



Der Rückbau einer Kleinwasserkraft- anlage

Untersuchungen über die ökologischen
Auswirkungen auf das Gewässer



Der Rückbau einer Kleinwasserkraftanlage

Untersuchungen über die ökologischen
Auswirkungen auf das Gewässer

Oktober 2006

Autoren:
Dr. Sebastian Hanfland
Dr. Oliver Born
Dr. Manfred Holzner

Impressum

- Herausgeber:** Landesfischereiverband Bayern e.V.
Pechdellerstraße 16
81545 München
- Autoren:** Dr. Sebastian Hanfland, Dr. Oliver Born
und Dr. Manfred Holzner
- Titelbild:** Andreas Zitek[®], „Huchen am Laichplatz“
- Gestaltung:** Schindler & Partner · Bleigäßchen 12 · 86150 Augsburg
Telefon 08 21/ 74 72 153 · www.schindler-partner.de
- Druck:** Kessler Druck + Medien, Michael-Schäffer-Str. 1, 86399 Bobingen
- Papier:** Recycling-Papier aus 100 % Altpapier

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Wiedergabe – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Oktober 2006

Arten- und Gewässerschutzprojekt des LFV Bayern gefördert aus Mitteln des Bayerischen Naturschutzfonds, der Fischereiabgabe und der Stiftung des Gewässerschutzfonds (eine Stiftung des Fischereiverbandes Niederbayern).

Projektträger: LFV Bayern e.V.
Pechdellerstraße 16
81545 München und



FV Niederbayern e.V.
Spitalplatz 5
94405 Landau



Weitere Projektpartner: TU München, Departement für Tierwissenschaften,
Arbeitsgruppe Fischbiologie, 85354 Freising;
Bezirk Niederbayern, Fachberatung für Fischerei,
Gestütstraße 5 a, 84028 Landshut;
Kreisfischereiverein Grafenau e.V.,
Ulrichstraße 10, 94481 Grafenau;
Wasserwirtschaftsamt Passau,
Dr. Geiger-Weg 6, 94032 Passau;

Der Projektbericht basiert auf Daten und Auszügen aus Untersuchungen der TU München, Arbeitsgruppe Fischbiologie (HOLZNER ET AL. 2004), des Landesfischereiverbandes Bayern e.V., des Bezirks Niederbayern (HOCH 2004), des Landesamtes für Wasserwirtschaft (BOHL 2004), des Wasserwirtschaftsamtes Passau (WWA Passau 2004), den Naturschutzbehörden (UNB) sowie zweier öffentlich beeedigter Sachverständigen (ALTENDORFER 2001 & SCHNEIDER 2002).

Vorwort

Dieser Band unserer Schriftenreihe soll Sie über die Rolle der „kleinen Wasserkraft“ im Spannungsfeld „Ökonomie versus Ökologie“ informieren und aufzeigen, welche positiven ökologischen Veränderungen der Rückbau jedes einzelnen Querbauwerkes bewirken kann.

Durch Querbauwerke unbeeinträchtigte Fließgewässerabschnitte weisen in aller Regel hinsichtlich Tiefen- und Strömungsvarianz, Sedimentstruktur, Makrozoobenthos und Fischartenvielfalt deutlich bessere Werte auf als durch Kraftwerke beeinflusste Bereiche.

Deshalb ist es für uns Fischer unabdingbare Verpflichtung, dafür zu sorgen, dass die wenigen noch frei fließenden Gewässer nicht ebenfalls verbaut und damit ökologisch spürbar verschlechtert werden.

Der vorliegende Band ist deshalb auch als Argumentationshilfe für entsprechende Verfahren zu verstehen, da viele der mühselig zusammengetragenen Fakten auch für die Situation in anderen Gewässern durchaus Verbindlichkeit entwickeln.

Mein Dank gilt an erster Stelle den Autoren für die praxisorientierte, engagierte Arbeit, aber auch allen, die sie dabei durch fachliche Anregungen und tatkräftige Hilfe unterstützt haben.

München, im Oktober 2006



Eberhard Roese
Präsident des Landesfischereiverbandes
Bayern e.V.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	5
2	PROJEKTGEBIET	6
3	BESCHREIBUNG DER WASSERKRAFTANLAGE UND DER ERFOLGTEN ABRISSARBEITEN AM AUSLEITUNGSWEHR	10
3.1	Charakteristik der Wasserkraftanlage vor dem Rückbau	10
3.2	Rückbau der Wehranlage und Stilllegung des Werkskanals	11
4	MATERIAL UND METHODIK	13
4.1	Bestandserhebung von Fischen	13
4.2	Fischbestandsdaten im Rahmen der Fischartenkartierung und Fanglisten des Fischereiberechtigten	14
4.3	Markierung von besetzten Bachforellen	14
4.4	Erhebung von Wanderbewegungen	14
4.5	Leitbild und Bewertung des fischökologischen Zustands der Mitternacher Ohe	16
4.6	Ermittlung von Sedimentbeschaffenheit sowie Tiefen- und Strömungsverhältnisse	22
4.7	Aufnahme des Makrozoobenthos	23
5	ERGEBNISSE	25
5.1	Fische, Neunaugen und höhere Krebse	25
5.2	Sedimentbeschaffenheit sowie Tiefen- und Strömungsverhältnisse	38
5.3	Makrozoobenthos	41
5.4	Bewertung des fischökologischen Zustands Mitternacher Ohe	41
6	DISKUSSION	42
6.1	Bewertung der Ergebnisse	42
6.2	Ökologische und ökonomische Bilanz von Kleinwasserkraftwerken	46
6.3	Schlussfolgerung und Ausblick	47
7	ZUSAMMENFASSUNG	49
8	VERZEICHNISSE UND ANHANG	51
8.1	Literaturverzeichnis	51

1 Einleitung

Die Nutzung der Wasserkraft zur Stromerzeugung wird oft als saubere und umweltfreundliche Energieerzeugung akzeptiert. Bei näherer Betrachtung ergibt sich jedoch zwischen Wasserkraftnutzung und Fischarten- und Gewässerschutz ein erheblicher Zielkonflikt.

Fische zählen nachweislich zu den am stärksten gefährdeten Tiergruppen in Bayern (LFU 2004). Als eine wesentliche Gefährdungsursache gilt der Bau und Betrieb von Wasserkraftanlagen. Gerade die Vielzahl der kleinen Wasserkraftwerke trägt zur Bestandsbedrohung heimischer Fischarten bei (BORN ET AL. 1998). Um dieser Situation entgegenzuwirken und um auf sie aufmerksam zu machen, hat der LFV Bayern das Pilotprojekt „Zehrer Mühle“ initiiert.

In Bayern werden derzeit etwa 14 % der verbrauchten elektrischen Energie durch Wasserkraftnutzung gedeckt. Die Energie aus Kleinwasserkraftanlagen steuert dabei allerdings nur einen verschwindend kleinen Anteil bei. Nach dem „Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien“ (EEG 2004) ist auf die verstärkte Erschließung und Nutzung regenerativer Energiequellen hinzuwirken. Wasserkraft soll hierbei den größten Anteil sicherstellen. Gegenüber den meisten herkömmlichen Energiequellen ist Wasserkraft erneuerbar, emissionsfrei und dynamisch zur Bedienung von Spitzenlast geeignet. Durch Modernisierung, Reaktivierung und den Neubau von Wasserkraftanlagen soll die Jahresarbeit der Wasserkraftwerke in Bayern deutlich erhöht werden. Durch staatliche Förderungen und starke wirtschaftliche Interessenvertretung im Energiesektor wurde in den letzten Jahren der Trend verstärkt, möglichst die maximale Energienutzung aus den Flüssen herauszuholen.

Diese aus Sicht des Landesfischereiverbandes Bayern e.V. (LFV Bayern) bedenkliche Entwicklung steht im Gegensatz zu den Vorgaben der europäischen Wasserrahmen- und der FFH Richtlinie (FFH 2003 & WRRL 2000). Diese fordern explizit einen guten ökologischen Zustand der Gewässer sowie das Unterbleiben von Maßnahmen, welche die Qualität von Flora, Fauna und Struktur der Gewässer verschlechtern.

Zerstückelung der Flusssysteme, Auf- und Abstau von Stauhaltungen, Wassermangel in degradierten Restwasserstrecken¹, Sedimentation in strömungsberuhigten Staubereichen haben u.a. dazu geführt, dass der natür-

liche Flusscharakter der meisten Fließgewässer verloren gegangen ist.

Die Fließgewässerfauna braucht jedoch qualitativ hochwertige natürliche Habitats, die miteinander vernetzt sind. Gerade die genannte Verminderung der Habitatqualität und -quantität, sowie die Abkoppelung wichtiger funktioneller Teillebensräume, auf die die Fische in ihren verschiedenen Lebensphasen angewiesen sind, haben mit zu dem hohen Gefährdungsgrad der Fließgewässerfischfauna geführt.

Der LFV Bayern hat ein elementares Interesse an der Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturnaher Fließgewässer zur Sicherung der Lebensgrundlagen der heimischen aquatischen Fauna und Flora. Die Auswirkungen der Wasserkraftnutzung auf die Fischfauna sind angesichts der akuten Gefährdung bayerischer Flussfischarten in erster Linie unter fischereiökologischen und naturschutzfachlichen Gesichtspunkten von Bedeutung.

Im Rahmen des Pilotprojekts „Zehrer Mühle“ wurde nach dem Ankauf eines Wasserrechts durch den LFV Bayern das so genannte Ausleitungskraftwerk an der Zehrer Mühle rückgebaut. Das Resultat war die Renaturierung eines ehemals durch Wasserkraftnutzung geschädigten Abschnitts der Mitternacher Ohe durch Inaktivierung der Wasserkraftanlage.

Da die „Zehrer Mühle“ ein typisches Kleinkraftwerk ist, hat das Projekt Beispielscharakter. Die Vorgehensweise vom Ankauf bis zum Rückbau sowie die Ergebnisse des Monitorings sollten bei der Verwirklichung vergleichbarer Projekte herangezogen werden.

Die Ziele des Projekts waren:

- Verbesserung der Lebensbedingungen für die bedrohten Fließgewässerarten (durch Wiederherstellung der Durchgängigkeit im betreffenden Bereich & Revitalisierung der Restwasserstrecke und der Staubereiche)
- öffentlichkeitswirksame Darstellung der Problematik „Wasserkraftnutzung contra Fischarten- und Gewässerschutz“
- wissenschaftlich dokumentierte Erfolgskontrolle des Rückbaus einer Wasserkraftanlage

Die ökologischen Folgen des Rückbaus werden im Folgenden dargestellt.

¹ In Flüssen mit Ausleitungskraftwerken wird aus dem Mutterbett Wasser in einen Kanal ausgeleitet. Im Mutterbett verbleibt nur noch eine bestimmte Menge Restwasser

Im Speziellen sind in diesem Zusammenhang Veränderungen der Strömungs- und Tiefenvariabilität, der Sedi-
mentbeschaffenheit, der Makroinvertebratenfauna und
insbesondere der Fischfauna erfasst und bewertet.

Es handelt also sich um ein einmaliges Projekt, um im
Umkehrschluss die negativen Folgen von Kleinwasser-
kraftwerken zu quantifizieren und aufzuzeigen.

2 Projektgebiet

Nördlich von Passau im Nordwestteil des unteren Baye-
rischen Waldes beginnt nach der Vereinigung von Gern-
bach und Asbergmühlbach die Mitternacher Ohe. Die
beiden Quellbäche fließen der Mitternacher Ohe fächer-
förmig zu (Schönberger Talspinne). Zunächst verläuft die
Mitternacher Ohe in südlicher Richtung, im Mittel- und
Unterlauf jedoch überwiegend in östlicher Richtung. Sie
mündet südlich von Schönberg nach einer Lauflänge
von 9,1 km in die Große Ohe (*Abbildung 1*). Die Große
Ohe ist wiederum über die Ilz mit der Donau bei Passau
verbunden.

KOLBINGER (2002) hat das Gewässersystem der Ilz ein-
schließlich der Großen Ohe und der Mitternacher Ohe bis
knapp oberhalb der Zehrer Mühle hinsichtlich der biologischen
Durchgängigkeit kartiert. Das Flusskontinuum der
Mitternacher Ohe ist nach *KOLBINGER (2002)* durch drei
Entnahmebauwerke und drei Wasserkraftanlagen (Zehrer
Mühle, Mitternacher Mühle & Hiaslmühle) unterbrochen.
Im Bereich der Zehrer Mühle hat sich die Durchgängigkeit
durch das Projekt entscheidend verändert (*siehe Kapitel
4, 5 und 6*). So gibt es an der Mitternacher Mühle z.B.
keine Wanderhilfe, trotzdem ist bei Hochwasser die
Durchgängigkeit für Fische eingeschränkt möglich (*BILL-
MEIER 2004*). Die unterste Wasserkraftanlage vor der
Mündung in die Große Ohe, die so genannte Hiaslmühle,
besitzt eine Fischwanderhilfe. Aufgrund der geringen Di-
mensionierung ist diese allerdings nur eingeschränkt funk-
tionstüchtig.

Zwischen der Ilz und der Mitternacher Ohe befinden
sich keine Querbauwerke in der Großen Ohe. Allerdings
existieren an der Großen Ohe oberhalb der Mündung
der Mitternacher Ohe, vier Abstürze in einer Ausleitungs-
strecke, zwei Entnahmebauwerke, eine Talsperre und
drei Wasserkraftanlagen als Wanderhindernisse. Zwi-
schen Großer Ohe und Donau befinden sich in der Ilz
fünf Abstürze, sechs Entnahmebauwerke, zwei Sohl-
rampen und sieben Wasserkraftanlagen. Bei den aufge-
führten Wanderhindernissen ist insbesondere die strom-
aufwärts gerichtete Wanderung stark behindert bis
unterbrochen (*KOLBINGER 2002*). Das bedeutet, dass
die freie Erreichbarkeit der Mitternacher Ohe für Fische
wegen der Vielzahl von Querbauwerken derzeit nicht
möglich ist. In der Donau selber wird die Durchwander-
barkeit durch die Staustufen Kachlet (oberhalb der Ilz-
mündung) und Jochenstein (unterhalb der Ilzmündung)
unterbrochen. Nach *KOLBINGER (2002)* kommt der
Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit an den bei-
den Donaustaufen eine hohe Priorität zu.

Die Mitternacher Ohe fließt im Projektgebiet (Landkreis
Freyung Grafenau, Gemeinde Schönberg) in einer Höhenlage
zwischen ca. 470 m und 440 m über NN in
weiten Windungen (*Abbildung 3 und 4*) durch eine über-
wiegend durch Grünland genutzte, kaum besiedelte
Talaue. Sie wird im Projektgebiet als Metarhithral einge-
stuft (*WWA PASSAU 2001*).

Das Gewässer zeichnet sich durch einen naturnahen
Verlauf und eine hohe Strukturvielfalt aus (*Abbildung 2
bis 4*). In weiten Bereichen zeigt es die typische Charak-
teristik eines Mittelgebirgsbachs, bzw. kleinen Wiesen-
flusses. Im direkten Umfeld der Besiedlung und land-
wirtschaftlichen Nutzung, sowie vor allem in durch
Wasserkraft genutzten Abschnitten kommen auch stärker
begradigte Bereiche vor, in denen die Ufer zum Teil
befestigt sind (*Abbildung 5 bis 12*).

Das Einzugsgebiet beim Pegel Eberhardsreuth, ca. 1,2
km oberhalb der Mündung in die Große Ohe, beträgt
112,97 km², das Gesamteinzugsgebiet 113,64 km².

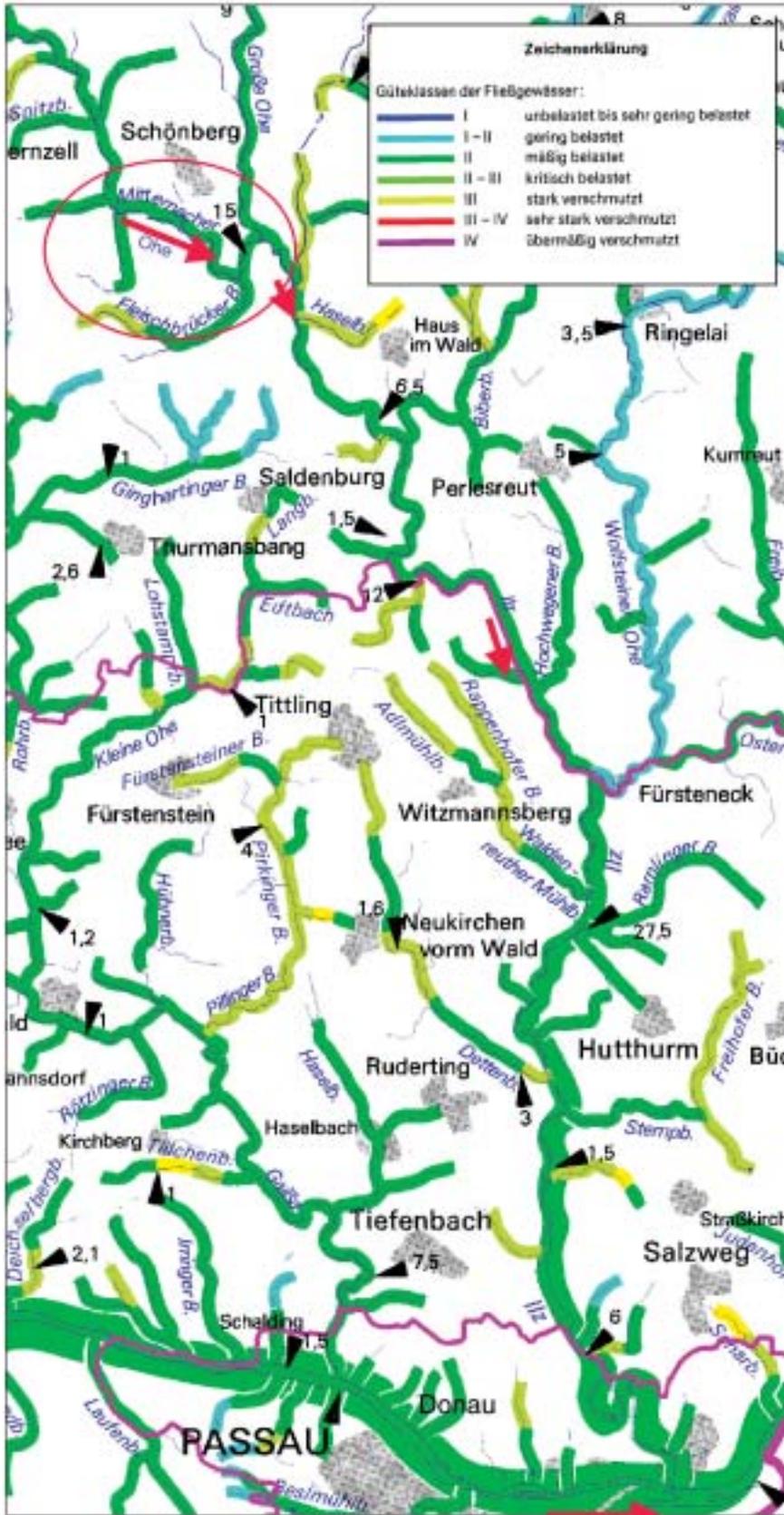


Abbildung 1: Übersicht Verlauf Mitternacher Ohe bis zur Mündung in die Donau; Herkunft Gewässergütekarte; (Abbildung verändert; nicht maßstabsgetreu)



Abbildung 2: Naturnahe Abschnitte der Mitternacher Ohe mit Totholz und Eigendynamik

Das Abflussregime ist geprägt von erhöhten Abflüssen im Winter und vorwiegend niedrigen Abflüssen im Sommer. Die Hochwasserintensitäten sind im Winter am größten (Tabelle 1). Die Gewässergüte liegt bei II (Abbildung 1). Die Mitternacher Ohe ufert mehrmals jährlich aus. Der bordvolle Abfluss liegt nur geringfügig über dem mittleren Abfluss. Ein Großteil der Aue wird ein- bis zweijährig großflächig überschwemmt. Die höchsten Abflüsse erfolgen während der Schneeschmelze, die Mitternacher Ohe steigt dann sehr schnell an. Aufgrund der mangelnden Wasserhaltekapazität (wenig wasserhaltendes Gestein) sinkt der Abfluss jedoch schnell wieder. In niederschlagsarmen Zeiten kommt es hingegen häufig zu extremen Niedrigwasserereignissen. Die hohen Wasserstandsschwankungen sind charakteristisch für die Gewässer im Bayerischen Wald.

Tabelle 1: Pegelabflusswerte Eberhardsreuth (Jahresreihe 1951 bis 2000) (LfW 2004):

	Winter	Sommer	Jahr
NQ	0,10 m ³ /s	0,21 m ³ /s	0,10 m ³ /s
MNQ	0,71 m ³ /s	0,57 m ³ /s	0,51 m ³ /s
MQ	2,57 m ³ /s	1,43 m ³ /s	2,00 m ³ /s
MHQ	25,7 m ³ /s	15,6 m ³ /s	27,4 m ³ /s
HQ	67,8 m ³ /s	38,3 m ³ /s	67,8 m ³ /s

Die Versandung und Verschlammung der Fließgewässer durch die landwirtschaftliche Nutzung wirkt sich negativ aus. Die Auswirkungen des erhöhten Schwebstoffeintrags machen sich auch in der Mitternacher Ohe bemerkbar (WWA PASSAU 2000).

Die Talfurche der Mitternacher Ohe liegt in einer waldreichen Mittelgebirgslandschaft, die geomorphologisch als

Riedlandschaft anzusprechen ist und zu einer Senkenlandschaft zwischen den Aufwölbungen des vorderen und inneren Bayerischen Waldes gehört. Die Talfurche der Mitternacher Ohe und ihrer Seitenbäche ist streckenweise gekennzeichnet durch den Wechsel von Kerbtalstrecken mit Gefällebrüchen (Katarakten) und gering entwickelten Laufwindungen einerseits und andererseits breiten, überwiegend als Grünland genutzten Muldentälern mit geringem Gefälle, in denen der Fluss häufig Laufwindungen bzw. Mäander aufweist. Das Gewässersystem bildet den oberen Einzugsbereich der Ilz. Die Fließgewässer (Mitternacher Ohe und Nebengewässer) zählen im Naturraum neben den Wäldern zu den am stärksten gefährdeten Biotoptypen.

Das betroffene Gebiet ist vollständig als FFH-Gebiet (Talsystem der Ilz) und darüber hinaus als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen. Im oberen Bereich grenzt es an das Naturschutzgebiet „Mitternacher Ohe“ an. Durch die Wiederherstellung der Durchgängigkeit für die aquatische Fauna im Rahmen des vorliegenden Projektes, wird eine Verbindung des Naturschutzgebietes Mitternacher Ohe mit dem Naturschutzgebiet Obere Ilz geschaffen.

Im Projektgebiet liegt eine hohe Dichte an FFH – Lebensraumtypen vor (Fließgewässer der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion-fluitantis-Verbandes und Erlen-Eschenwälder und Weichholzuauenwälder). Das Gebiet hat eine besondere Bedeutung als Biotopverbundachse zwischen Böhmerwald und Donautal mit naturnahen Bachlebensräumen und einer hoch gefährdeten wirbellosen Fauna.



Abbildung 3: Kurviger Verlauf der Mitternacher Ohe oberhalb der Zehrer Mühle

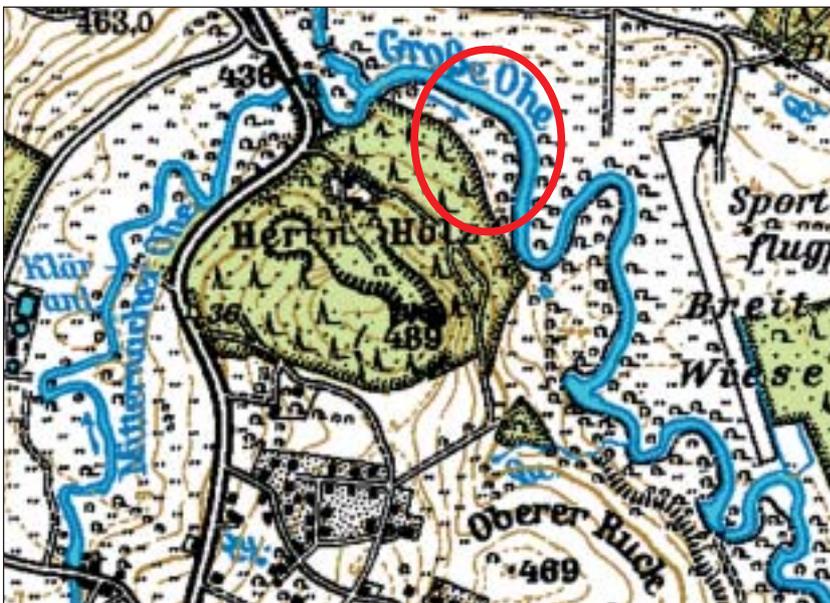


Abbildung 4: Mündung der Mitternacher Ohe in die Große Ohe; naturnaher mäandernder Verlauf



Abbildung 5: Begradigter Abschnitt der Mitternacher Ohe mit Uferbefestigung

3 Beschreibung der Wasserkraftanlage und der erfolgten Abrissarbeiten am Ausleitungswehr

Der LFV Bayern hat am 18. Oktober 2001 im Landkreis Freyung Grafenau, Gemeinde Schönberg ein Wasserrecht samt einzelnen angrenzenden Grundstücken gekauft. Der Kauf erfolgte mit allen Rechten und Bestandteilen. Der Kaufpreis basierte auf einem Wertermittlungsgutachten durch einen öffentlich bestellten (öbV)-Sachverständigen (ALTENDORFER, 2001).

Das Projekt wurde zu 85 % aus Mitteln des bayerischen Naturschutzfonds, zu 5 % aus Mitteln der Fischereiabgabe, sowie zu 10 % aus Eigenmitteln der Fischerei (je zur Hälfte Gewässerschutzfonds FV Niederbayern und Eigenmittel des LFV Bayern) finanziert.

3.1 Charakteristik der Wasserkraftanlage vor dem Rückbau

Die Wasserkraftanlage hatte eine Ausbauleistung von 49 kW und eine Fallhöhe von 4,5 m (genehmigt 5,2 m) sowie eine im Wasserrechtsbescheid festgeschriebene Restwassermenge von 250 l/s. Im Wasserrechtsbescheid von 1983 war genehmigt, die Mitternacher Ohe aufzustauen und aus dieser bis zu 1,2 m³/s auszuleiten. Im Werkskanal wurde vor dem Rückbau aus der westlich gelegenen Mitternacher Ohe abgeleitetes Wasser zu dem gelegenen Wasserkraftwerk geführt (Abbildung 6). Die Breite des Wasserlaufs betrug 3,5 – 4,5 m, die Wassertiefe ca. 0,5 bis 0,7 m. An der Nordostseite grenzt ein Hochwald an den Kanal, aus dem kleinere Quellen in den Kanal münden. Die Ableitung des Wassers aus der Mitternacher Ohe in den Werkskanal wurde durch eine massive Wehrmauer (mit integrierter Öffnungsanlage) geregelt (Abbildung 7 und 8). Unmittelbar angrenzend an die Wehranlage wurde der Wehrkanal in einem Tunnel unter dem Straßendamm der B 85 schräg hindurchgeführt. Im Bereich des Turbinenhauses (Abbildung 12) war der Ein- und Überlauf über massive Betonwände inklusive Rechenanlage mit einer lichten Weite von 2 cm gestaltet. Aufgrund von Beschädigungen durch Treibgut

waren die Rechenstäbe zum Teil auf 3 cm Weite aufgebogen (HOLZNER, 2004).

Die Wasserführung zur Ossberger Zweikammerturbine (vollautomatisch, Baujahr 1973) erfolgt über einen Einlaufstutzen aus Metall. Die Wasserableitung wurde durch zwei unterirdisch verlegte Betonleitungen (Durchmesser 1m) geregelt. Die unterirdische Wasserführung mündet westlich des Gasthauses Zehrer Mühle in einen offenen Wasserlauf (Abbildung 11), über welchen das Wasser in das Mutterbett der Mitternacher Ohe geleitet wurde (Abbildung 10).

Die Jahreserzeugung betrug in den Jahren 1999 und 2000 durchschnittlich 184.243 kWh. Die errechnete Durchschnittsleistung pro Stunde liegt bei 21,44 kW.

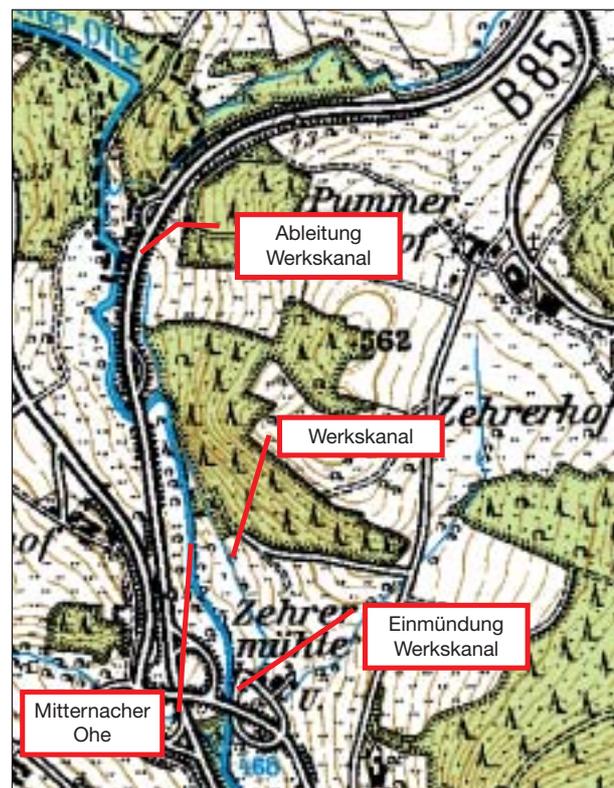


Abbildung 6: Übersicht Verlauf Werkskanal „Zehrer Mühle“



Abbildung 7: Ausleitungwehr „Zehrer Mühle“



Abbildung 8: Ausleitungwehr Zehrer Mühle;
Wehroberwasser mit Grobrechen



Abbildung 9: Restwasserstrecke

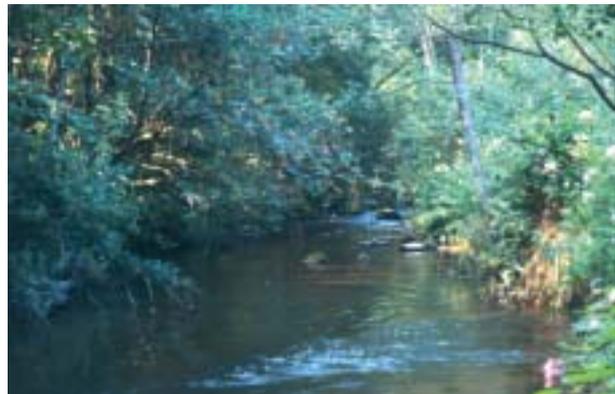


Abbildung 10: Mündung Werkskanal (v. rechts)
in Restwasserstrecke



Abbildung 11: Hochwasserentlastungskanal



Abbildung 12: Turbinenhaus

3.2 Rückbau der Wehranlage und Stilllegung des Werkskanals

Nach Abstimmung mit den Behörden sowie den Betroffenen und der Berücksichtigung eines öbV-Sachverständigen-Gutachtens (SCHNEIDER 2002) wurde der Rückbau der Wehranlage in Art und Umfang festgelegt und anschließend an eine lokale Baufirma vergeben. Vor dem Rückbau wurde der Werkskanal durch den Fi-

schereiberechtigten (KFV Grafenau e.V.) abgelassen und die Fische mittels Elektrofischerei (Rückentragegerät, Leistung 1,5 kW) geborgen. Muscheln und Krebse wurden per Hand aufgesammelt. Zusätzlich wurde der verbliebene Neunaugenbestand durch wiederholte Elektrofischungen durch die Fachberatung für Fischerei und den Fischereiberechtigten mittels Impulselektrofischerei (Leistung 5 kW) gefangen. Alle gefangenen Tiere wurden anschließend in die Mitternacher Ohe umge-

setzt. Die Daten der Bestandsbergung sind im Ergebnisteil (siehe Kapitel 5.1) aufgeführt.

Um zu verhindern, dass im Zusammenhang mit dem Rückbau der Wehranlage und der Stilllegung des Werkskanals, Schäden an Gebäuden oder landwirtschaftlichen Flächen entstehen, musste eine Reihe von weiteren Maßnahmen durchgeführt werden.

Im Bereich der Wehranlage wurde der bestehende Wehrbalken aus Stahlbeton im September 2002 mittels Bagger abgebrochen (Abbildung 13). Das Bachbett wurde dabei weitestgehend naturnah wieder hergestellt (Abbildung 14). Der Bereich zwischen Einlaufbauwerk

und Verrohrung wurde verfüllt. Dadurch erhält der Werkskanal kein Wasser mehr aus der Mitternacher Ohe. Da aber aus dem nach Ost- bzw. Nordostseite angrenzenden Hochwald Quellen in den Kanal münden, bleibt i.d.R. ganzjährig eine minimale Wasserführung im Kanalbett erhalten. Bei Schneeschmelze und Starkregenereignissen kann diese Wassermenge allerdings deutlich ansteigen. Es musste gewährleistet werden, dass sämtliches Wasser welches in den Kanal gelangt, der Mitternacher Ohe zufließen kann, ohne Schäden an Gebäuden oder landwirtschaftlichen Flächen anzurichten. In diesem Sinne wurden zahlreiche Maßnahmen ergriffen.



Abbildung 13: Rückbau der Wehranlage (Foto stromaufwärts)



Abbildung 14: Ehemaliger Wehrbereich knapp 3 Jahre nach dem Rückbau (Foto stromab)

4 Material und Methodik

4.1 Bestandserhebung von Fischen

Die Kontrolle des Fischbestands im Untersuchungsgebiet erfolgte im Wesentlichen mittels Elektrofischerei. Es kam hierbei ein stationäres Elektrofischereigerät (Gleichstrom) mit einer Leistung von 11 kW unter der Verwendung einer Anode und einer Kabeltrommel zum Einsatz. Die Strecken wurden stromauf wadend unter vergleichbaren Bedingungen am 06.06.2002, am 22.07.2003 und am 28.06.2005 von einem versierten und eingespielten Team befischt. Die Auswahl der befischten Streckenlängen (2002 und 2003 7 bzw. 6 Strecken à 200 m, 2005 6 Strecken à 100 m), des Gerätetyps (11 kW), die Anzahl der Helfer (3) sowie die Datenerfassung entsprachen der Richtlinie des VDF (1995). In *Abbildung 15* und *Tabelle 2* sind die Befischungstrecken aufgeführt.

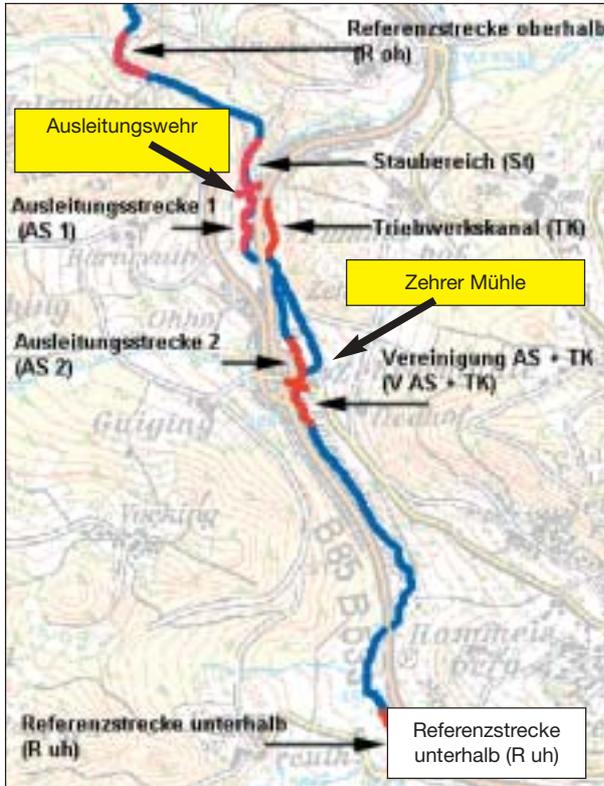


Abbildung 15: Übersicht der Lage der Befischungstrecken

Tabelle 2: Übersicht Befischungstrecken

Bezeichnung	Abkürzung
Referenz oberhalb	R. oh.
Staubereich	St.
Vereinigung St. U. TK	V AS + TK
Referenz unterhalb	R. uh.
Ausleitungsstrecke 1	AS. 1
Ausleitungsstrecke 2	AS. 2
Triebwerkskanal	TK.

Die benötigte Befischungsintensität nimmt in der Regel mit der Gewässergröße zu, da Habitatgröße und -typenvielfalt auch mit der Gewässerdimension positiv korrelieren (SCHMUTZ ET AL. 2000). Die Befischungsintensität wurde daher so ausgewählt, dass die vollständige standort- bzw. gewässertypspezifische Fischbiozönose erfasst werden konnte. Soweit bei den Elektrobefischungen Neunaugen und Krebse zufällig gesichtet wurden, sind diese entsprechend dokumentiert worden. Bei den Befischungen sind alle im Gewässer vorkommenden Habitattypen befischt worden. Alle gefangenen Fische wurden in Wannen am Gewässer bei Sauerstoffbegasung kurzfristig zwischengehalten und anschließend wieder in denselben Gewässerabschnitt zurückgesetzt, aus dem sie entnommen worden waren. Die Elektrofischerei ist eine arten- und größenselektive Fischereimethode. Kleine Fische zeigen generell eine vergleichsweise geringe anodische Reaktion und sind bei den Befischungen dementsprechend unterrepräsentiert. Gerade in Gewässern mit geringer Leitfähigkeit wie der Mitternacher Ohe, können Fische (insbesondere bei großen Exemplaren) und Neunaugen beim Elektrofischen zu Schaden kommen. Um Ausfälle zu verhindern, wurde auf Auflage der Fachberatung für Fischerei schonend gefischt, weshalb allerdings entsprechend weniger Fische gefangen werden konnten. Dies wird bei der Bewertung der Ergebnisse entsprechend berücksichtigt. Die gefangenen Fische wurden nach vorhandenen Markierungen untersucht, gezählt sowie z.T. einzeln gemessen und verwogen. Für die Längenmessungen der Fische wurde ein speziell angefertigtes Messbrett (Messgenauigkeit 0,5 cm) verwendet. Die Gewichte wurden vom LFV Bayern z.T. über Längenabhängige

Korpulenzfaktoren der jeweiligen Fischarten vergleichbarer Urgesteinsgewässer errechnet.

4.2 Fischbestandsdaten im Rahmen der Fischartenkartierung und Fangliste des Fischereiberechtigten

Zusätzlich zur Bestandserhebung im Rahmen des Monitorings wurden folgende Fischbestandsdaten der Fachberatung für Fischerei, Bezirk Niederbayern, mit aufgenommen.

Fischbestandserhebung im Rahmen der Fischartenkartierung mittels Elektrofischerei (Rückentragegerät, Leistung: 1,5 kW):

September 1994: Befischung von der Grabenmündung bei Panhof ca. 150 m stromaufwärts sowie von der Mündung des Glotzinger Baches ca. 250 m stromaufwärts (insgesamt 400 m)

Juli 1998: Befischung von der Mündung des Asbergmühlbaches jeweils ca. 100 stromauf- und stromabwärts (insgesamt 200 m)

Darüber hinaus wurden Besatz- und Fangaufzeichnungen des KfV Grafenau e.V. mit aufgenommen.

4.3 Markierung von besetzten Bachforellen

Zur Erhebung der Wanderbewegungen von Fischen wurden am 4. Juni 2002 (12:00 Uhr) Bachforellen aus dem fischereilichen Beispielsbetrieb Lindbergmühle des Bezirks Niederbayern, einer Teichanlage im Einzugsgebiet des Regen, mit einem roten Elastomerfarbstoff subcutan markiert (*Abbildung 16*). Die Markierung mit dem Farbstoff auf Siliconbasis wird mit einer Insulinspritze durchgeführt. Die Markierung ist mit dem bloßen Auge gut erkennbar. Durch Markierung verschiedener Körper-



Abbildung 16: Markierung mit Elastomerfarbstoff; linkes Auge mit roter Markierung

stellen sind die Gruppen unterschiedlich markiert worden. Die Haltbarkeit von eingewachsenen Elastomerfarbstoffen im Fischgewebe wird vom Hersteller (*NMT 2000*) mit mehreren Jahren angegeben. *BÄHR (2001)* und *HANFLAND (2002)* bestätigen die Eignung der Elastomerfarbmarkierung für junge Salmoniden.

Die Markierung mit Elastomerfarbstoffen wurde ausschließlich bei Besatzbachforellen angewendet, um Rückschlüsse auf die Wanderaktivitäten zu erhalten. Die Fische wurden vor der Markierung kurzfristig betäubt und nach einer ausreichend langen Erholungszeit ausgesetzt (*Tabelle 3*).

4.4 Erhebung von Wanderbewegungen

Zur Erhebung der Fischwanderungen im Untersuchungsgebiet wurden am 4. Juni 2002 ab Mittag markierte einsömmerige Bachforellen aus der oben genannten Teichanlage (siehe Kapitel 4.3) (Körperlänge = 12 – 18 cm, Mittelwert = 16,3 cm, Standardabweichung = 1,1 cm) an ausgewählten Gewässerstellen besetzt (*Tabelle 3*).

Tabelle 3: Besatzstellen und Markierung von Bachforellen, sowie Reusen- und Hamenstandorte.

Besatzstelle				
Markierung	Bezug	Besatzstelle	Anzahl	Fischgröße (cm)
After rot (ar)	Referenzstrecke oberhalb	200 m oberhalb Wehr	250	12 bis 18
	Ausleitungsstrecke	125 m unterhalb Wehr	250	5 bis 6
Rechtes Auge rot (rr)			250	12 bis 18
	Triebwerkskanal	125 m unterhalb Wehr	250	5 bis 6
Linkes Auge rot (lr)			250	12 bis 18
Standort Reuse und Hamen				
Gerät	Bezug	Standort		
Reuse 1 (R1)	Ausleitungsstrecke	350 m uh Wehr		
Reuse 2 (R2)	Ausleitungsstrecke	725 m uh Wehr		
Hamen (H)	Triebwerkskanal	900 m uh Wehr		

Zur Erfassung der Wanderbewegung von Fischen wurden zwei Reusen (*Abbildung 17 und Tabelle 3*) in der Ausleitungsstrecke (ca. 350 und 725 m unterhalb des Wehres) und ein Hamen (*Abbildung 18*) im Werkskanal am Turbinenauslass (ca. 900 m unterhalb des Wehres) aufgestellt. *Abbildung 19* zeigt die Lage der Fischbesatzstellen (B) sowie die Standorte der beiden Reusen (R 1 u. R 2) und des Hamens (H).

Die Fangeinrichtungen wurden am 4. Juni 2002 (12:00 Uhr) eingesetzt und bis 7. Juni 2002 (12:00 Uhr) mehrmals täglich geleert. Die Reusen wiesen ab Hersteller 8 mm Maschenweite im Haus und im Steert, bzw. 10 mm im Flügel auf. Alle Reusen waren zur Schonung der Fische aus knotenlosem Material gefertigt. Der Fanghamen hinter der Turbine hatte eine lichte Maschenweite von 14 mm im vorderen Netzbereich und 10 mm im Bereich des Fangsackes. Die Reduktion des Strömungs-

druckes innerhalb dieses Fanggerätes war so abgestimmt, dass fangbedingte Verletzungen bei Fischen der untersuchten Größenklassen ausgeschlossen werden konnten. Die Größe des Fangsackes erlaubte den Fischen einen verletzungsfreien Aufenthalt im Fanggerät über längere Zeiträume, die eingebaute Kehle verhinderte ein Entweichen gefangener Fische. Die Fische wurden mit einer Toleranz von einem Zentimeter vermessen und unmittelbar unterhalb der jeweiligen Fangeinrichtung zurückgesetzt.

Die im Hamen gefangenen Fische wurden zusätzlich auf turbinenbedingte Verletzungen überprüft. Es werden dabei folgende Schädigungskategorien unterschieden:

- 1. Wirbelbruch
- 2. Teildurchtrennung
- 3. Volldurchtrennung.

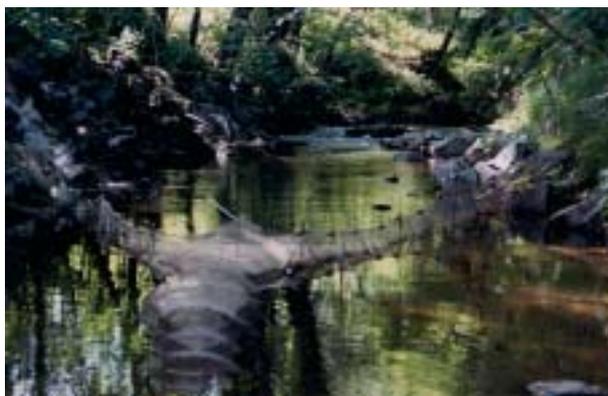


Abbildung 17: Reuse (R 1)



Abbildung 18: Hamen (H)

Tabelle 5: Leitbild Sohleigenschaften

Leitbild Sohleigenschaften	
Strömungsbild	Schnell- und langsam fließende Bereiche wechseln sich ab (turbulente Strömung kleinflächig in Engstellen, zwischen Fels- und Steinblöcken aber auch nicht erkennbar fließende Bereiche im Strömungsschatten, z.B. von Felsen).
Strömungsvielfalt	Sehr große Strömungsvielfalt.
Substratvielfalt	Sehr groß, überwiegend Grobsediment (mit Blöcken, Steinen), jedoch auch Feinsediment in strömungsberuhigten Bereichen.
Tiefen- und Breitenvariabilität	Ausgeprägt, Kolke, Furte unregelmäßig wechselnde Sohltiefe.
Verbau	Kein Verbau.
Geschiebeführung	Gering.

Tabelle 6: Leitbild Ufereigenschaften

Leitbild Ufereigenschaften	
Laufkrümmung	Gewunden
Ufererosion	Uferabbrüche, Auskolkungen, Anlandungen (durch geringen Geschiebetrieb jedoch nicht stark ausgeprägt) abschnittsweise fehlend.
Querprofil	Unregelmäßig.
Profiltiefe	Überwiegend flach, jedoch auch Kolke.
Anlandungen	Mäßige Umlagerungstendenz wenig ausgeprägt, nur stellenweise Ablagerung von grobkörnigem Sediment, Schotter, Steinen, seltener Kiesinseln.
Verbau	Kein Verbau.

Tabelle 7: Leitbild Aueigenschaften

Leitbild Aueigenschaften	
Aue	Überwiegend Wald (Schwarzerlen-Ufer-Auwald, Erlen- in staunassen Lagen auch Großseggenriede oder Waldsimsensümpfe).
Überschwemmungen, Hochwasserschutz	Der Bach tritt mehrmals jährlich über die Ufer, bei einem 5-jährigen Hochwasser ist nahezu der gesamte Talboden überschwemmt.
Uferstreifen	Überwiegend geschlossene, standortgerechte Gehölzbestände, (Schwarz- und Grauerle), z. T. Großseggen, Rohrglanzgrasfluren z T. verläuft der Bach entlang der Hangkante, der Uferstreifen geht dann unmittelbar in den Hangwald über (schmaler Erlensaum).

Tabelle 8: Leitbild Besiedlung

Leitbild Besiedlung	
Fische, Makrozoobenthos	Artenreiche, rheophile Lebensgemeinschaften des Metarhithrals.

Die wesentlichen Faktoren, die das Leitbild der Mitternacher Ohe prägen, sind in *Tabelle 4* bis *Tabelle 8* aufgeführt. Darüber hinaus ist anzumerken, dass zum Leitbild insbesondere auch die freie Durchgängigkeit der Mitternacher Ohe von der Donau über die Ilz und der Großen Ohe bis hin zum Ursprung der Mitternacher Ohe gehört.

4.5.2 Bewertung des fischökologischen Zustands der Mitternacher Ohe anhand der Fischbiozönose

Jede Fischart benötigt in der Regel sehr unterschiedliche funktionelle Teilhabitate (z.B. Hochwassereinstände, Laichgebiete, Aufwuchsgebiete usw.). Diese müssen in hoher Qualität (z.B. mit Totholz) vorliegen und miteinander verbunden sein (Längs- und Quervernetzung). Fließgewässerarten wie z.B. Rutte (*Lota lota*) und Nase (*Chondrostoma nasus*) brauchen in ihrem Entwicklungszyklus Gewässerbereiche ohne Strömung, die zwar in natürlichen Auwäldern, in begradigten Flussabschnitten i.d.R. aber nicht oder nur unzureichend vorkommen. Pflanzenlaicher sind für eine optimale Reproduktion z.B. auf überschwemmte Gebiete angewiesen. Hier spielen unter anderem auch temporäre Stillgewässer, dynamische Verzweigungen des Flusslaufs, sowie die Umlagerungsfähigkeit des Fließgewässers eine entscheidende Rolle.

Die Mitternacher Ohe ist im Vergleich zu vielen vergleichbaren Fließgewässern relativ naturnah (*Kapitel 2*) und kommt dem Leitbild zumindest streckenweise nahe. Trotz allem haben die anthropogenen Einflüsse (z.B. Wasserkraft, Landwirtschaft, Besiedlung, Hochwasserschutz) negative Auswirkungen auf die Flora und Fauna der Mitternacher Ohe. Es kommt unter anderem zu stark gestörten Fischbiozönosen. Das fischfaunistische Leitbild wird im Folgenden definiert.

Fischbiozönosen spiegeln den ökologischen Zustand von Fließgewässern relativ gut wider (*SCHMUTZ ET AL. 2000*). Ist die Fischbiozönose beeinträchtigt, so lassen sich auch Rückschlüsse auf Veränderungen des ökologischen Zustands eines Gewässers gegenüber dem Leitbild ziehen. Nach *SCHMUTZ ET AL. (2000)* lassen sich Fischbiozönosen durch folgende Kriterien charakterisieren:

- Typspezifische Arten
- Bestandsbildende Arten
- Ökologische Gilden
- Biomasse und Dichte
- Dominanzverhältnisse
- Populationsaufbau

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde folgendes 5-stufige Bewertungsschema in Anlehnung an *SCHMUTZ ET AL. (2000)* verwendet:

Tabelle 9: Fischökologische Funktionsfähigkeit

Fischökologische Funktionsfähigkeit					
Status Kriterien	1 sehr gut	2 gut	3 mäßig	4 unbefriedigend	5 schlecht
Typspezifische Arten	keine oder fast keine fehlen	einige fehlen	mehrere fehlen	viele fehlen	die meisten fehlen
Bestandsbildende Arten	keine oder wenige fehlen	mehrere fehlen	viele fehlen	die meisten fehlen	fast alle fehlen
Ökologische Gilden	keine Gilde fehlt	keine Gilde fehlt	einzelne Gilden fehlen	viele Gilden fehlen	die meisten Gilden fehlen
Biomasse und Dichte	keine oder fast keine Veränderung	geringfügige Veränderung	wesentliche Veränderung	starke Veränderung	sehr starke Veränderung
Dominanzverhältnis	keine oder fast keine Veränderung	geringfügige Veränderung	wesentliche Veränderung	starke Veränderung	sehr starke Veränderung
Populationsaufbau	keine oder fast keine Veränderung	geringfügige Veränderung	wesentliche Veränderung	starke Veränderung	sehr starke Veränderung

Defizite gegenüber einem Leitbild lassen je nach Kriterium Rückschlüsse auf die Wirkungsdauer negativer Einflussfaktoren zu. Wenn z. B. das Fischartenspektrum oder die Anzahl der bestandsbildenden Arten deutliche Lücken aufweist, deutet dies auf langfristig vorhandene Lebensraumdefizite hin. Finden sich hingegen Störungen beim Populationsaufbau oder bei den Dominanzverhältnissen, kann eher auf mittel- bis kurzfristig wirkende Störungseinflüsse geschlossen werden.

Einen guten ökologischen Zustand weisen jene Gewässer auf, deren Zusammensetzung, Struktur und Funktion nicht zu stark verändert wurde. Ein gestörter ökologischer Zustand äußert sich in quantitativen und qualitativen Veränderungen der Fischbiozösen. Dies kann bis zum Ausfall autochthoner Arten oder zum Auftreten gänzlich neuer Arten führen.

Wenn im Fließgewässer infolge anthropogener Veränderung natürliche Habitats nur noch in verminderter Qualität vorhanden sind oder sogar fehlen oder diese Habitats aufgrund von Wanderungshindernissen räumlich und funktional nicht mehr miteinander in Verbindung stehen, führt dies auch zu einer Veränderung der zugehörigen Fischbiozösen. Ein starkes Defizit an Laichplätzen und Jungfischhabitats führt in der Regel zur Überalterung der davon betroffenen Fischpopulation. Eine Rhithralisierung (Verschiebung der Gewässerregion in Richtung Quellregion) durch Begradigung kann hingegen zu einer Zunahme von rhithralen Arten und eine aufstauungsbedingte Potamalierung (Verschiebung der Gewässerregion in Richtung Gewässerunterlauf) zu einer Abnahme dieser Arten führen. Auch Besatzmaßnahmen können die Dominanzverhältnisse in der Fischfauna verändern.

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit vorgenommenen Bewertungen beziehen sich lediglich auf den Abschnitt der Mitternacher Ohe im Untersuchungsgebiet. Die Mitternacher Ohe ist im Untersuchungsgebiet laut *WWA PASSAU (2000)* als Metarhithral und nach *LAWA (2004)* als LAWA-Typ 5 (Silikatischer, grobmaterialreicher Mittelgebirgsbach) einzustufen. Nach Aussagen der Fachberatung für Fischerei ist sie als Übergang zwischen der unteren Forellenregion und der Äschenregion einzuordnen.

Bei der Bewertung des ökologischen Zustands der Fischfauna wird die aktuelle Situation des gesamten Untersuchungsgebietes mit dem Leitbild verglichen. Dabei werden neben den im Monitoring des Projekts erhobenen Daten, sämtliche Aufzeichnungen der Fischereiberechtigten (*KFV GRAFENAU 2004*), fischereibiologische

Erhebungen und sonstige Informationen der Fischereifachberatung (*HOCH 2004*), sowie das umfangreiche Archiv der Verwaltung staatlicher Fischereirechte des LFV Bayern herangezogen (*LFV BAYERN 2004*).

4.5.3 Erläuterung der Bewertungskriterien

ARTENSPEKTRUM

Über das historische Fischartenspektrum des untersuchten Gewässerabschnitts liegt eine Vielzahl von Daten vor. Diese Daten sind allerdings lückenhaft und nicht sehr detailliert. Für die Bewertung des Fischartenspektrums werden nach Berücksichtigung der historischen Daten der ursprünglichen Fischfauna der Mitternacher Ohe und der angrenzenden Gewässer (Große Ohe und Ilz) u.a. die von *SCHMUTZ ET AL. (2000)* als standorttypisch in der Forellen- und der Äschenregion bezeichneten Fischarten herangezogen. Nach *SCHMUTZ ET AL. (2000)* kommen in der unteren Forellenregion (Metarhithral) 7 Fischarten und in der Äschenregion (Hyporhithral) 24 Fischarten vor. Aufgrund der vorliegenden historischen Daten, den Angaben von *SCHMUTZ ET AL. (2000)* und *SCHUBERT (2004)* wird bei der Bewertung davon ausgegangen, dass folgende 17 Fischarten in der Mitternacher Ohe standorttypisch sind:

- Aitel (*Squalius cephalus*), Äsche (*Thymallus thymallus*), Bachforelle (*Salmo trutta*), Barbe (*Barbus barbus*), Elritze (*Phoxinus phoxinus*), Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), Gründling (*Gobio gobio*), Hasel (*Leuciscus leuciscus*), Hecht (*Esox lucius*), Huchen (*Hucho hucho*), Koppe (*Cottus gobio*), Laube (*Alburnus alburnus*), Nase (*Chondrostoma nasus*), Rotaugen (*Rutilus rutilus*), Rutte (*Lota lota*), Schmerle (*Barbartula barbartula*), Schneider (*Alburnoides bipunctatus*)

Neben den Fischarten wird davon ausgegangen, dass auch folgende Neunaugen-, Krebs- und Muschelarten standorttypisch sind:

- Donauneunauge (*Eudontomyzon danfordi*), Bachmuschel (*Unio crassus*), Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera L.*) und Steinkrebs (*Austropotamobius torrentium*)

Die Anzahl der im Gewässer nachgewiesenen Fischarten wird mit den angegebenen 17 „standorttypischen“ Fischarten und den 4 Neunaugen-, Krebs- und Mu-

schelarten verglichen und bewertet. Von den genannten 21 Arten gibt es historische Nachweise über deren natürliches Vorkommen im Projektgebiet.

Weitere von SCHMUTZ ET AL. (2000) und/ oder von SCHUBERT (2004) als in der betreffenden Region standorttypisch bezeichnete Fisch-, Neunaugen, Muschel- und Krebsarten werden bei der Bewertung nicht herangezogen, da es keine Hinweise für ein natürliches Vorkommen in der Mitternacher Ohe gibt bzw. gab. Dies gilt z.B. für die Arten Schrätzer (*Gymnocyphus schraetser*), Streber (*Zingel streber*), Steinbeißer (*Cobitis taenia*), Strömer (*Leuciscus souffia agassizii*) und Zingel (*Zingel zingel*). Stillwasserarten wie Bitterling (*Rhodeus sericeus amarus*) und Karausche (*Carassius carassius*) wurden ebenfalls nicht mit herangezogen, weil im Untersuchungsgebiet keine Stillgewässer in der Aue mit untersucht wurden. Allochtone Arten wie Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*) und Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) werden als nicht standorttypisch gewertet. Aus methodischen Gründen können selbst bei wiederholten Befischungen unter Umständen nicht alle Fischarten nachgewiesen werden, da einzelne Arten entweder nur zeitweise in den Untersuchungsabschnitten oder dort nur in extrem geringen Dichten vorkommen. Aus diesem Grund wurden zu den Befischungsergebnissen dieser Untersuchung noch weitere vorhandene Daten über die betreffenden Fischbestände herangeholt.

Als im Gewässer vorkommend werden Arten gewertet, welche in den Fanglisten der Fischereiberechtigten, in fischereibiologischen Erhebungen von 1990 bis 2005 sowie bei Elektrobefischungen im Rahmen des vorliegenden Projekts nachgewiesen wurden.

Bestandsbildende Arten

Fischarten werden als bestandsbildend bezeichnet (SCHMUTZ ET AL. 2000), wenn sie nachfolgend aufgeführte Kriterien erfüllen:

- Regelmäßige Reproduktion
- Jungfischauftreten in einer zur Sicherung einer Mindestpopulationsgröße ausreichenden Menge
- ausreichende Anzahl an Adulttieren, die nicht aus dem Besatz stammen

Bei der Beurteilung, ob Fischarten bestandsbildend sind oder nicht, wurden alle im Rahmen dieser Untersuchung erhobenen Daten unter Berücksichtigung der Befischungsintensität (Streckenlänge, Anzahl Befischungen und Gerätestärke) sowie der Größen- und Artenselektivität der Fangmethode herangezogen.

Die Anzahl der in den jeweiligen Untersuchungsabschnitten der Gewässer nachgewiesenen bestandsbildenden Arten wird mit der des Leitbilds verglichen und bewertet.

Tabelle 10: Fischarten der Mitternacher Ohe gemäß Leitbild, zugeordnet zu den jeweiligen ökologischen Gilden

Nr.	Fischart	wissenschaftlicher Name	Temperaturpräferenz	Migration-Typ	Rheophilie	Laichsubstrat
1	Aitel/Döbel	<i>Squalius cephalus</i>	meso-eurytherm	kurz	eurytop	litophil
2	Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>	oligo-stenotherm	kurz	rheophil A	litophil
3	Bachforelle	<i>Salmo trutta f. fario</i>	oligo-stenotherm	kurz	rheophil A	litophil
4	Barbe	<i>Barbus barbus</i>	meso-eurytherm	mittel	rheophil A	litophil
5	Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>	oligo-stenotherm	kurz	eurytop	litophil
6	Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	meso-eurytherm	kurz	eurytop	phyto/litophil
7	Gründling	<i>Gobio gobio</i>	meso-eurytherm	kurz	rheophil A	psammophil
8	Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	meso-eurytherm	kurz	rheophil A	phyto/litophil
9	Hecht	<i>Esox lucius</i>	meso-eurytherm	kurz	eurytop	phytophil
10	Huchen	<i>Hucho hucho</i>	oligo-stenotherm	mittel	rheophil A	litophil
11	Koppe/Groppe	<i>Cottus gobio</i>	oligo-stenotherm	kurz	rheophil A	speleophil
12	Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	meso-eurytherm	kurz	eurytop	phyto/litophil
13	Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	meso-eurytherm	mittel	rheophil	litophil
14	Rotauge	<i>Rutilus rutilus</i>	meso-eurytherm	kurz	eurytop	phyto/litophil
15	Rutte	<i>Lota lota</i>	oligo-stenotherm	mittel	eurytop	lito/pelagophil
16	Schmerle	<i>Barbartula barbartula</i>	meso-eurytherm	kurz	rheophil A	psammophil
17	Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	meso-eurytherm	kurz	rheophil A	litophil

Ökologische Gilden bestandsbildender Arten

Fischarten lassen sich nach SCHIEMER UND WAIDBACHER (1992) bezüglich Temperaturpräferenz, Migrations-Typ, Rheophilie und Laichsubstrat in ökologische Gilden einteilen (Tabelle 10, Seite 20). Bei der Bewertung werden nur bestandsbildende Arten herangezogen.

In der Forellen- und der Äschenregion gehören zu den natürlicherweise bestandsbildenden Arten im Wesentlichen folgende ökologischen Gilden:

- Temperaturpräferenz: oligo-stenotherme (obligatorische) Kaltwasserfischarten
- Migrations-Typ: Kurz-Strecken-Wanderer und Mittel-Distanz-Wanderer
- Rheophilie: rheophile (strömungsliebende) Arten
- Laichsubstrat: psammophile und litophile Arten (Sand- und Kieslaicher)

Wenn die bestandsbildenden Fischarten nicht den genannten ökologischen Gilden zugeordnet werden können oder wenn diese Arten anderen ökologischen Gilden angehören, so deutet dies eine Veränderung der Lebensraumverhältnisse gegenüber dem Leitbild an. Wenn die Anzahl an bestandsbildenden Arten geringer als 3 ist, wird auch das Bewertungskriterium „Anzahl ökologische Gilden“ bestenfalls als mäßig beurteilt. Wenn eine typische Gilde nur durch max. 1 bestandsbildende Art repräsentiert wird, gilt die Situation der ökologischen Gilden als unbefriedigend.

Biomasse und Dichte

Als Leitbild für die Biomasse und der Dichte der Fischpopulation in der Forellen- und Äschenregion werden natürliche Gewässerabschnitte herangezogen. In naturnahen typischen Fließgewässern dieser Region kommen Fischbestände mit über 150 kg/ ha vor. GEIST (2005) konnte bei einer quantitativen Befischung in vergleichbaren Gewässern der Region zwischen 126 kg Bachforellen/ ha (Kleine Ohe) und 307 kg Bachforellen/ ha (Wolfetsrieder Bach) nachweisen.

Dominanzverhältnisse der Fischfauna

In der unbeeinflussten Forellen- und der Äschenregion sind Äsche und Bachforelle als Leitfisch natürlicherweise dominant. Danach folgen z.B. Nasen, Huchen und sonstige typische rheophile Fischarten der Region. Für die Bewertung werden die Anteile der Fischarten am Fang herangezogen, da sie die Dominanzverhältnisse in etwa repräsentieren.

Wenn die Population der Hauptfischarten im Fang wesentlich auf Besatzmaßnahmen zurückzuführen ist, wird die Dominanzsituation als wesentlich verändert klassifiziert. Wenn weder Bachforellen noch Äschen dominant sind, wird die Dominanzsituation als stark verändert bezeichnet. Wenn für die Äschenregion untypische Fischarten dominant sind, wird die Situation als sehr stark verändert bezeichnet.

Populationsstruktur der Hauptfischarten

Die Populationsstruktur gibt Aufschluss über den Altersaufbau der Population. Der Altersaufbau ist art- und standortspezifisch und unterliegt zeitlichen Schwankungen. Der Anteil adulter Individuen spiegelt das Reproduktionspotenzial wider. Der Anteil juveniler Individuen wiederum zeigt, inwieweit erfolgreiche Reproduktion stattfindet. Das Verhältnis von Adulten, Subadulten und Juvenilen verdeutlicht, ob die Ansprüche dieser Stadien grundsätzlich im Lebensraum abgedeckt sind, oder ob bei gewissen Stadien Defizite bestehen. Es wird hierbei insbesondere berücksichtigt, dass Jungfische methodisch bedingt bei den Fängen unterrepräsentiert sind. Wenn der Altersklassenaufbau einer Art wesentlich durch Besatzmaßnahmen gekennzeichnet ist, mehrere Jahrgänge fehlen oder sehr gering ausgeprägt sind, gilt der Populationsaufbau als gestört.

Leitbild Fischfauna Mitternacher Ohe

Das Leitbild der Fischfauna der Mitternacher Ohe wird wie folgt charakterisiert:

- Die potenzielle natürliche Fischfauna besteht aus bis zu 17 Fischarten, welche zumindest zeitweise das Gewässer als Habitat nutzen.
- Die Anzahl der bestandsbildenden Arten kann mit bis zu 10 Arten angegeben werden.
- Die bestandsbildenden Arten sind in der Regel obligatorische Kaltwasserfischarten. Sie gehören zu den Kurz-Strecken- und Mittel-Distanz-Wanderfischarten. In der Regel sind sie strömungsliebend und bevorzugen als Laichsubstrat Kies und/ oder Sand.
- Die Fisch-Biomasse liegt natürlicherweise bei durchschnittlich ca. 150 kg / ha.
- Bachforelle und Äsche sind als Leitfisch natürlicherweise dominant. Daneben folgen entweder Nasen und/oder Huchen und sonstige typische rheophile Fischarten der Region.
- Der Populationsaufbau der dominierenden Fischarten weist normalerweise alle entsprechenden Jahrgänge auf. Die Anzahl der Fische pro Jahrgang nimmt von den jüngeren bis zu den älteren Jahrgängen natürlicherweise ab.

4.6 Ermittlung von Sedimentbeschaffenheit sowie Tiefen- und Strömungsverhältnisse

Durch den Rückbau der Wehranlage war mit einer deutlichen Veränderung der Sedimentverhältnisse und der Strömungs- und Tiefenvariabilität zu rechnen. Dies gilt insbesondere für den Rückstaubereich und die Restwasserstrecke. Um mögliche Veränderungen zu dokumentieren, wurden an 23 Beprobungsstellen (verteilt auf acht Gewässertranssekten, Abbildung 20) u.a. mittels Meterstab und Flügelradanemometer die entsprechenden Parameter erhoben (Tabelle 12).

Die Untersuchungen vor dem Rückbau der Wehranlage wurden in der ersten Juniwoche 2002, die nach dem Rückbau der Wehranlage im Juni/ Juli 2003 durchgeführt. Darüber hinaus wurden zusätzlich Untersuchungen zur Strukturerefassung und zur Ermittlung der Korngrößenanalyse im Dezember 2002 organisiert.

Abbildung 20 und Tabelle 11 zeigen die Lage der Transsekten zur Bestimmung der Sedimentverhältnisse, der Strömungs- und Tiefenvariabilität sowie der Makrozoobenthosbesiedelung. In Abbildung 21 und Abbildung 22 sind beispielhaft zwei Transsekten abgebildet. Die Kanalstrecke (Untersuchungsabschnitt K bzw. Transsekte 6) wurde nach dem Rückbau – und damit der Trockenlegung des Kanals – nicht mehr in die Untersuchung miteinbezogen.

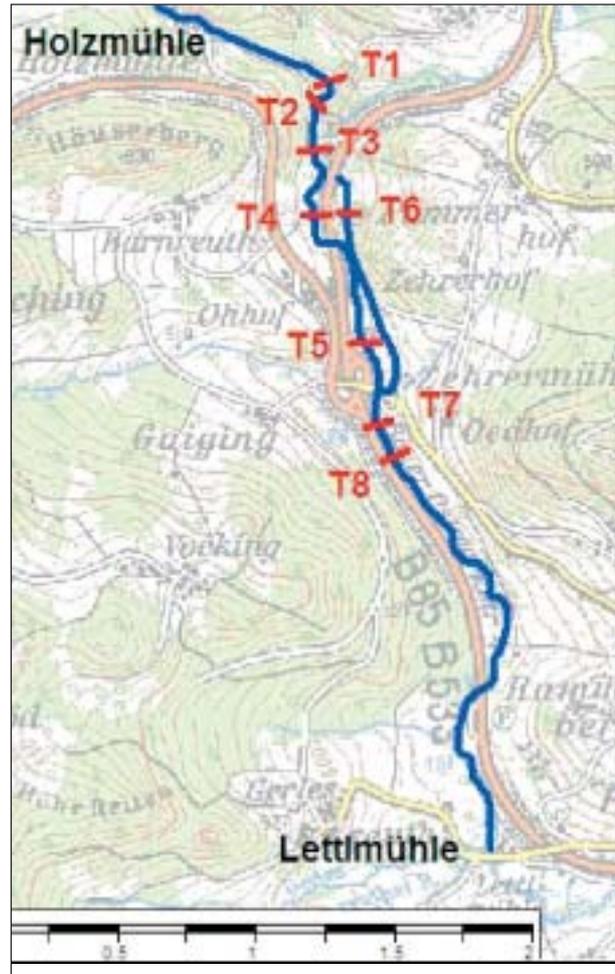


Abbildung 20: Lage der Transsekten

Tabelle 11: Transsekte und Beprobungsstellen

Transsekte	Bezeichnung	Lage	Zuordnung
Transsekte 1	Ro 1	ca. 250 m oberhalb des Wehres	Referenzstrecke oberhalb
Transsekte 2	Ro 2	ca. 200 m oberhalb des Wehres an Mdg. kl. Bach (re)	Referenzstrecke oberhalb
Transsekte 3	St	Staubereich ca. 30 m oberhalb des Wehres	Staubereich
Transsekte 4	A 1	gegenüber Bundesstrassenparkplatz 1	Ausleitungsstrecke
Transsekte 5	A 2	ca. 150 m oberhalb Zusammenfluss	Ausleitungsstrecke
Transsekte 6	K	Bundesstrassenparkplatz 1	Triebwerkskanal
Transsekte 7	Ru 1	100 m unterhalb Zusammenfluss	Referenzstrecke unterhalb
Transsekte 8	Ru 2	200 m unterhalb Zusammenfluss	Referenzstrecke unterhalb

Tabelle 12 : Methoden zur Erfassung der Tiefen- und Strömungsvariabilität sowie Sedimentverhältnisse

Parameter	Methode
Wassertiefe	Meterstab
Maximale Fließgeschwindigkeit	Flügelradanemometer
Substratverhältnisse	Fotografie über Sichtkasten

Je höher der Feinsedimentanteil im Sohlsubstrat ist, umso geringer ist die Zone, die mit sauerstoffreichem Wasser durchflutet wird. Dies wirkt sich entsprechend negativ auf die Besiedlung mit Makrozoobenthos oder auf die Eignung als Kieslaichplatz für Fische aus. Folglich ist die Ermittlung des Anteils an Feinsedimenten ein wichtiges Qualitätskriterium für das Rhithral.

Aufgrund der sehr dichten Sohlstruktur aus Feinmaterial unterschiedlicher Körnung und großen Steinen war eine Entnahme von Sedimentproben mittels Kiesschlitten und eine Ermittlung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123 nicht möglich. Um dennoch eine Aussage über die Substratverhältnisse besonders in oberen



Abbildung 21: Ausleitungsstrecke (A2) / Transsekte 5

Strukturbereichen machen zu können, wurde der Gewässergrund über einen Sichtkasten fotografiert. Das Substrat wurde mittels einer Vergleichsmethode ausgewertet. Hierbei werden die Substratverhältnisse des Gewässerbodens durch Flächenauswertung der Grob- und Feinsedimentanteile ($d < 5 \text{ mm}$) ermittelt (REINARTZ 1997).

Im Rahmen des Projekts wurde vom damaligen Landesamt für Wasserwirtschaft (LFW 2004) (heute Landesamt für Umwelt) von 08.02.2002 bis 08.10.2003 eine Temperaturdauermessung durchgeführt. Darüber hinaus wurden die Tagesmittel der Abflusswerte vom Pegel Eberhardsreuth (WWA PASSAU 2004) herangezogen.



Abbildung 22: Triebwerkskanal (K) / Transsekte 6

4.7 Aufnahme des Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos wurde an 23 Beprobungsstellen (verteilt auf acht Gewässertranssekten siehe *Tabelle 11*) mittels Surber-Samplers (Square-foot stream bottom sampler) nach SCHWOERBEL (1994) erhoben und auf höherem taxonomischen Niveau bestimmt. Es wurde keine Auswertung nach Biomasse oder Individuenanzahl $/\text{m}^3$ vorgenommen.

Als Makrozoobenthos oder Makroinvertebraten bezeichnet man die wirbellosen Tiere der Gewässersohle, die mit bloßem Auge sichtbar sind (größer als 1 mm). Es handelt sich dabei vor allem um Larvenstadien von Insekten, um Krebse, Milben, Schnecken und Muscheln, Egel und Würmer. Diese Kleinlebewesen nehmen wichtige ökologische Funktionen im Gewässer ein. Sie wei-

den einerseits Algen ab oder wirken beim Abbau abgestorbener Pflanzen mit, andererseits dienen sie als Nahrung für Fische.

Die Möglichkeit der Beurteilung des Gewässerzustandes an der Mitternacher Ohe mit Wasserwirbellosen wurde hier zur ökologischen Bewertung herangezogen. Intakte Gemeinschaften von Makroinvertebraten sind nicht nur auf eine gute Wasserqualität angewiesen, sie benötigen auch naturnahe morphologische Gegebenheiten im und am Gewässer. Entwicklungsstadien vieler Arten sind beispielsweise an das Interstitial der Gewässersohle gebunden. Diese Lücken und Hohlräume im Substrat der Sohle werden aber durch feine Ablagerungen (Kolkation) verstopft, wenn das Sohlenmaterial nicht periodisch durch Hochwässer umgelagert wird. Damit geht der Lebensraum für bestimmte Arten verloren. Andere Wirbellose brauchen für den Übergang vom Larvalstadi-

um im Wasser zum letzten Lebensabschnitt als fliegende Imago bestimmte Strukturen wie Pflanzen, Totholz oder Steinblöcke am Ufer. Fehlen diese, so ist auch das Vorkommen der jeweiligen Arten gefährdet. Die Bewertung des Moduls Makrozoobenthos geht davon aus, dass die Artenzahl der Wasserwirbellosen in natürlichen Gewässern in der Regel hoch ist. Je mehr Taxa bzw. Arten festgestellt werden, umso besser wird das Gewässer bewertet.

Als weiteres Kriterium werden die vier Gruppen Eintagsfliegen (*Ephemeroptera*), Steinfliegen (*Plecoptera*)

und Köcherfliegen (*Trichoptera*) und Zweiflügler (*Diptera*) herangezogen, die vereinfacht als Indikatoren unbelasteter Gewässer bezeichnet werden können. Je mehr Taxa bzw. Arten der genannten Gruppen bei den Untersuchungen an der Mitternacher Ohe registriert werden können, umso besser wird das Gewässer bewertet.

Die Beprobungsstellen und -termine wurden analog zur Erfassung der Sedimentbeschaffenheit sowie der Tiefen- und Strömungsvariabilität gewählt (*Kapitel 4.6*).

5 Ergebnisse

5.1 Fische, Neunaugen und höhere Krebse

5.1.1 Fang- und Besatzaufzeichnungen

Im Zeitraum von 1995 bis 2004 wurden vom Fischereiberechtigten ausschließlich einsömmerige Äschen, sowie vorwiegend ein- und gelegentlich auch zweisömmerige Bachforellen in die Mitternacher Ohe eingesetzt. Die Besatzzahlen lagen bei der Äsche durchschnittlich bei 1.250 Stück pro Jahr bzw. 46 Stück pro Jahr und km. Von der Bachforelle wurden pro Jahr durchschnittlich 2.662 Stück bzw. 98 Stück pro Jahr und km besetzt. Die Zahlen beziehen sich auf die Jahre 1995 bis 2004 und die gesamte Strecke der Mitternacher Ohe samt Nebengewässer (gemäß Pachtvertrag).

Die Fangaufzeichnungen des Fischereiberechtigten belegen für die Jahre 1995 bis 2002 in der Strecke ober-

halb des Ausleitungswehres geringere Fangzahlen für Aitel, Äsche und Huchen als in vergleichbaren Abschnitten unterhalb der Wehranlage (Abbildung 23). Bei der Bachforelle waren die Fangzahlen oberhalb der Wehranlage marginal höher. Es muss hierbei berücksichtigt werden, dass sich die untersuchten Flussabschnitte schon an der oberen Verbreitungsgrenze der Arten Aitel, Äsche und Huchen befinden.

Nach Aussage des Fischereiberechtigten (BILLMEIER 2004) wird nur sehr extensiv auf Huchen gefischt. Aus den Fangaufzeichnungen geht der tatsächliche Huchenbestand folglich nicht hervor. Aufgrund von Beobachtungen vor Ort (HOCH 2004, BILLMEIER 2004 & LFV BAYERN 2004) ist der Huchenbestand der Mitternacher Ohe unterhalb der Wehranlage als sehr gut einzustufen. Auch nach HARSANY (1982) und HAUER (2004) ist der Huchenbestand in der Mitternacher Ohe sehr gut.

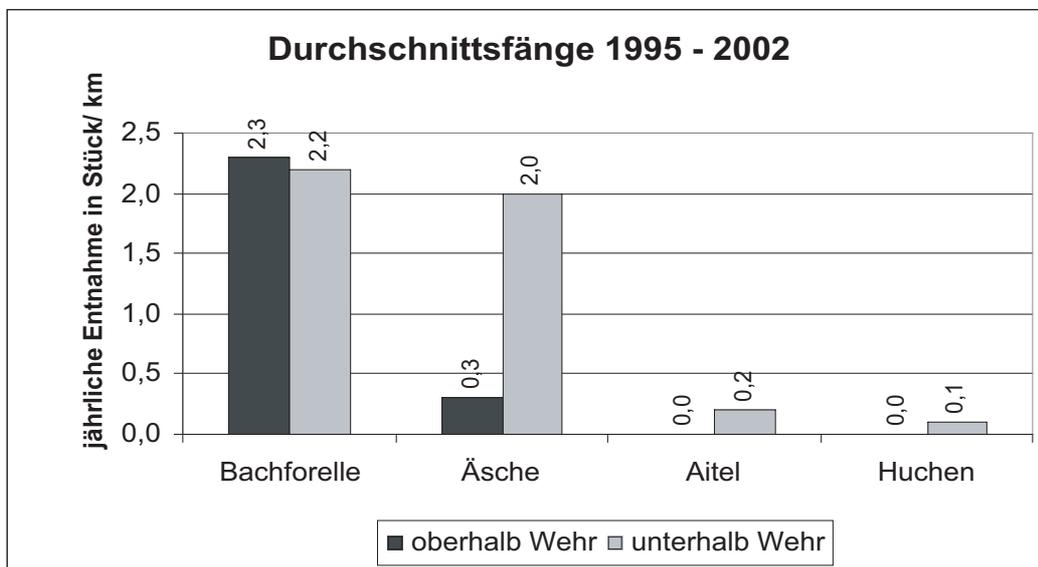


Abbildung 23: Fangaufzeichnung von 1995 bis 2002 von der Quelle bis zur Mündung

5.1.2 Ergebnisse der Bestandsbergung aus dem Kanal

Beim Ablassen des Triebwerkskanals wurde der Fischbestand vom Fischereiberechtigten im September 2002

geborgen (Abbildung 25) und direkt in die Mitternacher Ohe umgesetzt. Die Ergebnisse der Bestandsbergung sind in Tabelle 13 aufgeführt:

Tabelle 13: Ergebnisse Bestandsbergung im Werkskanal (KFV GRAFENAU 2004)

Art	Anzahl
Fische	
Äsche	14
Bachforelle	410
Koppe	540
Regenbogenforelle	4
Summe Fische	968
Neunaugen	
Donauneunauge	156
Muscheln	
Flussperlmuschel	73
Krebse	
Steinkrebs	1.545

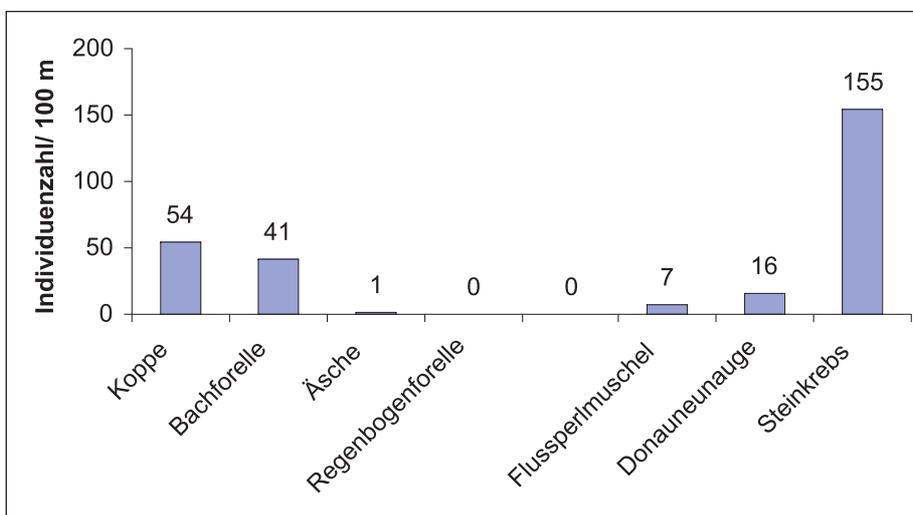


Abbildung 24: Einheitsfang bei der Bergung im Triebwerkskanal im September 2002



Abbildung 25: Bestandsbergung



Abbildung 26: geborgene Flussperlmuschel

Bei der Bestandsbergung im Triebwerkskanal konnte der Bestand (Fische, Muscheln, Neunaugen und Krebse) nach dem Ablassen des Kanals (Fläche 0,25 ha) annähernd quantitativ geborgen werden. Es wurden 156 Donauneunaugen und 968 Fische gefangen. Die Arten Koppe und Bachforelle dominierten wesentlich gegenüber Äsche und Regenbogenforelle. Darüber hinaus wurden 1.545 Steinkrebse und 73 Flussperlmuscheln (Abbildung 26) geborgen. Es konnten nur 20 markierte Besatzbachforellen geborgen werden.

Umgerechnet auf 100 m Abschnitte ergeben sich 54 Koppen, 41 Bachforellen, 1 Äsche sowie 16 Donauneunaugen, 7 Flussperlmuscheln und 155 Steinkrebse pro 100 Meter (Abbildung 24).

Die auf diese Weise ermittelten Individuenzahlen können nicht mit den durch die Elektrobefischung erhobenen Fangzahlen verglichen werden. Dies gilt besonders für Arten, die bei der Elektrobefischung nur in eingeschränktem Maße bzw. gar nicht gefangen werden können, wie z.B. Neunauge und Steinkrebs, bzw. Flussperlmuschel.

5.1.3 Fischbestandsdaten im Rahmen der Fischartenkartierung

Die Mitternacher Ohe wurde von der Fachberatung für Fischerei im September 1994 und im September 1998

mit einem Rückentragegerät (5,0 kW) im Rahmen der Fischartenkartierung elektrisch befishet. Um keine Schäden an den bekannten Populationen von Donauneunauge und Huchen zu erzeugen (Verweis auf Kapitel 4), wurden die bekannten Standplätze von Donauneunaugen und großen Huchen bei den Befischungen bewusst gemieden.

Die Ergebnisse zeigten oberhalb der Wehranlage Zehrer Mühle bei der Bachforelle, der Koppe und der Äsche eine deutlich geringere Abundanz als unterhalb des Wehrs. Die Arten Huchen und Koppe konnten oberhalb des Wehres gar nicht nachgewiesen werden (Abbildung 27). Darüber hinaus wurden von der Fachberatung unterhalb der Wehranlage 8 Neunaugen und oberhalb der Wehranlage 1 Steinkrebs nachgewiesen.

Es dominierte die Bachforelle gefolgt von Koppe und Äsche.

Aus der Beobachtung des Laichgeschehens in der Mitternacher Ohe durch die Fachberatung ist bekannt, dass der Huchenbestand in der Mitternacher Ohe bezogen auf die Fläche vergleichsweise sehr groß ist. Dies gilt allerdings nur für den Bereich unterhalb der Wehranlage. Nach Aussagen der Fachberatung für Fischerei (HOCH 2004) stellte das Wehr de facto eine unnatürliche Verbreitungsgrenze des Huchens dar.

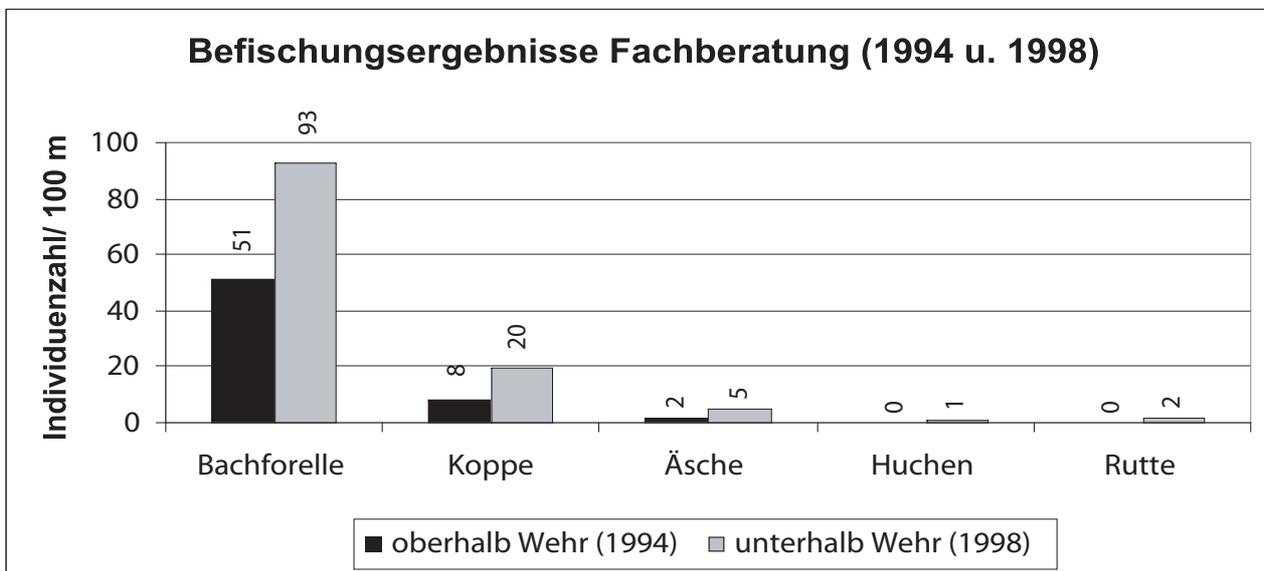


Abbildung 27: Befischungsergebnisse September 1994 (unterhalb Wehr) u. Juli 1998 (oberhalb Wehr)

5.1.4 Bestandsaufnahme im Rahmen des Monitorings (Neunaugen, Fische, Krebse)

Vor dem Rückbau 2002 lag der durchschnittliche Einheitsfang aller Strecken bei 29 Fischen und knapp 1,9 kg pro 100 m (*Tabelle 14*). Nach dem Rückbau lag er 2003 bei 55,9 Fischen und 2,3 kg pro 100 m und 2005 bei 52 Fischen und 3,7 kg pro 100 m. Von 2002 bis 2005 entspricht dies der Zunahme der Anzahl der Fi-



sche um den Faktor 1,8 und des Fanggewichts um den Faktor 1,9.

Es dominierte sowohl vor dem Rückbau als auch nach dem Rückbau mit über 70 % (Anzahl & Gewicht) die Bachforelle, gefolgt von Koppe (> 10 % der Individuen) (*Abbildung 28, Abbildung 32*)². 2002 und 2003 lag die Äsche an dritter Stelle, 2005 der Bachsaibling (*Abbildung 32*). Die übrigen Arten lagen entweder bzgl. der Anzahl oder des Gewichts unter 5%.



Abbildung 28: Die beiden häufigsten Arten Bachforelle (li) und Koppe (re)



Abbildung 29: Äsche (li) und Rutte (re)



Abbildung 30: Huchenbrütling (li) und Bachforellenbrütling (re)

Der Huchenbestand wurde aus methodischen Gründen bei den Befischungen nicht repräsentativ erfasst. Dass im Untersuchungsgebiet zumindest unterhalb der Wehranlage ein hoher Bestand besteht, geht aus *Kapitel 5.1.1 und 5.1.3* hervor. Darüber hinaus konnten von *HANFLAND* vor dem Rückbau der Wehranlage (Herbst 2002) auf einem nur 200 m langen Abschnitt ca. 2 km unterhalb der Zehrer Mühle 5 Huchen mit einer Länge von ca. 90 cm bis 110 cm gesichtet werden. 2005 wurden bei der Bestandserhebung in der unteren Referenzstrecke zwei Huchen mit schätzungsweise 1 m und 10 kg sowie 110 cm und 12 kg an der Anode gesichtet. Um die Fische nicht zu gefährden, wurde von einem Fang und dem Vermessen der beiden Fische abgesehen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist der Huchen in ei-

nigen Abschnitten bezüglich des Gewichts dominant, aufgrund der Biologie ist die Individuenzahl verglichen mit den anderen dominanten Fischarten jedoch gering. Es ist auffällig, dass 2005 in der ehemaligen Ausleitungsstrecke, im ehemaligen Staubereich und in der oberen Referenzstrecke erstmals Huchenbrut festgestellt wurde.

Vor dem Rückbau wurden in der Referenzstrecke unterhalb 4 Fischarten (Äsche, Bachforelle, Mühlkoppe und Regenbogenforelle) sowie das Donauneunauge und der Steinkrebs festgestellt. In der Strecke oberhalb des Wehres (Referenzstrecke oh.) wurden dagegen nur 3 Fischarten (Bachforelle, Mühlkoppe, Regenbogenforelle), keine Krebse und Neunaugen nachgewiesen. In der Ausleitungsstrecke wurden 5 Fischarten (Äsche, Bach-

² Die besetzten Bachforellen wurden aus diesen Gegenüberstellungen ausgeklammert, um ausschließlich die natürliche Populationsdynamik zu erfassen. Die besetzten Bachforellen finden in *Kapitel 5.1.5 und Kapitel 5.1.6* besondere Erwähnung.

forelle, Mühlkoppe, Regenbogenforelle und Rutte) dokumentiert (Tabelle 15).

Nach dem Rückbau bis 2005 war die festgestellte Artenzahl (12) in den genannten Bereichen (Referenzstrecken und Ausleitungsstrecke) wesentlich höher als vor dem Rückbau (Tabelle 15). Dies entspricht einer Steigerung mit dem Faktor von 1,8 bis 2. In der „Referenzstrecke oberhalb“ wurden gegenüber vor dem Rückbau

zusätzlich die Arten Hecht, Huchen, Rotaue, Rutte sowie Steinkrebs festgestellt. In der „Referenzstrecke unterhalb“ konnten bis 2005 zusätzlich die Arten Bachsaibling, Huchen und Schmerle gefangen werden. In der Ausleitungsstrecke wurden zusätzlich die Arten Aitel, Bachsaibling, Hasel, Flussbarsch, Huchen sowie Donauneunaue und Steinkrebs nachgewiesen (Tabelle 15).



Abbildung 31 Steinkrebs mit Krebslarven (li) und Kopf der Larve (Querder) eines Donauneunauges (re)

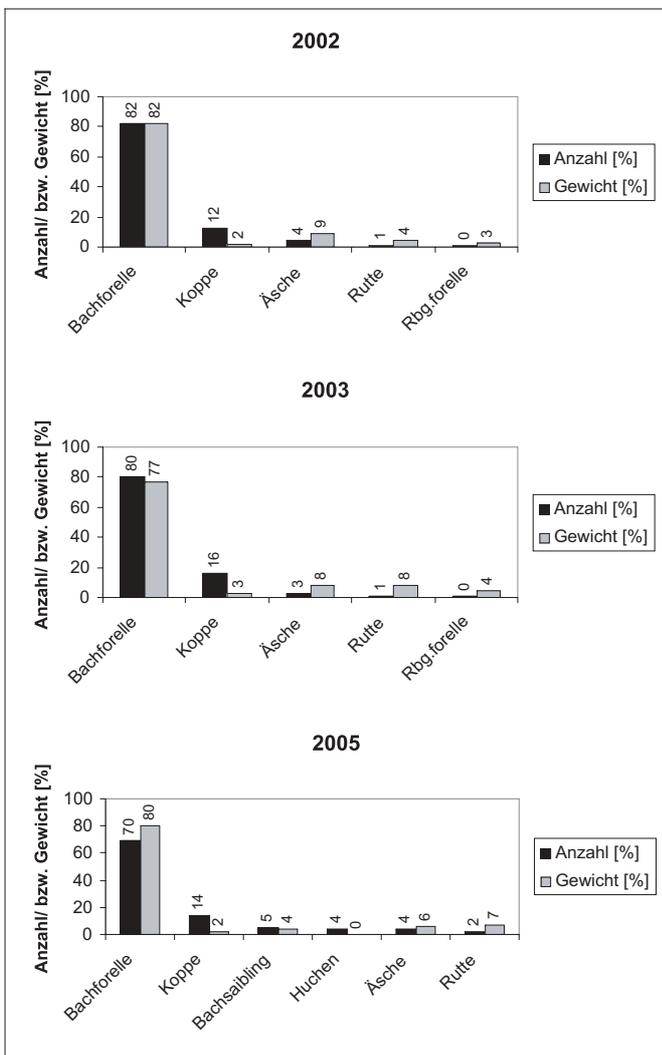


Abbildung 32: Anteil der Fischarten am Fang (alle Untersuchungsabschnitte zusammengefasst)³

³ In Grafik 32 sind nur die Arten aufgetragen, bei denen entweder Anzahl oder Gewicht > 3% liegen.

Tabelle 14: Gesamtfangergebnis aller Untersuchungsabschnitte

2002						
Abschnitte: AS1; AS 2; St.; TK; V AS + TK; R oh; R uh						
Juni 2002			1,4 km			
Fischart	Anzahl [n]	Gewicht [g]	Anzahl/ 100 m	Gewicht [g]/ 100 m	Anzahl [%]	Gewicht [%]
Äsche	18	2.283	1,8	228	4,4	8,6
Aitel	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Bachforelle	336	21.844	33,6	2.184	82,0	82,4
Bachsaibling	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Barsch	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Hasel	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Hecht	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Koppe	50	504	5,0	50	12,2	1,9
Regenbogenforelle	2	738	0,2	74	0,5	2,8
Rotaugen	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Rutle	4	1.150	0,4	115	1,0	4,3
Schmerle	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Gesamt	410	26.519	29,3	1.894	100,0	100,0

2003						
Abschnitte: AS1; AS 2; St.; V AS + TK; R oh; R uh						
Juli 2003			1,2 km			
Fischart	Anzahl [n]	Gewicht [g]	Anzahl/ 100 m	Gewicht [g]/ 100 m	Anzahl [%]	Gewicht [%]
Äsche	19	2.264	2,4	283	2,8	8,1
Aitel	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Bachforelle	537	21.501	67,1	2.688	80,0	76,9
Bachsaibling	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Barsch	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Hasel	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Hecht	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Koppe	107	782	13,4	98	15,9	2,8
Regenbogenforelle	3	1.196	0,4	150	0,4	4,3
Rotaugen	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Rutle	5	2.234	0,6	279	0,7	8,0
Schmerle	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Gesamt	671	27.977	55,9	2.331	100,0	100,0

2005						
Abschnitte: AS1; AS 2; St.; V AS + TK; R oh; R uh						
Juni 2005			0,6 km			
Fischart	Anzahl [n]	Gewicht [g]	Anzahl/ 100 m	Gewicht [g]/ 100 m	Anzahl [%]	Gewicht [%]
Äsche	11	1359	1,8	227	3,5	6,1
Aitel	2	45	0,3	8	0,6	0,2
Bachforelle	219	17914	36,5	2.986	69,7	80,1
Bachsaibling	16	861	0,8	144	5,1	3,9
Barsch	1	7	0,2	1	0,3	0,0
Hasel	1	30	0,2	5	0,3	0,1
Hecht	1	100	0,2	17	0,3	0,4
Huchen	13	39	2,2	7	4,1	0,2
Koppe	43	378	7,2	63	13,7	1,7
Regenbogenforelle	0	0	0,0	0	0,0	0,0
Rotaugen	1	20	0,2	3	0,3	0,1
Rutle	5	1595	0,8	266	1,6	7,1
Schmerle	1	10	0,2	2	0,3	0,0
Gesamt	314	22.358	52,3	3.726	100,0	100,0

Tabelle 15: Nachgewiesene Artenzahl

	2002 (vor Rückbau)			2003 (1 Jahr nach Rückbau)			2005 (3 Jahre nach Rückbau)		
	Referenzstrecke oberhalb	Referenzstrecke unterhalb	Ausleitungsstrecke	Referenzstrecke oberhalb	Referenzstrecke unterhalb	Ausleitungsstrecke	Referenzstrecke oberhalb	Referenzstrecke unterhalb	Ausleitungsstrecke
Neunaugen									
Donauneunauge	-	+	-	-	+	+	-	+	+
Krebse									
Steinkrebs	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Fische									
Aitel	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Äsche	-	+	+	+	+	+	-	+	+
Bachforelle	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bachsaibling	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Flussbarsch	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Hasel	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Hecht	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huchen	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Mühkoppe	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Regenbogenforelle	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Rotauge	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Rutte	-	-	+	-	+	+	+	+	+
Schmerle	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fischartenzahl	3	4	5	4	5	5	6	7	9
(+)= Nachweis (-)= kein Nachweis									

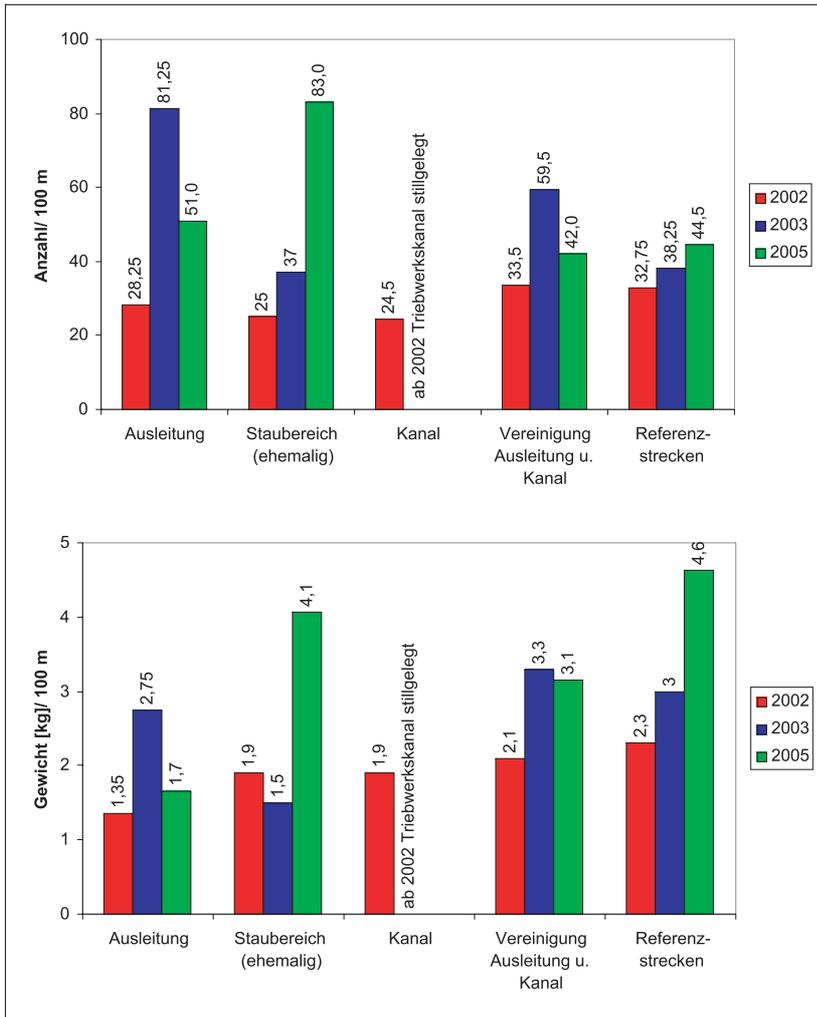


Abbildung 33: Vergleich der Gesamteinheitsfänge; Befischungen 2002, 2003 und 2005 im Vergleich (vgl. Abbildung 15)

Vor dem Rückbau waren die Einheitsfänge (Anzahl und Gewicht der Fische/ 100 m) in den durch das Kraftwerk direkt beeinträchtigten Strecken kleiner als in den Referenzstrecken (*Abbildung 33*).

Nach dem Rückbau (sowohl 2003 als auch 2005) lagen sie in fast allen Streckenabschnitten über den Werten von 2002.

In den ehemaligen Ausleitungsstrecken haben sich Anzahl und Gewicht der Gesamteinheitsfänge von 2002 auf 2005 um den Faktor 1,2 bzw. 1,8 erhöht. Im Staubereich und in der Strecke nach der Einmündung des Triebwerkskanals ist der Einheitsfang in Anzahl/100 m um den Faktor 1,2 bis 3,3 gestiegen.

Bei einer durchschnittlichen Breite der Mitternacher Ohe von 8 m im Untersuchungsgebiet entsprechen 100 m Länge ca. 0,08 ha. Darauf aufbauend kann aus den Einheitsfängen der Fang in kg/ha ermittelt werden.

Vor dem Rückbau lagen die Bachforelleneinheitsfänge zwischen 18 kg/ha (Ausleitungsstrecke) und 29 kg/ha (Referenzstrecken). Nach dem Rückbau sind sie mit 30 kg/ha (Ausleitung) bis 47 kg/ha (Referenzstrecken) wesentlich höher ausgefallen.

Da die Bachforelle die dominierende Art in der Mitternacher Ohe ist, wurde versucht, den Bestand in kg/ha zu schätzen. Auch wenn aus methodischen Gründen keine abgesicherte quantitative Bestandschätzung durchgeführt werden konnte, ist eine grobe Abschätzung des Bachforellenbestands in kg/ha zulässig. Die Fangeffektivität wird durch den Vergleich der zeitnahen quantitativen Fänge beim Ablassen des Triebwerkskanals (41 BF/100 m) (Fangeffektivität nahezu 100 %) (*Abbildung 24*) und der Bestandsaufnahme im Triebwerkskanal (24 BF/100 m) (*Abbildung 33*) auf 60 % geschätzt.

Der Bachforellenbestand kann drei Jahre nach dem Rückbau auf der Basis einer angenommenen Fangeffektivität von 60 % mit 50 bis 75 kg/ha angegeben werden.

Diese Bestandsgröße ist im Vergleich mit dem Leitbild als gering einzustufen. Auch der Vergleich mit Angaben von *GEIST (2005)*, der bei quantitativen Befischungen in der Region in der Kleinen Ohe 126 kg Bachforellen/ha und im Wolfetsrieder Bach 307 kg Bachforellen/ha nachgewiesen hat, weist darauf hin, dass der Bachforellenbestand in der Mitternacher Ohe relativ gering ist. Längenhäufigkeitsverteilungen werden nachfolgend nur bei Fischarten abgebildet, bei denen bei allen Befischungen in der jeweiligen Untersuchungsperiode mehr als 10 Individuen gefangen wurden. Es werden jeweils die Fänge aller Untersuchungsabschnitte zusammengefasst wiedergegeben.

Bei der Bachforelle lässt sich erkennen, dass der 1. Jahrgang (1+) direkt nach dem Rückbau im Vergleich zu vor-

her deutlich zugenommen hat (*Abbildung 34*). 2005 war der 1+-Jahrgang der Bachforellen allerdings wieder etwas schwächer ausgeprägt. Es ist auffällig, dass sowohl vor als auch nach dem Rückbau kaum Bachforellen über dem Schonmaß (26 cm) gefangen wurden. Die Bachforelle ist in der Mitternacher Ohe eindeutig bestandsbildend.

Bei der Koppe ist die Populationsstruktur aufgrund methodischer Probleme schwer zu beurteilen. Es ist jedoch auch hier auffällig, dass die Populationsstruktur nach dem Rückbau ausgewogener erscheint (*Abbildung 35*). Die Koppe ist ebenfalls eindeutig bestandsbildend.

Die geringe Anzahl der gefangenen Äschen erschwert die Beurteilung der Populationsstruktur. Es ist auffällig, dass kaum einjährige Äschen (< 16 cm) festgestellt wurden (*Abbildung 36*). Unter Berücksichtigung der Besatzmenge (*siehe 5.1.1*) ist davon auszugehen, dass der Äschenbestand wesentlich auf Besatzmaßnahmen zurückgeht. Die Äsche wird demzufolge als nicht bestandsbildend eingestuft.

Nachdem der Huchen nicht besetzt wurde, er aber eine vergleichsweise große Population ausbildet, gilt er als bestandsbildend. Es ist allerdings auffällig, dass keine juvenilen Huchen mit Ausnahme der Huchenbrut 2005 nachgewiesen werden konnten.

Auch wenn von der Rutte nur jeweils wenig Exemplare gefangen wurden, ist davon auszugehen, dass sie bestandsbildend ist, da kein Besatz erfolgt und die Fangeffektivität bei dieser Fischart besonders gering ist. Bei den übrigen Fischarten wird davon ausgegangen, dass sie im Untersuchungsgebiet nicht bestandsbildend sind, da es sich nur um Einzelfunde handelt.

Die hohen Zahlen (*siehe Tabelle 13*) der Arten Donau-neunauge und Steinkrebs, die grundsätzlich nicht besetzt werden, lassen darauf schließen, dass diese bestandsbildend sind.

Der Flussperlmuschelbestand ist im Vergleich zu früher – wie überall in Bayern – stark überaltert und extrem gering (*GEIST 2005*).

Bei der Auswertung der Längenklassen ergibt sich, dass ca. 65 bis 70 % der Bachforellen, sowie 100 % der Koppen kleiner als 19 cm waren. Im *Kapitel 5.1.6* wurde nachgewiesen, dass Fische bis zu einer Größe von 19 cm trotz Rechen in die Turbinenanlage gerieten. Dies lässt den Rückschluss zu, dass nicht einmal 35 % der Fische in der Mitternacher Ohe durch den Rechen vor der Passage durch die Turbinen geschützt werden. Aufgrund der Körperform kann auch das extrem seltene und naturschutzfachlich sehr bedeutsame Donau-neunauge (*Eudontomyzon danfordi*) keinesfalls durch einen vergleichbaren Rechen vor Turbinenschäden bewahrt werden kann.

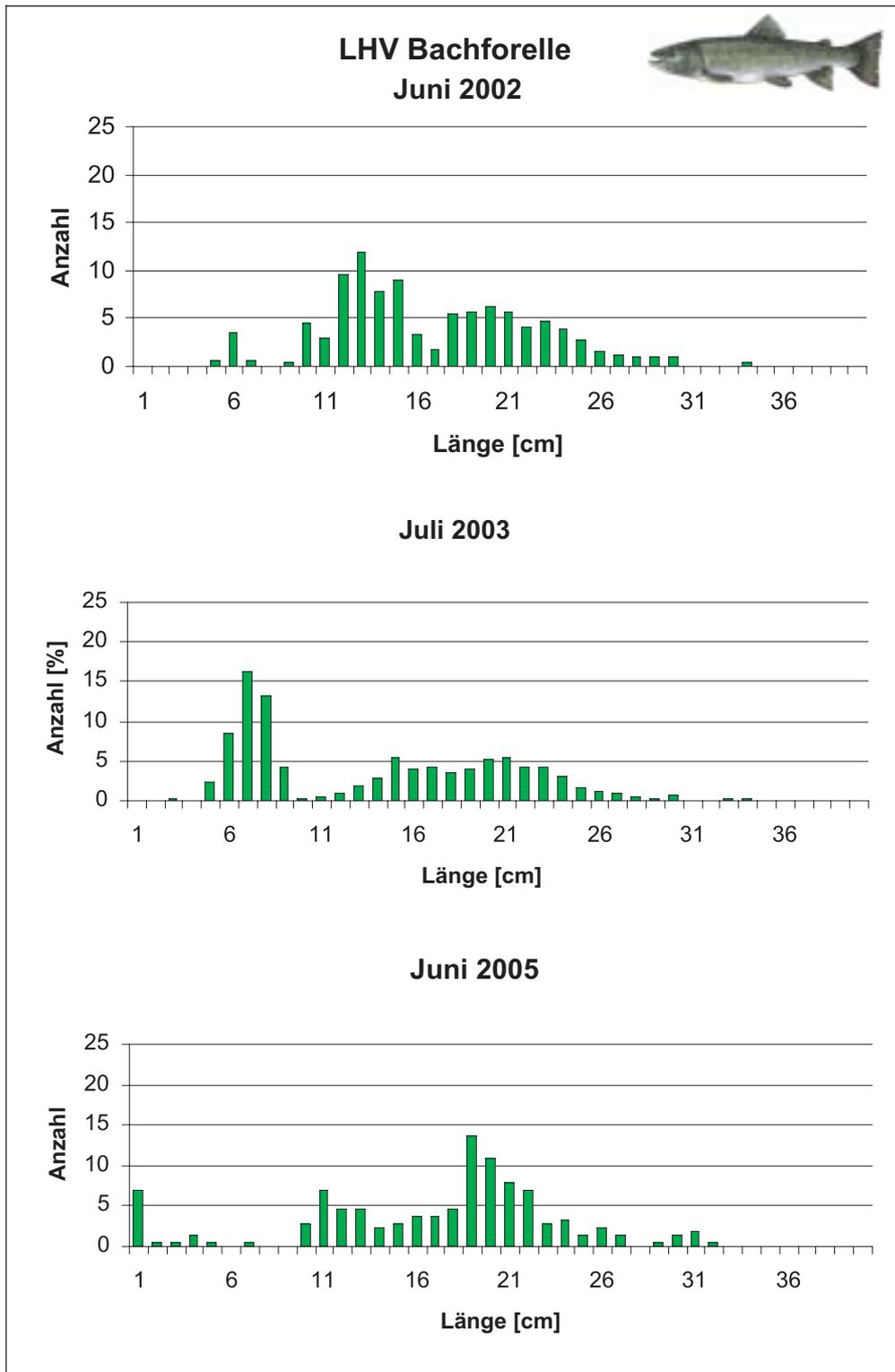


Abbildung 34: Längenhäufigkeitsverteilung Bachforelle

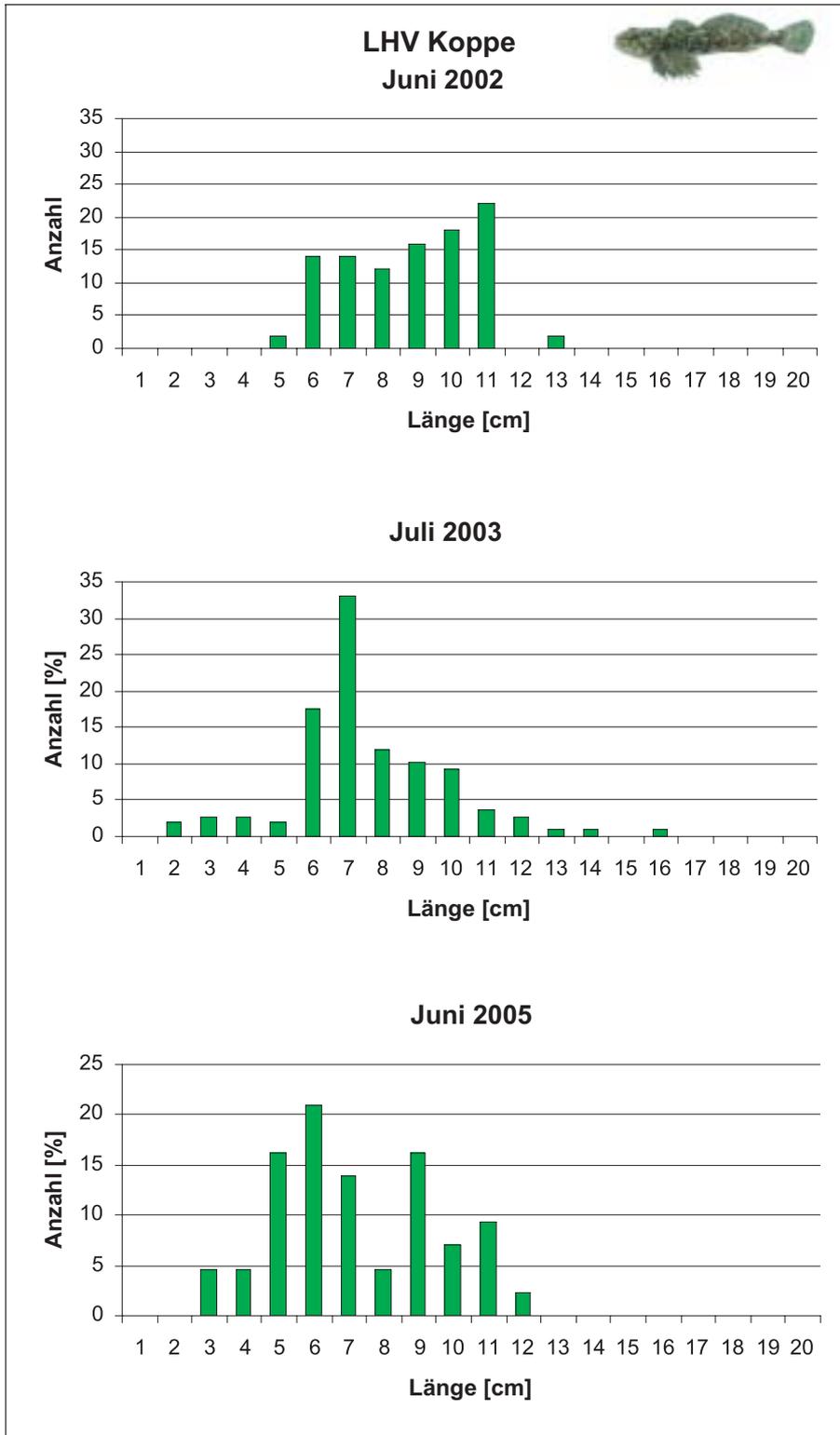


Abbildung 35: Längenhäufigkeitsverteilung Koppe

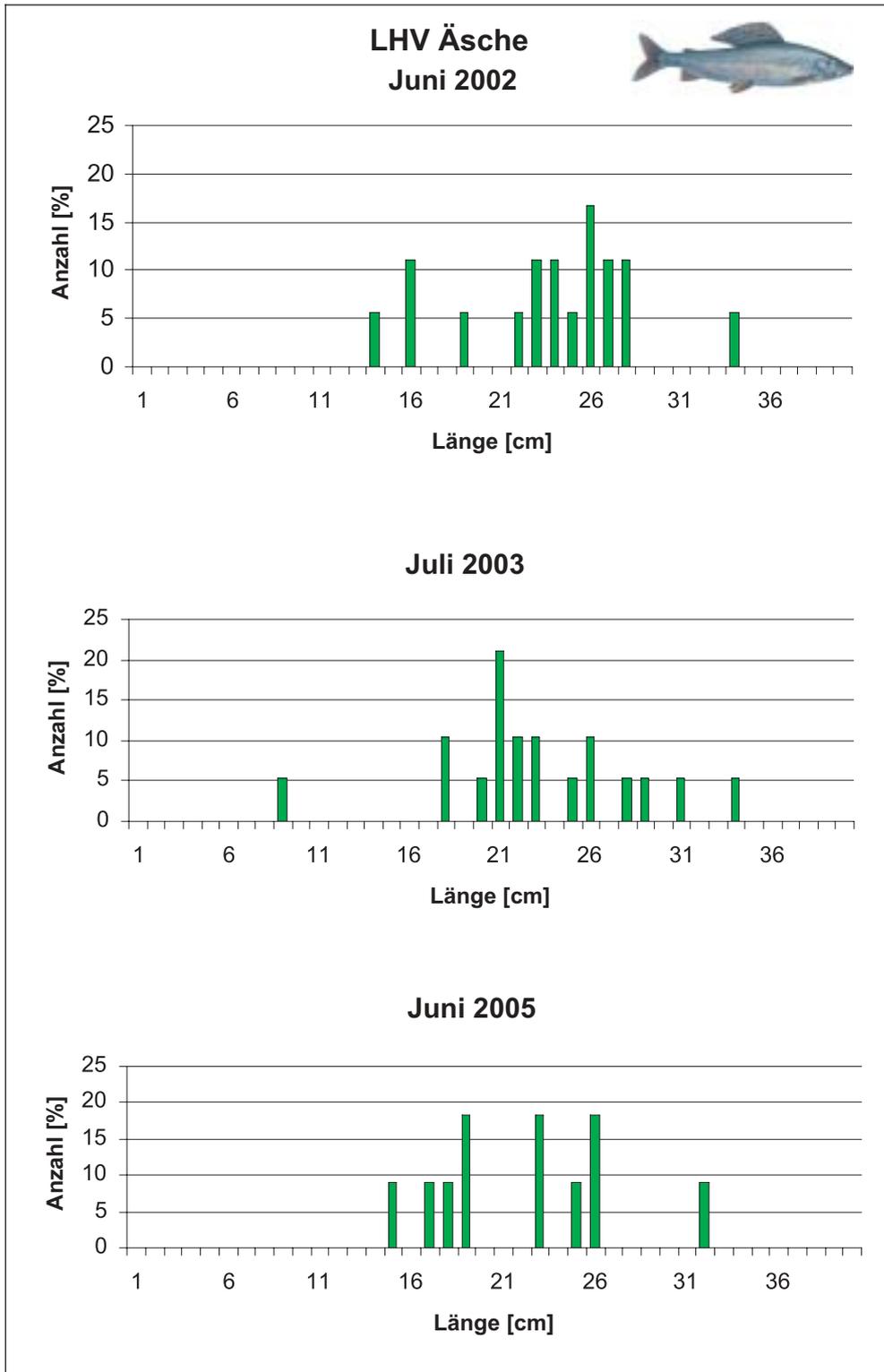


Abbildung 36: Längenhäufigkeitsverteilung Äsche

5.1.5 Fischwanderung

In der Reuse 1 wurden im Untersuchungszeitraum (4. Juni 12:00 Uhr bis 7. Juni 12:00) 46 markierte Besatzbachforellen (Länge = 12 – 18 cm), 6 „wilde“⁴ Bachforellen (Länge = 12 bis 20 cm), eine Regenbogenforelle (Länge = 35 cm) und eine Rutte (Länge = 28 cm) gefangen. 18 % der besetzten markierten Bachforellen von der Besatzstelle in der Ausleitungsstrecke sind innerhalb 72 Stunden nach dem Besatz ca. 225 m stromab gewandert. Der überwiegende Teil (85 %) ist bereits innerhalb 24 Stunden nach dem Besatz abgewandert.

In der Reuse 2 wurden im Untersuchungszeitraum 7 markierte Besatzbachforellen (Länge 12 bis 18 cm) 5 „wilde“⁴ Bachforellen (11 bis 25 cm), eine Rutte (25 cm) und zwei Koppen (10 u. 11 cm) gefangen. Die markierten Bachforellen gehörten aller Voraussicht nach der Gruppe an, die bereits in Reuse 1 gefangen wurde und unterhalb dieser wieder freigelassen wurde. Innerhalb 72 Stunden nach dem Besatz sind diese Forellen von der Besatzstelle ca. 600 m stromab gewandert. Die Ergebnisse zeigen auch, dass in der Ausleitungsstrecke neben den Besatzfischen ebenfalls „wilde“ Fische verschiedener Arten (Bachforelle, Regenbogenforelle, Koppe und Rutte) zumindest kleinräumige Wanderungen unternehmen.

Im Hamen wurden im Untersuchungszeitraum 56 markierte Besatzbachforellen (Länge = 15 cm–18 cm) 2 wilde Bachforellen (18 cm bis 17 cm), eine Koppe (7 cm) und ein Rotaug (6 cm) gefangen. Die markierten Bachforellen stammten von zwei unterschiedlichen Besatzstellen (*Tabelle 3*). Von der Gruppe, die oberhalb des Wehres besetzt wurde, sind 26 Bachforellen (10 % der besetzten Anzahl) ca. 775 m stromab gewandert.

Von der Gruppe, die im Triebwerkskanal besetzt wurde, sind 30 Bachforellen (12 % der besetzten Anzahl) ca. 1.000 m stromab gewandert. Es ist auffällig, dass alle Bachforellen aus der Gruppe (Besatzstelle oberhalb des Wehres) im Untersuchungszeitraum nur im Hamen (Triebwerkskanal) gefangen wurden. Keine einzige Bachforelle dieser Gruppe wurde in den Reusen 1 und 2 (Ausleitungsstrecken, Mutterbett) gefangen. Daraus ist ersichtlich, dass Besatzforellen unter den gegebenen Bedingungen bei der Abwärtswanderung den Triebwerkskanal gegenüber der Passage des Wehres bevorzugen.

Bei den unmarkierten Fischen (2 Bachforellen, 1 Koppe und 1 Rotaug) die im Hamen gefangen wurden, ist nicht gesichert, inwieweit diese stromab gewandert sind. Es ist nicht auszuschließen, dass diese Fische das Rohr der Triebwerksanlage vor Versuchsbeginn als

Standort angenommen haben und dann während des Versuchs abwärts gewandert sind.

Es ist beachtlich, dass bereits knapp 20 % der besetzten Fische unmittelbar nach dem Besatz abwanderten.

Bei der Elektrobefischung vom 6. Juni 2002 wurden 108 (14 % der besetzten Stückzahl) markierte Bachforellen gefangen. Davon befanden sich 96 Stück in den Bereichen, in denen sie ausgesetzt wurden. Die restlichen Bachforellen sind seit dem Besatztermin ($\Delta T = 2$ Tage) mindestens 100 m (1 Exemplar), bzw. 500 m (1 Exemplar), 600 m (9 Exemplare) und 1.000 m (1 Exemplar) stromab gewandert. Eine stromaufwärts gerichtete Wanderung konnte nicht festgestellt werden. Bei den Befischungen 2003 und 2005 konnte von den markierten, besetzten Bachforellen des Jahres 2002 kein Exemplar gefangen werden. Es ist davon auszugehen, dass diese Fische die Bereiche in denen sie besetzt wurden, verlassen haben und sich nicht mehr in den Untersuchungsstrecken aufhielten. Über absolute Raten (Maxima, Minima und Anteile der besetzten Fische etc.) der tatsächlich durchgeführten Wanderaktivität können aufgrund des hierfür zu geringen Untersuchungsaufwands keine Aussagen gemacht werden.

5.1.6 Turbinenschäden

Anhand des Zustands der im Hamen gefangenen Fische können Rückschlüsse auf Schädigungen durch die Turbinen gezogen werden.

Obwohl die besetzten markierten Bachforellen bereits durchschnittlich 15,7 cm lang waren (STABW 0,8 cm) und der Rechen vor der Anlage eine lichte Weite von 3 cm aufwies, hat dennoch eine erhebliche Anzahl von Fischen nachweislich die Triebwerksanlage durchwandert. Der vorhandene Rechen war folglich nicht geeignet die Abwanderung von Jungfischen (< 20 cm) zu unterbinden. Im Hamen unterhalb der Turbine wurden 4 nicht markierte und 56 markierte Fische bzw. Fischleichen gefangen. Bei den vier nicht markierten Fischen (2 wilde Bachforellen mit 17–18 cm, eine Koppe mit 7 cm und ein Rotaug mit 6 cm) ist nicht gesichert, dass diese die Triebwerksanlage durchwandert haben.

Sämtliche markierte Besatzforellen im Hamen wiesen massive frische äußere und innere Verletzungen auf (*Abbildung 37 und Abbildung 38*). Die festgestellten Verletzungen sind nach *HOLZNER (2004)* eindeutig auf den direkten Kontakt mit dem Laufrad und/ oder den Leitschaufeln zurückzuführen. Die Mortalitätsrate der markierten Besatzforellen liegt bei 98 %. Die rechnerische Mortalitätsrate aller gefangenen Fische liegt bei 92 %.

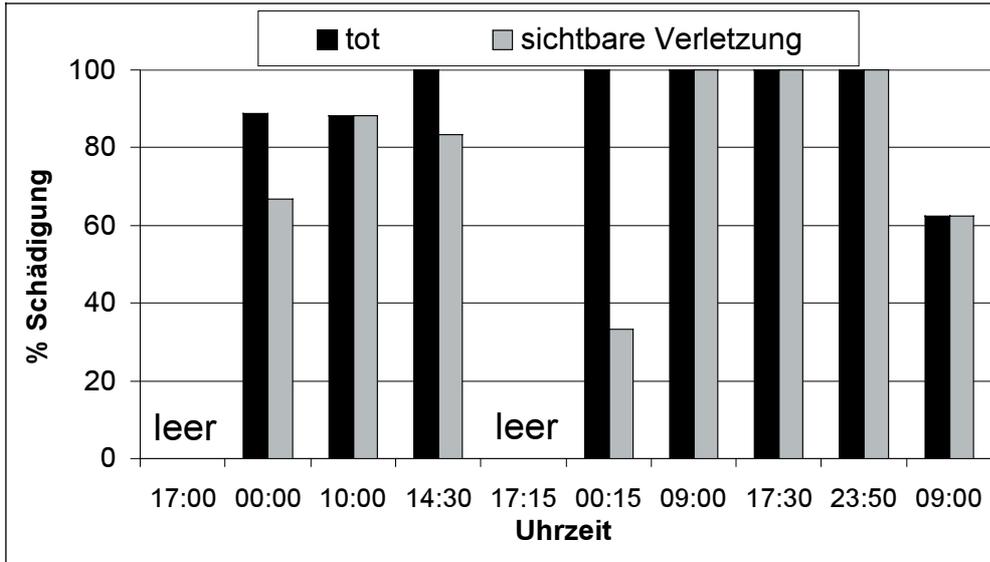


Abbildung 37: Zeitlicher Verlauf der Hamenbefischung und Schädigungsraten bei der Bachforelle



Abbildung 38: Im Kraftwerk der Zehrer Mühle durch die Turbine letal geschädigte Bachforellen

5.2 Sedimentbeschaffenheit sowie Tiefen- und Strömungsverhältnisse

Der Rückbau hat wesentlich dazu beigetragen, den Feinsedimentanteil im ehemaligen Staubereich zu reduzieren. Die Auswertung zeigt deutlich, dass auch in

den anderen Bereichen der Feinsedimentanteil reduziert wurde. In der Ausleitungsstrecke war die Tiefen- und Strömungsvariabilität geringer als in der Referenzstrecke (Abbildung 39). Im Staubereich und im Triebwerkskanal herrschten eine geringere Strömung, größere Wassertiefen und eine geringere Variabilität dieser Parameter vor.

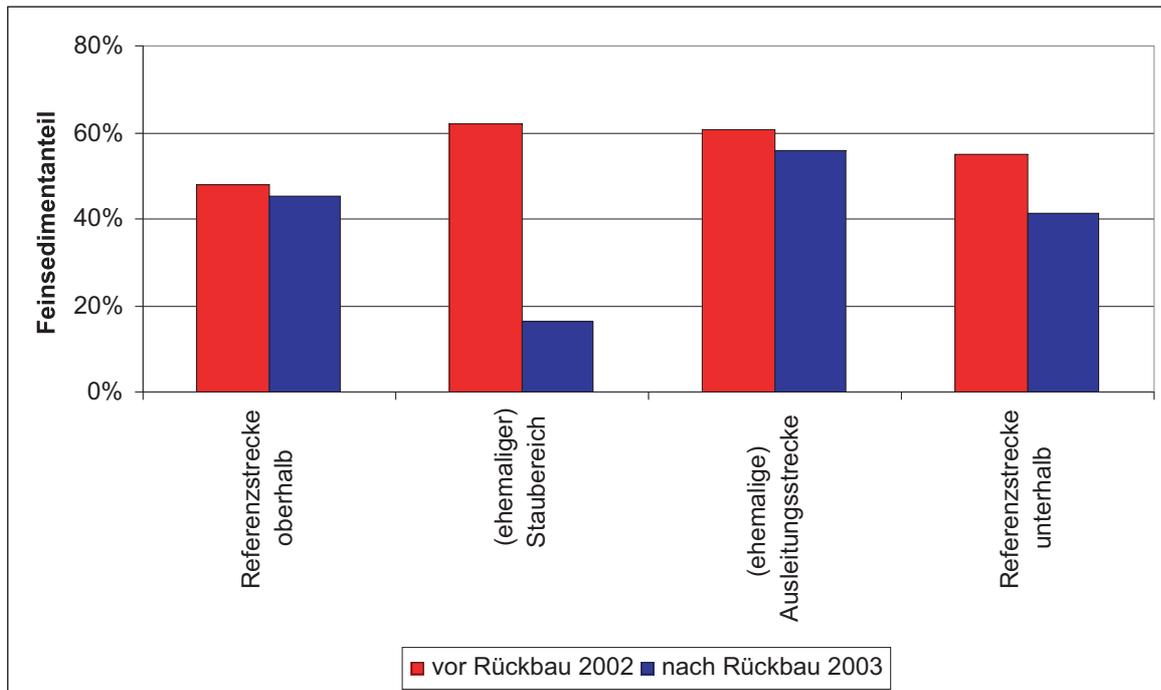


Abbildung 39: Vergleichende Feinsedimentauswertung



Abbildung 40: Fließstrecke



Abbildung 41: oberer Rückstaubereich



Abbildung 42: Staubereich



Abbildung 43: Kanal

Der Feinsedimentanteil war vor dem Rückbau im direkten Staubereich vor dem Ausleitungswehr (Abbildung 42) und im Kanal (Abbildung 43) wesentlich höher als in den Ausläufen des Staubereichs (Abbildung 41) und in der freien Fließstrecke (Abbildung 40). Tabelle 16 zeigt, dass die Tiefen- und Strömungsvariabilität in der Auslei-

tungsstrecke deutlich geringer war, als in den Referenzstrecken. Die verminderte Wasserführung in der Ausleitungsstrecke verglichen mit den Referenzstrecken wird erkennbar in Form von geringeren Maximalwerten für Wassertiefe und Strömung.

Tabelle 16: Tiefen- und Strömungsverhältnisse vor dem Rückbau

	Tiefe (cm)			Maximale Strömung (cm/s)		
	min.	max.	Stab.	min.	max.	Stabw.
Referenzstrecke	2,0	50,0	13,6	5,0	171,0	39,6
Staubereich	35,0	56,0	7,0	7,0	30,0	7,7
Ausleitungsstrecke	5,0	35,0	10,0	1,0	46,0	14,5
Triebwerkskanal	44,0	54,0	4,7	32,0	46,0	7,1

Der Staubereich unmittelbar vor der Wehranlage und der Triebwerkskanal lassen sich gegenüber Referenz- und Ausleitungsstrecken durch geringere Strömung, größere durchschnittliche Wassertiefen und nahezu fehlende Variabilität beider Parameter charakterisieren. An vielen Probestellen ist ein Zusammenhang zwischen Strömungsgeschwindigkeit und Gewässertiefe erkennbar. Die Strömungsgeschwindigkeit nimmt mit der Zu-

nahme des Gewässerquerschnittes ab. Es kann zwischen flach überströmten kiesig – sandigen Bereichen und tieferen, langsam fließenden Abschnitten bzw. Übergangsformen davon unterschieden werden. Wie in Abbildung 44 und Abbildung 45 zu erkennen ist, herrschten in der Mitternacher Ohe im Sommer 2003 relativ hohe Temperaturen und niedrige Wasserstände.

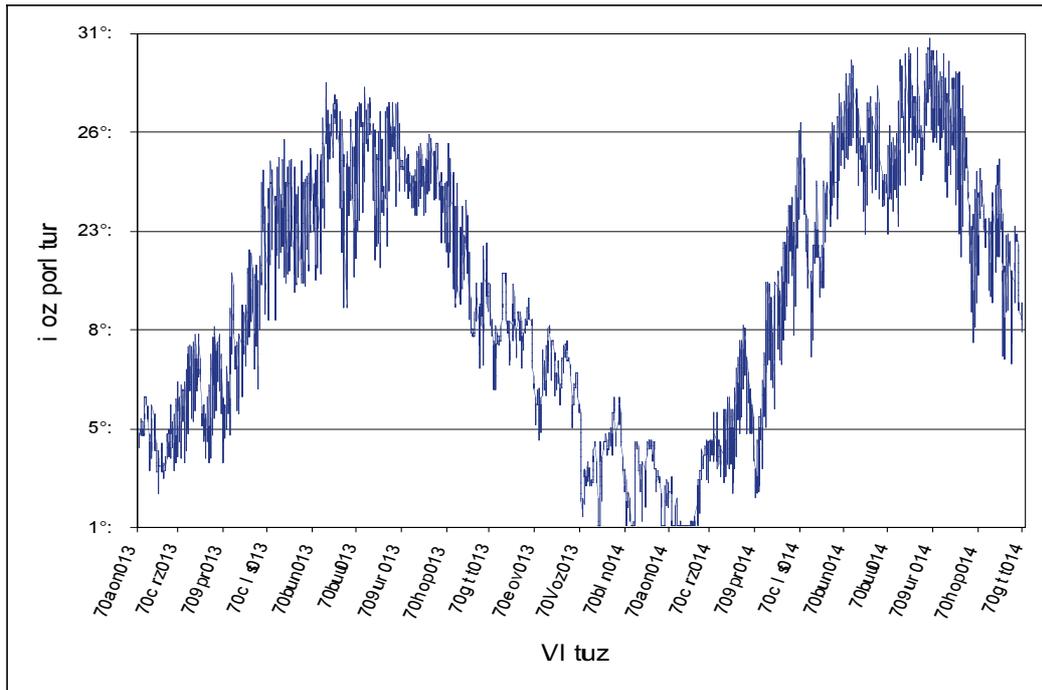


Abbildung 44: Temperaturverlauf der M. Ohe (Feb. 02 bis Okt. 03); (LFW; BOHL 2004)

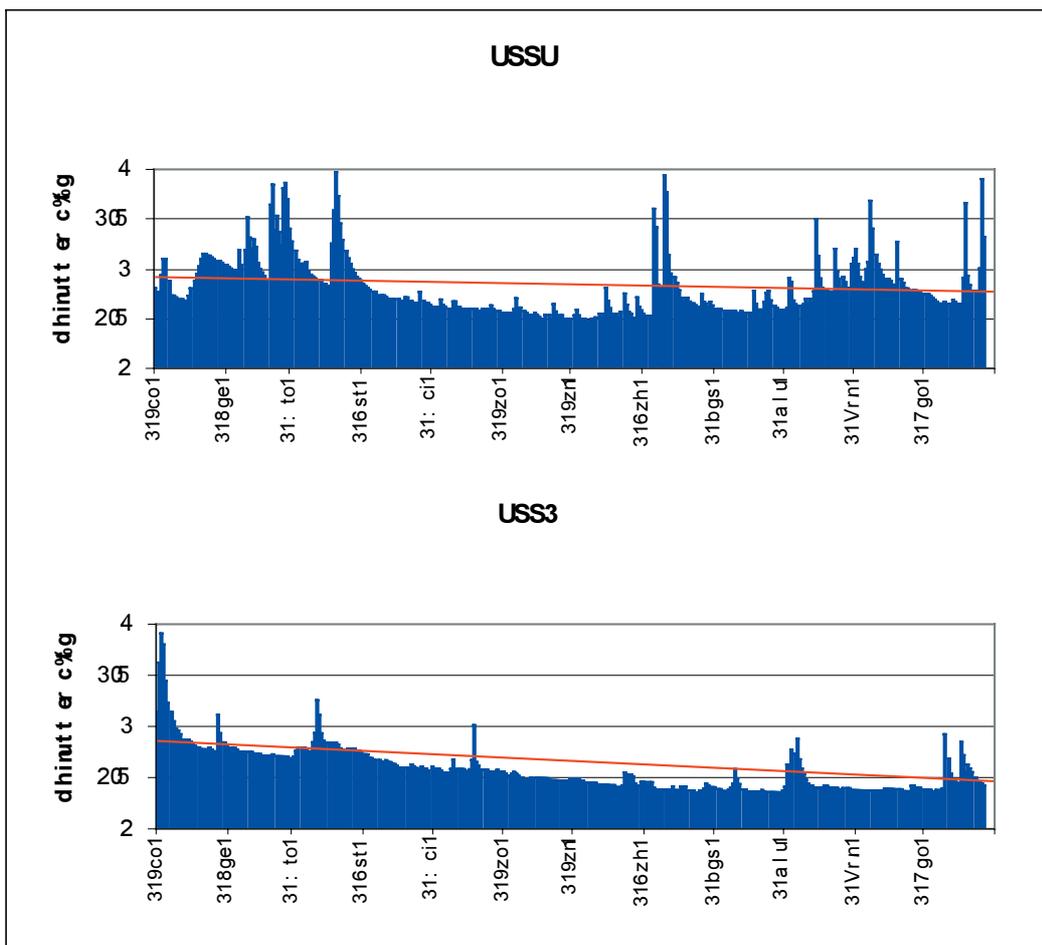


Abbildung 45: Tagesmittel der Abflüsse der M. Ohe (WWA Passau 2004)

5.3 Makrozoobenthos

Die höchsten Individuenzahlen und die meisten Taxa der anspruchsvollen Arten der Ephemeroptera (Eintagsfliegen) wurden in den frei fließenden Referenzstrecken festgestellt. Im Staubereich konnten hohe Individuenzahlen bei gleichzeitiger geringer Taxazahl anspruchsloser Dipteren (Zweiflügler) nachgewiesen werden. Nach dem Rückbau sind die Individuenzahl sowie die Anzahl der Taxa im ehemaligen Staubereich deutlich angestiegen.

5.4 Bewertung des fischökologischen Zustands Mitternacher Ohe

Der ökologische Zustand der Mitternacher Ohe im Untersuchungsgebiet wurde anhand der im Kapitel 4.5 festgelegten Kriterien zur Fischbiozönose bewertet. Sie ist relativ stark beeinträchtigt:

Tabelle 17: Bewertung des fischökologischen Zustands Mitternacher Ohe

(1) Typspezifische Arten (Fische, Muscheln, Krebse)		
Bewertung	3 unbefriedigend	viele typspezifische Arten fehlen (13 statt 21)
(2) Bestandsbildende Arten		
Bewertung	3 mäßig	viele sich selbst erhaltende Arten fehlen (4 statt 10)
(3) Ökologische Gilden		
Bewertung	3 mäßig	viele Gilden fehlen nur ein Mitteldistanzwanderer
(4) Biomasse und Dichte		
Bewertung	3 mäßig	wesentliche Veränderung
(5) Dominanzverhältnis		
Bewertung	3 mäßig	wesentliche Veränderung Typische Arten wie z.B. Nasen fehlen
Populationsaufbau		
Bewertung	3 mäßig	wesentliche Veränderung Große Alterklassen z.B. bei Bachforelle fehlen Äsche auf Besatz aufgebaut; nur Einzelfische bei den meisten Arten, juvenile Huchen fehlen

6 Diskussion

Die Mitternacher Ohe ist aus fischökologischer Sicht als ein sehr bedeutendes Fließgewässer einzustufen. Einer der wesentlichen Störfaktoren in diesem System ist der Bestand an Kleinkraftwerken. Das Projekt hatte zum Ziel, den Lebensraum der Mitternacher Ohe nachhaltig zu verbessern. In diesem Zusammenhang sollte am Beispiel der Zehrer Mühle untersucht werden, welche positiven ökologischen Effekte durch den Rückbau eines Kleinwasserkraftwerks ausgelöst werden können. Hierdurch kann auch der ökologische Schaden von Kleinwasserkraftwerken bewertet werden.

Der Rückbau wurde durch den Ankauf des Kleinwasserkraftwerks samt Wasserrecht aus Mitteln des Bayerischen Naturschutzfonds, der Fischereiabgabe, des Gewässerschutzfonds Niederbayern und Eigenmitteln des LFV Bayern ermöglicht. Das Projekt wurde im Zeitraum von 2002 bis 2005 mit Gesamtkosten (Ankauf Wasserrechts, div. Gutachten und Rückbau etc.) von über 300.000 € realisiert. Die einzelnen Bauabschnitte bestanden aus dem Abriss der Wehranlage, der Revitalisierung der Flusssohle, der Stilllegung des Werkskanals und damit der Rückführung des gesamten Abflusses in das alte Flussbett. Begleitend hierzu wurde im Rahmen eines Monitorings der Zustand des Gewässers vor dem Rückbau und die Entwicklung innerhalb eines Jahres ermittelt. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Erhebungen zusammenfassend bewertet:

6.1 Bewertung der Ergebnisse

BEWERTUNG DER FISCHÖKOLOGISCHEN FUNKTIONSFÄHIGKEIT

Ein wesentliches Problem bei der Erfassung der ökologischen Qualität eines Gewässers stellt zumeist das Fehlen bzw. lückenhafte Vorliegen historischer Daten dar. Die Erstellung fischökologischer Referenzen bzw. eines Leitbildes – als Maßstab einer Bewertung – ist deshalb häufig mit Unsicherheiten behaftet (*SCHMUTZ ET AL. 2000 & WOLTER ET AL. 2004*). Im vorliegenden Fall konnte allerdings auf ein vergleichsweise umfangreiches Archiv zurückgegriffen werden, das zumindest teilweise eine fundierte Bewertung ermöglicht. Um vor dem Hintergrund einzelner historischer Daten eine verlässliche

Aussage über den aktuellen Zustand des Gewässers treffen zu können, bedarf es eines wissenschaftlich fundierten Bewertungssystems. In Anlehnung an das von *SCHMUTZ ET AL. (2000)* etablierte System wurden daher die folgenden fünf Kriterien angesetzt (*HANFLAND ET AL., 2002*), die eine Aussage über die fischökologische Funktionsfähigkeit des Gewässers erlauben:

- Fischartenzahl
- Bestandsdichte (bzw. Biomasse)
- Bestandsbildende Arten und ökologische Gilden
- Bestandsdichte
- Dominanzverhältnisse und Populationsaufbau

Aus gewässerökologischer Sicht sind die aktuellen Belege einer Vielzahl an Steinkrebsen, Donauneunaugen, sowie eines bestandsbildenden Huchenbestands hoch zu bewerten. Dies darf jedoch nicht über die aktuelle, vergleichsweise geringe Artenzahl und/oder Dichte der Fisch- und Flussperlmuschelbestände im Untersuchungsabschnitt hinwegtäuschen. Noch im letzten Jahrhundert (1930 – 1975) waren Artenzahl und Bestandsdichte wesentlich größer als heute. Der Flussperlmuschelbestand an der Mitternacher Ohe ist heute – wie überall in Bayern – stark überaltert und extrem gering. Mit dem Aussterben dieser Art in der Mitternacher Ohe ist daher zu rechnen.

Für Fischartenzahl und Bestandsdichte liegen Berichte aus den 1960er Jahren über große Laichzüge von Nasen aus dem Einzugsgebiet in die Mitternacher Ohe sowie überlieferte Forderungen einer Reduzierung des übergroßen Aitelbestandes vor. Heute sind nur 11 der ehemals ca. 17 Fischarten und 3 der ursprünglich 4 Muschel- und Krebsarten im Untersuchungsgebiet nachweisbar. Die Nase ist dort ausgestorben und Aitel, Hasel, Schmerle sowie die Flussperlmuschel kommen allenfalls noch in einer vom Aussterben bedrohten Reliktpopulation vor. Vergleicht man die Bestände im Untersuchungsgebiet mit jenen aus dem Unterlauf des Gewässers sowie mit Artenlisten aus Referenzgewässern und Leitbildern vergleichbarer Gewässer, so sollte ein wesentliches höheres Artenspektrum vorliegen. Vor dem Hintergrund dieser Daten ist die geringe Fischartenzahl im o.g. Bewertungssystem in der Skala von 1

bis 5 mit der Bewertung 4 („unbefriedigend“) eingestuft. Alle weiteren, nachfolgend beschriebenen Kriterien wurden nach diesem System mit der „Note“ 3 („mäßig“) bewertet. So ist die Zahl der Bestandsbildenden Arten vergleichsweise gering. Die Äsche wurde aufgrund der Datenbasis als nicht bestandsbildend eingestuft. Es ist anzunehmen, dass ohne Besatz kein Äschenbestand in der Mitternacher Ohe mehr vorhanden wäre. Auch die Arten von denen nur Einzelfische nachgewiesen wurden, werden als nicht bestandsbildend gewertet. Bei den Ökologischen Gilden fehlen vor allem Vertreter der Mitteldistanzwanderfische wie z.B. Nase und Barbe. Beim Populationsaufbau ist z.B. auffällig, dass bei der Bachforelle kaum Individuen über dem Schonmaß nachgewiesen werden konnten. Die Bestandsdichte der dominierenden Bachforelle ist vergleichsweise gering. Da die Bachforelle die dominante Art in der Mitternacher Ohe ist, wurde der Bestand in kg/ha geschätzt. Auch wenn aus methodischen Gründen keine abgesicherte quantitative Bestandschätzung durchgeführt werden konnte und die Gewichte anhand der errechneten Korpulenzfaktoren ermittelt wurden, war eine grobe Abschätzung des Bachforellenbestands möglich. Der geschätzte Bachforellenbestand lag zwischen 50 und 75 kg/ha. Dieser Bestand ist im Vergleich mit dem Leitbild als gering einzustufen. Nach Aufzeichnungen des LFV wurden in den 60er Jahren der Ertrag des Gewässers mit 50 kg/ha und der Bestand mit 150 kg/ha angegeben (LFV 2004). Auch der Vergleich mit Angaben von GEIST (2005) der bei quantitativen Befischungen in der Kleinen Ohe 126 kg Bachforellen/ha und im Wolfetsrieder Bach über 300 kg Bachforellen/ha nachgewiesen hat, weist darauf hin, dass der Bachforellenbestand in der Mitternacher Ohe im Vergleich zum Leitbild relativ gering ist. Die Dominanzverhältnisse sind vor allem durch das Fehlen typischer Arten (z.B. Elritze & Nase) beeinträchtigt. Aus Aufzeichnungen des LFV aus den 60er Jahren geht z.B. hervor, dass damals u.a. die Arten Äsche, Gründling und Schmerle in der Mitternacher Ohe dominant waren. Der Besatz mit Äschen beeinflusst wahrscheinlich ebenfalls die Dominanzverhältnisse. Diese Feststellung darf jedoch nicht dahingehend falsch interpretiert werden, dass die Situation ohne Besatz besser wäre. Denn solange Wanderbarrieren die laterale Durchgängigkeit des Flusssystem bis zur Donau verhindern, können nur Besatzmaßnahmen zur Erhöhung der Artenvielfalt und zur Annäherung an eine natürliche Fischbiozönose beitragen. Dass hierbei die genetische Identität etwaiger Besatzfische beachtet werden muss, ist selbstverständlich und in der AVFiG geregelt.

UNTERSCHIEDE ZWISCHEN ANTHROPOGEN BESONDERS BEEINTRÄCHTIGTEN BEREICHEN UND REFERENZSTRECKEN

Vergleicht man die strukturellen Eigenschaften in der Ausleitungsstrecke mit jenen der Referenzstrecken, so treten deutliche Unterschiede in Tiefen- und Strömungsvariabilität zu Tage. Der Staubereich unmittelbar vor der Wehranlage und der Triebwerkskanal wiesen gegenüber Referenz- und Ausleitungsstrecken geringere Strömung, größere durchschnittliche Wassertiefen und geringe Variabilität beider Parameter auf. Feinsedimente wurden in deutlich höherer Schichtung vorgefunden.

Die Fauna der Makroinvertebraten ist in den Referenzstrecken sowohl bezüglich Individuenzahlen als auch den Taxa⁵ stärker repräsentiert. Vor dem Rückbau konnte bei der Ordnung der Zweiflügler im Staubereich eine sehr hohe Individuenzahl bei gleichzeitig geringer taxonomischer Gliederung beobachtet werden. Dies lässt auf eine Massenentwicklung einzelner anspruchsloser Arten schließen.

Die Fischarten Äsche, Aitel und Huchen wurden den Aufzeichnungen des Fischereiberechtigten zufolge oberhalb der Wehranlage in geringerer Zahl gefangen als unterhalb. Die Ergebnisse der Bestandsaufnahmen der Fachberatung für Fischerei zeigten oberhalb der Wehranlage bei Äsche, Bachforelle und Koppe deutlich geringere Abundanzen als unterhalb des Wehres. Huchen und Koppe konnten oberhalb des Wehres gar nicht nachgewiesen werden. Weil die untersuchten Flussabschnitte bereits die obere Verbreitungsgrenze für Aitel, Äsche und Huchen bilden, sind dort allerdings auch keine hohen Bestandsdichten zu erwarten.

Vor dem Rückbau wurden oberhalb des Wehres (Referenzstrecke oh) nur 3 Arten (Bachforelle, Mühlkoppe, Regenbogenforelle) nachgewiesen, in der Referenzstrecke unterhalb dagegen 5 Arten [Neunaugen, Fische und Krebse] (Donauneunauge, Äsche, Bachforelle, Mühlkoppe, und Steinkrebs). In der Ausleitungsstrecke wurden ebenfalls 5 Arten (Äsche, Bachforelle, Mühlkoppe, Regenbogenforelle und Rutte) dokumentiert.

Die Einheitsfänge (Individuenzahl oder Gewicht/100m) in den Ausleitungsstrecken, im Staubereich, und im Triebwerkskanal waren vor dem Rückbau niedriger als in den Referenzstrecken.

Im Vergleich zu anderen Fischarten ist die Beurteilung des Huchenbestands in allen Untersuchungsstrecken größeren Unsicherheiten unterworfen. So ist der Bestand nach HARSANYI (1982) und HAUER (2004) sehr gut, doch schlägt sich dies auf den ersten Blick weder in den Fangaufzeichnungen des Fischereiberechtigten

⁵ Gruppierungen der Makroinvertebraten (z.B. Klassen, Ordnungen, Familien, Arten etc.)

(KfV GRAFENAU 2004) noch in den Ergebnissen der Elektrofischungen nieder. Dieser Sachverhalt ist durch die bewusst extensive Befischung dieser Art – sowohl seitens der Angelfischer als auch bei den Elektrofischungen – erklärbar. Aufgrund ihrer Größe und ihres Territorialverhaltens verteilen sich Huchen im Gewässer inhomogen und sind schon allein deshalb bezgl. Ihrer Bestandsdichte proportional schlechter nachweisbar als andere Fischarten. Darüber hinaus birgt die Elektrofischerei auf Huchen in der Mitternacher Ohe wegen der geringen Leitfähigkeit des Gewässers und der besonderen Körpergröße dieser Art ein erhöhtes Verletzungsrisiko. Diesem Sachverhalt wurde durch schonende Befischung Rechnung getragen.

Aus den Daten geht der tatsächliche Huchenbestand also nicht hervor. Die Beobachtung des Laichgeschehens in der Mitternacher Ohe durch die Fachberatung zeigte aber, dass der Huchenbestand bezogen auf die Wasserfläche vergleichsweise sehr groß ist. Durch die Elektrofischungen im Juni 2005 konnte das Vorkommen von kapitalen Huchen im Untersuchungsgebiet belegt werden.



Abbildung 46: Elektrisch gefangener Huchen in der Mitternacher Ohe

Darüber hinaus konnten vom Verfasser vor dem Rückbau der Wehranlage (Herbst 2002) auf einem nur 200 m langen Abschnitt ca. 2 km unterhalb der Zehrer Mühle 5 Huchen mit einer Länge von ca. 90 cm bis 110 cm gesichtet werden. Nach Aussagen der Fischereifachberatung (HOCH 2004) stellte das Wehr *de facto* eine unnatürliche Verbreitungsgrenze des Huchens dar. Durch die Isolierung des Huchenbestands vom Unterlauf der Mitternacher Ohe bis hin zur Donau und der besonderen Biologie (Territorialität, geringe Individuenzahl, Mitteldistanzwanderer) ist anzunehmen, dass die genetische Variabilität des Bestandes in der Mitternacher Ohe abnimmt. In diesem Zusammenhang und der besonderen naturschutzfachlichen Bedeutung des bestandsbildenden Huchenbestands ist so schnell wie möglich die Zuwanderung aus der Donau wieder herzustellen.

VERÄNDERUNGEN NACH DEM RÜCKBAU

Die Auswertung zeigte sehr deutlich, dass in allen Untersuchungsbereichen eine Verbesserung des Substrates erreicht werden konnte. Der Rückbau trug unter anderem wesentlich zur Reduktion des Feinsedimentanteils im ehemaligen Staubereich bei. Für das dem Leitbild entsprechende Makrozoobenthos und die Fischarten bedeutet dies einen erheblichen Habitatgewinn.

So konnten selbst im ehemaligen Staubereich schon kurz nach dem Rückbau bei Makroinvertebraten eine deutlich gestiegene Individuen- und Artendichte festgestellt werden. Bei den Zweiflüglern war nach dem Rückbau eine deutliche Taxasteigerung in vielen Bereichen zu verzeichnen.

Vor dem Rückbau waren die Einheitsfänge in den durch das Kraftwerk direkt beeinträchtigten Strecken kleiner als in den Referenzstrecken. In den ehemaligen Ausleitungsstrecken haben sich Anzahl und Gewicht der Gesamteinheitsfänge von 2002 auf 2005 um den Faktor 1,2 bzw. 1,8 erhöht. Im Staubereich und in der Strecke nach der Einmündung des Triebwerkskanals ist der Einheitsfang in Anzahl/ 100 m um den Faktor 1,3 bis 3,3 gestiegen.

Vor dem Rückbau lagen die Bachforelleneinheitsfänge zwischen 11 kg/ ha (Ausleitungsstrecke) und 26 kg/ha (Referenzstrecken). Nach dem Rückbau sind sie mit 29,4 kg/ ha (Ausleitung) bis 47,0 kg/ha (Referenzstrecken) wesentlich höher ausgefallen.

Auch die Artenzahl stieg durch den Rückbau in den genannten Bereichen (Referenzstrecken und Ausleitungsstrecke) deutlich an. Nach dem Rückbau bis 2005 war die festgestellte Artenzahl (12) in den genannten Bereichen (Referenzstrecken und Ausleitungsstrecke) wesentlich höher als vor dem Rückbau. Dies entspricht einer Steigerung mit dem Faktor von 1,8 bis 2. In der „Referenzstrecke oberhalb“ wurden gegenüber der Zeit vor dem Rückbau zusätzlich die Arten Hecht, Huchen, Rotaugen, Rutte sowie Steinkrebs festgestellt. In der „Referenzstrecke unterhalb“ konnten bis 2005 zusätzlich die Arten Bachsaibling, Huchen und Schmerle gefangen werden. In der Ausleitungsstrecke wurden zusätzlich die Arten Aitel, Bachsaibling, Hasel, Flussbarsch, Huchen sowie Donauneunaugen und Steinkrebs nachgewiesen. Seit Frühjahr 2003 konnten oberhalb des ehemaligen Wehres erstmals wieder laichende Huchen beobachtet werden (BILLMEIER 2004). Im Juni 2005 wurde daraufhin eine erfolgreiche Huchenreproduktion oberhalb des Wehres und in den ehemals von der Wasserkraft besonders beeinträchtigten Bereichen (Staubereich und Ausleitungsstrecke) nachgewiesen. Dies ist als herausragender Erfolg des Projekts zu bewerten.

Es ist davon auszugehen, dass die Zunahme der Artenzahl in den untersuchten Bereichen wesentlich auf den Rückbau der Wehranlage zurückgeht. Dies lässt sich im Wesentlichen mit der verbesserten Durchgängigkeit im Untersuchungsgebiet und der besseren strukturellen Ausstattung erklären. Fische können nun vermehrt in das Untersuchungsgebiet zuwandern und finden dort bessere Lebensbedingungen vor.

FISCHWANDERUNGEN

Der Einsatz von Reusen und Hamen vor dem Zeitpunkt des Rückbaus erbrachte interessante Ergebnisse bezüglich der Fisch-Wanderaktivität. 85 % der abgewanderten Besatzforellen wurden bereits innerhalb von 24 Stunden nach dem Besatz in den Reusen bzw. im Hamen nachgewiesen. Die Wanderstrecken betragen bis zu 1 km.

Bei der hier untersuchten Abwärtswanderung bevorzugten die Fische den Triebwerkskanal gegenüber der Ausleitungsstrecke. Dies geht aller Voraussicht darauf zurück, dass die Wanderungen in die Ausleitungsstrecke über das Wehr mit einer Fallhöhe von über einem Meter erfolgen hätten müssen. Auch wenn sich Fische bei Abwärtswanderungen nicht prinzipiell durch Wehre mit hohen Fallhöhen abhalten lassen, versuchen sie jedoch diese zu umgehen. Eine stromaufwärts gerichtete Wanderung konnte nicht festgestellt werden.

TURBINENSCHÄDEN

Bei den Befischungen ein bis drei Jahre nach der Besatzmaßnahme konnte von den markierten besetzten Bachforellen kein Exemplar gefangen werden. Es ist davon auszugehen, dass diese Fische aus den Bereichen in denen sie besetzt wurden weitgehend verschwunden sind. Inwieweit sie Fraßdruck, oder Turbinenschäden zum Opfer fielen, oder sich im Unterlauf aufhalten, konnte nicht geklärt werden. Anhand des Zustands der im Hamen gefangenen Fische ist es jedoch offensichtlich, dass Turbinen einen wesentlichen Gefährdungsfaktor für Besatz- und Wildfische darstellen.

Obwohl die besetzten markierten Bachforellen bereits durchschnittlich knapp 16 cm lang waren und der Rechen vor der Kraftwerksanlage eine lichte Weite von 2 cm aufwies (stellenweise auf 3 cm Weite aufgebogen), hat dennoch eine erhebliche Anzahl von Fischen nachweislich die Triebwerksanlage durchwandert. Der vorhandene Rechen war folglich nicht geeignet, die Abwanderung von Jungfischen mit einer Körpergröße unter 20 cm zu unterbinden. Sämtliche markierten Besatzforellen im Hamen wiesen massive äußere und inne-

re Verletzungen auf, die eindeutig auf die Turbinen zurückzuführen sind. Die festgestellten Verletzungen gehen nach *HOLZNER (2004)* eindeutig auf den direkten Kontakt mit dem Laufrad und/ oder den Leitschaufeln zurück. Die Mortalitätsrate der markierten Besatzforellen liegt bei 98 %.

Die Auswertung der Längensklassen der gefangenen Fische zeigte, dass ca. 65 bis 70 % der Bachforellen sowie sämtliche Koppen kleiner als 19 cm waren. Es wurde nachgewiesen, dass Fische bis zu einer Länge von 19 cm vom Rechen nicht abgehalten wurden in die Turbinenanlage einzuwandern. Dies bedeutet, dass theoretisch nicht einmal 35 % der Fische in der Mitternacher Ohe durch den Rechen vor der Passage durch die Turbinen geschützt werden. Aufgrund der Größenselektivität der Fangmethode (kleine Fische werden schlechter erfasst als große), ist davon auszugehen, dass der Anteil der Fische die vor dem Eindringen in die Turbinen geschützt werden, tatsächlich noch deutlich geringer ist. Auch nach *KOLBINGER (2002)* können praktisch alle Altersklassen von Koppen und Bachforellen bis zu einer Größe von 20 cm Rechenanlagen mit einem Stababstand von 2 cm ungehindert passieren, und sind somit schutzlos den Turbinen ausgeliefert.

Aufgrund der Körperform kann auch das extrem seltene und naturschutzfachlich bedeutsame Donauneunauge (*Eudontomyzon danfordi*) keinesfalls durch einen vergleichbaren Rechen vor Turbinenschäden bewahrt werden. Diese Erkenntnis lässt sich auf anderen Kleinstwasserkraftanlagen an der Mitternacher Ohe oder in Gewässern mit vergleichbaren Fischbeständen übertragen.

ALTERNATIVEN ZUM RÜCKBAU

Es wird immer wieder die Frage gestellt, ob man mit dem Bau einer funktionstüchtigen Wanderhilfe an der Zehrer Mühle nicht die gleichen positiven Effekte erzielbar gewesen wären. Darauf ist aus Sicht des Fischschutzes wie folgt zu antworten:

Der Bau einer adäquaten Fischwanderhilfe, die auch für die Wanderungen adulter Huchen mit über einem Meter Körperlänge geeignet wäre, dürfte in etwa 150.000 € kosten. Man hätte sich also 80.000 € im Vergleich zu den 230.000 € Kosten für das Wasserrecht und den Rückbau der Wehranlage gespart.

Allerdings wären die durch den Rückbau erzielten positiven Effekte mit Sicherheit nicht in dieser Form erreicht worden.

Bei der im Bescheid festgesetzten Restwassermenge von 250 l/sec. hätten adulte Großsalmoniden nicht zum

Wehr wandern können, da im Mutterbett keine ausreichenden Tiefenverhältnisse für große Fische vorhanden waren. Eine Wanderhilfe im ehemaligen Wehrbereich hätte folglich nicht die Ansprüche (ganzjährige Wanderung aller Arten und Altersklassen) erfüllt, die an funktionsfähige Wanderhilfen heute gestellt werden.

Des Weiteren wären die positiven Effekte wie die Abnahme des Feinsedimentanteils, die Verbesserung des Fischbestands und des Makrozoobenthos und die strukturellen Verbesserungen nicht erzielt worden, da gerade diese Effekte auf die Aufwertung der früher besonders beeinträchtigten Abschnitte (Restwasserstrecke, Staubereich etc.) zurückzuführen sind.

Hinzu kommt, dass mit dem Bau einer Wanderhilfe keine schadlose Abwanderung ermöglicht würde. Fische würden weiterhin in den Turbinen verletzt.

6.2 Ökologische und ökonomische Bilanz von Kleinwasserkraftwerken

Fließgewässer funktionieren als Einheit. Die Vernetzung des Hauptflusses mit seinen Nebengewässern ist eine Voraussetzung stabiler Fischpopulationen. Die freie Verbindung mit Altwässern und der Flussaue ist notwendig für intakte Gewässersysteme. Durch Gewinnung elektrischer Energie aus Wasserkraft ist die natürliche Vernetzung heute leider meist nicht mehr gegeben.

Die gesamte aquatische Lebensgemeinschaft ist an die freie Durchwanderbarkeit der Gewässer angepasst. Unterschiedlich stark ausgeprägte Wanderungen und Ortswechsel zählen daher zu den grundsätzlichen Verhaltensweisen von Fischen und anderen Gewässerorganismen. Ein genetischer Austausch zwischen einzelnen Fischpopulationen einer Art kann in Gewässersystemen mit Querbauwerken nur begrenzt stattfinden. Während besonders bei Hochwasserereignissen eine flussabwärts gerichtete Wanderung bzw. Abdrift möglich ist, kann ein stromauf gerichteter Austausch nicht stattfinden. Dadurch bilden sich flussaufwärts zunehmend isolierte Populationen. Die Unterbindung der Zuwanderung aus angrenzenden Gebieten bedroht also langfristig die Bestände.

Nur durch die Aufhebung von Wanderbarrieren gibt es eine Chance, einmal verödete Gewässerabschnitte (z.B. aufgrund von Fischsterben) innerhalb kurzer Zeit wieder mit Fischen zu besiedeln. Durchwanderbarkeit ist darüber hinaus für den Ausgleich von lokalen Überpopula-

tionen wichtig, wie sie beispielsweise durch Verdriftung nach Hochwasserereignissen entstehen können.

Durch den Bau von Wasserkraftwerken wird der stoffliche und räumliche Gewässerverbund unterbrochen. Eine Vielzahl bereits bestehender Anlagen zerstückelt die Gewässer. Im Rahmen eines Projektes des LFV Bayern (KOLBINGER 2002) wurden in Niederbayern 29 Gewässer 1. und 2. Ordnung sowie rund 60 ausgewählte Gewässer 3. Ordnung hinsichtlich ihrer Durchgängigkeit kartiert. Die untersuchten Gewässer mit einer Gesamtlänge von über 1.100 km wiesen im Durchschnitt alle 1,2 km ein Querbauwerk auf. Insgesamt wurden in der besagten Studie über 1.000 Querbauwerke erfasst. Die Unterbrechung des Fließgewässerkontinuums ist also erwiesenermaßen auch in Niederbayern erheblich.

Der Vernetzungsgrad bayerischer Fließgewässer ist bereits heute auf ein ökologisch nicht mehr vertretbares Maß zusammengeschrumpft. Die Wiederherstellung und vor allem die Erhaltung der freien Durchwanderbarkeit von Fließgewässern ist daher eine zentrale Aufgabe für die Zukunft.

Die Nutzung der Wasserkraft setzt in der Regel einen Aufstau des Gewässers voraus. Die Lebensbedingungen im Wasser werden drastisch verändert. Vor allem die Herabsetzung der Strömungsgeschwindigkeit und der Verlust der Strömungsvielfalt verändern die Lebensgrundlagen. Die daraus folgenden Auswirkungen beschränken sich nicht allein auf chemische und physikalische Eigenschaften des Wassers, sondern betreffen die Gewässerdynamik und -struktur ebenso wie den gesamten Geschiebe- und Stoffhaushalt. Durch die Errichtung von Kanälen und Dämmen und den Hochwasserschutz der Kraftwerks- und Nebengebäude gehen wertvolle Strukturelemente des Fließgewässers verloren. Die Abkopplung der Flussaue bedingt einen schwerwiegenden Verlust typischer Auelebensräume sowie der Quervernetzung des Fließgewässersystems mit angrenzenden Altwässern und Seitenarmen.

Die Herabsetzung der Strömungsgeschwindigkeit im Oberwasser einer Stauanlage wirkt nachhaltig in das Ökosystem der Fließgewässer ein. Die damit einhergehende Geschieberückhaltung führt im Unterwasser in der Regel zu Eintiefungen und zu einem Verlust der Substratvielfalt. Für kieslaichende Fischarten zwingend notwendige funktionstüchtige Kieslaichplätze werden nicht mehr umgelagert und können ihre Funktion als Laichplatz nicht mehr erfüllen. Durch die Eintiefung der Gewässer entstehen an einmündenden Nebengewässern oft unüberwindbare Abstürze. Somit werden auch viele Seitenbäche als Laichareal unerreichbar.

Im Oberwasser der Stauhaltung führt eine verstärkte Sedimentation zu einer Vereinheitlichung des Gewässergrundes. Kiesschichten werden durch Sand und Schlamm überdeckt. Ein für Fließgewässer untypischer Lebensraum entsteht.

Neben den genannten Faktoren bewirken die gedämpfte Hochwasserdynamik und die Veränderungen im Abflussregime einen nahezu völligen Verlust der Dynamik der Fließgewässer. Ohne den steten Wandel der Strukturen, die Anlandung und den Abtrag von Uferzonen verlieren Fließgewässer einen Großteil ihrer ökologischen Funktionsfähigkeit.

Wehr- und Kraftwerksanlagen an Fließgewässern bilden in den meisten Fällen absolute Wanderbarrieren. Auch bei geöffneten Wehrschützen ist eine stromaufwärts gerichtete Wanderung aufgrund hoher Strömungsgeschwindigkeiten in der Regel stark behindert. An Wasserkraftanlagen mit Ausleitungsstrecken bilden oftmals auch die Restwasserstrecken Wanderungshindernisse. Bereiche mit zu geringer Wasserführung bzw. Wassertiefe herrschen in vielen Ausleitungsstrecken vor. Die freie Durchgängigkeit in stromabwärtiger Richtung ist an Wasserkraftanlagen ebenfalls nicht gegeben. Neben den aufgezeigten Veränderungen der Gewässervernetzung, der Gewässerchemie, der Struktur und Dynamik kommt es durch den Betrieb von Wasserkraftanlagen zu direkten Schädigungen der Fischbestände.

Vor allem im Bereich der Kraftwerksturbinen werden abwärts wandernde Fische geschädigt oder gar getötet. (HOLZNER 2000 & HOLZNER ET AL. 2004). Die tödliche Verletzungsrate der Fische erreicht je nach Wasserstand und Turbinentyp bis zu 100 %. Hierbei kommt vor allem das Problem der Kraftwerksketten zum Tragen. Eine einzige Wasserkraftanlage kann meist von einem Teil der abwandernden Fische unbeschadet passiert werden. Müssen jedoch mehrere Turbinen überwunden werden, ist ein Überleben nahezu unmöglich. Bislang ist keine wirklich zufrieden stellende Methode bekannt, um alle abwandernden Fischarten quantitativ von den Turbinen fernzuhalten und unbeschadet in das Unterwasser zu leiten.

Ein wesentlicher Aspekt bei der Beurteilung der Nachhaltigkeit von Kleinwasser-Kraftanlagen ist das Verhältnis zwischen ökologischem Schaden und wirtschaftlichem Nutzen. Die meisten Wasserkraftanlagen sind nur durch ständige Unterhaltungsarbeiten im und am Gewässer dauerhaft zu betreiben. Je nach Situation werden in regelmäßigen Abständen Stauraumspülungen bzw. Baggerungen im Bereich der Wasserkraftanlagen durchgeführt. Hierdurch können sowohl wertvolle Laichgebiete zerstört als auch Fische und Muscheln direkt

geschädigt werden. Die Wirkungen der Spülungen und Baggerungen reichen weit über das unmittelbare Umfeld der Wasserkraftanlage hinaus. Die nachweisbaren negativen Folgen führen zwangsläufig zu einer Reduzierung der Artenvielfalt in den Gewässern.

Nach übereinstimmender Expertenmeinung fällt gerade in naturnahen Gewässerstrecken das Verhältnis zwischen Energieausbeute und Gewässerzerstörung besonders ungünstig aus. Auch das kaum messbare CO₂-Einsparungspotenzial ist im Vergleich zu den gravierenden Auswirkungen unbedeutend. Durch den Ausbau und die Nutzung der letzten Wasserkraftpotenziale in Bayern werden die allerletzten noch vorhandenen Fließgewässer als Lebensraum unwiederbringlich zerstört, während der CO₂-Ausstoß dadurch nur marginal verringert werden könnte (UBA 2001). Die Folge wären ausgelöschte Bestände strömungsangepasster Fische und zerstörte Rückzugsgebiete seltener Pflanzen und Tiere.

Selbst aus rein volkswirtschaftlicher Sicht liegt angesichts der bereits zu 90 % genutzten Ressource Wasserkraft der Nutzen eines weiteren Ausbaus um ein Vielfaches hinter den verursachten Schäden an Natur und Umwelt. Nach einer Studie des Bundesumweltamtes müssten in Deutschland eintausend neue Kleinwasserkraftanlagen errichtet werden, um die verschwindend niedrige CO₂-Einsparung von 0,02% zu erreichen (UBA 2001). Das Bundesumweltamt spricht in diesem Zusammenhang von einem „erheblichen Zielkonflikt zwischen Klimaschutz auf der einen Seite und Gewässer- und Naturschutz auf der anderen Seite, zumal Klein- und Kleinstkraftwerken einen kaum messbaren Beitrag zur Reduzierung der CO₂-Emissionen leisten, aber wertvolle Gewässerlebensräume unwiederbringlich zerstören“ (UBA 2001).

Aus einer parlamentarischen Anfrage (Drucksache 14/7155 vom 3.04.2001) des Präsidenten des Fischereiverbandes Niederbayern, Dietmar Franzke (MdL. a. D.), geht hervor, dass allein in Bayern in den Jahren vor 2001 rund 120 Neubauvorhaben beantragt wurden. Hierbei lagen rund 60 % in ökologisch besonders wertvollen Gewässerstrecken. Dies zeigt, wie stark die letzten verbliebenen Rückzugsgebiete für bedrohte Tierarten in unseren Bächen und Flüssen von dieser Problematik betroffen sind.

Die Auswirkungen des Baus und des Betriebs von Wasserkraftanlagen sind für die aquatische Fauna in wesentlichen Punkten nicht kompensierbar. Aus Gründen des Fischartenschutzes und der Gewässerökologie ist in für den Artenschutz bedeutenden Standorten auf Wasserkraftnutzung zu verzichten.

6.3 Schlussfolgerung und Ausblick

Die im Monitoring des Projekts gewonnenen Ergebnisse zum Wehrrückbau an der Mitternacher Ohe sind eindeutig. Die Wiederherstellung der Durchgängigkeit an der Zehrer Mühle und die Vitalisierung ehemals von Wasserkraft beeinträchtigter Abschnitte brachte eine deutliche Verbesserung für die Gewässerfauna im Gewässersystem der Ohe mit sich.

Da sich bis heute zwischen dem Projektgebiet und der Mündung in die Donau (Unterlauf d. Mitternacher Ohe und Ilz) noch viele weitere Querverbauungen befinden, ist eine freie Anbindung an die Donau nach wie vor nicht gegeben. Vom Ziel der freien Durchgängigkeit vom Oberlauf bis in die Donau ist die Mitternacher Ohe also noch weit entfernt. Die vollständige Wiederherstellung der Längs- und Quervernetzung ist aber von der EU-Wasserrahmenrichtlinie vorgegeben, so dass sich hieraus nicht allein eine ökologisch-ethische Verpflichtung, sondern auch eine rechtliche ergibt. In diesem Sinne und der besonderen naturschutzfachlichen Bedeutung der Mitternacher Ohe muss es ein vorrangiges Ziel sein, die unbehinderte Vernetzung der Mitternacher Ohe mit den großen Fließgewässern wie Donau, Inn und Ilz wieder zu erreichen.

Der LFV Bayern sieht in der Förderung des Projekts durch den Bayerischen Naturschutzfonds, dessen Vorsitz im Bereich des StMUGV liegt, eine Anerkennung der negativen Auswirkungen der Wasserkraft auf Fließgewässer durch den Freistaat Bayern (STEIN 2001). Nachdem die Folgeuntersuchungen zum Projekt „Zehrer Mühle“ die negativen Einflüsse eines Kleinwasser-

kraftwerks eindeutig darlegen konnten, wird der wiederholt vorgetragenen Forderung des LFV Bayern, jeglichen Neubau von Wasserkraftwerken in naturnahen Gewässerabschnitten zu unterbinden, Nachdruck verliehen.

Von einer politischen Weichenstellung für den Naturschutz kann aber nicht gesprochen werden, solange einerseits der „Abriss“ eines Wasserkraftwerkes gefördert wird und auf der anderen Seite im Landesentwicklungsprogramm der Bayerischen Staatsregierung (BSTMUGV 2003) der Ausbau von Wasserkraft festgeschrieben steht ist. So werden derzeit Unternehmer z.B. durch subventionierte Strompreise (Abnahmegarantien) zum Bau von Kleinwasserkraftwerken geradezu aufgefordert (EEG 2004). Bei der Genehmigungs- und Förderpraxis von Kleinwasserkraftwerken wird die Überprüfung der rechtlichen Rahmenbedingungen und hier die Abwägung der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen von Behördenseite leider oft nicht mit dem Augenmaß durchgeführt, wie es aus Sicht des Gewässerökologen notwendig wäre.

Es ist wünschenswert, die ökologische Entwicklung am Rückbau Zehrer Mühle weiter zu verfolgen, um die positiven Effekte solcher Maßnahmen darzustellen. Ergebnisse des Projekts sollten bei der Genehmigung neuer Anträge zum Bau von Wasserkraftanlagen sowie bei der Neubewilligung auslaufender Anträge berücksichtigt werden. Allein der Befund, dass ein üblicher Kraftwerksrechen rein rechnerisch nicht einmal 1/3 der vorkommenden und zumeist gefährdeten Fische (Rote Liste Arten) vor dem Turbinentod retten kann, sollte aus Sicht des LFV Bayern Grund genug zur Ablehnung von Neuanträgen sein.

7 Zusammenfassung

Die Mitternacher Ohe ist naturschutzfachlich ein sehr bedeutendes Fließgewässer. Einer der wesentlichen Störfaktoren in diesem Gewässer ist jedoch der Bestand an Kleinkraftwerken. Am Beispiel eines typischen Kleinwasserkraftwerks (Zehrer Mühle) wurde untersucht, welche ökologischen Verbesserungen sich durch den Rückbau erzielen lassen. Da das Projekt Beispielscharakter hat, sollte die Vorgehensweise vom Ankauf bis zum Rückbau sowie die Ergebnisse des Monitorings bei der Verwirklichung vergleichbarer Projekte herangezogen werden.

Die Ziele des Projekts waren:

- ökologische Aufwertung des naturschutzfachlich äußerst bedeutenden Fließgewässers (durch Wiederherstellung der Durchgängigkeit im betreffenden Bereich & Revitalisierung der Restwasserstrecke und der Staubereiche)
- öffentlichkeitswirksame Darstellung der Problematik „Wasserkraftnutzung contra Fischarten- und Gewässerschutz“
- wissenschaftlich dokumentierte Erfolgskontrolle des Rückbaus einer Wasserkraftanlage

Der Rückbau hat folgende positiven Effekte für die Mitternacher Ohe:

- Zunahme der Artenvielfalt
- Zunahme der Biomasse
- Ausbreitung von Arten
- Umwandlung von Staubereich in Fließgewässerhabitat
- Verminderung der turbinenbedingten Fischschäden

Erhebungen vor dem Rückbau hatten zum Ergebnis, dass unbeeinträchtigte Streckenabschnitte hinsichtlich Tiefen- und Strömungsvarianz, Sedimentstruktur Makrozoobenthos und Einheitsfängen der Fische wesentlich besser abschnitten, als die durch den Kraftwerksbetrieb beeinflussten Bereiche (Werkkanal, Staubereich, Ausleitungsstrecke). Die Wirkung des Kraftwerks als Wanderbarriere konnte klar herausgearbeitet werden. Oberhalb des Wehres waren sowohl Bestandsdichte als auch Artenzahl geringer als im Unterwasser. Ein weiteres Ergebnis war, dass nicht einmal 35% der vorkommenden Fische durch die vorhandene Rechenanlage vor dem Turbinentod geschützt waren.

Erhebungen nach dem Rückbau belegen insbesondere folgende durchweg positive ökologische Veränderungen:

In den vormals beeinträchtigten Gewässerabschnitten (Staubereich, Ausleitungsstrecke) wurden Substrat- und Strömungsverhältnisse deutlich aufgewertet. Darüber hinaus verbesserte sich im näheren und weiteren Umfeld der ehemaligen Wehranlage der Fischbestand sowohl qualitativ als auch quantitativ. Insbesondere die Populationsstruktur und die Bestandsgröße der Bachforelle (Hauptfischart) verbesserten sich deutlich. Die Rote-Liste-Art Huchen konnte wieder neue geeignete Lebensräume oberhalb der ehemaligen Wehranlage erschließen. Erstmals konnte dort eine erfolgreiche Huchenreproduktion nachgewiesen werden.

Der Bau einer Fischwanderhilfe als Alternative zum Rückbau hätte keinesfalls die weitreichenden positiven Effekte erzielt, die durch das Projekt verwirklicht wurden. Eine Wanderhilfe im Wehrbereich wäre aufgrund der geringen, im Wasserrecht fixierten, Restwassermenge für große Fische nicht auffindbar gewesen. Gerade die Abnahme des Feinsedimentanteils, die strukturellen Verbesserungen und die ökologischen Fortschritte gehen auf die Aufwertung der früher besonders beeinträchtigten Abschnitte (Restwasserstrecke, Staubereich etc.) und die Verhinderung von Turbinenschäden an Fischen zurück.

Da sich bis heute zwischen dem Projektgebiet und der Mündung in die Donau (Unterlauf d. Mitternacher Ohe und Ilz) noch viele weitere Querverbauungen befinden, ist eine freie Anbindung an die Donau nach wie vor nicht gegeben. Vom Ziel der freien Durchgängigkeit vom Oberlauf bis in die Donau ist die Mitternacher Ohe also noch weit entfernt. Die vollständige Wiederherstellung der Längs- und Quervernetzung ist aber von der EU-Wasserrahmenrichtlinie vorgegeben, so dass sich hieraus nicht allein eine ökologisch-ethische Verpflichtung, sondern auch eine rechtliche ergibt. Zur Verbesserung der nach wie vor stark gestörten fischökologischen Funktionsfähigkeit der Mitternacher Ohe müssen weitere Schritte zur Gewässervernetzung unternommen werden. Will man z.B. erreichen, dass zukünftig alle potenziell natürlichen Arten wieder die Mitternacher Ohe besiedeln, müssen sämtliche vorhandenen Wanderbar-

rieren bis in die Donau wieder durchgängig gemacht werden. Dieses Ziel wird vom Landesfischereiverband und vom Fischereiverband Niederbayern mit Nachdruck verfolgt.

Aktuell steht der Ankauf eines weiteren Kraftwerks in der Mitternacher Ohe und dessen Rückbau kurz vor der Umsetzung.

Der LFV Bayern sieht in der Förderung solcher Projekte durch den Bayerischen Naturschutzfonds, dessen Vorsitz im Bereich des StMUGV liegt, dass der Freistaat Bayern die negativen Auswirkungen der Wasserkraft auf Fließgewässer anerkennt. Die Folgeuntersuchungen zum Projekt „Zehrer Mühle“ konnten die negativen Einflüsse eines Kleinwasserkraftwerks eindeutig darlegen. Der wiederholt vorgetragenen Forderung des LFV Bayern, jeglichen Neubau von Wasserkraftwerken in naturnahen Gewässerabschnitten zu unterbinden, wird durch die Ergebnisse des Projekts Nachdruck verliehen.

Von einer politischen Weichenstellung für den Naturschutz kann aber nicht gesprochen werden, solange einerseits der „Abriss“ eines Wasserkraftwerkes gefördert wird und auf der anderen Seite im Landesentwicklungsprogramm der Bayerischen Staatsregierung (*BSTMUGV 2003*) der Ausbau von Wasserkraft festgeschrieben steht. So werden Unternehmer derzeit durch hochpreisige Stromabnahmegarantien zum Bau von Kleinwas-

serkraftwerken geradezu aufgefordert (*EEG 2004*). Bei der Genehmigung von neuen Kleinwasserkraftwerken und der damit einhergehenden Überprüfung der rechtlichen Rahmenbedingungen und der Abwägung der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen, müssen die Ergebnisse der vorliegenden Studie maßgeblich berücksichtigt werden.

Es ist wünschenswert, die ökologische Entwicklung am Rückbau Zehrer Mühle weiterzuverfolgen, um die positiven Effekte solcher Maßnahmen darzustellen. Ergebnisse des Projekts sollten bei der Genehmigung neuer Anträge zum Bau von Wasserkraftanlagen sowie bei der Neubewilligung auslaufender Anträge berücksichtigt werden. Allein der Befund, dass ein üblicher Kraftwerksrechen rein rechnerisch nicht einmal 1/3 der vorkommenden und zumeist gefährdeten Fische (Rote Liste Arten) vor dem Turbinentod bewahren kann, sollte aus Sicht des LFV Bayern Grund genug zur Ablehnung von Neuanträgen sein.

Es gibt einen erheblichen Zielkonflikt zwischen Klimaschutz auf der einen Seite und Gewässer- und Naturschutz auf der anderen Seite. Da Klein- und Kleinstkraftwerken einen kaum messbaren Beitrag zur Reduzierung der CO₂-Reduktion leisten, aber wertvolle Gewässerlebensräume unwiederbringlich zerstören (*UBA 2001*), sollte auf ihren Ausbau und auf ihre Förderung durch den Staat verzichtet werden.

8 Verzeichnisse und Anhang

8.1 Literaturverzeichnis

ALTENDORFER. 2001: Gutachten über den Verkehrswert des Anwesens Zehrer Mühle/ Zehrerhof 2, 94513 Schönberg. Ergebnisse der Wertermittlung. Im Auftrag des LFV Bayern

BÄHR J. 2001: mdl. Mitteilung; Fischereiforschungsstelle Baden-Württemberg; Langenargen

BILLMEIER M. 2004: mdl. Mitteilung. Fischereiverein Freyung Grafenau.

BOHL E 2004: Untersuchungsprotokolle & mündliche Mitteilung, Landesamt für Wasserwirtschaft. München.

BORN O, MARGRAF C. & V. LINDEINER A. 1998: Fließgewässerschutz – Wasserkraftnutzung, Zielkonflikt in der Umweltpolitik? Berichte vom Symposium am 23. und 24. April 1998 im Deutschen Museum in München. Landesfischereiverband Bayern e.V., Bund Naturschutz in Bayern e.V. und Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V.

EEG 2004: Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich vom 21. Juli 2004. 1918 Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 40, ausgegeben zu Bonn am 31. Juli 2004

FFH 2003: Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 206 vom 21.07.1992, zuletzt geändert durch Verordnung (EG) Nr. 182/ 2003 des europäischen Parlaments und des Rates vom 29.09.2003, ABI Nr. L 284 vom 31.10.2003

GEIST J. 2005: Conservation Genetics and Ecology of European Freshwater Pearl Mussels (*Margaritifera margaritifera* L.). Dissertation TU München.

HANFLAND S. 2002: Erfolgskontrolle von praxisüblichen Besatzmaßnahmen mit Äschen (*Thymallus thymallus*) in ausgewählten südbayerischen Fließgewässern. Dissertation an der Technischen Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Tierhygiene, Arbeitsgruppe Fischbiologie. Weihenstephan

HARSANYI A. 1982: Der Huchen. Vorkommen, Aufzucht und sportlicher Fang. Paul Parey Verlag.

HAUER W. 2004: Faszination Huchen. Vorkommen-Fang – Anekdoten. Leopold Stocker Verlag. Wien

HOCH J. 2004: Ergebnisse Fischereibiologische Untersuchungen sowie weitere Informationen. Fachberatung für Fischerei, Bezirk Niederbayern.

HOLZNER M. 2000: Untersuchung über die Schädigung von Fischen bei der Passage des Mainkraftwerkes Dettelbach. Dissertation an der Technischen Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Tierhygiene, Arbeitsgruppe Fischbiologie. Weihenstephan

HOLZNER M, OSWALD T., SCHUBERT M., SCHÜTZENEDER T. 2004: Fischereibiologisches Monitoring zum Rückbau der Wehranlage „Zehrer Mühle“ an der Mitternacher Ohe. Endbericht April 2004. Technische Universität München – Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Tierhygiene, Arbeitsgruppe Fischbiologie im Auftrag des LFV Bayern

HOLZNER M. 2004: mdl. Mitteilung. Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Tierhygiene, Arbeitsgruppe Fischbiologie. Weihenstephan

KFV GRAFENAU 2004: Besatz, und Fangaufzeichnungen, interner Schriftwechsel und mündliche Mitteilungen. Kreisfischereiverein Grafenau e.V.

KOLBINGER A. 2002: Fischbiologische Kartierung der Durchgängigkeit niederbayerischer Fließgewässer. Schriftenreihe des LFV Bayern Heft 6. München

LAWA 2004: Abschließende Arbeiten zur Fließgewässertypisierung entsprechend den Anforderungen der EU-WRRRL – Teil II, Endbericht. Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. Umweltbüro Essen.

LFU 2004: Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz. Schriftenreihe Heft 166. Augsburg

LFV BAYERN 2004: Fangaufzeichnungen; Archiv Verwaltung Staatlicher Fischereirechte; Gewässerbegehung; Filmaufnahmen mit Bayerischem Rundfunk; Markierung

LFW 2004: Temperaturmessprotokolle. E.Bohl. Landesamt für Wasserwirtschaft. Institut für gewässerökologische Forschung in Wielenbach

LFW 2004: <http://www.hnd.bayern.de>

NMT 2000: North West Marine Technology Inc. Shaw Island; Washington USA; www.nmt-inc.com

REINARTZ R. 1997: Untersuchung zur Gefährdungssituation der Fischart Nase (*Chondrostoma nasus* L.) in bayerischen Gewässern. Dissertation an der Technischen Universität München, Technische Universität

München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Tierhygiene, Arbeitsgruppe Fischbiologie. Weihenstephan

SCHIEMER F. & WAIDBACHER H. 1992: Strategies for conserving Danube fish communities. River Conservation and Management; edited by P. J. Boon, P. Calow, G. E. Petts; John Wiley Ltd.; S. 363 – 382

SCHMUTZ S., KAUFMANN M., VOGEL B. & JUNGWIRTH M. 2000: Grundlagen zur Bewertung der fischökologischen Funktionsfähigkeit von Fließgewässern. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft; Wasserwirtschaftskataster; Wien; 210 S.

SCHNEIDER L. 2002: Beweissicherung Projekt Zehrer Mühle an der Mitternacher Ohe Markt Schönberg. Mai 2002 im Auftrag des LFV Bayern e.V.

SCHNELL J. 2005: Gewässerökologische Auswirkungen des Schwellbetriebs am Lech im Bereich des Naturschutzgebietes „Litzauer Schleife“. Projekt im Rahmen einer Diplomarbeit an der Humboldt Universität zu Berlin und der TU München AG Fischbiologie. Arten- und Gewässerschutzprojekt des LFV Bayern gefördert aus Mitteln der Fischereiabgabe. München

SCHUBERT M. 2004: Potenzielle Fischfauna der Äschenregion des LAWA – Typen 5; Literaturangaben zur Fischfauna des Teileinzugsgebietes Naab-Regen. Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei. Starnberg (unveröffentlicht)

SCHWOERBEL J. 1994: Methoden der Hydrobiologie/Süßwasserbiologie. Gustav-Fischer Verlag, Stuttgart

STEIN H. 2001: mündliche Mitteilung. Technische Universität München Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Tierhygiene, Arbeitsgruppe Fischbiologie, Lehrstuhl für Tierhygiene, Arbeitsgruppe Fischbiologie. Weihenstephan

UBA 2001: Wasserkraftanlagen als erneuerbare Energiequelle – rechtliche und ökologische Aspekte. Umweltbundesamt Texte 01-01.

UNB 2004: Untere Naturschutzbehörde Freyung Grafenau. Gebietsnummer 7145-301.06 Talsystem der Ilz. Mündliche Mitteilung

VDF 2000: Fischereiliche Untersuchungsmethoden in Fließgewässern. Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V.; Heft 13; Nürnberg

VDF 1995: Kleinwasserkraftanlagen und Gewässerökologie. Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V. Heft 9. Nürnberg

BAYERN.DE 2004: WWW.BAYERN.DE

WOLTER C, BISCHOFF A. FÜLLNER G., GAUMERT T. & WYSUJACK K (2004): Ein modellbasierter Ansatz zur Entwicklung fischfaunistischer Referenzen, dargestellt am Beispiel der Elbe. Fischer & Teichwirt 10/ 2004

WRRL 2000: Wasserrahmenrichtlinie. Richtlinie 2000/60/EG Des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Hilfsmaßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

WWA PASSAU 2000: Gewässerentwicklungsplan. Wasserwirtschaftsamt Passau

WWA PASSAU 2004: Abflusswerte, Pegel Eberhardreuth. Wasserwirtschaftsamt Passau

Bildnachweis:

Abb. 1: Landesamt für Umwelt

Abb. 2: Regierung von Niederbayern

Abb. 16: Holzner, Schubert TU München

Abb. 38: Holzner, Schubert TU München

Alle anderen Abbildungen: Autoren und LFV Bayern