabtransportes stiegen nach ihren Aussagen die Müllfrachten wieder an. Zusätzlich muß auch Laub gemäß manchen Wasserrechtsbescheiden aus dem Gewässer entnommen und entsorgt werden.

Abgabe von Restwasser

Es wurden regelmäßig Restwasseröffnungen durch Treibgut verstopft vorgefunden, so daß nur noch ein Bruchteil des Wasser abfloß. An einigen Öffnungen war auch Manipulation, das heißt, ein vorsätzliches Verschließen der Öffnung, festzustellen (Abb. 75, siehe auch Abb. 57, Abb. 58). Auch konnte bei Niedrigwasserabfluß des öfteren beobachtet werden, daß das Stauziel an den Restwasseröffnungen nicht erreicht wurde (Abb. 76, siehe auch Abb. 56). Die Öffnungen lagen dann über dem Wasserspiegel. Entsprechend floß kein Wasser in die Ausleitungsstrecke ab.



Abb. 75: Vorsätzlich mit einem Stein eine 0,2 m über dem Grund liegende Restwasseröffnung verschlossen, Reschbach, Abfluß \ll 1 l/s



Abb. 76: Bei NQ knapp über Staupiegel liegende Restwasseröffnung, Reschbach, Abfluß $\ll 1$ l/s

Es wurde aber auch immer wieder beobachtet, daß Wasser, das die Kraftwerksanlagen nicht über die Turbinen abarbeiten konnten, über den Leerschuß des Kraftwerks ins Unterwasser, nicht aber über eventuell vorhandene Ausleitungsstrecken und Wanderhilfen abfloß.

4.3.2 Meidung von Querbauwerken durch Fische

Es konnte festgestellt werden, daß Fische überwindbare Hindernisse meiden. An der Versuchsstation der Fischbiologie, TU München, wurden oberhalb einer ehemaligen Mühlenanlage gesetzte Äschen beobachtet, die bis zu mehreren Stunden im Oberwasser des Teilrechens verweilten und dann erst, nahezu vollständig, über die Anlage abwanderten (HANFLAND 2001).

Bei den watend durchgeführten Elektrobefischungen an der Bina waren unterhalb von Querbauwerken in der Regel die in diesem Gewässerabschnitt meisten Tiere zu finden. Hier muß ein Scheueffekt durch die Befischung berücksichtigt werden. Dies wurde jedoch auch an Querbauwerken beobachtet, die für Fische anhand der Bewertungskriterien überwindbar sind.

Bei der Kartierung des Grasenseer Baches konnte ein Gruppe von Fischen (vorwiegend Aitel: ~ 40 Tiere, alle ~ 15 cm) durch Heranwatan von unten über eine natürliche Rausche mit Tiefe 5 cm, $v = 1,0$ m/s gejagt werden, wobei etwa eine Hälfte nach unten flüchtete während die andere Hälfte die Rausche überwand. An einer zu steil errichteten Sohlrampe (Bewertungsstufe aufwärts: „3“, abwärts „2“, rau, 0,2 m Höhenunterschied, Gefälle ~ 1:10) überwand bei der gleichen Methode kein einziger Fisch (gesamt ~ 30 Tiere, ebenfalls überwiegend Aitel) die Rampe, obwohl dies anhand der angewandten Bewertungskriterien den Fischen möglich gewesen wäre. Genauso verhielt es sich an einem Absturz (ungefähr 10 Tiere, wiederum vor allem Aitel, losgelöster Überfallstrahl, 0,2 m Fallhöhe, Bewertungsstufe flußauf: „4“).

4.3.3 Abschätzung der Rechenpassage einzelner Fischarten

Fische können Rechenanlagen überwinden, solange ihre Körperbreite kleiner ist als die lichte Stabweite der Rechenstäbe.

Für folgende Fischarten wurde eine ausreichende Anzahl an Individuen nach der Körperlänge kl [cm] und Körperbreite kb [mm] vermessen und daraus anhand einer Regressionsanalyse die Körperbreite in Abhängigkeit von der Körperlänge errechnet. Bei allen Gleichungen wurde der Schnittpunkt 0 (Länge = 0 cm, Körperbreite = 0 mm) erzwungen.

Die Fische stammten überwiegend aus der Bina. Ausgenommen davon sind die Bachforellen (nur eine aus der Bina) und die Koppen, die aus dem Saußbach stammten.

Art	Körperbreite kb [mm]	Bestimmtheitsmaß R^2	Anzahl n	Vermessene Körperlängen [cm]
Aitel	kb [mm] = 1,1142 * kl [cm]	0,94	106	5 – 44
Barbe	kb [mm] = 1,1238 * kl [cm]	0,99	16	16 – 55
Bachforelle	kb [mm] = 1,0178 * kl [cm]	0,96	64	11 – 31
Gründling	kb [mm] = 0,9871 * kl [cm]	0,90	29	7 – 15
Hecht	kb [mm] = 0,7915 * kl [cm]	0,92	11	36 – 68
Koppe	kb [mm] = 1,6866 * kl [cm]	0,69	21	5 – 12
Laube	kb [mm] = 0,7496 * kl [cm]	0,85	14	5 – 16
Nase	kb [mm] = 1,0080 * kl [cm]	0,86	28	19 – 49
Rotaugen	kb [mm] = 1,0071 * kl [cm]	0,96	19	5 – 22
Rußnase	kb [mm] = 0,8197 * kl [cm]	0,89	5	12 – 28
Schmerle	kb [mm] = 0,8730 * kl [cm]	0,81	28	5 – 10
Schneider	kb [mm] = 0,8843 * kl [cm]	0,42	25	7 – 13

Tab. 77: Körperbreite ausgewählter Fischarten in Abhängigkeit von der Körperlänge

Bei den Arten Hecht, Laube und Rußnase wurden weniger als 15 Individuen vermessen. Bei den Schneidern ist auf das relativ geringe Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,42$ hinzuweisen.

Aus den in den Kapiteln 4.1.1.10 und oben erhobenen und berechneten Daten kann die Passierbarkeit der Rechenanlagen für einzelne Fischarten anhand der Körperlänge und Rechenweite abgeschätzt werden.

Die Berechnung erfolgte für 12 mm (kleinster gemessener Abstand), 20 mm, 25 mm (Median) und 150 mm Rechen (Maximum).

Berechnete Länge	Lichte Weite des Rechens [mm]			
	12	20	25	150
Aitel [cm]	11	18	22	<i>135</i>
Barbe [cm]	11	18	22	<i>133</i>
Bachforelle [cm]	12	20	25	<i>147</i>
Gründling [cm]	12	20	<i>25</i>	<i>152</i>
Hecht [cm]	15	25	32	<i>190</i>
Koppe [cm]	7	12	14	<i>89</i>
Laube [cm]	16	<i>27</i>	<i>33</i>	<i>200</i>
Nase [cm]	12	20	25	<i>149</i>
Rotaugen [cm]	12	20	25	<i>149</i>
Rußnase [cm]	15	24	30	<i>183</i>
Schmerle [cm]	14	<i>23</i>	<i>29</i>	<i>172</i>
Schneider [cm]	14	<i>23</i>	<i>28</i>	<i>170</i>

Tab. 78: Berechnete maximal mögliche Fischlänge bei der Rechenpassage ausgewählter Stababstände, kursive Zahlen: berechnete Länge > maximale Körperlänge nach MUUS & DAHLSTRÖM (1968)

In Tab. 78 wurden die maximal möglichen Körperlängen ermittelt, nach denen die Arten nach den oben beschriebenen Regressionsgleichungen durch den Zwischenraum der Stäbe passen. Die errechnete Körperbreite entspricht hierbei den angegebenen lichten Stabweiten. Die in Tab. 78 kursiv aufgeführten Körperlängen übersteigen die in MUUS & DAHLSTRÖM (1968) aufgeführten maximalen Körperlängen der jeweiligen Art.

4.4 Fischeaufstieg an ausgewählten Wanderhilfen

4.4.1 Winklmühle, Kleine Laber

Nach einer Erhebung des WWA DEGGENDORF (1999) war die Besiedelung des Umgehungsbaehes mit Makrozoobenthos bis Juli 1997 weitgehend abgeschlossen, wobei sie weitgehend vergleichbaren Strecken im Bereich der Kleinen Laber entspricht.

Bei einer einmaligen Messung des Abflusses im Unterlauf der Wanderhilfe wurden $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$ errechnet. Ein kleiner Bach (geschätzter Abfluß wenige Liter bei MNQ) mündet etwa auf der Hälfte des Umgehungsbaehes.

Im Umgehungsbaeh müssen die Fische eine Stelle an einer Wurzel überwinden, an der die Strömungsgeschwindigkeit grundnah mindestens $0,6 \text{ m/s}$ beträgt. Im freien Stromstrich wurden zwischen $0,2 - 1,2 \text{ m/s}$ gemessen. Die Lockströmung betrug bei mehreren Messungen $0,8 - 0,9 \text{ m/s}$, der Hauptarm kam auf $0,9 - 1,2 \text{ m/s}$. Kritische Stellen hinsichtlich des Schwimmvermögens der Fische gibt es in diesem Baeh an keiner Stelle.

An der Meßstelle Bruckmühle (oberhalb der Mündung in die Große Laber) wurden im Rahmen des TGA-Meßprogrammes (TGA-DATEN 2001) im Untersuchungszeitraum pH-Werte zwischen 8,0 und 8,4 festgestellt. Die Leitfähigkeit lag zwischen 395 und $680 \mu\text{s}/\text{cm}$. Der BSB₅-Wert wurde zwischen 1,4 und $5,9 \text{ mg/l}$ gemessen.

4.4.1.1 Erfassung des Artenspektrums

Die Erfassung des Artenspektrums an der Winklmühle erfolgte mittels Elektrobefischung am 05.11.99. Die befischte Strecke war insgesamt $1,4 \text{ km}$ lang. Die Befischung erfolgte aufwärts watend bei geringer Sichttiefe des Wassers.

Art	Unterwasser (~ 0,2 ha)	Ehem. Triebwerksauslauf (~ 0,05 ha)	Ehem. Ausleitung (~ 0,03 ha)	Wanderhilfe (~ 0,1 ha)	Staubereich (~ 0,4 ha)
Aal					1
Bachforelle	16	2		17	
Regenbogenforelle	1				
Aitel	26	57		~100	~ 120
Brachse		1			
Giebel					5
Gründling	15	>> 50		36	
Hasel	13	37		~120	~ 100
Karpfen	3	3	3		14
Laube	16	>>50		20	~50
Rotauge	1	47		1	
Rotfeder					7
Schleie		1			8
Schmerle	2	>>50		17	
Barsch		5			3
Zander		1			
Dreist. Stichling		>>50		1	
Hecht					1

Tab. 79: Ergebnis der Elektrofischung im Bereich der Winklmühle, ~: geschätzt, nur Fische \geq 4 cm erfaßt

Für die Arten Aitel und Hasel konnte die Anzahl im Staubereich und in der Wanderhilfe, für die Art Laube im Staubereich lediglich geschätzt werden. In dem kleinen Bereich des ehemaligen Triebwerksauslaufes war dies aufgrund der hohen Anzahl für die Arten Gründling, Laube, Schmerle und Stichling nur grob möglich. Außerdem konnte in diesem Bereich Aitel-, Hasel-, Lauben-, Gründlings-, und Stichlingsbrut nachgewiesen werden, davon Gründlings-, Aitel- und Haselbrut auch in der Wanderhilfe. Der Bereich der ehemaligen Ausleitungsstrecke erwies sich wegen des dichten Uferbewuchses als schwierig zu befischen und konnte nicht lückenlos erhoben werden. In diesem Bereich wurden nur drei Karpfen (38 – 44 cm) erfaßt.

Nicht nachgewiesen werden konnten die Arten Barbe und Nase, die entsprechend dem potentiell natürlichen Artenspektrum noch zu erwarten gewesen wären. Barben und Nasen werden in diesem Gewässerabschnitt nach Angaben des Fischereiberechtigten allerdings nur selten mit der Angel gefangen. Sowohl aufgrund der zahlreichen Cypriniden als auch der Wassertemperaturen ist hier von einer Barbenregion auszugehen. Es zeigen sich aber anhand der Forellen und Elritzen bereits ein Übergang zur Forellenregion.

Die in der Wanderhilfe gefangenen Bachforellen wiesen eine Länge von 10 bis 45 cm auf. Bei den Aiteln reichte das Längenspektrum von Brutfischen bis zu Fischen mit 35 cm. Hasel waren von Brutfischgröße bis zu Tieren mit 22 cm zu finden. Bei den Gründlingen wurden alle Größen von Brutfischen bis zu Tieren mit 18 cm gefangen. Das Rotauge maß 13 cm, der Stichling 5 cm. Die Schmerlen waren 5 bis 9 cm lang.

Die Anzahl von Schmerlen und Gründlingen in der Wanderhilfe dürfte aufgrund der teils stark überwachsenen Ufer unterschätzt worden sein.

Bei einer zweiten Befischung der Wanderhilfe im September 2001 wurde trotz eines vorhergehenden Fischsterbens in der Kleinen Laber ein ähnliches Befischungsergebnis erzielt. Es wurden lediglich zusätzlich etwa 20 dreistachlige Stichlinge sowie zwei Blaubandbärblinge im Umgebungsbach festgestellt.

4.4.1.2 Aufstieg

Die Reusen wurden morgens gegen 7 Uhr von den Mitgliedern des Fischereivereines Mallersdorf geleert, so daß relativ konstante 24-Stunden-Intervalle eingehalten wurden. Teilweise wurden noch abends zusätzliche Leerungen (ungefähr 19 Uhr) durchgeführt.

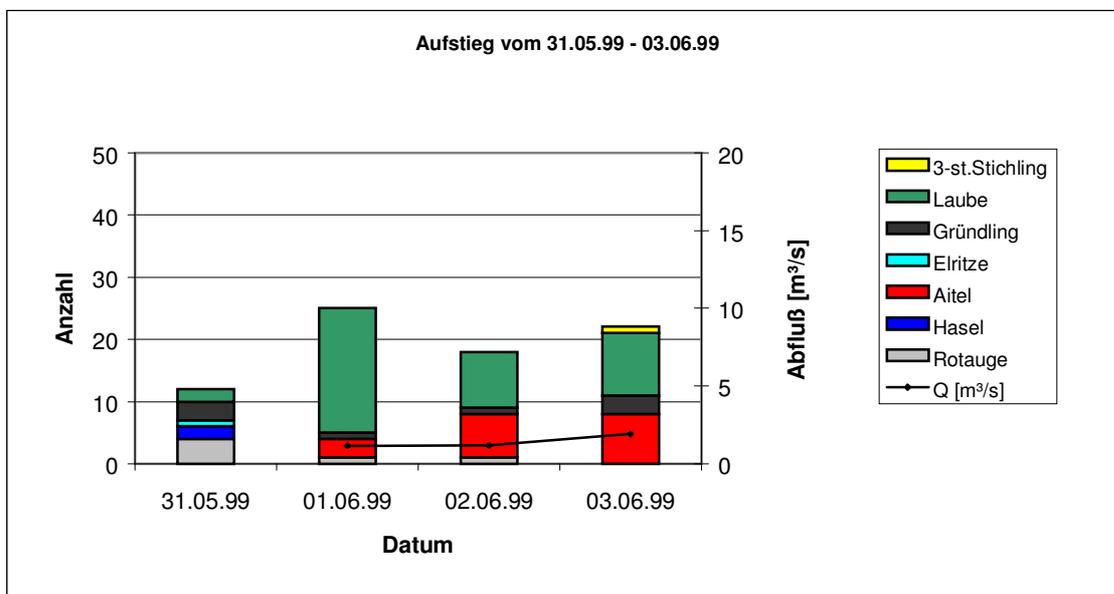


Abb. 77: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Winklmühle im Zeitraum 31.05.99 – 03.06.99, Abfluß [m³/s]

Die Länge der aufgestiegenen Lauben an vier Tagen reichte von 11 – 20 cm, die der Gründlinge von kleiner 10 bis 15 cm, die der Aitel von 11 bis 50 cm und die der Hasel 11 bis 20 cm. Die Rotaugen, die Elritze und der dreistachlige Stichling waren maximal 10 cm. Nach dem 03.06.99 mußte die Untersuchung wegen zu hohem Abfluß und Treibgut abgebrochen werden.

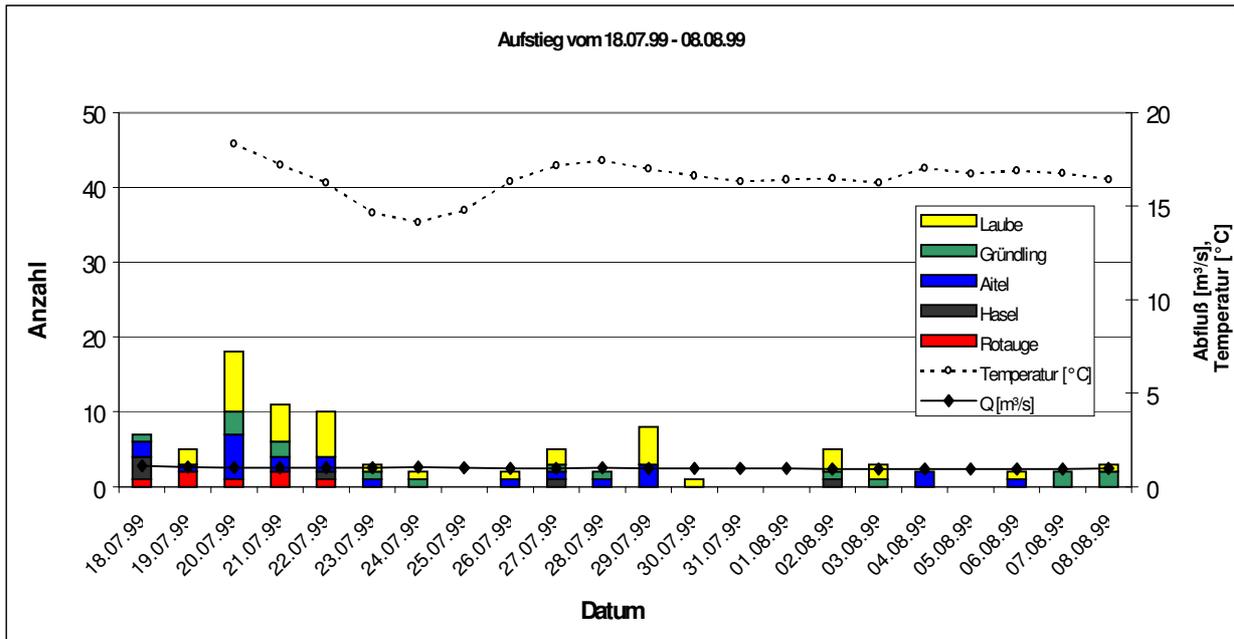


Abb. 78: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Winklmühle im Zeitraum 18.07.99 – 08.08.99, Abfluß [m³/s] Pegel Grafentraubach, Temperatur [°C] im Unterlauf der Wanderhilfe

In der Netzreuse wurden an 22 Tagen sieben Rotaugen, 39 Lauben und 16 Gründlinge bis zu einer Länge von 20 cm, sowie 23 Aitel zwischen 11 und 50 cm, sechs Hasel zwischen 11 und 20 cm gefangen. Häufungen von Größenklassen einzelner Fischarten ergaben sich nicht.

An drei Tagen wurde die Kontrolle der Reuse morgens und abends (je ca. 7 und 19 Uhr) durchgeführt (siehe Tab. 80).

Art	Aufstieg	
	Während der Nacht	Während des Tages
Aitel	6	5
Gründling	5	0
Hasel	1	0
Laube	11	7
Rotauga	3	1

Tab. 80: Aufstieg über drei Nächte mit Dämmerung und Tage am Umgehungsbach Winklmühle, Juli 1999

Vergleich der Temperaturen der Wanderhilfe mit denen der alten Ausleitungsstrecke

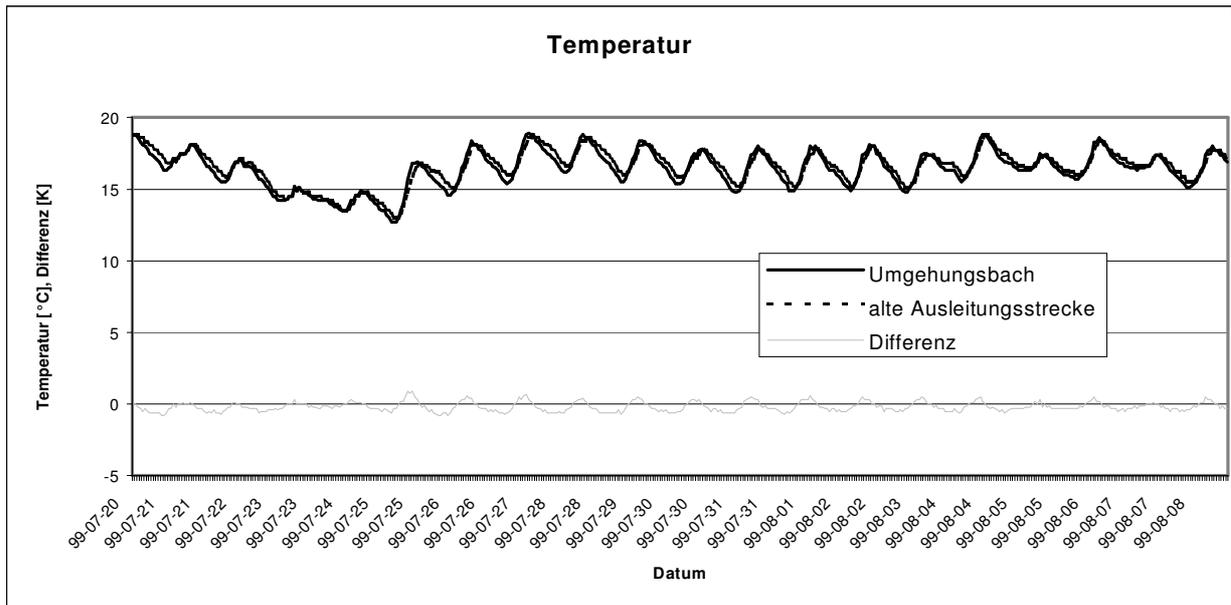


Abb. 79: Temperatur [°C], Temperaturdifferenz [K] Umgehungsbach / alte Ausleitungsstrecke, Winklmühle, Zeitraum 20.07.99 – 08.08.99

Die Wanderhilfe erwärmte sich im Laufe des Tages stärker als der Staubereich mit der alten Ausleitungsstrecke, in der Nacht trat der umgekehrte Effekt ein. Die Wanderhilfe war um bis 0,8 K kälter bzw. 0,9 K wärmer als die alte Ausleitungsstrecke.

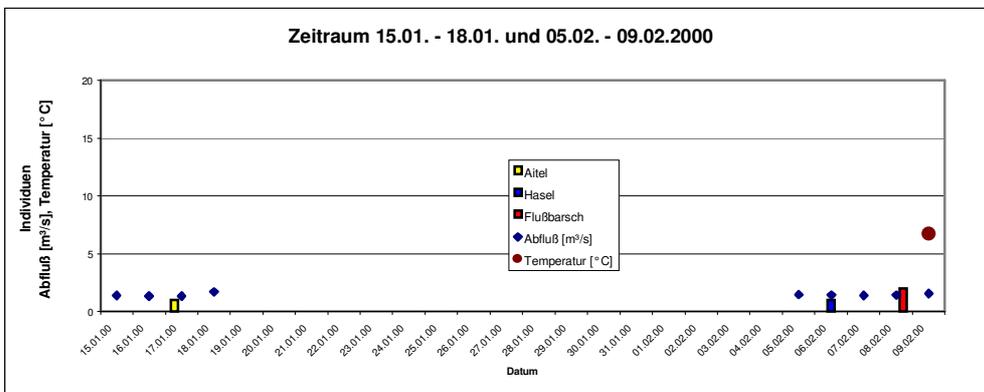


Abb. 80: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Winklmühle im Zeitraum 15.01.00 – 18.01.00 und 05.02. – 09.02.2000, Abfluß [m³/s], Temperatur [°C], Tage ohne Temperatur: keine Untersuchung

In der Untersuchungsperiode Januar / Februar 2000 mußte die Reuse am 18.01.2000 wegen ansteigenden Abflußmengen, verbunden mit einer höheren Treibgutdrift, entnommen werden. Die Reuse konnte erst wieder ab 05.02.2000 geleert werden.

Die aufsteigenden Fische waren ein Aitel (32 cm), ein Hasel (9 cm) und zwei Flußbarsche (ca. 5 cm).

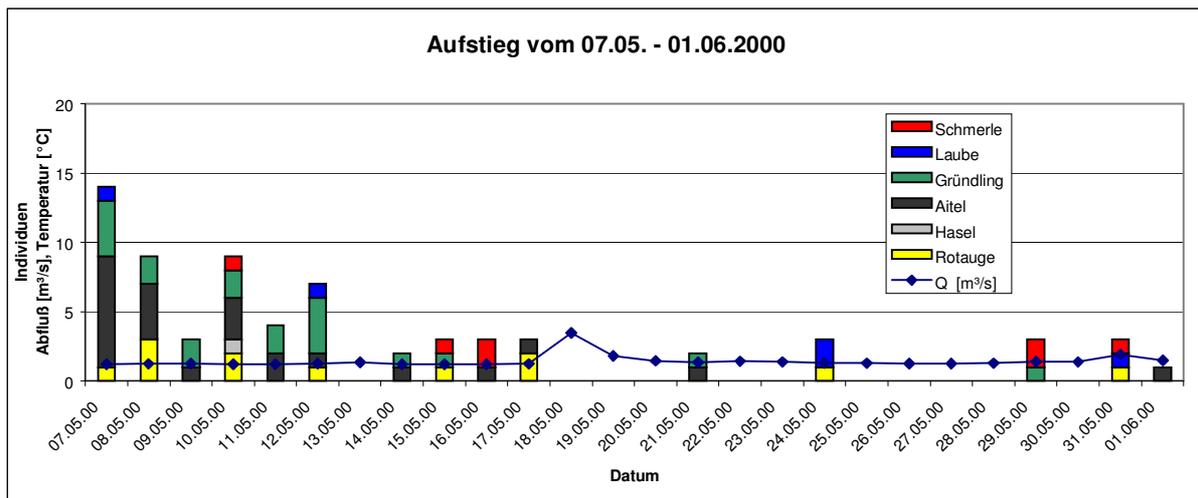


Abb. 81: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Winklmühle im Zeitraum 07.05.00 – 01.06.00, Abfluß [m³/s], Temperatur [°C]

In dieser Zeit stiegen 12 Rotaugen (11 – 20 cm), ein Hasel (16 – 20 cm), 24 Aitel (16 – 20 cm), 20 Gründlinge (- 20 cm), fünf Lauben (- 20 cm) und sieben Schmerlen (bis 15 cm) über die Wanderhilfe auf.

4.4.2 Eitting, Kleine Laber

Eine einmalige Untersuchung des Abflusses in der Ausleitungsstrecke ergab ca. 0,19 m³/s Restwasserabfluß.

Die Strömung in der Wanderhilfe betrug im Stromstrich bei Einzelmessungen zwischen 0,5 und 1,1 m/s. Als kritischer Punkt erwies sich die Mündung der Wanderhilfe in die Ausleitungsstrecke. Hier wurden auf einem Absturz grundnah jeweils Strömungsgeschwindigkeiten von mindestens 1,1 m/s gemessen. Die Ausleitungsstrecke selbst weist eine naturnahe Gewässermorphologie ohne Wanderhindernisse auf. Die Lockströmung der Ausleitungsstrecke am Zusammentreffen mit dem Triebwerksauslauf betrug vor der Installation von Holzbalken zur Erhöhung der Lockströmung an diesen Tagen 0,5 m/s im Stromstrich, danach 0,7 – 0,8 m/s. Im Unterwasser des Triebwerks wurden an dieser Stelle 0,8 – 1,2 m/s im Stromstrich gemessen.

4.4.2.1 Erfassung des Artenspektrums

Die Kleine Laber wurde im Bereich von Eitting aufwärts watend befischt. Leicht getrübbtes Wasser erschwerte die Befischung etwas.

	Unterlauf (~ 0,4 ha)	Triebwerks- auslauf (~ 0,1 ha)	Ausleitung (~ 0,2 ha)	Oberwasser (~ 0,2 ha)	Wanderhilfe (~ 0,03 ha)
Aal	1		1	2	
Aitel	18	5	33	3	2
Bachforelle			1		
Barbe	23	2	11		8
Gründling	2		20	5	
Hasel	19	6	61	9	1
Hecht	1		1	5	
Karpfen			1	3	
Laube	5	1	18	8	
Nase	12	4	1		
Regenbogenforelle		1			
Rotauge	3			16	
Rutte		1	4	1	1
Schleie				2	
Schmerle					2

Tab. 81: Ergebnis der Elektrofischung am 22.10.99 im Bereich des Kraftwerks Eitting, nur Fische ≥ 4 cm erfaßt

In der Ausleitungsstrecke unterhalb der Wanderhilfe konnte Hasel-, Aitel-, Schmerlen-, Gründlings- und Barbenbrut nachgewiesen werden.

Die in der Wanderhilfen gefundenen Aitel waren beide 25 cm, die Schmerlen 12 cm, der Hasel 20 und die Rutte 12 cm lang. Die Barben wiesen Längen zwischen 12 und 20 cm auf. Eine Kontrollbefischung der Wanderhilfe im September 2000 ergab ein ähnliches Bild.

Eventuell wurde der Bestand der Wanderhilfe bei der elektrischen Abfischung etwas unterschätzt, da die Ufer stark mit Gras eingewachsen waren.

4.4.2.2 Aufstieg

Die Reusen wurden vormittags zwischen 8 und 10 Uhr so von den Mitgliedern des Fischereivereines Anglerfreunde Laberweinting e.V. geleert, daß relativ konstante 24-Stunden-Intervalle eingehalten wurden. Teilweise wurden noch abends zusätzliche Leerungen (ungefähr 20 Uhr) durchgeführt.

Versuchsjahr 1999

In den Vorversuchen der Reusenkontrolle wurden je ein Aal, ein Karpfen, ein Hecht und vier Ruten in der Reuse gefangen. Ihr Aufstieg kann jedoch nicht als gesichert angesehen werden, da zu dieser Zeit Hochwasserabfluß herrschte und die Netzflügel von Treibgut verstopft und angehoben wurden. Dieses Problem wurde durch den unter 4.4.2 beschriebenen Stahlrahmen gelöst.

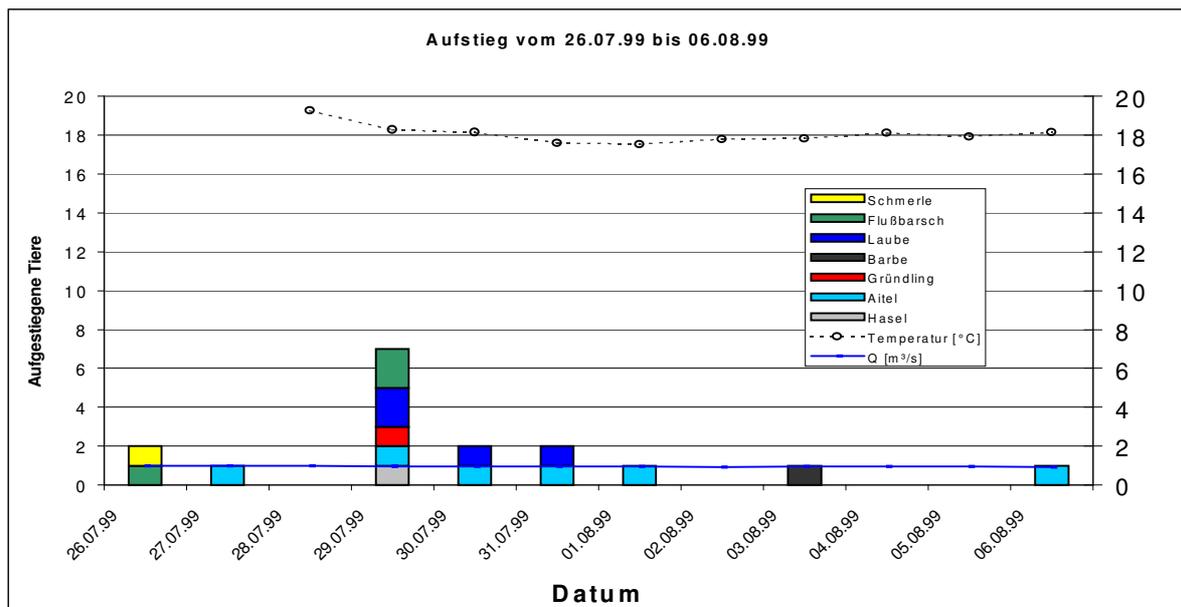


Abb. 82: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Eitting im Zeitraum 26.07.99 – 06.08.99, Abfluß [m³/s] am Pegel Grafentraubach, Tagesmittel [°C] im Unterlauf der Ausleitungsstrecke

Die in der Reuse erfaßten Aitel waren zwischen 9 und 36 cm, die Lauben zwischen 10 und 12 cm, Barsche zwischen 6 und 16 cm, die Barbe 8 cm, die Schmerle 13 cm, der Gründling 10 cm und der Hasel 22 cm lang.

Der Ausbauzufluß der Wasserkraftanlage und die Restwassermenge wurden in dieser Untersuchungsperiode nie überschritten, das heißt, daß nur der festgelegte Abfluß über die Wanderhilfe und Ausleitungsstrecke abfloß.

Versuchsjahr 2000

Zwischen den ersten beiden Untersuchungsperioden mußte die Kontrolle wegen erhöhtem Abfluß sowie Treibgut ausgesetzt werden, eine zweite Unterbrechung wurde wegen der Sanierung der Reuse nach Beschädigung notwendig.

Art	Anzahl	Länge [cm]
Aal	1	31 – 35
Barbe	6	<10 – 70
Frauennerfling	1	16 – 20
Hasel	18	11 – 35
Karpfen	4	16 – 30
Nase	2	<10
Rotauge	16	11 – 30
Schleie	1	11 – 15
Flußbarsch	6	<10 – 25
Stichling	4	<10
Hecht	1	41 – 50
Rutte	11	16 – 50

Tab. 82: Aufstieg der Fischarten unter 20 Individuen in der Wanderhilfe Eitting im Versuchsjahr 2000 (18.04.00 – 19.05.00; 01.06.00 – 11.06.00; 23.07.00 – 14.08.00)

Rotaugen wurden vor allem von Mitte April bis Anfang Mai in der Reuse gefangen. Sechs Rutten stiegen vom 30.07. – 03.08.00 über die Wanderhilfe auf.

Für den Sommer 2000 werden diejenigen Arten, von denen mindestens 20 Tiere über die Wanderhilfe aufgestiegen sind, in Einzeldiagrammen dargestellt.

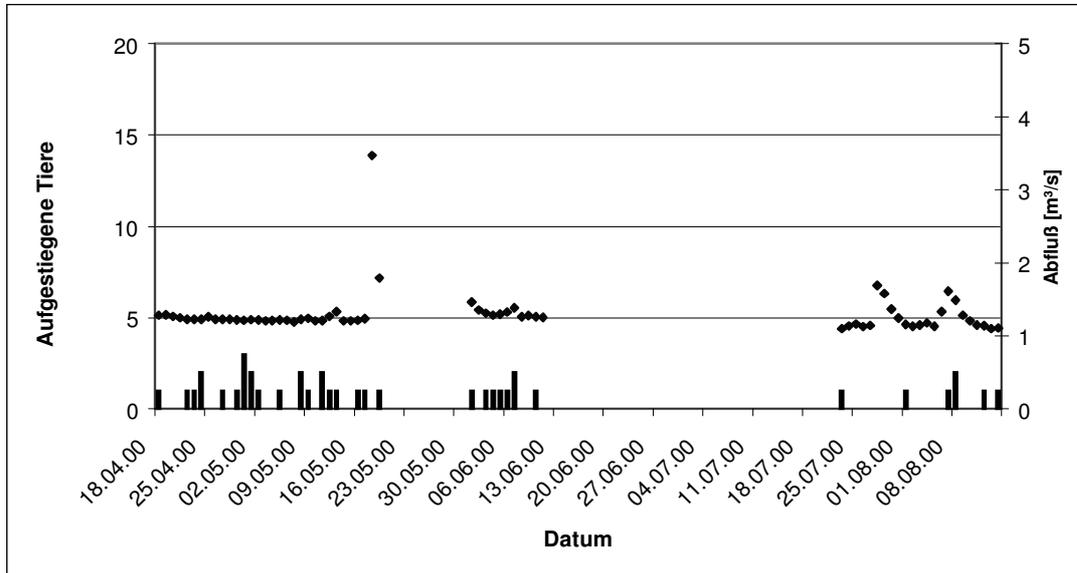


Abb. 83: Aufgestiegene Aitel in der Wanderhilfe Eitting, Versuchsjahr 2000 (18.04.00 – 19.05.00; 01.06.00 – 11.06.00; 23.07.00 – 14.08.00), Abfluß am Pegel Grafentraubach, Tage ohne Abfluß: keine Untersuchung

Die Länge der Aitel reichte von < 10 cm bis 40 cm.

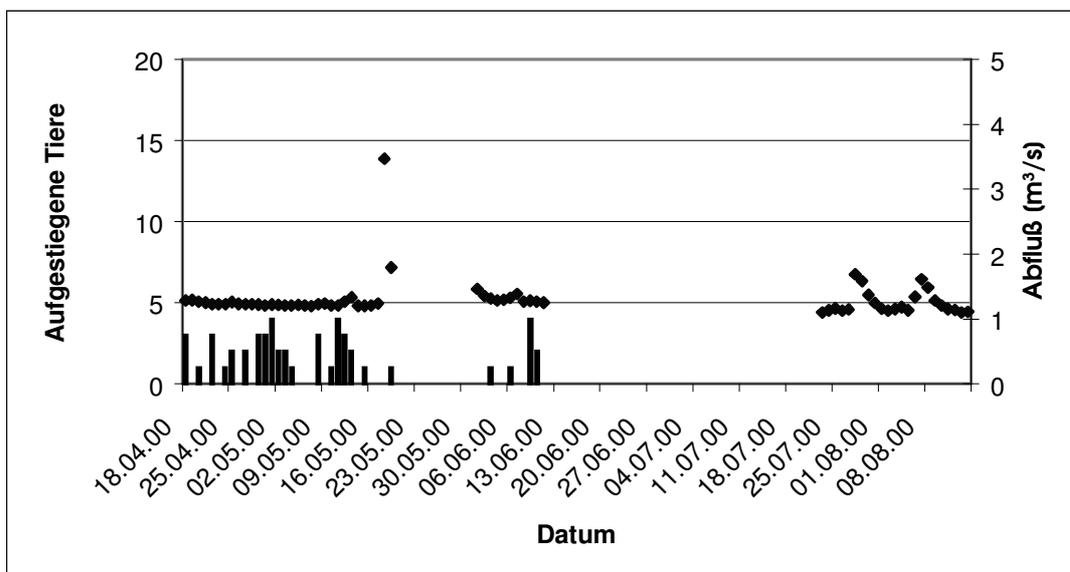


Abb. 84: Aufgestiegene Gründlinge in der Wanderhilfe Eitting, Versuchsjahr 2000 (18.04.00 – 19.05.00; 01.06.00 – 11.06.00; 23.07.00 – 14.08.00), Abfluß am Pegel Grafentraubach, Tage ohne Abfluß: keine Untersuchung

Die Gründlinge wiesen eine Länge von < 10 cm bis zu 15 cm auf.

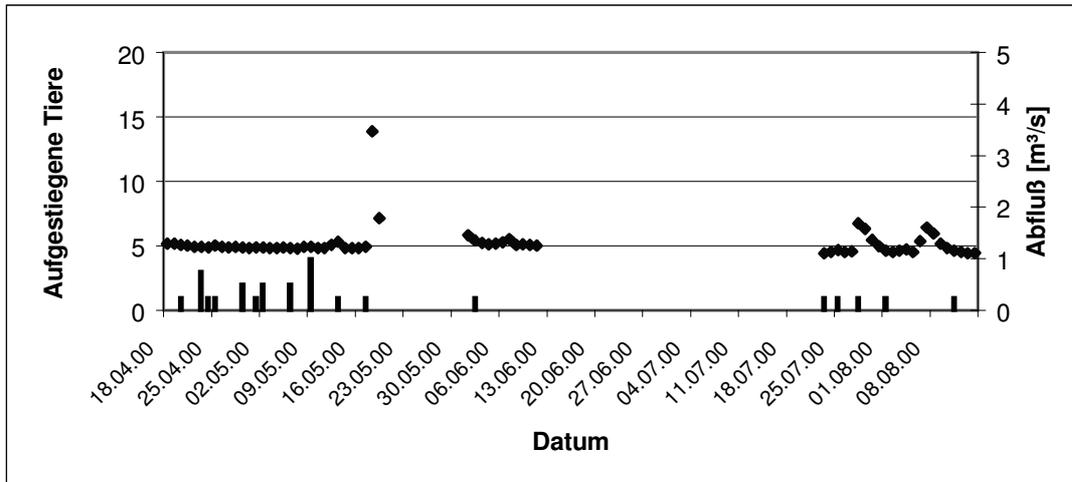


Abb. 85: Aufgestiegene Lauben in der Wanderhilfe Eitting, Versuchsjahr 2000 (18.04.00 – 19.05.00; 01.06.00 – 11.06.00; 23.07.00 – 14.08.00), Abfluß am Pegel Grafentraubach, Tage ohne Abfluß: keine Untersuchung

Die Lauben waren von < 10 cm bis zu 20 cm lang.

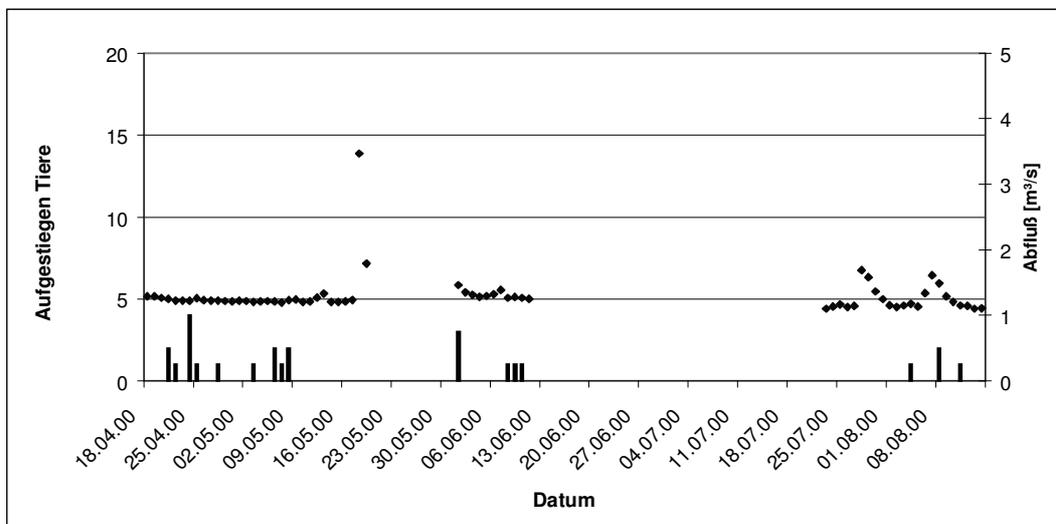


Abb. 86: Aufgestiegene Schmerlen in der Wanderhilfe Eitting, Versuchsjahr 2000 (18.04.00 – 19.05.00; 01.06.00 – 11.06.00; 23.07.00 – 14.08.00), Abfluß am Pegel Grafentraubach, Tage ohne Abfluß: keine Untersuchung

Die Schmerlen wiesen eine Größe von < 10 cm bis maximal 15 cm auf.

Eine Abhängigkeit des Aufstieges von höheren Abflüssen in der Ausleitungsstrecke (Überschreitung des Ausbauzuflusses des Kraftwerkes) konnte bei keiner Fischart festgestellt werden.

Vergleich der Temperaturen der Wanderhilfe mit denen des Triebwerksauslaufes

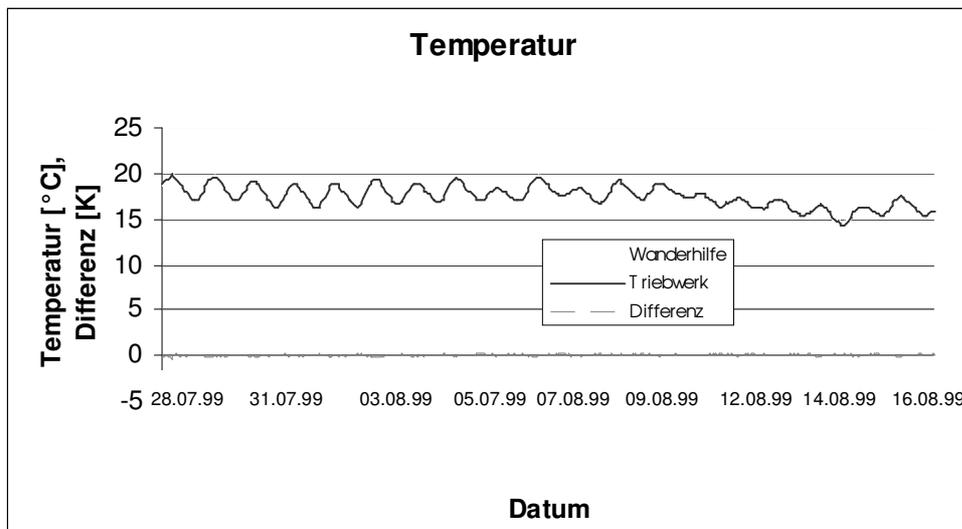


Abb. 87: Temperatur [°C], Temperaturdifferenz [K] Ausleitungsstrecke / Kraftwerksauslauf, Eitting, Zeitraum 28.07.99 – 16.08.99

Zwischen der Wanderhilfe bzw. der Ausleitungsstrecke und dem Triebwerksauslauf konnten nur minimale Unterschiede von höchstens 0,4 K festgestellt werden.

4.4.3 Linden, Saußbach

Die Wanderhilfe kann den festgelegten Restwasserabfluß nicht aufnehmen. Zusätzlich wurden während der Versuchsphase über ein Dammbalkenwehr noch einige zehn Liter Wasser / Sekunde abgegeben.

Der Umgehungsbach wies bei allen Untersuchungen (~MNQ) vor allem in der unteren Hälfte hohe Strömungsgeschwindigkeiten auf. Die Strömungsgeschwindigkeiten in der freien Welle betragen dort mindestens 2,0 m/s. Selbst grundnah bzw. in Lücken zwischen den Wasserbausteinen lagen die Strömungsgeschwindigkeiten auf einer Länge von ca. 2 m bei $v \geq 1,1$ m/s. Dieser besonders problematische Bereich war knapp oberhalb der Mündung der Wanderhilfe. Die Lockströmung der Wanderhilfe betrug in etwa 2,0 m/s in der freien Welle. In einem Meter Entfernung wurden noch 1,6 m/s gemessen. Die Ableitung der Wanderhilfe erfolgt im Oberwasser linksseitig auf der strömungsabgewandten Seite.

Die Ausleitungsstrecke entsprach in ihrem Charakter einem Mittelgebirgsbach. Ein Absturz über Felsbrocken im unteren Bereich der Ausleitungsstrecke, vermutlich durch die Bauarbeiten am Kraftwerk entstanden, wurde als noch frei durchwanderbar beurteilt. Die Lockströmung am Zusammenfluß von Ausleitungsstrecke und Kraftwerksauslauf betrug jeweils 0,6 – 0,7 m/s in der freien Welle, analog hierzu die Strömung aus dem Kraftwerksauslauf ca. 0,8 – 1,2 m/s. Der Abfluß der Ausleitungsstrecke stammte fast ausschließlich aus der Wanderhilfe. Über ein Dammbalkenwehr wurde nur eine geringe Wassermenge in die Ausleitungsstrecke abgegeben. Diese Anlage neigte

außerdem zur Verkläuerung, worauf die Wassermenge noch reduziert wurde. Eine einmalige Untersuchung des Abflusses in der Ausleitungsstrecke ergab etwa 0,4 m³/s Restwasserabfluß.

Im Rahmen des TGA-Meßprogrammes (TGA-DATEN 2001) ergaben sich im Untersuchungszeitraum pH-Werte zwischen 6,6 und 7,1. Die Leitfähigkeit wurde zwischen 41 und 61 µs/cm gemessen. Die BSB₅-Werte lagen zwischen 1,2 und 2,1 mg/l.

4.4.3.1 Erfassung des Artenspektrums

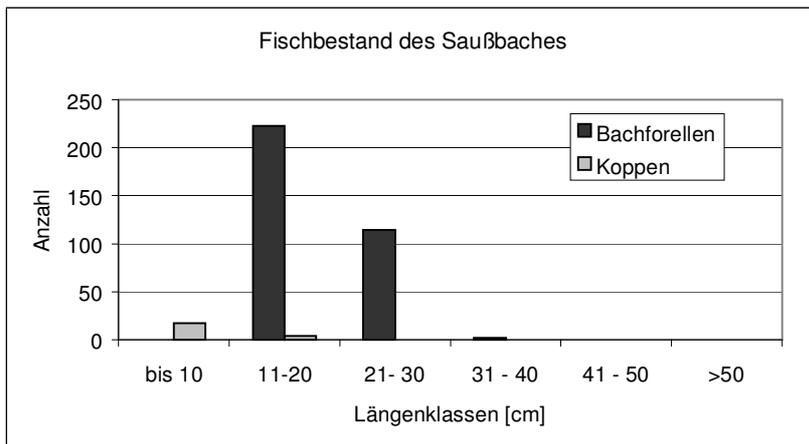


Abb. 88: Fischbestand des Saußbaches bei Linden

Zusätzlich zu dem in Abb. 88 aufgeführten Fischbestand wurde in der Ausleitungsstrecke Forellenbrut mit einer Länge von ca. 5 cm nachgewiesen. Außerdem wurden in der Strecke unterhalb des Zusammenlaufes von Kraftwerksauslauf und Ausleitungsstrecke während der Befischung noch zwei Regenbogenforellen mit ca. 20 – 25 cm gesichtet.

Die Wanderhilfe war aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeiten, vor allem im Unterlauf, schwierig zu befischen. Hier konnten nur zwei Bachforellen mit 20 – 25 cm Länge nachgewiesen werden.

4.4.3.2 Aufstieg

Die Reusen wurden vormittags zwischen 7 und 9 Uhr so von den Mitgliedern des Bezirksfischereivereines Wolfstein e.V. geleert, daß relativ konstante 24-Stunden-Intervalle eingehalten wurden. Teilweise wurden noch abends zusätzliche Leerungen (ungefähr 19 Uhr) durchgeführt.

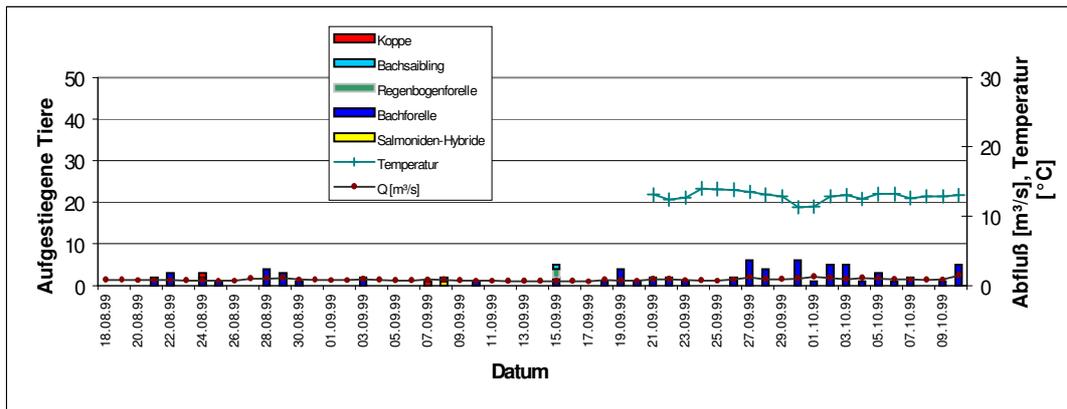


Abb. 89: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Linden im Zeitraum 18.08.99 – 10.10.99, Abfluß [m^3/s] am Pegel Linden, Tagesmittel [$^{\circ}C$] der Ausleitungsstrecke

In diesem Zeitraum (54 Tage) wurden 75 Bachforellen, zwei Regenbogenforellen, ein Bachsaibling, ein Salmoniden-Hybride (vermutlich Tigerfisch) und zwei Koppfen in der Netzreue gefangen. Der Bachsaibling und der Salmonidenhybride waren knapp über 20 cm lang. Genauso groß war eine Regenbogenforelle, die andere lag knapp über 30 cm. Die beiden Koppfen waren kleiner als 10 cm. 20 Bachforellen wurden zwischen 16 und 20 cm, 34 zwischen 21 – 25 cm, 15 zwischen 26 – 30 cm, vier zwischen 31 und 35 und eine knapp unter 40 cm gemessen. Eine Bachforelle war kleiner 10 cm. Bis zum 07.09.99 konnten in der Wanderhilfe nur Bachforellen bis zu einer maximalen Körperlänge von 30 cm nachgewiesen werden.

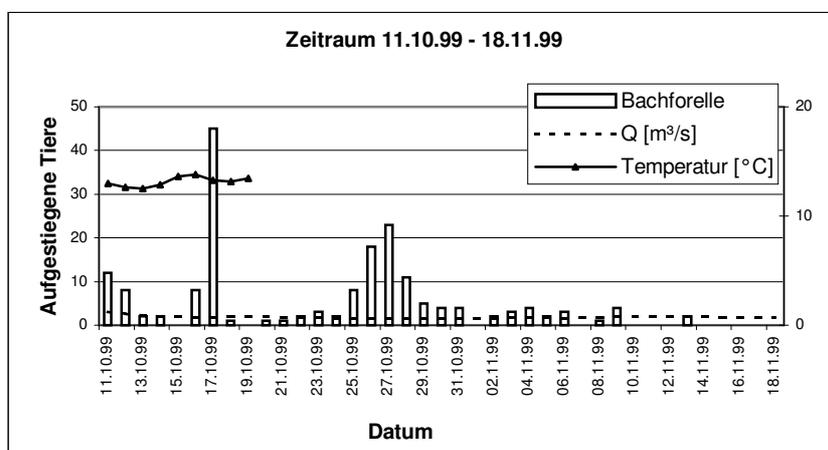


Abb. 90: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Linden im Zeitraum 11.10.99 – 18.11.99, Abfluß Q [m^3/s] am Pegel Linden und Tagesmittel der Ausleitungsstrecke [$^{\circ}C$]

In diesem Zeitraum (39 Tage) wurden 186 Bachforellen gefangen. Sie zeigten folgende Längenverteilung: je eine bis 10 cm, 11 – 15 cm, 31 – 35 cm und 36 – 40 cm. 40 Tiere stammten aus der Klasse 16 – 20 cm, 100 aus 21 – 25 cm und 42 aus der nächst größeren. Andere Fischarten konnten nicht nachgewiesen werden. Von den 45 Bachforellen, die am 17.10.99 erfaßt wurden, waren 22 16 – 20 cm, 16 21 – 25 cm und sieben 26 – 30 cm lang. Nach dem 18.11.99 mußte die Reusenkontrolle wegen Treibgut und gefrierender Wasseroberfläche eingestellt werden.

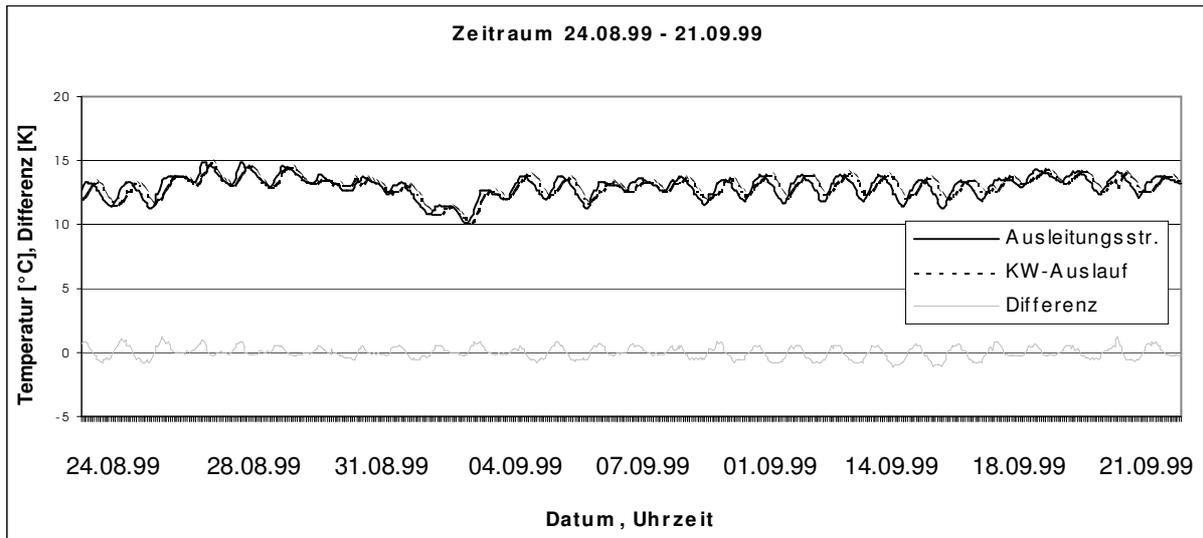


Abb. 91: Temperatur [°C], Temperaturdifferenz [K] Ausleitungsstrecke / Kraftwerksauslauf, Linden, Zeitraum 24.08.99 – 21.09.99

Beim Vergleich dieses Untersuchungszeitraumes war die Ausleitungsstrecke während des Tages bis zu 1,3 K wärmer als der Kraftwerksauslauf, in der Nacht konnte dieser bis zu 1,1 K wärmer sein. Die niedrigste Temperatur im Untersuchungszeitraum in der Ausleitungsstrecke lag bei 10,1 °C, die höchste bei 14,8 °C.

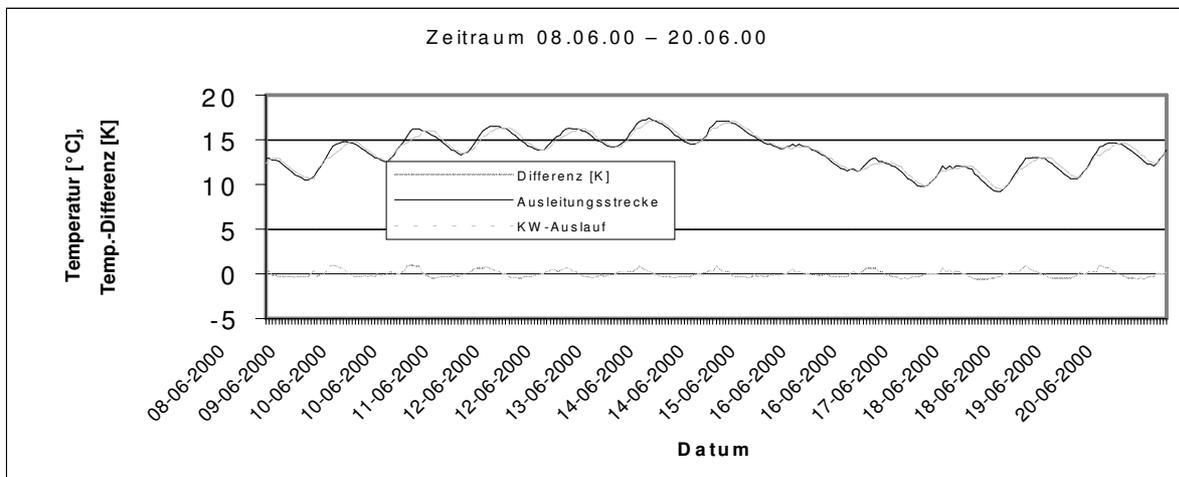


Abb. 92: Temperatur [°C], Temperaturdifferenz [K] Ausleitungsstrecke / Kraftwerksauslauf, Linden, Zeitraum 08.06.00 – 20.06.00

Bei der Messung der Temperaturen wurde in der Ausleitungsstrecke ein Maximum von 17,2 °C gemessen. Die Temperatur im Kraftwerksauslauf war maximal so hoch wie in der Ausleitungsstrecke, in der Regel aber etwas niedriger. Die Erwärmung im Triebwerkskanal erfolgte leicht zeitverzögert im Vergleich zur Ausleitungsstrecke. Die Ausleitungsstrecke war zeitgleich während des Tages um bis zu 1,0 K wärmer als der Kraftwerksauslauf, in der Nacht war die Situation umgekehrt bei Unterschieden bis 0,6 K.

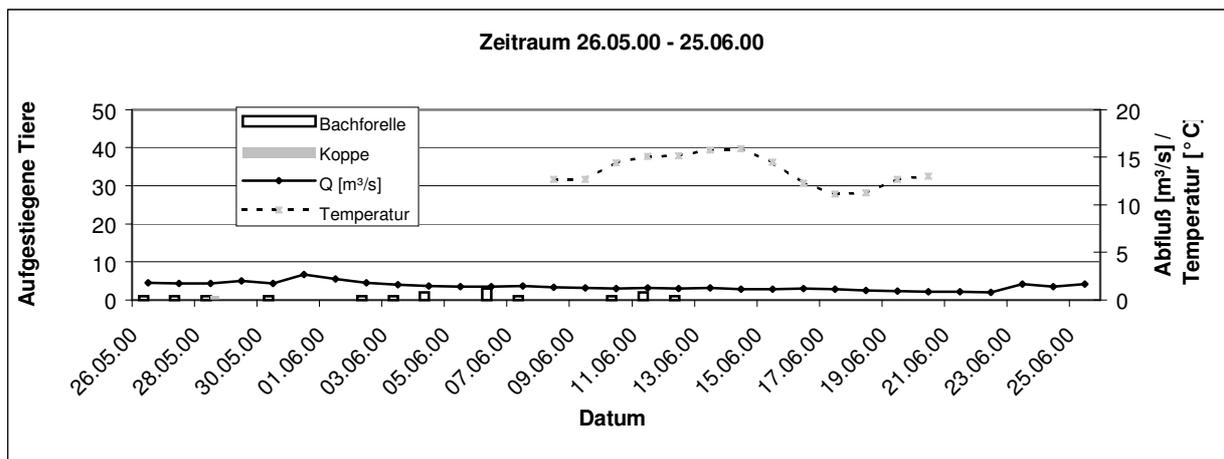


Abb. 93: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Linden im Zeitraum 26.05.00 – 25.06.00, Abfluß Q [m³/s] und Tagesmittel der Ausleitungsstrecke [°C]

In diesem Zeitraum (31 Tage) wurden eine Koppe und 16 Bachforellen gefangen. Fünf Forellen lagen zwischen 10 – 15 cm, neun zwischen 16 – 20 cm, und je eine zwischen 21 – 25 cm und 26 – 30 cm. Vom 09.06. bis zum 18.06.2000 wurde die Reuse je morgens (8⁰⁰ – 10⁰⁰ Uhr) und abends (18⁰⁰ – 20⁰⁰ Uhr) geleert. Drei Bachforellen stiegen in der Nacht auf, eine schwamm tagsüber in die Reuse.

4.4.4 Hals, Ilz

Innerhalb der Wanderhilfe wurden bei mehreren Messungen an den Tümpelübergängen als mindestens zu überwindende Strömungsgeschwindigkeit $v = 1,0$ m/s zwischen den Wasserbausteinen gemessen. Die Lockströmung in die Ausleitungsstrecke betrug ca. 0,8 m/s im freien Stromstrich. Der Mündungsbereich wurde durch Hochwasser während der Untersuchung zunehmend verändert. Die Lockströmung variierte im Untersuchungszeitraum kaum. Allerdings verlagerte sich die Hauptströmung der Ausleitungsstrecke immer mehr Richtung rechten Prallhang, weg von der Wanderhilfe. Die gemessene Strömung in der Ausleitungsstrecke betrug nahe der Wanderhilfe anfangs 0,6 m/s, dann 0,4 m/s. Auch die Tiefe verringerte sich in diesem Bereich leicht. Die Mündung liegt ca. 150 m unterhalb der Stauanlage. Am Zusammenfluß von Ausleitungsstrecke und Turbinenauslauf beträgt die Lockströmung aus der Ausleitung bei Restwasserabfluß nur 0,1 m/s gegenüber $v > 1,0$ m/s aus dem Turbinenauslauf. In der Ausleitungsstrecke selbst sind keine Wanderhindernisse vorhanden. Bei einem Hochwasserabfluß wurde festgestellt, daß aufgrund von Rückstau die Lockströmung der Wanderhilfe nur noch 0,3 m/s aufwies. Andere Messungen waren wegen Eigengefährdung nicht möglich.

Im Rahmen des TGA-Meßprogrammes (TGA-DATEN 2001) ergaben sich im Untersuchungszeitraum pH-Werte zwischen 6,6 und 8,3. Die Leitfähigkeit wurde zwischen 53 und 150 $\mu\text{s}/\text{cm}$ gemessen.

4.4.4.1 Erfassung des Artenspektrums

Alle in diesem Absatz folgenden Angaben stammen vom Fischereiberechtigten. Auf die Ergebnisse einer Elektrofischung kann nicht zurückgegriffen werden, es bestehen allerdings langjährige Aufzeichnungen aus dem Fischereibetrieb. Von den typischen Donaufischen konnten im Bereich zwischen Ausleitungswehr Hals und der Mündung in die Donau die Arten Schrätzer, Zingel und Streber nicht nachgewiesen werden. Huchen werden immer wieder mit der Handangel im Bereich unterhalb des Kraftwerkes gefangen, ebenso Äschen und Rutten. Nasen und Barben ziehen in die Ausleitungsstrecke zum Laichen.

4.4.4.2 Aufstieg

Während der Untersuchung vom 23.03. – 08.10.1999 mußte aufgrund von Reusenbeschädigungen auf das Ergebnis von 24 Versuchstagen verzichtet werden.

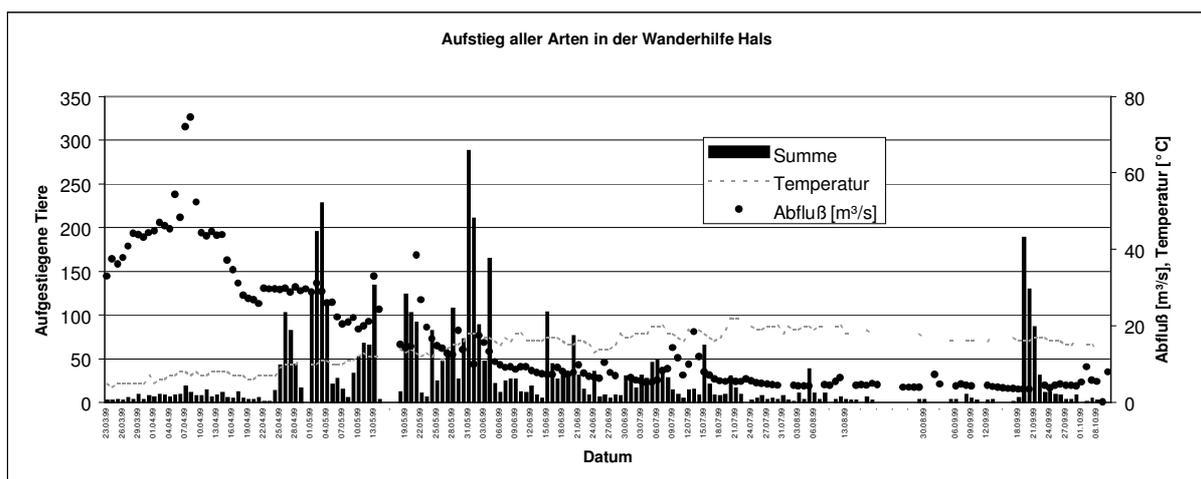


Abb. 94: Aufstieg aller Fische in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m^3/s] am Pegel Kalteneck (TGA-DATEN 2001), Temperatur [$^{\circ}\text{C}$] während Reusenleerung, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe

Einige Fischarten stiegen in so geringer Anzahl auf, daß auf eine zeitliche Auswertung der Wanderbewegungen verzichtet werden mußte. Sie werden im folgenden nur tabellarisch dargestellt.

Art	Anzahl	Länge [cm]
Regenbogenforelle	2	16 – 35
Bachsäbbling	10	26 – 30
Äsche	22	16 – 40
Frauennerfling	3	16 - >50
Nerfling	11	<10 – 30
Schied	13	11 - >50
Nase	3	<10 - >50
Gründling	8	<10 – 15
Barbe	2	11 – 50
Schneider	1	<10
Güster	1	26 – 30
Zobel	3	21 – 25
Karpfen	3	21 - >50
Aal	1	41 – 50
Zander	19	11 – 70
Rutte	4	26 – 40

Tab. 83: Aufstieg der Fischarten unter 25 Individuen in der Wanderhilfe Hals vom 20.03.99 - 08.10.99

12 Äschen (16 –35 cm) stiegen zwischen dem 27.03. und 05.04.99 auf. Nasen wurden nur zwischen dem 09.04. und 09.05. nachgewiesen. Drei Zobel stiegen zwischen 26.05. und 19.06. auf.

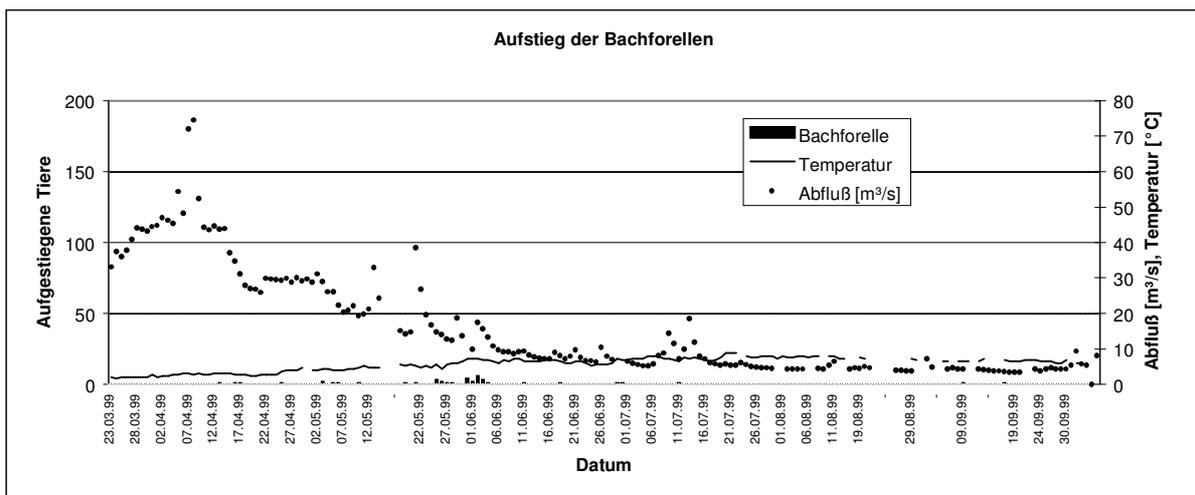


Abb. 95: Aufstieg der Bachforellen in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe

Im Untersuchungszeitraum stiegen 41 Bachforellen über die Wanderhilfe auf. Maximal waren es sechs Tiere pro Tag. Die Länge reichte von unter 10 cm bis 40 cm. Bis Ende April stiegen nur Bachforellen zwischen kleiner 10 cm und 25 cm auf. Danach war kein Aufstieg bestimmter Größenklassen zu beobachten. Die beiden im September erfaßten Tiere lagen zwischen 35 und 40 cm. Ein vermehrter Aufstieg erfolgte an Tagen mit erhöhtem Abfluß.

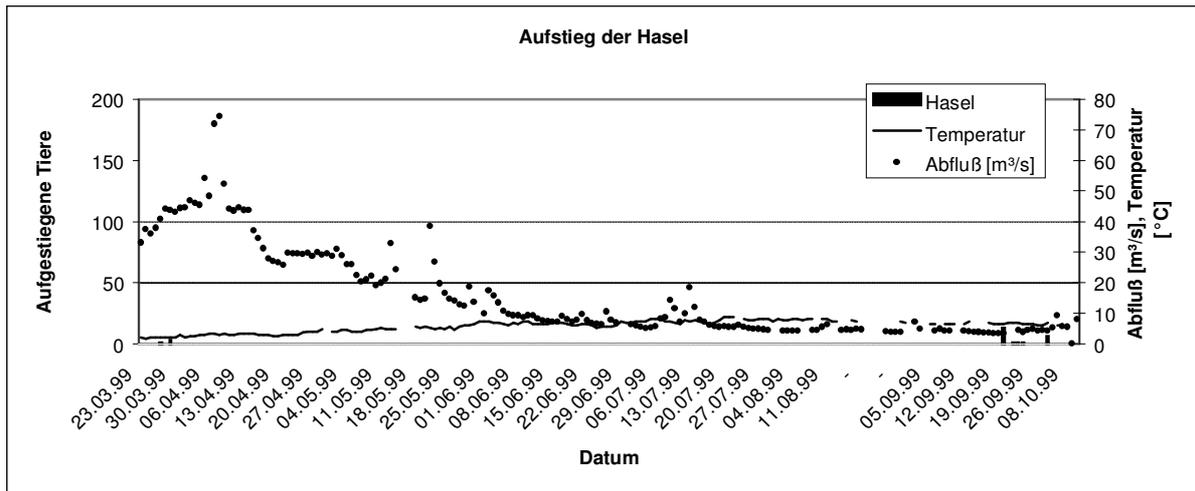


Abb. 96: Aufstieg der Hasel in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe

26 Hasel stiegen über die Wanderhilfe auf. Vier (11 – 25 cm) davon waren Ende März unterwegs, die anderen 22 (< 10 – 20 cm) Ende September und Anfang Oktober. Von den im Herbst aufgestiegenen Haseln waren 12 kleiner 10 cm.

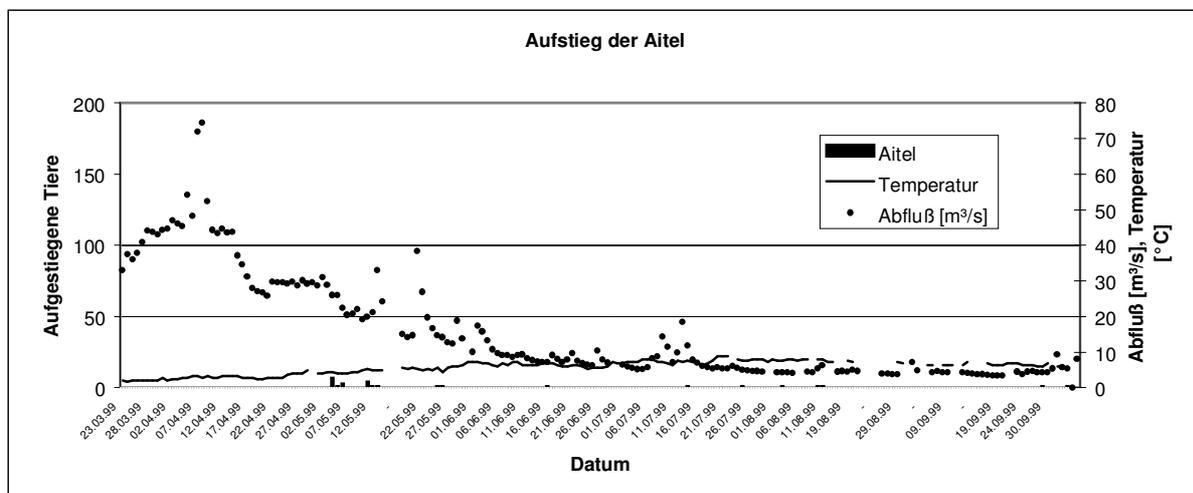


Abb. 97: Aufstieg der Aitel in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe

27 Aitel fanden den Weg über die Wanderhilfe. Die Längen wurden von kleiner 10 cm bis 40 cm gemessen. Im Mai waren vor allem größere Aitel mit 26 – 40 cm Länge unterwegs. Nur ein Tier maß zwischen 11 – 15 cm. Sonst reichte die Längenverteilung über das ganze Spektrum.

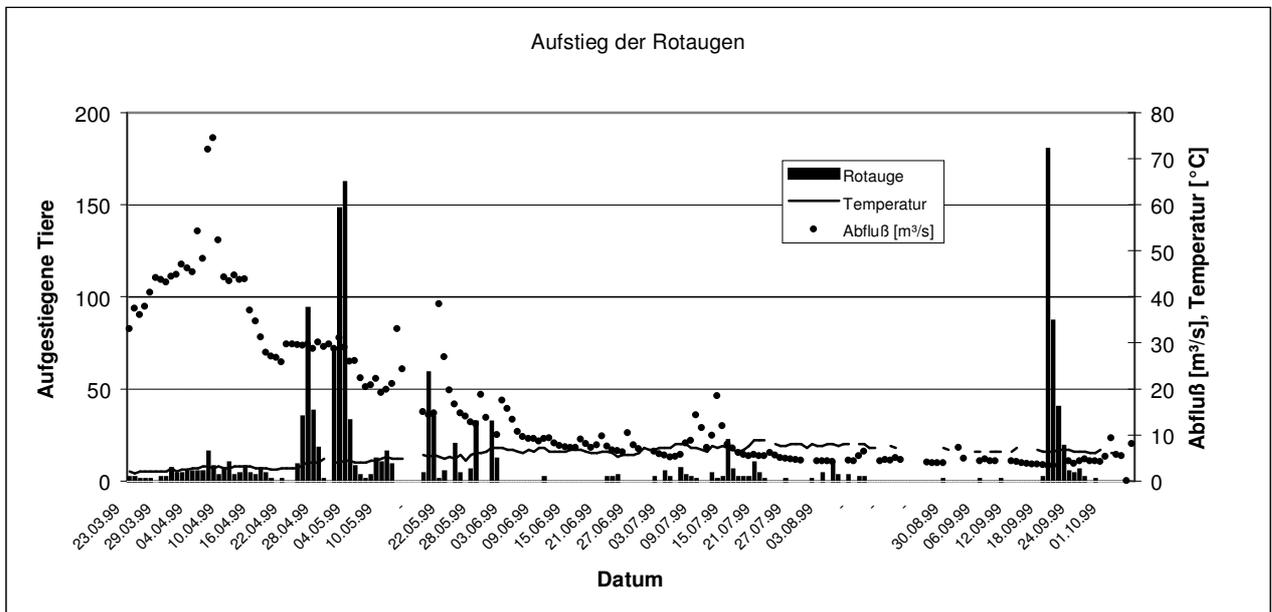


Abb. 98: Aufstieg der Rotaugen in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe

1469 Rotaugen wurden im Reusenkorb erfaßt. Bereits bei 5 °C Wassertemperatur konnte ein Aufstieg nachgewiesen werden. Die gefangenen Tiere hatten Körperlängen von kleiner 10 cm bis 35 cm. Tiere kleiner 10 cm stiegen erst ab dem 10.05.99 auf (Temperatur 12 °C).

Auch wenn Rotaugen bei Temperaturen um 7 °C wanderten, so stiegen im Frühjahr die Aufstiegszahlen bei Temperaturen über 9 °C deutlich an.

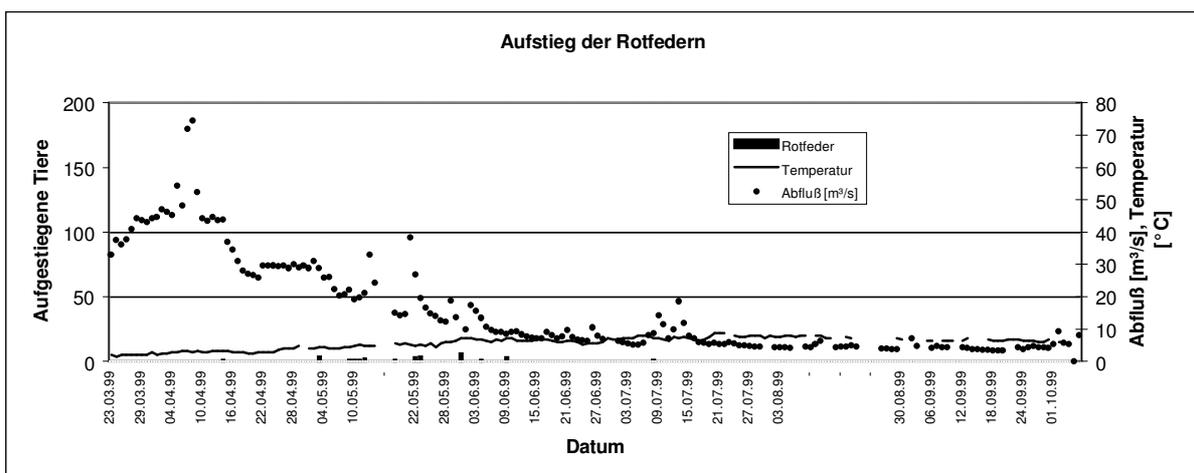


Abb. 99: Aufstieg der Rotfedern in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe

Der Aufstieg der 29 Rotfedern fand in erster Linie von Mai bis Mitte Juni statt. Außerhalb dieser Zeit wurden nur zwei Tiere in der Reuse gefunden. Die aufgestiegenen Tiere waren bis 30 cm groß. Drei Rotfedern bis maximal 10 cm Länge stiegen am 09.06. auf.

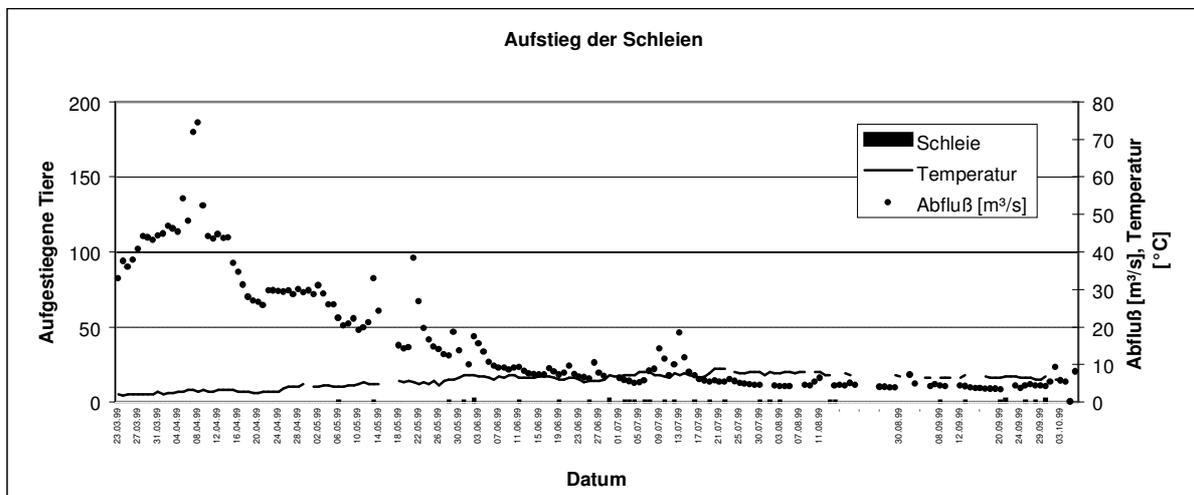


Abb. 100: Aufstiege der Schleien in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe

35 Schleien wanderten ab Anfang Mai (Wassertemperatur $T \geq 10$ °C) über den gesamten Untersuchungszeitraum mit maximal zwei Tieren pro Tag in den Fangkorb. Die Längenmaße reichten von 11 bis kleiner 50 cm.

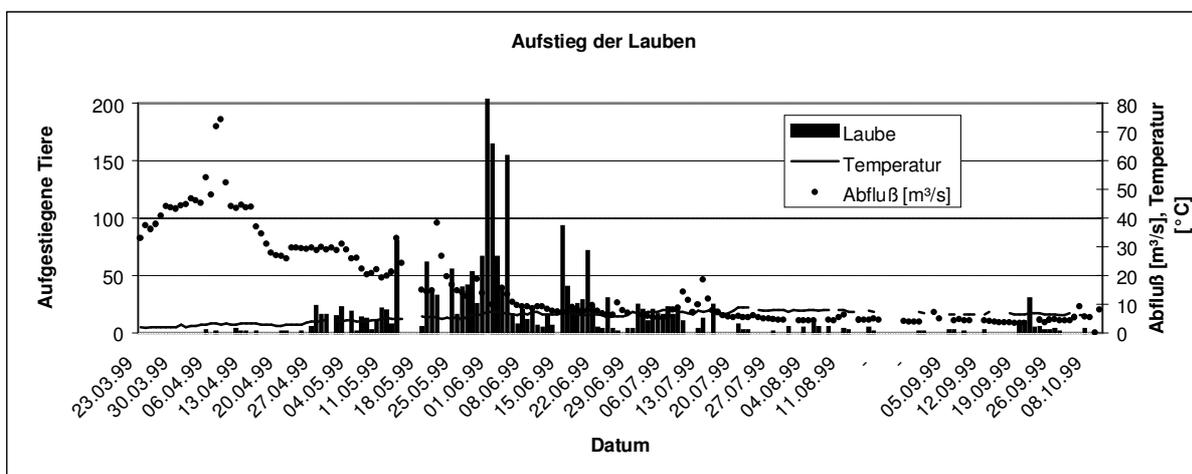


Abb. 101: Aufstiege der Lauben in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe

Der höchste Tagesaufstieg der Lauben fand am 31.05.99 mit 210 Tieren statt. Die gemessenen Längen reichen von kleiner 10 bis 25 cm. Eine bevorzugte Wanderzeit für bestimmte Größenklassen konnte nicht festgestellt werden. Ein verstärkter Aufstieg der Lauben war ab 10 °C zu beobachten. Bei Wassertemperaturen von 10 °C und höher stiegen die Lauben im Frühjahr in erheblich größerer Zahl auf.

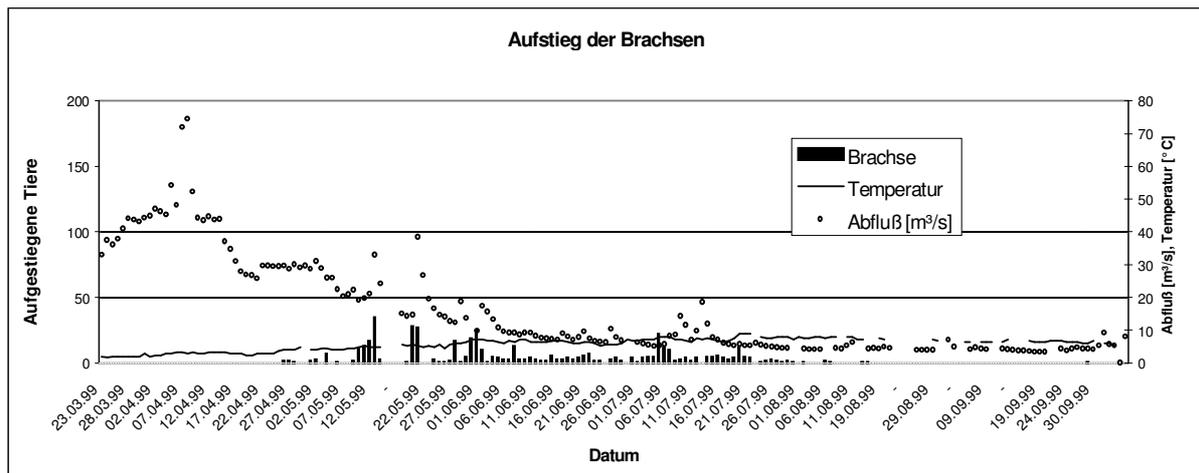


Abb. 102: Aufstiege der Brachsen in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe

Die Länge der 479 Brachsen lag zwischen kürzer 10 cm bis länger 50 cm. Kleinere Brachsen fehlten zu Beginn der Wanderung. So konnten Tiere kleiner 10 cm erst ab dem 01.06.99 nachgewiesen werden. Die danach aufsteigenden Brachsen waren über das gesamte Längenspektrum verteilt. Brachsen stiegen ab einer Wassertemperatur von 10 °C auf. Ab 12 °C waren größere Zahlen in der Reuse zu beobachten.

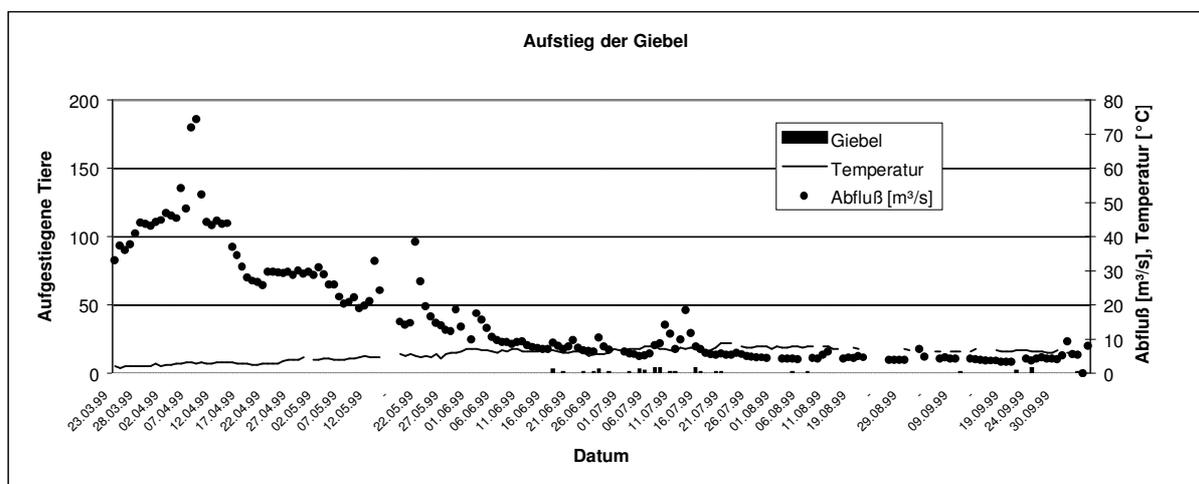


Abb. 103: Aufstiege der Giebel in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe

Die Längenverteilung der 43 Giebel erstreckte sich auf kleiner 10 cm bis 40 cm. Ein Aufstieg einzelner Größenklassen zu bestimmten Zeiten konnte nicht nachgewiesen werden. Der erste Giebel konnte erst am 17.06.99 erfaßt werden, ab Ende Juli nahmen die Giebel in der Reuse bereits wieder deutlich ab.

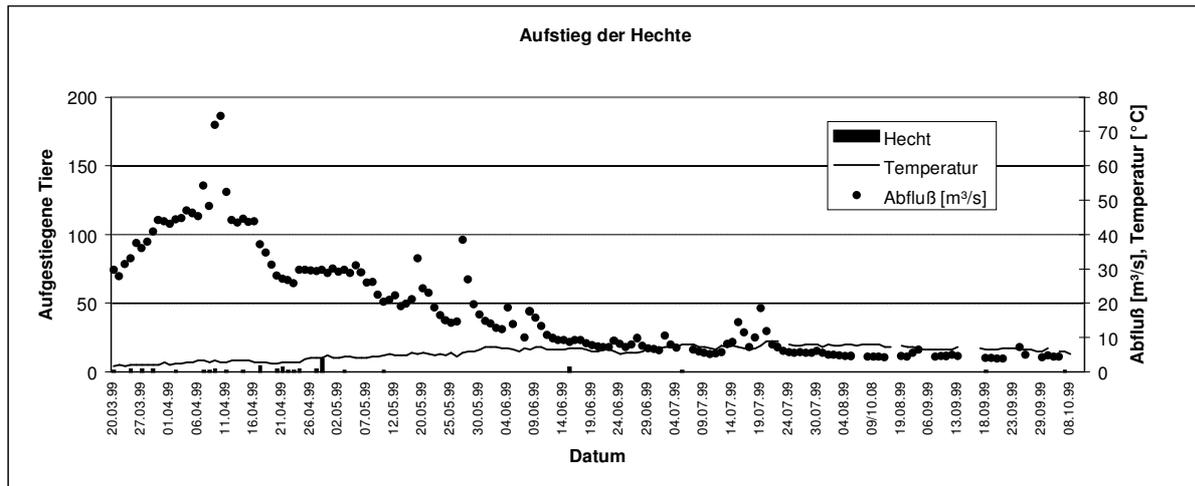


Abb. 104: Aufstieg der Hechte in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe

45 Hechte mit einer Länge von 11 bis 70 cm fanden den Weg über die Wanderhilfe. Das Längenspektrum war zu allen Zeiten gemischt.

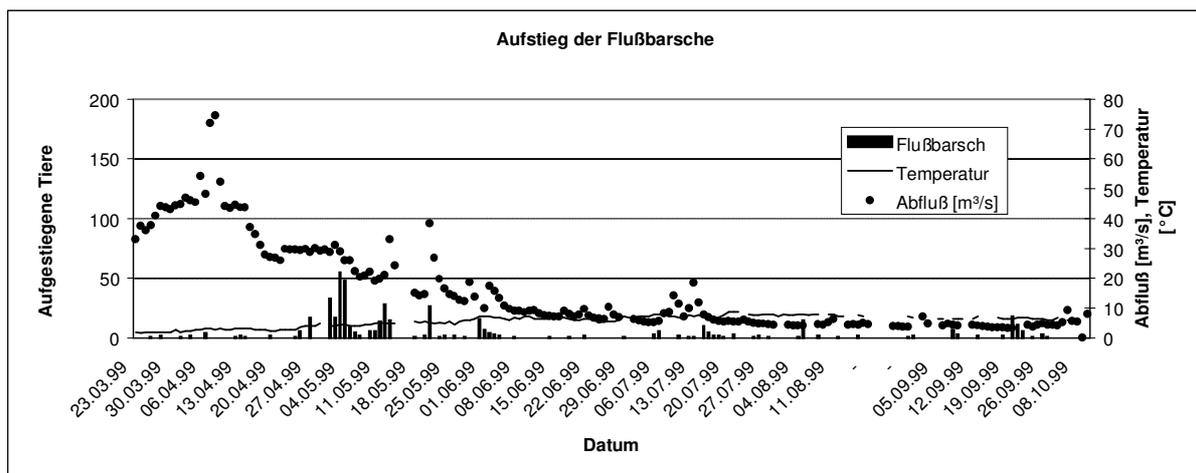


Abb. 105: Aufstieg der Flußbarsche in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe

Bei 470 Flußbarschen zwischen kleiner 10 cm und 35 cm konnte der Aufstieg nachgewiesen werden. Bevorzugte Aufstiegszeiten bestimmter Größenklassen ergaben sich nicht. Mit dem Anstieg der Wassertemperatur auf 10° C und mehr stieg auch die Anzahl der wandernden Barsche an.

Vergleich der Temperaturen der Wanderhilfe mit denen des Triebwerksauslaufes

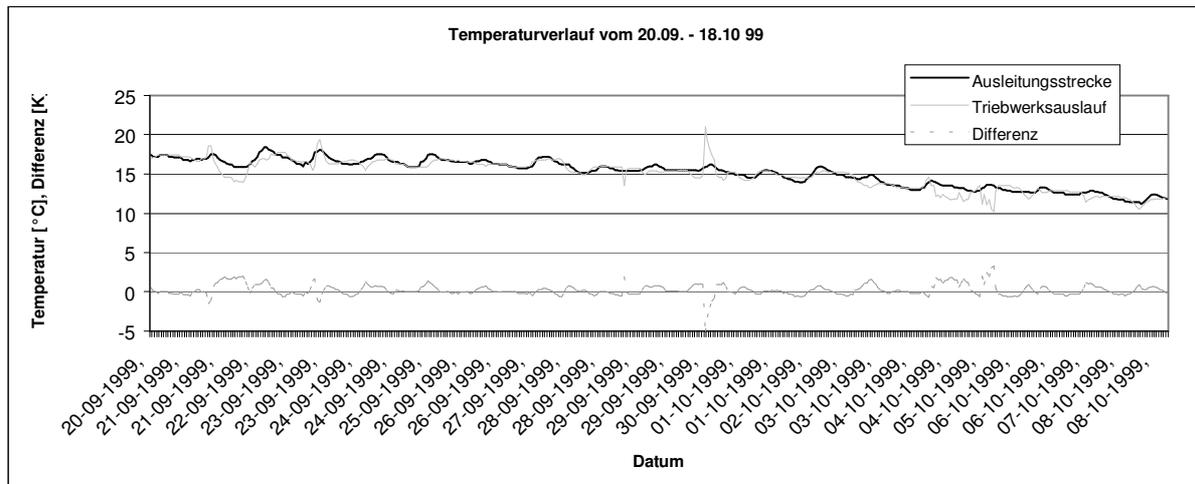


Abb. 106: Temperatur [°C], Temperaturdifferenz [K] Ausleitungsstrecke / Kraftwerksauslauf, Hals, Zeitraum 20.09.99 – 08.10.99

Die Ausleitungsstrecke war bis zu 3,3 K wärmer als der Triebwerkskanal. Der umgekehrte Extremwert mit einem Unterschied von 5,5 K am 30.09.99 dürfte aufgrund eines Meßfehlers oder Arbeiten an der Wasserkraftanlage entstanden sein. In der Ausleitungsstrecke sind Tagesgänge der Temperatur zu erkennen. Dies trifft auf die Temperaturen aus dem Kraftwerksauslauf nur eingeschränkt zu. Die Temperaturen in der Ausleitungsstrecke lagen abgesehen von dem oben beschriebenen Sonderfall meist über denen des Triebwerksauslaufes.

Abfischung der Wanderhilfe

Am 30.10.99 wurde von der Fischerinung Hals die Tümpelpaßanlage abgefischt. Das Ergebnis ist Tab. 84 zu entnehmen:

Art	Anzahl	Länge [cm]
Bachforelle	129	<10 – 40
Flußbarsch	14	<10 – 20
Hecht	4	21 - >40
Aal	4	36 - > 40
Rutte	4	26 – 30
Rotauge	42	<10 – 25
Schleie	1	10 – 15
Karpfen	2	<10
Giebel	35	10 – >40
Gründling	10	<10 – 15
Schmerle	4	<10 – 15

Tab. 84: Elektrofischung der Tümpelpaßanlage Hals

Nach Auskunft des Fischeiberechtigten ziehen Barben während der Laichwanderung bis etwa 0,4 km unterhalb der Mündung der Tümpelpaßanlage, Nasen bis etwa 50 m unterhalb der Mündung.

4.4.5 Schwierigkeiten bei der Durchführung der Reusenkontrollen

Bei der Durchführung der Reusenkontrolle traten Schwierigkeiten auf, die jedoch alle gelöst werden konnten.

- Installation

Die Sohle und die Ufer des Stauraumes Linden, Saußbach wurden beim Bau mit Felsen und Beton befestigt. Dies machte die Errichtung eines Holzrahmens²² erforderlich, an dem die Reuse aufgespannt wurde.

- Treibgut

An allen Untersuchungsstellen erwies sich Treibgut wie Blätter, Mähgut etc. als Problem.

An der Winklmühle konnte dieses Problem mit einem Schwimmbalken weitgehend gelöst werden. In Eitting wurde der flußseitige Flügel auf einen ~ 2 * 3 m² großen Stahlrahmen aufgespannt und im Gewässergrund verankert, da der Flügel vom Treibgut trotz Schwimmbalken und zusätzlicher Bleibescherung aufgedrückt wurde. Am Saußbach machte der Ende September einsetzende Laubfall zwei Kontrollen und Reinigungen der Reuse pro Tag erforderlich. Der Reusenkorb in Hals widerstand dem Treibgut besser, mußte aber ebenfalls regelmäßig geputzt werden.

- Beschädigung der Reusen durch Bismarratten

An der Kleinen Laber, speziell im Bereich der Winklmühle, traten immer wieder Löcher in den Netzen auf. Die Löcher wurden offensichtlich genagt. Da nach Angaben des Fischereiberechtigten in diesem Bereich viele Bismarratten leben und außerdem in Eitting einmal eine tote Bismarratte in der Reuse gefunden wurde, wurden die Löcher vermutlich von diesen Tieren verursacht. In Eitting reichte das Flicker der Reuse aus, um die Sicherheit der Kontrollen zu gewährleisten. An der Winklmühle hingegen mußte ein Loch in der letzten Reusenkommer belassen werden, um weitere Schäden zu vermeiden. Dieses kleine Loch lag aufgrund der konstant geringen Wassertiefe des Umgehungsbaehes an dieser Stelle 5 – 10 cm oberhalb der Wasseroberfläche und ermöglichte offensichtlich den Bismarratten die Flucht, weil danach keine weiteren Löcher gefunden wurden. Ein Entweichen von Fischen hingegen konnte aufgrund der Größe und Lage des Loches ausgeschlossen werden.

4.4.6 Festgestellte Wanderzeiten in den Wanderhilfen

Für eine Reihe von Fischarten lassen sich Aussagen über Wanderzeiten treffen. Diese Aussagen beziehen sich auf das Wanderverhalten in den oben beschriebenen Wanderhilfen. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß die Untersuchungen nicht über das gesamte Jahr durchgeführt werden konnten. Außerdem stehen nur die Versuchsjahre 1999 und 2000, in Hals nur 1999, zur Auswertung zur Verfügung.

Für die folgende Tabelle wurden, um Einzelaufsteiger auszuschließen, nur Arten verwendet, die pro Monat in den angegebenen Wanderhilfen zu mindestens 10 Tieren aufstiegen. Ausgewählt wurden

²² Eigener Konstruktionsvorschlag, errichtet durch den Bauprupp des WWA Passau.

die Wanderhilfen Hals und Linden, da mit diesen beiden Wanderhilfen die längsten Untersuchungszeiträume abgedeckt wurden.

	Monat											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bachforelle (Linden)						↑		↑	↑	↑	↑	
Bachforelle (Hals)					↑	↑						
Rotaugen (Hals)			↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑			
Hasel (Hals)									↑			
Aitel (Hals)					↑							
Rotfeder (Hals)					↑							
Schleie (Hals)							↑					
Laube (Hals)				↑	↑	↑	↑	↑	↑			
Brachse (Hals)						↑	↑					
Giebel (Hals)						↑	↑					
Hecht (Hals)				↑								
Flußbarsch (Hals)				↑	↑	↑						

Abb. 107: Wanderzeiten der Fische in den Jahren 1999 und 2000 in den Wanderhilfen Linden (1999 und 2000) und Hals (1999), ↑: nachgewiesener Aufstieg mit mindestens 10 Tieren pro Monat; Untersuchungszeiträume wie unter 4.4.3 und 4.4.4 angegeben, graue Felder: Untersuchung weniger 5 Tage pro Monat

In der Kleinen Laube sowie in der Ilz waren Aufstiegsmaxima von Ende April bis Juni festzustellen. Im August war der Aufstieg allgemein geringer. Lauben stiegen bevorzugt im Mai und Juni über die Wanderhilfen auf. Über den Sommer und zwar besonders im August ging ihre Anzahl in den Wanderhilfen zurück. In der zweiten Septemberhälfte zeigten sie ein zweites, allerdings kleineres Maximum im Aufstieg. Für Aitel, Gründlinge und Schmerlen kann eine bevorzugte Wanderzeit von Mai und Juni beschrieben werden. Im Sommer, besonders im August, waren diese Arten dann weniger aktiv.

Von Mitte März bis Ende September wurden aufsteigende Rotaugen in den Reusen gefangen. Sie zeigten bei ihren Wanderaktivitäten jedoch ein deutliches Maximum von Ende April bis Anfang Juni sowie in der zweiten Septemberhälfte.

Rotfedern waren im Vergleich zu anderen Monaten häufig im Mai unterwegs. Schleien hingegen stiegen in Einzelexemplaren von Mai bis Oktober auf. Giebel konnten erst ab der zweiten Junihälfte beim Aufstieg beobachtet werden. Ihr Aufstieg war dann bis einschließlich Juli am stärksten. Brachsen wurden vor allem von Mai bis Juni in der Wanderhilfe erfaßt. Das Maximum lag hierbei im Mai.

Ende April bis Anfang Mai waren Flußbarsche besonders stark unterwegs. Sonst lagen ihre Aufstiegszahlen niedriger. Sie wurden jedoch sogar im Winter in einer Reuse nachgewiesen. Die Zeit der größten Wanderaktivität der Hechte lag im April und in der ersten Maihälfte. Sonst waren sie nur in Einzelexemplaren anzutreffen.

Bachforellen wanderten ab September bis Ende Oktober in teils größeren Gruppen auf. Im Mai und Juni konnte im Saußbach nur ein eher geringer Aufstieg nachgewiesen werden, wobei ein Aufstieg der subadulten Tiere in diesem Zeitraum auffiel. In der Wanderhilfe Hals lag jedoch die Hauptaufstiegszeit Ende Mai / Anfang Juni.

Äschen stiegen in Hals gehäuft Ende März und Anfang April auf. Über ein paar Tage verteilt konnten nochmals wenige Tiere Ende Mai beobachtet werden.

4.5 Wanderverhalten von Fischen in einem vielfach zerstückelten Flußabschnitt

Die Durchwanderbarkeit des untersuchten Flußabschnittes, des Unterlaufes der Bina, wurde vor Beginn der Wanderuntersuchungen erhoben. Anhand der Resultate wurden die Untersuchungsabschnitte, wie in 3.4.1 dargestellt, eingeteilt.

4.5.1 Erfassung des Fischbestandes

	Markierungen	Wiederfang [%]		
	Anzahl	1. Wiederfang	2. Wiederfang	3. Wiederfang
Aal	2	0	0	0
Aitel	472	29	24	16
Barbe	179	44	26	32
Bachforelle	1	0	0	0
Barsch	2	0	0	0
Brachse	11	27	9	27
Giebel	1	0	0	0
Hasel	11	9	9	0
Hecht	89	25	25	18
Karpfen	15	7	0	0
Nase	162	57	52	40
Regenbogenforelle	8	0	0	0
Rotaugen	77	13	3	1
Rußnase	4	0	0	0
Schleie	2	0	0	0

Tab. 85: Wiederfang der untersuchten Arten über den Versuchszeitraum

Insgesamt wurden 1036 Tiere aus 15 Fischarten markiert. Vereinzelt waren Markierungen undeutlich. Diese wurden nicht berücksichtigt. Es ist zu beachten, daß nur eine Gruppen-, aber keine Individualmarkierung an den Fischen angewendet wurde. Dies bedeutet, daß ein Tier durch den dreifachen Wiederfang bis zu drei mal in der Auswertung des Wanderverhaltens erscheinen kann. Auf diese Tatsache wird im folgenden nicht mehr extra verwiesen.

Die Bina zeigt im untersuchten Abschnitt eine typische Faunen-Zusammensetzung eines kleinen Niederungsflusses der Barbenregion. Schmerlen, Schneider, Aitel, Gründlinge, Lauben, Rotaugen, Barben und Nasen bilden große Populationen. Bei den Nasen überwiegen ältere Exemplare. Ebenfalls zu finden sind kleinere Gruppen von Haseln, Brachsen, Barschen, Rußnasen und Karpfen.

Aal, Giebel, Karpfen, Schleie, Regenbogen- und Bachforelle stammen aus Besatz oder aus Teichen im Einzugsgebiet und sind nur in Einzelexemplaren vertreten.

Elf Tage vor der Markierungsbefischung war ein erhöhter Abfluß mit 6,4 m³/s (Tagesmittel) aufgetreten.

Wenn die Anzahl der Fische angegeben wird, werden die Wiederbefischungen in Klammern nach folgendem Muster dargestellt: 1. Wiederbefischung / 2. Wiederbefischung / 3. Wiederbefischung.

Bei der Untersuchung am 13.03. und 14.03.00 wurde der Abschnitt in der Ausleitungsstrecke Morolding oberhalb des letzten Markierungsabschnittes (Bezeichnung „Ausl.“) nicht befischt.

4.5.1.1 Arten ohne oder mit geringem Wiederfang

Von den folgenden Fischarten wurden keine markierten Individuen ein zweites mal gefangen: Aal, Bachforelle, Regenbogenforelle, Giebel, Rußnase, Schleie und Barsch. Aussagen über ihr Wanderverhalten können also nicht getroffen werden. Eine markierte Bachforelle (Länge 19 cm) stieg unmittelbar nach dem Markieren über die unterste, frei durchwanderbare Sohlrampe auf, wurde danach aber nicht mehr wieder gefangen.

Von 11 Haseln wurde einer im selben Abschnitt, ein anderer unterhalb einer frei durchwanderbaren Sohlrampe wieder gesichtet. Von 15 Karpfen tauchte nur einer – im selben Abschnitt – wieder auf.

Brachsen wurden nur in der Nähe ihres Markierungsortes in der Ausleitungsstrecke bzw. im frei erreichbaren Abschnitt unterhalb zu maximal drei Fischen pro Untersuchung angetroffen. Die Anzahl nicht markierter Brachsen lag vor allem im Zusammenfluß zwischen Ausleitungsstrecke und Triebwerksauslauf deutlich höher.

Nur ein Rotauge wurde bei der ersten Wiederholung unterhalb des Markierungsabschnittes (Abschnitt 5), nämlich in Abschnitt 2 wieder erfaßt. Hierfür überwand es drei Hindernisse abwärts. Die anderen wurden in den selben Abschnitten wieder gefangen.

4.5.1.2 Arten mit hohem Wiederfang

a) Aitel

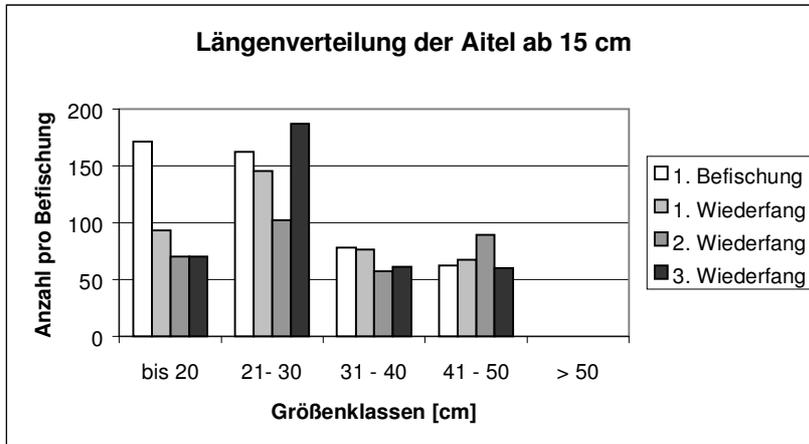


Abb. 108: Alle gefangenen Aitel ≥ 15 cm pro Befischung

Die Anzahl der Aitel über 30 cm war über den Befischungszeitraum relativ konstant. Höhere Unterschiede wurden bei den kleineren Größenklassen festgestellt. Hier heben sich vor allem die erste Befischung bei den Tieren bis 20 cm und die letzte Befischung bei den Tieren zwischen 21 und 30 cm ab.

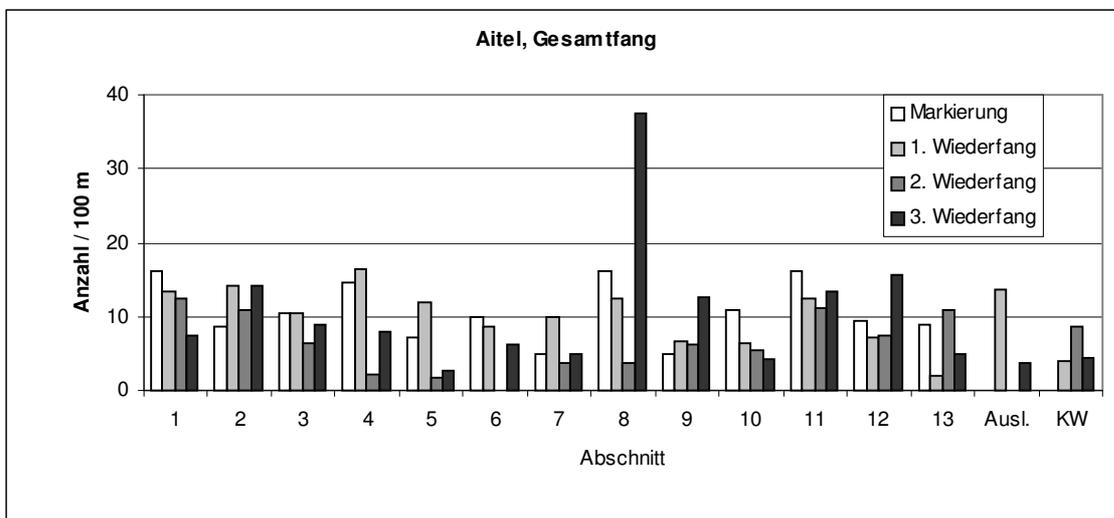


Abb. 109: Aitel, Gesamtfang, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerlänge, Ausl. und KW: keine Markierung

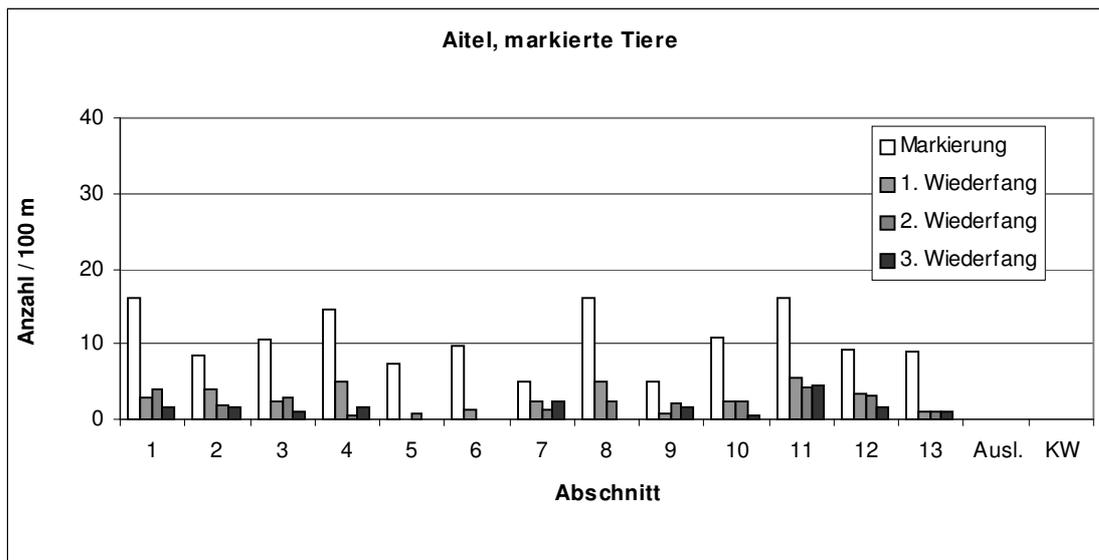


Abb. 110: Aitel, Wiederfang der markierten Tiere, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerlänge, Ausl. und KW: keine Markierung

260 (117/84/59) markierte Aitel wurden im gleichen Untersuchungsabschnitt wiedergefangen. Ihre Länge verteilte sich dabei über das ganze untersuchte Spektrum. 36 (7/19/10) abwandernde Tiere standen 33 (14/11/8) aufwärts wandernden gegenüber. Aufgrund der unterschiedlichen Markierungen und Größen der wiedergefangenen Fische handelte es sich wohl meist um verschiedene Tiere. Abwärts wandernde Aitel waren zwischen 20 und 47 cm groß, wobei bis auf Abschnitt 8 überall Abwärtswanderung nachzuweisen war. Zwei Tiere aus dem obersten Abschnitt konnten bei der ersten Wiederholung schon im untersten Abschnitt nachgewiesen werden. Innerhalb von zwei Monaten wurde also eine Strecke von ungefähr 4,1 km zurückgelegt.

Bei der ersten Wiederbefischung wurden 14 Fische oberhalb ihres Markierungsabschnittes erfaßt, danach elf und am Ende acht. Oberhalb ihres ersten Fangabschnittes gefangene Aitel waren zwischen 17 und 47 cm lang. Wenigstens 4 Aitel (18 – 43 cm) überwandern die beiden Abstürze mit 0,6 m Fallhöhe. Zwei davon (32 und 37 cm) überwandern beide Abstürze und die Wehranlage in Hochholding ($\Delta h = 1,29$ m bei MQ). Der Nachweis gelang bei der 2. Wiederbefischung. Über dieses Wehr wanderte nur einer von 67 im Unterwasser markierten Fischen auf, umgekehrt tauchte einer von zwölf oberhalb markierten Fischen unterhalb dieser Wehranlage auf. In den Abschnitten 5 – 9 wurden insgesamt 25 Tiere wieder angetroffen.

b) Barbe

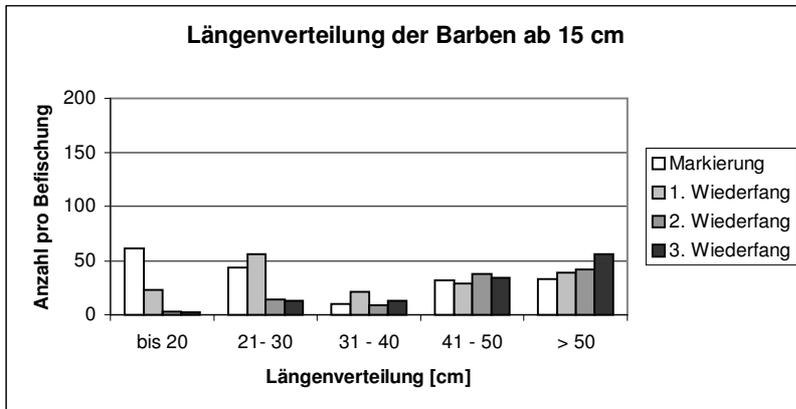


Abb. 111: Alle gefangenen Barben ≥ 15 cm pro Befischung

Barben über 30 cm waren über den Untersuchungszeitraum relativ konstant vorhanden, wenngleich bei den Tieren über 50 cm eine leichte Zunahme im Laufe dieser Zeit zu beobachten ist.

Anders sieht die Situation bei den subadulten Tieren aus: Wurden anfangs noch über 60 Barben unter 20 cm gefangen, waren es am Ende nur noch wenige Tiere. Ähnlich war die Situation bei den Fischen zwischen 21 und 30 cm. Zwar lag die Anzahl der gefangenen Tiere beim ersten Wiederfang leicht höher als bei der Markierungsbefischung, reduzierte sich dann aber auf ungefähr ein Viertel des höchsten Niveaus.

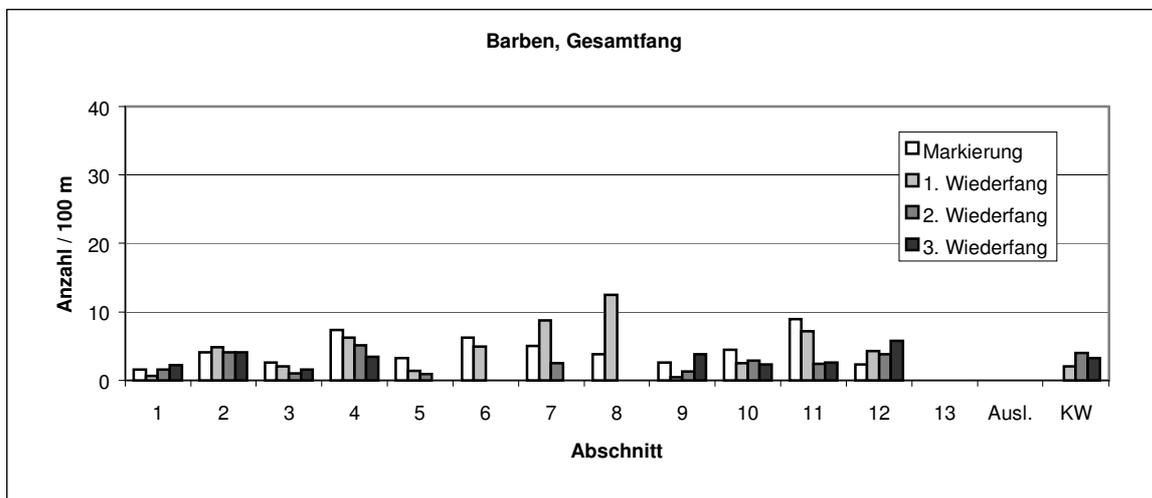


Abb. 112: Barben, Gesamtfang, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerslänge, Ausl. und KW: keine Markierung

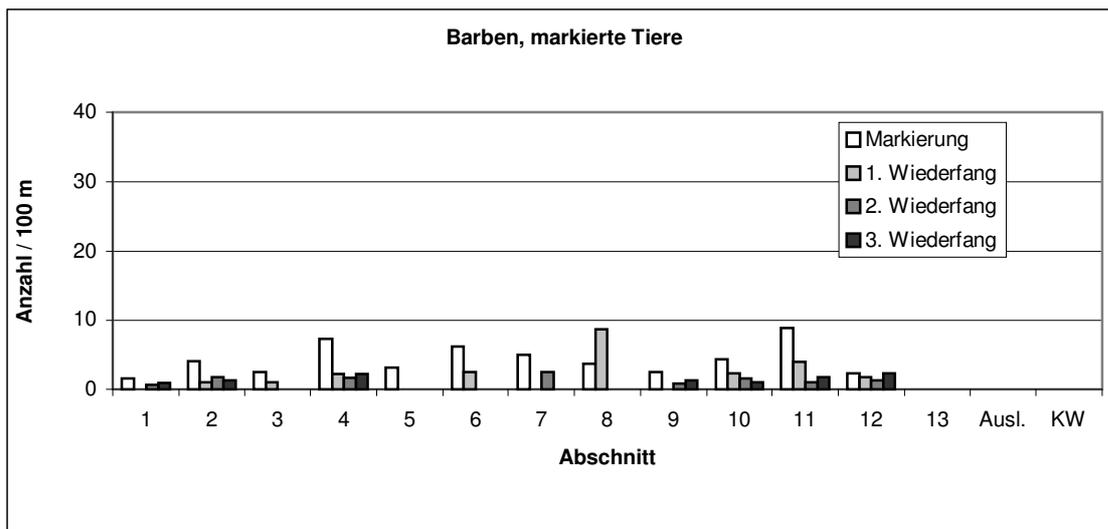


Abb. 113: Barben, Wiederfang der markierten Tiere, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerlänge, Ausl. und KW: keine Markierung

157 (64/62/31) markierte Barben waren im gleichen Abschnitt geblieben. 17 (5/5/7) Barben hielten sich unterhalb der Markierungszone auf, sechs davon waren über das Hochholdinger Wehr abgedriftet. Vier adulte Barben (32 – 54 cm) wurden bei der letzten Befischung 2,0 bis 2,5 km unterhalb des Markierungsortes wieder gefunden. 38 (10/9/19) Tiere waren dagegen oberhalb ihres ursprünglichen Fundortes. Zwischen Flußkilometer 1,4 und 4,0 sind 38 Auf- und neun Abwärtsbewegungen der Barben nachgewiesen. Zwei Barben (47 und 45 cm) überwandern bei der ersten Befischung über Nacht einen Absturz von 0,1 m Fallhöhe, vollständig überströmt und mit Strömungsgeschwindigkeiten von $v \geq 1,1$ m/s. Die Wassertiefe betrug auf dem Querbalken nur 0,1 m (siehe auch c)). Bei den Barben konnte nur der Nachweis der Wanderung über einen Absturz von 0,3 m Fallhöhe bei MQ erbracht werden, nicht jedoch für größere Fallhöhen.

In den Abschnitten 5 – 8 wurden mit den Befischungen zunehmend weniger Barben nachgewiesen.

c) Nase

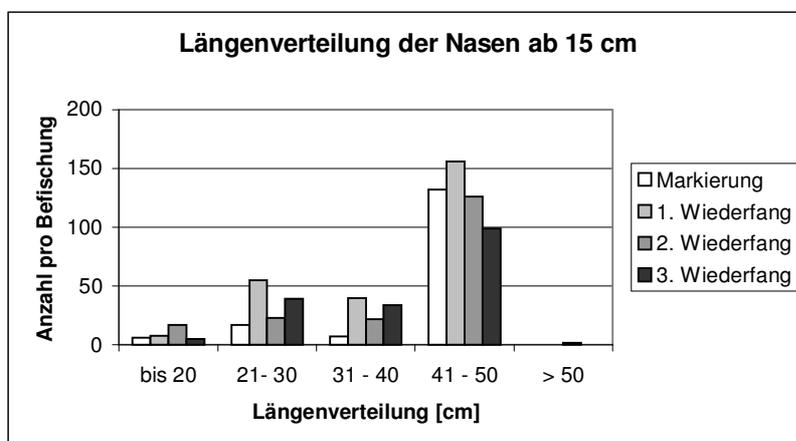


Abb. 114: Alle gefangenen Nasen ≥ 15 cm pro Befischung

Bei allen Befischungen war die Gruppe der Nasen zwischen 41 und 50 cm größer als die Gruppe der Nasen zwischen 15 und 40 cm. In Abschnitt 12 konnten auch juvenile Nasen um 10 cm Länge ermittelt werden.

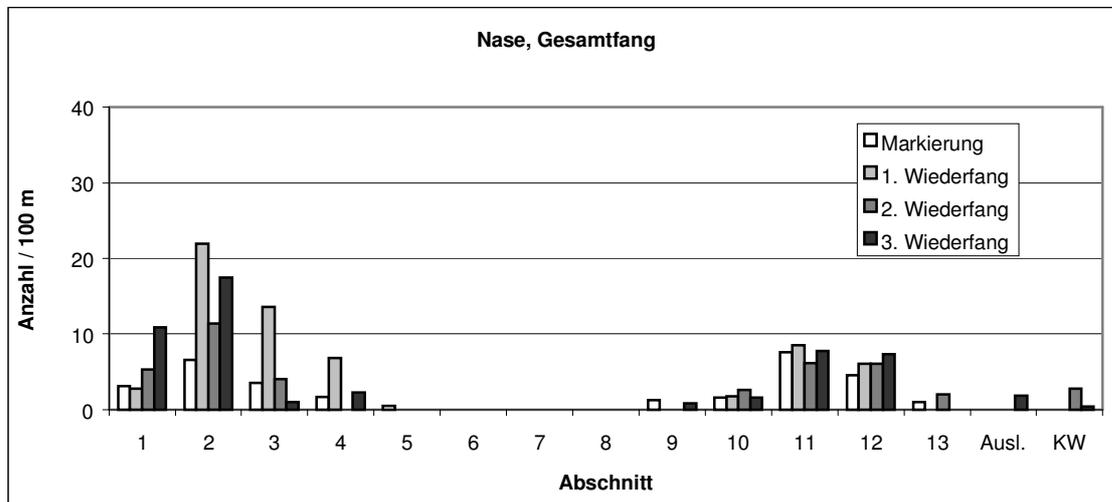


Abb. 115: Nasen, Gesamtfang, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerlänge, Ausl. und KW: keine Markierung

Nasen konnten in erster Linie in den Abschnitten 1 bis 4 und 9 bis 13 nachgewiesen werden. Sie waren zum Teil auch in der Ausleitungsstrecke sowie im Unterwasser des Triebwerkes zu finden.

Beim ersten Wiederfang war die Anzahl nicht markierter Nasen in den Abschnitten 2 – 4 wesentlich höher als bei der Markierungsbefischung. Ihre Zahl wird jedoch mit jedem Hindernis (nicht durchwanderbar beurteilt) deutlich geringer. In den Abschnitten oberhalb der Wehranlage (Hindernis 4) wurden bei keiner Befischung Nasen gefangen. Der Wiederfang pro Abschnitt änderte sich nur unwesentlich.

Der Gesamtfang der Nasen im untersten Abschnitt nahm bei der letzten Befischung, also nach Umgestaltung des untersten Absturzes (nicht durchwanderbar) in eine Sohlrampe (frei durchwanderbar), deutlich zu. Die Anzahl wiedergefangener, markierter Tiere blieb jedoch relativ konstant. Auch oberhalb der zweiten Sohlrampe stieg ihre Anzahl im Vergleich zur zweiten Wiederholungsbefischung nochmals deutlich an. Oberhalb der beiden Abstürze (flußauf nicht durchwanderbar beurteilt) wurde bei der letzten Befischung jedoch die jeweils niedrigste Gesamtmenge an Nasen erfaßt, bei einer ebenfalls relativ konstanten Anzahl an markierten Tieren.

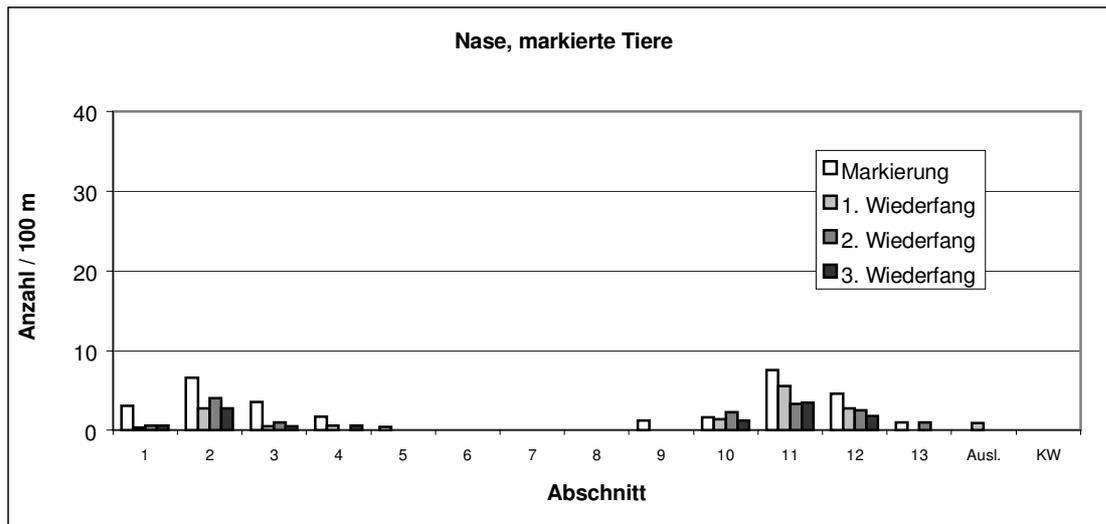


Abb. 116: Nasen, Wiederfang der markierten Tiere, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerlänge, Ausl. und KW: keine Markierung

197 mal (80/65/52) gelang der Nachweis von Nasen im Ursprungsabschnitt. 20 (1/10/9) Nachweise von Abwärtswanderung stehen 25 (11/9/5) von Aufwärtswanderung gegenüber. Die meisten Wanderungen sind in der Nähe der Markierungsabschnitte erfolgt. Bei der letzten Befischung wurden zwei Nasen (33 und 46 cm) ca. 2 km unterhalb der Markierungsstelle gefunden. Eine Nase (25 cm) wurde in Abschnitt 5 markiert, stieg dann in Abschnitt 10 (0,6 - 1,0 km) auf, bis sie bei der letzten Befischung in Abschnitt 2 (1,2 – 1,6 km unterhalb Abschnitt 10) wiedergefunden wurde. Da in diesem Abschnitt nur ein Nase markiert wurde, war die Individualerkennung möglich. In den Abschnitten 6 – 8 wurde bei keiner Befischung eine Nase nachgewiesen.

Eine Nase (48 cm) überwand einen Absturz, der nur 0,1 m bei einer Strömungsgeschwindigkeit von $v \geq 1,1$ m/s überströmt war, über Nacht (siehe auch b)).

d) Hecht

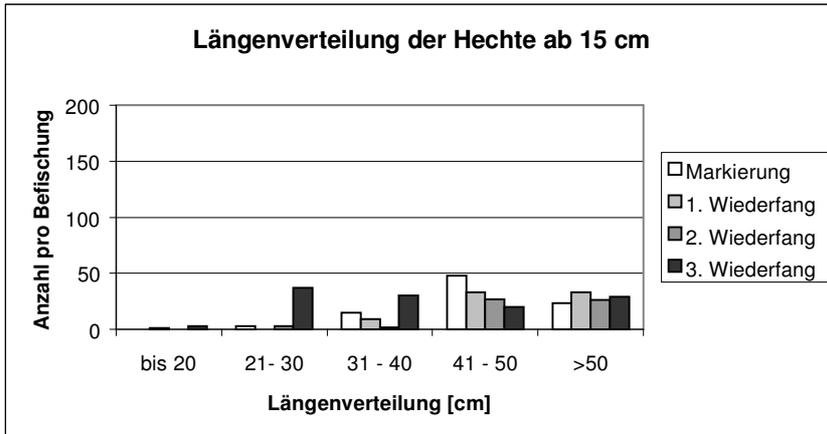


Abb. 117: Alle gefangenen Hechte ≥ 15 cm pro Befischung

Hechte kleiner 30 cm konnten bis auf die 3. Wiederbefischung nur in geringer Anzahl nachgewiesen werden. Oberhalb des Untersuchungsabschnittes wurde ein Besatz mit Hechten von 20 bis 40 cm durchgeführt. Die Tiere sind wohl entweder über die Wehranlage Morolding und / oder die Wasserkraftanlage inkl. dem Leerschuß abgewandert. Die Anzahl der Hechte von 41 bis 50 cm nahm über die Untersuchungsdauer leicht ab.

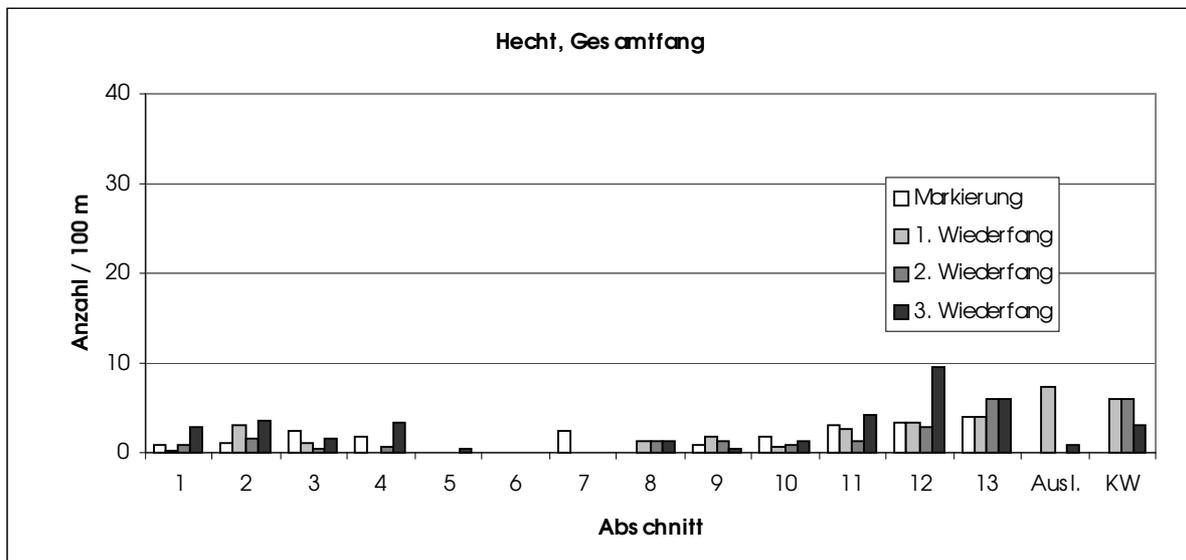


Abb. 118: Hechte, Gesamtfang, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerlänge, Ausl. und KW: keine Markierung

In den Abschnitten 1 bis 4 und 8 bis 13 waren regelmäßig Hechte anzutreffen. Die Dichte war in Abschnitt 12 und in dem kurzen Stück der Ausleitungsstrecke am höchsten. Auch die Befischung des Triebwerksauslaufes brachte jeweils hohe Hechtdichten. Die Hechte waren allerdings fast ausschließlich im unmittelbaren Bereich des Turbinenauslaufes zu finden.

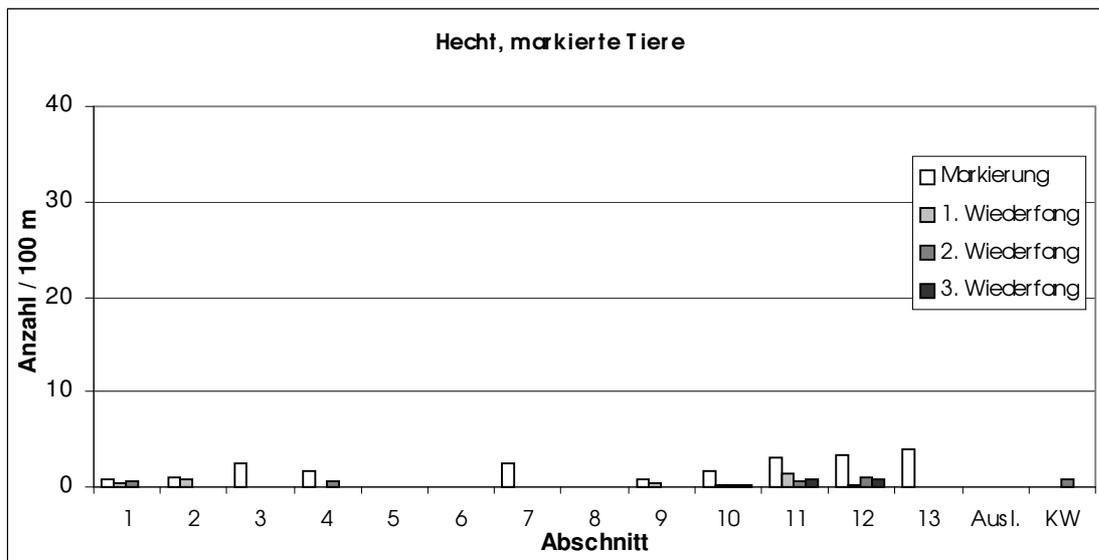


Abb. 119: Hechte, Wiederfang der markierten Tiere, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerlänge, Ausl. und KW: keine Markierung

Sechsmal (4/2/0) war eine Abwärtswanderung von Hechten zu beobachten, viermal (1/1/2) eine Aufwanderung. Ein Tier (68 cm) stieg von Abschnitt 2 über die zwei Abstürze mit 0,6 m Fallhöhe bei MQ und das Hochholder Wehr (1,29 m Fallhöhe bei MQ) auf. 43 (16/14/13) Hechte konnten im Markierungsabschnitt wieder nachgewiesen werden.

4.5.2 Wiederfang oberhalb der Wehranlage Morolding

Um von den Markierungsabschnitten in den Bereich oberhalb der Wehranlage Morolding zu gelangen, müssen die Fische entweder den Leerschuß der Wasserkraftanlage Morolding (Fallhöhe 2,0 m bei MQ) oder sieben Abstürze (Fallhöhe 0,2 – 0,3 m bei MQ) und das Ausleitungwehr (Fallhöhe 1,86 m bei MQ) überwinden. Im Rahmen der 3. Wiederbefischung wurde am 11.11.00 auf einer Länge von 1,4 km elektrisch befischt.

Art	Anzahl	Länge	Markierte Tiere
Aitel	59	19 – 45	0
Brachse	5	52 – 62	0
Karpfen	3	45 – 70	0
Nase	28	25 – 45	0
Rotaugen	1	20	0
Rußnase	13	20 – 35	0
Schleie	3	36 – 42	0
Barsch	7	10 – 20	0
Zander	1	70	0
Hecht	15	30 – 68	0

Tab. 86: Oberhalb der Wehranlage Morolding gefangene Fische

Die Fischart Zander wurde nur oberhalb der Wehranlage gefangen. Logischerweise konnte dieses Tier nicht markiert sein.

5 Diskussion

5.1 Einschränkungen des Lebensraumes für Fische

5.1.1 Wanderhindernisse

Den höchsten Anteil an den Wanderhindernissen in den untersuchten niederbayerischen Gewässern haben Abstürze, gefolgt von Wasserkraftanlagen, Sohlrampen und Entnahmebauwerken. Fischteichanlagen, Kreuzungsbauwerke, Schleusen, sonstige Stauanlagen, Talsperren, Verrohrungen sowie physikalisch-chemische Veränderungen als Wanderungsbeeinflussung und Bereiche mit einer erheblich veränderten Morphologie, z.B. eine betonierte Gewässersohle, spielen zahlenmäßig eine deutlich geringere Rolle.

Die flußauf gerichtete Wanderung an Querbauwerken wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Hier ist einerseits eine hohe Strömungsgeschwindigkeit auf dem Bauwerk zu nennen. Besonders glatt überströmte Flächen bieten der Fauna keine Möglichkeit, in einem Strömungsschatten aufzuwandern oder zu ruhen (siehe auch 3.1.1). In den grundnahen Messungen konnten auf Bauwerken mit rauher Sohlgestaltung teils erheblich niedrigere Strömungsgeschwindigkeiten nachgewiesen werden als auf ähnlichen Bauwerken, die jedoch im Gegensatz dazu eine glatte Sohlstruktur besaßen.

Wenn für die Fauna kritisch hohe Strömungsgeschwindigkeiten auftreten, beeinflusst auch die Länge eines Bauwerkes erheblich den Aufstiegserfolg. So überwand Kleinfische wie Schmerlen an einem Absturz in einer Wanderhilfe an der Kleinen Laber noch Strömungsgeschwindigkeiten von $v \geq 1,1$ m/s, während Koppen, die gegenüber den Schmerlen ein nochmals etwas geringeres Schwimmvermögen aufweisen (vgl. VORDERMEIER & BOHL 1999, 2000), dieselbe Strömungsgeschwindigkeit auf einer Länge von 2 m nicht mehr überwinden konnten.

Es muß also eine Strömungsgeschwindigkeit $v \geq 1,0$ m/s als für Kleinfischarten als massive Einschränkung der Wanderbewegung angesehen werden. Tritt also eine Strömungsgeschwindigkeit von $v = 1,0$ m/s nur über eine kurze Distanz wie etwa an Abstürzen auf, werden zumindest über längere Zeiträume (siehe 4.2.1, 4.2.2) noch alle Kleinfischarten flußauf wandern können. Ist dies allerdings über eine längere Distanz ($l \geq 1$ m), z.B. auf glatter Sohle ohne Rastmöglichkeiten, der Fall, werden Wanderungen offensichtlich völlig unterbunden. Dies bestätigt das gewählte Bewertungsschema (siehe auch 3.1.2). Aber auch für juvenile Bachforellen zeigte sich in den Untersuchungen dieselbe Einschränkung. Da die Bachforelle zu den besten Schwimmern des Untersuchungsgebietes zählt (siehe auch 2.3), stellt somit eine Strömungsgeschwindigkeit von $v = 1,0$ m/s auch für die juvenilen Tiere aller niederbayerischer Fischarten ein Wanderhindernis dar.

Ein weiterer wesentlicher Faktor ist die Führung des Wasserstrahls. Bei einem abgelösten Überfallstrahl treten auch bei niedrigsten Fallhöhen Probleme für viele Fischarten auf, zum Beispiel für Koppen (SCHULTZE 1993, VORDERMEIER & BOHL 1999), aber auch für Äschen oder Barben und andere Cypriniden (JÄGER 1999). Jedoch auch die juvenilen Tiere sprungstarker Arten müssen hiervon in gleicher Weise betroffen sein. Etwa die Hälfte der untersuchten Abstürze wies während der

Untersuchung einen vollständig abgelösten Überfallstrahl auf und wirkt somit arten- und/oder gröÙenselektiv.

Wie sich im Rahmen des Wanderversuchs an der Bina gezeigt hat, bewirken die untersuchten Querbauwerke von einer Fallhöhe von 0,6 m bei MQ bereits drastische Wandereinschränkungen für Nasen, Aitel und Hechte, für Barben sind sie selbst über den langen Untersuchungszeitraum unüberwindbar. An solchen Abstürzen sind selbst gut springende Arten wie Forellen auf günstige Bedingungen angewiesen. Da die Wassertiefen unterhalb der untersuchten Abstürze meist nur gering waren oder sich Wasserwalzen und Turbulenzen ausbildeten, die den Aufstieg ebenfalls erschweren, muß die von STROHMEIER (1998) verwendete Beurteilung von „nicht durchgängig“ für alle heimischen Fischarten zu Recht für Abstürze von einer Fallhöhe $\geq 0,5$ m bei MQ für alle Gewässerzonen aufrecht erhalten werden.

Bei flußab gerichteten Wanderungen kommt eine Meidung von Querbauwerken durch Fische zum Tragen (siehe 4.3.2). Auf Querbauwerke als Verletzungsrisiko wird unter 5.1.2 eingegangen. Es wurde im Untersuchungsgebiet kein Querbauwerk gefunden, das jederzeit flußab „nicht durchgängig“ war.

Die Durchwanderbarkeit von Querbauwerken muß in Abhängigkeit von unterschiedlichen Wasserabflüssen beurteilt werden. Wenn kein Wasser über ein Querbauwerk abfließt, besteht für alle Arten und Größen ein Hindernis in beide Wanderrichtungen. In diese Kategorie fällt auch das einzige Wanderhindernis „physikalisch-chemische Veränderungen“, bei dem durch einen zu geringen Restwasserabfluß in einer sonst natürlichen Ausleitungsstrecke von etwa 4 km Länge die Durchwanderbarkeit in beiden Richtungen eingeschränkt wurde. Denkbare Änderungen des Wasserchemismus konnten in keinem Fall als Wanderhindernis nachgewiesen werden. Falls so eine Änderung auftreten würde, müÙte von einer Einschränkung für flußauf und flußab gerichtete Wanderungen ausgegangen werden.

Inwieweit die Durchwanderbarkeit bei hohen Abflüssen gegenüber dem Basisabfluß verändert wird, ist abhängig von vielen Faktoren wie Bauart, Auftreten von Rückstau, Ausbildung von Turbulenzen usw. Wie die Untersuchung der aufwärts gerichteten Durchwanderbarkeit von Querbauwerken an der Bina gezeigt hat, verbessert sich die Situation an Abstürzen und Sohlrampen eher, wohingegen sie an Verrohrungen verschlechtert wird. Auch ein harter Sohlverbau und Befestigungen mit Betonhalbschalen werden unter diesen Bedingungen erheblich stärker die flußaufgerichtete Wanderung einschränken.

Daß Fische bei erhöhtem Abfluß aufwärts ziehen, wurde durch die Markierungen und die Situation an den Abstürzen in der Bina gezeigt. Nach den eigenen Untersuchungen an der Bina müssen die Fische bei erhöhtem Abfluß flußaufwärts gewandert sein, da nach den vorliegenden Ergebnissen nur unter diesen Umständen eine Durchwanderbarkeit der höheren Abstürze zu erklären ist (siehe 4.2.1). Die Aufwärtswanderung bei erhöhten Abflüssen haben bereits GERSTER (1998) und SCHIEMENZ (1962) beschrieben. In den Wanderhilfen konnte bis auf die Bachforellen dieser Zusammenhang nicht nachgewiesen werden. Dies muß aber unter den gegebenen Bedingungen wie schlechter Anschluß der Wanderhilfe, dem Vorhandensein von Ausleitungsstrecke sowie einer bei Hochwasser nochmals deutlich räumlich engeren Dimensionierung der Wanderhilfen gesehen werden.

Die Möglichkeit für Abwärtswanderungen war an den untersuchten Querbauwerken bei Hochwasser – abgesehen eventuell von Meidung des Querbauwerkes durch die Fische – voll gegeben.

Auch die Änderung der Fallhöhen durch Sohlerosion und- sedimentation muß als zeitliche Variation der Durchgängigkeit gesehen werden.

Wie durch das Scheuchen von Fischen unterhalb von einer Sohlrampe sowie unterhalb von einem Absturz nachgewiesen werden konnte, muß auch zwischen einer prinzipiellen Durchwanderbarkeit von Querbauwerken und einer Verzögerung des Aufstieges an Querbauwerken unterschieden werden: Bei dem Scheuchversuch konnten die Aitel an den Querbauwerken nicht nach einer Aufstiegslinie suchen – keiner stieg über die Hindernisse auf, die für Aitel dieser Größe, wie die Ergebnisse an der Bina zeigen, über einen längeren Zeitraum ohne Zweifel zu überwinden sind. Gerade beim Auftreten von Predatoren sind hier erhebliche negative Folgen für Fische zu vermuten, die über den üblichen Fraßdruck bei natürlichen Fluchtmöglichkeiten hinausgehen. Desweiteren ist an Querbauwerken durch einen verzögerten Auf- und Abstieg durch Meidung der Bauwerke mit Zeitverlusten zu rechnen. Bei Kompensationswanderungen etc. mag dies vielleicht nur einen geringen Einfluß auf die Wiederbesiedelung haben, bei Laichwanderungen könnten aber schon leichte Verzögerungen nicht abzuschätzende Auswirkungen wie einen herabgesetzten Reproduktionserfolg wegen Überschreiten des optimalen Laichzeitpunktes haben. Gerade bei diesem Punkt machen sich mehrere, aufeinanderfolgende Wanderhindernisse deutlich negativ bemerkbar.

Auch der Stauraum oberhalb eines Querbauwerkes (siehe auch unten 5.1.3) wirkt sich aufgrund der geringen Strömungsgeschwindigkeiten als Wanderhindernis aus (PAVLOV 1989), auch wenn Stauräume prinzipiell für Fische durchwanderbar sind und zumindest zum Teil auch überwunden werden (BRUSCHEK 1954a, Lampert & Link 1971). Durch die fehlende Orientierung ist nicht nur eine Zeitverzögerung denkbar, sondern auch das Umdrehen und Zurückwandern von Fischen.

Vor allem in den großen Flüssen wie Inn, Donau oder Altmühl, in denen nur relativ wenige Wanderhindernisse, aber ausgedehnte Staubereiche auftreten, dürfte dieser Faktor einen zusätzlichen, erheblich negativen Einfluß auf die Fischwanderungen haben. Staubereiche mit verschlammter Gewässersohle stellen für eine ganze Reihe von bodengebundenen Arten ebenfalls Wanderhindernisse dar. Dieser Faktor kommt verstärkt im Tertiärhügelland zu tragen. Die FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKS NIEDERBAYERN (1998) beschrieb, daß Koppen versandete Bachabschnitte nicht überwunden haben, die Wanderung nach dem Freispülen der Sohle aber wieder aufnahmen. Verschlammte Bereiche wurden auch für Schmerlen (GAUMERT & HEEMAN 1987) als Wanderhindernisse beschrieben.

5.1.2 Querbauwerke als Verletzungsfaktor

Knapp ein Viertel aller untersuchten Querbauwerke sind Wasserkraftanlagen. Zwar hängt die Schädigung der Fauna in Turbinenanlagen von vielen Faktoren wie Turbinentyp, Beaufschlagung, Fischart etc. ab (BERG 1985, SEIFERT 1989, HOLZNER 1999, 2000), von einer gewissen Schädigung muß jedoch anhand der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Laufradtypen (siehe 4.1.1.10), Rechenanlagen und Fischarten (siehe 4.3.3) in jedem Fall ausgegangen werden. Gerade bei längeren Abwärtswanderungen ist bei mehrfacher Passage von verschiedenen Turbinenanlagen von einer erheblichen Schädigung der Fauna auszugehen. Nur bei offenem Leerschuß oder Ausleitungswehr können an den untersuchten Anlagen die Fische die Turbinenanlagen umgehen, wobei auch hier Schäden an Fischen durch den Aufprall im Unterwasser, an Wehrkörpern etc. keinesfalls auszuschließen sind.

Passierbarkeit von Rechenanlagen

Rechen vor Wasserkraftanlagen schützen nicht nur die Turbinenanlage vor Verschmutzung und Beschädigung, sondern auch einen Teil der aquatischen Fauna vor der Turbinenpassage. Die untersuchten Rechen wiesen eine sehr große Varianz des lichten Stababstandes auf.

Die folgenden Angaben beziehen sich auf den Vergleich der Körperbreite mit dem lichten Stababstand der Rechenanlagen. Die berechneten Körperlängen beruhen auf einer Regressionsanalyse der Daten der untersuchten Fische. Die Ergebnisse decken sich gut mit denen von HOLZNER (2000), der für eine Reihe von Fischarten des Mains wie beispielsweise Aal, Brachse, Güster, Laube, Kaulbarsch, Giebel, Hecht, Karpfen, Schied, Schleie, Wels, Rutte und Zander die Längen-Dickenverhältnisse errechnete. Lediglich die Lauben fielen in den eigenen Untersuchungen bei gleicher Länge dicker aus. Mit den in Kapitel 4.3.3 erhobenen und berechneten Fischbreiten wurde ein Großteil der Körperformen mitteleuropäischer Süßwasserfische abgedeckt, so daß diese Ergebnisse in ihrer Größenordnung auch in etwa auf andere Fischarten ähnlicher Körperform übertragbar sein dürften.

Lediglich der kleinste gemessene Stababstand verhindert zumindest für große Individuen aller Arten ein Durchschwimmen der Rechenanlage. Aber selbst hier ist bereits davon auszugehen, daß alle Brutfische der untersuchten Arten durch die Rechenanlage aktiv wandern oder passiv verdriftet werden können. Derartige Abstände können sogar Schneider, Schmerlen und Lauben überwinden, die bereits länger als die von MUUS & DAHLSTRÖM (1968) angegebene mittlere Länge der Art sind. Bei den Gründlingen sind immerhin noch Tiere mittlerer Größe gefährdet. Für die anderen untersuchten Fischarten gilt, daß adulte und ein Teil der subadulten Individuen vom Rechen aufgehalten werden dürften.

Rechen mit einer lichten Weite von 20 mm stellen bereits für die Arten Laube, Schmerle und Schneider kein Hindernis mehr dar. Dies gilt wohl auch für die Gründlinge, deren Wachstumsgrenze mit 20 cm erreicht ist (MUUS & DAHLSTRÖM 1968). Je nach lokal erreichter Größe dürfte dies auch auf Rotaugen übertragbar sein, die zum Beispiel an der Bina nur selten Längen über 20 cm erreichen. Bei den anderen Arten wird sich ein Teil der subadulten Tiere ebenfalls nicht durch den Rechen abhalten lassen, wohl aber die größeren Individuen. Auch HOLZNER (2000) verwies darauf, daß im Main bei Dettelbach wenigstens die juvenilen Fische, bei vielen Arten sogar alle vorkommenden Größenklassen, einen 20mm-Rechen überwinden können.

Der mittlere Rechenabstand (25 mm) im Untersuchungsgebiet stellt für Kleinfischarten bis auf sehr große Koppen kein Hindernis mehr dar. Auch bei den größer werdenden, untersuchten Arten können Individuen mittlerer Größe nach MUUS & DAHLSTRÖM (1968) den Rechen überwinden.

Der maximal erhobene Stababstand von 150 mm läßt jede Größe aller untersuchter Fischarten passieren.

Wenn verbuttete Bestände auftreten, sind die Längen der adulten Tiere deutlich kürzer, so daß je nach Rechen ein höherer Anteil der Population Tiere als in normal wachsenden Beständen die Rechenanlagen überwinden können.

Nicht berücksichtigt wurde ein aktives Hindurchzwängen durch die Stäbe. Dies würde bedeuten, daß größere und damit auch mehr Fische den Rechen überwinden können. Es kann auch ein aktives Suchen nach größeren Lücken in einer beschädigten Rechenanlage analog zu dem Verhalten von durch Gitter eingesperrten Fischen, wie etwa in Fischzuchtanlagen, vermutet werden. Dann würde ein

größeres Loch in der Absperrung mit hoher Wahrscheinlichkeit gefunden werden. Auch von einer unterschiedlichen Anströmgeschwindigkeit am Rechen ist ein Einfluß auf das Verhalten der Tiere und damit das Überwinden zu erwarten. Möglicherweise können dann vor allem spritschwache Fische nicht mehr aktiv gegen eine starke Strömung anschwimmen und so aus dem Kraftwerksbereich gelangen. Es muß darauf geachtet werden, daß die Strömungsgeschwindigkeit an den Rechananlagen nicht so hoch ist, daß sich Fische nicht mehr aus dem Sog befreien können und gegen die Anlage gedrückt werden (HOLZNER 2000). Mit steigender Fischgröße steigt das Verletzungsrisiko für Fische am Rechen (HOLZNER 2000). Dies kann z.B. nach der Laichzeit geschwächte Tiere treffen.

Die in der Untersuchung ermittelten Stabweiten erfassen mit Sicherheit noch nicht alle Aufweitungen, da einerseits nicht alle Rechananlagen begutachtet werden konnten und andererseits nur oberflächennahe, nicht aber tiefer gelegene Rechenteile erfaßt wurden. Aber selbst im Rahmen der erhobenen Daten muß davon ausgegangen werden, daß tatsächlich deutlich mehr Tiere in die Turbinenbereiche gelangen, als dies die in den Bescheiden festgelegten Stababstände vermuten lassen.

Die erhobenen Daten können zumindest in der Größenordnung auch auf einige andere, nicht untersuchte Arten übertragen werden. Zum Beispiel weisen Salmoniden einen recht ähnlichen Körperbau auf, so daß die Bachforelle wohl gut als Referenz verwendet werden kann. Bei den Cypriniden hingegen gestaltet sich die Verallgemeinerung schwieriger, da der Körperbau der einzelnen Arten stark voneinander abweicht. Für die Schmerlenartigen dürfte eine Verallgemeinerung unter Berücksichtigung der Länge wieder eher zutreffen.

In seltenen Fällen bestehen im Kraftwerksbereich Wanderhilfen, die einen weiteren Wanderweg bieten. Hier dürfte das Auffinden des flußabgerichteten Wanderweges aber wegen fehlender Leit- und Scheucheinrichtungen für die Fauna meist schwierig sein.

Nach Art. 76, des Bayerischen Fischereigesetzes (BRAUN & KEIZ 2000) kann zum Schutz der Fische dem Eigentümer von Wasserkraftanlagen *„jederzeit die Herstellung und Unterhaltung von Vorrichtungen auferlegt werden, welche das Eindringen in die Triebwerke verhindern“*. Da Rechananlagen offensichtlich keinen ausreichenden Schutz für Fische vor dem Eindringen in Kraftwerke bieten, Art. 76 jedoch nur die Möglichkeit für Auflagen vorsieht, sollte in Zukunft eine funktionierende Schutzeinrichtung vor Wasserkraftanlagen o.ä. entwickelt und verbindlich festgeschrieben werden. Aufgrund der Ergebnisse werden diese Einrichtungen dann regelmäßig kontrolliert werden müssen.

Weitere Schädigungsrisiken

Ebenfalls sind Schädigungen der Fauna durch die beobachteten großen Fallhöhen denkbar. Dies kann bei befestigten Wehrvorböden oder Abstürzen mit Unterwassersicherung genauso auftreten wie bei einem Wasserstrahl, der ins Unterwasser eintritt. Gerade die untersuchten Talsperren, Wasserkraftanlagen und Entnahmebauwerke dürften hier kritische Punkte sein.

Bereits an kleinen Abstürzen ist jedoch schon eine Schädigung von Fischen denkbar. Zahlreiche Abstürze sind mit Fundamenten gegen Tiefenerosion im Unterwasser abgesichert. Erheblich dürfte die Wassertiefe auf dem Fundament, der Eintrittswinkel des Wasserstrahls sowie die Fallhöhe des Absturzes diese Schädigung beeinflussen. In den unter vielen Abstürzen auftretenden Wasserwalzen

oder Turbulenzen könnten durchaus Jungfische zu Tode gewirbelt werden, weil sie nicht aus eigener Kraft den turbulenten Bereich verlassen können. HENSEN & SCHIEMENZ (1960) beschreiben ein „Totwirbeln“ von Fischen besonders in pulsierenden Strudeln. Der Nachweis dürfte sich im freien Gewässer sehr schwierig gestalten, da sich Fischbrut gerade im Sommer sehr schnell zersetzt (HOFBAUER 1965) und dann nicht mehr zu finden ist. Aber auch durch eine kurzzeitige Desorientierung in den Wirbeln (PAVLOV 1989) sind Fische für Predatoren eine leichte Beute.

5.1.3 Querbauwerke als Strukturverlust

Bei der Diskussion um die Durchwanderbarkeit von Fließgewässern darf ein weiterer, wichtiger Aspekt nicht aus den Augen verloren werden. Jedes Querbauwerk verursacht abhängig von der Fallhöhe, dem Gewässergefälle, dem Fließquerschnitt und dem Wasserabfluß einen Rückstau. Die Ausdehnung der Stauräume sowie deren Verschlammung wurde unter 4.3.1 ausführlich beschrieben.

Auf den Stau als Wanderhindernis wurde bereits oben eingegangen. Die Änderungen von physikalisch-chemischen Parametern in Staubereichen führt zu suboptimalen Lebensbedingungen für Fische (siehe auch 2.9). Diese Bedingungen bleiben für die Fische erhalten, wenn nur die Durchwanderbarkeit in Form von Wanderhilfen oder Sohlrampen wiederhergestellt wird. Erst ein vollständiger Rückbau von Querbauwerken, eventuell verbunden mit einer Gewässeraufweitung, führt zu der für viele gefährdete Fischarten wichtigen Varianz der Strömungsgeschwindigkeit, der Wassertiefe und des Sohlsubstrates. In den untersuchten Stauräumen Winklmühle und Eitting wurden gegenüber den freifließenden Flußabschnitten verstärkt stagnophile Arten wie Karpfen, Schleie und Rotfeder beobachtet, eine Tatsache, die beispielsweise bereits LABLEBEN (1963), REICHENBACH-KLINKE (1968b), GUNKEL (1996) oder auch KOLBINGER (1998) beschrieben hatten. Auch sind verschlammte Gewässerböden für viele Fischarten ein Wanderhindernis (siehe auch 5.1.1).

5.1.4 Weitere potentielle Wanderhindernisse

Nach SCHIEMENZ (1957) sind Hinderniswirkungen in allen Flußabschnitten, die in ihrer Morphologie bzw. ihren chemisch-physikalischen Umweltparametern nicht dem typischen Bild des Flußabschnittes gleichen, Auswirkungen auf das Wanderverhalten der Fische möglich.

Eine Änderung dieser Parameter ist in jedem Gewässerabschnitt, aus dem Wasser ausgeleitet wird, zu erwarten.

Untypisch für einen natürlichen Flußlauf und damit denkbare Hindernisse sind Vibrationen von Straßen oder Bahnlinien, aber auch von Wasserkraftanlagen (siehe auch 4.3.1). Da sich sogar während der Kartierungsarbeiten das Geräusch natürlicher Abstürze vom Klang anthropogener Abstürze unterscheiden ließ, kann vermutet werden, daß dies selbst an niedrigsten Abstürzen bereits von Fischen wahrgenommen wird und zu einer Meidung führt. Die Vermutung resultiert daraus, daß Fische über ihr Seitenlinienorgan, über ihr Gehörssystem, vor allem in Verbindung mit der Schwimmblase, in der Lage sind Druckwellen und Geräusche sehr gut wahrzunehmen. Besonders Cypriniden und Welse hören gut, während Barsche schlechter Töne wahrnehmen (SCHINDLER 1975). Möglicherweise nehmen Fische Schwingungen wahr, die vom Menschen bereits nicht mehr wahrgenommen werden können. Da Wasser Schwingungen dieser Wellenlänge sehr gut leitet, sind

hier weitreichende Auswirkungen vorstellbar. Auch die Meidung einer ehemaligen Mühlenanlage durch Äschen bei der Abwanderung (siehe auch 3.4.1) kann im Sinne einer Meidung wegen des Auftretens von Vibrationen interpretiert werden. Auch bei einer abwärts gerichteten Scheuchung mieden Fische das eigentlich überwindbare Hindernis und flüchteten stromaufwärts (STEIN 2001, eigene Beobachtungen).

Ein weiterer Punkt sind Strukturdefizite. Gerade kleine und kleinste Nebenbäche weisen im Untersuchungsgebiet häufig massiv veränderte Gewässerstrukturen auf. Möglicherweise werden also auch prinzipiell frei durchwanderbare Zuläufe nicht als Lebensraum von einer oder mehreren Arten genutzt. Vorstellbare Gründe hierfür sind eingeschränkte Nahrung, fehlende Laichgründe, geringe Wassertiefe, Fehlen von Unterständen oder auch ein vermehrter Schwimmaufwand in Bereichen mit gleichmäßiger erhöhter Strömung ohne Unterstandsmöglichkeiten.

So konnte in der Bina im Rahmen von vier Befischungen eine Meidung der Bereiche mit schlechter Sohlstruktur (siehe 3.4.1) von Nasen Barben und Hechten festgestellt werden. Eine Nase, eventuell nach einem leichten Hochwasser in den strukturarmen Bereich verdriftet, wanderte zuerst wieder aus diesem Bereich flußauf heraus, danach dann durch diesen Bereich hindurch in einen tiefer gelegenen Abschnitt. Auch zwei weitere durchwanderten diesen Bereich flußab. Da Nasen sich offensichtlich aber nur selten in solchen Bereichen aufhalten, kann daraus gefolgert werden, daß derartige Bereiche nicht nur gemieden, sondern dann in der Konsequenz auch nur bedingt durchwandert werden. Nicht ganz so ausgeprägt wurde dieser Sachverhalt bei Barben und Hechten festgestellt.

Dichte Makrophytenbestände aufgrund von fehlender Beschattung und / oder Gewässereutrophierung könnten beispielsweise durch veränderten Abfluß oder pH-Wertänderung ebenfalls die Fische in der Wanderung beeinflussen. Die FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKS NIEDERBAYERN (1998) beschrieb zum Beispiel das Abwandern von adulten und subadulten Äschen aus verkrauteten Bereichen, so daß hier auch eine Meidung solcher Flußabschnitte durch Fische denkbar ist.

Inwieweit sich solche Bereiche als Wanderhindernis auswirken und oberhalb gelegene, attraktive Plätze nicht mehr erreicht werden, wäre ein interessantes Feld für weitere Untersuchungen.

5.2 Gewässervernetzung

5.2.1 Untersuchte Fließgewässer

Im gesamten Untersuchungsgebiet gab es kein Gewässer 1. oder 2. Ordnung, das über den gesamten Untersuchungsbereich frei für Fische durchwanderbar ist. Der Vernetzungsgrad der untersuchten Fließgewässer differiert stark.

Die flußabgerichtete Wanderung ist sowohl im Untersuchungsgebiet als in anderen Studien immer deutlich günstiger (HANFLAND 1997, STROHMEIER 1988, 2000a, 2000). Allerdings wurden im Gegensatz zu ihnen keine Wanderhindernisse als flußab völlig undurchwanderbar beurteilt.

Vergleicht man die erhobenen Daten mit den Ergebnissen anderer Fließgewässer in Mitteleuropa (ADAM & SCHWEVERS 1996, HANFLAND 1997; QUAST ET AL. 1997; GOSSO ET AL. 1998, ZIMMERMANN ET AL. 1998; STROHMEIER 1998, 2000a, 2000b; MAILE 2000), so sind niederbayerische Gewässer 1. und

2. Ordnung zwar in ähnlicher, für Fische auf äußerst negative Weise mit Wanderhindernissen verbaut. Niederbayerische Gewässer befinden sich in dieser Spanne sogar am ungünstigen Ende.

Der Vergleich des Zerstückelungsgrades der linksseitigen mit den rechtsseitigen Donauzuflüssen ergab trotz der insgesamt natürlicher wirkenden linksseitigen Zuflüsse keinen signifikanten Unterschied.

Etwas günstiger als im Untersuchungsgebiet ist die Situation z.B. im unterfränkischen Main- und Elbeeinzugsgebiet (STROHMEIER 1998, 2000a), etwas schlechter als in Niederbayern können Fische in der Iller wandern, wo sich 1,6 Hindernisse pro Kilometer befinden. (STROHMEIER 2000b).

Wiederum etwas günstiger als in Niederbayern schnitten Fließgewässer im Amtsgebiet des WWA Freising ab (MAILE 2000). Weiter zwischen den Querbauwerken können die Fische der oberen Isar und in der Loisach wandern (HANFLAND 1997). Große Gewässer in Thüringen wiesen nur etwa alle 3,5 km ein Hindernis auf (ZIMMERMANN ET AL. 1998), in Brandenburg nur alle 6 km (QUAST ET AL. 1997). Ein Trend, wie er auch in den größeren und großen Flüssen Niederbayerns zu erkennen ist. Daß wie im Untersuchungsgebiet größere Fließgewässer weniger Wanderhindernisse je Fließstrecke aufweisen, stellte MAILE (2000) auch für das Flußsystem der Mittleren Isar und Amper fest.

Einen deutlich günstigeren Vernetzungsgrad als der Durchschnitt der untersuchten Gewässer weisen die Donau, der Inn und die Altmühl auf. In diesen Flüssen sind jedoch nur flußauf undurchwanderbare bzw. eingeschränkt durchwanderbare Querbauwerke zu finden. Die günstigste Situation aller untersuchten Gewässerabschnitte ist in der Donau anzutreffen. Nicht nur, daß in ihr die wenigsten Wanderhindernisse pro Kilometer gefunden wurden, sondern sie fließt auch auf einer Länge von 69 km (nach REG. V. N.-BY., 1999) – einzigartig im gesamten Untersuchungsgebiet – ungestaut. Auch verglichen mit anderen Studien (HANFLAND 1997; QUAST ET AL. 1997; ZIMMERMANN ET AL. 1998; STROHMEIER 1998, 2000a, 2000b; MAILE 2000) ist dies außerordentlich positiv zu bewerten. Inn und Altmühl sind im Untersuchungsgebiet nahezu durchgehend gestaut, so daß hier wiederum die oben diskutierten Folgen von Staubereichen wie beispielsweise Einschränkung der Wanderung ganz erheblich zum Tragen kommen.

Nur gering weichen Rott, Grasenseer Bach, Vils, Große Vils, Isar, Reißinger Bach, Pfettrach, Sempt, Große Laber, Kleine Laber, Ilz, Wolfsteiner Ohe, Saußbach, Osterbach, Kleine Ohe, Große Ohe, Mitternacher Ohe, Schwarzer Regen, Großer Regen, Kleiner Regen, Teisnach und Schambach vom Mittelwert ab. Die Querbauwerke in diesen Gewässern sind in der Regel undurchwanderbar oder eingeschränkt durchwanderbar. Hinzu kommt eine relativ geringe Anzahl an Wanderhindernissen mit leichten Einschränkungen. Hinzu kommen als Wandereinschränkung die teils ausgedehnten Staubereiche.

Im negativen Sinn deutlich über dem Mittelwert liegen der Altbach, die Bina (2. Ordnung), die Gewässer 3. Ordnung im Bina-System und die Gewässer 3. Ordnung im Wolfsteiner Ohe-System. Im Vergleich zu den anderen Gewässern ist bei diesen Gewässern die Anzahl der Hindernisse mit leichten Einschränkungen hoch. Im Bina-System (Gewässer 3. Ordnung) sind Hindernisse mit einer eingeschränkten Durchwanderbarkeit mit Abstand am häufigsten. Die Hindernisse sind gleichmäßiger über die Zuflüsse verteilt als im Wolfsteiner Ohe-System, wo einige Zuflüsse einen sehr hohen Verbauungsgrad aufweisen. Andere Zuflüsse waren hingegen wieder recht gut durchwanderbar. In den Gewässern 3. Ordnung wurde ein Bach auf eine längere Strecke (1,4 km) untersucht, der kein anthropogenes Wanderhindernis aufwies (Bannholzbach, zur Wolfsteiner Ohe). Alle anderen Bäche,

in denen kein Wanderhindernis gefunden wurde, wurden nur im Mündungsbereich kartiert, da sie nur eine geringe Wasserführung aufwiesen. Einige Bäche, bei denen Wanderhindernisse festgestellt wurden, waren im Mündungsbereich offen an das Hauptgewässer angeschlossen und wiesen erst weiter oben Hindernisse auf. Der frei durchwanderbare Bereich in den Nebengewässern 3. Ordnung erstreckte sich in diesen Fällen meist auf wenige hundert Meter oberhalb der Mündung. Dies bedeutet, daß diese Bäche wenigstens zum Teil als Lebensraum vom Hauptfluß aus erreicht werden können.

Etwa ein Viertel aller Zuflüsse der Wolfsteiner Ohe sind für die aquatische Fauna bereits an der Mündung blockiert. Ähnliches stellte HANFLAND (1997) fest. Für die obere Isar beschrieb er einen fehlenden Anschluß von 28 % aller Nebengewässer. Die Situation im Fließgewässersystem der Bina weicht hiervon wiederum deutlich negativ ab.

Eine zeitliche oder artselektive Einschränkung bestand an vier von zehn Bina-Zuflüssen, aber nur an etwa einem Viertel aller Zuflüsse der Wolfsteiner Ohe. Mündungsbereiche mit geringen Wandereinschränkungen (weitgehend durchwanderbar) spielten in beiden Fällen nur eine untergeordnete Rolle. Ungehindert konnten die Fische nur in knapp ein Viertel aller Bina-Zuflüsse, jedoch immerhin in vier von zehn Bächen zur Wolfsteiner Ohe gelangen.

Bei Hochwasserabflüssen ist es an der Bina aufgrund des allgemein niedrigeren Gefälles und somit niedrigeren Fallhöhen der Bauwerke für Fische eher – wenn auch vielleicht nur wenige Stunden oder Tage im Jahr – möglich, in normalerweise nicht erreichbare Nebengewässer zu gelangen. An der Wolfsteiner Ohe sind die Querbauwerke an manchen Nebenbachmündungen höher, so daß dort vermutlich selbst über mehrere Jahre ein Einwandern für Fische jeglicher Art und Größe ausgeschlossen ist. Die Nebenbäche der Bina bieten also deutlich schlechtere Wandermöglichkeiten.

Das Vorkommen von Bachforellen, Rotaugen und Haseln in fast ausschließlich subadulten Stadien in voll angeschlossenen, kleinen Zuflüssen in einen Niederungsfluß belegte KOLBINGER (1998). Von all diesen Arten wurden im Verhältnis im Hauptfluß deutlich mehr adulte Stadien gefunden. Auch von einem Fischereiberechtigten wurde darauf hingewiesen, daß in einem ebenfalls voll angeschlossenen Zufluß zum Saußbach zahlreich subadulte Bachforellen vorkommen. Hieraus kann ersehen werden, wie wichtig kleine Nebengewässer als Teillebensraum für die Fischfauna des Hauptflusses sind.

In Niederbayern sind in eigentlich allen untersuchten Fließgewässern anthropogene Staubereiche zu finden, lediglich in den kleinen Nebenbächen der Wolfsteiner Ohe fanden sich 9 von 41 Fließgewässern ohne Staubereiche. Diese Bäche wurden aber überwiegend sowieso nur im Mündungsbereich untersucht.

Die Spanne reichte von mehreren Metern langen Staubereichen in manchen Nebenbächen bis hin zu Staaseenketten in vielen untersuchten Flüssen wie beispielsweise Inn, Rott, Isar oder Kleine Laber, die nur durch kurze freifließende Abschnitte unterbrochen sind.

Die Bedeutung frei fließender und jederzeit erreichbarer Nebengewässer nimmt gerade bei gestauten Hauptgewässern zu. Natürlich kann ein solcher Zufluß keineswegs verlorene Fließgewässerhabitate vollständig ersetzen, er bietet aber wenigstens zum Teil einen Ersatzlebensraum für rheophile Arten.

Die Beobachtungen in den anderen Flußgebieten lassen den Schluß zu, daß die Ergebnisse der Bina im wesentlichen auf das Tertiärhügelland, die der Wolfsteiner Ohe auf den Bayerischen Wald übertragbar sind. Es ist davon auszugehen, daß in den nicht oder nur eingeschränkt angeschlossenen Gewässern die Zusammensetzung der Fischfauna erheblich gestört ist.

Entstehung der Wanderhindernisse

Bei STROHMEIER (1998) gingen vier von fünf Hindernissen auf die Wasserkraftnutzung zurück. Bei der eigenen Untersuchung waren es jedoch nur knapp die Hälfte. Nur 6 % Anteil der Querverbauungen entfielen bei ihm auf die Sohlsicherung, in der eigenen Untersuchung lag der Anteil jedoch bei 43 %. In der Kronach (Main-Einzugsgebiet) wurden allerdings von STROHMEIER (1998) auch kleinere Sohlschwellen erfaßt, in den anderen Gewässern nicht, so daß er vermutet, daß „*der mittlere Abstand zwischen zwei Querverbauungen in den anderen Gewässern noch niedriger liegt, als ... angegeben*“. Ob der Unterschied in der Funktion der Querbauwerke aus einer unterschiedlichen Kartierungsmethodik oder aus einem sich unterscheidenden Gewässerverbau resultiert, kann nicht gesagt werden. In der Iller ermittelte STROHMEIER (2000b) jedoch an über drei Viertel der Querbauwerke Sohlsicherung als Errichtungsgrund.

5.2.2 Langfristiger Verlauf der Gewässerverbauung

Zwar wurde vielfach von Anwohnern und Betreibern von Wasserkraftanlagen darauf hingewiesen, daß sich die Anzahl der Mühlen im Vergleich zu vor hundert Jahren sogar verringert hat und sich somit die Vernetzungssituation in den letzten Jahren verbessert und nicht verschlechtert habe. Dem ist jedoch entgegenzuhalten, daß sich gerade an Wasserkraftanlagen die Situation erheblich verändert hat (siehe auch 4.2.3). Früher war also bei erhöhtem Abfluß an vielen Wasserkraftanlagen der Aufstieg über die Ausleitungsstrecke und das Ausleitungswehr bedingt möglich, wohingegen dies heute an den meisten Ausleitungswehren ohne Wanderhilfe ausgeschlossen ist. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen von SCHULTZE (1993). An einigen Wasserkraftanlagen und Entnahmebauwerken wurden inzwischen Wanderhilfen errichtet, die allerdings bisher häufig nur eingeschränkt durchwanderbar sind.

Die Anzahl der Abstürze hat sich in den letzten zehn Jahren wohl wieder verringert, indem sie zum Teil bereits durch Sohlrampen ersetzt wurden.

Die Erreichbarkeit sowie der Vernetzungsgrad der Nebengewässer dürfte sich nach Aussagen vieler Fischereiberechtigter im Tertiärhügelland etwa ab 1950 verschlechtert haben, bis sie 1980 in etwa das heutige Niveau erreicht hat (siehe auch 4.2.3). Im Bayerischen Wald hingegen ist eine zeitliche Zuordnung aufgrund des Triftverbau und der Wasserkraftnutzung bis fast zur Quellregion von Bächen nicht möglich. Allerdings gibt es hier eine Reihe von anthropogenen Be- und Entwässerungsgräben, die aufgrund der Aussagen vieler Fischereiberechtigter, besonders von Forellen und Koppen als Lebensraum und Laichhabitat genutzt wurden. Möglicherweise haben diese Gräben den fehlenden Anschluß an natürliche Zuflüsse bisher zum Teil kompensiert, indem sie die Funktion der Zuläufe eingeschränkt konnten. Da diese Gräben allerdings zunehmend verlanden, könnte sich hier die Situation ohne Öffnung der natürlichen Zuflüsse in naher Zukunft nochmals verschlechtern.

Hinzu kommt jedoch, daß eine im Einzelfall heute nur noch äußerst schwierig nachzuvollziehende Eintiefung ausgebauter Fließgewässer auftrat, die dazu führte, daß kleine Nebengewässer schneller trockenfallen und nicht mehr als Lebensraum nutzbar sind. Auch der Effekt, daß die Wasserretention vor allem im Tertiärhügelland teils erheblich zurückgegangen sein dürfte, schränkt die biologische Verfügbarkeit der Nebengewässer weiter ein.

Über den Main-Donau-Kanal wurden zwei eigentlich voneinander getrennte Flußsysteme miteinander verbunden. REINARTZ ET AL. (2000) wiesen bereits die Marmorierte Grundel im Maininzugsgebiet nach, wobei sie eine Zuwanderung über den Main-Donau-Kanal vermuteten. Die Folgen dieser Vernetzung der beiden Flußsysteme können nicht abgeschätzt werden. Vermischungen von genetisch unterschiedlichen Flußgebietsrassen des Donau- und des Main-Flußsystems (STEIN ET AL. 2000) bis hin zu interspezifischen Wechselwirkungen könnten die Folge sein.

5.3 Effektivität der untersuchten Wanderhilfen

Über die Auswirkung von Reusen auf das Fangergebnis gibt es unterschiedliche Aussagen. GENNERICH (1957) geht von keiner Scheuchwirkung der Reusen auf Fische aus, während z.B. HINTERLEITNER (1931) eine Scheuchwirkung von Reusen auf große Fische beschreibt. Insgesamt ist also eher von einer Unterschätzung des Aufstieges durch Reusenkontrollen auszugehen.

5.3.1 Winklmühle, Kleine Laber

Von den 18 bei der Elektrofischung nachgewiesenen Arten konnten lediglich acht Arten auch in der Netzreuse nachgewiesen werden. Zu diesen Arten gehören Aitel, Gründling, Hasel, Laube, Rotauge, Elritze, Schmerle und dreistachliger Stichling. Es fehlten sowohl bei der Elektrofischung als auch bei der Reusenkontrolle die nach Angaben des Fischereiberechtigten in diesem Flußabschnitt selten vorkommenden Arten Barbe und Nase.

In der Reuse nicht erfaßt werden konnten Regenbogenforelle, Flußbarsch, Zander, Hecht, Brachse, Giebel, Karpfen, Rotfeder und Schleie. Dies gilt auch für die Bachforelle, die offensichtlich die Wanderhilfe als Lebensraum nützt, zumindest aber in den beobachteten Zeiträumen nicht aufstieg. Eine Scheuchwirkung der Reuse dürfte nicht verantwortlich sein, weil eine ähnliche Reuse im Saußbach gute Fangergebnisse von Bachforellen brachte.

Die Fischfauna des Umgehungsbaehes zeigt eine Zusammensetzung auf, die einem Niederungsbaeh in diesem Flußabschnitt entspricht. Vor allem von Hasel, Aitel, Gründling, Laube und Schmerle wird die Wanderhilfe offensichtlich gut als Lebensraum angenommen.

Im Umgehungsbaeh der Winklmühle hat sich eine mit der übrigen Kleinen Laber vergleichbare Makrozoobenthosfauna etabliert (WWA DEG, mdl., 2000).

Insgesamt stiegen aber nur relativ geringe Stückzahlen auf. Aitel und Lauben gehören zu den Favoriten unter den Aufsteigern. Ende Mai und Anfang Juni 1999 stiegen mehr Fische pro Tag auf wie im Vergleichszeitraum 2000. Der Aufstieg variiert also von Jahr zu Jahr (LAMPERT & LINK 1971, BORN 1995). Im Juli und August gingen die absoluten Zahlen deutlich zurück. Bei einer Aufstiegskontrolle im Januar und Februar 2000 (acht Versuchstage) konnten nur wenige Fische, ein Aitel, ein Hasel und zwei Flußbarsche beim Aufstieg beobachtet werden. Zwar war dies im Vergleich zu anderen Untersuchungsperioden eine eher geringe Anzahl von Fischen, jedoch belegt dies, daß auch im Winter Fischwanderungen zumindest in geringem Umfang durchgeführt werden (siehe auch 5.5).

Da bei erhöhten Abflüssen hohe Treibgutmengen eine Reusenkontrolle unmöglich machten, konnte der Aufstieg bei extremen Abflüssen nicht untersucht werden. Auch die beobachteten

Temperaturunterschiede von kleiner 1 K lassen keine weiteren Schlüsse auf das Artenspektrum der Wanderhilfe oder das Wanderverhalten zu, wenngleich Einflüsse nicht auszuschließen sind. Der in die Wanderhilfe einmündende Bach hat auf das Temperaturregime der Wanderhilfe keinen erkennbaren Einfluß.

Ein Aufstieg über die zu steil gestaltete Sohlrampe ist unter den Abflusssmengen während der Versuchsdurchführung auszuschließen.

Fazit

Dieser Umgehungsbach wird als Lebensraum von für Niederungsbächen typischen Fisch- (eigene Untersuchungen) und Makrozoobenthosarten (WWA DEG, 2000) offensichtlich gut angenommen. Seine Eignung wird auch durch sein gesamtes Erscheinungsbild hinsichtlich der Breite, Tiefe, Strömungsverhältnisse, Sohlstrukturen etc. bestätigt. Für Wanderungen wird er offensichtlich aber weniger genutzt. Mit seiner Länge ist er nicht in kurzer Zeit zu durchschwimmen, so daß eventuell manche Fische, die nur nach einer Umgehungsmöglichkeit des Hindernisses suchen, aber den kleinen Bach meiden, wieder umkehren. Die Lockströmung des Baches dürfte zwar von allen in diesem Flußabschnitt vorkommenden Arten wahrgenommen werden (vgl. PAVLOV 1989), offensichtlich spielen aber Faktoren wie kleiner Fließquerschnitt mit über 600 m Länge oder das Einmünden ca. 100 m unterhalb der unüberwindbaren Sohlrampe eine Rolle. Gerade das Fehlen der Arten Nase und Barbe spricht gegen eine ausreichende Funktion als Wanderhilfe.

Außerdem blieb der Staubereich mit allen negativen Folgen für die Gewässerstruktur und Fischfauna (siehe auch 2.9) voll erhalten. Dies ist im Staubereich an Arten wie Rotfeder, Schleie, Giebel und Karpfen gut zu erkennen (siehe auch 5.1.3) Gerade dieser Fall zeigt deutlich, daß eine Wanderhilfe nicht nur für alle Arten überwindbare Strömungsgeschwindigkeiten aufweisen muß, sondern daß die Akzeptanz der Wanderhilfe durch die Fische einen ebenso wesentlichen Faktor darstellt.

Da das Kraftwerk aufgelöst wurde, ist nach den vorliegenden Ergebnissen nur ein kompletter Rückbau der ehemaligen Kraftwerksanlage mit der Schaffung einer naturnahen Gewässermorphologie sinnvoll.

5.3.2 Eitting, Kleine Laber

In der Wanderhilfe konnten drei Arten, nämlich Bachforelle, Regenbogenforelle und Schleie nicht gefangen werden, die bei der Elektrofischung erfaßt wurden. Da diese aber nur als Einzelexemplar bzw. zwei Fische (Schleie) gefunden wurden, sollte dies auf die Beurteilung der Effektivität der Wanderhilfe keinen negativen Einfluß haben. Außerdem sind Forellen für diesen Flußabschnitt eher untypisch. Ein Frauenerfling konnte nur im Zuge der Reusenkontrolle nachgewiesen werden. Auffallend ist die Besiedelung der Wanderhilfe durch subadulte Barben. Abgesehen davon ist die Wanderhilfe selbst, etwa mit der Wanderhilfe Winklmühle verglichen, relativ wenig besiedelt. Es ist allerdings eine leichte Unterschätzung des Bestandes im Rahmen der Elektrofischung aufgrund einer verminderten Fangeffektivität durch überwachsene Ufer zu berücksichtigen.

Laichzüge von Nasen und Barben konnten in dieser Wanderhilfe nicht nachgewiesen werden, obwohl zu jenem Zeitpunkt nach Angaben des Fischereiberechtigten eine Reusenkontrolle durchgeführt wurde. Diese Arten konnten überhaupt nur in geringer Anzahl im Reusenkorb nachgewiesen werden. Bei den Barben waren die wenigen Tiere über das gesamte Längenspektrum verteilt. Bei den Nasen waren es zwei juvenile Tiere. Aitel stiegen in jeweils kleiner Anzahl auf. Ein vermehrter Aufstieg war

zum Beispiel bei Aitel, Gründling, Laube und Schmerle in den Untersuchungen von April bis Juni 2000 zu erkennen, während ihre Anzahl Ende Juli/ August 2000 abnahm.

Eine Abhängigkeit des Aufstieges vom Gesamtabfluß der Kleinen Laber konnte nicht nachgewiesen werden.

Fazit

In der Wanderhilfe stiegen alle für diesen Flußabschnitt typischen Fischarten auf. Trotz der relativ hohen Strömungsgeschwindigkeit von $v \geq 1,1$ m/s an einer Absturzkante kann aus den vorliegenden Ergebnissen nicht auf eine völlige Einschränkung der Wanderung durch die Strömungsgeschwindigkeit für Kleinfische oder für subadulte Fische geschlossen werden. Eine Entfernung des Absturzes ist trotzdem sinnvoll, da man sich hier im Grenzbereich des Schwimmvermögens von diesen Fischen befindet (siehe auch 5.3.3), und ihnen damit einen besseren Aufstieg (siehe auch 2.3) ermöglicht. Die Erhöhung der Lockströmung während des Versuchsablaufes brachte offensichtlich keine entscheidende Verbesserung der Aufstiegszahlen oder des Artenspektrums (vgl. MADER & BOGNER 2001). Für die Arten Nase und Barbe spielten offensichtlich andere bisher unbekannte Faktoren eine Rolle. Möglicherweise meiden sie den zu geringen Wasserkörper in der Ausleitungsstrecke.

Für den Erhalt der genetischen Varianz und eingeschränkt auch für Kompensationswanderungen könnte die Wanderhilfe ausreichend funktionieren. Für die Laichwanderungen der Nasen und Barben müssen allerdings noch Verbesserungen vorgenommen werden. Die Wassertiefe sollte im gesamten Bereich der Ausleitungsstrecke und der Wanderhilfe auf mindestens 0,5 m angehoben werden. Der Absturz an der Mündung der Wanderhilfe sollte entfernt werden. Eine Aufteilung des Restwasserabflusses in einen niedrigeren Basisabfluß im Winter, da hier nur geringe Wanderungen zu erwarten sind (siehe 4.4.1.2, GERSTER 1998) und einen höheren Abfluß im Frühjahr und Sommer, also während der Laichzeit dieser Fischarten sowie zur Hauptzeit der Fischwanderungen (siehe 4.4.6, BORN 1995, GERSTER 1998, LFV BAYERN 2001) ist ein verfolgenswerter Ansatz zur Verbesserung.

Abgesehen von subadulten Barben wird der Umgehungsbach in erster Linie als Wanderhilfe, in zweiter Linie als Lebensraum angenommen.

5.3.3 Linden, Saußbach

In der Netzreuse wurden vier Fischarten und ein Salmoniden-Hybride nachgewiesen. Allerdings traten nur die Bachforellen in einer nennenswerten Stückzahl in der Reuse auf. Im späten Frühjahr und im Sommer war der Aufstieg von subadulten Tieren in geringer Stückzahl geprägt. Ab September wurden dann auch größere, adulte Tiere beim Aufstieg erfaßt. Die adulten Tiere dürften sich auf der Laichwanderung befunden haben, wobei die subadulten Tiere zumindest zum Teil diesen Wanderungen gefolgt sind.

Es wurden zwei Bachforellen mit knapp 10 cm in der Reuse gefangen, die durch den Reusenflügel von oben in den Käfig hätten einschwimmen können. Wenn auch ein Aufstieg nicht ausgeschlossen werden kann, so sind doch ihre geringe Körperbreite, ihr geringes Schwimmvermögen (vgl. DENIL 1937, zit. in BORN 1995) und die geringe Anzahl an Tieren in der Reuse ein Indiz gegen einen erfolgreichen Aufstieg über die Wanderhilfe. Bei der Abfischung der Wanderhilfe konnten so kleine Bachforellen ebenfalls nicht nachgewiesen werden.

Bachforellen zwischen 11 und 15 cm waren in der Reuse zu finden. Offensichtlich sind sie in der Lage die relativ hohen Strömungsgeschwindigkeiten in der Wanderhilfe zu überwinden. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen von DENIL (1937, zit. in BORN 1995), nach denen Bachforellen ab einer Körperlänge von 11 cm die Strömungsgeschwindigkeiten dieser Wanderhilfe überwinden können müßten. Ein Einschwimmen in den Reusenkäfig von oberhalb kann aufgrund ihrer Körperbreite (Berechnung > 11 mm, siehe auch 4.3.3) sowie aufgrund der Art und Weise der Netzstellung weitgehend ausgeschlossen werden. Außerdem zeigten sich immerhin fünf Tiere dieser Größe in der Fangeinrichtung.

Die anderen Salmonidenarten, die in der Reuse nachgewiesen wurden, dürften sich hinsichtlich ihres Schwimmvermögens relativ ähnlich wie die Bachforellen verhalten. Aufgrund der geringen Anzahl – zwei Regenbogenforellen, ein Bachsaibling und ein Salmonidenhybride – können keine weiteren Aussagen über ihr Verhalten an der Wanderhilfe getroffen werden.

Bei den Koppen ist ein Aufstieg aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeit unwahrscheinlich (VORDERMEIER & BOHL 1999, 2000, PAVLOV 1989). Die grundnahe Strömungsgeschwindigkeit im unteren Teil der Wanderhilfe liegt bei wenigstens 1,1 m/s, dies aber über einen Bereich von mindestens 2 m. Wegen der stark grundbezogenen Lebensweise der Koppen ist jedoch ein Einwandern unter den Netzflügeln bzw. auch während der Leerung denkbar. Zwei der drei nachgewiesenen Koppen wurden außerdem innerhalb der jeweils ersten Untersuchungswoche in der Reuse gefangen. Möglicherweise hielten sie sich bereits vor Beginn der Untersuchung in diesem Bereich bzw. im frei durchwanderbaren oberen Teil der Wanderhilfe auf. In diesen Bereich könnten sie von oben her eingeschwommen sein.

Bei noch höheren Temperaturen wie die Mitte Juni gemessenen wird eine Gefährdung der Koppen und Bachforellen durch eine unnatürliche Gewässererwärmung erwachsen. Es ist anzunehmen, daß sich der Saußbach in diesem Teilabschnitt stärker erwärmt als vor der Errichtung der Wasserkraftanlage. Hier spielen vor allem die ungefähr doppelte Wasserfläche und der unbeschattete Triebwerkskanal eine Rolle. Auf die unnatürliche Erwärmung weist die um bis zu 1,3 K höhere Temperatur der Ausleitungsstrecken hin. In ihren Temperaturmaxima unterschied sich die Ausleitungsstrecke mit 17,4 °C gegenüber dem Kraftwerksauslauf mit 17,2 °C nur gering. Da jedoch nicht über den ganzen Sommer gemessen werden konnte, muß davon ausgegangen werden, daß noch höhere Temperaturen auftreten können. BUTZ (1985) beschreibt als Temperaturmaximum der Koppe ca. 15 °C. Bachforellen besiedeln nach FROESE & PAULY (2001) Gewässer mit Temperaturen von 2 – 16 °C.

Der Aufstieg an dieser Wanderhilfe muß dem Aufstieg bei der vollen Abgabe der Restwassermenge gegenübergestellt werden, um die Funktionsfähigkeit exakt belegen zu können. Möglicherweise steigt dann die Wanderaktivität der Fische in der Wanderhilfe und Ausleitungsstrecke an. Eventuell würden sich auch mehr bzw. größere Fische in der Ausleitungsstrecke aufhalten. Ein vermindertes Auffinden der Wanderhilfe durch die dann veränderten Strömungsverhältnisse ist nicht zu befürchten.

Fazit

Die Wanderhilfe wird von adulten Bachforellen relativ gut für den Aufstieg angenommen. Im unteren Abschnitt ist die Wanderhilfe zu steil und weist zu hohe Strömungsgeschwindigkeiten auf. Dies dürfte den Aufstieg der Koppen, aber auch einer Reihe von kleineren Bachforellen (bis 10 cm Länge) den

Aufstieg verwehrt haben. Durch die Erwärmung des Wassers im Sommer besteht ein Gefährdungspotential für die Fauna.

5.3.4 Hals, Ilz

Über die Wanderhilfe Hals stiegen im Untersuchungszeitraum 27 Fischarten auf. Flußbarsch, Hecht, Brachse, Giebel, Laube, Schleie, Rotfeder, Rotaugen, Aitel, Hasel und Bachforelle gehörten zu den häufigeren Fischarten. Abgesehen von Bachforelle, Hasel, Aitel, Nase und Barbe handelt es sich um stagnophile oder indifferente Fischarten. Huchen stiegen über die Wanderhilfe im Untersuchungszeitraum gar nicht auf, Nasen, Barben und Rutten nur in geringer Stückzahl. Einen geringen Aufstieg von Nasen in anderen Wanderhilfen wiesen auch z.B. GERSTER (1998) und BORN (1995) nach. Nerfling, Frauenerfling, Schied, Gründling, Schneider und Rutte waren in der Wanderhilfe Hals unterrepräsentiert. Auch waren nur wenige Äschen unter den aufgestiegenen Fischen. GERSTER (1998) beobachtete ähnlich einen sehr geringen Aufstieg von Äschen in 13 Wanderhilfen am Hochrhein, obwohl diese in jenem Flußabschnitt sehr häufig waren. Barben gehörten dort jedoch zu den häufigsten Arten in den Wanderhilfen.

Aufgrund des Aufstieges von Kleinfischarten scheint die grundnahe Strömung ($v \geq 1,0$ m/s) in der Wanderhilfe selbst noch für einen Teil der Kleinfischarten zu überwinden sein. Es fällt aber die geringe Anzahl mancher Arten, z.B. der Schmerlen auf.

Auch für große Fische wie Frauenerfling, Nase, Karpfen und Hecht über 50 cm Länge war der Aufstieg möglich.

Die in der Wanderhilfe im Rahmen der Elektrofischerei nachgewiesenen Artenanzahl war deutlich geringer als die Anzahl der in der Reuse nachgewiesenen Arten.

Fazit

Für die Funktion der Wanderhilfe stellen folgende Umstände ein Problem dar: Die Lockströmung von etwa 0,1 m/s am Zusammenfluß Ausleitungsstrecke (Wanderhilfe) und Turbinenauslauf dürfte vor allem für rheophile Arten zu gering sein, um von den Fischen ausreichend wahrgenommen zu werden (vgl. PAVLOV 1989). Die Mündung der Wanderhilfe befindet sich etwa 150 m unterhalb des eigentlichen Wanderhindernisses (Ausleitungswehr). Daß dies die Funktion einer Wanderhilfe erheblich einschränken kann, beschrieb PAVLOV (1989). Eine ausreichende Lockströmung konnte auch bei MADER & BOGNER (2001) andere Negativfaktoren nicht ausgleichen.

Die Mündung der Wanderhilfe befindet sich auf der strömungsabgewandten Seite. Analog zu ROSENGARTEN (1954) dürften sich wanderwillige Fische im Bereich der stärksten Strömung, in diesem Fall also auf der gegenüberliegenden Gewässerseite aufhalten. Auch BORN (1995) wies darauf hin, daß die Lage eines Wanderhilfeneinstiegs am Main für viele Fische nicht zu finden war, da die Strömung nicht an der Mündung der Wanderhilfe vorbei führte.

Möglicherweise erklärt dies sowohl das weitgehende Fehlen der Arten Nase, Barbe sowie Rutte und das Ausbleiben des Huchens sowie die Häufung der stagnophilen und indifferenten Arten in der Wanderhilfe. Offensichtlich suchen vor allem viele rheophile Fischarten aus oben genannten Gründen nicht in diesem Bereich nach Wandermöglichkeiten. Rheophile Arten wie Bachforelle und Hasel, die in der Wanderhilfe zu finden waren, sind auch typischerweise in kleineren Zuflüssen anzutreffen. Vor

allem von Bachforellen wird diese Wanderhilfe offensichtlich als Lebensraum angenommen. Die fehlenden rheophilen Arten Barbe, Äsche und Huchen, mit Einschränkung die Nase, kommen hingegen in größeren Bächen und Flüssen vor.

Die meist im Vergleich zum Turbinenauslauf höher liegende Wassertemperatur der Ausleitungsstrecke könnte die wärmeliebenden Arten wie etwa Brachsen, Schleien oder Giebel verstärkt in die Ausleitungsstrecke gelockt haben.

Die oben angeführten Umstände könnten auch dafür verantwortlich sein, daß sich bei dieser Wanderhilfe der Fischaufstieg nicht in Zusammenhang mit dem Abfluß bringen ließ.

Um den Aufstieg rheophiler Arten zu fördern, sollten Verbesserungen am Ende der Ausleitungsstrecke, nämlich eine Erhöhung der Lockströmung zur Ausleitungsstrecke, sowie ein Heranführen der Mündung der Wanderhilfe an die Hauptströmung der Ausleitungsstrecke versucht werden. Es kann aber auch vermutet werden, daß neben der Anbindung ein zu geringer Wasserkörper für das Fehlen mancher Arten verantwortlich ist.

5.3.5 Entwicklung der Funktionalität eines Fischpasses

Im Jahr 1928 wurden im Beckenpaß Kachlet von HINTERLEITNER (1931) bei lebhafter Wanderung 120 – 160 aufwandernde Fische pro Minute festgestellt. LABLEBEN (1963) beschreibt einen Aufstieg im Fischpaß Kachlet (Donau, siehe Abb. 2), bei dem vor dem Einstau von Jochenstein noch viele Nasen, weniger Barben und Aitel den steilen und turbulenten Fischpaß annahmen. Nach dem Einstau von Jochenstein sank der Anteil der Nasen von 90 auf 11%, bei den Barben fast auf 0%. Der Anteil der Aitel stieg an. Außerdem stiegen Aale, Barsche, Schrätzer und Zander auf. Heute steigen nach Auskunft des Betreibers nur noch wenige Fische, zum Beispiel Aale und vereinzelt Rotaugen und Brachsen über den Fischpaß auf.

Aus der negativen Entwicklung des Aufstieges an der Fischtreppe Kachlet ist abzusehen, daß diese Wanderhilfe keinesfalls eine vollständige Vernetzung zwischen Oberwasser und Unterwasser bot und bietet, wobei auch die Auswirkungen des Stauraumes einen erheblichen Einfluß auf die Fauna gehabt haben dürfte (siehe auch 2.9).

Aus dieser Entwicklung muß geschlossen werden, daß ein anfangs funktionierender Fischpaß diese Funktionsfähigkeit keinesfalls sicher auf Dauer beibehält. Gerade an Stauanlagen, die neu gebaut wurden und die anfangs eine gute Funktion der Wanderhilfe boten, muß diese Funktion nach mehreren Jahren wieder kritisch überprüft werden. Konkret im Bereich der neu erbauten Wasserkraftanlage Linden, Saußbach, kann eine solche Entwicklung nicht ausgeschlossen werden.

5.3.6 Zusammenfassung der Untersuchungen der ausgewählten Wanderhilfen

Es ergibt sich an allen untersuchten Wanderhilfen ein Arten-, Größen- und / oder Mengendefizit. Schwierig ist zu beurteilen, wann ein Aufstieg von Fischen oder anderen Tieren ausreichend ist. Groß erscheinende Zahlen müssen noch keineswegs auch ausreichend sein, da sie mit dem Aufstieg ohne anthropogenes Wanderhindernis verglichen werden müßten. Dies ist natürlich unter den gegebenen Umständen nicht möglich. Trotz aller Einschränkung leisten Wanderhilfen einen wertvollen Beitrag zur Wiederherstellung der Gewässervernetzung. Zumindest eine gewisse Kompensationswanderung zum

Ausgleich von Bestandsdichten oder die Wieder- und Neubesiedelung von Gewässerabschnitten müßte daher möglich sein. Die oben beschriebenen Umgestaltungsvorschläge werden die Situation verbessern.

Inwieweit sich Wanderhilfen positiv auf Laichwanderungen etc. oder den Erhalt der genetischen Varianz auswirken, muß über einen längeren Zeitraum geklärt werden. Hier werden sich nach den vorliegenden Ergebnissen im Laufe der Zeit möglicherweise große Unterschiede zwischen den einzelnen Fischarten herauskristallisieren.

Es ergab sich in den Wanderhilfen ein starker Wechsel sowohl in den Tagesaufstiegszahlen (BORN 1995) als auch in den Jahresaufstiegszahlen (LAMPERT & LINK 1971, BORN 1995). Neben periodischen Wechseln mit einem Frühjahrs/Frühsummer- und Herbstmaximum wurden auch innerhalb weniger Tage stark schwankende Fischaufstiege registriert (vgl. auch Gerster 1998, Staub & GERSTER 1992, GERSTER 1998, Born 1995).

Über die Wanderhilfen steigen vor allem stagnophile und indifferente Arten wie Laube, Rotauge, Flußbarsch auf, während die rheophilen Arten wie Nase, Barbe, Huchen und Äsche im Aufstieg unterrepräsentiert sind. Dies deckt sich mit den Erfahrungen von z.B. BRUSCHEK (1954b), BARTL & TROSCHEL (1994), BORN (1995) und GERSTER (1998), die ebenfalls trotz Vorhandensein von rheophilen Fischarten in den entsprechenden Gewässerabschnitten nur unbefriedigende Aufstiegszahlen feststellten.

Bei einer offensichtlich funktionierenden Wanderhilfe an der Isar bei Icking wurde jedoch der umgekehrte Fall festgestellt. Einige Arten wie Aitel, Äsche, Elritze, Hasel, Rotauge, Schneider und Nase wurden nicht oder nur in relativ geringer Stückzahl bei einer Elektrobefischung festgestellt, gingen aber in erheblich höherer Anzahl in die Reuse am oberen Ende der Wanderhilfe (LVF BAYERN 2001). Im Umkehrschluß könnte man für Wanderhilfen, die nur geringe Aufstiegszahlen für eine bestimmte Fischart aufweisen, einen eher noch schlechteren Wirkungsgrad als Aufstiegshilfe unterstellen.

In allen Wanderhilfen wurden, wenn auch in begrenzter Stückzahl, Arten zusätzlich nachgewiesen, die durch die Elektrobefischung²³ nicht erfaßt wurden.

Neben adulten Tieren wanderten auch juvenile und subadulte Tiere in großer Anzahl über die Wanderhilfen auf. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen von BORN (1995). Auch Kleinfischarten stiegen über die untersuchten Wanderhilfen auf, sofern die Strömungsgeschwindigkeit nicht zu hoch war. Dies zeigt, wie wichtig die Aufstiegsmöglichkeit für alle Fischgrößen und –arten ist.

Anforderungen an eine Wanderhilfe

In den vorliegenden Untersuchungen zeigte sich ab einer grundnah gemessenen Strömungsgeschwindigkeit von 1,0 m/s eine deutliche Einschränkung der Wanderung dieser Tiere. Da einschränkende Effekte wohl schon früher vorhanden sind, sollte eine kurzfristig auftretende, grundnah meßbare Strömungsgeschwindigkeit (z.B. Tümpelübergang) bei höchstens 0,8 m/s liegen (vgl. ZERRATH 1996). Diese Strömungsgeschwindigkeiten können Kleinfische auch nach VORDERMEIER & BOHL (1999, 2000) noch in großer Anzahl überwinden. Es ist überall auf eine rauhe und lückig

²³ in Hals nur Befischung der Wanderhilfe

gestaltete Gewässersohle zu achten, in der die Strömungsgeschwindigkeiten kleinräumig nochmals niedriger liegen, so daß dort die vielfach geforderten Strömungsgeschwindigkeiten (z.B. VORDERMEIER ET AL. 1999, 2000, STAHLBERG & PECKMANN 1986, FRIES & TESCH 1965) von etwa 0,4 – 0,5 m/s leicht erreicht werden dürften. Dies gilt ausdrücklich auch für Wanderhilfen des Rhitrals, da gerade die Koppe, ein typischer Vertreter der Forellenregion, ein sehr schwacher Schwimmer ist (VORDERMEIER & BOHL 1999, 2000). Im Stromstrich können die Strömungsgeschwindigkeiten höher liegen, wobei 1,5 m/s nicht überschritten werden sollten (BORN 2000, GUNKEL 1996, JÄGER 1999, HENSEN & SCHIEMENZ 1960).

Um die Orientierung der Fische in der Wanderhilfe zu gewährleisten, sollte die Mindestströmung im Stromstrich an der langsamsten Stelle wenigstens nach Pavlov (1989) 0,2 m/s im Potamal bzw. nach BORN (2000) 0,3 m/s betragen. Dies ist auch bei der Gestaltung von Ausleitungsstrecken zu beachten, die bei der Kartierung unterhalb untersuchter Wanderhilfen immer wieder nahezu Stillwassercharakter aufwiesen.

Erheblich unterscheiden sollten sich nach den vorliegenden Erkenntnissen jedoch die Wanderhilfen des Epirhitrals von denen des Hyporhitrals und des Potamals in der räumlichen Dimension. Besonders Forellen, aber auch Aitel und Hasel sowie Kleinfischarten, wandern nach den vorliegenden Ergebnissen auch in relativ kleine Nebenbäche, das heißt, es wurden auch räumlich relativ kleine Wanderhilfen angenommen. Besonders bei Barben, Nasen, Huchen und Äschen muß allerdings vermutet werden, daß sie gegenüber dem Hauptfluß viel engere Wanderhilfen eher meiden. Daß vor allem im Potamal Wanderhilfen als Seitenarme des Flusses und nicht als Umgehungsbäche gestaltet werden müssen, zeigen auch die Ergebnisse der Bina. Dieser im Unterlauf knapp zehn Meter breite Fluß wird von Barben und Nasen aller Altersklassen als Lebensraum angenommen, im Gegensatz zu den oben beschriebenen Wanderhilfen des Potamals.

Hier sollte in Zukunft untersucht werden, ab welchen Anteilen des Abflusses bzw. der räumlichen Dimension des Hauptflusses (Breite und Tiefe) in der Wanderhilfe die Zielarten des Hyporhitrals und des Potamals Wanderhilfen in größerer Anzahl annehmen. Dies gilt in der Konsequenz selbstverständlich auch für Ausleitungsstrecken, wenn sie ein Bestandteil des Wanderweges sind. Es muß nach SCHIEMENZ (1957) auch auf eine naturnahe Gewässermorphologie geachtet werden. Eingriffe in die Gewässermorphologie müssen soweit wie möglich vermieden oder wieder zurückgenommen werden, um eine Meidung veränderter Bereiche durch die Fische möglichst zu verringern. Der Verzicht auf Ausleitungswehre und deren Substitution durch eine naturnahe Aufzweigung in zwei Gewässerläufe, eventuell durch Sohlrampen gesichert (wie bereits einmal an der Kleinen Laber durchgeführt), ist ein sinnvoller Ansatz.

Auch wenn Barben oder Nasen relativ flach überströmte Bereiche überwinden (siehe auch 4.5.1.2), sollten nach eigener Auffassung in kleineren Flüssen Wassertiefen in Wanderhilfen und Ausleitungsstrecken von wenigstens 0,5 m an der flachsten Stelle, in großen Flüssen deutlich tiefer, ausprobiert werden.

Ein wichtiger Punkt ist die Anbindung der Wanderhilfe an das Hauptgewässer. Vor allem die beiden Wanderhilfen (Hals und Winklmühle), die weiter vom eigentlichen Wanderhindernis entfernt waren, wiesen ein wesentlich eingeschränktes Artenspektrum auf. Auch wenn natürlich die anderen oben beschriebenen Faktoren ebenfalls eine Einschränkung der Funktionalität bedeuten, so muß doch in der Entfernung zum Hindernis eine weitere Einschränkung gesehen werden, wie es bereits BORN (1995)

und PAVLOV (1989) beschrieben. Vor allem in größeren Flüssen muß dem Standort der Fische bei zukünftigen Planungen und Untersuchungen mehr Bedeutung geschenkt werden. Leiteinrichtungen für die Auf- und Abwanderung werden hier ebenfalls eine Verbesserung bewirken. Wie oben diskutiert, reicht eine ausreichende Lockströmung für eine funktionierende Wanderhilfe an sich allein nicht aus.

Die untersuchten Wanderhilfen wiesen einen relativ konstanten Abfluß auf, der kaum vom Abfluß des Hauptgewässers abhängig war. In Zukunft sollte versucht werden, soweit technisch möglich, den gesamten Abfluß, der nicht zur Energiegewinnung o.ä. genutzt wird, über die Wanderhilfe (und Ausleitungsstrecke) abzuleiten. Dies ermöglicht ein erheblich besseres Auffinden durch eine erhöhte Lockströmung, vor allem bei Hochwasser (siehe auch 4.2.1), eventuell beugt dies aber auch dem Versanden von Wanderhilfen vor. Gerade ungenutzt über den Leerschuß von Wasserkraftanlagen abfließendes Wasser (siehe auch 4.3.1) sollte in diesem Sinn verwendet werden. Dadurch wird in den Wanderhilfen und Ausleitungsstrecken ein näher an den natürlichen Bedingungen liegender Abfluß erreicht, was die Attraktivität dieser Abschnitte für die Fische erheblich erhöhen dürfte.

Neben Fischen wurden keine weiteren Tierarten gefangen. Der Fang von Krebsen wäre zumindest in der Kleinen Labe zu erwarten gewesen, da sie ohne Artangabe laut einem Anwohner vereinzelt in der Kleinen Labe vorkommen. Wanderungen von Edelkrebsen in einem Fließgewässer (Sempt) konnte SCHÜTZE (1996) belegen. BORN (1995) konnte Kamberkrebse in einer Wanderhilfe am Main, BARTL & TROSCHEL (1994) konnten die gleiche Art in einem Fischaufstieg am Rhein nachweisen. Für Makrozoobenthos war die verwendete Maschenweite zu groß, um in der Reuse Makroinvertebraten fangen zu können. Muscheln konnten aufgrund ihrer Lebensweise nicht in der Wanderhilfe erfaßt werden. Eventuell waren aber an Fischen Glochidien angehaftet, die nicht bemerkt wurden.

Das Heranziehen von Makrozoobenthosgemeinschaften für die Beurteilung von Fischwanderhilfen stellt zwar eine sinnvolle Ergänzung dar, reicht aber nicht für die Beurteilung der biologischen Funktion aus.

Überblick über Wanderhilfen in anderen Gewässern

Wanderhilfen sind sowohl im Untersuchungsgebiet als auch in vielen anderen Gebieten Deutschlands immer noch selten an Querbauwerken zu finden (HANFLAND 1997, QUAST ET AL. 1997, MAILE 2000, STROHMEIER 1998, 2000a, 2000b).

Es zeigte sich in vielen Untersuchungen, daß die Wanderhilfen teils erhebliche Mängel aufwiesen. Funktionsfähig waren nach MAILE (2000) nur 20 %, bei QUAST ET AL. (1997) ca. ein Drittel. Bei der eigenen Untersuchung wurden nur drei von 37 ausgeleiteten Wanderhilfen als frei durchwanderbar beurteilt. Weitere fünf Umgehungsbäche wiesen nur leichte Einschränkungen auf.

5.4 Wanderverhalten von Fischen in einem vielfach zerstückelten Flußabschnitt

Es muß davon ausgegangen werden, daß die absolute Anzahl markierter Fische in der Bina im Verlauf des Versuches abnahm. Gründe hierfür sind Predation (Raubfische, fischfressende Vögel, Angelfischerei), Abwanderung in die Rott sowie in die Ausleitung Hochholding und ein natürlicher Tod.

Zwei adulte Barben und eine adulte Nase überwandern über Nacht einen Absturz, der mit einem 0,1 m dicken Wasserpolster überströmt war. Wassertiefen von mindestens 0,15 m für den Aufstieg von Barben und Cypriniden allgemein (JÄGER 1999) sind zumindest in kleineren, nicht ausgeleiteten Gewässern nicht zwingend notwendig. Für Wanderhilfen sollte trotzdem eine Tiefe von wenigstens 0,5 m gelten (siehe oben).

Eine Aussage über das Verhalten von Haseln und Karpfen an Abstürzen ist nicht möglich. Bei einem Hasel konnte eine Wanderung flußab von maximal 0,7 km nachgewiesen werden.

Die hohe Anzahl unmarkierter Brachsen ist möglicherweise auf zwei Ursachen zurückzuführen. Zum einen könnten sie sich oberhalb des Befischungsendes in der zum Markierungszeitpunkt noch leicht durchströmten Ausleitungsstrecke aufgehalten haben. Ein Hinweis darauf ist, daß acht der elf insgesamt erfaßten Brachsen in der Ausleitungsstrecke gefangen wurden. Zum anderen war der Zusammenfluß von Triebwerkskanal und Ausleitungsstrecke noch deutlich tiefer und wies eine herabgesetzte Fangeffektivität auf. Dieser Bereich verlandete dann zunehmend.

Die Rotaugen erwiesen sich bis auf einen „Abwanderer“ als standorttreu. Bei ihnen sind die geringen Wiederfangraten trotz der relativ hohen Anzahl markierter Fische auffällig. Von den oben beschriebenen Ursachen für die Verminderung der Anzahl markierter Fische kann besonders die Abdrift ohne Möglichkeiten für Kompensationswanderungen als Grund angesehen werden. Die Predation mag ebenfalls einen Einfluß gehabt haben. Die Anzahl von Rotaugen, vor allem kleiner 20 cm, war jedoch über den gesamten Untersuchungszeitraum hoch.

Der Aitel war die aktivste untersuchte Fischart. Das Verhältnis standorttreuer Fische zu wandernden Fischen nahm von ca. 6:1 beim ersten Wiederfang auf ca. 3:1 beim dritten ab. Über den Versuchszeitraum hielten sich flußauf und flußab wandernde Tiere in etwa die Waage. Nach dem Winter konnte die höchste Anzahl abwärts gewanderter Tiere nachgewiesen werden. Die hohe Anzahl unmarkierter Tiere in Abschnitt 8 bei der letzten Befischung muß ebenfalls von oben her in die Gewässerstrecke eingewandert sein. Möglicherweise steht dies im Zusammenhang mit dem Aufsuchen von Winterlagern (STEINMANN 1937, SCHIEMENZ 1960). Der Aufstieg hingegen war nach der ersten Wiederbefischung am höchsten. Als Erklärung hierfür kommen Kompensationswanderungen nach Hochwasserabdrift in Frage. Diese Annahme wird dadurch unterstützt, daß die Abschnitte 5 und 6 nur geringe Wiederfangraten aufwiesen, obwohl im Vergleich dazu die Gesamtzahl der Aitel bei den ersten beiden Befischungen relativ hoch war. Auch die höchste nachgewiesene Dichte von Aiteln in Abschnitt 8 bei der dritten Wiederbefischung unterstützt diese Annahme, da hierunter kein einziges markiertes Tier war.

Interessant ist, daß sich sowohl aufwärts als auch abwärts wandernde Fische über das ganze Längenspektrum, also sowohl subadulte als auch adulte Tiere, erstreckten. Die nachgewiesene Wanderdistanz erstreckte sich bei der Abwärtswanderung auf 4,1 km.

Da über den gesamten Untersuchungszeitraum fast immer nur einzelne, allerdings weit und über die Abschnitte wechselnd verteilte Markierungen nachgewiesen werden konnten, ist von einer mehr oder minder ganzjährigen Aktivität des Aitels auszugehen. In der Ausleitungsstrecke und im Kraftwerksauslauf wurden immer wieder Aitel gefangen, nie aber markierte Tiere. Eine Zuwanderung aus der Ausleitungsstrecke von oberhalb bzw. über die Wasserkraftanlage inkl. Leerschuß erscheint hier wahrscheinlich. Da das Überwinden von Abstürzen sowie der Wehranlage nur bei Hochwasser möglich sein dürfte, scheinen sie auch bei diesen Abflüssen flußauf zu wandern.

Außerdem erwiesen sich Aitel von den untersuchten Arten am besten im Überwinden von Abstürzen oder Wehranlagen: vier Tiere von 18 – 43 cm überwand nachweislich Abstürze mit einer Fallhöhe von 0,6 m bei MQ, zwei (32 und 37 cm) das Wehr in Hochholding. Möglicherweise können sie bei Hochwasser strömungsberuhigte Bereiche im Unterwasser von Abstürzen aufsuchen, um dann die Wasserströmung in einem Sprint zu überwinden. Aber selbst bei dieser Art, die von den untersuchten Arten noch am besten höhere Abstürze überwinden konnte, zeigt sich die drastische Hinderniswirkung durch einen erheblich schwächeren Aufstieg, verglichen mit dem Abstieg an diesen Querbauwerken. Über einen längeren Zeitraum betrachtet scheinen Abstürze bis 0,3 m Fallhöhe bei MQ noch keinen Hindernischarakter für Aitel aufzuweisen, da der Aufstieg auch von subadulten Tieren über längere Gewässerabschnitte und Hindernisse offensichtlich möglich war. Hierbei müssen jedoch die Beobachtungen beim Scheuchen an im Vergleich sogar leichteren Hindernissen berücksichtigt werden, bei denen Aitel ähnliche Abstürze nicht überwinden haben. Für Aitel zeigte GERSTER (1998) eine Zunahme der Wanderaktivitäten bei höheren Abflüssen und höheren Temperaturen. Dies muß insofern auch an der Bina stattgefunden haben, da nach den Ergebnissen der Kartierungen nur bei höheren Abflüssen ein Aufstieg über die höheren Wanderhindernisse möglich war. Die im Vergleich hohe Potenz von Aiteln, Wanderhindernisse zu überwinden, zeigt sich indirekt auch bei HÄNFLING (2000), der innerhalb einer Studie im Gegensatz zu Koppen keine Einschränkung der genetischen Varianz bei Aiteln nachweisen konnte.

Grundsätzlich muß bei allen Aufstiegsnachweisen davon ausgegangen werden, daß nicht alle Tiere, die ein Hindernis überwunden haben, gefangen wurden. Gründe sind die lange zeitliche Dauer zwischen den Befischungsaktionen sowie die Tatsache, daß mit der Methode der Elektrofischerei nie alle Tiere eines Flußabschnittes gefangen werden können.

Bei den Barben vermutet man anhand der Wiederfangraten eine Tendenz zur Aufwärtswanderung. Möglicherweise resultiert dies jedoch aus der Tatsache, daß manche Tiere zuerst in die Rott abwandern, später aber aufgrund der Wanderhindernisse nicht mehr in ihre angestammten Abschnitte zurückkehren konnten. Dies würde auch die Tatsache erklären, daß die Anzahl der Barben bis 30 cm im gesamten Untersuchungsabschnitt während der Versuchsdauer stark zurückging. Auf diese Weise beeinflussen Wanderhindernisse nicht nur die Fischdichte, sondern auch den Altersaufbau negativ (Gosso 1998). Nach der Umgestaltung des untersten Absturzes in eine Sohlrampe blieb die Anzahl an Barben allerdings vorerst konstant.

Das Auftreten von stark schwankenden Bestandsdichten in den Abschnitten 5 – 8 läßt auf eine starke Wanderaktivität der Barben schließen.

Bei der ersten Wiederbefischung wurde etwa die Hälfte der markierten Barben im selben Abschnitt wieder erfaßt, dann beide Male ziemlich genau ein Viertel. Interessant ist, daß in einem relativ weit unterhalb des Markierungsortes gelegenen Abschnitt bei der letzten Befischung vier adulte Barben gefangen wurden. Eventuell ist hier eine größere Gruppe geschlossen abgewandert. Diese Vermutung bestätigt die Aussage, daß Barben längere Distanzen zurücklegen (JUNGWIRTH 1984), als in diesem Versuch zu beobachten war.

Gesichert sind Barben nur über Abstürze von einer Fallhöhe von 0,3 m bei MQ aufgewandert. JÄGER (1999) weist darauf hin, daß Barben Hindernisse nicht überspringen können. Mit der angewandten Versuchsmethodik kann zwar eine Aufwanderung über höhere Abstürze nicht völlig ausgeschlossen werden, im Vergleich zu den Arten Aitel, Hecht und Nase scheinen sie diese Abstürze (hier je ~ 0,6 m)

aber nicht zu überwinden. Zwar beschreibt ZEH (1993) anhand von Telemetrieversuchen sowohl Abdrift als auch Aufwärtswanderung bei Hochwasser, so daß, auf die vorliegenden Verhältnisse übertragen, ein Überwinden der Abstürze hätte möglich sein müssen. Dies konnte aber nicht beobachtet werden. Im natürlichen Verbreitungsgebiet der Barben kommen in Niederbayern keine höheren Abstürze vor. Möglicherweise ist darin der Grund für die Meidung dieser Querbauwerke zu sehen.

Die Anzahl der wiedergefangenen, markierten Nasen bleibt über den Versuchszeitraum relativ stabil. Daß sich die Nasen bis auf wenige Tiere recht standorttreu verhielten, deckt sich mit den Ergebnissen von REINARTZ (1997).

Sowohl subadulte als auch adulte Nasen wanderten flußauf und flußab. Während bei der ersten Befischung nur eine Nase unterhalb ihres Markierungsortes gefangen wurde, war die Anzahl abwärts wandernder Nasen bei den letzten Befischungen mit zehn und neun Tieren deutlich höher. Dies ist nicht mit einer unterschiedlichen Fangeffektivität allein zu erklären. Möglicherweise fanden auch hier Wanderungen zum Winterlager statt (STEINMANN 1937, SCHIEMENZ 1960).

Bei der ersten Wiederbefischung im August 1999 war die Anzahl der Nasen in den Abschnitten 2 bis 4 deutlich höher als bei der Markierungsbefischung. In Abschnitt 1 war sie ähnlich hoch. Flußauf war mit jedem Absturz eine Abnahme der Zahlen zu erkennen. Möglicherweise stauten sich die Tiere unter den Abstürzen (Fallhöhe ~0,6 m bei MQ) und konnten diese nur noch zum Teil überwinden. Die Überwindung der Abstürze läßt sich mit einem kleinen Hochwasser und relativ hohen Wassertemperaturen zwischen den Befischungen erklären. Bei der 2. Wiederbefischung lag die Dichte in den Abschnitten 2 bis 4 wieder unter der 1. Wiederbefischung. Nach der Umwandlung des untersten Absturzes (3. Wiederbefischung) in eine Sohlrampe lag die Dichte der Nasen in den Abschnitten 1 und 2 wieder deutlich höher als bei der 2. Wiederbefischung. Die Nasen sind vermutlich über die beiden Sohlrampen aufgewandert. Unterhalb des ersten Absturzes trat aber wohl wieder ein Stau auf. Diesmal waren oberhalb der Abstürze kaum Nasen vorhanden. Sie waren, wie bereits in den Ergebnissen der zweiten Wiederbefischung zu ersehen, weiterhin abgewandert. Seit mehr als sechs Monaten war kein Hochwasser aufgetreten, das den Aufstieg über die beiden Abstürze ermöglicht hätte. Ein erhöhter Abfluß von 5,1 m³/s am 08.10.00 reichte hierfür sowohl nach den Aufstiegsergebnissen und als auch den Ergebnissen der Kartierung nicht aus. Hier ist der Erfolg der Umgestaltung eines Absturzes in eine Sohlrampe ersichtlich, während die Hinderniswirkung der oberhalb gelegenen Querbauwerke erhalten blieb.

Jüngere Nasen stammen nach Angaben des Fischereiberechtigten mit hoher Wahrscheinlichkeit aus Besatzmaßnahmen, so daß auch hier wie in anderen Gewässern (REINARTZ 1997) die Ontogenese wahrscheinlich gestört ist.

Die Gesamtzahl der Hechte stieg bei der letzten Befischung in der Größe von 21 – 40 cm stark an. Nach Aussagen der Fischereiberechtigten wurden Hechte dieser Größe oberhalb des Moroldinger Wehres bzw. der Wasserkraftanlage gesetzt. Sie müssen daher über die Wehranlage oder die Wasserkraftanlage inkl. Leerschuß abgewandert sein. Daß in den Bereichen 5 bis 7 kaum Hechte zu finden waren, liegt vermutlich an einem geringen Angebot an Nahrung. Das erklärt umgekehrt auch das Vorkommen der Hechte im Bereich des Turbinenauslaufes. Es ist davon auszugehen, daß durch die Turbinenpassage geschädigte (siehe auch 2.2.1.3) oder auch nur desorientierte Fische leichte Beute für Raubfische (PAVLOV 1989) sind und die Hechte deshalb dort gefangen wurden. Die relativ

konstanten Wiederfangraten von Hechten im Markierungsabschnitt lassen auf eine gewisse Ortstreue schließen. Ein Tier überwand zwei Abstürze à 0,6 m Fallhöhe bei MQ sowie das Wehr in Hochholding (Fallhöhe 1,29 m bei MQ). Der Nachweis gelang bei der 3. Wiederbefischung, so daß ein erhöhter Abfluß diesem Tier als Erleichterung der Aufwärtswanderung zur Verfügung stand.

Der Wiederfang von ortstreuen Hechten spielte nur in den Bereichen 1 bis 2 und 10 bis 12 eine gewisse Rolle. Analog zu den Nasen stieg auch die Anzahl der Hechte nach der Umgestaltung des untersten Absturzes in eine Sohlrampe in den untersten beiden Abschnitten an und das, obwohl keine markierten Tiere unter den Hechten waren. Sie scheinen also aus der Rott zugewandert zu sein.

Da nicht ein markierter Fisch oberhalb der Moroldinger Wehranlage (Fallhöhe 1,9 m bei MQ) gefangen wurde, ist hier der Aufstieg im Untersuchungszeitraum zwar nicht zu hundert Prozent auszuschließen, jedoch ausgesprochen unwahrscheinlich.

Die oben beschriebenen Verhältnisse zeigen, daß sich Fischbestände keineswegs homogen über einen Fließgewässerabschnitt verteilen. Höhere oder niedrigere Dichten von Fischen können einerseits durch Bedingungen innerhalb des Gewässers hervorgerufen werden, die teilweise mit Strukturparametern erklärbar sind. Andererseits wechseln die Dichten aber auch stark im Laufe der Zeit. Diese Bewegungen sind mit Laichwanderungen, Kompensationswanderungen etc. ebenfalls nicht oder nur unvollständig zu erklären. Die ausführlich untersuchten Arten können als subadulte und adulte Tiere in dem insgesamt naturfern ausgebauten Gewässerabschnitt offensichtlich doch Hochwasserabflüssen relativ gut widerstehen. Trotzdem dürften leichte Verdriftungen aufgetreten sein. Vor der ersten Wiederbefischung haben offensichtlich Kompensationswanderung in flußauf gelegene Abschnitte stattgefunden.

5.5 Wanderzeiten von Fischen

Für die untersuchten Wanderhilfen in der Barbenregion ist ein erstes Wandermaximum der Fische von April bis Juni festzustellen, ein zweites im September. Auch bei Temperaturen um 5 °C wurden Fischwanderungen in den Wanderhilfen festgestellt. Bei einem Anstieg der Wassertemperatur im Frühjahr auf 9 °C und mehr setzten die großen Wanderaktivitäten ein. Höher liegende Temperaturen beeinflussten die Wanderung nicht erkennbar. Einen Schwellenwert von 12 °C für den Aufstieg von Fischen konnte auch GERSTER (1998) verneinen. Einige Fischarten, z.B. Bachforellen, wanderten bei ihm bei Temperaturen um 5 °C.

Sowohl die Größen der aufgestiegenen Fische (juvenile bis adulte Tiere) als auch der jeweilige Zeitpunkt der Wanderungen lassen erkennen, daß es sich keinesfalls durchweg um Laichwanderungen handelt. Vielmehr können für den Sommer auch Nahrungswanderungen vermutet werden. Ein weitere, wichtige Erklärung für den Aufstieg subadulter Tiere dürfte die Kompensationswanderung nach der juvenilen Abdrift (siehe 2.1.1, 2.4) sein. Gerade der Aufstieg subadulter Tiere in großer Anzahl fällt auf. Das zweite Maximum Ende September steht möglicherweise mit dem Aufsuchen von Winterlagern im Zusammenhang (STEINMANN 1937, SCHIEMENZ 1960, LADIGES & VOGT 1979). Diese Peaks bei aufwärts wandernden Fischen wurden auch von BORN (1995), STAUB & GERSTER (1992) und GERSTER (1998) beobachtet.

In der Forellenregion fand im Mai und Juni ein stärkerer Aufstieg vor allem subadulter Bachforellen statt. Im August war nur ein minimaler Aufstieg zu beobachten. Ab September bis Ende Oktober stiegen subadulte und zunehmend adulte Forellen auf. Der Aufstieg adulter Forellen dürfte auf Laichwanderungen zurückzuführen sein. Offensichtlich steigen aber auch jüngere Tiere vor den Laichwanderungen der großen Tiere auf. Über die Motivation kann nur spekuliert werden.

Aufgrund der unterschiedlichen Wiederfangorte der in der Bina markierten Fische, aber auch das Einwandern von Fischen nach dem Öffnen des Anschlusses der Bina an die Rott zu den unterschiedlichen Befischungszeitpunkten, läßt auf eine mehr oder minder ganzjährige Wanderaktivität schließen. Dies deckt sich auch mit den zwar geringen, aber trotzdem vorhandenen Aufstiegszahlen im Winter, wie sie an der Wanderhilfe Winklmühle, aber auch von GERSTER (1998) und vom LFV BAYERN (2001) nachgewiesen wurden. Einheimische Fische wandern mit artbedingter unterschiedlicher Aktivität grundsätzlich über das gesamte Jahr. Dies hat zur Konsequenz, daß auch Wanderhilfen das gesamte Jahr über zur Verfügung stehen müssen. Im Potamal ist eine Aufspaltung in einen geringeren Winterabfluß und einen höheren Abfluß in den Wanderhilfen zu den Hauptwanderzeiten sinnvoll.

5.6 Auswirkungen von Wanderhindernissen auf die Fauna

5.6.1 Fische

Ein wesentlicher Faktor des Fischartenrückgangs ist eine fehlende Gewässervernetzung. Im folgenden werden ihre Auswirkungen als Rückgangsursache für Fische diskutiert. Der erhebliche Verbau der Gewässer mit Wanderhindernissen wurde oben belegt (siehe auch 4.1).

Die Querbauwerke wirken sich als Wanderhindernis, Verletzungsfaktor und Strukturverlust aus (siehe oben). Aus den eigenen Untersuchungen lassen sich weitere konkrete Gefährdungsfaktoren ableiten:

Aufgrund der Unterbrechung der Wanderwege haben sich in der Bina vom Hauptfluß (Rott) bzw. dem Unterlauf abgetrennte Inselformationen von Nasen und Barben gebildet, da diese Arten offensichtlich nicht mehr vom unteren Teil der Bina bzw. von der Rott in den oberen von diesen Arten besiedelten Abschnitt der Bina aufwandern können. Analog trifft dies im Abschnitt oberhalb des Kraftwerkes bzw. der Wehranlage zu. Aus dem geringeren Schwimmvermögen vieler anderer Arten (STAHLBERG & PECKMANN 1986, GAUMERT & HEEMAN 1987, BARANDUN 1990, VORDERMEIER & BOHL 1999, 2000, siehe auch 2.3), muß geschlossen werden, daß dies für nahezu alle Arten, nicht nur für Kleinfischarten, zutrifft. Nur adulte Hechte und Aitel gelangen in Einzelexemplaren von unten in diesen abgetrennten Flußabschnitt, vermutlich aber auch sie nicht mehr in den oberhalb des Kraftwerkskomplexes gelegenen Abschnitt. Daß Inselformationen auch bei anderen Arten auftreten, z.B. bei Zingeln und Strebern in der Isar, beschrieben STEIN ET AL. (1989). Gleiches beschrieb für den Streber in der Isar und anderen Gewässern nochmals die FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKES NIEDERBAYERN (1998).

Als zusätzliche Unterbrechung der Wanderwege kann der strukturarme Bereich gesehen werden, der von diesen Arten, besonders stark von Nasen und Barben, gemieden wird. Lediglich von oberhalb ist für alle Arten, wenn sie dort vorkommen, eine Zuwanderung möglich.

Auf eine reduzierte Abdrift von Jungfischen in einem strukturreichen Fluß mit strömungsberuhigten Bereichen gegenüber der Abdrift in Flüssen mit gleichmäßiger, höherer Strömungsgeschwindigkeit wies PAVLOV (1994) hin. Es muß also konkret in der stark regulierten Bina davon ausgegangen werden, daß zumindest bei erhöhten Abflüssen eine beträchtliche Anzahl von Brut- und Jungfischen ins Unterwasser gelangt. Nasen und Barben sind anhand der Ergebnisse nicht mehr in der Lage, im Rahmen von Kompensationswanderungen in den ursprünglichen Flußabschnitt zurück zu wandern. Ein Indiz dafür ist das Zurückgehen von juvenilen und subadulten Nasen und Barben im oberen Untersuchungsabschnitt. Jedoch selbst für die sprintstarken Aitel und Hechte ist eine Kompensationswanderung in großer Zahl über den Zeitraum von 15 Monaten offensichtlich nicht möglich. Driften Brutfische ab, so ist davon auszugehen, daß eine Wiederbesiedelung dieses Bereiches ihnen – wenn überhaupt – erst nach einem deutlichen Wachstum, de facto also wohl erst nach Jahren, möglich ist. Jedoch ist auch die aktive Abwärtswanderung subadulter und adulter Fische als Faktor der Individuenaudünnung zu berücksichtigen, da der Wiederaufstieg nicht oder nur in minimalem Umfang erfolgen kann.

Ein Schadensereignis, eine Veränderung der Flußmorphologie oder eine verstärkte Abdrift von Fischbrut in Folge über mehrere Jahre zu ungünstigen Zeiten auftretender Hochwasser (HARVEY 1987) o.ä. schwächen die Bestände der Fische. Wenn dann die kritische Populationsgröße unterschritten wird, stirbt eine oder mehrere Arten in diesem Flußabschnitt aus. Eine Wiederbesiedelung wäre dann nur wenigen Arten wie Aitel und Hecht vorbehalten und selbst bei diesen aufgrund der niedrigen Aufstiegszahlen unsicher.

Auch das Entwickeln eines genetischen „Flaschenhalses“ kann zum Zusammenbruch von Populationen führen. Zum Beispiel von Koppeln ist in Fließgewässern mit Ausbreitungsbarrieren nach oben hin eine Einengung der genetischen Varianz bekannt (BARANDUN 1990, HÄNFLING 2000).

Manche Wanderungen müssen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes durchgeführt werden. Vor allem Wanderungen über einen kurzen Zeitraum werden durch Hindernisse insofern erheblich zusätzlich beeinträchtigt, da das Warten auf ein eventuelles Überwinden nicht möglich oder später nicht mehr sinnvoll ist. Das Erste könnte etwa bei dem Ausweichen vor Predatoren, seien es andere Fische oder auch fischfressende Vögel, auftreten. Möglicherweise sind Fische aufgrund fehlender Fluchtmöglichkeiten einem erhöhten Predationsdruck ausgeliefert. Auch Laichwanderungen müssen innerhalb der Laichzeit durchgeführt werden. Das Zweite ist denkbar, wenn über Tage oder Wochen ein Nahrungsgrund nicht erreichbar ist. Dies führt in der Bina und in allen anderen Gewässern für alle Arten zu einer schlechteren Ausnützung des Lebensraumes (vgl. BORN 1995). Auch das unterbundene Aufsuchen von geeigneten Winterlagern (STEINMANN 1937, SCHIEMENZ 1960, LADIGES & VOGT 1979) kann hier wiederum aufgeführt werden.

Außerdem kann das Aussterben oder das Zurückgehen der mobilen Phasen (vgl. STOTT 1967) von Fischpopulationen vermutet werden, da die mobilen Tiere in ihren Wandermöglichkeiten beschnitten waren. Durch die oben genannten Probleme hielten sich dann lediglich die stationären Individuen in einem Gewässerabschnitt auf. Diese Vermutung wird dadurch gestützt, daß eine beträchtliche Anzahl von Tieren in den Markierungsabschnitten wiedergefangen wurde. Eine Wiederbesiedelung von Flußabschnitten würde dann länger dauern.

Aber auch das Abdriften besetzter Fische wie Hechte (eigene Untersuchungen an der Bina) oder Äschen (HANFLAND 2001) muß berücksichtigt werden. Eine Besatzmaßnahme mit Fischen kann zwar

wohl einen Bestand unterstützen, ist aber keinesfalls ein vollständiger Ausgleich für eine fehlende Gewässervernetzung, da auch hier wiederum die oben genannten Probleme auftreten. Hinzu kommt, daß nicht für alle Arten Besatzfische zur Verfügung stehen.

In der Bina ist also an Hand der Ergebnisse eine deutliche, flußab offene Ventilwirkung, verbunden mit einer Arten- und Individuenausdünnung, zu erkennen.

Noch halten sich die nachgewiesenen Inselformationen in der Bina. Dies ist ein Hinweis, daß die negativen Effekte einer fehlenden Gewässervernetzung noch über lange Zeiträume zum Teil kompensiert werden können. Auch ist bei vielen Fischen die Älter werden wie beispielsweise Nasen (14 Jahre, REINARTZ 1997), Rutten (max. 20 Jahre; FROESE & PAULY 2001) oder auch Äschen (max. 14 Jahre; FROESE & PAULY 2001) denkbar, daß das Zusammenbrechen der Population in einem Flußabschnitt noch eine gewisse Zeit nicht bemerkt wird, obwohl zum Beispiel die Reproduktion wegen fehlender Wandermöglichkeiten zu den Laichplätzen seit einigen Jahren nicht mehr möglich ist.

Zwar ist die Bina eines der besonders schlecht vernetzten Fließgewässer Niederbayerns, doch sind die Auswirkungen der Querbauwerke analog auf fast alle anderen untersuchten Gewässer übertragbar, in denen ebenfalls zahlreiche Wanderhindernisse zu finden sind. In den meisten Gewässern treten zusätzlich negative Einflüsse von Stauhaltungen verstärkt auf. Lediglich die Donau kann in dem langen, freifließenden Abschnitt als positive Ausnahme angesehen werden.

Nasen schwimmen auf ihren Laichwanderungen offensichtlich auch in eigentlich unattraktive, aber ihnen bekannte Flußabschnitte, selbst wenn sie in diesen Bereichen die Wanderungen nicht fortsetzen können (siehe auch 2.4). Sie zeigen also im Untersuchungsgebiet das von KECKEIS (1991) für Nasen beschriebene Homing-Verhalten. Es kann vermutet werden, daß sie andere, zu erreichende Laichplätze in anderen Flußabschnitten nicht oder nur wesentlich später aufsuchen. Selbst wenn es zu einem Abbläuen der Nasen kommt, könnte der Laicherfolg in Folge von Überreife der Geschlechtsprodukte stark herabgesetzt sein. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß dieses Homing-Verhalten auch bei vielen anderen einheimischen Fischarten, z.B. der Äsche (EBEL 2000) auftritt, und zu den genannten Problemen führt.

Sowohl der zunehmende Eintrag von erodiertem Oberboden in die Flüsse in den vergangenen 40 Jahren als auch die Regulierung vieler Fließgewässer von kleinen Gräben bis hin zu den großen Flüssen im vergangenen Jahrhundert haben die Fließgewässer im Untersuchungsgebiet erheblich verändert. So müssen nach PELZ (1990) Fische in den niederbayerischen Gewässern, um in für sie geeignete Habitate wie Laich- oder Nahrungsgründe zu gelangen, heute erheblich weitere Strecken wandern.

Betrachtet man die Abflüsse der Fließgewässer im Untersuchungsgebiet (LFW 1991), so fällt auf, daß vor allem im Spätsommer und zu Beginn des Herbstes über die Jahre gesehen die niedrigsten Abflüsse auftreten. Dies bedeutet, daß die Hinderniswirkung von Querbauwerken mit niedriger Fallhöhe aufgrund geringer Überströmung zu diesem Zeitpunkt in der Regel stärker zum Tragen kommt als bei höheren Abflüssen (siehe auch oben). Für viele Fische des Potamals dürfte damit das Aufsuchen von Winterruheplätzen erschwert sein, im Rhithral aber wird die Laichwanderung der Bachforellen beeinträchtigt. Während der Hauptwanderzeiten im Frühjahr und Frühsommer herrschen hingegen bessere, wenngleich keineswegs günstige Umstände.

Aus den vorliegenden Ergebnissen ist eine Gefährdung der Fischbestände aufgrund des Vernetzungsverlustes vor allem im jeweils am weitest oben gelegenen Verbreitungsende einer Art zu sehen. So ist die Artenausdünnung an einigen Arten von der Quellregion her von Fischereiberechtigten beschrieben: früher kam die Nase oberhalb einer Wehranlage in der Wolfsteiner Ohe solange nicht mehr vor, bis sie vom Fischereiberechtigten wieder mit unterhalb des Wehres anstehenden Nasen besetzt wurde (siehe 2.4). Der Huchen zog bis vor der Errichtung der Kraftwerksanlagen in der Buchberger Leite bis unterhalb Freyung zum Laichen (ebenfalls 2.4). Oben wurde ausführlich auf die Problematik bei Nasen, Barben, Aitel und Hechten eingegangen. Möglicherweise kam es bei einigen Arten zu einer weitgehend unbemerkten flußabgerichteten Verschiebung der Verbreitungsgrenzen, z.B. bei Strebern, die aus der niederbayerischen Isar und anderen niederbayerischen Flüssen verschwunden sind (FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKS NIEDERBAYERN 1998).

Somit betrifft fehlende Gewässervernetzung keineswegs nur Kleinfische, sondern alle im Untersuchungsgebiet heimischen Fischarten, besonders schwer die Wanderfische und die spezialisierten Arten (BOHL 2000). Wie an der Bina zu erkennen, können trotz einer starken Einschränkung eines Lebensraumes, verbunden mit einer unterschiedlichen Schwächung der einzelnen Fischpopulationen, die Einschränkungen der fehlenden Gewässervernetzung noch solange kompensiert werden, bis ein Glied in der Kette der Ontogenese reißt. Wenn dann keine Wiederbesiedelung mehr möglich ist, ist somit die betroffene Art in diesem Flußabschnitt ausgestorben.

So hat sich lediglich in der Donau das natürliche Artenspektrum bisher noch am besten erhalten (FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKES NIEDERBAYERN 1998). Sie stellt damit die Quelle für die Wiederbesiedelung der Zuflüsse dar.

Allerdings dürfte bei einigen euryöken Arten, wie Brachse oder Rotaugen (GERSTER 1998), der Gewinn an neuen Lebensräumen in Staubeichen den negativen Effekt der Querbauwerke überkompensieren, so daß sie letztendlich sogar weiter verbreitet sind als dies in einem natürlichen Flußsystem der Fall wäre. Dies konnte in den Staubeichen gut beobachtet werden.

Analog zu den Fischen ist auch für Neunaugen ein Rückgang durch Wanderbarrieren denkbar. Da diese Tierarten nicht untersucht wurden, können hier aber keine konkreten Rückschlüsse auf die Auswirkung der Gewässerzerstückelung gezogen werden.

5.6.2 Andere Tierarten

Eventuell ist durch den Rückgang der Fische auch zum Teil der Rückgang der Muscheln erklärbar, da diese in Folge der Unterbrechung der Wanderwege nur mehr gering über Fische ausgebreitet werden können (vgl. JUNGBLUTH ET AL. 2001). Gerade in kleineren Gewässern befinden sich wie oben beschrieben zahlreiche Wanderhindernisse.

Wie SCHÜTZE (1996) beschreibt, verhalten sich Krebse keineswegs ortstreu, sondern legen auch größere Strecken zurück. In der Zerschneidung der Wanderwege kann ebenfalls eine Rückgangsursache gesehen werden. Allerdings tritt bei den Edelkrebsen die Sondersituation auf, daß manche Bestände durch Wanderbarrieren vor der Übertragung der Krebspest durch allochthone Krebse geschützt werden (BOHL 2001).

Über das Makrozoobenthos können ebenfalls keine Aussagen getroffen werden, da die verwendete Untersuchungsmethode ihre Erfassung nicht zuließ. Offensichtlich besiedeln Makroinvertebraten zumindest naturnahe Wanderhilfen (WWA DEG 2000, ADAM & SCHWEVERS 1998), so daß diese vor allem in Staubereichen Ersatzlebensräume bilden können.

6 Erhalt und Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit von Fließgewässern

In den Kapiteln 2 Literaturübersicht, 4 Ergebnisse und 5 Diskussion wurden Wanderhindernisse für Fische und deren Auswirkungen auf die Fauna ausführlich behandelt. Wichtig ist, die Gewässervernetzung über das gesamte niederbayerische Fließgewässernetz für alle Arten wiederherzustellen. Es wird davon ausgegangen, daß, wenn spritschwache Fische einen Gewässerabschnitt überwinden können, dies auch für andere, wirbellose Tierarten wie das Makrozoobenthos oder große Krebse zutrifft und somit die gesamte Fauna frei wandern kann.

Das folgende Konzept zur Wiederherstellung der Fließgewässervernetzung bezieht sich auf Querbauwerke. In Bereichen mit veränderten physikalisch-chemischen Parametern müssen entweder Einleitungen unterbleiben bzw. mangelnde Restwasserabflüsse (siehe auch 2.7.4) angehoben werden.

6.1 Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit an Querbauwerken

Die Bewertungsklassen „5“ und „4“ stellen erhebliche Hindernisse für die Fischwanderung dar. Diese Hindernisse müssen zuerst beseitigt werden. Besonders die untersuchten Schleusenanlagen und Wanderhilfen an den großen Flüssen bieten, obwohl eingeschränkt durchwanderbar, keinesfalls ausreichende Wandermöglichkeiten. Nachfolgend oder parallel müssen Hindernisse mit der Bewertungsklasse „3“ ebenfalls entfernt werden.

Für die Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit an Querbauwerken sollte nach folgenden Prinzipien vorgegangen werden:

- Vollständiger Rückbau vor frei durchwanderbaren Querbauwerken

Durch einen vollständigen Rückbau von Querbauwerken, eventuell verbunden mit einer Gewässeraufweitung, entstehen wieder naturnahe Fließgewässerabschnitte ohne Staubereich. Verrohrungen etc. sollten durch Brücken mit einer naturnahen Gewässersohle ersetzt werden.

Sohlumlagerungen können wieder stattfinden. Dies ist für rheophile und kieslaichende Fischarten von eminenter Wichtigkeit. Es kann keine Meidung dieses Bereiches bei der Durchwanderung auftreten.

Dies muß in allen Bereichen angewandt werden, in denen keine massive Sicherung des Gewässerlaufes oder der Gewässersohle, zum Schutz von Siedlungs- oder Verkehrsflächen etc., nötig ist. Wo möglich, sollten auch frei durchwanderbare Querbauwerke aus den Gewässern entfernt werden.

- Frei durchwanderbare Querbauwerke vor ausgeleiteten Wanderhilfen

Die zweitbeste Lösung sind völlig frei durchwanderbare Querbauwerke. Hier ist die Bauform der Wahl eine Sohlrampe, auch „rauhe“ Rampe. Diese muß folgende Kriterien erfüllen:

- Gefälle 1 : 20, besser flacher
- Stark raue Sohlgestaltung mit großem Lückensystem

- Vollständig überströmt, kein abgelöster Überfallstrahl und keine starken Turbulenzen
- Niedrigwassergerinne (siehe auch Abb. 52)
- Gestaltung der Wanderlinie über die gesamte Längsausdehnung:
 - Maximal $v \leq 0,7$ m/s für Klein- und Jungfische, Wassertiefe $t \geq 0,1$ m, z.B. am Rand
 - Maximal $v \leq 1,5$ m/s im Niedrigwassergerinne / Strömungsrinne für schwimmstarke Fische, Wassertiefe $t \geq 0,5$ m.

Eine Meidung des Querbauwerkes tritt bei entsprechender Gestaltung nicht auf. Auf Ruheplätze mit geringerer Strömung, deutlich unter den oben genannten Geschwindigkeiten, ist zu achten. Es wird bei der Angabe der maximal zulässigen Strömungsgeschwindigkeiten nicht zwischen den unterschiedlichen Gewässerzonierungen unterschieden, da mit der an den Gewässergrund gebundenen Koppe einer der schlechtesten Schwimmer in der Forellenregion vorkommt. Die genannten Geschwindigkeiten können von allen heimischen Arten überwunden werden. Eine Wanderhemmung durch zu geringe Strömungsgeschwindigkeiten ist in Sohlrampen auszuschließen.

Die Durchwanderbarkeit ist voll gegeben, da die Wanderwege jederzeit ohne Probleme gefunden werden. Negative Auswirkungen von Bauwerken, wie der Staubereich, bleiben allerdings erhalten. Durch die Fixierung der Gewässersohle durch die Rampe bzw. durch den Erhalt des Staues entsteht kein natürlicher Lebensbereich für rheophile und kieslaichende Fischarten. Es ist aber allen Arten die Wanderung in andere Bereiche, etwa zu geeigneten Laichplätzen, voll möglich.

Sohlrampen sind geeignete Bauwerke für die Sicherung der Sohle in eingeeengten Fließgewässerabschnitten, zum Beispiel in Ortslagen, in denen eine Sicherung der Gewässersohle oder des Gewässerlaufes unabdingbar ist.

- Ausgeleitete Wanderhilfen als Mindeststandard

Bei gewissen Zwangspunkten ist eine Umgestaltung der Bauwerke selbst nicht möglich, da diese eine gewisse Funktion erfüllen müssen. Hierunter fallen etwa Wasserkraftanlagen, Wehranlagen mit Regelfunktion, Teichanlagen oder ähnliches. Diese Querbauwerke müssen mit einer Umgehungsmöglichkeit, einer ausgeleiteten Wanderhilfe, ausgestattet werden. Hierbei sind folgende Punkte von entscheidender Wichtigkeit:

- Anbindung an die Hauptströmung.
- Anbieten der Umgehungsmöglichkeit unmittelbar am Hindernis.
- In großen Gewässern, z.B. Inn, Ilz oder Donau, muß untersucht werden, wo sich die Fische unterhalb und oberhalb des Hindernisses aufhalten. Hierbei kommen z.B. Elektrobefischungen oder Echolotuntersuchungen in Frage.
- Lockströmung im Stromstrich ca. 1 m/s, am Rand unter 0,8 m/s
- Strömungsgeschwindigkeiten mindestens 0,3 m/s, um für ausreichende Orientierungsmöglichkeiten für die Fische zu sorgen.
- Kein abgelöster Überfallstrahl
- Wassertiefe mindestens 0,5 m.

- Anbindung der Sohle der Wanderhilfe an die Gewässersohle, Schaffung von für Fische attraktiven Bereichen an der Ausleitung und der Mündung der Wanderhilfe wie Kolke, Unterstände etc..
- Strömungsgeschwindigkeiten wie oben beschrieben, Energiedichte $\leq 150 \text{ W/m}^3$, stark rauhe Gestaltung der Sohle.
- Die Wanderhilfe muß deutlich mehr Abfluß als den festgelegten Mindestabfluß aufnehmen können, um etwa bei Hochwasser aufgrund eines höheren Abflusses in der Wanderhilfe voll funktionsfähig zu sein. Ideal wäre, daß der gesamte Abfluß einer Ausleitungsstrecke über die Wanderhilfe abfließt.
- Tägliche Kontrolle der Funktionsfähigkeit, insbesondere von Verklausungen an der Entnahmestelle etc..
- Naturnahe Umgehungen, wie Umgebungsbäche oder -flüsse vor sog. technischen Lösungen wie Vertical-Slot-Pässen u.ä..
- Betrieb der Wanderhilfen über das gesamte Jahr. Zu den Laichzeiten von Wanderfischen sowie zur Hauptwanderzeit zwischen Mitte April und Mitte Oktober sind höhere Abflüsse, verglichen mit den festgelegten Restwassermengen, sinnvoll. Zu Zeiten verminderter Wanderung, etwa im Winter, sind etwas geringere Restwassermengen denkbar. Der Betrieb muß auch unabhängig von Änderungen der Anstauung erfolgen.

Für die Abwärtswanderungen sind Schutz- und Leiteinrichtungen zu entwickeln und an allen Querbauwerken, an denen Schädigungen an der Fauna zu erwarten sind, wie an Wasserkraftanlagen, anzubringen, so daß alle Größenklassen vollständig um das Kraftwerk herum geleitet werden.

Der Bau von Wanderhilfen orientiert sich zur Zeit in der Regel am maximalen Schwimmvermögen der Fische. So wurden die Umgehungen fast immer mit zu kleinem Fließquerschnitt und zu hohen Strömungsgeschwindigkeiten errichtet. Es sollte in diesen Fällen jedoch mit der gleichen Abflußmenge bei größerem Wasserkörper eine an die natürliche Flußmorphologie angepaßte Wanderhilfe geschaffen werden. Der für die größere Breite oder Länge geringe Mehrbedarf an Platz wird meist keine Rolle spielen. Andernfalls muß auf technische Fischpässe zurückgegriffen werden.

Als Orientierung für die angestrebte Strömungsgeschwindigkeit im Stromstrich innerhalb der Wanderhilfe und Ausleitungsstrecke muß die Strömungsgeschwindigkeit im Stromstrich des freifließenden Hauptflusses in diesem Bereich gelten.

Beispiel

Zum Beispiel sollte statt einem Umgebungsbach (Dotation 360 l/s) mit einer gleichmäßigen Tiefe von 0,3 m, einer Breite von 1,0 m und einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit (im Querschnitt) von 1,2 m/s, im Stromstrich 1,6 m/s

- in der Forellenregion ein Bach von einer Tiefe in der Mitte von 0,5 m, einer Breite von 1,5 m und einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit von 0,6 m/s geschaffen werden. Für den Stromstrich sind 1,0 – 1,5 m/s ideal.
- Im Potamal ist für einen Umgebungsbach eine Breite von 2,4 m, eine Tiefe von 0,6 m in der Mitte und eine mittlere Strömungsgeschwindigkeit von 0,3 m/s günstig. Für den Stromstrich sind 0,5 – 1,0 m/s ideal.

In beiden Fällen ist die Strömungsgeschwindigkeit für die Orientierung der Fische leicht ausreichend, da die Geschwindigkeiten im Stromstrich über den mittleren Strömungsgeschwindigkeiten liegen.

Alle Anforderungen für die Wanderhilfe müssen auch für etwaige Ausleitungsstrecken, durch die die Wanderstrecke führt, gelten. Die Ausleitungsstrecke muß strukturreich als Nebenarm des Flusses gestaltet werden. Gemeint ist hier eine dem Charakter des ungestauten Hauptflusses entsprechende Strömungs- und Tiefenvarianz, also für Fische attraktive Strukturen. Wildbachähnliche Wanderhilfen können schon für die Forellenregion zu steil sein, für die Barbenregion sind sie es sicher.

Negative Auswirkungen wie der Staubereich bleiben bei ausgeleiteten Wanderhilfen erhalten. Trotz einer gewissen Selektivität stellen diese eine erhebliche Verbesserung gegenüber einem undurchwanderbaren Querbauwerk dar. Bei guter Gestaltung wird es den meisten wanderwilligen Fischen möglich sein, das Querbauwerk zu überwinden.

6.2 Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit in Flußsystemen

Um natürliche Flußsysteme zu erhalten, in denen die aquatische Fauna nicht anthropogen beeinträchtigt ist, müßten alle Querbauwerke komplett aus den Flußsystemen entfernt werden und jegliche Form der Nutzung am Gewässer unterbleiben. Daß dies, bis auf den Nationalpark Bayerischer Wald, in einer Kulturlandschaft weder möglich noch wünschenswert ist, ist selbstverständlich.

Aus diesem Grund müssen alle noch vorhandenen freifließenden Flußabschnitte, egal ob in kleinen Nebengewässern oder in der Donau, unbedingt erhalten werden.

Flußgebiete, in denen noch Populationen bedrohter Fischarten bekannt sind, sei es durch die FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKES NIEDERBAYERN (1998), aber auch durch Gutachten etc., müssen vorrangig umgestaltet werden.

Bei der Umgestaltung von Wanderhindernissen darf man sich nicht an deren Anzahl allein orientieren, da abhängig von der Lage der Hindernisse, der baulichen und hydraulischen Voraussetzungen sowie der Rechtssituation völlig unterschiedliche Voraussetzungen und Umgestaltungsmöglichkeiten bestehen.

Hauptgewässer

Jedes größere Fließgewässer (Gewässer 1. und 2. Ordnung) muß für Fische wieder frei durchwanderbar gestaltet werden. Aufgrund des Wiederbesiedlungspotentials der Donau sollte dies vorrangig von diesem Fluß aus in die Zuflüsse aufsteigend erfolgen.

Um eine uneingeschränkt freie Wanderung in den Fließgewässern von der Mündung bis zur Quelle zu erreichen, müßten alle Hindernisse umgestaltet werden. Spaltet man die Wanderwege folgendermaßen auf, daß bei mehreren, parallelen Gewässerbetten nur je ein Wanderweg geöffnet wird, kann mit einer Umgestaltung von circa 78 % der untersuchten Querbauwerke ein Wanderweg von der Mündung bis zum oberen Ende der jeweiligen Kartierung geöffnet werden. Dies würde auf dem Prinzip basieren, daß vor allem an knapp drei Viertel aller Wasserkraftanlagen der Weg nur über die Ausleitungsstrecke oder den Flutkanal und das jeweilige Entnahmebauwerk führen würde.

An Ausleitungskraftwerken stellt sich regelmäßig die Frage, ob Wanderwege über die Ausleitungsstrecke oder über den Triebwerkskanal geschaffen werden sollen. Der Idealfall, die Öffnung beider Wanderwege, wird aus ökonomischen Gründen häufig nicht möglich sein. Aufgrund der oben beschriebenen Bevorzugung der traditionellen Gewässerläufe einiger Fischarten, sollten wenn möglich in erster Linie die Altläufe geöffnet werden. Wenn diese jedoch in ihrer Natürlichkeit stark verändert sind oder ökonomische Faktoren Umgestaltungsmöglichkeiten stark beschneiden, sollte der meist einfachere Weg über neu geschaffene Flußläufe, wie Flutkanäle, gewählt werden. Daß Fische auch neue Wanderwege annehmen, zeigt sich an der Bina.

Nebengewässer

Neben der wichtigen Öffnung der Wanderwege im Hauptfluß dürfen auch Zuflüsse und Altwässer nicht vergessen werden. Vor allem in kleineren und kleinsten Gewässern (in erster Linie Gewässer 3. Ordnung) ist es möglich, mit vergleichsweise geringerem Aufwand und vor allem in kurzer Zeit Wanderwege zu öffnen. Gerade an Flüssen, die durch große Stauhaltungen ihren Fließcharakter weitgehend eingebüßt haben, muß dringend die Öffnung größerer, ungestauter Zuflüsse (Richtwert $MQ > 1 \text{ m}^3/\text{s}$) auf mehreren Kilometern Länge erfolgen, um wenigstens wieder einen geringen Prozentsatz der ursprünglichen Laichplätze u.ä. wiederherzustellen. Auch die Schaffung naturnaher, paralleler Umgebungsgewässer mit mehreren Kubikmetern pro Sekunde Abfluß würde eine Verbesserung des Lebensraumes dieser Gewässer bringen. So können an der Unteren Isar bereits bestehende Abflußgräben für das Dammdruckwasser oder durchströmte Altwässer im Unterlauf recht einfach in eine solche Maßnahme mit einbezogen werden.

Es muß die Umgestaltung von der Mündung zur Quelle erfolgen. Idealerweise reicht die Umgestaltung bis zu dem Punkt des Nebengewässers, ab dem er ständig Wasser führt.

Ein gutes Beispiel für die Öffnung eines größeren Nebengewässers ist der bereits zum Teil erfolgte Umbau der Wanderhindernisse in der Bina (Gew. 2. Ordnung).

In der Regel dürften in Nebengewässern auch wesentlich weniger unabdingbare Nutzungen des Baches eine Wiederherstellung der Wanderwege erschweren.

6.3 Querbauwerke mit besonders hoher zeitlicher Priorität der Umgestaltung

Auch wenn die Öffnung der Wanderwege in allen niederbayerischen Fließgewässern nötig ist, so besteht doch für manche Querbauwerke eine besonders hohe zeitliche Priorität der Umgestaltung.

Hierzu zählen:

- ◆ Donau
- Wasserkraftanlage Jochenstein: Schaffung eines groß dimensionierten Umgehungsarmes oder technischen Fischpasses auf der Kraftwerksseite
- Wasserkraftanlage Kachlet: Neubau eines groß dimensionierten technischen Fischpasses auf der Seite der Kraftwerksanlage

- Wasserkraftanlage Straubing: Schaffung eines groß dimensionierten Umgehungsarmes. Günstig wäre das Miteinbeziehen der Großen Laber, die ca. 0,25 km unterhalb der Anlage auf der Strömungsseite mündet.
- Wasserkraftanlage Bad Abbach: technischer Fischpaß auf der Kraftwerksseite oder groß dimensioniertes Umgebungsgewässer auf der linken Gewässerseite in Nähe des Kraftwerkes mit Anschluß an die Hauptströmung.

Die wenigen, verbliebenen freifließenden Strecken müssen erhalten bleiben, da aufgrund des Fischartenrückgangs in den meisten bayerischen Fließgewässern die Donau das Wiederbesiedelungspotential für alle Gewässer in diesem Flußsystem bietet. Andere Wanderhindernisse der bayerischen Donau, wie etwa die Wasserkraftanlage Geisling, müssen ebenfalls dringend frei durchwanderbar gestaltet werden.

An der Donau ist ein von allen Anrainerstaaten getragenes, internationales Durchgängigkeitskonzept erforderlich.

◆ Ilz

- Wasserkraftanlage Hals: Umgestaltung nach den unter 5.3.4 beschriebenen Gesichtspunkten.
- Wasserkraftanlage Oberilzmühle: Schaffung eines Umgebungsbaehes um das Flußkraftwerk herum
- Wasserkraftanlage Schrottenbaumühle: Verbesserung der bestehenden Wanderhilfe

◆ Wolfsteiner Ohe

- Wasserkraftanlage Aumühle: Schaffung einer Wanderhilfe am Ausleitungwehr in Form einer Teilrampe oder eines Umgebungsbaehes.
- Triftsperre: Wiederherstellung der naturnahen Gewässersohle
- Wasserkraftanlage Wiesmühle: Teilrampe oder Umgebungsbaeh am Ausleitungwehr

Durch die Umgestaltung dieser sechs Querbauwerke wird die Verbindung von der Donau zu etwa 30 km Ilz hergestellt, von denen ca. 20 km in diesem Abschnitt frei fließen. Außerdem wird der Zugang zur Wolfsteiner Ohe (Länge 5 km) sowie zum Unterlauf des Osterbaehes ermöglicht. Alle Gewässer sind in diesen Bereichen auf längeren Strecken als naturnah zu bezeichnen. In der Ilz befinden sich noch zahlreiche Rote-Liste-Arten wie Bachforelle, Äsche, Nase, Huchen, Barbe und Koppe. Dann können Nasen und Barben wieder zumindest zum Teil zu ihren angestammten Laichplätzen ziehen (siehe auch 2.4).

◆ Schwarzer Regen

- Wasserkraftanlage Höllenstein: technischer Fischpaß
- Wasserkraftanlage Regenmühle: Teilrampe oder Umgebungsbaeh am Ausleitungwehr
- Wasserkraftanlage Schmausmühle: Teilrampe oder Umgebungsbaeh am Ausleitungwehr
- Wasserkraftanlagen Gumpenried: Umgebungsbaeh um die beiden Wehranlagen herum oder technische Fischpässe an jeder Anlage
- Wasserkraftanlage Marienthal: Teilrampe oder Umgebungsbaeh am Ausleitungwehr

- Wasserkraftanlage bei Papierwerk Teisnach: Teilrampe oder Umgebungsbach am Ausleitungswehr
- Wasserkraftanlage Oleumhütte: Umgebungsbach am Ausleitungswehr, Restwasser wird bereits in die Ausleitungsstrecke abgegeben.

Aufgrund der großen Bemühungen des Wasserwirtschaftsamtes Regensburg ist der Regen / Schwarze Regen wieder als weitgehend frei durchwanderbar anzusehen (SCHMID 2000). Auch befinden sich immer wieder längere naturnahe Abschnitte in Niederbayern. Oberhalb der Wasserkraftanlage an der Papierfabrik bis zur nächsten Wasserkraftanlage ist die Gewässermorphologie auf einer Länge von etwa 15 km natürlich. Auch im Schwarzen Regen befinden sich im untersuchten Abschnitt noch zahlreiche Rote-Liste-Arten wie Bachforelle, Äsche, Nase, Huchen, Rutte, Barbe und Koppe (FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKES NIEDERBAYERN 1998, BAARS 2000).

◆ Isar

- Absturz bei Pegelmeßstelle Plattling: Gewässeraufweitung, Installation einer Sohlrampe
- Wasserkraftanlage Pielweichs: Umsetzung des seit der Errichtung geplanten Umgebungsgewässers, dem großen Fluß entsprechend dimensioniert.
- Wasserkraftanlage Ettling: Dem großen Fluß entsprechend dimensioniertes Umgebungsgewässer.

In die Umgebungsgewässer sollten die bereits jetzt zum Teil durchströmten Altwässer bzw. existierende Nebenbäche und Ableiter des Dammdruckwassers einbezogen werden. Auf eine entsprechend naturnahe Gestaltung muß geachtet werden.

Die Isar wurde im Unterlauf zwar massiv verändert. Da dies aber erst vor ca. fünfzehn Jahren durchgeführt wurde, ist davon auszugehen, daß sich noch Restbestände der ursprünglich Populationen in den unteren Stauseen befinden.

Vor dem Einstau durch die Staustufe Pielweichs wiesen STEIN ET AL. (1989) noch Nerflinge, Frauenerflinge, Rutten, Streber, Zingel und Schrätzer im Bereich in der Isar zwischen der Mündung und Flußkilometer 21 nach. In dieser Quelle wird auch von Inselformen von Strebern und Zingeln in der Isar weiter oben, bei Schäftlarn, berichtet.

Außerdem befindet sich im Stausee bei Ettling eine Inselformenpopulation von Sterlets (FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKES NIEDERBAYERN 1998).

6.4 Fazit

Eine durchgehende Wanderlinie in jedem Fluß ist unverzichtbar. Es muß der von der Wasserwirtschaftsverwaltung begonnene Kurs der Wiedervernetzung der Fließgewässer auf der Basis des jeweils aktuellen Kenntnisstandes unbedingt fortgesetzt werden. Freifließende Gewässerabschnitte müssen ohne Wenn und Aber erhalten werden. Wo möglich, müssen alle Querbauwerke rückgebaut werden. Es ist erforderlich, Leit- und Schutzeinrichtungen zu entwickeln

und dann verbindlich an allen die Fauna gefährdenden Anlagen, besonders an Wasserkraftanlagen, verbindlich zu installieren.

Die Gewässervernetzung muß sowohl in Haupt- als auch in Nebengewässern (Gewässer 3. Ordnung, kleinere Gewässer 2. Ordnung) wiederhergestellt werden. Die Öffnung der Wanderwege sollte vorrangig von der Mündung zur Quelle hin erfolgen.

Dies alles schließt auch eine regelmäßige Pflege von Anlagen, Ausschöpfung rechtlicher Möglichkeiten für Naturschutzmaßnahmen, die Kontrolle der vorhandenen Zustände sowie die Pflicht zur Nachbesserung mit ein.

6.5 Umsetzung der Wiedervernetzung während des Projektes

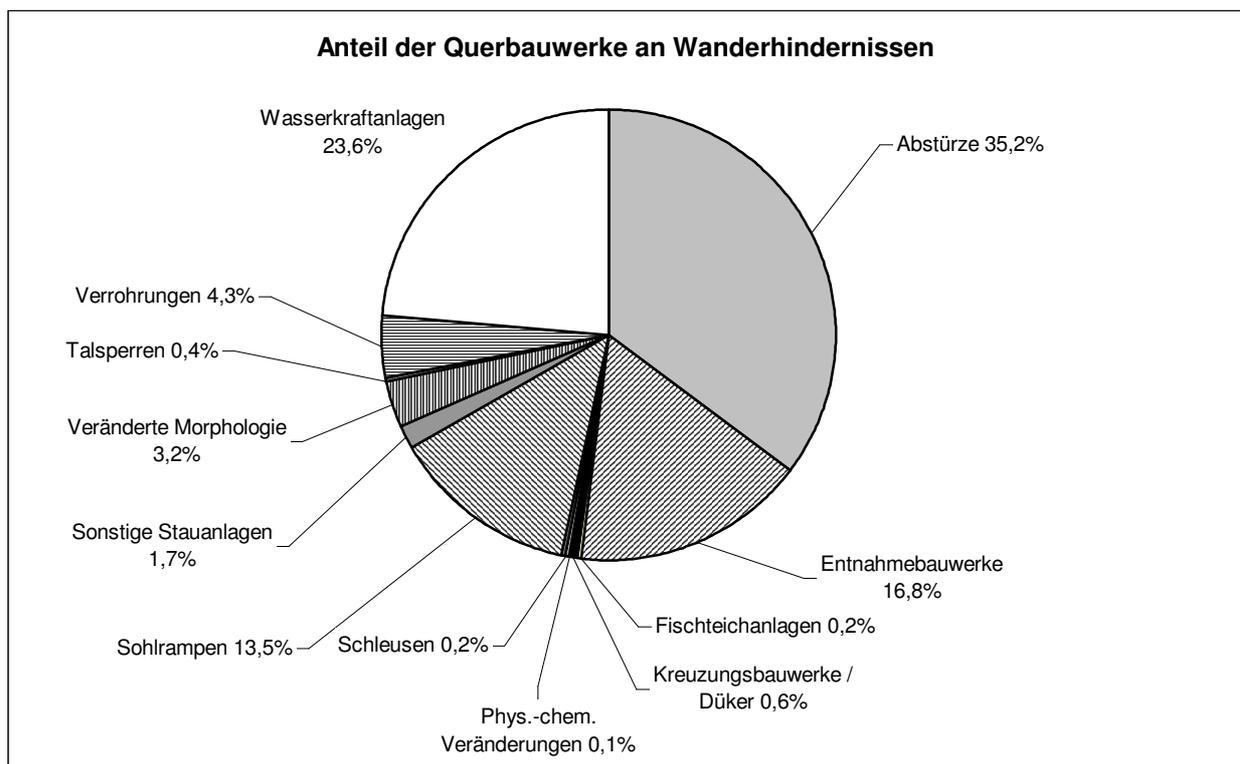
Während des Projektes wurden mehrere Hindernisse aufgrund eigener Vorschläge beseitigt oder umgebaut. Außerdem konnten konkrete Vorschläge zur Bauweise von Wanderhilfen eingebracht werden.

7 Zusammenfassung

7.1 Kartierung

Im Auftrag des Landesfischereiverbandes Bayern e.V. und des Fischereiverbandes Niederbayern e.V. wurde von der Technischen Universität München Weihenstephan, Arbeitsgruppe Fischbiologie, in Zusammenarbeit mit der Regierung von Niederbayern, Sachgebiet 850, die Situation der fischbiologischen Gewässervernetzung in niederbayerischen Fließgewässern erhoben. Alle Projektteilnehmer entwickelten und begleiteten das Projekt in regelmäßigen Treffen in der Form sogenannter „Runder Tische“.

Im Rahmen dieser Studie wurden 29 Gewässer 1. und 2. Ordnung untersucht. Hinzu kamen 41 ausgewählte Gewässer im Gewässersystem der Wolfsteiner Ohe sowie 22 im Gewässersystem der Bina, je 3. Ordnung. Insgesamt wurden 1159 km kartiert, davon ca. 800 km gewässerbegleitend mit dem Fahrrad oder zu Fuß. Es zeigte sich, daß für eine vollständige Erfassung der Hindernisse eine Begehung oder Befahrung notwendig ist. Ausgenommen hiervon sind nur große Flüsse.



Anteil der Wanderhindernisse im Untersuchungsgebiet

Den größten Anteil an den Wanderhindernissen bildeten die Abstürze, gefolgt von Wasserkraftanlagen, Entnahmebauwerken und Sohlrampen. Fischteichanlagen, Kreuzungsbauwerke, physikalisch-chemische Veränderungen, Schleusen, sonstige Stauanlagen, Talsperren, Stellen mit einer erheblich veränderten Fließgewässermorphologie (z.B. betonierte Gewässersohle) und Verrohrungen spielten eine zahlenmäßig untergeordnete Rolle. Bei der Beurteilung der Durchwanderbarkeit von Hindernissen ist die Berücksichtigung des Abflusses von großer Bedeutung.

Es wurden Änderungen der Fallhöhen um $\pm 0,1$ m innerhalb des Projektes beobachtet, wofür vermutlich Sohlerosion oder Sohlauflandung verantwortlich sind.

Die Daten der Hindernisse wurden in einer Datenbank unter Microsoft Access, Office 97 Pro, archiviert. Diese Datenbank ist zu der für dieses Projekt zur Verfügung gestellten Datenbank *gew_durchgang.mdb* des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft (LFW 1998) kompatibel. Sie wurde um für die Beurteilung der biologischen Durchwanderbarkeit wesentliche Parameter sowie um Auswertungsfunktionen erweitert.

Die untersuchten niederbayerischen Fließgewässer beinhalten im Mittel alle 1,22 km ein Wanderhindernis für Fische. Überdurchschnittlich gut können die Fische in Donau, Inn und Altmühl wandern. Unterdurchschnittliche Wandermöglichkeiten bestehen in der Bina, dem Altbach sowie das Mittel der untersuchten Gewässer 3. Ordnung in den Flußgebieten Wolfsteiner Ohe (41 Gewässer, ohne Osterbachgebiet) und Bina (22 Gewässer). Große Gewässer weisen vor allem flüßauf nicht durchwanderbare oder eingeschränkt durchwanderbare Wanderhindernisse auf. Hinzu kommen häufig ausgedehnte Staubereiche, die die Wanderungen ebenfalls beeinträchtigen. Bei kleineren Gewässern steigt der Anteil der Querbauwerke mit leichten Einschränkungen.

Über den Main-Donau-Kanal wurden zwei eigentlich voneinander getrennte Flußsysteme miteinander verbunden.

Anhand der Messung der lichten Stabweiten von Rechen an Wasserkraftanlagen wurde die Möglichkeit der Fischdurchgängigkeit in Abhängigkeit von der Fischlänge abgeschätzt. Die untersuchten Rechenanlagen bieten der Fauna nur einen stark eingeschränkten Schutz vor den Kraftwerksanlagen.

Zu den zusätzlich während der Kartierung gemachten Beobachtungen gehören teilweise ausgeprägte Strukturdefizite von Fließgewässern, die Verschlammung der Gewässersohle in vielen Abschnitten sowie ein in den Fließgewässern des Tertiärhügellandes ganzjährig getrübes Wasser. Die Abgabe von Restwasser in Ausleitungsstrecken scheint öfter nicht in dem festgelegten Umfang zu erfolgen.

7.2 Aufstieg an ausgewählten Wanderhilfen

Bei den untersuchten Wanderhilfen zeigte sich, daß nicht nur die Strömungsgeschwindigkeit, sondern auch andere Faktoren, wie vermutlich die Anbindung und die Ausgestaltung der Wanderhilfe bzw. der Ausleitungsstrecke, die Funktionsfähigkeit erheblich beeinflussen. Die Wanderhilfen wurden häufig von stagnophilen oder indifferenten Arten wie Lauben, Rotaugen und Brachsen angenommen. Rheophile Arten wie Nase, Barbe, Huchen oder Äsche wurden nicht gefangen oder waren unterrepräsentiert. Von den rheophilen Arten wurden in erster Linie solche gefunden, die auch kleinere Fließgewässer bewohnen. Hierzu gehören vor allem Bachforelle, Aitel und Hasel.

Zukünftig sollten Wanderhilfen sich nicht am maximalen Schwimmvermögen, sondern am Charakter des Fließgewässers orientieren. Wanderhilfen, egal ob Sohlrampen oder Bypässe, dürfen keinen abgelösten Überfallstrahl aufweisen. Die Strömungsgeschwindigkeit darf im Stromstrich maximal 1,5 m/s, am Rand und im Lückensystem maximal 0,8 m/s aufweisen. Die Anbindung an die Hauptströmung und die Nähe zu Hindernissen ist zu beachten, ebenfalls eine ausreichende Dimensionierung des Abflusses und des Wasserkörpers.

7.3 Wanderverhalten

Das Wanderverhalten in einem mit vielen Querbauwerken unterteilten Flußabschnitt wurde im Unterlauf der Bina (MQ = 0,7 m³/s), Landkreis Rottal-Inn, auf einer Länge von 4,1 km untersucht.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 1036 Fische ab einer Länge von 15 cm aus 15 Arten mit Alcianblau markiert. Der Versuchszeitraum reichte von Juni 1999 bis November 2000 und beinhaltete drei Wiederfangbefischungen zur Kontrolle des Aufenthaltsortes.

Hieraus ergab sich, daß Aitel sowohl die aktivste Art in diesem Versuch waren, als auch, daß sie flußauf am besten Hindernisse (bis 1,29 m Fallhöhe bei MQ), wenn auch in sehr geringer Zahl, überwand. Ein Hecht konnte ebenfalls gesichert dieses Hindernis bewältigen. Nur wenige Nasen kamen über Hindernisse von einer Höhe von 0,6 m bei MQ. Hier war bereits eine drastische Wanderungseinschränkung zu erkennen. Barben überwand nur Querbauwerke mit einer Fallhöhe von 0,3 m bei MQ. Die Nasen bildeten in einem Teilabschnitt eine relativ standorttreue Population.

Für das Überwinden einer Wehranlage mit einer Fallhöhe von 1,9 m bei MQ gibt es für keine Art einen Hinweis.

Im Potamal wurden Hauptwanderzeiten im Frühjahr und Frühsommer und im Herbst festgestellt. Im Rhitral erfolgte im Herbst die Laichwanderung der Forellen.

7.4 Auswirkungen von Querbauwerken auf die Fischfauna

Grundnahe Strömungsgeschwindigkeiten von $v \geq 1,0$ m/s erwiesen sich als Wanderbarriere für Kleinfischarten und juvenile Stadien sprintstarker Fische. Ab Absturzhöhen von 0,5 m bei MQ werden alle untersuchten Fischarten massiv am Aufstieg gehindert.

Für alle Arten besteht eine Ventilwirkung an Wanderhindernissen. Von oben her kommt es zu einer Arten- und Individuenausdünnung. Vor allem Wanderfische und spezialisierte Fischarten leiden unter dem Gewässerverbau. Manche Ubiquisten werden hingegen in großen Staubebenen sogar gefördert.

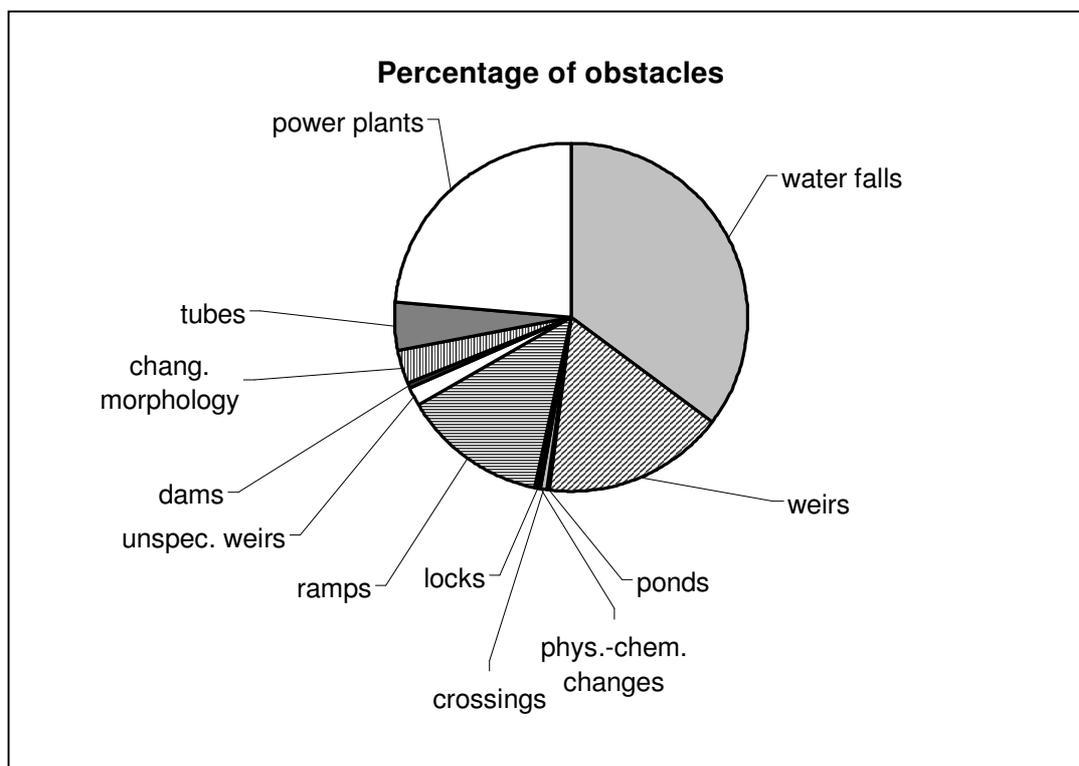
Aus Gründen des Artenschutzes müssen freifließende Gewässerstrecken ohne Wenn und Aber erhalten werden. Wo möglich muß ein Rückbau von Querbauwerken durchgeführt werden. Alle anderen Hindernisse sind mit Wanderhilfen sowie eventuell Leit- und Scheuchleinrichtungen auszustatten, um so der Fauna die Wanderung zu wichtigen Teilhabitaten zu ermöglichen. In kleinen Zuflüssen müssen und können in kurzer Zeit viele Wanderwege geöffnet werden.

8 Summary

8.1 Mapping

On behalf of the Landesfischereiverband Bayern and the Fischereiverband Niederbayern (both fishery associations) the Fish Biology Team, Department of Animal Science, Technical University of Munich, Germany, mapped the potential for fish migration in the running waters of Niederbayern (district of Bavaria, south-east Germany). The project was supported by the government of Niederbayern.

During this study 29 rivers and certain tributaries were mapped. Altogether 1159 km (ca. 720 miles) were studied, 800 km of them by bike or on foot. During the study it was observed, that a complete registration of all obstacles can only be made by walking or driving along the rivers. This is not necessary only in big rivers.



Percentage of Obstacles

The data were saved in a data bank (Access, Microsoft Office Pro 97). The data bank is based on a data bank of the Bavarian State Ministry and was improved with essential parameters for the judgement of fish migration and selection subroutines.

The most important obstacles are man made water falls, hydro power plants, weirs for taking water away and ramps. Other obstacles included ponds for aquaculture, crossings of running waters, changes in the physical-chemical parameters, locks for ships, unspecialized weirs, running waters with widely changed conditions, dams and tubes. For the classification of the obstacles it is strictly recommended to note the discharge. The height of waterfalls changed during the study by about ± 0.1 m. Probably there was sedimentation and erosion at the bottom of the running waters.

In the studied running waters there is an obstacle for fish every 1·22 km (0·9 miles). In the Danube, Inn and Altmühl fish migration possibility is greater than average whereas in the Bina, Altbach and in the both tributary systems (Bina, 22 tributaries, and Wolfsteiner Ohe, 41 tributaries) very poor fish migration conditions exist. In the bigger rivers there are obstacles which are impassable or only partially passable for upward migrating fauna. The existence of many reservoirs on these rivers also hinder fish migration. In smaller rivers there are a lot of smaller obstacles hindering fish passage upstream.

Due to the construction of the Main-Danube canal fish now have access between two previously separate river systems.

By measuring the distance between the bars of screens in front of hydro powerplants the passage of certain fish species, depending on the length of fish, could be estimated.

Further on destructions of the natural structures of running waters, the sedimentation of the river bottom in certain areas and muddy water in the hilly country of Niederbayern was observed. Sometimes the discharge into secondary tributaries at hydro powerplants seemed to be lower than fixed by injunctions.

8.2 Operation of Certain Bypasses

Studying the fish bypasses it was shown that factors like water velocity, the connections of the bypasses with the river and the morphology have a significant effect on the operation of the bypass. The fish bypasses were often used by indifferent or stagnophilous species like bleak (*Alburnus alburnus*), roach (*Rutilus rutilus*) and bream (*Abramis brama*). Rheophilous species were only caught in a higher amount, if these species like brown trout (*Salmo trutta f. fario*), chub and common dace (*Leuciscus leuciscus*) even live in small streams.

Waterfalls within ramps or bypasses have to be avoided. The velocity must not exceed 1·5 m/s, at the shore and / or between the cobbles 0·8 m/s. There has to be paid attention for the connection of the bypass to the main current and to the locality of the bypass close to the obstacle. A sufficient dimension of the discharge and of the water body has to be realized.

8.3 Migratory Behaviour

The migratory behaviour was also studied in the Bina. This is a small river subdivided in many parts by different obstacles (Rott - Inn river system, average discharge 0·7 m³/s, studied length 4·1 km).

In this study 1036 fish were tagged with one or two alcian blue points with a system depending on the point of catch. Using this method only fish longer than 15 cm could be tagged. The study was carried out between June 1999 and November 2000.

Chub was the most active fish species and also the most successful in overcoming obstacles pike were also quite successful. Few of them passed a weir of height 1·3 m during average discharge (d. a. d.). Only few nases passed water falls up to 0·6 m (d. a. d.), barbels only water falls with 0·3 m (d. a. d.).

In the barbel zone the main times of migration were late spring / early summer and autumn. In the trout zone migration occurred in the early summer and in autumn.

8.4 Consequences of Obstacles for Fish

Water velocity exceeding 1.0 m/s hinders the migration of small fish species. Waterfalls with a height of 0.5 m or more hinder all studied fish species. During a 15 mth period only few fish passed such obstacles. Barbel (*Barbus barbus*) and nase (*Chondrostoma nasus*) have difficulty passing obstacles of that height whereas chub (*Leuciscus cephalus*) and pike (*Esox lucius*) were able to pass obstacles of 1.3 meters. A water fall of 1.9 m was not passed in an upstream direction by any fish.

For all species there is an effect like a valve at an obstacle. The upstream migration is disconnected, the downstream migration is more or less possible. From above there is a loss of species and individuals. Migratory fish and specialized fish are particularly endangered. Some unspecialized ones even might increase in numbers.

All fluent parts of rivers should therefore be saved. Where possible, obstacles should be removed. At all other hindrances fish bypasses and if necessary screens for saving fish should be built, so that the fish are able to reach their habitats, for example spawning areas. In small tributaries a lot of migratory paths could be opened within a short time.

9 Literatur

- ADAM, B. & SCHWEVERS, U. (1996): Wehrkataster für das hessische Lahnsystem, Gutachten im Auftrag der hessischen Ministerien des Inneren und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, 30 S.
- ADAM, B. & SCHWEVERS, U. (1998): Fischaufstiegsanlagen als Wanderhilfen für aquatische Wirbellose, *Natur und Landschaft*, 73. Jg. (1998), Heft 6, Juni, S. 251 – 255
- BAARS, M. (2000): Charakterisierung von Äschenbiotopen (*Thymallus thymallus* L. 1758) und Äschenpopulationen in Bayern, Dissertation, Technische Universität München, Institut für Tierwissenschaften, 163 S.
- BACKIEL, T. & BONTEMPS, S. (1996): The recruitment succes of *Vimba vimba* transferred over a dam, *Journal of Fish Biology*, Vol. 48, May 1996, p. 992 - 995
- BAGENAL, T.B. & NELLEN, W. (1980): Sampling Eggs, Larvae and Juvenile Fish; in Backiel, T., Welcomme, R.L.: Guidelines for sampling Fish in Inland Waters, EIFAC Technical Paper, No. 33, FAO 00100 Rome, S. 13 – 36
- BAINBRIDGE (1960): The speed of swimming fish as related to size and to the frequency and amplitude of the tail beat, *Journal Experimental Biology*, 35 (1), S. 129 – 133; in BORN, O. (1995): Untersuchungen zur Wirksamkeit von Fischaufstiegshilfen am unterfränkischen Main, Dissertation, TU München, Angewandte Zoologie – Fischbiologie, 302 S.
- BARANDUN, J. (1990): Auswirkungen von Ausbreitungsbarrieren auf das Vorkommen von Groppen (*Cottus gobio*)- - Anregungen für den Artenschutz, *Natur und Landschaft*, Vol. 65, Heft 2, S. 66 – 68
- BARDONNET, A. & GAUDIN, P. (1990): Diel Pattern of First Downstream Post Emergence Displacement in Grayling, *Thymallus thymallus* (L. 1758), *Journal of Fish Biology*, 37, S. 623 – 627
- BARDONNET, A. & AL. (1991): Microhabitats and Diel Downstream Migration of Young Grayling (*Thymallus thymallus* L.), *Freshwater Biology*, 26, 3, S. 365 – 376
- BARTL & TROSCHEL (1994): Funktionsbeurteilung der Fischaufstiegshilfen im Bereich der Rheinschlinge Straßburg, Gutachten im Auftrag des Angelsportvereins Goldscheuer, 19 S.
- BAUER, K. (1988): Zur Funktion der Fischkiemen; *Wir Fischer*, Heft 2/1988, S. 26 –35
- BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT (1990 – 1996): Topographische Karten des Untersuchungsgebietes, Maßstab 1:25.000, Normalausgabe, München
- BAXTER, R.M. (1977): Environmental Effects of Dams and Impoundments, *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 1977.8; p.285 – 283
- BEAMISH (1978): Swimming capacity in BORN, O. (1995): Untersuchungen zur Wirksamkeit von Fischaufstiegshilfen am unterfränkischen Main, Dissertation, TU München, Angewandte Zoologie – Fischbiologie, 302 S.
- BERG, R. (1985): Turbinenbedingte Schäden an Fischen / Bericht über Versuche am Laufkraftwerk Neckarzimmern, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Seenforschung und Fischereiwesen, 25 S.
- BLESS, R. (1978): Bestandsänderungen der Fischfauna in der BRD, *Natur und Landschaft*, Heft 2 / 1978; S. 6 – 66
- BLESS, R. (1979): Wandernde Fischarten und deren besondere Schutzbedürfnisse, *Natur und Landschaft*, 6, S. 202 – 205
- BLESS, R. (1990): Die Bedeutung von gewässerbaulichen Hindernissen im Raum-Zeit-System der Groppe (*Cottus gobio* L.), *Natur und Landschaft*, 65. Jg. (1990), Heft 12, S. 581 – 585
- BLESS, R. (1992): Einsichten in die Ökologie der Elritze *Phoxinus phoxinus* (L.), Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 35, Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Bonn - Bad Godesberg, 57 S.
- BOHL, E (1992): Rote Liste gefährdeter Tiere in Bayern (Wirbeltiere, Insekten Weichtiere), Teil Fische, Beiträge zum Artenschutz 15, Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, Heft 111, S. 42 – 46
- BOHL, E. (2000): Anforderungen an die Funktionalität der Lebensraumvielfalt und ihre Nutzbarkeit durch den Fisch, Tagungsband: Bedeutung und Wiederherstellung der Fließgewässervernetzung, Vorträge vom 25.03.2000 in Freising Weihenstephan, Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern, Heft 2, S.43 – 47

- BOHL, E. (2001): Ergebnisse der Artenkartierung in den Fließgewässern Bayerns, Fische, Krebse, Muscheln, Teil Krebse, Broschüre des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten, München, S. 172 – 173
- BOHL, M. & NEGELE, R.D. (1994): Erhaltung der einheimischen Fischfauna – Eine Aufgabe des Gewässerschutzes, Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wasserforschung, Heft 23 (1994), München, 150 S.
- BORN, O. (1995): Untersuchungen zur Wirksamkeit von Fischaufstiegshilfen am unterfränkischen Main, Dissertation, TU München, Angewandte Zoologie – Fischbiologie, 302 S.
- BORN, O. (2000): Effektivität und Funktionsfähigkeit von Wanderhilfen Tagungsband: Bedeutung und Wiederherstellung der Fließgewässervernetzung, Vorträge vom 25.03.2000 in Freising Weihenstephan, Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern, Heft 2, S. 62 – 71
- BRAUN, M. (2000) Biotopvernetzung im aquatischen Bereich – rechtliche Grundlagen, Tagungsband: Bedeutung und Wiederherstellung der Fließgewässervernetzung, Vorträge vom 25.03.2000 in Freising Weihenstephan, Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern, Heft 2, S. 7 – 10
- BRAUN, M & KEIZ, G. (2000): Fischereirecht in Bayern, Jehle Verlagsgruppe, Jehle Rehm, Stand April 2001
- BRUNKEN, H. & PELZ, G.R. (1989): Zur Notwendigkeit des ungehinderten Fischwechsels in kleinen Fließgewässern – die Schunter ein Beispiel aus Niedersachsen, Fischökologie aktuell 1 (2), S. 25 –29.
- BRUSCHEK, E. (1954a): Hemmung der Fischwanderung durch Staubecken, Österreichs Fischerei und Gewässer, 7. Jahrgang, Heft 3
- BRUSCHEK, E. (1954b): Die Fischwanderung im unverbauten Unterlauf des Inn, Österreichs Fischerei und Gewässer, 7. Jahrgang, Heft 8
- BRUSCHEK, E. (1954c): Die Fischwanderungen im unverbauten Unterlauf des Inn, Österreichs Fischerei und Gewässer, 7. Jahrgang, Heft 9/10
- BRUSCHEK, E. (1978): Fischwanderungen, Österreichs Fischerei, 31, 7, S. 113 – 118
- BUTZ, I. (1985): Wassertemperatur und Gewässer, 4. Teil (Schluß), Österreichs Fischerei (1985) , S. 241- 244
- BUXBAUM, L. (1897): Der Zug der Mainfische im Frühjahr 1897, in HOFBAUER (1965): Die Zusammensetzung der Brut- und Jungfischschwärme in dem zu einer Schifffahrtsstraße ausgebauten Main, Zeitschrift für Fischerei, Band 8, S. 217 – 234
- CLAY, C.H. (1995): Design of fishways and other facilities, 2nd ed., CRC Press, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida / USA, 248 p.
- CLOUGH, S. & LADLE, M (1997): Diel migration and site fidelity in a stream-dwelling cyprinid, *Leuciscus leuciscus*, Journal of Fish Biology, Vol. 50, May 1997, p. 1117 - 1119
- DENIL, (1937): Angabe ohne Titel in BORN, O. (1995): Untersuchungen zur Wirksamkeit von Fischaufstiegshilfen am unterfränkischen Main, Dissertation, TU München, Angewandte Zoologie – Fischbiologie, 302 S.
- DUJMIC, A. (1997): Der vernachlässigte Edelfisch: Die Äsche, Facultas Verlag, Wien, 111 S.
- DVWK (1996): Fischaufstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle, Merkblätter der Wasserwirtschaft, 232, 110 S.
- EBEL, G. & GLUCH, A. (1998): Eine Methode zur Mindestwasserermittlung für heimische Fischarten, Staatliches Amt für Umweltschutz, Halle / Saale, 28 S.
- EBEL, G. (2000): Habitatsprüche und Verhaltensmuster der Äsche *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758) – Ökologische Grundlagen für den Schutz einer gefährdeten Fischart, ISBN 3-00-005928-8, Halle (Saale), 64 S.
- FACHBERATUNG FÜR FISCHEREI DES BEZIRKES NIEDERBAYERN (1998): Kompendium des Fischartenschutzes, Bezirk Niederbayern, Lindberger Hefte 6, Landshut, 136 S. + div. Ergänzungen
- FREYHOF, J. (1996): Distribution of YOY – Barbel, *Barbus barbus* (L.) in the River Sieg, Germany, In Kirchhofer, A. & Hefti, D. (Eds.) (1996): Conservation of endangered Freshwater Fish in Europe, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 341 p.

- FREDRICH & OHMANN (1995): Preliminary studies on daily migration of chub (*Leuciscus cephalus*) in the Spree River, First Conference and Workshop on Fish Telemetry in Europe, Liege, p. 10
- FRIES, G & TESCH, F.W. (1965): Aufenthalt der Fische im Bereich von Stauwehren, Hydrologie, XXVII / 2, S. 257 – 273
- FRISCHHOLZ, E. (1924) : Anlage und Betrieb von Fischpässen, Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas, Band 6, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- FROESE, R. AND PAULY, D. (EDITORS)(2001): <http://www.fishbase.org>, Fishbase (A Global Information System on Fish), Stand 06/2001
- GAUMERT, D. & HEEMANN, H. (1987): Die Entwicklung des Fischbestandes nach einem Gewässerausbau dargestellt am Beispiel des Fürstenauer Mühlenbaches, Wasser und Boden, 3, S. 123 – 127
- GEBLER, R.J. (1990): Fischaufstiege, zit. in BORN, O. (1995): Untersuchungen zur Wirksamkeit von Fischaufstiegshilfen am unterfränkischen Main, Dissertation, TU München, Angewandte Zoologie – Fischbiologie, 302 S.
- GEBLER, R.J. (1991): Naturgemäße Bauweisen von Sohlenbauwerken und Fischaufstiegen zur Vernetzung der Fließgewässer, Dissertation, Universität Karlsruhe (TH), 142 S.
- GEITNER, V. & DREWES, U. (1990): Entwicklung eines neuartigen Pfahlfischpasses, Wasser & Boden, Heft 9, S. 604 – 607
- GENNERICH, J. (1957): Fischaufstiegskontrollen am Moselfischpaß Koblenz, Zeitschrift für Fischerei, Jg. 7, S 53-60
- GERSTER, S. (1998): Hochrhein: Aufstiegskontrollen 1995/96; Vergleich mit früheren Erhebungen; Rückgang der Rotaugenbestände; mögliche Ursachen; Bundesamt für Umweltschutz; Mitteilungen zur Fischerei, Nr. 60, Bern, 215 S.
- GIESECKE, J & JORDE, K. (1997): Ansätze zur ökologischen Optimierung von Mindestabflußregelungen in Ausleitungsstrecken, Wasserwirtschaft 87, 5, S. 232 – 237
- GOSSO, F. PIZZUL, E. SPECHHI, M., VANZO, S. (1998): Osservazioni sull' influenza delle opere trasversali nella distribuzione della fauna ittica del bacino dell' Isonzo (Friuli-Venezia Giulia), Centro Italiano Studi di Biologia Ambientale, N° 1/1998, p. 3 – 12
- GUNKEL, G. (1996): Renaturierung kleiner Fließgewässer, Gustav-Fischer-Verlag, Jena, Stuttgart, S. 200 – 206
- HANFLAD, S. (1997): Fischereiliche Beurteilung der Durchgängigkeit der oberen Isar und ihrer wichtigsten Nebenflüsse sowie Erstellung einer Prioritätenliste für die Beseitigung von Wanderungshindernissen, Diplomarbeit, Humboldt Universität Berlin
- HANFLAND, S. (2001): Erfolgskontrolle von Besatzmaßnahmen mit der Äsche (*Thymallus thymallus*) in südbayerischen Fließgewässern, Untersuchung für das Artenhilfsprogramm Äsche im Auftrag des Landesfischereiverbandes Bayern e.V., 85 S.
- HÄNFLING, B. (2000): Genetische Differenzierung von Populationen der Mühlkoppe und des Döbels in den nordbayerischen Einzugsgebieten von Rhein, Donau und Elbe, in STEIN, H., ROTTMANN, O., KÜHN, R., GROSS, R., FUCHS, H., HÄNFLING, B., SCHLEE, P., ANASTASSIADIS, C. BORN, O (2000):. Genetische Differenzierung von Fischpopulationen bayerischer Gewässer, Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern, Heft 4, München, 16 S.
- HARVEY, B.C. (1987): Susceptibility of Young-of-the-Year Fishes to Downstream Displacement by flooding, Transactions of the American Fisheries Society, 116, p. 851 – 855
- HASSINGER, R. (2000): Neue Wege zur Herstellung von Durchgängigkeit an Sohlstufen für Fische, Benthosorganismen und Kanusportler, Gesamthochschule Kassel, Versuchsanstalt und Prüfstelle für Umwelttechnik und Wasserbau, unveröff., 15 S.
- HEGGENES, J. (1998): Effects of short term flow fluctuations on displacement of, and habitat use by brown trout in a small stream, Transactions of the American Fisheries Society, 117; p. 336 – 344
- HENSCHEL, T. (1998): Anforderungen aus der Sicht der Biologenverbände bei der Festlegung von Restwassermengen, Tagungsband Fließgewässerschutz Wasserkraftnutzung Zielkonflikt in der Umweltpolitik, Symposium am 23. Und 24. April 1998 in München, Veranstalter: Landesfischereiverband Bayern e.V., Bund Naturschutz in Bayern e.V. und Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V., S. 55 – 60

- HENSEN, W. & Schiemenz, F. (1960): Eine Fischtreppe in Stromlinienformen, Mitteilungen Franzius-Institut, Band 18, S. 160 – 177
- HINTERLEITNER, A. (1931): Fischpässe und Fischaufstieg an den Kanalisierungsstautufen der Großschiffahrtstraße Rhein-Main-Donau, Wasserkraft und Wasserwirtschaft, 26. Jahrgang, S. 144 – 149
- HOFBAUER, J. (1965): Die Zusammensetzung der Brut- und Jungfischschwärme in dem zu einer Schifffahrtsstraße ausgebauten Main, Zeitschrift für Fischerei, Band 8, S. 217 – 234
- HOFFMANN, A. (1996): Auswirkungen von Unterhaltungs- und Gestaltungsmaßnahmen an Fließgewässern auf räumlich und zeitlich verschiedene Nutzungsmuster der Koppe *Cottus gobio*, Fischökologie 9/1996, S. 49-61
- HOLCIK, J. & HENSEL, K. (1974): A new Species of Gymnocephalus (Pisces: Percidae) from the Danube, with Remarks on the Genus, Copeia, No. 2, 1974 June 13, pp. 471 – 486
- HOLZNER, M. (1994): Auswirkungen von Ausleitungskraftwerken auf die Fauna von Restwasserstrecken am Beispiel Weiße Traun (Siegsdorf, Obb.), Diplomarbeit, TU München Fachbereich Chemie, Biologie, Geowissenschaften, 139 S.
- HOLZNER, M. (1999): Vermeidung von Fischschäden im Kraftwerksbereich, Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern, Heft 1, München, 224 S.
- HOLZNER, M. (2000): Untersuchungen über die Schädigung von Fischen bei der Passage des Mainkraftwerkes Dettelbach, Dissertation, TU München / Weihenstephan, Angewandte Zoologie – Fischbiologie, 335 S.
- INGENDAHL, D. (1993): Untersuchungen des Wanderverhaltens des atlantischen Lachses *Salmo salar* und der Bachforelle *Salmo trutta fario*, insbesondere an hydroelektrischen Einrichtungen, Diplomarbeit, Universität Köln, 135 S.
- INGENDAHL, D. & NEUMANN, D. (1996): Possibilities for successful reproduction of reintroduced salmon in tributaries of the River Rhine, Arch. Hydrobiol. Suppl. 113, Large Rivers 10, S. 333-337
- JÄGER, P. (Hrsg.) (1999): Salzburger Fischpaßfibel – Erfahrungen zu Bau und Betrieb von Fischaufstiegshilfen, Land Salzburg, Abteilung 13 Naturschutz, Reihe Gewässerschutz, Band 1, Salzburg, 88 S.
- JENS, G. (1962): Fischpässe an der Mosel, Die Wasserwirtschaft, Vol. 52, S. 160 – 162
- JENS, G. (1982): Der Bau von Fischwegen, Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin, 93 S.
- JONSON, N. (1991): Influence of Water Flow, Water Temperature and Light on Fish Migration in Rivers, Nordic Freshwater Res., 66, 20 – 35
- JUNGBLUTH, J., GERBER, J., GROH, K. (2001): Ergebnisse der Artenkartierung in den Fließgewässern Bayerns, Fische, Krebse, Muscheln, Teil Großmuscheln, Broschüre des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten, München, S. 184 – 209
- JUNGWIRTH, M. (1984): Die fischereilichen Verhältnisse in Laufstauen alpiner Flüsse, aufgezeigt am Beispiel der österreichischen Donau, Österreichische Wasserwirtschaft, Jahrgang 36, Heft 5/6 (1984), S. 103 – 111
- JUNGWIRTH, M. (1994): Auswirkungen der anthropogenen Maßnahmen auf die Fischfauna in Fließgewässern – Planungserfordernisse für die Erhaltung und Pflege, Rurality – Enviroment – Development, Dossier R.E.D., Uget 14, D, S. 18 – 29
- K.K. ACKERBAUMINISTERIUM (1891): in JÄGER (1999)
- KATAPODIS, C. & RAJARATNAM, N. (1983): A review and laboratory study of the hydraulics of Denil-Fishways, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Science, No. 1145, Ed.: Western Region Department of Fisheries and Oceans, Winnipeg, Manitoba, Canada
- KECKEIS, H. (1991): Fortpflanzungsbiologie und ökologischen Kennzeichnung von Laichgebieten der Nase (*Chondrostoma nasus* L.) in der Donau, 3. Workshop in Innsbruck, Biologie und Gefährdung heimischer Kleinfischarten
- KOCH, W. (1930): Aufstiegskontrollen an Fischpässen, in BORN (1995)
- KOLBINGER, A. (1998): Fischereibiologische Charakterisierung des Fließgewässersystems der Strogen, Diplomarbeit, Lehrgebiet Angewandte Zoologie – Fischbiologie, TU München / Weihenstephan, 154 S.

- KURH. FISCHEREIORDNUNG (1711): in JÄGER (1999)
- LABATZKI, P. (1992): Ichthyofaunistische Wirksamkeitsuntersuchungen der neugeschaffenen Sohlgleite im Döllnfließ/Schleuse Bischofswerder, Auftragsarbeit für die Leitung des Biosphärenreservates „Schorfheide – Chorin“, zit. in VDFF (1997)
- LADIGES, W. & VOGT, D (1979) : Die Süßwasserfische Europas, Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin, 300 S.
- LAMPERT, W. & LINK, W. (1971): Markierungsversuche und Fischeaufstiegskontrollen an Staustufen des Hochrheins in den Jahren 1947 und 1952, Arch. Hydrobiol./Suppl. 38, S. 315 –335
- LARINIER, M. (1983): Guide pour la conception des dispositifs de franchissement des barrages pour les poissons migrateurs, Bulletin Fr. Pêche Pisciculture, Numéro special 56, 39 S., zit. in BORN (1995)
- LAßLEBEN (1962): Fischereiliche Folgen des Aufstauens von Flüssen in Niederbayern, Der Fischwirt, Jahrgang 13, Nummer 1, S. 1 – 8
- LELEK, A. (1987): The Freshwater Fishes of Europe, AULA Verlag, Wiesbaden, 343 S.
- LFV BAYERN (2001): Untersuchung der Funktion der Wanderhilfe Icking am Ickinger Wehr / Isar, Gutachten im Auftrag der Bayerwerk Wasserkraft AG, unveröff., 25 S.
- LFW (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, HRSG.) (1991): Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Donauebiet, ISSN 0340-5176, München, 266 S.
- LFW (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, HRSG.) (1998): Datenbank gew_durchgang.mdb, Datenbank für die Erfassung von Querbauwerken, erstellt unter Microsoft Access/ Office 95 Pro
- LFW (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT) (2001): Schriftliche Mitteilungen über niederbayerische Fließgewässer, unveröffentlicht
- LILLELUND (1963): Die Auswirkungen der Kanalisierung unserer Flüsse auf die Fischfauna und ihre Lebensbedingungen, Umschau, Heft 5, S. 148 – 152
- LINLØKKEN, A. (1993): Efficiency of fishways and impacts of dams on the migration of the grayling and brown trout in the Glomma river system, southeastern Norway, Regulated Rivers Research & Management; 8, 1 – 2, S. 145 – 153
- LUCAS, M.C. & FREAR, P.A. (1997): Effects of a flow-gauging weir on the migratory behaviour of adult barbel, a riverine cyprinid, Journal of fish biology, Vol. 50, February 1997, p. 382 - 396
- MADER, H. & BOGNER, K. (2001): Lockströmung bei naturnahen Umgehungsgerinnen im Potamal, Wasserwirtschaft 91 (2001), S. 194 – 198
- MAGNAN (1929): Angabe ohne Titel, in BORN (1995)
- MAILE, W. ET AL. (1997): Bewertung von Fließgewässer-Biozönosen im Bereich von Ausleitungskraftwerken (Schwerpunkt Makrozoobenthos) und das Mefi-Model – Ein Verfahren zur Ermittlung ökologisch begründeter Mindestabflüsse in Ausleitungsstrecken von Wasserkraftwerken, Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU München, Lehrstuhl für Wasserbau und Oskar v. Miller Institut in Oberrach, 267 S.
- MAILE, W. (2000): Verbesserung der biologischen Durchgängigkeit der Fließgewässer im Amtsbezirk des WWA Freising, in Bedeutung und Wiederherstellung der Fließgewässervernetzung, Vorträge vom Symposium in Freising – Weihenstephan, Veranstalter: Landesfischereiverband Bayern e.V., TU München/Weihenstephan, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, erschienen in: Schriftenreihe des Bayerischen Landesfischereiverbandes Bayern, Heft 2, München
- MATHES, E. (1986): Untersuchung zur Eignung verschiedener Markierungsmethoden für Fische, Diplomarbeit, Institut für Tierwissenschaften, TU München/Weihenstephan
- MEYER, L. & PELZ, G.R. & BRUNKEN, H. (1992): Radiotelemetrische Untersuchungen an Äschen Thymallus thymallus während der Laichzeit, Fischsymposium Ökologie, Ethologie und Systematik, Braunschweig
- MOLLS, F. (1999): New insights into the migration and habitat use by bream and white bream in the floodplain of the river Rhine, Journal of Fish Biology, Vol. 55, December 1999, p. 1187 – 1200
- MÜLLER (1983): Fische Europas, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 320 S.

- MUUS & DAHLSTRÖM (1968): Süßwasserfische, Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München, 224 Seiten
- NORTHCOTE, T.G. (1978): Migratory Strategies and Production in Freshwater Fishes; in GERKING, S.D. and NORTHCOTE, T.G. (Ed.): Migratory Behaviour of fish-bypass-channels, Chapter 13, p. 326 – 359
- PAEPKE, H.-J. (1996): Die Stichlinge, Westarp Verlag, 2. Überarbeitete Auflage, Magdeburg
- PARKINSON, D., PHILIPPART, J.-C., BARAS, E. (1999): A Preliminary Investigation of Spawning Migrations of Grayling in a Small Stream as Determined by Radio-tracking, Journal of Fish Biology, Vol. 55, July 1999, p. 172 - 182
- PAVLOV, D.S. (1989): Structures Assisting the Migrating of Non-salmonid fish. USSR, FAO Fisheries: Technical Paper; 308, 98 S.
- PAVLOV, D.S. (1994): The downstream Migration of Young Fishes in Rivers: Mechanisms and distribution, Folia Zoologica, 43 (3), S. 193 – 208
- PECHLANER, R. (1986): "Driftfallen" und Hindernisse für die Aufwärtswanderung von wirbellosen Tieren in rhytralen Fließgewässern, Wasser und Abwasser, Band 30 (1986), S. 431 – 463
- PELZ, G.R. (1989): Fraßspuren an Spundwänden, Nase *Chondrostoma nasus* und Barbe *Barbus barbus* in mehrfach gestauten Fließgewässern, Fischökologie aktuell, 1 (1) 1989
- PELZ, G. R. & KÄSTLE, A. (1989): Ortsbewegungen der Barbe *Barbus barbus* (L.) – radiotelemetrische Standortbestimmungen in der Nidda (Frankfurt / Main), Fischökologie 1 (2), S.15 – 28
- PELZ, G.R. (1990): Fischbewegungen in naturnahen und anthropogen veränderten Fließgewässern, Begleitmaterial zum Vortrag im Seminar für Sachverständige der Binnenfischerei (4. SVK-Fischereiseminar), Bonn – Bad Godesberg
- PELZ, G.R. (1992): Radiotelemetrie mit Bach- und Meerforellen *Salmo trutta*, unveröffentlichte Ergebnisse
- PENAZ, M. ET AL. (1992): Drift of Larval and Juvenile Fishes in a Bypassed Floodplain of the Upper River Rhone, Folia zoologica - 41 (3), S. 281 – 288
- PERSATH, H. & OLIVIER, J.-M. (1995): The first Displacement in the Early Stages of *Chondrostoma nasus* under Experimental Conditions, Folia Zoologica – 44, Suppl. 1, S. 43 – 50
- POVZ, M. (1988): Migration of the Nase Carps (*Chondrostoma nasus* L. 1758) in the River Sava, Journal of Aquatic Products, 2, S. 149 – 163
- QUAST, J. KRÜGER, F., GÖRLACH, J., RITZMANN, A. und SEIDL, J. (1997): Fischaufstiegsanlagen und ökomorphologischer Zustand der Hauptfließgewässer in Brandenburg, ZALF-Bericht Nr. 29, Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V., Müncheberg, 110 S.
- RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1992): FFH-Richtlinie: Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, Amtsblatt Nr. L 206 vom 22/07/1992, S. 7 – 50
- RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (2000): Wasserrahmenrichtlinie, Amtliche Deutsche Fassung, in Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L/327/1 vom 22.12.2000
- REG. V. N.-BY. (Regierung von Niederbayern) (1995): Gewässergüte in Niederbayern 1995, Gewässergütekarte, Landshut, 29 S.
- REG. V. N.-BY. (REGIERUNG VON NIEDERBAYERN, SACHGEBIET 850) (1999 - 2001): Unveröffentlichte Mitteilungen über das Untersuchungsgebiet
- REICHENBACH-KLINKE, H.-H. (1968a): Fischfauna und Fischerei in der deutschen Donau, Arch. Hydrobiol. Suppl. 34, S. 12 - 23
- REICHENBACH-KLINKE, H.-H. (1968b): Die Fischfauna des unteren Inn, Vortrag auf der 10. Jahrestagung der deutschen Limnologen, Wasser und Abwasser-Forschung; Nr.3/68, S.96 – 98
- REINARTZ, R. (1997): Untersuchungen zur Gefährdungssituation der Fischart Nase (*Chondrostoma nasus* L.) in bayerischen Gewässern, Dissertation, TU München, 374 S.
- REINARTZ, R. & HILBRICH, TH. & BORN, O. (2000): Nachweis der Marmorierten Grundel (*Proterorhinus marmoratus* Pallas, 1811) im unterfränkischen Main bei Eltmann (Rheineinzugsgebiet), Österreichs Fischerei, Jahrgang 53/2000, S. 192 – 194
- RIEHL, R. & MEINEL, W. (1994): Die Eier einheimischer Fische, 8. Kaulbarsch - *Gymnocephalus cernuus*, (Linnaeus 1758), Fischökologie, 7, S. 25 – 33

- RITZMANN, A. & QUAST, J. (1998): Aktuelle Untersuchungen zu Fischaufstiegsanlagen, Fischer und Teichwirt, Heft 4/1998, S. 142 – 145
- ROSENGARTEN, J. (1954): Der Aufstieg der Fische im Moselfischpaß Koblenz im Frühjahr 1952 und 1953, Zeitung der Fischerei und deren Hilfswissenschaften, S. 489 – 552
- SAEGROV, H. & URDA, K. (1993): Mature male parr buried among eggs in an Atlantic Salmon redd, Journal of Fish Biology, 43, p. 490-491
- SCHADT, J. (1998): Lebensansprüche und Vorkommen der Bartgrundel (*Noemacheilus barbatulus*) in den oberfränkischen Gewässern, Fischer und Teichwirt, 49. Jahrgang, Heft 4/1998, Nürnberg
- SCHIEMENZ, F. (1957): Ersatz des instinktmäßigen Wanderns der Fische in Fischtreppe durch das reflektorische Wandern als Grundlage zum Bau von Fischtreppe, sowie die Orientierung und das Verhalten der Fische in Fischtreppe, Zeitschrift für Fischerei, Jg. 6, Heft 1-7, S. 61 – 84
- SCHIEMENZ, F. (1960): Unterschied der Wanderungen der Fische, insbesondere der Aale verschiedenen Reifegrads, im unkanalisierten Strom und im kanalisierten Strom und die Bedeutung der Fischtreppe, Zeitschrift für Fischerei, Jg. 9, S. 133 – 154
- SCHIEMENZ, F. (1962): Wanderweite und Wanderdruck bei den Fischen und die Auswirkung auf den Fischbestand in Flußstrecken mit Wehren, Österreichs Fischerei, Jg. 15, Heft 3 und 4, S. 22 - 26
- SCHINDLER, O. (1975): Unsere Süßwasserfische, 5. Auflage, Kosmos Naturführer, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 236 Seiten
- SCHMID, R. (2000): Mündliche Mitteilung, Wasserwirtschaftsamt Regensburg
- SCHULZ, N. (1984): Beispiel Drau, 2. Wissenschaftliches Symposium des VÖAFV: Auswirkungen des Baues von Laufstauen auf die Fischwelt und ihren Lebensraum, Sportfischer 2/84 (Wissenschaft und Forschung), S. 14 – 16
- SCHULTZE, D. (1993): Fischauf- und -abstieg an Wasserkraftanlagen, Kasseler Wasserbau-Mitteilungen, Nr. 1/1993, S. 117 – 137
- SCHÜTZE, S. (1996): Ermittlung des Wander- und Aktivitätsverhalten von Besatzedelkrebse in der Sempt (Landkreis Erding, Obb.), Diplomarbeit, Technische Universität München / Weihenstephan, Lehrgebiet Angewandte Zoologie – Fischbiologie, 95 S.
- SCHWOERBEL, J. (1993): Einführung in die Limnologie, 7. , vollständig überarbeitete Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, 387 Seiten
- SEIFERT, K. (1989): Schadensgutachten zu Aalschäden unterhalb des Donaukraftwerks Geisling, unveröff., 24 S.
- SEMPESKI, P. & GAUDIN, P. (1996): Size-related shift in feeding strategy and prey-size selection in young grayling (*Thymallus thymallus*), Canadian Journal of Zoology, 74 / 9, p. 1597 - 1603
- SIGILATO, S. (1999): Spawning Migration of *Balonus taurus* into a Danubian Side Branch in Austria, Journal of Fish Biology, 55 (1999), p. 376 – 381
- STAHLBERG, S. & PECKMANN, P. (1986): Bestimmung der kritischen Strömungsgeschwindigkeit für einheimische Kleinfischarten, Wasserwirtschaft 76 (1986) 7/8, S. 340 – 342
- STAUB, E. & GERSTER, S. (1992): Fischpaßanlagen der Hochrheinkraftwerke: Aufstiegskontrollen 1985/1986 und Vergleich mit früheren Erhebungen, Schriftenreihe Nr. 48, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 1992, 84 S.
- STEIN, H., HENNEL, R., MATHES, E. (1989): Ökologische Zustandserfassung und Beweissicherung untere Isar – Fachteil Fischfauna, Gutachten, Lehrgebiet Angewandte Zoologie, TU München, 193 S.
- STEIN, H., ROTTMANN, O., KÜHN, R., GROSS, R., FUCHS, H., HÄNFLING, B., SCHLEE, P., ANASTASSIADIS, C., BORN, O. (2000): Genetische Differenzierung von Fischpopulationen bayerischer Gewässer, Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern, Heft 4, München, 16 S.
- STEIN, H. (2000, 2001): Mündliche Mitteilung

- STEINMANN, P. (1937): Die Wanderungen unserer sogenannten Standfische in Fluß und Strom, *Revue Suisse de Zoologie*, S. 405 – 409
- STOTT, B. (1967): The Movements and Population densities of roach (*Rutilus rutilus*) and gudgeon (*Gobio gobio*) in the River Mole, *Journal Anim. Ecol.*, 36, p. 407 – 423
- STROHMEIER, P. (1998): Analyse der biologischen Durchgängigkeit des oberfränkischen Mains und seiner wichtigsten Nebenflüsse, Bezirksfischereiverband Oberfranken e.V. (Herausgeber), Bayreuth
- STROHMEIER, P. (2000a): Analyse der biologischen Durchgängigkeit der Fließgewässer im oberfränkischen Elbeeinzugsgebiet, Fischereiverband Oberfranken e.V. (Hrsg.), 104 S.
- STROHMEIER, P. (2000b): Biotopverbund der Iller und ihrer Nebenflüsse – Zustand und Perspektiven, Gutachten im Auftrag des Landesfischereiverbandes Bayern e.V., unveröffentlicht, Bayreuth, 10 Seiten
- SWA PAN (Straßen- und Wasserbauamt Pfarrkirchen) (1998 - 2001): Div. Angaben über die Fließgewässer im Amtsbezirk
- TACK, E. (1941): Die Elritze (*Phoxinus laevis* Ag.) – eine monographische Bearbeitung, *Archiv für Hydrobiologie*, 37, S. 321 – 425
- TEROFAL, F. (1977): Das Artenspektrum der Fische Bayerns in den letzten 50 Jahren, Sonderdruck aus Bericht 1, Akademie für Naturschutz und Landespflege, Laufen, 1977
- TEROFAL, F. (1984): Süßwasserfische in europäischen Gewässern, G. Steinbach (Hrsg.), Steinbachs Naturführer, Mosaik-Verlag, München
- TGA-DATEN (2001): Mitteilungen des Landesamtes für Wasserwirtschaft bzw. der jeweiligen Wasserwirtschaftsämter, unveröff.
- TOP 50 (1998): Digitale, amtliche topographische Karten von Bayern, Maßstab 1:50.000 bis 1:1.000.000, Daten: Bayer. Landesvermessungsamt, München
- VDF (JENS, G., BORN, O., HOHLSTEIN, R., KÄMMEREIT, M. KLUPP, R., LABATZKI, P., MAU, G., SEIFERT, K. WONDRAK, P.) (1997): Fischwanderhilfen, Notwendigkeit, Gestaltung, Rechtsgrundlagen, Schriftenreihe des Verbandes deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V. Heft 11, 114 S.
- VORDERMEIER, TH. & Bohl, E. (1999): Untersuchungen zur Durchgängigkeit von Fließgewässern, Materialien Nr. 79 (Februar 1999), Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München
- VORDERMEIER, Th. & Bohl, E. (2000): Fischgerechte Ausgestaltung von Quer- und Längsbauwerken in kleinen Fließgewässern, Tagungsband: Bedeutung und Wiederherstellung der Fließgewässervernetzung, Vorträge vom 25.03.2000 in Freising Weihenstephan, Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern, Heft 2, S. 53 – 61
- WATERS, T. (1995): *Sediment in Streams (Sources, Biological Effects and Control)*, American Fisheries Society Monograph 7, Bethesda, Maryland, S. 102
- WATERSTRAAT, A. (1992): Populationsökologie an *Cottus gobio* L. und an anderen Fischarten aus zwei Flachlandbächen Norddeutschlands, *Limnologia* 22 (1992) 2, S. 137 – 149
- WETZLAR, H. (1993): Fischereiliche und ökologische Anforderungen bei Genehmigung und Bau von Kleinkraftwerken, Vortragsmanuskript, 7. SVK-Seminar, Bad Godesberg, in VDF (1997)
- WHITE (1968), in SCHULZE, D. (1993): Fischauf- und -abstieg an Wasserkraftanlagen, Kasseler Wasserbau-Mitteilungen, Nr. 1/1993, S. 117 – 137
- WILLIAMS, D.D. & HYNES, H.B. (1976): The Recolonization Mechanisms of Stream Benthos, *OIKOS* 27, Copenhagen, pp. 265 – 272
- WWA DEG (Wasserwirtschaftsamt Deggendorf) (1998 - 2001): Div. Angaben über die Wanderhilfen Winklmühle und Eitting, unveröffentlicht
- WWA PA (Wasserwirtschaftsamt Passau) (1998 - 2001): Div. Angaben über die Wanderhilfen Linden und Hals, unveröffentlicht
- ZEH, M. (1993): Reproduktion und Bewegungen einiger ausgewählter Fischarten in einer Staustufe des Hochrheins, Dissertation, Nr. 10288, ETH Zürich, 133 S.

ZIMMERMANN, U., GÖRLACH, J. & OHDE, O. (1998): Wanderhindernisse in den Fließgewässern Ilm, Gera und Apfelstädt, Wasser und Boden, 50/8, S. 20 – 23

ZERRATH, H. (1996): Sprintleistungen einheimischer Klein- und Jungfische in Sohlgleitenmodellen – Daten zur Bewertung von Fischaufstiegshilfen, Fischökologie 9, S. 27 – 48

ZÖFEL, P. (1992): Statistik in der Praxis, 3. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, 422 S.

10 Anhang

10.1 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersicht über das Fischartenspektrum Niederbayerns mit Angabe von ökologischen Ansprüchen und von Wanderungen; Abkürzungen: +: ja, -: nein, k.A.: keine Angaben; R: rheophil, I: indifferent, S: stagnophil; Hochzahlen: Quellenangaben	13
Tab. 2: Schwimmvermögen ausgewählter Fischarten	14
Tab. 3: Wanderzeiten und Laichzeiten	15
Tab. 4: Übersicht über technische Wanderhilfen.....	22
Tab. 5: Durchschnittlicher Wehrabstand im Einzugsgebiet des Mains (aus Strohmeier 1998) und der Elbe (aus Strohmeier 2000a).....	25
Tab. 6: Bewertung der Durchwanderbarkeit im Einzugsgebiet des Mains (aus Strohmeier 1998) und der Elbe (aus Strohmeier 2000a).....	26
Tab. 7: Kriterien für die Bewertungsstufe 1 „naturnah durchgängig“.....	36
Tab. 8: Kriterien für die Bewertungsstufe 2 „frei durchgängig“.....	36
Tab. 9: Kriterien für die Bewertungsstufe 3 „weitgehend durchgängig“.....	37
Tab. 10: Kriterien für die Bewertungsstufe 4 „eingeschränkt durchgängig“	38
Tab. 11: Kriterien für die Bewertungsstufe 5 „nicht durchgängig“.....	39
Tab. 12: Symbole für die Detaildarstellung in Karten	46
Tab. 13: Bei den Elektrofischungen verwendete Fischfanggeräte	47
Tab. 14: Technische Beschreibung der Wanderhilfe Winklmühle (WWA Deggendorf, 1997 – 2000), eigene Angaben kursiv.....	50
Tab. 15: Technische Beschreibung der Wanderhilfe Eitting (WWA Deggendorf, 1998- 2001), eigene Angaben kursiv	52
Tab. 16: Technische Beschreibung der Wanderhilfe Linden (WWA Passau, 1998- 2001), eigene Angaben kursiv	53
Tab. 17: Technische Beschreibung der Wanderhilfe Hals (WWA Passau, 1998- 2001), eigene Angaben kursiv	55
Tab. 18: Statistische Auswertung der Kartierung.....	63
Tab. 19: Statistischer Vergleich der rechtsseitigen mit den linksseitigen Donauzuflüsse	64
Tab. 20: Abstürze im Untersuchungsgebiet.....	66
Tab. 21: Entnahmebauwerke im Untersuchungsgebiet	68
Tab. 22: Kreuzungsbauwerke / Düker im Untersuchungsgebiet	69
Tab. 23: Schleusen im Untersuchungsgebiet.....	70
Tab. 24: Sonstige Stauanlagen im Untersuchungsgebiet	71
Tab. 25: Talsperren im Untersuchungsgebiet.....	72
Tab. 26: Teichanlagen im Untersuchungsgebiet.....	73
Tab. 27: Stellen mit veränderter Morphologie.....	74
Tab. 28: Verrohrungen im Untersuchungsgebiet.....	75
Tab. 29: Wasserkraftanlagen im Untersuchungsgebiet	76
Tab. 30: Verteilung der lichten Stabweite der Rechenanlagen an Wasserkraftanlagen.....	79
Tab. 31: Abweichungen des Stababstandes an Kraftwerksrechen vom unbeschädigten Zustand.....	80
Tab. 32: Physikalisch-chemische Veränderungen in Fließgewässern im Untersuchungsgebiet	81
Tab. 33: Sohlrampen im Untersuchungsgebiet	83
Tab. 34: Umgehungsbäche im Untersuchungsgebiet	85
Tab. 35: Technische Wanderhilfen im Untersuchungsgebiet	85
Tab. 36: Vernetzungsgrad der Donau, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerslänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2	91
Tab. 37: Vernetzungsgrad des Innsystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerslänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2	93

Tab. 38: Kurzbeschreibung des Inns	93
Tab. 39: Kurzbeschreibung der Rott	93
Tab. 40: Kurzbeschreibung des Altbaches	94
Tab. 41: Kurzbeschreibung des Grasenseer Baches.....	94
Tab. 42: Kurzbeschreibung der Bina, Gew. 2. Ordnung	94
Tab. 43: Kurzbeschreibung des Bina-Systems, Gew. 3. Ordnung	95
Tab. 44: Bina, Gewässer 3. Ordnung (Oberlauf) und Nebengewässer der Bina (↑: fließaufwärts, ↓: fließabwärts)	98
Tab. 45: Vernetzungsgrad des Vilssystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerlänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2	99
Tab. 46: Kurzbeschreibung der Vils	99
Tab. 47: Kurzbeschreibung der Großen Vils	100
Tab. 48: Vernetzungsgrad des Isarsystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerlänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2	101
Tab. 49: Kurzbeschreibung der Isar	101
Tab. 50: Kurzbeschreibung des Reißinger Baches	102
Tab. 51: Kurzbeschreibung der Pfettrach	102
Tab. 52: Kurzbeschreibung der Sempt	103
Tab. 53: Vernetzungsgrad des Großen Labersystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerlänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2	103
Tab. 54: Kurzbeschreibung der Großen Laber	103
Tab. 55: Kurzbeschreibung der Kleinen Laber	104
Tab. 56: Vernetzungsgrad des Ilzsystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerlänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2	104
Tab. 57: Kurzbeschreibung der Ilz	105
Tab. 58: Kurzbeschreibung der Wolfsteiner Ohe	106
Tab. 59: Kurzbeschreibung des Saußbaches	107
Tab. 60: Kurzbeschreibung des Gewässersystems der Wolfsteiner Ohe, Gew. 3. Ordnung.....	107
Tab. 61: Zuflüsse der Wolfsteiner Ohe ohne Reschbach und Saußbach (↑: fließaufwärts, ↓: fließabwärts).....	107
Tab. 62: Fließgewässersystem des Reschbaches (↑: fließaufwärts, ↓: fließabwärts)	109
Tab. 63: Fließgewässersystem des Saußbaches (↑: fließaufwärts, ↓: fließabwärts).....	110
Tab. 64: Kurzbeschreibung des Osterbaches	111
Tab. 65: Kurzbeschreibung der Kleinen Ohe (n = 5, l = 8 km).....	111
Tab. 66: Kurzbeschreibung der Großen Ohe	112
Tab. 67: Kurzbeschreibung der Mitternacher Ohe	112
Tab. 68: Vernetzungsgrad des Großen Regensystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerlänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2	112
Tab. 69: Kurzbeschreibung des Schwarzen Regens	113
Tab. 70: Kurzbeschreibung des Großen Regens	113
Tab. 71: Kurzbeschreibung des Kleinen Regens	114
Tab. 72: Kurzbeschreibung der Teisnach.....	114
Tab. 73: Vernetzungsgrad des Altmühlysystems, n: Anzahl der Hindernisse, l: kartierte Fließgewässerlänge, Durchwanderbarkeit: Klassifizierung nach 3.1.2	114
Tab. 74: Kurzbeschreibung der Altmühl.....	115
Tab. 75: Kurzbeschreibung der Schambach	115
Tab. 76: Freifließende Gewässerabschnitte in den untersuchten Fließgewässern	120
Tab. 77: Körperbreite ausgewählter Fischarten in Abhängigkeit von der Körperlänge.....	123
Tab. 78: Berechnete maximal mögliche Fischlänge bei der Rechenpassage ausgewählter Stababstände, kursive Zahlen: berechnete Länge > maximale Körperlänge nach Muus & Dahlström (1968)	123
Tab. 79: Ergebnis der Elektrofischung im Bereich der Winklmühle, ~: geschätzt, nur Fische ≥ 4 cm erfaßt	125

Tab. 80: Aufstieg über drei Nächte mit Dämmerung und Tage am Umgehungsbach Winklmühle, Juli 1999	127
Tab. 81: Ergebnis der Elektrobefischung am 22.10.99 im Bereich des Kraftwerks Eitting, nur Fische ≥ 4 cm erfaßt.....	130
Tab. 82: Aufstieg der Fischarten unter 20 Individuen in der Wanderhilfe Eitting im Versuchsjahr 2000 (18.04.00 – 19.05.00; 01.06.00 – 11.06.00; 23.07.00 – 14.08.00)	131
Tab. 83: Aufstieg der Fischarten unter 25 Individuen in der Wanderhilfe Hals vom 20.03.99 - 08.10.99.....	140
Tab. 84: Elektrobefischung der Tümpelpaßanlage Hals	146
Tab. 85: Wiederfang der untersuchten Arten über den Versuchszeitraum	149
Tab. 86: Oberhalb der Wehranlage Morolding gefangene Fische.....	158

10.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Öffnung der Wanderwege an Querbauwerken (grüner Bereich): (1) kompletter Rückbau oder über die gesamte Breite durchwanderbares Querbauwerk, z.B. Sohlrampe; (2) über einen Teil der Breite durchwanderbares Querbauwerk, z.B. Teilrampe; (3) über eine Ausleitung umgehbares Querbauwerk, z.B. Umgehungsbach, technische Wanderhilfe.....	20
Abb. 2: Beckenpaß mit Kronenausschnitt, Kraftwerk Kachlet, Donau	23
Abb. 3: Skizzierung eines vollständig überströmten Absturzes mit Angabe der wesentlichen Beurteilungskriterien.....	29
Abb. 4: Skizzierung eines Absturzes mit abgelöstem Überfallstrahl mit Angabe der wesentlichen Beurteilungskriterien	30
Abb. 5: Skizzierung eines Entnahmebauwerkes	30
Abb. 6: Skizzierung eines Kreuzungsbauwerkes / Dükers	31
Abb. 7: Skizzierung einer Schleuse	31
Abb. 8: Skizzierung einer Stauanlage.....	32
Abb. 9: Skizzierung einer Talsperre.....	32
Abb. 10: Skizzierung einer Teichanlage	33
Abb. 11: Skizzierung einer veränderten Fließgewässermorphologie	33
Abb. 12: Skizzierung einer Einfach- und einer Doppelverrohrung.....	34
Abb. 13: Skizzierung einer Wasserkraftanlage.....	34
Abb. 14: Skizzierung einer Sohlrampe mit Angabe der wesentlichen Bewertungskriterien	35
Abb. 15: Übersicht über das Untersuchungsgebiet; R: Reusenkontrolle, W: Wanderversuch; gestrichelte Linie: Flußlauf außerhalb des Untersuchungsgebietes	41
Abb. 16: Prinzip der Übersichtsdarstellung der Kartierungsergebnisse	45
Abb. 17: Prinzip der Detaildarstellung der Kartierungsergebnisse	46
Abb. 18: Alcianblau-Markierung (zwei Punkte auf dem Bauch) bei einem Aitel am Ende der Versuchsphase.....	48
Abb. 19: Lageskizze der Wanderhilfe Winklmühle (Umgehungsbach), R: Punkt der Reusenkontrolle	51
Abb. 20: Flügelreuse am oberen Ende des Umgehungsbaues an der Winklmühle, Kl. Laber.....	51
Abb. 21: Lageskizze der Wanderhilfe Eitting, R: Punkt der Reusenkontrolle.....	52
Abb. 22: Ausleitung der Wanderhilfe Eitting (Pfeil), abgesperrt durch Fangreuse mit Stahlrahmen und Schwimmbalken zur Vermeidung von Treibgutlagerungen und Anheben des Netzflügels, Kleine Laber	53
Abb. 23: Lageskizze der Wanderhilfe Linden, R: Punkt der Reusenkontrolle.....	54
Abb. 24: Wanderhilfe Linden, zu steil errichteter Abschnitt, Saußbach.....	54
Abb. 25: Lageskizze der Wanderhilfe Hals, R: Punkt der Reusenkontrolle	56
Abb. 26: Reusenkorb Hals an der Entnahmestelle (oberster Punkt) der Wanderhilfe Hals, Ilz.....	56
Abb. 27: Untersuchungsabschnitt in der Bina.....	57
Abb. 28: Markierungsabschnitte des Wanderversuches mit Angabe der Wanderhindernisse; Durchwanderbarkeit aufwärts in Hindernisklassen (siehe auch 3.1.2); bei den Abschnitten 9 – 11 wurden mehrere Hindernisse zu einem Untersuchungsabschnitt zusammengefaßt; Kartendarstellung siehe auch Abb. 27, Abb. 60.....	58
Abb. 29: Abfluß der Bina (Tagesmittel) und Temperatur an der Mündung in die Rott (TGA-Daten 2001) zwischen der Markierungsbefischung (01.06.99) und der 1. Wiederbefischung (03.08.99)	59
Abb. 30: Abfluß der Bina (Tagesmittel) und Temperatur an der Mündung in die Rott (TGA-Daten 2001) zwischen der 1. Wiederbefischung (04.08.99) und der 2. Wiederbefischung (13.03.00).....	60

Abb. 31: Abfluß der Bina (Tagesmittel) und Temperatur an der Mündung in die Rott (TGA-Daten 2001) zwischen der 2. Wiederbefischung (14.03.00) und der 3. Wiederbefischung (07.11.00).....	60
Abb. 32: Mittlere Dichte der Wanderhindernisse in allen untersuchten Fließgewässern (Anzahl der Wanderhindernisse: n = 945, Länge des untersuchten Fließgewässerabschnittes: l = 1159 km)	62
Abb. 33: Abhängigkeit der Hindernisdichte vom Mittleren Abfluß (MQ) mit Angabe der Regressionsgleichung y und Bestimmtheitsmaß R ²	63
Abb. 34: Anteil der verschiedenen Querbauwerke (n = 945) und physikalisch-chemischen Veränderungen an den Wanderhindernissen für die aquatische Fauna.....	65
Abb. 35: Überströmter Absturz, Bewertung flußauf: 5, flußab: 3, Isar	66
Abb. 36: Absturz mit völlig abgelöstem Überfallstrahl, Bewertung flußauf: 5, flußab: 3, Bina	66
Abb. 37: Entnahmebauwerk, Bewertung flußauf: 5, flußab: 4, Wolfsteiner Ohe	68
Abb. 38: Kreuzungsbauwerk / Düker, die gestrichelten Linien zeigen den unter dem Flutkanal liegenden Verlauf des Dükers, Bewertung flußauf: 5, flußab: 3, Rott	69
Abb. 39: Schleuse, Bewertung flußauf: 4, flußab: 4, Altmühl.....	70
Abb. 40: Sonstige Stauanlage, Bewertung flußauf: 2, flußab: 2, Kleine Laber	71
Abb. 41: Talsperre, Bewertung flußauf: 5, flußab: 4, Rott	72
Abb. 42: Veränderte Fließgewässermorphologie, Bewertung flußauf: 4, flußab: 3, Wickeringer Bach (zur Bina)	74
Abb. 43: Verrohrung, Bewertung flußauf: 4, flußab: 4, Breitreiter Bach (zur Bina)	75
Abb. 44: Wasserkraftanlage, Bewertung flußauf: 5, flußab: 4, Isar	76
Abb. 45: Verschiedene Bauweisen von Wasserkraftanlagen: (1) Lauf- oder Flußkraftwerk, (2) Ausleitungskraftwerk mit oberirdischem Triebwerkskanal, (3) Ausleitungskraftwerk mit unterirdischer Verrohrung oder Stollen statt Triebwerkskanal, Pfeil: Fließrichtung.....	77
Abb. 46: Baufälliges Ausleitungswehr, Kleine Laber.....	78
Abb. 47: Anteil der Laufradtypen zur Energieumwandlung an 136 Wasserkraftanlagen	79
Abb. 48: Aufgrund zu geringer Restwassermenge eingeschränkte Durchwanderbarkeit eines sonst natürlichen Gewässerabschnittes, Bewertung flußauf: 4, flußab: 3, Wolfsteiner Ohe	81
Abb. 49: Erheblich zu steil errichtete Sohlrampe, Bewertung flußauf: 4, flußab: 2, Vils	82
Abb. 50: Sohlrampe mit ausreichend niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten am Rand, Bewertung flußauf: 2, flußab: 2, Vils ..	83
Abb. 51: Flach überströmte Rampe, die von größeren Fischen nicht überwunden werden konnte. Pfeil: Bevorzugter Standort der Fische im Unterwasser, Rott.....	84
Abb. 52: Rauhe Rampe mit NQ-Gerinne (Querschnitt).....	85
Abb. 53: Grundlegend falsch konzipierte Wanderhilfe, Reschbach.....	86
Abb. 54: Im unteren Bereich (Kreis) zu steil erbaute Wanderhilfe, Saußbach	88
Abb. 55: Zu geringe Lockströmung ($v \leq 0,1$ m/s) an der Mündung einer Wanderhilfe, Große Vils	88
Abb. 56: Bei Niedrigwasserabfluß nur gering durchströmte Wanderhilfe, Saußbach	89
Abb. 57: Völlig funktionsunfähig gemachte Wanderhilfe, Bogenbach	90
Abb. 58: Detailansicht zu Abb. 57, Schützbrett am Entnahmebauwerk	90
Abb. 59: Wanderhindernisse in der Donau, Stand 2000, Gestrichelter Verlauf: Außerhalb des Regierungsbezirkes Niederbayern	92
Abb. 60: Wanderhindernisse in der Bina, Teilabschnitt Fl.km 0,0 – 4,93, Stand: Dezember 1998.....	95
Abb. 61: Wanderhindernisse im Adelsbach, Teilabschnitt Fl.km 0,0 – 2,0, Stand: April 1999.....	96
Abb. 62: Anschluß der untersuchten Zuflüsse an die Bina (n = 22)	96
Abb. 63: Wanderhindernisse in der Vils, Teilabschnitt Fl.km 28,2 – 43,7, Stand: September 2000	100
Abb. 64: Wanderhindernisse in der Isar, Teilabschnitt Fl.km 0 – 90, Stand: April 1999.....	102
Abb. 65: Wanderhindernisse in der Ilz, Stand: April 1999.....	105
Abb. 66: Wanderhindernisse in der Wolfsteiner Ohe, Stand 1999	106
Abb. 67: Wanderhindernisse im Schwemm(er) Bach, Stand: Juli 1999	108
Abb. 68: Wanderhindernisse im Steinbach, Stand: September 1999	108
Abb. 69: Anschluß der untersuchten Zuflüsse zur Wolfsteiner Ohe bzw. zum Saußbach (n = 41)	111
Abb. 70: Wanderhindernisse im Schwarzen Regen, Stand Oktober 1999.....	113
Abb. 71: Absturz bei Hochwasserabfluß, Bina (h = 0,6 m bei MQ)	116

Abb. 72: Absturz bei Hochwasserabfluß, vorne: Adelsbach / hinten: Bina (h = 0,8 m bei MNQ).....	117
Abb. 73: Hochwasserabfluß, Bina: Vorne: Ausleitungswehr der Loichmühle, hinten: bei Hochwasserabfluß frei durchwanderbares Tertiärgerinne (normalerweise Dauergrünland).....	117
Abb. 74: Vilsaue oberhalb Vilsbiburg bei Hochwasserabfluß	118
Abb. 75: Vorsätzlich mit einem Stein eine 0,2 m über dem Grund liegende Restwasseröffnung verschlossen, Reschbach, Abfluß << 1 l/s	121
Abb. 76: Bei NQ knapp über Staupegel liegende Restwasseröffnung, Reschbach, Abfluß << 1 l/s	122
Abb. 77: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Winklmühle im Zeitraum 31.05.99 – 03.06.99, Abfluß [m³/s]	126
Abb. 78: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Winklmühle im Zeitraum 18.07.99 – 08.08.99, Abfluß [m³/s] Pegel Grafentraubach, Temperatur [°C] im Unterlauf der Wanderhilfe.....	127
Abb. 79: Temperatur [°C], Temperaturdifferenz [K] Umgehungsbach / alte Ausleitungsstrecke, Winklmühle, Zeitraum 20.07.99 – 08.08.99	128
Abb. 80: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Winklmühle im Zeitraum 15.01.00 – 18.01.00 und 05.02. – 09.02.2000, Abfluß [m³/s], Temperatur [°C], Tage ohne Temperatur: keine Untersuchung.....	128
Abb. 81: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Winklmühle im Zeitraum 07.05.00 – 01.06.00, Abfluß [m³/s], Temperatur [°C]	129
Abb. 82: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Eitting im Zeitraum 26.07.99 – 06.08.99, Abfluß [m³/s] am Pegel Grafentraubach, Tagesmittel [°C] im Unterlauf der Ausleitungsstrecke.....	131
Abb. 83: Aufgestiegene Aitel in der Wanderhilfe Eitting, Versuchsjahr 2000 (18.04.00 – 19.05.00; 01.06.00 – 11.06.00; 23.07.00 – 14.08.00), Abfluß am Pegel Grafentraubach, Tage ohne Abfluß: keine Untersuchung	132
Abb. 84: Aufgestiegene Gründlinge in der Wanderhilfe Eitting, Versuchsjahr 2000 (18.04.00 – 19.05.00; 01.06.00 – 11.06.00; 23.07.00 – 14.08.00), Abfluß am Pegel Grafentraubach, Tage ohne Abfluß: keine Untersuchung.....	132
Abb. 85: Aufgestiegene Lauben in der Wanderhilfe Eitting, Versuchsjahr 2000 (18.04.00 – 19.05.00; 01.06.00 – 11.06.00; 23.07.00 – 14.08.00), Abfluß am Pegel Grafentraubach, Tage ohne Abfluß: keine Untersuchung.....	133
Abb. 86: Aufgestiegene Schmerlen in der Wanderhilfe Eitting, Versuchsjahr 2000 (18.04.00 – 19.05.00; 01.06.00 – 11.06.00; 23.07.00 – 14.08.00), Abfluß am Pegel Grafentraubach, Tage ohne Abfluß: keine Untersuchung.....	133
Abb. 87: Temperatur [°C], Temperaturdifferenz [K] Ausleitungsstrecke / Kraftwerksauslauf, Eitting, Zeitraum 28.07.99 – 16.08.99	134
Abb. 88: Fischbestand des Saußbaches bei Linden	135
Abb. 89: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Linden im Zeitraum 18.08.99 – 10.10.99, Abfluß [m³/s] am Pegel Linden, Tagesmittel [°C] der Ausleitungsstrecke.....	136
Abb. 90: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Linden im Zeitraum 11.10.99 – 18.11.99, Abfluß Q [m³/s] am Pegel Linden und Tagesmittel der Ausleitungsstrecke [°C].....	136
Abb. 91: Temperatur [°C], Temperaturdifferenz [K] Ausleitungsstrecke / Kraftwerksauslauf, Linden, Zeitraum 24.08.99 – 21.09.99	137
Abb. 92: Temperatur [°C], Temperaturdifferenz [K] Ausleitungsstrecke / Kraftwerksauslauf, Linden, Zeitraum 08.06.00 – 20.06.00	137
Abb. 93: Aufstieg der Fische in der Wanderhilfe Linden im Zeitraum 26.05.00 – 25.06.00, Abfluß Q [m³/s] und Tagesmittel der Ausleitungsstrecke [°C].....	138
Abb. 94: Aufstieg aller Fische in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck (TGA-Daten 2001), Temperatur [°C] während Reusenleerung, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe	139
Abb. 95: Aufstieg der Bachforellen in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe.....	140
Abb. 96: Aufstieg der Hasel in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe.....	141
Abb. 97: Aufstieg der Aitel in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe.....	141
Abb. 98: Aufstieg der Rotaugen in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe.....	142
Abb. 99: Aufstieg der Rotfedern in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe.....	142
Abb. 100: Aufstieg der Schleien in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe.....	143
Abb. 101: Aufstieg der Lauben in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe.....	143
Abb. 102: Aufstieg der Brachsen in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe.....	144

Abb. 103: Aufstieg der Giebel in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe.....	144
Abb. 104: Aufstieg der Hechte in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe.....	145
Abb. 105: Aufstieg der Flußbarsche in der Wanderhilfe Hals, Abfluß [m³/s] am Pegel Kalteneck, Temperatur [°C] während Reusenleerung, Zeitraum 20.03.99 – 08.10.99, Tage ohne Leerung: keine Temperaturangabe.....	145
Abb. 106: Temperatur [°C], Temperaturdifferenz [K] Ausleitungsstrecke / Kraftwerksauslauf, Hals, Zeitraum 20.09.99 – 08.10.99	146
Abb. 107: Wanderzeiten der Fische in den Jahren 1999 und 2000 in den Wanderhilfen Linden (1999 und 2000) und Hals (1999), ↑: nachgewiesener Aufstieg mit mindestens 10 Tieren pro Monat; Untersuchungszeiträume wie unter 4.4.3 und 4.4.4 angegeben, graue Felder: Untersuchung weniger 5 Tage pro Monat	148
Abb. 108: Alle gefangenen Aitel ≥ 15 cm pro Befischung	151
Abb. 109: Aitel, Gesamtfang, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerslänge, Ausl. und KW: keine Markierung	151
Abb. 110: Aitel, Wiederfang der markierten Tiere, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerslänge, Ausl. und KW: keine Markierung.....	152
Abb. 111: Alle gefangenen Barben ≥ 15 cm pro Befischung	153
Abb. 112: Barben, Gesamtfang, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerslänge, Ausl. und KW: keine Markierung	153
Abb. 113: Barben, Wiederfang der markierten Tiere, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerslänge, Ausl. und KW: keine Markierung.....	154
Abb. 114: Alle gefangenen Nasen ≥ 15 cm pro Befischung	154
Abb. 115: Nasen, Gesamtfang, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerslänge, Ausl. und KW: keine Markierung.....	155
Abb. 116: Nasen, Wiederfang der markierten Tiere, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerslänge, Ausl. und KW: keine Markierung.....	156
Abb. 117: Alle gefangenen Hechte ≥ 15 cm pro Befischung	157
Abb. 118: Hechte, Gesamtfang, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerslänge, Ausl. und KW: keine Markierung.....	157
Abb. 119: Hechte, Wiederfang der markierten Tiere, Anzahl bezogen auf 100 m Fließgewässerslänge, Ausl. und KW: keine Markierung.....	158

10.3 Verwendete Meßgeräte

10.3.1 Lagebestimmung

- Geometer 12L:
- GPS: 12 Kanäle, L1-Frequenz, Korrekturdatenformat RTCM SC-104 V.2.0
 - Korrekturdatenempfänger: Frequenz 122,5 kHz, RDS-Decoder
 - Einheit: Koordinatensystem: Gauß-Krüger, Geodätisches Datum: Potsdam-Datum (PD)
 - Meßgenauigkeit: 5 m zu 95 % der Meßzeit bei DGPS bei guter Satellitenkonstellation und ohne Abschattung (Herstellerangabe)
In der Praxis in Waldgebieten und engeren Tallagen teilweise erhebliche Ortungsprobleme, besonders in den Jahren 1998 und 1999
 - Angabe der Messung: Hoch- und Rechtswert, siebenstellig

10.3.2 Temperatur

- Minilog – Temperatur-Logger:
- Dauermeßgerät, Meßzyklus 60 min
 - Ort der Messung: bodennah in der Strömung
 - Einheit: Grad in Celsius (°C), Temperaturunterschiede in Kelvin (K)
 - Meßgenauigkeit: $\pm 0,2$ K
 - Meßbereich: $-4,9$ °C – $36,3$ °C
 - Angabe der Messung: Eine Nachkommastelle

10.3.3 Strömungsgeschwindigkeiten

- Flügelrad-Meßgerät
- Meßflügel, \varnothing 16 mm, Abstand von festen Gegenständen: am Ende des Meßflügels mind. 6 mm, an der Seite mind. 3 mm
 - Ort der Messung: wie angegeben
 - Einheit: m/s
 - Meßbereich: 0,01 – 10 m/s in Wasser / Flüssigkeiten
 - Meßgenauigkeit: $\pm 0,01$ m/s
 - Angabe der Messung: Eine Nachkommastelle
 - Meßpunkte: im Stromstrich: Bereich mit der höchsten Strömung, grundnah: 6 mm über Grund

10.3.4 Längen, Breiten und Höhen

- Meterstab
 - Länge 2 m
 - Einheit: Meter (m)
 - Meßgenauigkeit: $\pm 0,01$ m
 - Angabe der Messung: Eine Nachkommastelle, bei schwierigen Meßbedingungen Angabe mit „~“ oder ohne Nachkommastelle

- Maßband
 - Länge 50 m
 - Einheit: Meter (m)
 - Meßgenauigkeit: ± 1 m
 - Angabe der Messung: ohne Nachkommastelle bei Metern

- Schublehre
 - Meßbereich: 0 – 200 mm
 - Einheit: Millimeter (mm)
 - Meßgenauigkeit: $\pm 0,001$ m
 - Angabe der Messung: ohne Nachkommastelle bei Millimeter

10.4 Abkürzungsverzeichnis und Glossar

Abkürzungsverzeichnis

Δh	Höhenunterschied
bzw.	Beziehungsweise
et al.	et alii (und andere)
FB	Fischereiberechtigter
Fl.km	Flußkilometer
KW	Kraftwerk
MHQ	Mittlerer Hochwasserabfluß
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluß
MQ	Mittlerer Abfluß
l	Länge
n	Anzahl
Q	Abfluß
O. / Ordn.	Ordnung
Sog.	Sogenannt
u.ä.	und ähnliches
unveröff.	Unveröffentlicht
v	Strömungsgeschwindigkeit
vgl.	Vergleiche
WH	Wanderhilfe

10.5 Lebenslauf

Andreas Kolbinger

Persönliche Daten

Geburtsdatum 21.04.1971 (München)
Familienstand: Unverheiratet

Ausbildung

1981 - 1991 Chiemgau-Gymnasium Traunstein, Abschluß mit Allgemeiner Hochschulreife
1993 – 1998 Landwirtschaftliches Praktikum und Studium der Agrarwissenschaften an der Technischen Universität München / Weihenstephan
April 1998 Abschluß als Diplom-Agrar-Ingenieur (Univ.)

Zivildienst

1991 – 1992 Zivildienst am Rehabilitationskrankenhaus Ulm

Berufserfahrung

Seit Juni 1998 Wissenschaftlicher Angestellter am Department für Tierwissenschaften, Arbeitsgruppe Fischbiologie, TU München / Weihenstephan
September 1998 Beginn mit dem Projekt „Kartierung der Durchgängigkeit in Gewässern in Niederbayern“