



Internationale Kommission zum Schutz des Rheins  
Commission Internationale pour la Protection du Rhin  
Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

## **Auswirkungen von Wasserkraftanlagen in den Rheinzufüssen auf den Wanderfischabstieg**

**70. Plenarsitzung – 8./9. Juli 2004 - Bern**

## 1. Einführung

Die Koordinationsgruppe hat die AG Ökologie und ihre Fischexperten im Frühjahr 2002 beauftragt, einen Vermerk zu ökologischen Problemen in Zusammenhang mit Wasserkraftanlagen in den Rheinzufüssen und der Wanderfischwiedereinbürgerung auszuarbeiten.

Wasserkraftwerke wirken sich in vielfältiger Weise nachteilig auf die ökologische Funktion und Durchgängigkeit von Fließgewässern aus. Die ökologisch nachteiligen Effekte von Gewässerstauhaltungen im Zusammenhang mit Wasserkraftwerken wurden bereits detailliert im IKSR - Bericht Nr. 108 (1999) dargelegt (Kommissionsbeschluss zum Problembereich: „Nachteilige Effekte von Stauhaltungen und Wasserkraftwerken für die ökologische Funktion und Durchgängigkeit von Fließgewässern“). Die Beeinträchtigung der stromauf- und -abwärtigen Fischwanderung durch Stauhaltungen an Wasserkraftanlagen, die insbesondere zu einer Verzögerung der Wanderung führt, ist jedoch nur ein Aspekt der Schädwirkungen auf Fische. Zusätzlich erfahren abwandernde Fische bei der Turbinenpassage zum Teil erhebliche Verletzungen, die zu einer erheblichen Mortalitätsrate führen können. Diese Schädigungen treten bereits in den intensiv zur Wasserkraftgewinnung genutzten Rheinzufüssen auf und gefährden insbesondere den Erfolg der Wanderfischwiedereinbürgerung. In der vorliegenden Abhandlung wird die Schädwirkung von Wasserkraftanlagen in den Rheinzufüssen auf die Wanderfischwiedereinbürgerung dargestellt.

Seit vielen Jahren treiben die Mitgliedsstaaten der IKSR die ökologische Wiederherstellung der Wanderfischgewässer im Rheineinzugsgebiet mit erheblichem finanziellen und personellen Aufwand voran. Diese erfolgreichen Anstrengungen sind mit dem Programm Rhein 2020 und verschiedenen EU-Richtlinien eng verknüpft.

Derzeit wird Wasserkraft im Rheinsystem wie auch in anderen Flussgebieten intensiv für die Energiegewinnung genutzt. Im Hauptstrom, d.h. am Hoch- und Oberrhein liegen 11 bzw. 10 große Wasserkraftanlagen, im Rheindelta am Lek 2 Wasserkraftanlagen.

Eine unvollständige Zählung für das gesamte Rheinsystem ergab, dass dort insgesamt etwa 2000 Wasserkraftanlagen betrieben werden. Über 90% aller Wasserkraftanlagen liegen an Gewässeroberläufen und kleineren Nebenflüssen und liefern Leistungen jeweils unter 1 MW.

Untersuchungen in verschiedenen Gewässersystemen zeigen, dass zahlreiche Fischarten in bedeutenden Individuenzahlen und unterschiedlichen Altersstadien gewässerabwärts gerichtete Wanderungen durchführen. Fische wandern zum großen Teil auch dann gewässerabwärts, wenn die Wasserführungen unterhalb der Ausbaupkapazität vorhandener Wasserkraftanlagen liegen und somit nur eine Passage über die Turbinen möglich ist. Da sich Fische bei der Abwärtswanderung an der Hauptströmung orientieren, geraten sie mit dem Hauptwasserstrom in die Turbinen von Wasserkraftanlagen, falls dies nicht durch geeignete Schutz- und Abstiegsrichtungen verhindert wird.

## 2. Schädigungsarten beim Fischabstieg durch die Turbinen

Grundsätzlich entstehen **Fischschäden bei der Abwärtswanderung**:

- (1) bei der Durchwanderung von Entlastungsanlagen (mechanische Stöße, Aufprall beim Sturz über Wehre an Stauanlagen)
- (2) am Entnahmebauwerk durch Andruck gegen feste Einrichtungen (Rechen oder Einfluss der Reinigungsmaschine)
- (3) bei der Turbinenpassage:
  - a. direkte Verletzung durch die Turbine (Kontakt mit festen oder beweglichen Teilen, Schnittverletzungen durch hohe Geschwindigkeiten)
  - b. Schäden durch Druckschwankungen, insbesondere Kavitation (Entstehen von Gasblasen, die beim Implodieren Schäden der Schwimmblase und am Blutgefäßsystem verursachen können)
- (4) Sekundäreffekte (indirekte Mortalität in Verbindung mit Desorientierung, erhöhte Prädation im Turbinenunterwasser)

Die direkte Mortalität von Fischen durch Turbinenpassage hängt zum einen deutlich von der Fischart und -größe ab. Größere Fische sind wesentlich stärker betroffen. Zum anderen sind die technischen Parameter, wie etwa Stauhöhe, Turbinentyp, Turbinengröße, Drehgeschwindigkeit und Betriebsbedingungen (Öffnungsgrad u. a.) entscheidend für den Schädigungsgrad. Je nach Stauhöhe verursachen große, langsam drehende Turbinen allgemein deutlich geringere Schäden als kleine, schnell drehende Turbinen. Das Verhältnis des Turbinendurchflusses zum Abfluss im Gewässer hat eine maßgebliche Bedeutung für die Schädigung von Fischen am Kraftwerk.

In der Vielzahl der möglichen Kraftwerkssysteme liegen auch die unterschiedlichen Schädigungsraten begründet. Nach vorliegenden Studien, u.a. denen, auf die in der Literaturliste im Anhang verwiesen wird, ist von Mortalitäten zwischen 5 und mehr als 90% pro Turbinenpassage auszugehen.

Die Mortalitätsrate steht in engem Zusammenhang mit der Art der Turbine und der Größe der Fische. Bei Francisturbinen wurden beispielsweise für juvenile Salmoniden Mortalitätsraten von weniger als 5% bis über 90% und bei Kaplan-turbinen, die häufig bei geringen Fallhöhen verwendet werden, von 5% bis 20% ermittelt. Verschiedene Studien belegen für die Pelton-turbine eine Mortalität von 100%, die der Durchströmturbine (Ossberger-Turbine) ist laut Literatur ähnlich hoch.

Für andere Fischarten, wie etwa den Aal, liegen die Mortalitätsraten erheblich höher als für juvenile Salmoniden: für große Aale liegen sie häufig 4 bis 5mal höher.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht durchschnittlicher Mortalitätsraten, die bei detaillierten Untersuchungen im Unterwasser des vergleichsweise großen Wasserkraftwerks Dettelbach (Main, D) festgestellt wurden. Diese Anlage hat zwei senkrecht stehende Kaplan-turbinen mit einem Schluckvermögen von insgesamt 120 m<sup>3</sup>/s. Die Turbinen weisen Raddurchmesser von 3,5 m und eine Nenndrehzahl von 100 Umdrehungen pro Minute auf. Die Anlage arbeitet mit einer Fallhöhe von ca. 4,6 m.

Art	Mortalität in [%]
Brachsen	47
Güster	46
Giebel	45
Rotauge	35
Hasel	31
Aal	28
Flussbarsch	22
Ukelei	22
Zander	21
Karpfen	20
Kaulbarsch	17
Hecht	17
Bachforelle	15
Barbe	15
Rapfen	14
Regenbogenforelle	13
Schleie	11
Wels	6

Tabelle: Durchschnittliche Mortalitätsraten in den Turbinen der Wasserkraftanlage Dettelbach; ermittelt auf der Grundlage von Hamenfängen im Turbinenunterwasser (N=32.407). Angaben zu den Größenklassen der Fische sowie zu den subletalen Verletzungen und eine Verletzungsklassifizierung können der Originalarbeit (HOLZNER 1999) entnommen werden.

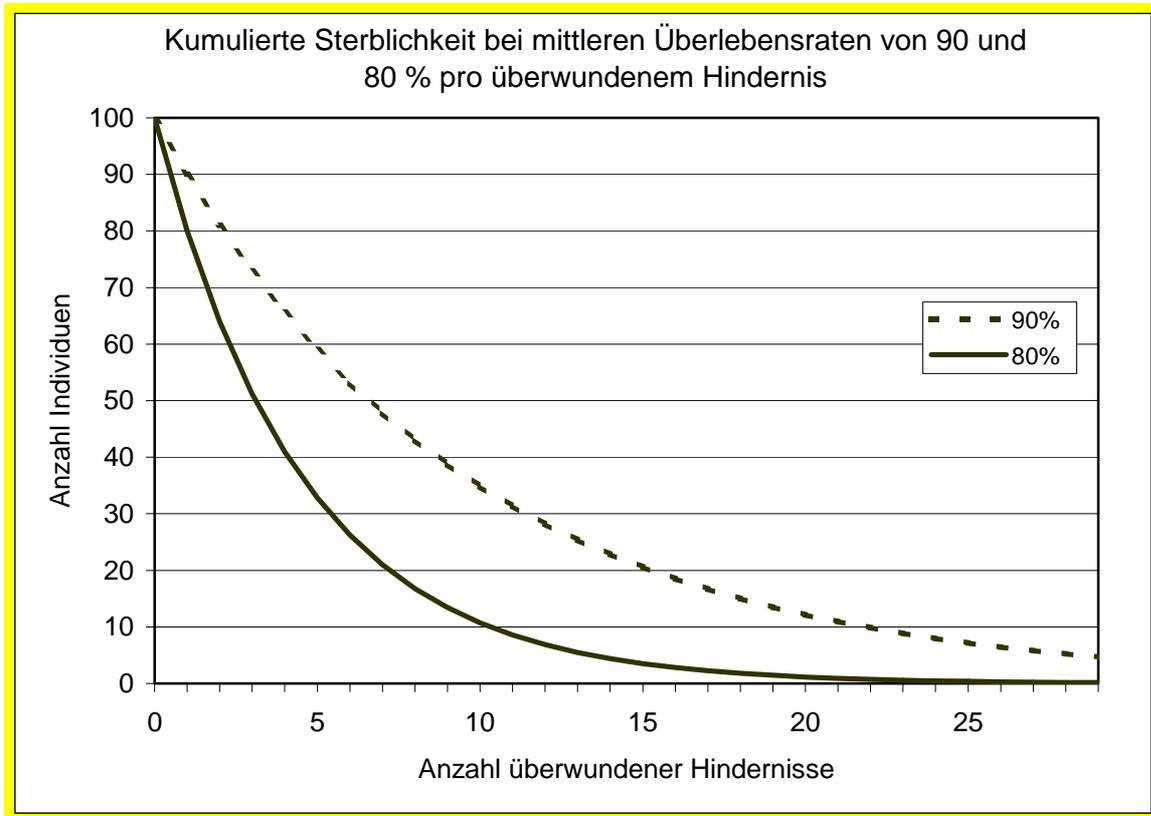
### 3. Kumulierte Schädigung

Turbinenbedingte Schädigungen abwandernder Fische können, insbesondere bei Wanderfischarten, die Populationen in ihrem Bestand gefährden. Die Summe der Mortalitäten an aufeinander folgenden Wasserkraftstandorten kann innerhalb von Gewässersystemen dazu führen, dass die Mehrzahl der abwandernden Tiere durch Turbinen getötet oder verletzt wird. Dieser Aspekt ist insbesondere dann sehr wichtig, wenn bei der Wanderfischwiedereinbürgerung auf funktionsfähige Laichplätze und Jungfischlebensräume flussaufwärts von Wasserkraftanlagen nicht verzichtet werden kann (wie z. B. beim Lachs) oder wenn (wie beim Aal) eine vorhandene Wanderfischpopulation, die in ihrem Bestand gefährdet ist, dort bedeutende Lebensräume hat.

In den Flusssystemen üben die weiter flussabwärts liegenden Wasserkraftwerke einen besonders hohen Einfluss auf die Bestandsstärke betroffener Arten aus, da die gesamte abwandernde Population aus dem oberhalb eines Kraftwerks liegenden Abschnitt dieses passieren muss.

Die Abfolge von Wasserkraftwerken auf einer Flussstrecke kann aufgrund des kumulierenden Effekts zu einer massiven Vernichtung der absteigenden Populationen führen.

Die kumulierte Sterblichkeitsrate eines stromabwärts wandernden Jahrgangs wird je nach der Anzahl zu überwindender Anlagen und der mittleren Überlebensrate bei der Überwindung jedes Hindernisses nachstehend dargestellt:



In den hier beispielhaft genannten Rhein-Nebenflüssen besteht die folgende Situation:  
Sieg: 6 Wasserkraftanlagen, die bei der Abwärtswanderung der Junglachse Schädigungen verursachen können.

Mosel: Insgesamt 22 Wasserkraftanlagen, davon 10 in Deutschland, 2 in Luxemburg und 10 in Frankreich. Bis zu den Mündungen der wichtigsten Nebenflüsse wie Kyll (D) und Sauer (L/D) gibt es 9 bzw. 10 Wasserkraftanlagen.

Lahn: Sehr intensiv aufgestaut, mehr als 10 Wasserkraftanlagen bis hinauf zu den wichtigsten Lachsflüssen Dill (D) und Weil (D).

Main: Insgesamt 34 Wasserkraftanlagen, davon 6 in Hessen und 28 in Bayern. Bis zum ersten bedeutenden Nebenfluss, der Kinzig (D), gibt es 6 Wasserkraftanlagen.

Neckar: Insgesamt über 20 Wasserkraftanlagen. Die für den Lachs geeigneten Nebenflüsse münden erst oberhalb von (mehr als) 10 Wasserkraftanlagen in den Neckar (D).

Murg: 17 Wasserkraftanlagen bis Forbach (prioritärer Wiederansiedlungsabschnitt), die bei der Abwärtswanderung der Junglachse Schädigungen verursachen können

Alb: 6 Wasserkraftanlagen, die bei der Abwärtswanderung der Junglachse Schädigungen verursachen können.

Rench: Im mittelfristig vorgesehenen Lachswiederansiedlungsgebiet unterhalb der Lierbachmündung sind 16 Wasserkraftanlagen installiert; im oberhalb anschließenden, strukturell für Wanderfische geeigneten Gewässerlauf bis Bad Peterstal werden weitere 6 Anlagen betrieben.

Ill und Zuflüsse im Elsass: In der unteren Ill werden gegenwärtig 5 Wasserkraftanlagen betrieben. In den wichtigsten Zuflüssen für Salmoniden gibt es in der Bruche 4 Wasserkraftanlagen und weniger als 10 in der Fecht. Für diese Fließgewässer besteht die Verpflichtung, die freie Durchwanderung für Wanderfische zu erreichen.

Kinzig: Im Lachswiederansiedlungsgebiet unterhalb der Mündung der Kleinen Kinzig werden gegenwärtig 16 Kleinwasserkraftanlagen betrieben; weitere Anlagen sind in den Kinzigzuflüssen Erlenbach/Harmersbach, Gutach und Wolfach vorhanden.

Stellt man die Zahl der Wasserkraftwerke pro Gewässer den obigen Kurven gegenüber, wird der Ernst der heutigen Lage deutlich sichtbar. In diesen Fließgewässern ist der Erfolg einer Wanderfischwiederansiedlung z. T. deutlich gefährdet. Zusätzlich kann dort auch das Überleben lokaler Fischpopulationen, deren Reproduktionsgebiete von den Habitaten in anderen Lebensphasen getrennt sind, beeinträchtigt werden.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, 1) die Schäden in Verbindung mit den existierenden Anlagen auf ein für die einzelnen Populationen vertretbares Maß zu begrenzen und 2) eine zusätzliche Gefährdung durch neue Wasserkraftanlagen auf diesen Strecken zu vermeiden.

#### **4. Einige Mittel zur Prävention und Reduzierung der Schädigung sollten parallel eingesetzt werden:**

- Unbedingte Erhaltung der noch frei fließenden Streckenabschnitte Keine Errichtung zusätzlicher Wasserkraftanlagen insbesondere an für die Wanderfischwiederansiedlung Erfolg versprechenden Flüssen und an Flüssen, an denen die Lage kritisch ist, bis Lösungen gefunden wurden, die Fischschädigungen weitestgehend vermeiden
- Einbau von Fischschutz- und Abstiegsanlagen mit Überprüfung ihrer biologischen und technischen Funktionstüchtigkeit unter Betriebsbedingungen
- Verpflichtung der Wasserkraftanlagenbetreiber, Fischmortalität und Fischverletzungen zu vermeiden, ermöglicht entsprechende Auflagen bei neuen Wasserkraftanlagen und bestehenden Anlagen, Prüfung der Entfernung von Wasserkraftanlagen an besonders ungünstigen Standorten
- Hohe Priorität für die weitere Verbesserung und Entwicklung von Methoden zur Vermeidung bzw. Begrenzung der turbinenbedingten Mortalität (Entwicklung „fischfreundlicher“ Turbinen, Beobachtung des Wanderverhaltens der Fische, Leiteinrichtungen, Fisch-Abstiegsanlagen sowie Unterbrechung des Turbinenbetriebs in Abwanderungszeiten).
- Überprüfung der ökologischen Verträglichkeit geplanter oder bestehender Wasserkraftanlagen unter Betrachtung des gesamten Gewässersystems. Zu häufig handelt es sich bei der Genehmigung von Kleinkraftwerken in kleineren Fließgewässern um Einzelfallentscheidungen ohne Berücksichtigung der Gesamtsituation im Gewässersystem. Gerade in den kleineren Zuflüssen liegen jedoch die Fortpflanzungsgebiete z.B. von Lachs und Meerforelle.
- Beurteilung von Neu- oder Ausbau von Wasserkraftstandorten unter Berücksichtigung der gewässerökologischen Investitionen und Maßnahmen einschließlich der laufenden Wanderfischprogramme der Staaten, um gegenläufige Investitionen öffentlicher Mittel (Förderung sog. „grüner Energie“ an problematischen Standorten) auszuschließen.
- Mit Blick auf die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie ggf. Einführung von Kosten-Nutzen-Analysen für Wasserkraftanlagen

Es bestehen bereits Vorschriften und Techniken, um Schäden in Verbindung mit Wasserkraftwerken zu verhindern oder zu mindern. Sie müssen zunächst umgesetzt werden, aber auch mittels Forschung fortentwickelt werden.

## 5. Fazit

Bei der Abwärtswanderung von Fischen durch die Turbinen von Wasserkraftanlagen entstehen Schäden, die von Fischart und Fischgröße sowie von technischen Parametern der Anlage abhängen. In den Wanderwegen addieren sich die Schadeffekte bei hintereinander liegenden Anlagen.

Die heutige Anzahl von Wasserkraftanlagen in den Rhein Nebenflüssen stellt eine tatsächliche und unmittelbare Gefahr für die Wanderfischpopulationen dar.

Es ist unbedingt erforderlich, die Gesamtmortalität in diesen Gewässern nachweislich auf ein vertretbares Maß für die einzelnen Fischpopulationen zu begrenzen.

So lange dieses vertretbare Maß nicht erreicht ist, wird folgende Richtung vorgegeben:

- 1) Zurückhaltung bei Installation zusätzlicher (Klein)Wasserkraftanlagen
- 2) Einrichtung von technischen Schutzeinrichtungen und Abstiegshilfen an den existierenden Wasserkraftanlagen
- 3) Einbeziehung des Rückbaus besonders schädlicher Wasserkraftanlagen.

**Verwendete Literatur:**

I.

Larinier, M., Dartiguelongue, J. (1989): La circulation des poissons migrateurs: Le transit à travers les turbines des installations hydroélectriques, Bull. Fr. Pêche Piscic. 312-313, 94 S.

II.

Dönni, W., Maier, K.-J., Vincintini, H. (2001): Bestandsentwicklung des Aals im Hochrhein. BUWAL, Mitteilungen zur Fischerei, Nr 69.

III.

Bulletin Francais de la Pêche et de la Pisciculture (1999): Restauration et aménagement des cours d'eau à migrateurs amphihalins, 353-354, Suppl., 303 S.

IV.

Larinier, M., Travade, F., Porcher, J.P. (2002): Fishways: biological basis design criteria and monitoring. Bull.Fr.Pêche Piscic. 364, Suppl., 208 S.

V.

Bunge, T., Dirbach, D., Frtiz, K., Lell,,O., Rechenberg, B., Rechenberg, J., Schmitz, E., Schwermer, S., Steinhauer, M., Steidte, C., Voigt, T. (2001): Wasserkraftanlagen als erneuerbare Energiequelle – rechtliche und ökologische Aspekte. UBA Texte 01/01, [www.umweltbundesamt/down-d/text0101](http://www.umweltbundesamt/down-d/text0101), pdf

VI

Holzner, M. (1999): Vermeidung von Fischschäden im Kraftwerksbereich. [www.wzw.tum.de/zpf/fisch/holzner.html](http://www.wzw.tum.de/zpf/fisch/holzner.html)

VII

Schwevers, U. (2002): Erfolgskontrolle von Besatzmaßnahmen mit Lachsen, II. Phase, 2. Zwischenbericht, Institut für angewandte Ökologie.

VIII

Wanderfischprogramm Nordrhein-Westfalen. Statusbericht zur ersten Programmphase 1998 bis 2002. NWR (MUNLV 2001).

IX

ATV-DVWK-M 501. Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen, 2002

X

EPRI, 1992. Fish Entrainment and Turbine Mortality Review and Guidelines. Electric Power Research Institute, TR-101231, September 1992.