

**Turbinenbedingte Schädigung des Aals (*Anguilla anguilla*)**

Schädigungsraten an europäischen Wasserkraftanlagenstandorten und Möglichkeiten der Prognose

Autor: Guntram Ebel

Herausgeber: Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel (BGF)

bibliographische Informationen: Format 30 x 21 cm, 176 Seiten (durchgängig farbig), 41 Zeichnungen und Fotos, 60 Diagramme und Schemata, 57 Tabellen, 167 Literaturhinweise, Abstract und Kurzfassung ISBN: 978-3-00-025445-1

Bezug: Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel (BGF)  
Saalwerderstraße 10  
D-06118 Halle (Saale)  
Telefon / Telefax: (0345) 52 38 876  
E-mail: info@bgf-halle.de  
Internet: <http://www.bgf-halle.de>

Preis: 57,00 EUR (Selbstkostenpreis, einschließlich Mehrwertsteuer)



**Bestellcoupon**

Ich bestelle hiermit \_\_\_\_\_ Exemplar(e) "Turbinenbedingte Schädigung des Aals (*Anguilla anguilla*)" zum Preis von je 57,00 EUR.

Name, Institution \_\_\_\_\_

Straße, Nr. \_\_\_\_\_

Postleitzahl, Ort \_\_\_\_\_

Unterschrift \_\_\_\_\_

**Inhaltsangabe**

Die Mortalität durch Wasserkraftanlagen gilt als eine wesentliche Ursache für die akute Gefährdung des Europäischen Aals (*Anguilla anguilla*). Dieser unterliegt aufgrund seiner Körperproportionen einem vergleichsweise hohen Verletzungsrisiko bei der Passage von Turbinenanlagen. In mehrfach gestauten Gewässern mit Wasserkraftnutzung wird die turbinenbedingte Mortalität zudem durch kumulative Effekte exponentiell verschärft. Aufgrund der deutlichen Bestandsrückgänge wurde durch die Europäische Union die "Verordnung mit Maßnahmen zur Wiederauffüllung des Bestands des Europäischen Aals" (VO-Nr. 1100/2007) erlassen, nach der zu gewährleisten ist, dass mindestens 40 % der für das betreffende Einzugsgebiet maßgebenden Blankaalbiomasse das offene Meer erreicht. Die Umsetzung dieser Zielstellung erfordert eine Quantifizierung der bei der katadromen Laichwanderung auftretenden Verluste, wobei der turbinenbedingten Mortalität eine zentrale Bedeutung zukommt.

Ausgehend hiervon verfolgt die vorliegende Arbeit das Ziel, den gegenwärtig nur lückenhaften Kenntnisstand zur Prognose von turbinenbedingten Aalverlusten zu verbessern. Zu diesem Zweck erfolgt einerseits eine Aufarbeitung der verfügbaren Feldstudien zu turbinenbedingten Aalschäden, die insgesamt 34 europäische Wasserkraftanlagen-

---

standorte bzw. 71 Versuchsanordnungen betreffen. Andererseits werden die in der Vergangenheit erarbeiteten, bislang jedoch kaum validierten Prognosemodelle auf die o.g. Wasserkraftanlagenstandorte angewendet und hinsichtlich der jeweiligen Übereinstimmung von berechneten und beobachteten Schädigungen miteinander verglichen. Auf der Grundlage der vorliegenden Feldstudien erfolgt darüber hinaus eine Analyse von Beziehungen zwischen beobachteten Schädigungsraten und standörtlichen, technischen, betriebsbedingten und biologischen Faktoren. Anhand der hierbei aufgefundenen Korrelationen wird ein neues Modell für die Prognose von turbinenbedingten Aalschäden entwickelt. Die vorgenommenen Modellprüfungen bilden die Grundlage für die Ableitung von Empfehlungen zur künftigen Prognose von turbinenbedingten Aalschäden.

Im Kapitel 1 der vorliegenden Arbeit sind die aus ingenieurbio-logischer Sicht bedeutsamen Grundlagen für die Bearbeitung des Themengebietes zusammenfassend dargestellt. Besondere Berücksichtigung finden hierbei die Geschwindigkeitsvektoren am Laufradeintritt von Turbinen, da diese als Eingangsdaten verschiedener Prognosemodelle fungieren.

Über die bislang erarbeiteten Prognosemodelle informiert Kapitel 2, wobei neben den jeweiligen Modellgleichungen auch die Methoden der Modellentwicklung und die bisherigen Ansätze der Modellvalidierung besprochen werden. Insgesamt erfolgt eine Diskussion von 9 verschiedenen Prognosemodellen.

Da eine zusammenfassende Darstellung der verschiedenen standörtlichen Untersuchungen zur turbinenbedingten Aalschädigung bislang nicht vorliegt, werden im Kapitel 3 die diesbezüglich verfügbaren Ergebnisse aufgearbeitet und hinsichtlich verschiedener Kriterien systematisiert. Dabei finden neben veröffentlichten Studien soweit als möglich auch unpublizierte Quellen Berücksichtigung. Einen weiteren Bestandteil der Literaturlaufarbeitung bilden die technischen und betriebsbedingten Eigenschaften der untersuchten Turbinen sowie die Methoden der Datenaufnahme und Datenauswertung. Ausführliche Informationen zu den Ergebnissen der Literaturlaufarbeitung enthalten die Anhänge A (Standorte mit Kaplan-Turbinen) und B (Standorte mit Francis-Turbinen).

Gegenstand des 4. Kapitels ist die Analyse von Beziehungen zwischen den nachgewiesenen Schädigungsraten und den potentiellen Einflussgrößen Fallhöhe, Drehzahl, Laufraddurchmesser, Schaufelabstand, Umfangsgeschwindigkeit, Turbinendurchfluss bzw. Turbinenbeaufschlagung, Körperlänge. Anhand dieser Ergebnisse erfolgt durch multiple Regression die Entwicklung eines neuen Prognosemodells ( $R = 0,94$ ,  $R^2 = 0,88$ ,  $\text{korr. } R^2 = 0,85$ ,  $p < 0,00001$ ).

Im Kapitel 5 wird sowohl für die vorhandenen Modelle als auch für das im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelte Modell die Übereinstimmung von berechneten und im Freiland nachgewiesenen Schädigungsraten untersucht. Auf der Grundlage dieser Befunde werden jene Modelle identifiziert, die nach derzeitigem Kenntnisstand für die Prognose von turbinenbedingten Aalschädigungen geeignet sind. Die praktischen Anwendungsfelder dieser Modelle lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Ermittlung von Mortalitäts- bzw. Überlebensraten in Gewässersystemen mit Wasserkraftnutzung zur Erfüllung von Anforderungen der EU-Aalverordnung (s.o.)
- Beurteilung der biologischen Auswirkungen neuer Wasserkraftanlagen bereits in der Planungsphase
- Beurteilung der biologischen Auswirkungen bestehender Wasserkraftanlagen und Identifizierung von Anlagen, an denen aufgrund des hohen Schadenspotentials die Umsetzung von Schutzmaßnahmen besonders dringlich ist
- Bereitstellung von Grundlagen zur Festlegung von Zielgrößen für die Effizienz von Fischabstiegsanlagen und sonstigen Schutzmaßnahmen
- Bereitstellung von Grundlagen für die Entwicklung fischschonender Turbinen

Im Kapitel 6 werden wesentliche Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zusammenfassend dargestellt und praktische Fragen der Modellanwendung besprochen. Letztere betreffen sowohl die Bilanzierung der Überlebensrate am betreffenden Wasserkraftanlagenstandort als auch die Bilanzierung der Überlebensrate im gesamten Gewässersystem. Darüber hinaus vermittelt Kapitel 6 einen Überblick über Maßnahmen zur Verminderung turbinenbedingter Aalschäden, wobei folgende Themenkomplexe behandelt werden: Fischleit- und Fischabstiegssysteme, fischschonende Turbinen, fischschonender Anlagenbetrieb, Fang und Transport.

---

## In der Schriftenreihe erschienene Titel

Ebel, G. (2000): Habitatansprüche und Verhaltensmuster der Äsche *Thymallus thymallus* (LINNAEUS, 1758) – Ökologische Grundlagen für den Schutz einer gefährdeten Fischart. 64 S., Halle (Saale).

Ebel, G. (2002): Untersuchungen zur Stabilisierung von Barbenpopulationen – dargestellt am Beispiel eines mitteldeutschen Fließgewässers. 152 S., Halle (Saale).

---