

Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum	8	271 – 285	Wien 1994
--	---	-----------	-----------

Auswirkungen der Schifffahrt auf die Fischfauna großer Fließgewässer

G. ZAUNER, F. SCHIEMER

Zusammenfassung

Wasserwirtschaftliche Maßnahmen, die unter anderem zur Sicherung und Verbesserung der Schifffahrt in der Donau gesetzt wurden, bewirkten seit langem Veränderungen der aquatischen Lebensräume.

Gravierende Eingriffe begannen allerdings erst in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts mit der großen Donauregulierung. Sie führte zu einer Verringerung der Vielfalt aquatischer Lebensräume vor allem im Flußuferbereich und zu starken Verlandungstendenzen in den Augewässern.

Ab 1950 wurden durch die Errichtung der Kraftwerkskette ökologische Rahmenbedingungen geschaffen, welche für die Fischfauna, vor allem für die ökologische Gruppe der Flußfische, kaum adäquate Lebensvoraussetzungen bieten. In den Stauräumen löste eine Vergesellschaftung euröker Arten die ehemals rheophile Fauna ab.

Neben den langfristigen Veränderungen stellen auch laufende Maßnahmen, die zur Sicherung der Schifffahrt erforderlich sind, einen nachhaltigen Eingriff dar. Baggerarbeiten in Stauhaltungen und Fließstrecken wirken sich negativ auf sohlbewohnende Organismen aus (und sind, soweit sie die freie Fließstrecke betreffen, wesentlich für die Eintiefungstendenz des Flusses verantwortlich).

Aus dem Schifffahrtsbetrieb selbst resultieren Schadstoffemissionen und eine mechanische Belastung der Sohle und der Uferzonen durch Sog und Schwallenwirkungen.

Verbesserungen der derzeitigen Uferstrukturierung sowie des Vernetzungsgrades von Fluß und Augewässern, sind erforderlich, um einen vermehrten Schiffsverkehr zumindest teilweise zu kompensieren.

In der Folge wird am Beispiel der österreichischen Donau, die ökologische Problematik, die sich durch die Rahmenbedingungen einer intensivierten Schifffahrt an großen Fließgewässern ergibt, aufgezeigt. Die Diskussion basiert auf Studien über die Ökologie der Fischfauna der Donau, die innerhalb der letzten zehn Jahre durchgeführt worden sind.

Keywords: water engineering, littoral development, flood plains, rheophilic fish

1. Historische und aktuelle Auswirkungen durch Veränderungen des Lebensraumes

1.1 Historische Entwicklung von wasserbaulichen Maßnahmen

Die grossen Flüsse Europas unterlagen seit jeher mannigfaltigen Nutzungsansprüchen. Anthropogene Einflüsse wie Siedlungsaktivitäten, Regulierungsmaßnahmen, Unterbrechungen des Flußlaufes durch Wehranlagen und Kraftwerke, sowie schiffahrtstechnische Baumaßnahmen veränderten den Lebensraum.

Der Schiffsverkehrsverkehr an der Donau erlebte ab dem 10. Jahrhundert einen starken Aufschwung. Die am Fluß gelegenen Orte entwickelten sich zu wichtigen Handelsplätzen. Die mittelalterliche Schifffahrt veränderte allerdings die Flußlandschaft nur wenig. Lediglich an den Ufern der Handelsorte wurden lokale Sicherungsmaßnahmen durchgeführt. Erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts begann man mit der Verbesserung des Fahrwassers. Diese Maßnahmen betrafen zunächst die Stromschnellen der oberen Donau (die Kachlets), die im Flußbett größte Heterogenität hinsichtlich Tiefen- und Strömungsverhältnisse und attraktive Lebensräume für Großfische, wie den Huchen, darstellten. Räumungsarbeiten in den „Kachlets“ bewirkten eine Monotonisierung der Sohlbereiche (Abb. 1).

Am Wiener Kongreß 1815 wurden die an die Donau anrainenden Uferstaaten vertraglich zur Erhaltung des Treppelweges und zur Freihaltung des Fahrwassers verpflichtet (BRANDL, 1920). Bau und Pflege der Treppelwege gingen primär auf Kosten des Strukturreichtums der Uferzonen. Das Freihalten der Uferbereiche von Bäumen und Sträuchern und das Entfernen der für die Schifffahrt hinderlichen Baumstämme und Wurzelstöcke reduzierte die Habitatvielfalt im Übergangsbereich Land-Wasser und im Hauptstrom.

Wesentlich gravierendere Auswirkungen hatte allerdings die große Donau-regulierung ab dem Ende des 19. Jahrhunderts.

Die entscheidenden strukturellen Veränderungen waren die Abtrennung der Nebenarme vom Hauptstrom und die monotone Ausgestaltung einer Haupttrinne. Diese Maßnahmen lösten ökologische Entwicklungstendenzen aus, die bis heute fort dauern.

Die Kanalisierung der Wasserführung resultierte in einer verstärkten Austiefung der Stromsohle. Die ökologisch wichtige Variabilität der Tiefenverhältnisse im Fluß wurde durch diese Maßnahmen stark reduziert und wird laufend durch Furtenbaggerungen gemindert. Durchstiche, Leitwerke und Uferdeckwerke bewirkten einen Wandel der Uferstrukturen des Hauptstromes.

Die Donauregulierung hatte vor allem eine drastische Reduktion des Vernetzungsgrades von Fluß und Augewässern zur Folge und führte zu weitreichenden Veränderungen der Lebensgemeinschaften.

Die Sohleintiefung bewirkte darüber hinaus eine sukzessive Verringerung der Flächenausdehnung von Altarmen (Abb.3).

Aus den strömungs- und substratmäßig reich gegliederten Nebenarmen, welche für den Furkationsabschnitt typisch waren, entstanden weitgehend

stagnierende Altarmsysteme, welche nur bei hoher Wasserführung durchflossen sind.

Dazu kamen Verbauungsmaßnahmen in tieferen Altarmen, die oft als Häfen adaptiert wurden. Die strukturlosen, steilen Ufer von Hafenanlagen sind aus ökologischer Sicht besonders ungünstig (KOVACEK et. al., 1991) (Abb.2). Eine in Deutschland durchgeführte Bestandsaufnahme ergab, daß in verspundeten Uferbereichen nur die Hälfte der Artenzahl und nur 1/10 der Besiedlungsdichte der benthischen Lebensgemeinschaft eines Blockwurfes vorkommt (TITTIZER & SCHLEUTER, 1989).

Die Fischfauna in den abgetrennten Nebenarmen unterlag einem starken Wandel. Abb.4 zeigt die deutlichen Unterschiede in der Zusammensetzung der Fischfauna zwischen dem Hauptstrom und den Altarmen. In den Altarmen dominieren ökologisch anspruchslose, indifferente (euryöke) Formen. Die Assoziation im Hauptstrom setzt sich hauptsächlich aus rheophilen, stark gefährdeten Arten zusammen.

Abb. 5 zeigt, am Beispiel des Strebers, einer strömungsspezifisch eng eingensichten Art (Abb.6), wie sich das potentielle Habitatsangebot für eine Art durch die einzelnen wasserbaulichen Eingriffe änderte. Die Einengung des Stromes auf eine Hauptrinne ging auf Kosten großflächiger, mäßig durchströmter Nebenarme, welche in der regulierten, ungestauten Donau kaum vorzufinden sind und bewirkte eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit in der Hauptrinne. Die regulierte Donau bietet somit eher kleinräumig Randbereiche, die den strömungsspezifischen Ansprüchen des Strebers gerecht werden. In Stauräumen können nur Stauwurzelbereiche vom Streber besiedelt werden, da lediglich in diesen Bereichen an der Sohle noch Fließgeschwindigkeiten vorherrschen, mit denen der Streber sein Auslangen findet (ZAUNER, 1991).

Bewirkte die große Donauregulierung primär eine Änderung im flächenmäßigen Anteil der einzelnen Habitattypen, so entstanden durch die Stauhaltungen, mit denen 1952 begonnen wurde, völlig neuartige ökologische Bedingungen. Derzeit stehen ca. 70 % der österreichischen Donau unter energiewirtschaftlicher Nutzung.

Die Stauhaltungen, die auch als schifffahrtstechnische Anlagen zu betrachten sind, isolieren den Hauptstrom von seinen Nebengewässern, und unterbinden die Lebensmöglichkeiten von Arten, die im Verlaufe ihres Lebenszyklus sowohl an den Hauptstrom, wie auch an die kommunizierenden Altarme angewiesen sind (SCHIEMER, 1986). Die fehlende Dynamik (relativ stabiler Grundwasserspiegel, keine Erosion, verstärkte Verlandung etc.) in den Augewässern fördert das Überhandnehmen weniger euryöker Arten. Ein besonders drastischer Wechsel in der Fischassoziatio ist im Hauptstrom zu erkennen (Abb. 7), wo in ungestauten Abschnitten rheophile Arten dominieren, während sich die Fischfauna in den Stauräumen vor allem aus indifferenten, euryöken Arten zusammensetzt. Die verringerte Fließgeschwindigkeit, die geänderten Substratverhältnisse und die großen Tiefen im Stau bieten vielen Arten nur mehr unzureichende Voraussetzungen.

Aber auch die monotone Ausgestaltung der Ufer, die fehlenden Refugialbereiche und mangelnde Vernetzung mit Altwässern erschweren vielen Arten

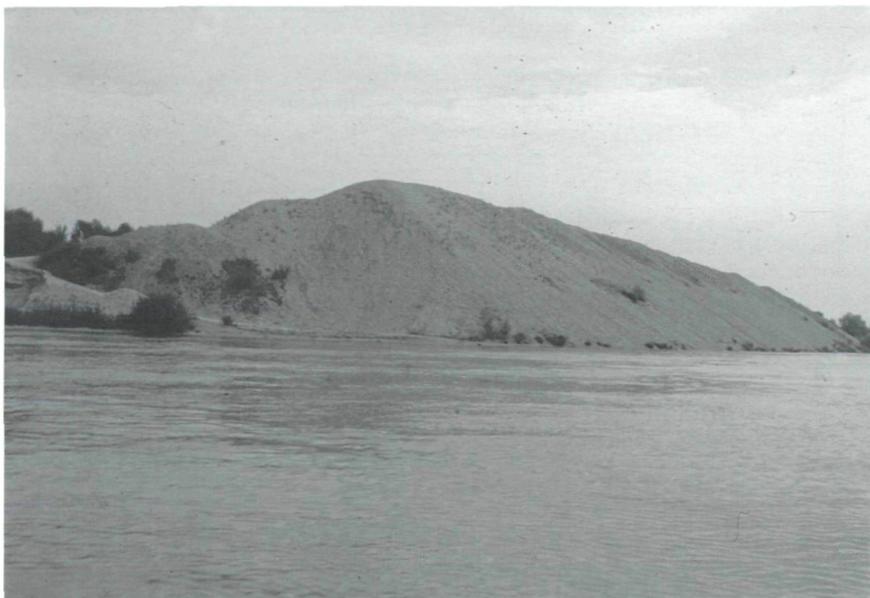


Abb. 1: Reste megalithaler Strukturen im ehemaligen Jochensteiner Kachlet (Foto: Zauner)



Abb. 2: Hafenanlage in Wien mit strukturlosen, verspundeten Ufern (Foto: Zauner)

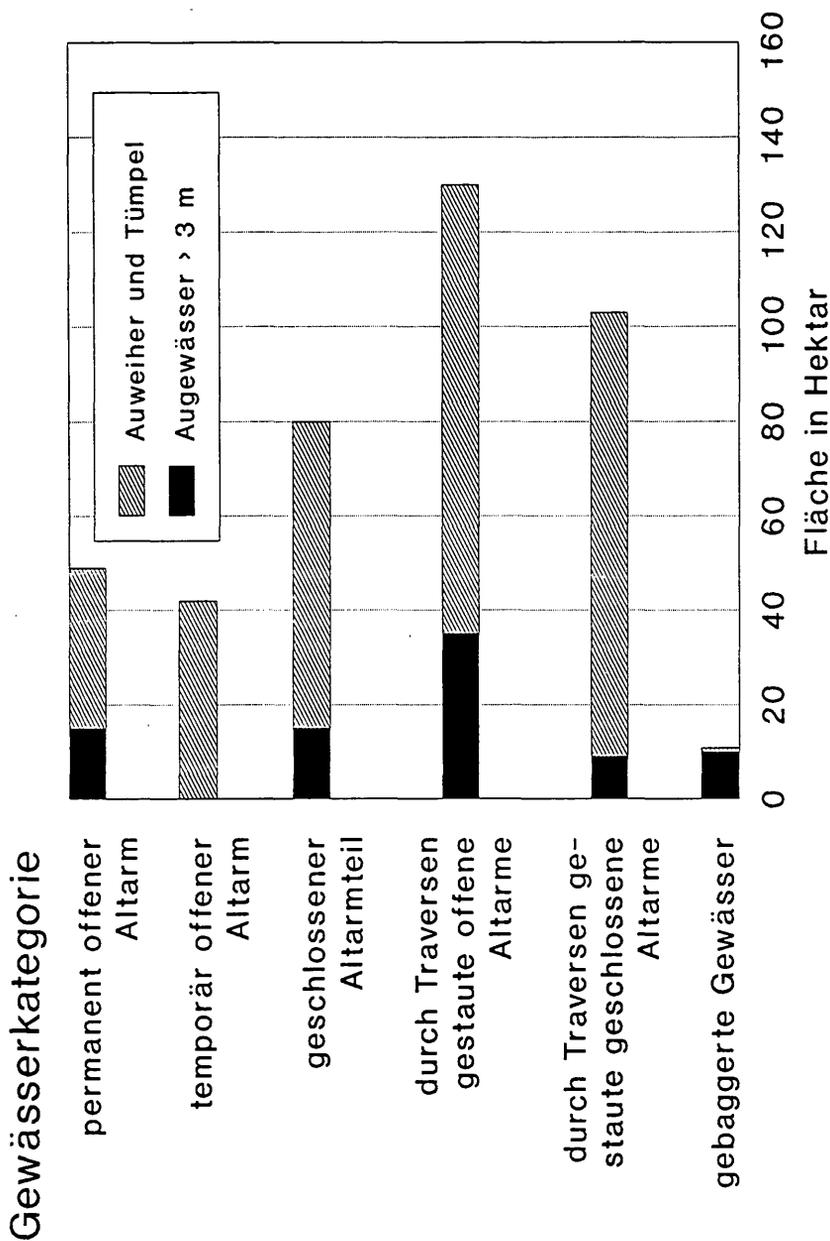


Abb. 3: Absolute Flächenanteile der verschiedenen Gewässerkategorien im Auengebiet zwischen Wien und der Staatsgrenze (nach KOVACEK et al., 1991, verändert)

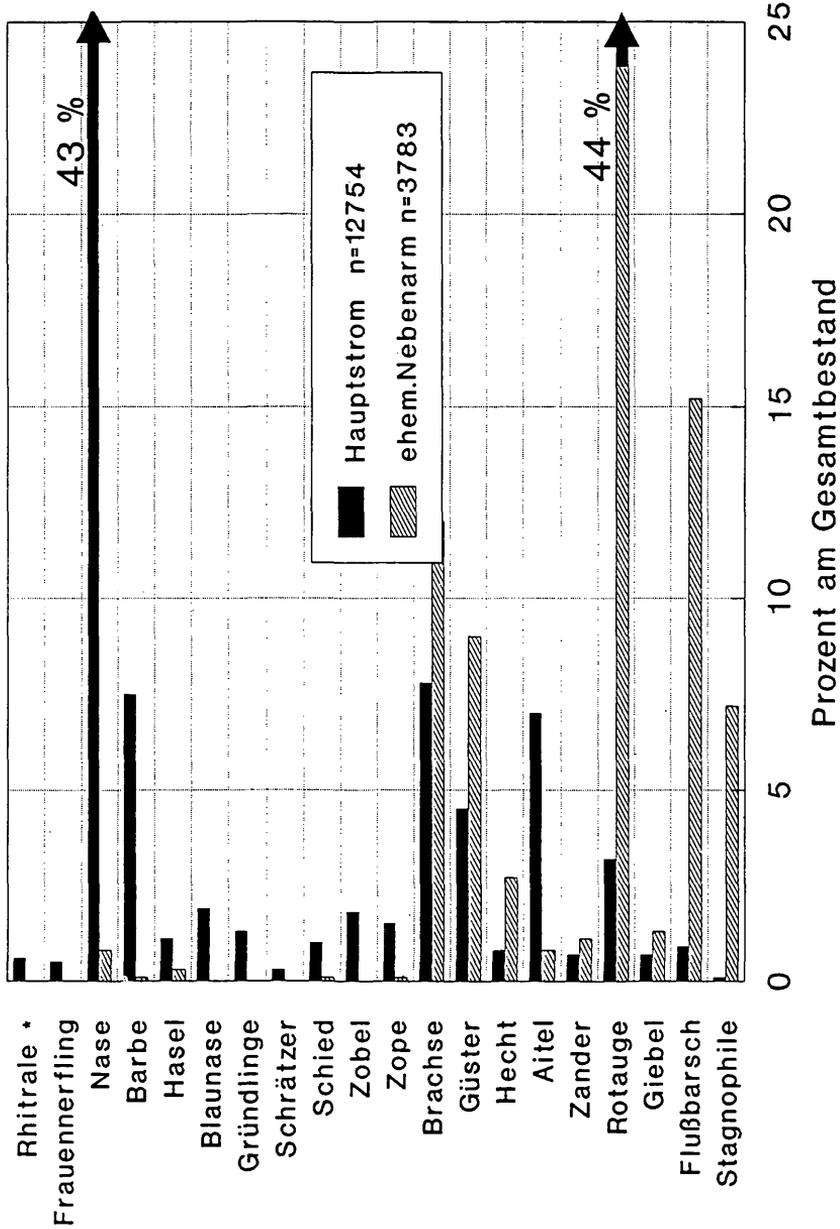


Abb. 4: Vergleich der Fischassoziation im Hauptstrom der Donau und in abgedämmten Nebenarmen, Rhithrale* = Bachforelle, Äsche, Huchen u.a.. Andere seltene Arten wurden nicht berücksichtigt; aus SCHIEMER et al., 1991

Auswirkungen der Schifffahrt auf die Fischfauna großer Fließgewässer 277

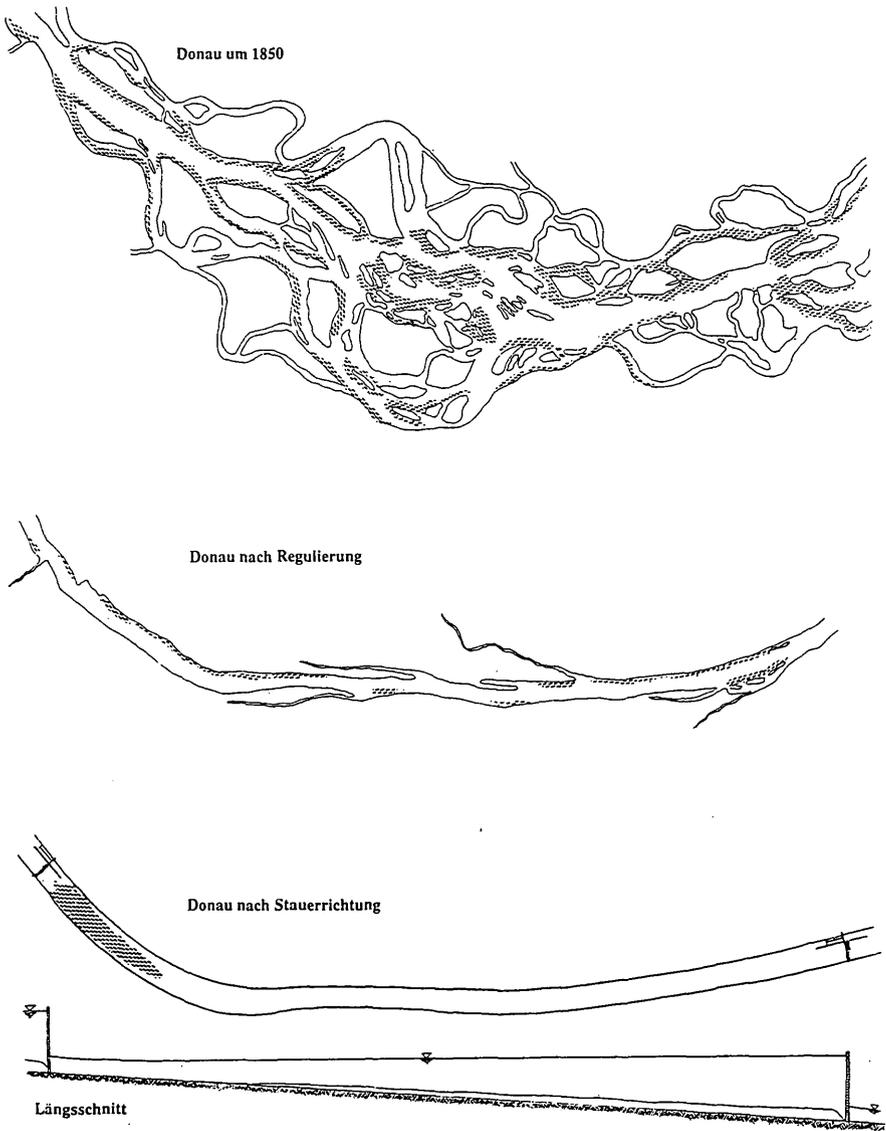


Abb. 5: Potentielle Lebensräume des Strebers in der Donau vor und nach der Regulierung und in Stauräumen. (Grundlage Bereich Aschach - Wilhering; schematisiert nach ZAUNER, 1991)

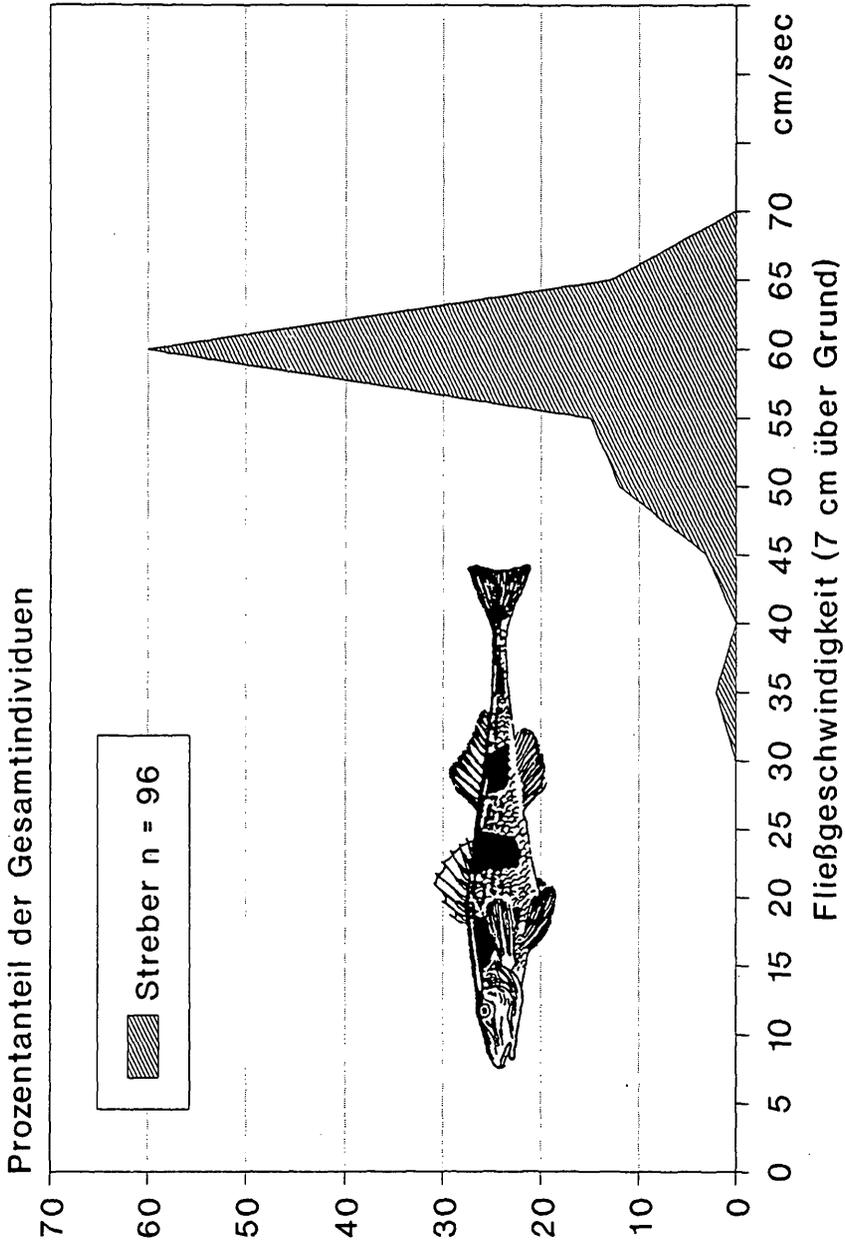


Abb. 6: Zusammenhang zwischen Fließgeschwindigkeit und dem Vorkommen von Streber.

Auswirkungen der Schifffahrt auf die Fischfauna großer Fließgewässer

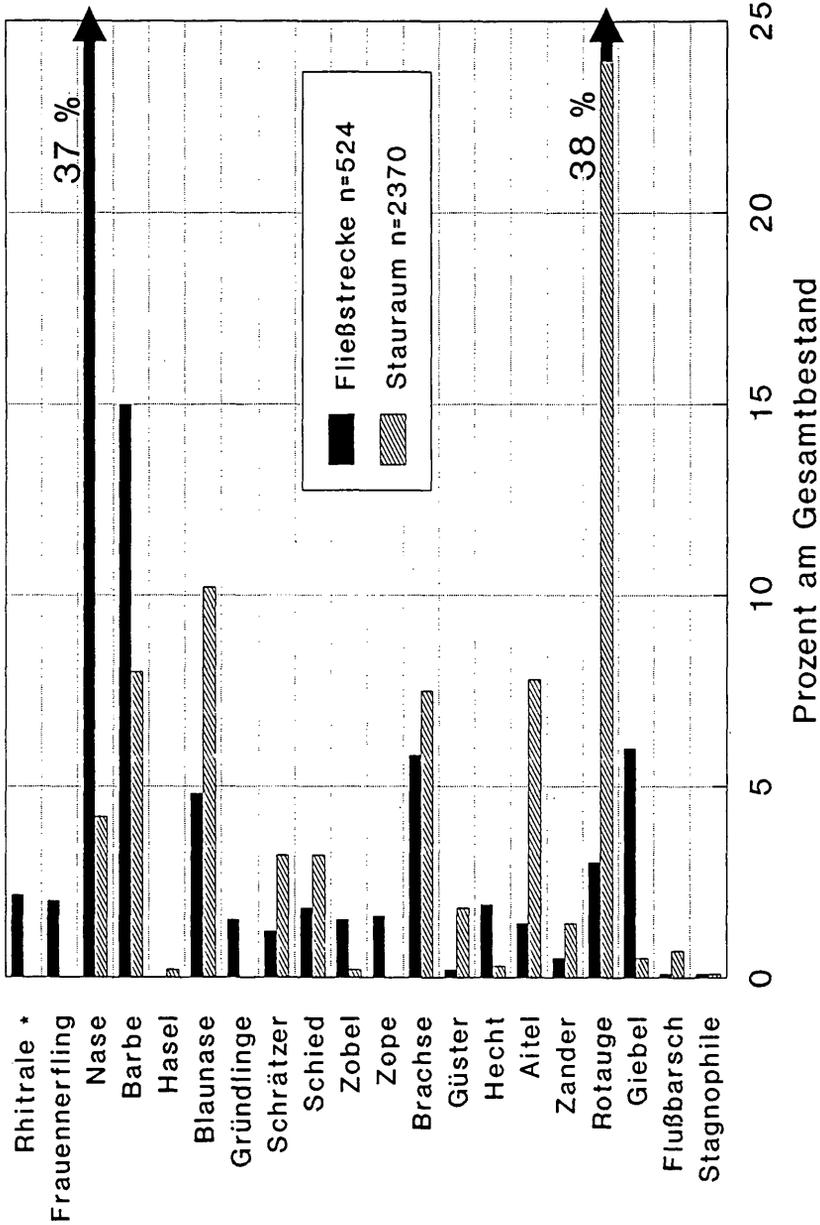


Abb. 7: Vergleich der Fischassoziaton in der Fließstrecke Wachau mit jener im Stauraum Altenwörth (Rhithrale* = Bachforelle, Äsche, Huchen u.a.) Andere seltene Arten wurden nicht berücksichtigt; aus WAIÐBACHER, 1989)



Abb. 8: Hochwasser August 1991; Auswirkung der Absenkung im Stauraum Aschach am stromag gelegenen Teil des Biotopes Windstoß



Abb. 9: Lokales Fischsterben in trockenfallenden Mulden durch Staulegung; Stauraum Aschach Hochwasser August 1991

ein Aufkommen im Stau. Bezüglich der Substratverhältnisse und dem lokalen Aufkommen von Makrophyten entsprechen die Stauräume den Ansprüchen von stagnophilen Formen. Allerdings reicht die Wassertemperatur nicht aus, um den Ansprüchen hinsichtlich Reproduktion und Ernährung stagnophiler Arten gerecht zu werden (WAIDBACHER, 1989).

Bei Hochwasserereignissen verschärfen sich für viele Arten die Lebensbedingungen, da Refugialräume in Form von strömungsberuhigten Bereichen in den überschwemmten Auegebieten fehlen. Anstelle von Ausuferungen kommt es unterhalb des Kipp-Pegels zu Absenkungen bis zu mehreren Metern. Diese Bedingungen sind besonders ungünstig, da die erhöhte Fließgeschwindigkeit, die fehlenden Einstände und die extrem hohe Schwebstoffbelastung eine besondere Streßbelastung darstellen. Die unnatürlichen Absenkungen im Hochwasserfall veranlassen viele Fische in die Litoralbereiche auszuweichen, welche bei drastischen Absenkungen trockenfallen und somit zur tödlichen Falle werden (Abb. 8, 9).

Staufstufen unterbrechen das Fließgewässerkontinuum. Flußaufgerichtete Laichwanderungen von Fischen, die den genetischen Austausch innerhalb eines Flußsystems gewährleisten sind vielfach unterbunden und enden im Unterwasser der Staue. So stellte beispielsweise MARGREITER (1935) im Inn nach Errichtung des KW Jettenbach das völlige Verschwinden der Barbe oberhalb der Staustufe fest. Zwar weisen die Staustufen der Donau Schleusenanlagen auf, doch gibt es noch keine gesicherten Daten hinsichtlich ihrer Funktionalität als Fischaufstiegshilfen.

1.2 Laufende schifffahrtstechnische Maßnahmen

Obwohl die Stauhaltungen günstige Wasserstraßen darstellen, sind zur Aufrechterhaltung der Schifffahrt auch hier immer wieder Eingriffe erforderlich. So lagern sich in Bereichen der Schleuseneinfahrten Feinsedimente ab, die die Fahrwassertiefe verringern. Das Ausbaggern und anschließende Verklappen der Feinsedimente im Hauptstrom bringt negative Folgen für die aquatische Fauna. Untersuchungen von TITTIZER & SCHLEUTER (1989) ergaben, daß eine Verklappung von Schluff und Sand in vorwiegend grobkörnigen Sohlbereichen (wie sie in Stauwurzelbereichen vorherrschen) in der Regel zu erheblichen und dauerhaften Veränderungen der Bodenfauna führen.

Da für die gefährdete, rheophile Fischfauna der Stauwurzelbereich einen Refugialraum darstellt, ist es erforderlich, Eingriffe in diesem Bereich zu minimieren.

Besondere Probleme bringen Schotterbaggerungen mit sich. In Stauhaltungen ist der überströmte, nicht verfestigte Schotterkörper als Lebensraum zahlreicher rheophiler Arten ein Mangelhabitat. Der Schotterkörper in Fließgewässern nimmt eine lebenswichtige Rolle hinsichtlich der Reproduktion und Larvalentwicklung einer Vielzahl aquatischer Organismen ein.

Schotterbaggerungen in Stauräumen haben negative Folgen, da die entnommenen Schottermengen auf Grund des fehlenden Geschiebetriebes nicht mehr ersetzt werden.

Schotterbaggerungen in der freien Fließstrecke sind ebenfalls negativ zu beurteilen. Sie tragen nachweislich zu einer Eintiefungstendenz der Sohle bei. Das aus Furtenbaggerungen gewonnene Schottermaterial sollte daher nicht an Land gebracht werden, sondern an schiffahrtstechnisch unproblematischen Stellen im Fluß verklappt werden, um die Eintiefungstendenzen nicht zusätzlich zu fördern. Durch Baggerarbeiten werden die sohlbewohnenden Organismen (Fischeier, Fischlarven und Fischnährtiere) vernichtet. Allerdings sind die Schäden nur von lokaler Bedeutung, da nach Abschluß der Baggerarbeiten das Substrat in den neu geschaffenen Lebensräumen wieder besiedelbar wird. Untersuchungen am Main und an der bayrischen Donau zeigen, daß sich in diesen Bereichen in etwa zwei bis drei Jahren die typische Besiedlungsstruktur wieder einstellt (TITZNER, 1984). Voraussetzung für eine rasche Neubesiedelung der Gewässersohle ist die Erhaltung von unbeeinflussten Bereichen, aus welchen die Besiedelung neu entstandener Lebensräume erfolgen kann.

1.3 Geplante Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Situation

Die strukturelle Vielfalt eines Gewässers ist Voraussetzung für eine artenreiche Fischassoziation. Die Verbesserung der gegenwärtigen strukturellen Situation der Donau in ungestauten Abschnitten und bestehenden Stauhaltungen würde eine Förderung der Fischfauna bewirken.

Während in Stauräumen nur in den Stauwurzelbereichen die donautypische Fischfauna durch Strukturierungsmaßnahmen gefördert werden kann, eröffnen sich für den ungestauten Abschnitt östlich von Wien eine Reihe von Möglichkeiten.

Die von der „Ökologiekommision“ der Bundesregierung für die freie Fließstrecke der Donau geforderte Revitalisierung der Nebengewässer, um Altarme entsprechend dem Furkationstyp zu reaktivieren und ab Mittelwasser fließbar zu machen, ist in mehrfacher Hinsicht wünschenswert (SCHIEMER, 1986).

Durch Anhebung des Wasserspiegels (Sohlaufhöhung, diverse Einbauten und punktuelle Absenkung der Treppelwege auf verschiedene Niveaus) ließe sich unter gleichzeitiger schiffahrtstechnischer Verbesserung eine ökologische Ertüchtigung für diesen Abschnitt erreichen (ZOTTL H., ERBER. & WSD, 1991). Inwiefern diese Aktivitäten auch einen negativen Einfluß auf die Fischfauna haben können, ist jeweils für die einzelne Maßnahme zu prüfen.

Aus fischökologischer Sicht wäre eine permanente Geschiebezugabe, im Ausmaß des natürlichen Geschiebetriebes wünschenswert. Die langfristige Durchführbarkeit dieser Maßnahmen ist allerdings fraglich. Auch die ökologischen Auswirkungen des Transportes und der Verklappung sind ebenfalls noch nicht kritisch überprüft worden. Die Sohlstabilisierung („Pflasterung“) wird mit größter Wahrscheinlichkeit stärkere Auswirkungen auf Fische und Fischnährtiere zeigen. Allerdings ist anzunehmen, daß der ökologische Nutzen dieser Maßnahme höher wiegt als eine Beeinträchtigung.

Zur Verbesserung der Lebensmöglichkeiten der rheo-/lithophilen Fauna in Stauräumen ist es erforderlich Schotterbänke und -inseln anzulegen, um den Verlust der überstauten Schotterbänke zu kompensieren. Allerdings lassen

sich auf Grund der geänderten Randbedingungen solche Effekte nur teilweise erzielen (verringerte Wasserspiegelschwankungen, Voraussetzungen für großflächige Flachwasserbereiche fehlen).

Strukturierungsmaßnahmen in zentralen Stauabschnitten (wie z.B. die Biotopgestaltungen im Stauraum Aschach, Waidbacher et al., 1991) verfolgen das Ziel, die Reproduktions- und Ernährungsbedingungen einer aus euryöken Arten zusammengesetzten, stauraumtypischen Fischfauna, zu verbessern. Solche Maßnahmen lassen sich nur in verlandenden Seichtwasserbereichen durchführen.

Die Schaffung solcher Strukturen kann zwar aus Artenschutzgründen begrüßt werden, doch bieten diese „Biotope“ für die donautypische Fauna keine entsprechenden Ersatzlebensräume. Es geht dabei nicht um die Wiederherstellung eines naturnahen Ökosystems sondern um die Verbesserung eines bereits vom Menschen stark veränderten Landschaftsteiles der Kulturlandschaft (Wösendorfer, 1988).

2. Direkte Beeinflussung der Fischfauna durch die Schifffahrt

2.1 Schadstoffemissionen von Schiffen

Der Schiffverkehr führt zu Schadstoffeinträgen (z.B. häusliche Abwässer, ölhaltige Bilgenwässer, toxische Unterwasseranstriche). Im Verhältnis zu der Belastung mit kommunalem und industriellem Abwasser sind diese Einträge meist gering. In diesem Zusammenhang sind auch Werftbetriebe und Schiffliegeplätze zu nennen, aus denen durch Instandsetzungsarbeiten (Korrosionsschutz) an Schiffskörpern etc. Schwermetalle ins Sediment gelangen. Die Eindämmung der von den Schiffen ausgehenden Schadstoffeinträgen durch besondere Vorkehrungen ist grundsätzlich möglich (Haendel et al., 1990). Diese Auswirkungen von Schadstoffemissionen durch die Schifffahrt im Vergleich zu jenen aus anderen Quellen sind für die Donau und ähnlich großen Flußsystemen nicht ausreichend dokumentiert worden. Eine eingehende Befassung mit diesem Thema wäre vor allem in Hinblick auf die zu erwartende Erhöhung des Schifffahrtsverkehrs wichtig.

2.2 Mechanische Belastung der Sohle und Uferzonen durch Sog und Schwallenwirkung.

Wesentliche negative Belastungen des Schifffahrtsbetriebes ergeben sich durch Sog und Schwallerscheinungen (Wellen). Eine Vielzahl von Auswirkungen resultieren daraus. Die Uferbereiche werden, abhängig von ihrer Ausformung, unterschiedlich betroffen:

An flachen Schotterbänken wird die Energie der Wellen berg- und talwärts fahrender Schiffe über eine lange Strecke abgebaut. Trotzdem ist anzunehmen, daß diese Sog und Schwallbelastungen für Jung- und Kleinfische, die

sich bevorzugt in diesen Bereichen aufhalten, und die ein geringes Schwimmvermögen aufweisen, starke Verluste bedingen. Dieses Problem ergibt sich vor allem in der Reproduktionsphase von April bis August.

In blockwurfgesicherten Abschnitten wird die Energie beim Durchgang einer Welle auf einer sehr kleinen Fläche abgebaut. Es kommt dabei zu turbulenten Erscheinungen und zu einer verstärkten Eintrübung des Wasserkörpers. Speziell in vegetationsfreien Blockwurfabschnitten in Stauräumen kann die Trübe mehr als den zehnfachen Wert der Ausgangskonzentration (20mg/l – 350mg/l) erreichen (HERZIG et al., 1989).

Die Blockwürfe, die die einzige Uferstruktur in gestauten Flußabschnitten bilden, werden von den indifferenten Arten als Laichhabitat genützt. Wellenschlag und die damit verbundene erhöhte Schwebstoffkonzentration wirken sich negativ auf die dort abgelegten Fischeier und Fischlarven aus. Ablagerungen feinkörniger Partikel an der Eioberfläche können dazu führen, daß der Gasaustausch behindert und der Aufwuchs von Bakterien und Pilzen begünstigt wird. Nach WEDEMAYER (1972) und WEDEMAYER et.al. (1976) führen Schwebstoffmengen über 80 mg/l zu direkten und indirekten Schädigungen, da mit zunehmender Sedimentmenge auch der Aufwuchs und die Fischnährtiere in ihrer Entwicklung gehemmt werden.

Für einen Großteil der Organismengruppe der Fischnährtiere ist die mechanische Beanspruchung durch den Wellenschlag so groß, daß sie nur in geringen Individuendichte vorkommen. Untersuchungen an mehreren Wasserstraßen zeigten, daß in Abschnitten mit intensivem Schiffverkehr die Artenzahl und Besiedlungsdichte der Lebensgemeinschaft bis auf 46% bzw. 65% sinkt (TITZNER & SCHLEUTER, 1989). Inwiefern Jungfische auf die mechanische Belastung reagieren ist derzeit noch nicht geklärt, doch lassen sich ähnliche Tendenzen erwarten.

Sohlbereiche von Fließgewässern sind durch die Schifffahrt vor allem in seichten Fließstreckenabschnitten betroffen. Die von Schiffsschrauben erzeugten Turbulenzen bewirken eine Durchmischung der Sohlsubstrate. Als Folge ist eine Verringerung der Biomasse von Fischnährtieren zu erwarten, da durch die permanente Umlagerung des Substrates eine Neubesiedelung verhindert wird.

Abschließend darf festgestellt werden, daß für eine Abschätzung der aktuellen Belastung der Lebensgemeinschaften großer Flüsse durch den Schiffsverkehr der derzeitige Wissensstand noch sehr mangelhaft ist. Gezielte Untersuchungen sind dringend erforderlich, um bei künftigen Revitalisierungsprojekten kompensatorische Maßnahmen zur Verringerung negativer Auswirkungen einplanen zu können.

3. Literatur

- BRANDL, L. (1920): Die Regulierung der Donau als Schifffahrtsstraße. Sonderdruck aus „Wasserwirtschaft“, Jahrgang 1920, Heft 4, 5 und 6, Wien: 36.
- HAENDL, D., ACKERMANN, F., MÜLLER, D. & TITZNER, T. (1990): Einfluß der Nutzung eines Gewässers als Wasserstraße auf die Qualität seines Wassers und der Sedimente. Bericht zum XXVII. internationalen Schifffahrtskongreß Osaka 1990. Herausgegeben vom Bundesminister für Verkehr, Bonn: 69 – 82.

Auswirkungen der Schifffahrt auf die Fischfauna großer Fließgewässer 285

- HERZIG, A., WEIGAND, E. & ZOUFAL W. (1989): Stauräume: Strukturvielfalt kontra Monotonie (Beispiel Altenwörth). ÖWW, Jg. 41, 7/8: 158 – 166.
- KNÖPP, H. & KOTHE, P. (1965): Die Bedeutung des biologischen Wasserbaus für Gewässerbiologie und Fischerei. In: Der biologische Wasserbau an den Bundeswasserstraßen, Verlag E. Ulmer, Stuttgart: 268 – 285.
- KOVACEK, H., MANN, M. & ZAUNER, G. (1991): Flächendeckende Biotopkartierung des aquatischen Lebensraumes im Aubereich des zukünftigen Nationalparks Donau-Auen. Unveröffentlichte Studie im Auftrag von Auland, Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal, Nationalpark Donau-Auen, Wien: 49 S.
- MARGREITER, H. (1935): Aufsätze und Kurztitel in: Der Tiroler und Voralberger Fischer, im Selbstverlag des Tiroler Landesfischervereines, Innsbruck; Druck der Vereinsbuchdruckerei, Innsbruck.
- SCHIEMER, F. (1986): Fischereiliche Bestandsaufnahme im Bereich des Unterwassers der geplanten Staustufe Wien. Studie im Auftrag der Stadt Wien. Eigenverlag der Abteilung für Limnologie Institut für Zoologie der Universität Wien: 105 S.
- SCHIEMER, F., JUNGWIRTH, M., IMHOF, G. et al. (1991): Status der Fischfauna in Österreich. Auswirkungen unterschiedlichen Ausbaus der Donau aus fischökologischer Sicht. Studie des Nationalpark-Institutes Donau-Auen im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie: 127 S.
- TITTIZER, T. & SCHLEUTER, A. (1989): Über die Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf die biologischen Verhältnisse in den Bundeswasserstraßen. – Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen (DGM) 33, H. 2.
- TITTIZER, T. (1984): Die Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf den biologischen Zustand der Donau, erläutert am Beispiel der Donau. – Kurzreferat. Internationale Arbeitsgemeinschaft Donauforschung (IAD), 24. Arbeitstagung Szentesdre/Ungarn, Tagungsbericht.
- WAIDBACHER, H., ZAUNER, G., KOVACEK, H. & MOOG, O. 1991: Fischökologische Studie Oberes Donautal; im Auftrag der Wasserstraßendirektion.
- WEDEMEYER, G. A., MEYER, F. P. & SMITH, L. (1976): Environmental Stress and Fish Diseases, TFH Public. Neptune, N. J., USA.
- WÖSENDORFER, H. (1988): Ökologische Pflegemaßnahmen der Wasserstraßendirektion an der Donau. In: Institut für Wassergüte und Landschaftswasserbau. TU, Wien (ed.): Natur und landschaftsgerechte Pflege und Instandhaltung von Fließgewässern, 7. Seminar für Landschaftswasserbau, Band 9: 261 – 304
- ZAUNER, G. (1991): Vergleichende Untersuchungen zur Ökologie der drei Donauperciden Schrätzer (*Gymnocephalus schraetzer*), Zingel (*Zingel zingel*) und Streber (*Zingel streber*) in gestauten und ungestauten Abschnitten der Donau. Diplomarbeit an der Univ. für Bodenkultur, Wien: 110 S.
- ZOTTL, H., ERBER, H. & WSD (1991): Flußbauliches Gesamtkonzept. Teststrecke Stromkilometer 1905 – 1895; Studie im Auftrag der Nationalpark Donau-Auen Errichtungsgesellschaft, Wien.

Name und Anschrift der Verfasser:

DIPL.-ING. G. ZAUNER

Universität für Bodenkultur, Institut für Wasserversorge, Gewässergüte und Fischereiwirtschaft, Abt. für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur, Feistmantelstraße 4, 1180 Wien

UNIV.-PROF. DR. F. SCHIEMER

Universität Wien, Institut für Zoologie, Abteilung Limnologie, Althanstraße 14, 1090 Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Zauner Gerald, Schiemer Fritz

Artikel/Article: [Auswirkungen der Schifffahrt auf die Fischfauna großer Fließgewässer. \(N.F. 335\) 271-285](#)