



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Die Situation des Europäischen Aals (*Anguilla anguilla*) in Bayern



Schriftenreihe

2

2013

ISSN 1611-4159

Impressum

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: www.LfL.bayern.de

Redaktion: Institut für Fischerei
Weilheimer Straße 8, 82319 Starnberg
E-Mail: Fischerei@LfL.bayern.de
Telefon: 08151 2692-121

Kooperation: In Zusammenarbeit mit den Fischereifachberatern der Regierungsbezirke
Mittelfranken, Niederbayern, Oberbayern, Oberfranken, Oberpfalz,
Schwaben, Unterfranken

2. unveränderte Auflage: Februar 2014

Druck: ES-Druck, 85356 Freising-Tüntenhausen

Schutzgebühr: 10,00 Euro

© LfL



Die Situation des Europäischen Aals (*Anguilla anguilla*) in Bayern

Dr. E. Leuner

Dr. M. Schubert

Dr. M. Klein

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Einleitung9
2	Methode9
3	Gewässereinzugsgebiete in Bayern10
3.1	Einzugsgebiet des Mains10
3.1.1	Allgemeines10
3.1.2	Der Main als Fischlebensraum11
3.1.3	Der Fischbestand des Mains12
3.2	Einzugsgebiet der Donau15
3.2.1	Allgemeines15
3.2.2	Die Donau als Fischlebensraum16
3.2.3	Der Fischbestand der Donau16
4	Aktuelle Bestandssituation des Aals in Bayern19
4.1	Aalbestand und Aalbewirtschaftung im Einzugsgebiet des Mains20
4.2	Aalbestand und Aalbewirtschaftung im Einzugsgebiet der Donau22
5	Ursachen für den Bestandsrückgang des Aals25
5.1	Eingeschränkte Wanderung und Schädigung durch Wasserkraftanlagen26
5.2	Belastung der Aale mit chemischen Substanzen28
5.3	Fischfressende Vögel (Kormoran)29
5.4	Parasiten und Erkrankungen30
5.4.1	Schwimmbblasenwurm30
5.4.2	Aalherpesvirus32
6	Rechtliche Grundlagen zum Schutz des Aals33
6.1	EU-Aalschutzverordnung35
6.2	CITES35
6.3	Dokumentationspflicht in Bayern36
	Literaturverzeichnis38

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Glasaal.....	14
Abb. 2: Aalschokker.....	22
Abb. 3: Aalfänge in der Wertach (Der letzte Aalbesatz fand 1985 statt).....	25
Abb. 4: Kraftwerke / Staustufen im schiffbaren bayerischen Main.....	27
Abb. 5: Turbinenbedingte Schäden bei Aalen.	27
Abb. 6: Querbauwerksstandorte im bayerischen Maingebiet.	28
Abb. 7: Verteilung und Größe der bayerischen Kormoranschlafplätze.....	30
Abb. 8: Aal aus dem Starnberger See mit Befall von Schwimmblasenwürmern unterschiedlicher Reife. Die Schwimmblase ist transparent.....	31
Abb. 9: Gemäß EU-Aalverordnung gemeldete Aaleinzugsgebiete in Bayern.....	34

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Minimale, mittlere und maximale Abflüsse des Mains.....	11
Tab. 2: Potenziell natürliche und rezente Fischfauna des Mains.....	13
Tab. 3: Minimale, mittlere und maximale Abflüsse der Donau.	15
Tab. 4: Potenziell natürliche und rezente Fischfauna der bayerischen Donau.	17
Tab. 5: Gewässerflächen in Bayern	19
Tab. 6: Gewichts- und anzahlbezogener Anteil besetzter Aale in den Fließgewässern des Main Einzugsgebiets in den Jahren 2002 – 2006.	21
Tab. 7: Gewichts- und anzahlbezogener Anteil der Entwicklungsstadien der besetzten Aale in den Fließgewässern, Seen und Baggerseen des Donau Einzugsgebiets in den Jahren 2002 – 2006.	23
Tab. 8: Gewicht und Anzahl der im Einzugsgebiet der Donau jährlich besetzten Aale (2002 – 2006).....	24
Tab. 9: Minkraftwerke / -stufen.....	26
Tab. 10: Anteil des Aals an der Kormorannahrung.....	29
Tab. 11: Gewässer des bayerischen Aaleinzugsgebietes	34

1 Einleitung

Die Fließgewässer Bayerns sind im Wesentlichen von den beiden Einzugsgebieten (EZG) Main und Donau geprägt. Von der Gesamtfläche Bayerns mit rund 70.500 km² gehören 68 % zum EZG der Donau. Dort ist der Aal gebietsfremd und durch Besatzmaßnahmen etabliert worden. Die Einzugsgebiete des Mains mit einem Flächenanteil von 29 % und der Elbe mit einem Flächenanteil von 3 % gehören zu seinem ursprünglichen Lebensraum.

Der Rat der Europäischen Union (EU) hat am 1. Oktober 2003 die Erstellung eines gemeinschaftlichen Aktionsplans zur Bewirtschaftung des Europäischen Aals beschlossen. Die Kommission der EU wurde deshalb aufgefordert, Vorschläge für die langfristige Bewirtschaftung des Aals in Europa vorzulegen. In diesem Zusammenhang hat der Internationale Rat für Meeresforschung (ICES) ein wissenschaftliches Gutachten erstellt, welches zu dem Schluss kommt, dass sich „der Bestand des Europäischen Aals außerhalb sicherer biologischer Grenzen befindet und zurzeit keine nachhaltige Fischerei ausgeübt wird“ (FAO & ICES 2009). Der Empfehlung des ICES folgend, fordert die am 18.09.2007 in Kraft getretene EU-Aalverordnung (EU-Verordnung 1100/2007) die Ergreifung von Maßnahmen zur Wiederauffüllung des Bestands des Europäischen Aals in seinem natürlichen Verbreitungsgebiet. Darüber hinaus ist der Europäische Aal mit Wirkung vom 13. März 2009 als besonders geschützte Art in Anhang II des Washingtoner Artenschutzübereinkommens (Convention on International Trade in Endangered Species = CITES) und zu dessen Umsetzung in Anhang B der EU-Artenschutzverordnung (EU-Verordnung 338/97) aufgenommen worden.

Die vorliegende Status-quo-Erhebung zum Europäischen Aal in Bayern wurde im Jahr 2006 als ein Schwerpunktthema der Folgemaßnahmen Fischartenkartierung gefördert und ist als ein Baustein im Zusammenhang mit den bundes- bzw. europaweiten Bemühungen zum Schutz der Fischart zu sehen.

Ziel der Arbeit ist es, vor dem Hintergrund der aktuellen globalen Gefährdungssituation des Europäischen Aals, dessen gegenwärtige Bestandssituation sowie fischereiwirtschaftliche Bedeutung anhand aktueller und historischer Daten zu Verbreitung, Besatz und Ertrag für Bayern zu dokumentieren. Weiterhin wird auf die in Bayern relevanten Gefährdungsursachen eingegangen.

Die hierfür notwendigen Daten wurden in Zusammenarbeit mit den Fischereifachberatern der Bezirke und den Fischereiverbänden recherchiert, zusammengetragen und zentral am Institut für Fischerei ausgewertet.

Hinsichtlich eines gesamtdeutschen Überblicks über die fischereiliche Bewirtschaftung des Aals wird an dieser Stelle auf die Abhandlung von BAER ET AL. (2011) verwiesen.

2 Methode

Da für Bayern keine systematisch erhobenen Daten zur Größe und Zusammensetzung des Aalbestandes vorliegen und im Rahmen des Projekts eine Aktualisierung bzw. Ergänzung vorhandener Bestandsdaten durch gezielte Befischungen nicht möglich war, erfolgt die Beurteilung der Aalpopulationen auf der Grundlage der Fangergebnisse der Berufs- und Angelfischerei sowie der Ergebnisse der Fischartenkartierung in Bayerns Gewässern

(Leuner & Klein, 2000) und der Befischungsergebnisse verschiedener behördlicher Untersuchungen, sowie Tauchgängen in den Baggerseen Oberbayerns.

Die Fachberater für Fischerei der bayerischen Regierungsbezirke haben die für ihren jeweiligen Zuständigkeitsbereich verfügbaren aalbezogenen Informationen für den Zeitraum 2002 bis 2006 zusammengetragen und zur zusammenfassenden Auswertung an das Institut für Fischerei weitergeleitet.

Im Rahmen dieser Datenrecherche wurden Informationen bei folgenden Institutionen bzw. Personengruppen eingeholt:

Berufsfischer (zu Fang, Besatz und Mortalität)

Bezirksfischereiverbände (zu Fang, Besatz und Mortalität)

nicht im Verband organisierte Fischereivereine (zu Fang, Besatz und Mortalität)

Staatliche Schlösser- und Seenverwaltung (zum Fang)

Aalversandstelle (Deutscher Fischereiverband) (zum Besatz)

Die Daten zu Fang, Bestand und Besatz von Aalen wurden gewässerspezifisch ausgewertet. Von besonderem Interesse war hierbei die Unterscheidung zwischen den Gewässereinzugsgebieten von Rhein/Main und Donau.

3 Gewässereinzugsgebiete in Bayern

Der überwiegende Teil der bayerischen Fließgewässer entwässert über die Donau ins Schwarze Meer bzw. über den Main in den Rhein, in geringem Umfang auch über die Elbe in die Nordsee. Der flächenmäßige Anteil Bayerns am Wesereinzugsgebiet ist verschwindend gering und damit zu vernachlässigen. Somit beschränkt sich das natürliche Verbreitungsgebiet des Aals in Bayern fast ausschließlich auf das Main- und Saale-Eger-Einzugsgebiet. Die wenigen Gewässeroberläufe im bayerischen Bodensee-, Weser- und Neckargebiet sind aufgrund ihrer ökologischen Gegebenheiten nicht aalrelevant.

Der rezente Aalbestand im Donaugebiet ist auf Besatzmaßnahmen zurückzuführen.

Im Folgenden werden die bayerischen Einzugsgebiete von Main und Donau unter besonderer Berücksichtigung ihrer natürlichen und künstlich geschaffenen Aallebensräume beschrieben.

3.1 Einzugsgebiet des Mains

3.1.1 Allgemeines

Das Einzugsgebiet lässt sich gemäß den Angaben des Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuchs (LfU, 2001a/b) wie folgt beschreiben:

Weißer und Roter Main, die Quellflüsse des Mains, haben ihren Ursprung im Fichtelgebirge bzw. am Nordostrand der Fränkischen Alb (Jura). Bis zu ihrem Zusammenfluss westlich von Kulmbach weisen Weißer und Roter Main bereits ein Einzugsgebiet von 636 bzw. 520 km² auf. Von der Vereinigung seiner beiden Quellflüsse legt der Main bis zur Mündung in den Rhein bei Mainz eine Fließstrecke von 480 km zurück. Auf Bayern entfallen von dem insgesamt 27.200 km² großen oberirdischen Einzugsgebiet des Mains ca. 72 %. Der Unterlauf des Mains mit seinem Mündungsgebiet liegt mit einem Anteil von

19 % des Gesamtgebietes in Hessen. Auf Baden-Württemberg und Thüringen entfallen mit 6 bzw. 3 % nur geringe Anteile des Einzugsgebietes.

In seinem Verlauf bis zur Regnitz nimmt der Main an größeren Flüssen die Rodach, Itz und Baunach von Norden aus dem Frankenwald auf. Bei Bamberg mündet die aus dem Süden zufließende Regnitz in den Main. Hauptzuflüsse der Regnitz sind die Rednitz mit den Quellflüssen Fränkische und Schwäbische Rezat, die Pegnitz, die Wiesent und die Aisch aus der Fränkischen Alb (Jura) bzw. aus dem Steigerwald und der Frankenhöhe (Keuper). Beeinflusst wird die Wasserführung der Rednitz und der Folgegewässer vor allem durch die Überleitung von Altmühl- und Donauwasser in das Regnitz-Main-Gebiet. Ab Bamberg bis zur Einmündung in den Rhein ist der Main Schifffahrtsstraße. An größeren Zuflüssen sind die Fränkische Saale, von Norden aus der Rhön kommend, und die Tauber, von Süden aus der Frankenhöhe zufließend, zu nennen.

Der Main und seine Zuflüsse sind in ihrem Abflussverhalten typische Mittelgebirgsflüsse. Die Mittel- und Hochwasserabflüsse sind im Allgemeinen im Winterhalbjahr größer als im Sommerhalbjahr. Hinsichtlich seiner Niedrig- und Hochwasserabflüsse zeichnet sich der Main durch eine sehr hohe Schwankungsbreite aus (Tab. 1).

Tab. 1: Minimale, mittlere und maximale Abflüsse des Mains (Datengrundlage: Hochwassernachrichtendienst Bayern).

Pegel:	Main - Fkm	Abfluss [m³/s]			Jahresreihe
		Min.	Jahresmittel	Max.	
Mainleus	461,10	1,9	14,2	357	1983 - 2004
Schwüribitz	438,29	2,5	30,0	764	1941 - 2003
Kemmern	390,93	3,4	43,4	1.000	1949 - 2005
Trunstadt	378,44	15,0	109,0	1.430	1976 - 2004
Schweinfurt	330,78	11,0	105,0	1.440	1901 - 2005
Würzburg	251,97	26,3	122,0	1.390	1989 - 2003
Steinbach	200,52	11,8	143,0	1.510	1974 - 2003
Kleinheubach	121,72	11,0	163,0	1.800	1959 - 2005
Raunheim	12,20	35,7	225,0	2.150	1986 - 1995

3.1.2 Der Main als Fischlebensraum

Der Main war vor den anthropogenen wasserbaulichen Eingriffen ein recht flaches, an den Ufern teilweise weit ausgreifendes, stellenweise mehrere hundert Meter breites, mehr oder weniger stark mäandrierendes Gewässer mit klarem, sauerstoffreichen Wasser. Darüber hinaus wies er teils beträchtliche Fließgeschwindigkeiten auf mit einer sand- und kiesgeprägten Gewässersohle. Im Uferbereich waren Flachwasserzonen mit feinkörnigem bis sandigem Substrat, Buchten, Auskolkungen, Altarme mit schlammigen Stillwasserzonen sowie dichte und vielfältige Vegetation vorzufinden (v. Siebold, 1863; Klausewitz, 1977; Noell, 1986).

Der heutige Verlauf und das Abflussverhalten des Mains ist das Ergebnis umfangreicher anthropogener Eingriffe in das ursprüngliche Flusssystem. Kaum ein anderer Fluss wurde in seinem natürlichen Lauf so stark vom Menschen verändert wie der Main (Born, 1995). Die um das Jahr 1850 begonnenen Ausbaumaßnahmen am Flussverlauf resultierten bis zum Jahr 1962 in einer durchgehenden Stauregelung des Mains von seiner Mündung bis nach Bamberg hinauf (Kressmann, 1976).

Die Entwicklung der Schifffahrt zog seit 1950 einen unterhaltsbedingten Ausbau nach sich, in dem unter anderem weite Uferbereiche mit Steinschüttungen versehen wurden (Born, 1995).

Mit den Ausbaumaßnahmen wurden für den Aal einerseits weitaus günstigere Habitatbedingungen (Wassertemperatur, Fließgeschwindigkeit, Substratverhältnisse, Unterstandsmöglichkeiten) geschaffen, als sie im ursprünglichen natürlichen Flusslauf des Mains vorzufinden waren. Andererseits wurde die Möglichkeit zum Aalaufstieg und der Blankaalabwanderung durch die Wasserkraftnutzung seit Anfang des 20. Jahrhunderts zunehmend erschwert. Heute ist der Main durch 35 Wasserkraftwerke, wovon sich 27 auf bayerischem Gebiet befinden, in eine Kette von Stauhaltungen zergliedert (siehe Kapitel 5.1). Aufgrund seines nutzungsbedingten Ausbauzustandes wird der Main von Bamberg abwärts gemäß EU-WRRL als „erheblich verändertes Gewässer“ eingestuft (LfU, 2004).

Was die Wasserqualität des Mains betrifft, so konnte diese seit 1980 durch den Ausbau von Kläranlagen mit verbesserter Reinigungsleistung und infolge verschärfter Umweltgesetze deutlich verbessert werden. Der Main wird heute in Bayern über weite Bereiche als „mäßig belastet“ (Güteklasse II) eingestuft. Flussbereiche unterhalb von Ballungszentren und Industrieansiedelungen, z.B. unterhalb von Bamberg, Schweinfurt und Würzburg, gelten noch als „kritisch belastet“ (Güteklasse II-III) (LfU, 2001b).

3.1.3 Der Fischbestand des Mains

Härter (in Jens, 1964) bezeichnete den Main vor der Stauregulierung als „produktivsten Fluss Deutschlands“. Jeweils im Frühjahr stiegen zahlreiche Fischarten in großen Schwärmen aus dem Rhein in den Main auf. Überlieferungen verschiedener Fischerzünfte von mehreren Tonnen Fischfang (Nasen, Barben, Aiteln) pro Jahr zeugen von diesem Fischreichtum (Fischerzunft Gemünden, 1967). Die Angaben zum quantitativen Fischbestand des ungestauten Mains schwanken zwischen 100 kg/ha und 900 kg/ha (Jens, 1964). Für die Nebenflüsse des Mains konnte ein fischereilicher Ertrag von 250 kg/ha und mehr angenommen werden (Butschek, 1965). Der Main war vor der Stauregelung im gesamten bayerischen Bereich der Barbenregion (Epipotamal) zuzuordnen (Jens, 1964). Aufgrund historischer Beschreibungen (z.B. Borne, 1883; Buxbaum, 1892-1902; Fraise, 1880; Jäckel, 1864; Leiblein, 1853; Reider & Hahn, 1834; Siebold, 1863; Weber, 1851; Wittmack, 1875; Zenk, 1889) und unter Berücksichtigung allgemeiner zoogeografischer Aspekte können der potenziell natürlichen Fischfauna des Mains 39 Arten zugeordnet werden (Tab. 2).

Der heutige Fischbestand des Mains unterscheidet sich wesentlich von dem ursprünglichen Fischbestand des ungestauten Mains. Unmittelbar nach dem Bau der ersten Staustufe wurde die Zuwanderung von Fischen aus dem Rhein, insbesondere der Langdistanzwanderfische Lachs, Meerforelle, Meerneunauge, Flussneunauge, Maifisch und Aal unterbunden (Buxbaum, 1897). Nach Ebert (1926) übertraf die Menge der aus dem Rhein zuwandernden Fische vor dem Staustufenbau bei weitem die Menge der 1926 in der gesamten Mainstrecke gefangenen Fische. Neben der fehlenden Zuwanderung von Fischen haben

sich die Bestandsdichten durch anthropogene Nutzungseinflüsse gravierend verändert (Bernerth et al., 1987). Durch die Stauhaltungen hat sich der ursprüngliche Charakter des Mains von der Barbenregion zur Brachsenregion hin verschoben (Butschek, 1965). Die Angaben zum rezenten Arteninventar der Mainfischfauna (Tab. 2) basieren auf Angaben der Fachberatung für Fischerei der Bezirke Unterfranken und Oberfranken (Klupp et al., 2010; Silkenat, 2012) sowie einer Taxaliste, die im Rahmen der Überprüfung des stauge-regelten Mains als erheblich verändertes Gewässer im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie erstellt wurde (vgl. Borchardt et al., 2003).

Von den ursprünglich im Main heimischen 39 Fischarten kommen noch 30 Arten vor. 14 der 45 im Main heute anzutreffenden Fischarten sind als allochthon bzw. gebietsfremd anzusehen. Die ehemals im Main vorkommenden anadromen Arten Meerneunauge, Lachs, Meerforelle, Maifisch und Stör gelten als verschollen bzw. ausgestorben.

Tab. 2: *Potenziell natürliche und rezente Fischfauna des Mains.*

Familie	Art		pot. natürl.	rezent
Petromyzontidae (Neunaugen)	Bachneunauge	<i>Lampetra planeri</i>	x	x
	Flussneunauge	<i>Lampetra fluviatilis</i>	x	
	Meerneunauge	<i>Petromyzon marinus</i>	x	
Acipenseridae (Störe)	Atlantischer Stör	<i>Acipenser sturio</i>	x	
Anguillidae (Aale)	Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	x	x
Centrarchidae (Sonnenfische)	Sonnenbarsch*	<i>Lepomis gibbosus</i>		x
Clupeidae (Heringe)	Maifisch	<i>Alosa alosa</i>	x	
Cobitidae (Schmerlen)	Schlammpeitzger	<i>Misgurnus fossilis</i>	x	
	Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	x	x
	Steinbeißer	<i>Cobitis taenia</i>	x	
Cottidae (Koppen)	Mühlkoppe	<i>Cottus gobio</i>	x	x
Cyprinidae (Karpfenartige)	Aitel	<i>Squalius cephalus</i>	x	x
	Barbe	<i>Barbus barbus</i>	x	x
	Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>	x	x
	Blaubandbärbling*	<i>Pseudorasbora parva</i>		x
	Brachse	<i>Abramis brama</i>	x	x
	Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>	x	
	Giebel	<i>Carassius gibelio</i>	x	x
	Graskarpfen*	<i>Ctenopharyngodon idella</i>		x
	Gründling	<i>Gobio gobio</i>	x	x
	Güster	<i>Abramis bjoerkna</i>	x	x
	Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	x	x
	Karausche	<i>Carassius carassius</i>	x	x
	Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	x	x
	Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	x	x
	Marmorkarpfen*	<i>Hypophthalmichthys</i>		x
	Moderlieschen*	<i>Leucaspis delineatus</i>		x
	Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	x	x
Nerfling	<i>Leuciscus idus</i>	x	x	
Rotauge	<i>Rutilus rutilus</i>	x	x	
Rotfeder	<i>Scardinius</i>	x	x	

Familie	Art		pot. natürl.	rezent
	Schied*	<i>Aspius aspius</i>		x
	Schleie	<i>Tinca tinca</i>	x	x
	Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	x	x
	Silberkarpfen*	<i>Hypophthalmichthys</i>		x
	Zobel	<i>Ballerus sapa</i>	x	x
Esocidae	(Hechte)	Hecht	<i>Esox lucius</i>	x
Gasterosteidae	(Stichlinge)	Dreist. Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	x
Gobiidae	(Grundeln)	Kessler Grundel*	<i>Neogobius kessleri</i>	x
		Marmorierte Grundel*	<i>Proterorhinus marmoratus</i>	x
		Schwarzmundgrundel*	<i>Neogobius melanostomus</i>	x
Ictaluridae	(Zwergwelse)	Zwergwels*	<i>Ictalurus nebulosus</i>	x
Lotidae	(Dorschartige)	Rutte	<i>Lota lota</i>	x
Percidae	(Barsche)	Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	x
		Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	x
		Zander*	<i>Sander lucioperca</i>	x
Pleuronectidae	(Schollen)	Flunder	<i>Platichthys flesus</i>	x
Salmonidae	(Lachsartige)	Atlantischer Lachs	<i>Salmo salar</i>	x
		Bachforelle	<i>Salmo trutta f. fario</i>	x
		Bachsaibling*	<i>Salvelinus fontinalis</i>	x
		Meerforelle	<i>Salmo trutta f. trutta</i>	x
		Regenbogenforelle*	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	x
Siluridae	(Welse)	Wels*	<i>Silurus glanis</i>	x
Thymallidae	(Äschen)	Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>	x

* *Allochthone / gebietsfremde* Fischarten

Hinsichtlich der ursprünglichen Verbreitung des Aals war dieser nach Wagner (1846 in Siebold, 1863) im gesamten Maingebiet anzutreffen. Schadt (1993) erwähnt historische Schriften, die belegen, dass seit 1887 im Main bei Bamberg und Lichtenfels in großen Mengen Glasaale (Abb. 1) ausgesetzt wurden.



Abb. 1: Glasaal.

Neben dem Main selbst zählten seine bedeutenden Zuflüsse und einige kleinere in den Main bzw. seine Nebengewässer mündende Flüsse zum wesentlichen Verbreitungsgebiet des Aals. Nach Wondrak (1995) stiegen die Aale in Unterfranken seit jeher auch in die Oberläufe der Mittelgebirgsbäche auf und lebten dort neben den standorttypischen Bewohnern wie z.B. Edelkrebs, Mühlkoppe, Elritze und Bachforelle. Jedoch sind die

rhitrallen Oberläufe nicht als typischer Aallebensraum anzusehen. Vor dem Hintergrund der Gesamtaalpopulation des Maingebiets erscheinen sie daher vernachlässigbar und werden aus diesem Grund bei der Abgrenzung des Aalverbreitungsgebiets ausgeklammert. Darüber hinaus ist der Besatz mit Aalen in den Salmonidenregionen gemäß den Bezirksfischereiverordnungen verboten.

3.2 Einzugsgebiet der Donau

3.2.1 Allgemeines

Das Einzugsgebiet der Donau entwässert ins Schwarze Meer und zählt daher nicht zum natürlichen Verbreitungsgebiet des Aals (siehe Kapitel 3.2.3). Gemäß den Angaben des Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuchs (LfU, 2001a) lässt es sich folgendermaßen charakterisieren:

Die Donau weist vom Zusammenfluss der Quellbäche Brigach und Breg bis zur Mündung ins Schwarze Meer eine Länge von rund 2780 km auf. Hiervon verlaufen 580 km ganz oder teilweise (in der Strecke flussabwärts von Passau) auf deutschem Gebiet, wobei 200 km auf Baden-Württemberg und 380 km auf Bayern entfallen. Auf ihrem etwa von West nach Ost gerichteten Lauf nimmt die Donau zahlreiche Gewässer auf, die ihr von Nord und Süd zufließen.

Die topographische und geologische Vielfalt des Niederschlagsgebietes der Donau spiegelt sich im Abflussverhalten der einzelnen Gewässer wieder, die vom trägen Mittelgebirgsfluss bis zum hochalpinen Wildbach reichen.

Die großen südlichen Zubringer Iller, Lech, Isar und Inn haben ihren Ursprung im Gebirge, während die kleineren den Schotterflächen des Alpenvorlandes und dem tertiären Hüggelland entstammen. Die von Norden zufließenden Gewässer Würnitz, Altmühl, Naab und Regen sind Vorfluter für große Teile der Schwäbischen und Fränkischen Alb (Jura) sowie des Oberpfälzer und Bayerischen Waldes (Urgestein).

Die Donau ist bis Ulm ein typischer Mittelgebirgsfluss. Der Mittelgebirgscharakter wandelt sich streckenweise durch die Einmündungen von Iller, Lech, Isar und Inn hin zu einem alpinen Charakter. Die Mittel- und Hochwasserabflüsse sind im Allgemeinen im Sommerhalbjahr größer als im Winterhalbjahr. Hinsichtlich ihrer Niedrig- und Hochwasserabflüsse zeichnet sich die Donau durch eine sehr hohe Schwankungsbreite aus (Tab. 3).

Tab. 3: Minimale, mittlere und maximale Abflüsse der Donau (Datengrundlage: Hochwassernachrichtendienst Bayern).

Pegel:	Donau - Fkm	Abfluss [m ³ /s]			Jahresreihe
		Min.	Jahresmittel	Max.	
Neu Ulm	2.586,70	22,0	125	1.020	1954 - 2005
Dillingen	2.538,30	35,2	162	1.120	1924 - 2005
Donauwörth	2.508,10	42,6	191	1.340	1924 - 2005
Ingolstadt	2.457,80	62,0	313	2.270	1924 - 2005
Kelheim	2.414,80	85,2	332	2.140	1924 - 2005
Oberndorf	2.397,40	83,6	353	2.180	1926 - 2005

Pegel:	Donau - Fkm	Abfluss [m ³ /s]			Jahresreihe
		Min.	Jahresmittel	Max.	
Schwabelweis	2.376,50	91,9	445	2.530	1924 - 2004
Pfelling	2.305,50	105,0	459	2.670	1926 - 2004
Hofkirchen	2.256,90	165,0	640	3.320	1901 - 2004
Achleiten	2.223,10	349,0	1.430	9.100	1901 - 2005

3.2.2 Die Donau als Fischlebensraum

Die bayerische Donau war Mitte des 19. Jahrhunderts über weite Strecken noch ein mäandrierender Fluss, der sich ständig ein neues Flussbett suchte. Die darauffolgenden Ausbaumaßnahmen am Flussverlauf resultierten in erheblichen Veränderungen des Fluss-Aue-Systems. Stauhaltungen und Uferverbauungen mit Blocksteinen schufen für den Aal geeignete Lebensraumbedingungen, gleichzeitig jedoch auch Probleme durch die Schädigung im Turbinenbereich bei der Passage von Wasserkraftanlagen (20 Wasserkraftanlagen im bayerischen Donauverlauf). Gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie wird die Donau mit Ausnahme einzelner Abschnitte im ganzen bayerischen Verlauf als „erheblich verändertes Gewässer“ eingestuft (LfU, 2004).

Was die Wasserqualität der Donau betrifft, so konnte diese innerhalb der letzten drei Jahrzehnte durch den Ausbau von Kläranlagen mit verbesserten Reinigungsleistungen und infolge verschärfter Umweltgesetze deutlich gesteigert werden. Die Donau wird heute in Bayern im Großteil ihres Laufes als „mäßig belastet“ (Güteklasse II) eingestuft. Lediglich die Bereiche unterhalb Ulm und Regensburg gelten noch als „kritisch belastet“ (Güteklasse II-III) (LfU, 2001a).

3.2.3 Der Fischbestand der Donau

Die Donau ist das fischartenreichste Gewässer Europas (Terofal, 1980) und war natürlicherweise im gesamten bayerischen Bereich der Barbenregion (Epipotamal) zuzuordnen.

Aufgrund historischer Beschreibungen (z.B. Borne, 1883; Fürnrohr, 1847; Heckel & Kner, 1858; Jäckel, 1864; Lori, 1869 - 1870, 1878; Schrank, 1798) und unter Berücksichtigung allgemeiner zoogeografischer Aspekte, können der potenziell natürlichen Fischfauna der bayerischen Donau 51 Arten zugeordnet werden (Tab. 4).

Der heutige Fischbestand der Donau unterscheidet sich wesentlich von dem ursprünglichen Fischbestand der unverbauten Donau. So wurde z.B. die Zuwanderung von Fischen aus dem Donauunterlauf, insbesondere der zu den Langdistanzwanderfischen zählenden Donaustörarten, unterbunden. Neben der fehlenden Zuwanderung von Fischen, haben sich Artenspektrum und Bestandsdichten durch anthropogene Nutzungseinflüsse gravierend verändert. Die Angaben zum rezenten Arteninventar der Donaufischfauna (Tab. 4) basieren auf den Ergebnissen der in Bayern in den Jahren 1989 bis 1997 durchgeführten Fischartenkartierung (Leuner & Klein, 2000), den Angaben von Harsanyi (1986) sowie den Erhebungen von Seifert (2011) und aktuellen Fischbestandserhebungen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie.

Von den ursprünglich in der Donau heimischen 51 Fischarten kommen noch 45 Arten vor. Heute sind insgesamt 62 Fischarten in der Donau anzutreffen, von denen 14 als allochthon

bzw. gebietsfremd anzusehen sind. Die ehemals in der Donau vorkommenden anadromen Störarten gelten in Bayern als verschollen bzw. ausgestorben.

Tab. 4: *Potenziell natürliche und rezente Fischfauna der bayerischen Donau.*

Familie	Art		pot. natürl.	rezent
Petromyzontidae (Neunaugen)	Bachneunauge	<i>Lampetra planeri</i>	x	x
	Donaubachneunauge	<i>Eudontomyzom spec.</i>	x	x
Acipenseridae (Störe)	Hausen	<i>Huso huso</i>	x	
	Sterlet	<i>Acipenser ruthenus</i>	x	x
	Sternhausen	<i>Acipenser stellatus</i>	x	
	Waxdick	<i>Acipenser güldenstädti</i>	x	
Anguillidae (Aale)	Aal*	<i>Anguilla anguilla</i>		x
Centrarchidae (Sonnenfische)	Sonnenbarsch*	<i>Lepomis gibbosus</i>		x
Coregonidae (Renken)	Renke	<i>Coregonus spec.</i>		x
Cobitidae (Schmerlen)	Schlammpeitzger	<i>Misgurnus fossilis</i>	x	x
	Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	x	x
	Steinbeißer	<i>Cobitis taenia</i>	x	x
Cottidae (Koppen)	Mühlkoppe	<i>Cottus gobio</i>	x	x
Cyprinidae (Karpfenartige)	Aitel	<i>Squalius cephalus</i>	x	x
	Barbe	<i>Barbus barbus</i>	x	x
	Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>	x	x
	Blaubandbärbling*	<i>Pseudorasbora parva</i>		x
	Brachse	<i>Abramis brama</i>	x	x
	Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>	x	x
	Giebel	<i>Carassius gibelio</i>	x	x
	Goldfisch	<i>Carassius auratus gibelio</i>		x
	Graskarpfen*	<i>Ctenopharyngodon idella</i>		x
	Gründling	<i>Gobio gobio</i>	x	x
	Güster	<i>Abramis bjoerkna</i>	x	x
	Frauennerfling	<i>Rutilus pigus virgo</i>	x	x
	Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	x	x
	Karausche	<i>Carassius carassius</i>	x	x
	Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	x	x
	Kessler-Gründling	<i>Romanogobio kesslerii</i>	x	
	Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	x	x
	Mairenke	<i>Alburnus mento</i>		x
	Marmorkarpfen*	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>		x
	Moderlieschen*	<i>Leucaspis delineatus</i>		x
	Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	x	x
	Nerfling	<i>Leuciscus idus</i>	x	x
	Rotauge	<i>Rutilus rutilus</i>	x	x
	Rotfeder	<i>Scardinius</i>	x	x
	Rußnase	<i>Vimba vimba</i>	x	x
	Schied	<i>Aspius aspius</i>	x	x
	Schleie	<i>Tinca tinca</i>	x	x
	Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	x	x
	Semling	<i>Barbus peloponnesius</i>	x	

Familie	Art		pot. natürl.	rezent
	Silberkarpfen*	<i>Hypophthalmichthys</i>		x
	Steingressling	<i>Romanogobio uranoscopus</i>	x	
	Weißflossengründling**	<i>Gobio albipinatus</i>	x	x
	Ziege	<i>Pelecus cultratus</i>	x	x
	Zobel	<i>Abramis sapa</i>	x	x
	Zope	<i>Abramis ballerus</i>	x	x
Esocidae (Hechte)	Hecht	<i>Esox lucius</i>	x	x
Gasterosteidae (Stichlinge)	Dreist. Stichling*	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		x
Gobiidae (Grundeln)	Kessler Grundel*	<i>Neogobius kessleri</i>		x
	Marmorierte Grundel*	<i>Proterorhinus marmoratus</i>		x
	Schwarzmundgrundel*	<i>Neogobius melanostomus</i>		x
Ictaluridae (Zwergwelse)	Zwergwels*	<i>Ictalurus nebulosus</i>		x
Lotidae (Rutten)	Rutte	<i>Lota lota</i>	x	x
Percidae (Barsche)	Donau-Kaulbarsch***	<i>Gymnocephalus baloni</i>	x	x
	Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	x	x
	Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	x	x
	Schrätzer***	<i>Gymnocephalus schraetser</i>	x	x
	Streber***	<i>Zingel streber</i>	x	x
	Zander	<i>Sander lucioperca</i>	x	x
	Zingel***	<i>Zingel zingel</i>	x	x
Salmonidae (Lachsartige)	Bachforelle	<i>Salmo trutta f. fario</i>	x	x
	Bachsaibling*	<i>Salvelinus fontinalis</i>		x
	Huchen***	<i>Hucho hucho</i>	x	x
	Regenbogenforelle*	<i>Oncorhynchus mykiss</i>		x
Siluridae (Welse)	Wels	<i>Silurus glanis</i>	x	x
Thymallidae (Äschen)	Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>	x	x

*Im Donaueinzugsgebiet allochthone / gebietsfremde Fischarten

**Nach Kottelat & Freyhof (2007) als Donauströmgründling (*Romanogobio vladkovi*) zu bezeichnen

***Im Donaueinzugsgebiet endemische Fischarten

Wie bereits einführend erwähnt, gehört die Donau zumindest auf deutschem Gebiet nicht zum natürlichen Verbreitungsgebiet des Aals. Obwohl Untersuchungen aus der unteren Donau und dem Schwarzmeerbereich belegen, dass die Fischart aus dem Atlantik kommend zu einem gewissen Anteil auch über das Mittelmeer gewandert ist (Lebedey, 1969; Coad, 1980), hat der Aal auch in früheren Zeiten die bayerische Donau nie erreicht. Dies wurde schon im 12. Jahrhundert von Albertus Magnus festgestellt und darauffolgend von zahlreichen Autoren bestätigt (z.B. Herzig & Herzig-Straschil, 2001; Lusk et al., 2004; Siebold, 1863). Historische Angaben zum natürlichen Aufkommen des Aals in der Donau beruhen auf der Tatsache, dass die an der Donau gelegenen Städte seit jeher mit lebenden Aalen aus anderen Flussgebietseinheiten versorgt wurden und hierbei gelegentlich in die Donau gelangten (Heckel in Siebold, 1863).

Seit 1881 werden gezielt Besatzmaßnahmen mit Aalen im Donaueinzugsgebiet vorgenommen (Wiedemann, 1895). Neben der Donau selbst ist der Aal in zahlreichen Stillgewässern, insbesondere in Baggerseen, sowie in den Donauzuflüssen anzutreffen.

4 Aktuelle Bestandssituation des Aals in Bayern

Die gewässerbaulichen Maßnahmen der vergangenen zwei Jahrhunderte haben in Main und Donau sowie auch in den aalrelevanten Seitengewässern die aquatischen Lebensräume und deren Biozönosen nachhaltig verändert (siehe Kap. 3.1 und 3.2). Einerseits bieten die zur Uferbefestigung eingebrachten Grobsteinschüttungen dem Aal während seines Fressstadiums im Süßwasser willkommene Unterstandsmöglichkeiten. Andererseits werden die den Lebenszyklus des Aals prägenden langen Wanderungen heute durch eine große Anzahl an Querbauwerken behindert bzw. unterbunden. Auf seiner flussabwärtsgerichteten Laichwanderung ist er bei der Passage der Wasserkraftturbinen, verglichen mit Fischarten geringerer Wanderaktivität, besonders stark gefährdet (siehe Kap. 5.1).

Im Rahmen der Fischartenkartierung der Jahre 1989 bis 1997 wurde der Aal als dritthäufigste Art in 38 % aller untersuchten Gewässerstrecken nachgewiesen.

Ausgehend von den für einzelne Gewässer bzw. Gewässerabschnitte erfassten Rohdaten, wurden diese für einzugsgebietsbezogene Aussagen auf die jeweils aalrelevante Gesamtgewässerfläche extrapoliert. Als solche werden im Fall der Fließgewässer alle Gewässer I. und II. Ordnung erachtet (Tab. 5). Für die Beurteilung stehender Gewässer wurden alle Seen und Baggerseen, nicht aber Teiche und Weiher berücksichtigt. In letzteren spielt der Aal, wenn überhaupt, nur eine untergeordnete Rolle. Im Gegensatz zu den Baggerseen, in denen i.d.R. die gesamte Fläche von den Aalen als Lebensraum genutzt werden kann, beschränkt sich der aalrelevante Lebensraum in natürlichen Seen auf den flachen Litoralbereich. Im Durchschnitt ist dies etwa ein Fünftel der bayerischen Seeflächen. Während im Einzugsgebiet der Donau die großen natürlichen Seen des Voralpenlandes neben der Donau und einigen anderen Fließgewässern einen Verbreitungsschwerpunkt der Art darstellen, spielen stehende Gewässer im Einzugsgebiet des Mains diesbezüglich eine untergeordnete Rolle.

Tab. 5: Gewässerflächen in Bayern (Quelle: LfU 2007, Datengrundlage: ATKIS 25).

	Gewässerfläche (ha) im Einzugsgebiet von	
	Main	Donau
Fließgewässer		
Gesamtfläche I. und II. Ordnung	6.300	24.400
Seen		
Gesamtfläche	0	34.800
Aalrelevanter Litoralbereich (= Seefläche x 0,2)	0	6.960
Baggerseen		
Gesamtfläche	6.700	13.200
davon nicht an Fließgewässer angebunden	5.400	
Summe aalrelevanter Gewässer	13.000	44.560

Im Folgenden wird auf der Grundlage der für Bayern verfügbaren Angaben zur Bewirtschaftung mit Aalen (siehe Kapitel 9) der Fang von Aalen sowie der Besatz mit Aalen für den Zeitraum von 2002 bis 2006 getrennt nach den Einzugsgebieten von Main und Donau geschätzt. Für die darauffolgenden Jahre (bis 2009) ist nicht von nennenswerten Änderun-

gen auszugehen. Lediglich für die Fänge der Berufsfischerei ist ab 2009 aufgrund der Rückstandsproblematik mit Dioxin (siehe Kapitel 5.2) ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen.

Hierbei sind die für den Besatz verwendeten Entwicklungsstadien unterschiedlichen Individualgewichts (Glasaal < 1 g; Farmaal ca. 8 g; Satzaal ca. 25-50 g) entsprechend unterschiedlich zu gewichten.

Da mit zunehmender Größe der besetzten Aale deren Überlebenswahrscheinlichkeit zunimmt, wird als Maß für fischereibiologische Berechnungen das sog. Glasaaläquivalent verwendet. Knösche et al. (2005) haben festgestellt, dass Aale, die als Satzaale eingebracht werden, etwa 4,5 mal häufiger wiedergefangen werden als solche, die als Glasaal besetzt werden. Zur Umrechnung in Glasaaläquivalente ist daher ein Faktor von 3 für Farmaale bzw. von 4,5 für Satzaale zu Grunde zu legen. Diese Umrechnung wird von den Autoren als vorläufig erachtet und ist bei Vorlage neuer Erkenntnisse zur natürlichen Mortalität anzupassen.

4.1 Aalbestand und Aalbewirtschaftung im Einzugsgebiet des Mains

Im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts hat die Berufsfischerei den Aal nur extensiv befischt. Unter Berücksichtigung der Fangmeldungen der Berufs- und Freizeitfischerei in den Fließgewässern I. und II. Ordnung sowie in angebundenen Baggerseen und Altwässern des Main Einzugsgebiets lässt sich für die Jahre 2002 bis 2006 ein mittlerer jährlicher Aalfang von rund 8 kg/ha schätzen. Die Angaben für die einzelnen Fließgewässer lagen im Bereich von 1 kg/ha (Weißer Main in Oberfranken) bis 17 kg/ha (Fränkische Saale in Unterfranken). Aufgrund des hohen Flächenanteils von Main und Main-Donau-Kanal von 80 % (3990 ha) schlagen sich die anderen aalrelevanten Gewässer des Main Einzugsgebiets im Gesamtwert kaum nieder.

Bei einer Gesamtfläche an Aalgewässern mit fischereilicher Bedeutung von insgesamt etwa 13.000 ha im bayerischen Einzugsgebiet des Mains, bestehend aus Fließgewässern (I und II Ordnung) und Baggerseen, ergibt sich ein jährlicher Gesamtfang von schätzungsweise rund 100 t. Davon ausgehend lässt sich über eine grobe Faustformel der tatsächliche Bestand ($\text{Bestand} = \text{Fangertrag} \times \text{Faktor } 4$) mit schätzungsweise rund 400 t angeben. Nach Schätzungen von Brämick et al. (2008) sind in der Elbe etwa 3 % des Aalbestands abwanderungsbereite Blankaale. Zur Abschätzung abwandernder Aale aus dem Maingebiet werden Tiere aus nicht angebundenen Baggerseen (5.400 ha) nicht berücksichtigt. Bei einer verbleibenden relevanten Gewässerfläche von rund 7600 ha wäre dort mit jährlich schätzungsweise 7 t abwandernder Blankaale auf dem Weg in das Laichgebiet zu rechnen. Dieser Wert wird jedoch als zu gering erachtet, da durch die Berufsfischerei in den Jahren 2009 und 2010 im Rahmen der Umsetzung des Aalmanagementplans jeweils rund 5 t Blankaale durch gezielten Fangeinsatz angelandet und zur ungehinderten Abwanderung ins Laichgebiet in den freifließenden Rhein verbracht wurden.

Vor dem großen Gewässerausbau rekrutierte sich der Aalbestand im Main aus Steigaalen, die aus der Nordsee über den Rhein in den Main flussaufwärts gewandert sind. Infolge fortschreitender Verbauung der Gewässer und der Errichtung unüberwindbarer Kraftwerksanlagen seit Ende des 18. Jahrhunderts, mussten im Sinne einer nachhaltigen Fischerei zunehmend Aale besetzt werden. Welche quantitative Bedeutung die natürliche Zuwanderung von Aalen heute noch hat, ist unbekannt. Wurde in den 1960er Jahren des vergangenen Jahrhunderts der Aalbesatz noch für das gesamte Einzugsgebiet als Ausgleich für Fischschäden, die im Zuge des Ausbaus zur Schifffahrtsstraße entstanden waren, staat-

licherseits zu 100 % gefördert, zahlen heute die Wasserkraftwerksbetreiber eine gewisse Entschädigung für die Fischverluste in den Turbinen. Der Besatz wird zentral über die Bezirksverbände organisiert und durchgeführt. Darüber hinaus besetzen verschiedene Fischereirechtsinhaber zusätzlich Aale. Mit Ausnahme in Gewässern der Forellen- und Äschenregion kann dies seit Novellierung der Ausführungsverordnung zum Bayerischen Fischereigesetz seit dem Jahr 2010 genehmigungsfrei erfolgen. Da in verschiedenen Jahren für das unterfränkische Maingebiet keine Glasaale für den Besatz zur Verfügung standen, wurde dort der Besatz mit bereits vorgestreckten Farmaalen durchgeführt.

Im oberfränkischen Main wurden dagegen überwiegend Glasaale besetzt. Der gewichts- und anzahlbezogene Anteil der gesetzten Aale in den Fließgewässern des Maingebiets ist (Tab. 6) zu entnehmen.

Tab. 6: Gewichts- und anzahlbezogener Anteil besetzter Aale in den Fließgewässern des Maininzugsgebiets in den Jahren 2002 – 2006.

Entwicklungsstadien der 2002 bis 2006 in die Fließgewässer des Maininzugsgebiets besetzten Aale			
	Glasaal (0,3 g)	Farmaal (8 g)	Satzaal (25 g)
gewichtsbezogen	8%	85%	7%
anzahlbezogen	70%	29%	1%

Auf der Grundlage von Meldungen der Berufs- und Angelfischer aus den Jahren 2002 bis 2006 wird der Aalbesatz im Einzugsgebiet des Mains mit rund 300 Stück Glasaaläquivalenten pro Hektar angegeben. Dies entspricht einem Gewicht von ca. 100 g/ha. In den angebundenen Baggerseen wurde der Besatz hinsichtlich Dichte und Besatzgröße meist analog zu den jeweiligen Hauptgewässern durchgeführt. Bei einer aalrelevanten Gewässerfläche von 7600 ha Fließgewässer und angebundener Baggerseen ergibt sich insgesamt ein Besatz von rund 760 kg Glasaaläquivalenten.

Darüber hinaus wurden zur Bereicherung der Fischfauna auch in den nicht angebundenen Baggerseen (5.400 ha) Aale eingebracht. Da diesbezüglich keine genauen Angaben vorliegen, wird ein Besatz von etwa 100 Stück Glasaaläquivalenten pro Hektar angenommen (rund 33 g/ha). Insgesamt ist mit weiteren ca. 180 kg zu rechnen.

Welche Bedeutung der Aal für die Berufsfischerei am Main schon in früherer Zeit hatte, zeigt folgendes Zitat von Altnöder (1965): „Die Existenz der Berufsfischerei am Main wird weitgehend von den Erträgen der Aalfischerei bestimmt. Regelmäßige und erhöhte Besatzmaßnahmen sowie weitere Intensivierung des Aalfangs sind die Voraussetzungen für die Erhaltung der Berufsfischerei“. Während in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts noch 270 Flussfischereibetriebe aktiv den Fischfang mit Reusen oder Aalschokkern (Abb. 2) ausübten, existieren heute ca. 250 Mainfischer von denen nur noch wenige die Fischerei im Vollerwerb betreiben.



Abb. 2: Aalschokker.

Demgegenüber ist die Anzahl der Angelfischer von 16.800 auf heute rund 50.000 gestiegen. Der Aalfang der Berufs- und Angelfischer im unterfränkischen Main wird in den Jahren 1962 - 1964 auf rund 30 t/Jahr geschätzt. Die Angaben zur Flußfischerei hält Butschek, der damalige Fachberater für Fischerei in Unterfranken (in Altnöder, 1965), für falsch, ohne jedoch eine andere Zahl zu benennen. Dagegen lag der Aalfang im Main in den Jahren 2002 – 2006 mit schätzungsweise ca. 60 t/Jahr fast doppelt so hoch. Darüber hinaus werden heute auch in nicht angebotenen Baggerseen (5.400 ha) schätzungsweise weitere 5 t/Jahr gefangen. Bereits in den 1960er Jahren wurden rund 2,1 Mio. Glasaaläquivalente/Jahr besetzt (589 kg Glasaal und 880 kg Satzaal). Heute sind es rund 1,6 Mio. Glasaaläquivalente/Jahr in den relevanten Fließgewässern und den angebotenen Baggerseen, sowie rund 0,7 Mio. Glasaaläquivalente in den nicht angebotenen Stillgewässern (insgesamt: 374 kg Glasaale, 2.604 kg Farmaale und 496 kg Satzaale).

4.2 Aalbestand und Aalbewirtschaftung im Einzugsgebiet der Donau

Da der Aal nicht zum natürlichen Fischarteninventar des bayerischen Donaueinzugsgebiets gehört (siehe Kap. 3.2.3), sind folglich alle dort lebenden Aale ausschließlich auf Besatzmaßnahmen zurückzuführen. Der für die Jahre 2002 bis 2006 für das Donaueinzugsgebiet ermittelte durchschnittliche jährliche Aalfang stellt sich abhängig vom Gewässertyp wie folgt dar:

Unter Berücksichtigung der Fangmeldungen der Berufs- und Freizeitfischerei in den Fließgewässern I. und II. Ordnung lässt sich für die Jahre 2002 bis 2006 ein mittlerer jährlicher Aalfang von rund 5 kg/ha schätzen. Die Angaben für die einzelnen Fließgewässer lagen im Bereich von unter 1 kg/ha (Ammer und Isar in Oberbayern, sowie Rott in Niederbayern) und 20 kg/ha (alter Ludwig-Main-Donaukanal in der Oberpfalz).

Für Baggerseen in Oberbayern und Schwaben wurden Fänge von 8 kg/ha gemeldet. Für das gesamte bayerische Donaueinzugsgebiet kann ein Wert von 6 kg/ha angegeben werden.

In schwäbischen Seen haben Berufs- und Angelfischerei bezogen auf den aalrelevanten Lithoralbereich schätzungsweise durchschnittlich 5 kg/ha Aale gefangen, in den Seen Oberbayerns dagegen 6 kg/ha. Der landesweite Durchschnitt im Donaueinzugsgebiet beträgt ebenfalls 6 kg/ha.

Bei einer aalrelevanten Gewässerfläche von insgesamt etwa 45.000 ha im Einzugsgebiet der bayerischen Donau, bestehend aus Fließgewässern, Baggerseen und natürlichen Seen, errechnet sich ein jährlicher Gesamtfang der Berufs- und Angelfischerei von schätzungsweise rund 240 t. Davon wurden rund 65 % in Fließgewässern, 25 % in Baggerseen und 10 % in natürlichen Seen gefangen. Über eine grobe Faustformel (Bestand = Fangertrag x Faktor 4) errechnet sich für das bayerische Donaueinzugsgebiet ein tatsächlicher Aalbestand von schätzungsweise rund 960 t.

In den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde der Aalbesatz stark propagiert, da sich mit dieser Fischart ein sehr guter Preis erzielen ließ und sich somit für die Berufsfischerei eine lukrative Einnahmequelle eröffnete. Der damalige Fachberater für Fischerei des Bezirks Oberbayern, Schmid (1965), empfahl den Wirtschaftsfisch Aal möglichst in alle dafür geeigneten Gewässer einzusetzen. Lediglich solche Gewässer mit Krebsvorkommen sollten ausgenommen werden. Damals wurde der Aal staatlicherseits auch im Donaueinzugsgebiet gefördert. Heute zahlen die Betreiber großer Wasserkraftwerksanlagen für Fischverluste an den Turbinen einen Schadensausgleich. Damit werden seitens der Fischereiverbände Aale und andere Fischarten für den Besatz gekauft. Was den Aalbesatz im Einzugsgebiet der Donau betrifft, haben sich insbesondere Glasaale für den Besatz in natürlichen Seen, Baggerseen und großen Fließgewässern bewährt. Bei mangelnder Verfügbarkeit von Glasaalen oder starker Kormoranprädatation werden auch vorgestreckte Aale, auch als Satzaale bezeichnet, verwendet. Farmaale spielen im Donaueinzugsgebiet nur eine untergeordnete Rolle. Der gewichts- und anzahlbezogene Anteil der gesetzten Entwicklungsstadien der Aale in den Fließgewässern des Donaueinzugsgebiets ist (Tab. 7) zu entnehmen.

Tab. 7: Gewichts- und anzahlbezogener Anteil der Entwicklungsstadien der besetzten Aale in den Fließgewässern, Seen und Baggerseen des Donaueinzugsgebiets in den Jahren 2002 – 2006.

	Entwicklungsstadien der 2002 bis 2006 in die Gewässer des Donaueinzugsgebiets besetzten Aale		
	Glasaal (0,3 g)	Farmaal (8g)	Satzaal (25 g)
gewichtsbezogen	36,0%	1,8%	62,2%
anzahlbezogen	97,8%	0,2%	2,0%

Aufgrund der europaweit gestiegenen Glasaalpreise ist in den vergangenen Jahren der Besatz mit Aalen rückläufig (Dekker, 2004). Es wird vermutet, dass deshalb die Möglichkeit einer Bestandsrestaurierung bald nicht mehr gegeben sein wird.

Bereits in den Jahren 1962 - 1964 wurden rund 1,5 Mio. Stück Glasaaläquivalente/Jahr besetzt (330 kg Glasaale und 2.102 kg Satzaale). Heute sind es rund 4 Mio. Stück Glasaaläquivalente/Jahr, insgesamt: 1.134 kg Glasaale, 58 kg Farmaale und 1.957 kg Satzaale.

In dem betrachteten Zeitabschnitt von 2002 bis 2006 wurden im bayerischen Donaugebiet insgesamt rund 3 t/Jahr besetzt (Tab. 8). Dabei entfielen 1.134 kg auf Glasaale, 57 kg auf Farmaale und 1.958 kg auf Satzaale. Dies entspricht bei einer Fläche von rund 45.000 ha einer Dichte von 0,07 kg/ha.

Individuenbezogen wurden im besagten Zeitraum jährlich insgesamt rund 3,50 Mio. Aale besetzt. Hierbei dominiert naturgemäß der Anteil der Glasaale (3,42 Mio. Stück/Jahr) gegenüber den Satzaalen (70.000 Stück./Jahr) und Farmaalen (7.000 Stück/Jahr). Umgerechnet auf Glasaaläquivalente wurden jährlich ca. 4,1 Mio. Stück besetzt.

Tab. 8: *Gewicht und Anzahl der im Einzugsgebiet der Donau jährlich besetzten Aale (2002 – 2006).*

		Durchschnittlicher jährlicher (2002-2006) Aalbesatz im Donaeinzugsgebiet							
	Aalrelevante Fläche (ha)	Aalbesatz (kg)				Aalbesatz (Mio. Individuen)			
		Gesamt	Glasaal (0,3g)	Farmaal (8g)	Satzaal (25g)	Gesamt	Glasaal (0,3g)	Farmaal (8g)	Satzaal (25g)
Fließgewässer	24.463	1.446	520	26	900	1,35	1,32	0,003	0,03
Natürliche Seen	6.979	263	95	5	163	0,60	0,60	0,001	0,01
Baggerseen	13.214	1.440	518	26	896	1,54	1,50	0,003	0,03
Gesamt	44.656	3.149	1.134	57	1.958	3,50	3,42	0,007	0,07

In etlichen Gewässern der Äschenregion, die in den 1960er Jahren versuchsweise auch mit Glasaalen besetzt wurden, wird heute aus fischökologischer Sicht auf Aalbesatz ganz verzichtet. Wie das Beispiel der Wertach im Regierungsbezirk Schwaben zeigt, wurde bis zu 10 Jahre nach dem letzten Besatz noch ein hoher Aalertrag von rund 30 kg/ha erzielt (Abb. 3). Erst in den Folgejahren pendelte sich der Fang auf etwa 3 kg/ha Aal ein. Da der Fangaufwand in dieser Zeit weitgehend vergleichbar war, zeigt der Rückgang des Fangertags auch den Rückgang des Bestands an. Sehr wahrscheinlich bleibt der Aalertrag zu einem geringen Anteil in der Wertach erhalten, da die Tiere die Möglichkeit haben, aus dem Lech aufzusteigen.

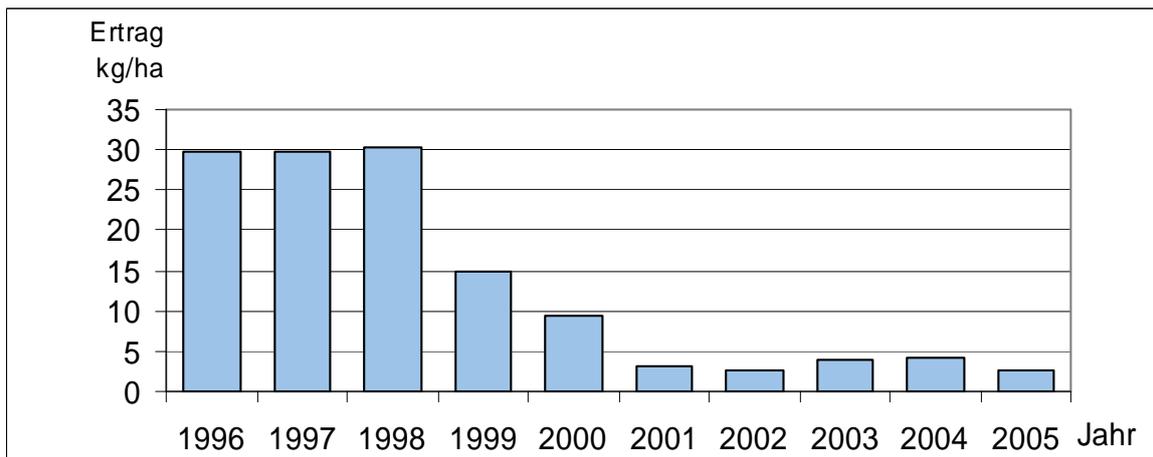


Abb. 3: Aalfänge in der Wertach (Der letzte Aalbesatz fand 1985 statt).

Während im Einzugsgebiet der Donau in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts noch 360 Flussfischereibetriebe und 137 Seenfischereibetriebe aktiv den Fischfang ausübten, sind es im Jahr 2006 25 Haupterwerbsbetriebe (zuzüglich 12 bayerische Betriebe am Bodensee-Obersee) sowie etwa 172 Neben- und Zuerwerbsbetriebe (Brämick, 2010). Demgegenüber ist die Anzahl der Angelfischer von 53.200 auf rund 170.000 im Jahr 2007 gestiegen (Brämick 2007).

Der Aalfang der Berufs- und Angelfischer erbrachte in den Jahren 1962 - 1964 einen landesweit mittleren Ertrag von rund 25 t/Jahr (Seenfischerei: 25 %, Flussfischerei: 11 % und Angelfischerei: 64 %), in den Jahren 2002 bis 2006 ca. 110 t/Jahr (geschätzter Anteil Seenfischerei: 25 %, Flussfischerei: 5 % und Angelfischerei: 70 %). In den vergangenen Jahrzehnten wurde neben den Fließgewässern und Seen eine zunehmend größere Anzahl an Baggerseen mit Aalen bewirtschaftet.

5 Ursachen für den Bestandsrückgang des Aals

Seit Ende der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts ist das Glasaalaufkommen in Europa stark gesunken (z. B. FAO 2003). Als Rückgangsursachen werden neben ozeanisch-klimatischen Faktoren (z.B. Veränderung des Golfstroms) auch kontinentale Faktoren in Betracht gezogen. Im kontinentalen Bereich wirken auf adulte Aale sowohl natürliche (z.B. Fraßdruck durch Kormorane, Viruserkrankungen, Schwimmblasenwürmer) als auch anthropogene (z.B. Befischung der Glasaale, Schädigung durch Turbinen, Errichtung von Wanderbarrieren, Eintrag von Schadstoffen) Einflüsse. Die relative Bedeutung der einzelnen Ursachen am Rückgang des Glasaalaufkommens ist bisher jedoch nicht bekannt.

Für Bayern ist die Wasserkraftnutzung derzeit als der am stärksten wirkende (anthropogene) Mortalitätsfaktor zu nennen. Der Aal wird demnach in der Roten Liste der gefährdeten Fische und Rundmäuler Bayerns (Bohl et al., 2003) im Einzugsgebiet des Mains als „gefährdet“ eingestuft. Ohne die seit Jahrzehnten getätigten Besatzmaßnahmen wäre der Aal im bayerischen Maingebiet jedoch heute bereits als verschollen bzw. ausgestorben einzustufen. Im Donaugebiet wird dem Aal kein Gefährdungsstatus zugeordnet, da er dort nicht heimisch ist. Bezogen auf sein globales Vorkommen wird der Aal als „kritisch gefährdet“ (Critically Endangered) eingestuft (IUCN 2011).

5.1 Eingeschränkte Wanderung und Schädigung durch Wasserkraftanlagen

Der Main ist durch 35 Wehranlagen, wovon sich 27 auf bayerischem Gebiet befinden, in eine Kette von Stauhaltungen unterteilt (Tab. 9 und Abb. 4).

Tab. 9: *Mainkraftwerke / -stauufen (abgeändert nach Born 1995 und Holzner 2000).*

Kraftwerk / Stau- stufe	Inbetrieb- nahme	Main Fkm	Länge der Stauh- altung [km]	Fallhöhe [m]	Bundesland
Viereth	1925	389,425	-	6,00	Bay
Limbach	1951	375,484	13,9	5,36	Bay
Knetzgau	1960	366,620	7,0	4,24	Bay
Ottendorf	1962	351,728	14,7	7,59	Bay
Schweinfurt	1963	338,400	13,3	4,67	Bay
Garstadt	1956	329,953	8,3	4,69	Bay
Wipfeld	1951	322,244	7,6	4,31	Bay
Volkach	1957	311,419	10,7	3,50	Bay
Gerlachshausen	1957	300,800	5,2	6,30	Bay
Dettelbach	1959	295,592	16,5	5,50	Bay
Kitzingen	1956	284,200	11,3	3,66	Bay
Marktbreit	1955	275,699	8,5	3,31	Bay
Goßmannsdorf	1952	269,076	5,7	3,40	Bay
Randersacker	1950	258,814	10,3	3,30	Bay
Würzburg	1924	252,282	6,5	2,75	Bay
Erlabrunn	1935	241,227	11,1	4,15	Bay
Himmelstadt	1940	232,375	9,8	4,30	Bay
Harrbach	1940	219,535	12,8	4,90	Bay
Steinbach	1939	200,800	18,7	5,14	Bay
Rothenfels	1939	186,067	14,8	5,26	Bay
Lengfurt	1940	174,622	11,6	3,99	Bay
Eichel	1939	160,601	14,0	4,50	BW
Faulbach	1939	147,133	13,5	4,51	BW
Freudenberg	1934	134,067	13,1	4,51	Bay
Heubach	1932	122,373	11,7	4,00	Bay
Klingenberg	1930	113,169	9,2	4,00	Bay
Wallstadt	1930	101,374	11,8	4,00	Bay
Obernau	1930	93,056	8,3	4,01	Bay
Kleinstheim	1971	77,720	15,3	6,80	Bay
Krotzenburg	1920	63,717	14,0	2,74	He
Mühlheim	1920	53,027	10,7	3,77	He
Offenbach	1901	38,276	14,8	3,18	He
Griesheim	1934	28,482	9,8	4,49	He
Eddersheim	1934	15,350	13,1	3,61	He
Kostheim	1886	3,036	12,4	3,03	He



Abb. 4: Kraftwerke / Staustufen im schiffbaren bayerischen Main (Datengrundlage: LfU, 2012).

An 33 Staustufen existieren Fischwege, die entweder technisch sehr veraltet sind oder völlig falsch platziert wurden. Untersuchungen zur Durchgängigkeit der Staustufen am Main haben gezeigt, dass die bestehenden Fischwege nur sehr eingeschränkt funktionsfähig sind (Born, 1995). Daraus resultiert eine Behinderung der flussaufwärtsgerichteten Wanderung der Steigaale sowie der flussabwärtsgerichteten Abwanderung der Blankaale. Da derzeit 33 Staustufen über Wasserkraftanlagen verfügen (auf hessischem Gebiet befindet sich eine weitere im Bau), ist die Abwärtswanderung mit einer Schädigung der Aale bei der Passage der Turbinenanlagen verbunden (Abb. 5).

Die Schädigungsrate von Aalen bei der Turbinenpassage variiert unter anderem je nach Kraftwerks- und Gewässertyp. Basierend auf den für 34 europäische Wasserkraftanlagenstandorte verfügbaren Feldstudien zu turbinenbedingten Aalschäden, liegt die mittlere Schädigungsrate bei 44,6% (Standorte mit Kaplan-Turbinen) bzw. 42,9% (Standorte mit Francis-Turbinen) (Ebel, 2008).



Abb. 5: Turbinenbedingte Schäden bei Aalen (Holzner 2000).

Für das Mainkraftwerk in Dettelbach gibt Holzner (2000) eine mittlere Mortalitätsrate von 28 % an. Dabei stellte er mit zunehmendem Abfluss bzw. abnehmender Fischgröße eine abnehmende Schädigungsrate fest. Wondrak (1995) schätzt die Verlustrate bei der Turbinenpassage auf mindestens 30 % je Kraftwerk. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich die Anteile jeweils auf den Teil der Aalpopulation beziehen, der die Turbinenanlage passiert. Die flussabwärtsgerichtete Wanderung der Blankaale wird maßgeblich von der Abflussmenge beeinflusst (Frost, 1950; Lowe, 1952). Die Zahl wandernder Blankaale nimmt gewöhnlich mit der Abflussmenge zu (Holzner, 2000; Hvidsten, 1985; Voellestad et al., 1986). Da während der Hauptwanderzeit (Herbst) der Aale häufig Hochwasserereignisse

auftreten ist davon auszugehen, dass ein Teil der abwandernden Aale die Kraftwerksanlagen nicht durch die Turbinen, sondern über die Wehre weitgehend unbeschadet passieren.

Die Problematik der eingeschränkten Aufwärts-/Abwärtswanderung und der kraftwerksbedingten Mortalität besteht auch in den aalrelevanten Nebengewässern des Mains. Insgesamt wurden bei Kartierarbeiten in den Fließgewässern des Maingebiets 4.868 undurchgängige Querbauwerke erfasst (Abb. 6). Hieraus ergibt sich eine durchschnittliche Dichte von 1,1 nicht passierbaren Querbauwerken pro Fließkilometer. Während alle Querbauwerke in den Gewässern 1. und 2. Ordnung kartiert wurden, ist die Durchgängigkeit in den Gewässern 3. Ordnung derzeit erst zu einem kleinen Teil bewertet (LfU, 2011).

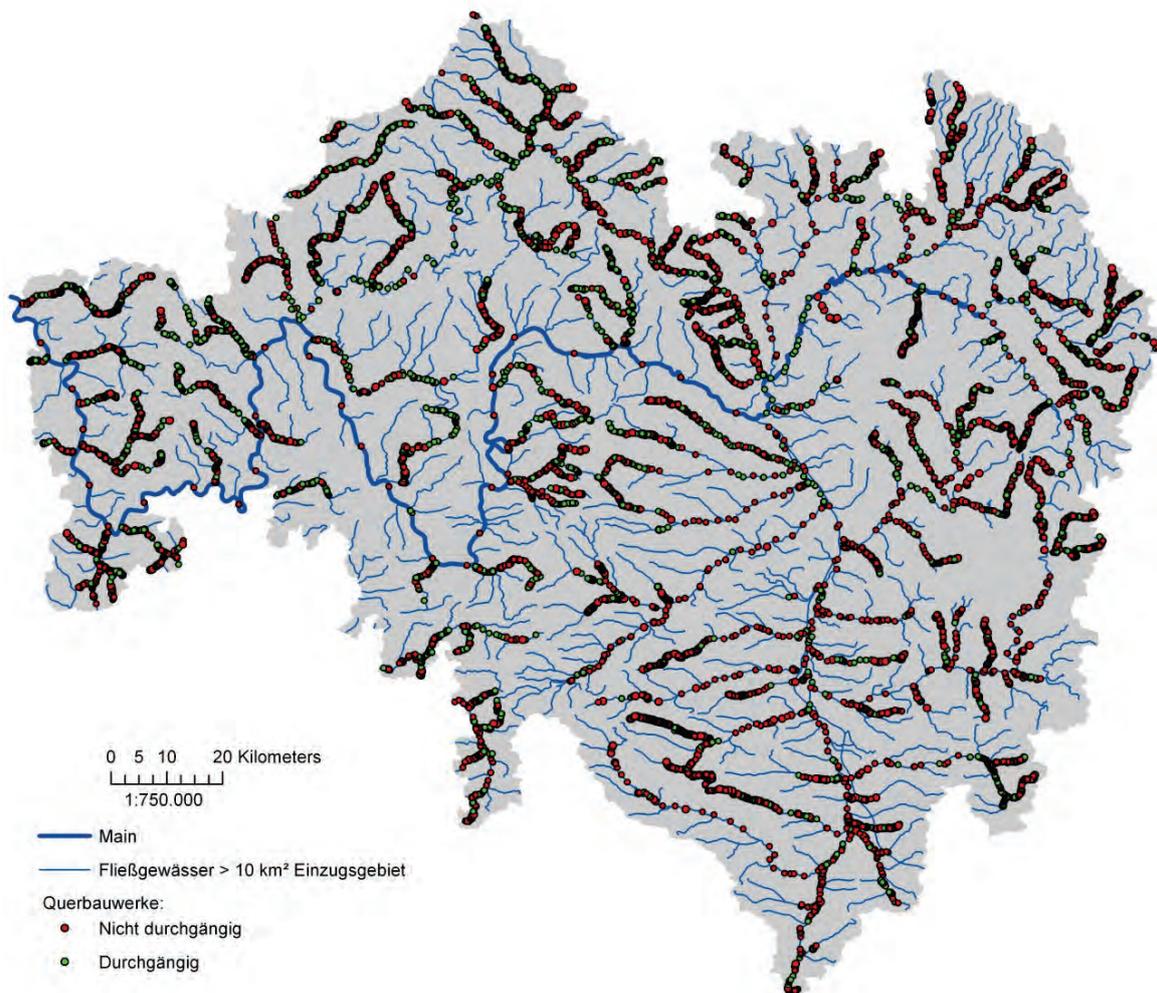


Abb. 6: Querbauwerksstandorte im bayerischen Maingebiet (Datengrundlage: LfU, 2012).

5.2 Belastung der Aale mit chemischen Substanzen

Während seiner 4 bis 10 Jahre dauernden Fress- und Wachstumsphase im Süßwasser ist der Aal aufgrund seiner bodenorientierten Lebensweise stofflichen Belastungen seines Lebensraumes ausgesetzt. Neben einer direkten Schädigung durch Schadstoffe und hormonartige Substanzen, findet auch eine Ablagerung von Giftstoffen im Fettkörper des Aals statt. Hierzu gehören beispielsweise Dioxine, die zu einer gestörten Entwicklung der Aale und einer verminderten Überlebensrate der Aallarven führen (ICES 2006). Für die ebenfalls fettlösliche Stoffgruppe der polychlorierten Biphenyle (PCB's) ist eine Akkumu-

lation über die Nahrungskette beschrieben, so dass Aale, abhängig von ihrem Lebensraum und Alter, unterschiedlich hohe PCB-Gehalte aufweisen (VIS, 2004).

Die beispielhaft genannten Stoffe werden oftmals erst nach der Umwandlung zum Blankaal auf seinem energiezehrenden Weg durch den Atlantik in die Sargassosee mobilisiert. Dabei gelangen sie erneut in die Blutbahn und können ihre Schädwirkung entfalten. Die Schadstoffbelastung sowie eine schlechte physiologische Kondition und eine beeinträchtigte Fortpflanzungsfähigkeit der in ihre Laichgebiete abwandernden Blankaaale wird als eine Ursache für die sinkende Reproduktion und damit auch für die Abnahme der Bestände erachtet (ICES 2006).

Darüber hinaus konnten Fertilitätsstörungen bei abwandernden Gelb- bzw. Blankaaalen (Palstra et al. 2006) sowie Entwicklungsstörungen bei Aallarven (Colombo & Grandi, 1996) durch den Einfluss weiblicher Geschlechtshormone (Östrogene) sowie in der Umwelt vorkommender Stoffe mit östrogenen Wirkung (Xenoöstrogene) festgestellt werden.

Zum Schutz des Verbrauchers vor der Aufnahme überhöhter Schadstoffmengen durch den Verzehr von Lebensmitteln hat der Gesetzgeber Höchstgehalte für verschiedene Kontaminanten in Lebensmitteln, u. a. auch in Fischen und Fischereierzeugnissen in der „Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 festgelegt (EG 2006).

5.3 Fischfressende Vögel (Kormoran)

Seit etwa Anfang der 80er Jahre des 20. Jahrhunderts haben die Brutbestände des Kormorans aufgrund von strengen Schutzmaßnahmen der EU (EG-Vogelschutzrichtlinie 79/409/EWG) stark zugenommen. Infolge dieser Entwicklung ist der Kormoran auch in Bayern anzutreffen. Die Anzahl durchziehender und überwinterner Vögel hat in Bayern bis 1994 stetig zugenommen und bleibt seitdem mit durchschnittlich 7000 Individuen konstant. Seit 1994 ist in Bayern eine Zunahme der Brutpaare und der übersommernden Kormorane zu verzeichnen (LfU, 2012).

Aus verschiedenen Untersuchungen ist bekannt (Brämick & Fladung, 2006; Keller & Vordermeier, 1994; Klein & Lieser, 2005; Suter, 1997), dass abhängig vom betrachteten Gewässer und dem darin vorzufindenden Fischbestand, 0,2 bis 13 % der Kormorannahrung aus Aalen besteht (Tab. 10).

Tab. 10: Anteil (% Biomasse) des Aals an der Kormorannahrung.

Anteil Aal [% Biomasse] an der Kormorannahrung	Gewässer	Autor
13,0	Brandenburger Gewässer	Brämick & Fladung (2006)
0,2	Altmühlsee	Keller & Vordermeier (1994)
0,7	Alz	Keller & Vordermeier (1994)
9,7	Ammersee	Keller & Vordermeier (1994)
2,7	Baggersee in Oberfranken	Keller & Vordermeier (1994)
4,9	Chiemsee	Keller & Vordermeier (1994)
4,0	Donau	Keller & Vordermeier (1994)
4,2	Inn	Keller & Vordermeier (1994)
0,9	Bodensee-Untersee	Klein & Lieser (2005)
2,3	Bodensee-Untersee	Suter (1997)

In Bayern befinden sich die Schlafplätze überwiegend entlang der großen Fließgewässer und an den Seen (Abb. 7).

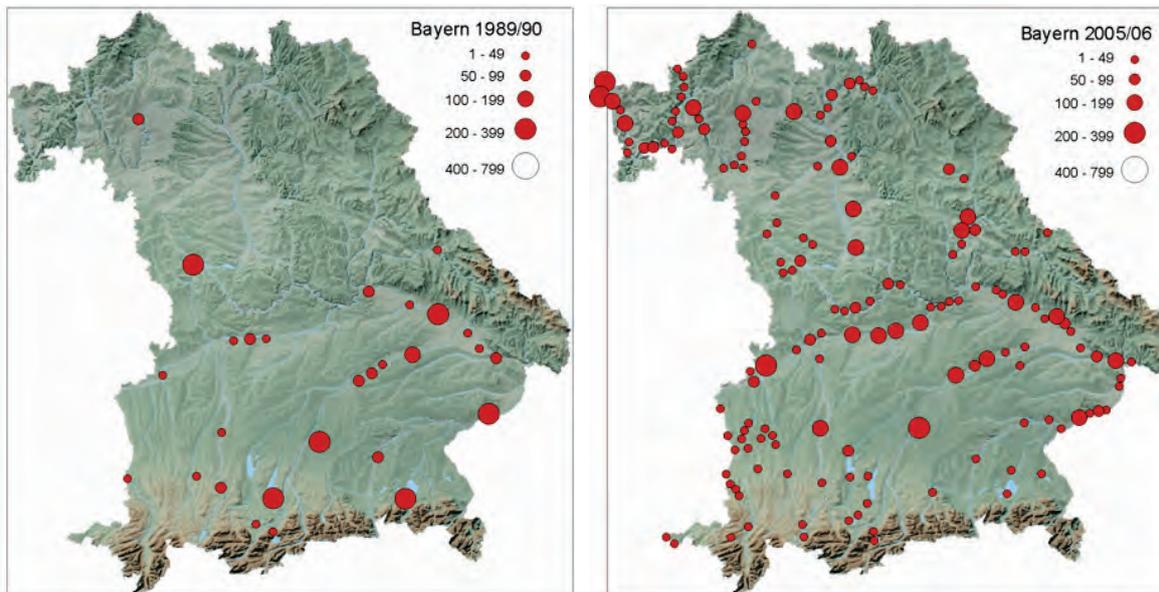


Abb. 7: Verteilung und Größe der bayerischen Kormoranschlafplätze (Grafik: LfV, 2012; Datengrundlage: LfU).

Da sich der Kormoranfraßdruck inhomogen mit Schwerpunkten um die Schlafplätze verteilt, wird für Bayern in Annäherung an die für die Donau und den Inn ermittelten Werte ein Aalanteil von 5% an der Kormorannahrung zu Grunde gelegt. Bei einem Bestand von 7000 Vögeln und einer geschätzten Aufenthaltsdauer von 100 Tagen bzw. einer Entnahme von 0,5 kg Fisch pro Vogel je Tag ergibt sich daraus eine jährliche Entnahme von 18 t Aal. Davon entfallen ca. 7 t auf die Gewässer des Maineeinzugsgebietes und 11 t auf die Gewässer des Donaueinzugsgebietes. Da Kormorane Aale im Längenbereich von 25 bis 60 cm fressen (Knösche et al., 2005), greifen sie früher auf den Aalbestand zu als die Berufs-/Angelfischerei.

5.4 Parasiten und Erkrankungen

5.4.1 Schwimmblasenwurm

Der zu den Fadenwürmern (*Nematoda*) gehörende Schwimmblasenwurm (*Anguillicoloides crassus*) wurde Anfang der achtziger Jahre des 20. Jahrhunderts vermutlich durch Satzaale und lebende Speiseaale von Südostasien nach Europa eingeschleppt. Hier hat er sich in wenigen Jahren weit verbreitet.

Der reife Wurm lebt organspezifisch in den Schwimmblasen von Aalen (Abb. 8). Dort ernährt er sich vom Inhalt der Blutgefäße in der Schwimmblasenwand. Der spindelförmige Parasit erreicht eine Länge von bis zu 4,5 cm. Die von den reifen Würmern abgegebenen Eier gelangen über den Schwimmblasengang in den Darm, wo sie mit dem Kot der Fische ins Wasser ausgeschieden werden. Die sich daraus entwickelnden Larven leben etwa drei Wochen lang angeheftet an Wasserpflanzen oder Steinen. In dieser Zeit müssen sie von einem Planktonkrebs (*Copepode*) gefressen werden. Wenn ein Aal einen infizierten Planktonkrebs aufgenommen hat, bohrt sich die Larve durch die Darmwand und gelangt über die Leibeshöhle zur Schwimmblase. Hier entwickelt sich die Larve zum sog. Präadultstadium (bis ca. 10 mm) und später, im Inneren der Schwimmblase, zum reifen

Adultstadium. Der Wirt ersetzt das zerstörte Schwimmblasengewebe durch Bindegewebe. Dabei wird die Schwimmblasenwand härter und verliert an Transparenz und Geschmeidigkeit, man spricht von Verschwartung.



Abb. 8: Aal aus dem Starnberger See (35 cm) mit Befall von Schwimmblasenwürmern (*Anguillicoloides crassus*) unterschiedlicher Reife. Die Schwimmblase ist transparent.

Wird die Parasitenlarve von anderen Fischarten gefressen, können diese zum Zwischenwirt werden. *A. crassus* legt hier ein so genanntes Wartestadium ein. Die Entwicklung zum geschlechtsreifen Wurm kann aber nur dann stattfinden, wenn der infizierte Fisch von einem Aal gefressen wird. Im Rahmen von Übertragungsversuchen konnte Hartmann (1993) feststellen, dass insbesondere Barsche unter bestimmten Lebensraumbedingungen als Zwischenwirt für *A. crassus* geeignet sind.

Die Arbeitsgemeinschaft Binnenfischereiforschung hat im Jahr 1994 ein bundesweites Monitoringprogramm zur Ermittlung der Befallsrate von Aalen mit *A. crassus* ins Leben gerufen. Für Bayern wurden hierfür die Untersuchungsergebnisse von jährlich etwa 100 Aalen des Starnberger Sees gemeldet. Der Anteil der mit *A. crassus* befallenen Aalen lag in den Stichproben zu Beginn der Untersuchungen bei 88 %, erreichte 1998 sogar 91 % und pendelte sich bis 2008 auf etwa 75 % ein.

Im Durchschnitt waren die Aale im Jahr 1994 mit 19 Würmern (*A. crassus*) befallen, der Maximalbefall lag bei 81 Nematoden in einer Schwimmblase. Bis zum Jahr 2008 reduzierte sich die mittlere Anzahl der Würmer auf 7 und der Maximalbefall auf 36 Schwimmblasenwürmer.

Entgegen der Abnahme bei der Befallshäufigkeit und -dichte von *A. crassus* war seit 1998 eine Zunahme der geschädigten Schwimmblasen festzustellen. Während 1998 nur 13 % der untersuchten Aalschwimmblasen aus dem Starnberger See sichtbar durch Bindegewebe in ihrer Elastizität beeinträchtigt waren, lag der Anteil 2008 bereits bei 66 %. Ein ähnliches Ergebnis wird von Hartmann und Nellen (1994) beschrieben, die Aale aus norddeut-

schen Gewässern untersucht haben. Hartmann (1993) sieht in der zunehmenden Verschwärtung der Schwimmblasenwand neben der Reparatur des Gewebes auch einen Schutzmechanismus gegen ein weiteres Eindringen von Nematoden.

Das Risiko für einen Aal, sich mit *A. crassus* zu infizieren, ist abhängig vom Infektionsdruck sowie von seinem Nahrungsspektrum. Im Jahr 2005 fand Scheinert (2005) im Rahmen eines bayernweiten Monitoringprogramms zum Aalherpes Virus (AHV), welches der Fischgesundheitsdienst Bayern e.V. in Zusammenarbeit mit den Fischereifachberatern der Bezirke und dem Landesfischereiverband Bayern e.V. an insgesamt 444 Aalen aus 75 Fließ- und Stillgewässern durchgeführt hat, eine Befallsrate mit *A. crassus* von 66 %. Der bayernweit gesehene niedrigere Durchschnittswert lässt sich auf das geringere Infektionsrisiko in fließenden Gewässern zurückführen. Dort kann der Parasitenkreislauf nur geschlossen werden, wenn langsam fließende Bereiche mit einer Zooplanktonentwicklung vorhanden sind.

Dieses Ergebnis wird von Untersuchungen an Rheinaalen (Körperlänge 45 bis 60 cm) bestätigt (Lehmann et al., 2005). Hier lag die Befallsrate bei durchschnittlich etwas über 60 %.

Durch Infektionen mit *A. crassus* unter experimentellen Bedingungen konnten Knopf et al. (2003) eine Stressantwort beim Europäischen Aal induzieren. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass unter natürlichen Bedingungen durch den kumulativen Effekt weiterer umweltbedingter Stressfaktoren eine Infektion mit dem Schwimmblasenwurm einen bedeutsamen Stressor für den Aal darstellt. Lehmann et al. (2005) schlossen aus ihren Ergebnissen, dass der Europäische Aal offenbar nicht in der Lage ist, eine effektive Immunität gegen *A. crassus* zu entwickeln.

Der Aal stellt auf seiner Laichwanderung die Nahrungsaufnahme ein. Für die ca. sechs Monate dauernde Überquerung des Atlantiks sowie seine Vertikalwanderungen im Laichgebiet ist er auf eine gut funktionierende Schwimmblase angewiesen. Hartmann (1993) vermutet, dass eine vorgeschädigte Schwimmblase ihre Funktion als Auftriebsorgan nicht mehr erfüllen kann, da der Fisch den Funktionsverlust durch energieraubende höhere Schwimmleistungen kompensiert und deshalb nicht mehr in der Lage ist, seinen Laichplatz zu erreichen.

5.4.2 Aal-Herpesvirus

Seit etwa 10 Jahren werden in Europa vermehrt Aalsterben beobachtet. Ein Höhepunkt wurde in dem extrem trockenen und heißen Sommer 2003 erreicht. Deutschlandweit kam es in stehenden und fließenden Gewässern zu einem massiven Sterben adulter Aale. Da bei anderen Fischarten keine Verluste zu verzeichnen waren, lag die Vermutung einer artspezifischen Infektion – möglicherweise mit Aal-Herpesviren - nahe. Erste Befunde zum Vorkommen von Herpesvirus anguillae (HVA) in Europa wurden von van Nieuwstadt et al. (2001) aus den Niederlanden gemeldet. Der Fischgesundheitsdienst Bayern e.V. hat daraufhin 2004/2005, in Zusammenarbeit mit den Fischereifachberatungen und dem Landesfischereiverband Bayern e. V., ein Monitoringprogramm zum Vorkommen des Aal-Herpesvirus in den bayerischen Gewässern durchgeführt (Scheinert & Baath, 2004). Insgesamt 444 Aale aus 75 Fließ- und Stillgewässern wurden regelmäßig verteilt über das Jahr entnommen. Die Fische wurden einzeln virologisch (PCR, sowie Anzucht über die Zellkultur EK1), bakteriologisch, histologisch und parasitologisch untersucht. HVA konnte in Aalen aus allen Gewässertypen (Naturseen, Baggerseen, Fließgewässer) gefunden

werden. Die höchste Infektionsrate wurde im Sommer 2004 im Starnberger See (90 %) belegt.

Herpesviren dringen in die Zellen der Haut oder der Schleimhäute ein, wo sie sich vermehren. Beim Ausbruch der Erkrankung sind die Aale apathisch und weisen blasse, verschleimte Kiemen mit Blutungen auf. Wassertemperaturen über 20°C spielen beim Krankheitsausbruch eine wichtige Rolle. Man kennt mehrere hundert Arten von Herpesviren beim Menschen und bei Tieren. Typisch für die Viren der Herpesfamilie ist, dass sie nach einer überstandenen Infektion nicht vollständig aus dem Körper verschwinden. Sie gehen in ein Latenzstadium über und können so unbehelligt im Organismus überleben. Diese latenten Träger scheiden das Virus in Stresssituationen massiv aus und stellen damit für andere Aale ein Infektionsrisiko dar (Scheinert & Baath, 2004). Lehmann et al. (2005) vermuten, dass die hohen Wassertemperaturen über einen aktivierten Stoffwechsel zu einem verstärkten Abbau toxischer Stoffe aus dem Fettgewebe führen und somit das Abwehrsystem der Aale zusätzlich geschwächt wird.

Untersuchungen aus den Niederlanden haben ergeben, dass noch weitere Virusinfektionen bei Wildaalen vorkommen (van Ginneken et al., 2004). Somit ist zu befürchten, dass die Bedeutung der viralen Aalerkrankungen bei der Diskussion über die Gründe des hohen Gefährdungsgrades der europäischen Aalbestände bisher eher unter- als überschätzt wurde. Die tatsächliche Situation ist aber zurzeit nach Ansicht von Lehmann et al. (2005) noch nicht annähernd sicher einzuschätzen.

6 Rechtliche Grundlagen zum Schutz des Aals

Aufgrund der Schutzbedürftigkeit des Aals wurde 2007 die **EU-Aalschutzverordnung zur Wiederauffüllung des Bestands des Europäischen Aals** (EU-Verordnung 1100/2007) verabschiedet. Darüber hinaus ist der Europäische Aal mit Wirkung vom 13. März 2009 als besonders geschützte Art in Anhang II des **Washingtoner Artenschutzübereinkommens (Convention on International Trade in Endangered Species = CITES)** und zu dessen Umsetzung in Anhang B der EU-Artenschutzverordnung (EU-Verordnung 338/97) aufgenommen worden.

Während CITES für alle Gewässer, also z.B. ganz Bayern, gilt, beschränkt sich der Geltungsbereich der EU-Aalverordnung auf natürliche Aaleinzugsgebiete. Dies sind in Bayern der Bodensee, der Main mit seinen Nebengewässern, sowie im Elbgebiet die Sächsische Saale und die Eger. Aufgrund ihres geringen Flächenanteils am gesamten deutschen Elbgebiet, wurden die beiden letztgenannten Gewässer in Bayern nicht als Aaleinzugsgebiet im Sinne der EU-Aalverordnung ausgewiesen (Abb. 9 und Tab. 11).

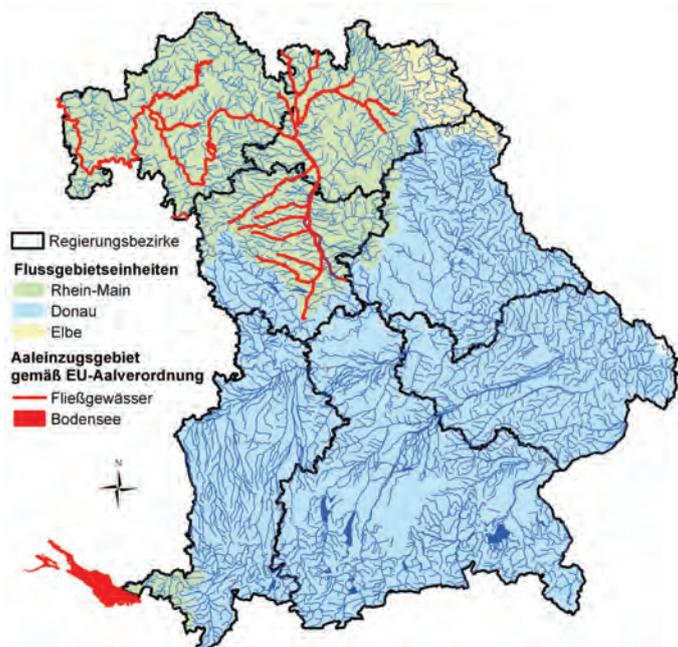


Abb. 9: Gemäß EU-Aalverordnung gemeldete Aaleinzugsgebiete in Bayern (Gewässer > 10 km² Einzugsgebiet).

Tab. 11: Gewässer(abschnitte) des gemäß EU-Aalverordnung gemeldeten bayerischen Aaleinzugsgebietes.

Gewässername	Obere Grenze	Untere Grenze
Aisch	Ursprung	Münd. in d. Regnitz
Aurach (Herzogenaurach)	Brücke A8	Münd. in d. Regnitz
Aurach (Roth)	Ursprung	Münd. in d. Rednitz
Baunach	Wehr Frickenhausen	Münd. in d. Main
Bibert	Ursprung	Münd. in d. Rednitz
Bodensee		
Fränkische Rezat	Ansbach	Zusammenfluss mit Schwäbischer Rezat
Fränkische Saale	Einmündung Lauer	Münd. in d. Main
Gersprenz	Landesgrenze	Mündung in den Main
Itz	Landesgrenze	Münd. in d. Main
Main*	Zusammenfluss Weißer und Roter Main	Landesgrenze
Main-Donau Kanal	Grenze Main-EZG	Münd. in d. Main
Rednitz	Ursprung	Zusammenfluss mit Pegnitz
Regnitz	Zusammenfluss Pegnitz und Rednitz	Münd. in d. Main
Rodach	Kronach	Münd. in d. Main
Rodach (Coburg)	Landesgrenze	Münd. In d. Itz
Roter Main	Bayreuth	Münd. in d. Main
Schwäbische Rezat	Ursprung	Zusammenfluss mit Fränkischer Rezat
Tauber	Einmündung Gollach	Landesgrenze
Weißer Main	Kulmbach	Münd. in d. Main
Wern	Gemarkungsgr. Werneck	Münd. in d. Main
Zenn	Ursprung	Münd. in d. Regnitz

*inkl. angebundener Baggerseen

6.1 EU-Aalschutzverordnung

Die EU-Aalverordnung fordert Maßnahmen zur Wiederauffüllung des Bestands des Europäischen Aals in seinem natürlichen Verbreitungsgebiet.

Am Elb- und Wesereinzugsgebiet hat Bayern nur einen äußerst geringen und nicht aalrelevanten Anteil. Das bayerische Donaueinzugsgebiet zählt nicht zum natürlichen Verbreitungsgebiet des Aals. Somit beschränkt sich der Geltungsbereich (=Aaleinzugsgebiet) der EU-Aalverordnung in Bayern auf den Bodensee sowie den Main und seine aalrelevanten Zuflüsse (Abb. 9 und Tab. 11).

Ziel der EU-Aalverordnung ist es, die vom Menschen verursachte Aal-Sterblichkeit zu reduzieren, um langfristig eine Abwanderung von mindestens 40 % Biomasse der ursprünglich vom Menschen unbeeinflussten Blankaalabwanderungsrate zu gewährleisten.

Nach den Vorgaben der EU-Aalverordnung wurde ein deutscher Aal-Bewirtschaftungsplan erstellt, der am 8. April 2010 von der Kommission der EU genehmigt wurde.

Im Aal-Bewirtschaftungsplan werden Maßnahmen zur Erreichung, Überwachung und Kontrolle der geforderten Abwanderungsrate benannt.

Über die Umsetzung des Aal-Bewirtschaftungsplans ist der EU-Kommission 2012 erstmalig Bericht zu erstatten. Hierbei sind unter anderem Angaben zur erwerbsmäßigen Fangtätigkeit zu machen und die Menge abwandernder Blankaale ist bestmöglich abzuschätzen. Hierzu ist es erforderlich, folgende Daten zu erfassen:

- Registrierung der Aalfischereibetriebe (Personen, bewirtschaftete Gewässer)
- Zum Aalfang verwendete Fischereifahrzeuge, Fanggeräte und Fangvorrichtungen
- Jährlicher Fangaufwand (Einsatz der Fanggeräte)
- Jährlicher Aalfang
- Jährlicher Aalbesatz
- Aalverluste durch Wasserkraftanlagen
- Aalverluste durch Kormorane

Die Umsetzung der EU-Aalverordnung und Erstellung des Aal-Bewirtschaftungsplans für das Rheingebiet trägt gleichermaßen zum Aalschutz wie auch zum Fortbestehen der Aalfischerei im bayerischen Maingebiet bei.

Der Aal-Bewirtschaftungsplan ist ein hilfreiches Instrument, um die vielfältigen Gefährdungsursachen, denen der Aal ausgesetzt ist, anzugehen. Voraussetzung hierfür war die Genehmigung des Aal-Bewirtschaftungsplans durch die Kommission der Europäischen Union. Um dies zu verwirklichen, haben sich die in Bayern zuständigen Fischereifachbehörden in Abstimmung mit den betroffenen Fischereiverbänden, Fischereigenossenschaften und Zünften bemüht, bestmögliche Zuarbeit zur Erstellung des Aal-Bewirtschaftungsplans zu leisten.

6.2 CITES

Der Erwerb und die Vermarktung von Aalen unterliegen gemäß CITES weltweit besonderen artenschutzrechtlichen Bestimmungen. Dies schließt sowohl lebende Exemplare als auch geschlachtete und verarbeitete Aale mit ein. Ziel von CITES ist die Rückverfolgbar-

keit aller erwerbsmäßig gehandelten Aale. Der Vollzug von CITES ist grundsätzlich Aufgabe der Naturschutzverwaltung. CITES verpflichtet dazu, im Rahmen des erwerbsmäßigen Handels (z.B. Fischereibetriebe), tägliche Angaben über den Erwerb und den Verkauf von Aalen zu machen. Hierzu ist gemäß Bundesartenschutzverordnung (BRD 2005 BartSchV) ein Aufnahme- und Auslieferungsbuch zu führen. Nur wer ein Aufnahme- und Auslieferungsbuch führt, ist berechtigt, Aale zu erwerben bzw. zu verkaufen. Die Angaben zum Erwerb und Verkauf sind täglich und in dauerhafter Form zu machen. Die Eintragungen sind unabhängig von einer Wertgrenze vorzunehmen. Bei einem Verkaufspreis von über 250 € müssen Name und Anschrift des Empfängers angegeben werden. Beim Verkauf kleiner Einzelmengen (unter 250 € Verkaufspreis) ist lediglich die tägliche Gesamtmenge anzugeben. Name und Anschrift der Käufer müssen in diesem Fall nicht aufgeführt werden. Für Bayern wurde diesbezüglich vereinbart, als Käufer „Endabnehmer“ einzutragen.

Die Aufzeichnungen sind für fünf Jahre nach Ablauf des betreffenden Jahres aufzubewahren und auf Verlangen der Naturschutzbehörde vorzulegen.

6.3 Dokumentationspflicht in Bayern

Gemäß den Vorgaben von CITES bzw. der EU-Aalschutzverordnung sind Fischereibetriebe und Fischereivereine, die Aale erwerbsmäßig fangen, vermarkten bzw. mit ihnen handeln dazu verpflichtet, diesbezügliche Aufzeichnungen vorzunehmen.

Die Art der Aufzeichnungspflicht unterscheidet sich zwischen Fischereibetrieben und Fischereivereinen sowie innerhalb und außerhalb des bayerischen Aaleinzugsgebietes (Abb. 9 und Tab. 11).

Zur Aufzeichnung der aalrelevanten Daten sind eigens hierfür erstellte Formblätter zu verwenden (siehe Anhang). Diese können von der Internetseite der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei heruntergeladen werden

Fischereibetriebe innerhalb des Aaleinzugsgebietes müssen nach Vorgabe der EU-Aalverordnung Angaben zum Fischereibetrieb und zu den verwendeten Fischereifahrzeugen, Fanggeräten und Fangvorrichtungen (Registrierung) sowie zum Fangaufwand, Aalfang und Aalbesatz machen. Zur Registrierung ist das entsprechende Formblatt auszufüllen und an die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei zu senden. Die Registrierung ist einmalig vorzunehmen, wobei Änderungen unverzüglich dem Institut für Fischerei zu melden sind. Fangaufwand, Aalfang und Aalbesatz sind jährlich bis zum 15. Februar des jeweiligen Folgejahres anzugeben. Hierzu wurde zwischen den Fachberatungen für Fischerei der Bezirke Unterfranken, Oberfranken und Mittelfranken sowie den jeweiligen Bezirksfischereiverbänden und dem Institut für Fischerei vereinbart, die Angaben der einzelnen Fischereibetriebe in Meldeeinheiten zusammenzufassen. Die jährlichen Angaben zum Fangaufwand, Aalfang und Aalbesatz sind dementsprechend vom jeweiligen Fischereibetrieb an folgende für den einzelnen Betrieb zuständige Fischereiinstitution zu übermitteln:

- Gewässer im Bezirk Unterfranken: Fischereiverband Unterfranken
- Gewässer im Bezirk Oberfranken: Fischereifachberatung Oberfranken
- Gewässer im Bezirk Mittelfranken: Fischereiverband Mittelfranken

Die oben bezeichneten Fischereiinstitutionen bestimmen großräumige Meldeeinheiten, für die die Daten zusammengefasst und an das Institut für Fischerei weitergeleitet werden.

Zusätzlich müssen auch Fischereibetriebe innerhalb des Aaleinzugsgebietes gemäß CITES den Erwerb und Verkauf von Aalen dokumentieren.

Für **Fischereibetriebe außerhalb des bayerischen Aaleinzugsgebietes** gilt lediglich die von CITES geforderte Aufzeichnungspflicht über den Erwerb und Verkauf von Aalen. Eine Registrierung des Fischereibetriebs, der verwendeten Fischereifahrzeuge, Fanggeräte und Fangvorrichtungen sowie Angaben zum Fangaufwand, Aalfang und Aalbesatz werden dagegen nicht verlangt.

Fischereivereine in ganz Bayern sind ebenfalls dazu verpflichtet, den **erwerbsmäßigen Kauf und Verkauf** von Aalen nach den Vorgaben von CITES zu **dokumentieren**. Dies betrifft zum Beispiel den Kauf von Glasaalen oder Farmaalen für Besatzzwecke und den Verkauf von Aalen, die mittels Elektrofischerei oder Reusen gefangen wurden.

Für **Angelfischer**, die **nicht erwerbsmäßig** mit Aalen handeln, bestehen **keine Dokumentationspflichten** nach den EU-Verordnungen.

Literaturverzeichnis

- ALTNÖDER, K. (1965): Die Aalwirtschaft des Landes Bayern. Gesamtdarstellung. In: Meyer-Waarden (Hersg.): Die Aalwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. Archiv für Fischereiwissenschaft, 16, Beiheft 1: 17 – 29.
- BAER, J.; BRÄMICK, U.; DIEKMANN, M.; KARL, H.; UBL, C.; WYSUJACK, K. (2011): Fischereiliche Bewirtschaftung des Aals in Deutschland. Rahmenbedingungen, Status und Wege zur Nachhaltigkeit. Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e. V., Heft 16/2011, 140 Seiten.
- BERNERTH, H.; LELEK, A.; PELZ, R.; TOBIAS, W. (1987): Fischereilich-limnologische Beurteilung der Mainstauhaltungen Offenbach und Mühlheim im Hinblick auf Auswirkungen des Neubaus der Wehranlage Mühlheim. Projektstudie im Auftrag der Neubauabteilung für den unteren Main, Aschaffenburg.
- BOHL E.; KLEISINGER H.; LEUNER E. 2003: Rote Liste gefährdeter Fische (*Pisces*) Bayern, Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz 166, Seite 52-55.
- BORCHARDT, D.; WILLECKE, J.; EHMANN, H.; KÜLLMAR, I.; RICHTER, S.; VÖLKER, J. (2003): Überprüfung des staugeregelten Mains als erheblich verändertes Gewässer im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie im Hinblick auf die Berichterstattung im Jahre 2004. Abschlussbericht. Kassel, 31.08.2003.
- BORN, O. (1995): Untersuchungen zur Wirksamkeit von Fischaufstiegshilfen am unterfränkischen Main. Dissertation an der Technischen Universität München. 235 S.
- BORNE, M. v. D. (1883): Die Fischerei-Verhältnisse des Deutschen Reiches, Österreich-Ungarns der Schweiz und Luxemburgs. Hofdruckerei W. Moeser, Berlin.
- BRÄMICK, U. (2007): Jahresbericht zur Deutschen Binnenfischerei 2007, Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow (43 Seiten).
- BRÄMICK, U. (2010): Jahresbericht zur Deutschen Binnenfischerei 2010, Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow (50 Seiten).
- BRÄMICK, U.; FLADUNG, E. (2006): Quantifizierung der Auswirkungen des Kormorans auf die Seen- und Flussfischerei Brandenburgs am Beispiel des Aals. Fischerei & Naturschutz. VDSF-Schriftenreihe 08/2006, 85-92.
- BRÄMICK, U.; FLADUNG, E.; DOERING-ARJES, P. (2008): Aalmanagementplan Flussgebietsgemeinschaft Elbe, Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow (52 Seiten).
- BRD (2005): Verordnung zum Schutz wild lebender Tier- und Pflanzenarten (Bundesartenschutzverordnung– BartSchV).
- BUTSCHEK, V. (1965): Die Aalwirtschaft des Landes Bayern. Regierungsbezirk Unterfranken. In: Meyer-Waarden (Hersg.): Die Aalwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. Archiv für Fischereiwissenschaft, 16, Beiheft 1: 87 – 114.
- BUXBAUM, L. (1892): Der Zug der Mainfische im Frühjahr 1892. Allg. Fischereizeitung, 1892: 266.

-
- BUXBAUM, L. (1893A): Vom Main und seinen Fischen. Allg. Fischereizeitung, 1893: 51-53.
- BUXBAUM, L. (1893B): Der Wanderzug der Mainfische im Frühjahr 1893. Allg. Fischereizeitung, 1893: 212-213.
- BUXBAUM, L. (1894): Der Wanderzug der Mainfische im Frühjahr 1894. Allg. Fischereizeitung, 1894: 277-279.
- BUXBAUM, L. (1895): Der Zug der Mainfische im Frühjahr 1895. Allg. Fischereizeitung, 1895: 312-314.
- BUXBAUM, L. (1896): Der Zug der Mainfische im Frühjahr 1896. Allg. Fischereizeitung, 1896: 341-342.
- BUXBAUM, L. (1897A): Der Zug der Mainfische im Frühjahr 1897. Allg. Fischereizeitung, 1897: 320-386.
- BUXBAUM, L. (1897B): Das Mainwasser – sonst und jetzt. Allg. Fischereizeitung, 1897: 423-424.
- BUXBAUM, L. (1899): Vom unteren Main. Allg. Fischereizeitung, 1899: 316-317.
- BUXBAUM, L. (1902): Der Wanderzug der Mainfische im Frühjahr 1902. Allg. Fischereizeitung, 1902: 283-284.
- COAD, B.W. (1980): Environmental change and its impact on the freshwaterfishes of Iran. *Biological Conservation*, 19: 51-80.
- COLOMBO, G.; GRANDI, G. (1996): Histological study of the development and sex differentiation of the gonad in the European eel. *Journal of Fish Biology* 48 (3): 493-512.
- DEKKER, W. (2004): Slipping through our hands. Population dynamics of the European eel. PhD Thesis, Universiteit van Amsterdam. 186 pp.
- EBEL, G. (2008): Turbinenbedingte Schädigung des Aals (*Anguilla anguilla*) – Schädigungsraten an europäischen Wasserkraftanlagenstandorten und Möglichkeiten der Prognose. Mitteilungen aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel., Heft 3: 176 Seiten, Halle (Saale).
- EBERT, O. (1926): Denkschrift über die Fischerei am Untermain vor 45 Jahren bis heute.
- EG (2006): VERORDNUNG (EG) NR. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. Amtsblatt der Europäischen Union, L 364: 5-24.
- EU (1996): VERORDNUNG (EU) NR. 338/97 des Rates vom 9. Dezember 1996 über den Schutz von Exemplaren wildlebender Tier- und Pflanzenarten durch Überwachung des Handels.
- EU (2007): VERORDNUNG (EU) NR. 1100/2007 des Rates vom 18. September 2007 mit Maßnahmen zur Wiederauffüllung des Bestands des Europäischen Aals.
- EU (1979): RICHTLINIE (EU) NR. 79/409/EWG des Rates vom 2. April 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten.

- FAO (2003): Report of the 13th session of the joint EIFAC/ICES Working Group on Eels, Copenhagen, Denmark 28 – 31 August 2001. EIFAC Occasional Paper No. 36, Rome: 62 pp.
- FAO & ICES (2009): Report of the 2008 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels. Leuven, Belgium, 3-7 September 2008. FAO European Inland Fisheries Advisory Commission, Rome, ICES International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen, EIFAC Occasional Paper 43, ICES CM 2009/ACOM: 15.
- FISCHERZUNFT GEMÜNDEN (1967): 400 Jahre Fischerzunft Gemünden am Main, Festschrift. Druckerei Hoffmann, Gemünden am Main, 1967.
- FRAISSE, P. (1880): Die Fische des Maingebietes von Unterfranken und Aschaffenburg. Würzburg: 19 S.
- FORST, W.E.; (1950): The Eel fisheries of the river Bann, Northern Ireland and observation on the age of the silver Eels. J. Cons. perm. int. Explor. Mer.; 16; S. 358- 383.
- FÜRNROHR, A. E. (1847): Die Fische in den Gewässern um Regensburg Stadtamhof.
- HARSANYI, A. (1986): Entwicklung der Fischfauna im Einzugsgebiet der niederbayerischen Donau seit Mitte des 19. Jahrhunderts. In: Die limnische Fischfauna Westdeutschlands in Vergangenheit und Gegenwart. Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Fischereiverwaltungsbeamten und Fischereiwissenschaftler. Heft 2/1986: 1-39.
- HARTMANN, F. (1993): Untersuchungen zur Biologie, Epidemiologie und Schadwirkung von *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi und Itagaki 1974 (Nematoda), einem blut-saugenden Parasiten in der Schwimmblase des europäischen Aals (*Anguilla anguilla* L.) Aachen: Shaker, Berichte aus der Biologie. Zugl.: Hamburg, Univ., Diss., 1993, 139 Seiten (ISBN 3-86111-802-5).
- HARTMANN, F. UND NELLEN, W. (1994): Mögliche Existenzbedrohung des Europäischen Aals durch eingeschleppten Parasiten. Fischer und Teichwirt (45), 6, 204-206.
- HECKEL, J.; KNER, R. (1858): Die Süßwasserfische der österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf die angrenzenden Länder. Leipzig.
- HERZIG, A.; HERZIG-STRASCHIL, B. (2001): Das Vorkommen des Aales (*Anguilla anguilla*) im Donaueinzugsgebiet allochthon versus autochthon. Österreichs Fischerei., 54: 230-234.
- HOCHWASSERNACHRICHTENDIENST BAYERN: Pegeldata von Main und Donau. <http://www.hnd.bayern.de/>.
- HOLZNER, M. (2000): Untersuchungen über die Schädigung von Fischen bei der Passage des Mainkraftwerks Dettelbach. Dissertation an der Technischen Universität -München.
- HVIDSTEIN, N. A.; (1985): Yield of Silver Eel and factors effecting downstream migration in the stream Insa, Norway. Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm; 62; S. 75 – 85.
- ICES (2006): Report of the 2006 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels. 23–27 January 2006, Rome, Italy. ICES CM 2006 / ACFM 16.
- IUCN 2011. IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES. VERSION 2011.1. www.iucnredlist.org. Downloaded on 30 June 2011.

-
- JÄCKEL, A.J. (1864): Die Fische Bayerns. Ein Beitrag zur Kenntnis der deutschen Süßwasserfische. Regensburg: 101 S.
- JENS, G. (1964): Produktion, Bestand Ertrag. Vorstellungen zu den ökologischen Grundlagen der Fischereibiologie und zum Eingriff der Technik in das Fließgewässer als Lebensraum, entwickelt an einer Beurteilung der Mainfischerei. Archiv für Fischereiwissenschaften, 15 (1): 1-76.
- KELLER, T.; VORDERMEIER, T. (1994): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben Einfluss des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) auf die Fischbestände ausgewählter bayerischer Gewässer unter besonderer Berücksichtigung fischökologischer und fischereiökonomischer Aspekte. Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen. Bayer. Landesanstalt für Fischerei. Starnberg.
- KLAUSEWITZ, W. (1977): Die frühere und heutige Fischfauna des Mains. Festschrift und 9. Bericht anlässlich des 100jährigen Bestehens des Fischereiverbandes Unterfranken e.V., 1977.
- KLEIN, B. A.; LIESER, M. (2005): Zum Beutespektrum des Kormorans *Phalacrocorax carbo* am westlichen Bodensee." Vogelwarte (43): 267-270.
- KLUPP, R.; SPEIERL, T.; STRÄTZ, C.; HUBER, J.; HOPF, M. (2010): Fischartenatlas Oberfranken. Herg.: Fischereifachberatung des Bezirks Oberfranken. 368 Seiten.
- KNOPF, K.; SURES, B.; KLOAS, W. (2003): Anguillicola crassus als Stressor beim Europäischen Aal, *Anguilla anguilla*, in: Licek, E., Wedekind, H., Weismann, T. (Hrsg.) (2003): Fischkrankheiten – Aktuelles aus Wissenschaft und Praxis. EAFF – Schrift zur gemeinsamen Tagung der Deutschen und Österreichischen Sektion der European Association of Fish Pathologists (EAFF) am 30.09. – 02.10.2002 in Mondsee / Österreich: 101 – 110.
- KNÖSCHE, R.; BRÄMICK, U.; FLADUNG, E.; SCHEURLIN, K.; WETTSTEIN, C.; THIELE, M.; WOLTER, C. (2005): Untersuchungen zur Entwicklung der Fischerei im Land Brandenburg unter Beachtung der Kormoranbestände und Entwicklung eines Monitorings. Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow. Projektbericht., Potsdam 121 S.
- KOTTELAT, M.; FREYHOF, J. (2007): Handbook of European Freshwater Fishes. Published by the authors. [ISBN 978-2-8399-0298-4](https://doi.org/10.1007/978-2-8399-0298-4)
- KRESSMANN, H. (1976): Das Mainfränkische Fischerhandwerk. Zulassungsarbeit, Fachbereich Erziehungswissenschaften, Landes- und Volkskunde, Julius-Maximilians-Universität Würzburg.
- LEBEDEY, V.D. (1969): Fishes of USSR. Moscow, 446 S.
- LEHMANN, J., STÜRENBERG, F.-J., KULLMANN, Y., KILWINSKI, J., (2005). Umwelt- und Krankheitsbelastungen der Aale in Nordrhein-Westfalen. LÖBF-Mitteilungen 2: 35-40.
- LEIBLEIN, V. (1853): Versuch einer Aufzählung der Fische des Maingebiets. In: Corresp. Blatt zool. Miner. Ver. Regensburg, 7: 97-113.

- LEUNER, E.; KLEIN, M. (2000): Fische. In: Ergebnisse der Artenkartierung in den Fließgewässern Bayerns - Fische, Krebse, Muscheln. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): 11-168.
- LFU (2001a): Bayerisches Landesamt für Umwelt. Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Donaugebiet.
- LFU (2001b): Bayerisches Landesamt für Umwelt. Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Rheingebiet, Teil II, Main.
- LFU (2004): Bayerisches Landesamt für Umwelt. Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie und ihre Umsetzung in Bayern. Bestandsaufnahme 2004.
- LFU (2008): Bayerisches Landesamt für Umwelt. Kormoran: Schlafplatzzählung 2005/2006. www.lfu.bayern.de/natur/daten/artenmonitoring_schlafplaetze/index.htm
- LFU (2007): Bayerisches Landesamt für Umwelt. Angaben zur Wasserfläche der bayerischen Fließgewässer 1. und 2. Ordnung.
- LFU (2011): Bayerisches Landesamt für Umwelt. Priorisierungskonzept Fischbiologische Durchgängigkeit in Bayern.
www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/bewirtschaftungsplaene/programme_konzepte/index.htm
- LFU (2012): Bayerisches Landesamt für Umwelt. Gewässeratlas Bayern.
- LFU(2012): www.lfu.bayern.de/natur/vogelmonitoring/kormoran/index.htm.
- LFV (2012): Abbildungen zur Verteilung und Größe der bayerischen Kormoranschlagplätze basierend auf Daten des LfU.
- LORI, F. A. (1869-1870): Die Fische in der Umgegend von Passau. Jahresbericht des naturhistorischen Vereins zu Passau: Seite 102.
- LORI, F. A. (1878): Fauna der Süßwasserfische von Mitteleuropa nach C. Th. E. von Siebold, bearbeitet von F. A. Lori, Passau.
- LOWE, R. H.; (1952): The influence of light and other factors on the seaward migration of the silver Eel (*Anguilla anguilla* L.). *Journal of Animal Ecology*; 21; 2; S. 275- 309.
- LUSK, S.; HANEL, L.; LUSKOVA, V. (2004): Red list of the ichthyofauna of the Czech Republic: Development and present status. *Folia. Zool.*, 53(2): 215-226.
- NOELL, J. (1986): Die Veränderungen der Flusslandschaft des Mains durch den Wasserbau. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft und Technische Universität München. Seminar am 24. April 1986: Geschichtliche Entwicklung der Wasserwirtschaft und des Wasserbaus in Bayern: 241-276.
- PALSTRA, A., VAN GINNEKEN, V., MURK, A. UND VAN DEN THILLART, G. (2006): Are dioxin-like contaminants responsible for the eel (*Anguilla anguilla*) drama? *Naturwissenschaften*, 93 (3): 145-148.
- REIDER; &. HAHN. (1834): Fauna boica oder gemeinnützige Naturgeschichte der Tiere Bayerns. Nürnberg.
- SCHADT, J. (1993): Fische, Neunaugen, Krebse und Muscheln in Oberfranken. Fachberatung für Fischerei. 136 S.

- SCHEINERT, P. (2005): Verbreitung und Auswirkung des Aal-Herpes-Virus auf die Aalpopulation in bayerischen Gewässern. In: Anthropogene und natürliche Ursachen für den Rückgang unserer Wildfischbestände, Fortbildungsveranstaltung am 2. Oktober 2005 in Grub, Referatesammlung; 1 – 5.
- SCHEINERT, P; BAATH, C. (2004): Das Aal-Herpesvirus - Eine neue Bedrohung der Aalbestände? Fischer & Teichwirt 6: 692-693.
- SCHMID J. (1965): Die Aalwirtschaft des Landes Bayern, Beitrag Oberbayern. In: Meyer-Waarden (Hersg.): Die Aalwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. Archiv für Fischereiwissenschaft, 16, Beiheft 1: 29 – 42.
- SCHRANK, F. v. P. (1798): Fauna Boica, durchdachte Geschichte der in Bayern einheimischen und zahmen Tiere. Nürnberg.
- SEIFERT, K. (2011): Schriftliche Mitteilung zum Arteninventar der Donau zwischen Ingolstadt und Passau.
- SIEBOLD, C. TH. E. v. (1863): Die Süßwasserfische von Mitteleuropa. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig: 430 S.
- SILKENAT, W. (2012): Persönliche Mitteilung zur rezenten Fischfauna des unterfränkischen Mains.
- SUTER, W.,(1997): Roach rules: shoaling fish are a constant factor in the diet of Cormorants *Phalacrocorax carbo* in Switzerland. Ardea 85: 9-27.
- TEROFAL, F. (1980): Ausgestorbene und seltene Fische sowie Neueinbürgerung in bayerische Gewässer. In: 125 Jahre im Dienste der Bayerischen Fischerei. 125 Jahre Landesfischereiverband Bayern e. V.: 104-132.
- VAN GINNEKEN, V.; HAENEN, O.; COLDENHOFE K.; WILLEMZE R.; ANTONLSSSEN, E.; VAN TULDEN, P; DUKSTRA, S.; WAGENAAR, F. AND VAN DEN THILLART G. (2004): Presence of eel viruses in eel species from various geographic regions. Bull. Eur. Ass. Fish Pathol., 24 (5): 268-272.
- VAN NIEUWSTADT, A.; DIJKSTRA, S.; HAINEN, O. (2001): Persistence of herpes-virus of eel Herpesvirus anguillae in farmed European eel *Anguilla anguilla* Diseases of Aquatic Organisms 45:103-107.
- VIS (2004): Verbraucherinformationssystem Bayern. Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Lebensmitteln. www.vis.bayern.de/ernaehrung/fachinformationen/verbraucherschutz/unerwunschte_stoffe/pcb.htm.
- VOELLESTAD, L. A. ; JONSSON, B.; HVIDSTEN, N.A.; NAESJE, T. F.; HARALDSTAD, O.; (1986): Umweltfaktoren, die Einfluß nehmen auf die Wanderung zum Meer bei europäischen Blankaalen (*Anguilla anguilla*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences; 43; 10; 1909- 1916.
- WEBER, J. C. (1851): Abbildungen der Fische, welche in den Flüssen und Seen von Bayern vorkommen. München.
- WIEDEMANN, A. (1895): Die Fische des Regierungsbezirkes Schwaben und Neuburg. Fischbuch für Schwaben und Neuburg. Augsburg: 35-123.

WITTMACK, L. (1875): Beiträge zur Fischereistatistik des Deutschen Reichs sowie eines Teils von Oesterreich = Ungarn und der Schweiz.: 251 S.

WONDRAK, P. (1995): Fischerei in Unterfranken. Hrsg. Vom Bezirk Unterfranken. Würzburg: Echter, 1995. Hrsg. Vom Bezirk Unterfranken. Würzburg: Echter, 1995.

ZENK, F. (1889): Unsere heimischen Fische, insbesondere die Fische des Mains. Aus: 6. Bericht Unterfränkischer Kreisfischereiverein, Würzburg. Aus: 6. Bericht Unterfränkischer Kreisfischereiverein, Würzburg.