



Bachelorarbeit zum Thema:

Der Europäische Aal – Bestand, Lebensraumansprüche, Gefährdungen, Schutz

Zur Erlangung des Grades Bachelor der Wissenschaft

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2018-0776-4

Vorgelegt von:

Henning Meyer

Fachsemester: 9

Studiengang: Naturschutz und Landnutzungsplanung

Abgabe: 14.01.2019

Erstgutachter: Prof. Dr. Hermann Behrens

Zweitgutachter: Prof. Dr. rer. nat. Mathias Grünwald

Inhaltsverzeichnis

1	Prolog	3
2	Einleitung	3
3	Geschichtlicher Rückblick	4
4	Anguillidae (Süßwasseraale)	5
5	Europäischer Aal (<i>Anguilla anguilla</i>)	12
5.1	Lebensraum	14
5.2	Laichgebiet	14
5.3	Wanderung zum Laichgebiet	14
5.4	Fortpflanzung	15
5.5	Aalarven	16
5.6	Glasaal	17
5.7	Steigaal	17
5.8	Gelbaar	18
5.9	Blankaal	18
6	Natürliche Bedrohungen für den Aalbestand	19
6.1	Veränderung der ozeanischen Strömungen	19
6.2	Räuber und Fressfeinde	20
7	Gesundheitsgefährdungen	24
7.1	Viruserkrankungen	24
7.2	Bakteriosen	24
7.3	Parasitäre Erkrankung: Nematode (<i>Anguillicola crassus</i>)	25
7.4	Schadstoffe in Aalen	25
8	Anthropogene Einflüsse	27
8.1	Fischerei	27
8.1.1	Glasaalfischerei & illegaler Handel	28
8.1.2	Angelfischerei	30
8.1.3	Berufsfischerei	31
8.2	Wasserkraftnutzung und ihre Folgen	32
8.3	Habitatverlust	34
8.4	Landwirtschaft	35
9	Rechtliche Grundlagen zum Schutz des Europäischen Aals	37

9.1	Internationale Abkommen (weltweit, EU)	38
9.2	Verordnung (EG) 1100/2007.....	40
9.3	Washingtoner Artenschutzübereinkommen (CITES)	41
10	Die wirtschaftliche Bedeutung des Aals	42
11	Maßnahmen zum Schutz des Aals und seines Lebensraumes	42
11.1	Kormoran	42
11.2	Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL).....	43
11.3	Besatzmaßnahmen	49
11.4	Gütesiegel als Schutz für den natürlichen Bestand.....	50
11.5	Maßnahmen im Bereich der Fischerei	51
11.6	Maßnahmen im Bereich der Wasserwirtschaft.....	52
11.6.1	Fischschonende Turbinen.....	52
11.6.2	Aalschonender Anlagenbetrieb	52
11.7	Fang und Transport	55
11.8	Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft	55
11.8.1	Gewässerrandstreifen	55
11.8.2	Auffanggräben.....	56
11.9	Aquakultur und Besatzmaßnahmen	56
12	Schlussfolgerungen	58
13	Epilog	61
14	Zusammenfassung.....	61
15	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	62
16	Abbildungsverzeichnis	67
17	Tabellenverzeichnis.....	70

1 Prolog

Im Zuge meines Studiums wurde ich immer wieder mit der Frage konfrontiert, wie mein beruflicher Werdegang nach dem Studium aussieht. Aufgrund meiner gesammelten Erfahrungen vor dem Studium im Bereich der Aquakultur in Deutschland, Irland und Dänemark war es nur für mich logisch, mein Praxissemester in dieser Branche durchzuführen. Um meinen Horizont zu erweitern war ich sehr froh über den Praxissemesterplatz bei den Müritzfischer in Waren. Den Hauptteil dieses Semesters verbrachte ich in der Aquaponikanlage. Hier konnte ich Einblicke in die tägliche Arbeit mit dem Afrikanischen Wels (*Clarias gariepinus*) und der Tomatensorte Pureza erlangen. Entscheidend bei dieser Art der Aquakultur ist es, die Fisch- und Pflanzenzucht unter möglichst ressourcensparenden Bedingungen und ökologischen Aspekten zu vereinen. All jene gesammelten Erfahrungen haben meine Herangehensweise an mein langjähriges Hobby, das Angeln, in der Hinsicht verändert, dass ich den Sport mit mehr Hintergrundwissen einerseits um Fisch und Laichkulturen und andererseits um die ökologischen Probleme unserer Gewässer betreibe. Gegen Ende meines Bachelorstudiengangs hatte ich eine Stelle als Produktionsleiter in einer Aalfarm in Aussicht.

Auch wenn ich die Gelegenheit letztlich nicht wahrgenommen habe, habe ich mich in der Vorbereitung auf diese Stelle weitgehend mit dem Europäischen Aal auseinandergesetzt. Die Probleme des stark gesunkenen Glasaalaufkommens¹, die Wanderhindernisse in deutschen und europäischen Fließgewässern sowie der illegale Handel mit Glasaalen haben mich darin bestärkt, dieses Problem in meiner Bachelorarbeit aufzugreifen.

2 Einleitung

Der Aal (*Anguilla anguilla*)² wurde 2009 vom Verband Deutscher Sportfischer (VDSF), vom Österreichischen Kuratorium für Fischerei und Gewässerschutz (ÖKF), vom Schweizerischen Fischereiverband (SFV) und vom Verband deutscher Sporttaucher (VDST) zum Fisch des Jahres gewählt. Diese Wahl sollte einerseits auf diesen einzigartigen Fisch aufmerksam machen und andererseits auch auf die starke Bedrohung dieser Fischart hinweisen. Die Bestände des Aals sind fast im gesamten

¹ Näheres wird in Kapitel 4.6 erläutert

² Um die Lesbarkeit zu gewährleisten wird im Folgenden nur noch vom Aal gesprochen, gemeint ist dabei der Europäische Aal (*Anguilla anguilla*).

Verbreitungsgebiet erheblich zurückgegangen. Das Glasaalaufkommen, welches jährlich die europäischen Küsten erreicht, ist im Vergleich zu den extrem hohen Werten aus den 1960-1970er Jahren auf etwa 1,6 % zurückgegangen. Dies gilt allerdings nicht für den gesamten Bestand des europäischen Aals. Aufgrund fehlender exakter Bestandsdaten bezieht sich die Warnung auf kommerzielle Fänge. Diese werden von ökonomischen Rahmenbedingungen beeinflusst. Gestiegene Kosten und die wachsende Konkurrenz der Aalaquakulturen zwingt immer mehr Aalfangbetriebe, ihre Arbeit einzustellen (LANDESWIRTSCHAFTSBERATUNG MECKLENBURG-VORPOMMERN et al., 2008: S. 29-30).

3 Geschichtlicher Rückblick

Bereits seit je her kursieren Märchen, Aberglauben, Halbwahrheiten und Legenden um die Fischerei. Besonders der Aal zog aufgrund seiner außergewöhnlichen Lebensart, seinem besonders stark ausgeprägten Wandertrieb, seiner Robustheit und einer der komplexesten Fortpflanzungsmethoden im Reich der Fische sehr viele Mythen und Aufmerksamkeit auf sich. Immer wieder sorgten verendete Aale fernab von Gewässern für Rätsel (MÜLLER, 1987: S. 202).

Bereits große Denker der Antike wie Aristotelis (384 v. Chr. – 322 v. Chr.) versuchten sich an der Erforschung des Aals. Er schrieb in seinen Werken „Historia Animalium“ und „De Partibus Animalium“ dass der europäische Aal im Gegensatz zu anderen Süßwasserfischen schließlich in die Meere abwandert und als Jungfisch ins Süßwasser zurückkehrt. Aristotelis konnte bei der näheren Untersuchung der Eingeweide keine ausgebildeten Geschlechtsorgane vorfinden, wusste aber davon, dass auch in ausgetrockneten Gewässern nach einer Regenphase wieder Aale vorhanden waren. Dies brachte ihn zu der Vermutung, dass Aale aus im Schlamm vorhandenen Würmern oder Larven schlüpfen, besonders dort wo sich viel organisches Material im Fäulniszustand finden ließ. Glas- und Steigaale³ können beim Aufstieg gerade in den Ruhephasen am Grund leicht mit Erdwürmern verwechselt werden (MÜLLER, 1975: S. 19,20).

Auch der schwedische Forscher Linnaeus (1707 – 1778) konnte nur Vermutungen aufstellen. Er hielt Aale für lebendgebärend. Linnaeus untersuchte die Eingeweide der Aale und stieß auf Parasiten (*Anguillicola crassus*) die die Schwimmblase der Aale

³ Näheres wird in Kapitel 5.6 & 5.7 erläutert

befallen hatten. Fälschlicherweise hielt er diese Parasiten für lebende Embryonen. Der italienische Forscher Redl konnte diese Theorie im 17 Jahrhundert widerlegen. Eine weitläufige Meinung damals wie teilweise noch heute war, dass der Aal mit Schlangen verwandt ist. Dies führt auch heute noch dazu, dass Menschen den Aal als Speisefisch ablehnen (BELANYECZ & BRÄMICK, 2009: S. 33-35).

4 Anguillidae (Süßwasseraale)

Aale gehören zur Klasse der Knochenfische (*Osteichthyes*), sind karnivore und katadrome⁴ Wanderfische. Vermutlich stammen sie von den frühen heringsähnlichen Fischen (*Clupeiformes*) ab. Man unterscheidet zwischen dem schnellwüchsigeren Breitkopfaal, der sich auf die Jagd von kleinen Fischen (*Aramis*, *Alburnus*, *Aphya*), Krebsen (*Carcinus*, *Corophium*, *Crangon*) und Fröschen spezialisiert hat. Dagegen hat sich der sogenannte Spitzkopfaal auf kleinere Beutetiere wie Würmer (*Lumbricus*, *Nereis*, *Tubifex*), Insekten (*Sialis*, *Trichoptera*), Larven und Fischlaich spezialisiert. *Anguilla* (Flussaale) stellen eine sehr alte Gattung dar, die sich im Laufe der Erdgeschichte mit extremen und auch großräumigen Veränderungen ihres Lebensraumes auseinandersetzen mussten. Z.B. führten Eiszeiten dazu, dass Aallebensräume über lange Zeit in Nord- und Mitteleuropa nicht besiedelt werden konnten. Dies, die Kontinentalverschiebung, der faszinierende Lebenszyklus und die enorme Entfernung zwischen dem Laichgebiet und den Aufwuchshabitenatnen führten Forscher zu der Vermutung, dass starke Schwankungen im Jungfischaufkommen in der Geschichte des Aals auf völlig natürlichen Wege eintraten (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2007: S. 3).

Die Familie der Anguillidae mit nur einer Gattung zählt 16 Arten.

Ordnung: Anguilliformes (Aalartige)

„Körper sehr langgestreckt, schlangenähnlich, zylindrisch oder seitlich abgeplattet, Kiemenöffnungen eng, Operculum klein, die große Kiemenkammer wird hauptsächlich von den langen Radii branchiostegi gestützt. Bauchfl. fehlen, ebenso Stachelstrahlen. Meist schuppenlos. Seitenlinie kann fehlen. Dorsalis, Analis und Caudalis bilden einen Flossensaum. Die fossilen Urenchelidae besaßen sowohl Bauchfl., als auch

⁴ Näheres wird in Kapitel 5.3 erläutert

eine getrennte Schwanzflosse. Das Gaudalskelett ist rückgebildet, die Wirbelsäule endet waagerecht und enthält bis zu 260 Wirbel. Fast alle Arten besitzen Leptocephalus-Larven und durchlaufen eine 2-3 Jahre dauernde Metamorphose. Der Leptocephalus enthält in der Muskulatur und im gallertigen Bindegewebe reichlich Wasser, das während der Verwandlung resorbiert wird, er ist eurytherm und euryhalin. Manche Larven erreichen bis zu 90 cm, nicht alle können einer bestimmten Art zugeordnet werden. Die † Anguillavoidei erschienen in der oberen Kreide. Der einfache Bau der Aalartigen ist sekundär. Die Gemeinsamkeiten mit den Notacanthiformes betreffen hauptsächlich die Schwimmblase, die meist einen Ductus pneumaticus besitzt. Aale sind weltweit verbreitete Warmwasserformen, der europäische und amerikanische Aal dringen jedoch weit in boreale Zonen vor. Man unterscheidet 3 Unterordnungen mit 19 bis 25 Familien, etwa 149 Gattungen und 597 Arten“ (Fiedler & STARCK, D. 1991, S. 266).

Familie: *Anguillidae* (Aalähnliche)

„Schlangenförmige Bodenfische mit Flossensaum. Haut reich an einzelligen Schleim- und Proteindrüsen, die einen zähen, überaus schlüpfrigen Überzug herstellen. Unterkiefer steht etwas vor, Praemaxillaria fehlen. Große Schwimmblase mit offenem Gang“ (Fiedler & STARCK, D., 1991, S. 266).

Im Folgenden werden einige weitere Arten der *Anguillidae* vorgestellt bezüglich ihrer Verbreitung und der auffälligsten Unterscheidungsmerkmale im Vergleich zum Europäischen Aal (*Anguilla anguilla*).

a) *Anguilla anguilla*, Linnaeus 1758 (Europäischer Aal)

Verbreitung: Der Europäische Aal kommt im Atlantischen Ozean mit Nord- und Ostsee, dem Mittelmeer, dem Weißen- und Schwarzen Meer sowie in Island, Norwegen, Großbritannien, Portugal, Italien, Griechenland, Marokko und der Türkei vor.



Abbildung 1: *Anguilla anguilla*

Beschreibung: **Rückenflosse:** kurz. **Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse:** 15-24 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückenflosse**

und After: 10-13% der Gesamtlänge. **Unterkiefer:** 18-32 % der Kopflänge. **Wirbel:** 109-119. **Färbung der Oberseite:** einheitlich grünbraun bis blaugrau. **Färbung der Unterseite:** gelb bis weiß gefärbt. Die Jungfische sind meist gelbgrau gefärbt. (HOCHLEITHNER, 2010: S. 34).

- b) *Anguilla australis*, Richardson 1841(Australischer Kurzflossenaal)

Verbreitung: Der Australische Kurzflossenaal kommt im Pazifischen Ozean an der Ostküste Australien, in Tasmanien, Neuseeland und Neukaledonien vor.



Abbildung 2: *Anguilla australis*

Auffällige Unterscheidungsmerkmale:

Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse: 22-33 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 0-6 % der Gesamtlänge. **Unterkiefer:** 20-30% der Kopflänge. **Wirbel:** 108-116. **Färbung Oberseite:** grünbraun bis braungrau. **Färbung Unterseite:** gelb bis weiß (HOCHLEITHNER, 2010: S. 38).

- c) *Anguilla bengalensis*, Gray 1831 (Bengalischer Fleckenaal)

Verbreitung: Der Bengalische Fleckenaal kommt im Indischen Ozean, Pakistan, Indien, Bangladesch, Myanmar, Sri Lanka, den Andamanen, Kenia, Tansania, Mosambik, Südafrika, Madagaskar und den Maskarenen vor.



Abbildung 3: *Anguilla bengalensis*

Auffällige Unterscheidungsmerkmale:

Rückenflosse: mäßig. **Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse:** 10-20 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 7-15 % der Gesamtlänge. **Unterkiefer:** 25-40 % der Kopflänge. **Wirbel:** 106-115. **Färbung:** grünbraun bis schwarzbraun (HOCHLEITHNER, 2010: S. 40).

- d) *Anguilla bicolor*, McClelland 1844 (Indopazifischer Kurzflossenaal)

Verbreitung: Der Indopazifische Kurzflossenaal kommt im Indo-Pazifischen Ozean von Madagaskar, den Maskarenen bis zu den Seychellen vor. Außerdem in Indien mit Sri Lanka, Bangladesch, Myanmar bis Indonesien, im Nordwesten Australien, China, Taiwan, Vietnam, den Philippinen, Borneo und Neuguinea vor.



Abbildung 4: *Anguilla bicolor*

Auffällige Unterscheidungsmerkmale:

Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse: 22-32 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 0-3 % der Gesamtlänge. **Wirbel:** 103-115. **Färbung Unterseite:** silbrig bis weiß (HOCHLEITHNER, 2010: S. 42).

- e) *Anguilla celebesensis*, Kaup 1856 (Celébes Langflossenaal)

Verbreitung: Der Celébes Langflossenaal kommt im Pazifischen Ozean von Indonesien über Philippinen bis Neuguinea und Samoa vor.



Abbildung 5: *Anguilla celebesensis*

Rückenflosse: mäßig. **Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse:** 12-22 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 6-15 % der Gesamtlänge. **Unterkiefer:** 25-45 % der Kopflänge. **Wirbel:** 100-107.

Färbung: Der Körper ist gelbgrün und schwarzbraun gefleckt (HOCHLEITHNER, 2010: S. 44).

- f) *Anguilla dieffenbachii*, Gray 1842 (Neuseeländischer Langflossenaal)

Verbreitung: Der Neuseeländische Langflossenaal kommt im Pazifischen Ozean in Neuseeland vor. Außerdem auf den Chathaminseln sowie den Aucklandinseln.



Abbildung 6: *Anguilla dieffenbachii*

Auffällige Unterscheidungsmerkmale:

Rückenflosse: mäßig. **Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse:** 14-22 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 9-12 % der Gesamtlänge. **Wirbel:** 109-116. **Färbung Oberseite:** einheitlich graubraun bis grauschwarz. **Färbung Unterseite:** heller gefärbt als die Oberseite (HOCHLEITHNER, 2010: S. 46).

- g) *Anguilla japonica*, Temminck et Schlegel 1846 (Japanischer Aal)

Verbreitung: Der Japanische Aal kommt im Pazifischen Ozean vor, von Korea über China bis Vietnam. Außerdem ist er in Taiwan, Hainan und den Philippinen heimisch.



Abbildung 7: *Anguilla japonica*

Auffällige Unterscheidungsmerkmale:

Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse: 10-15 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 8-10 % der Gesamtlänge. **Unterkiefer:** 22-30 % der Kopflänge. **Wirbel:** 112-119.

Färbung Oberseite: einheitlich grünbraun bis blaugrau. **Färbung Unterseite:** heller gefärbt als die Oberseite (HOCHLEITHNER, 2010: S. 48).

- h) *Anguilla malgumora*, Kaup 1856 (Indonesischer Langflossenaal)

Verbreitung: Der Indonesische Langflossenaal kommt im Pazifischen Ozean in Indonesien, Borneo, Sulawesi und den Philippinen vor.



Abbildung 8: *Anguilla malgumora*

Auffällige Unterscheidungsmerkmale:

Rückenflosse: mäßig. **Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse:** 14-19 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 10-14 % der Gesamtlänge. **Wirbel:** 103-108. **Färbung Oberseite:** einheitlich graubraun. **Färbung Unterseite:** heller gefärbt als die Oberseite (HOCHLEITHNER, 2010: S. 51).

- i) *Anguilla marmorata*, Quoy et Gaimard 1824 (Marmorierter Langflossenaal)

Verbreitung:

Der Marmorierte Langflossenaal kommt im Indo-Pazifischen Ozean vor, von Ostafrika, Madagaskar, den Maskarenen über Indien, Sri Lanka, Japan, Taiwan, Indonesien, den Philippinen, Neuguinea, Französisch-Polynesien und den Galápagos-Inseln.



Abbildung 9: *Anguilla marmorata*

Auffällige Unterscheidungsmerkmale:

Rückenflosse: lang. **Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse:** 8-15 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 12-20 % der Gesamtlänge. **Unterkiefer:** 25-37 % der Kopflänge. **Wirbel:** 100-110.

Färbung Oberseite: gelbbraun bis schwarzbraun gefleckt. **Färbung Unterseite:** blaugrau bis weiß (HOCHLEITHNER, 2010: S. 53).

- j) *Anguilla megastoma*, Kaup 1856 (Polynesischer Langflossenaal)

Verbreitung: Der Polynesische Langflossenaal kommt im Pazifischen Ozean vor. Von Sulawesi, den Gesellschafts-Inseln,



Abbildung 10: *Anguilla megastoma*

Auffällige Unterscheidungsmerkmale:

Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse: 12-18 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 7-12 % der Gesamtlänge. **Unterkiefer:** 30-45 % der Kopflänge. **Wirbel:** 107-116.

Färbung: Der Körper ist gelbgrau bis schwarzbraun gefleckt (HOCHLEITHNER, 2010: S. 55).

- k) *Anguilla mossambica*, Peters 1852 (Afrikanischer Langflossenaal)

Verbreitung: Der Afrikanische Langflossenaal kommt im Indischen Ozean vor. Von Kenia über Tansania und Mosambik bis Südafrika. Außerdem in Madagaskar und den Maskarenen.



Abbildung 11: *Anguilla mossambica*

Auffällige Unterscheidungsmerkmale:

Rückenflosse: lang. **Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse:** 9-19 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 10-18 % der Gesamtlänge. **Unterkiefer:** 25-40 % der Kopflänge. **Wirbel:** 100-106.

Färbung Oberseite: einheitlich grünbraun bis schwarzgrau. **Färbung Unterseite:** silbrig bis weiß (HOCHLEITHNER, 2010: S. 57).

- l) *Anguilla obscura*, Günther 1872 (Polynesischer Langflossenaal)

Verbreitung: Der Polynesische Langflossenaal kommt im Pazifischen Ozean vor. Vom Nordosten Australiens bis Neuguinea. Außerdem an den Cookinseln, den Gesellschafts-Inseln, auf Fidschi, Tango und Tahiti.



Abbildung 12: *Anguilla obscura*

Auffällige Unterscheidungsmerkmale:

Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse: 20-30 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 2-6 % der Gesamtlänge. **Unterkiefer:** 23-37 % der Kopflänge. **Wirbel:** 101-108.

Färbung Oberseite: einheitlich gelbbraun bis graubraun. **Färbung Unterseite:** heller gefärbt als die Oberseite (HOCHLEITHNER, 2010: S. 59).

- m) *Anguilla reinhardtii*, Steindachner 1867 (Gefleckter Langflossenaal)

Verbreitung: Der gefleckte Langflossenaal kommt im Pazifischen Ozean vor. In Asien, Ozeanien, im Osten Australiens, Neuguinea, den Salomonen, Tasmanien, Neuseeland und Neukaledonien vor.



Abbildung 13: *Anguilla reinhardtii*

Auffällige Unterscheidungsmerkmale:

Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse: 15-22 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 7-12 % der Gesamtlänge. **Unterkiefer:** 20-30 % der Gesamtlänge. **Wirbel:** 104-110.

Färbung: Der Körper ist grünbraun bis schwarzgrau gefleckt (HOCHLEITHNER, 2010: S. 61).

n) *Anguilla rostrata*, LeSueur 1817 (Amerikanischer Aal)

Verbreitung: Der Amerikanische Aal kommt im Atlantischen Ozean vor. In Amerika, Grönland und Kanada.

Laichgebiet: Sargassomeer



Abbildung 14: *Anguilla rostrata*

Auffällige Unterscheidungsmerkmale:

Distanz zwischen Kiemenspalte und Rückenflosse: 18-24 % der Gesamtlänge. **Distanz zwischen Rückflosse und After:** 8-10 % der Gesamtlänge. **Unterkiefer:** 22-30 % der Kopflänge. **Wirbel:** 100-111.

Färbung Oberseite: einheitlich graubraun bis schwarzgrau. **Färbung Unterseite:** gelbgrau bis weiß (HOCHLEITHNER, 2010: S. 63).

Der Vollständigkeit halber müssen noch *Anguilla nebulosa* und *Anguilla borneensis* genannt werden. Hierzu gibt die Fachliteratur bislang keine ausreichenden Informationen, um eine umfassende Beschreibung zu tätigen.

5 Europäischer Aal (*Anguilla anguilla*)

Familie: Flussaale (Anguillidae)

Gattung: Flussaale (Anguilla) – Art: Europäischer Aal (*Anguilla anguilla*)

Durchschnittliche Länge: 40 - 80 cm, Rogner deutlich größer: 40 - 100 cm

Laichzeit: Spätwinter bis Frühling

Bisherige Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, dass Aale einen panmiktischen Bestand bilden. (BAER et al., 2011: S. 5-7). Eine panmiktische Population ist ein Begriff aus der Evolutionsbiologie und beschreibt den Idealfall. Eine solche Population entsteht, wenn sich alle Individuen mit gleicher Wahrscheinlichkeit

miteinander paaren können und keine Selektionsvorgänge herrschen. Die Bedingungen hierfür sind eine diskrete Generation, keine Mutationen, keine Migration, keine Selektion sowie eine vollständige Trennung der Allele bei der Meiose (Zellteilung bei Keimzellen). Meiner Meinung nach kann dies sicherlich nicht vollständig der Fall sein, da im Zuge evolutiver Prozesse immer Mutation und Selektion vonstatten geht. Sicherlich ist es aber wahrscheinlich, dass aufgrund des speziellen Laichgebietes und seinen nahezu unveränderten Umgebungsvariablen optimale Bedingungen geschaffen werden, die diesen Voraussetzungen sehr nahe kommen. Dadurch kann die Allelverteilung über Generationen hinweg nahezu konstant gehalten werden. Es findet kaum Evolution und so gut wie keine Veränderung der Art statt. Bei einer derart geringen Veränderung der Allele innerhalb der Population kann man beinahe schon vom Hardy-Weinberg-Gleichgewicht sprechen (INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE GENETIK CHARITÉ UNIVERSITÄTSMEDIZIN BERLIN, 2008: S. 4). Jenes beschreibt ein theoretisches Konstrukt einer Idealpopulation ohne die Einflüsse von Mutation, Migration, Selektion und der Tatsache, dass sich eine große Population beliebig paaren kann. Um es nochmal deutlich zu machen, soll bei den Aalen keineswegs von einer Idealpopulation ohne entsprechende Einflüsse gesprochen werden, der besondere Umstand aber, den das Laichen im Sargassomeer mit sich bringt, kommt diesem interesseranterweise sehr nahe.

Ihr Leben beginnt im Sargassomeer, etwa 5.500-7.000 km von den europäischen Küsten entfernt. Über die Lebensbedingungen der Larven bis zur Ankunft vor den europäischen Küsten ist wenig bekannt. Genauso wenig Erkenntnisse haben die Forscher bisher über die exakten Routen und Mechanismen der Wanderung von und zu den Laichplätzen. Die weit verbreitete Meinung, dass die meisten Aale in die Binnengewässer aufsteigen, weicht neueren Erkenntnissen. Ein beträchtlicher Teil der Population bleibt in den Küstengewässern oder im Brackwasser. In der Ostsee kann dieser Anteil bis zu 80% betragen. Die Glasaalbestände waren in den 1960er und 1970er Jahren auf einem extremen Hoch. Die anlandenden Glasaale schwammen in kilometerlangen, deutlich sichtbaren „Bändern“ die Flüsse hinauf. Dies führte in einigen Ländern wie z.B. Frankreich dazu, dass enorm große Mengen Glasaale abgefischt und u.a. als Dünger auf die Felder geworfen oder zu Klebstoff verarbeitet wurden. Männliche Tiere erreichen im Durchschnitt eine Länge von 30-45 cm, weibliche Tiere werden im Durchschnitt 60-90 cm lang und können ein Gewicht von bis zu sechs Kilogramm erreichen (HOCHLEITHNER, 2010: S. 10-11,35).

5.1 Lebensraum

Der bevorzugte Lebensraum des europäischen Aals ist die Gewässersohle. Er kommt vom Oberlauf (Forellenregion) bis zum Unterlauf (Kaulbarsch-Flunder-Region) vor. Außerdem in verschiedenen Meeres-, Brackwasser-, und Süßwasserbiotopen. Aale tolerieren Wassertemperaturen von 0-30°C. Tagsüber hält er sich in geeigneten Versteckmöglichkeiten wie Totholz, dichten Pflanzenbeständen oder Steinpackungen auf. Nachts verlässt er sein Versteck und geht auf die Jagd. Der europäische Aal ist ein sehr erfolgreicher Jäger, der vorwärts wie rückwärts gleichgut schwimmen kann. Etwa 90 % der deutschen Gewässer sind geeigneter Lebensraum für den europäischen Aal. Eine Bevorzugung bestimmter Substrattypen konnte bisher nicht festgestellt werden. Der Aal stellt keine besonderen Anforderungen an die Wasserqualität. Die Anpassungsfähigkeit und die Robustheit dieser Art sorgen dafür, dass dieser Wanderfisch die starken Schwankungen innerhalb seines Lebensraumes, bis heute überlebt hat (NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT, 2011: S. 2).

5.2 Laichgebiet

Dem dänischen Biologen Johannes Schmidt (1877 – 1933) gelang es in fast 20jähriger Forschungsarbeit zwischen 1904 und 1920 sämtliche Entwicklungsstadien der Leptocephalus-Larve zu entdecken. Die jüngsten Stadien sammelte er im Plankton des Sargassomeeres und die ältesten Stadien vor den Küsten Europas. Die Funde der jüngsten Larvenstadien im Plankton des Sargassomeeres lassen darauf schließen, dass es sich um das Laichgebiet des Europäischen Aals handeln muss. Jedoch konnte bisher kein Mensch den eigentlichen Laichvorgang beobachten (TARDENT, 2005: S. 89).

5.3 Wanderung zum Laichgebiet

Aale zählen zu den katadromen Fischarten, d.h. sie verbringen den Hauptteil ihres Lebens im Süß- oder/und Brackwasser und ziehen erst zur Fortpflanzung ins offene Meer. Wissenschaftler gehen davon aus, dass Aale semelpare Tiere sind, was bedeutet, dass sie nur ein Mal in ihrem Leben Nachwuchs produzieren und nach dem Laichvorgang verenden. Nach der Umwandlung vom Gelbaal zum Blankaal beginnen diese mit der 5.500 – 7.000 km langen Wanderung bis zu ihrem Laichgebiet, dem karibischen Sargassomeer (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2012: S. 369).

5.4 Fortpflanzung

Bis heute stellt der Laichvorgang die Forscher vor große Rätsel bezüglich des Laichgebiets und dessen relevanten Bedingungen. Bis heute wurden weder laichende Aale noch frisch abgelegte Eier gefunden. In 200-300 m Tiefe wurden Larven mit Dottersackresten gefunden, was Forscher vermuten lässt, dass es sich um die Tiefenregion des Laichvorgangs handeln muss. Jedes Weibchen, dass die lange und beschwerliche Wanderung vom Heimatgewässer bis in das karibische Sargassomeer überstanden hat, legt in einer Tiefe von ca. 200-300 m und bei einer Wassertemperatur von 18-20 °C im Durchschnitt zwischen 2 - 3 Millionen Eier ab (BELANYECZ & BRÄMICK, 2009: S. 20,21).

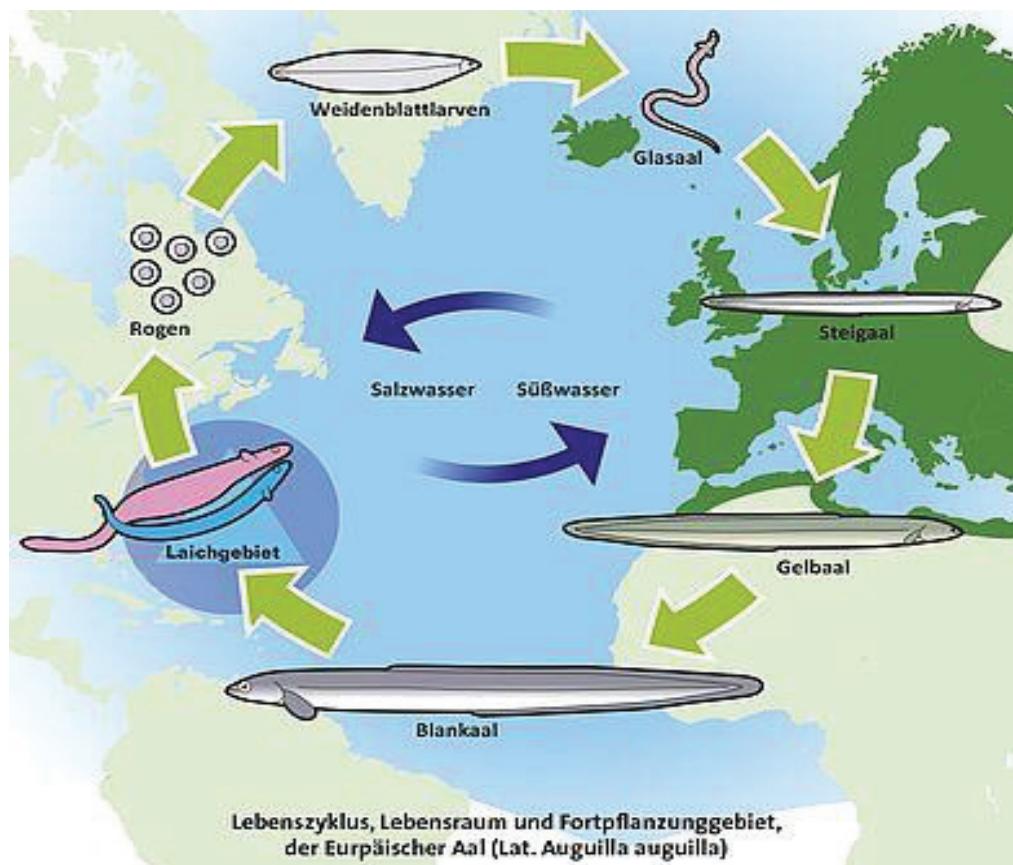


Abbildung 15: Lebenszyklus, Lebensraum und Fortpflanzungsbereich

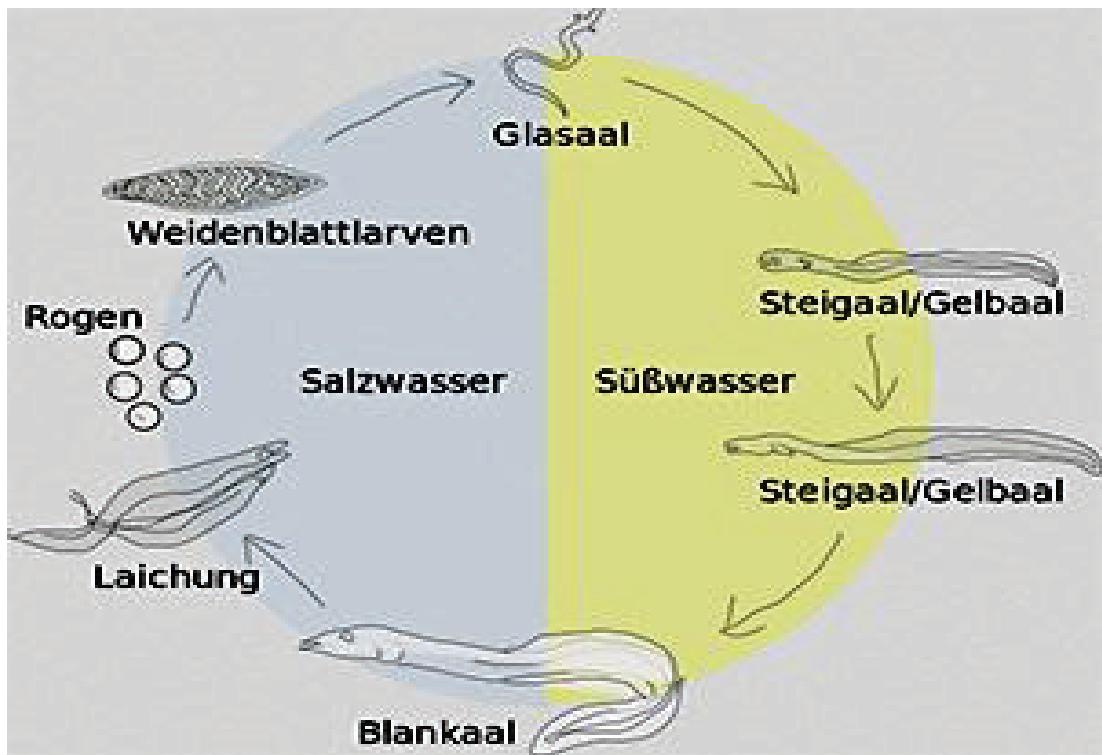


Abbildung 16: Die morphologischen Entwicklungsstadien des Aals

5.5 Aallarven

Die Larven schlüpfen in einer Tiefe von ca. 200-300 m in absoluter Dunkelheit, was sie vor Fressfeinden schützt. Anfangs sind die Larven noch recht schlank und entwickeln binnen kurzer Zeit unverhältnismäßig große Zähne, was sie wie winzige Seeungeheuer erscheinen lässt. Für die Larven ist eine



Abbildung 17: *Leptocephalus*

Höhenwanderung von Tag zur Nacht überlebenswichtig, dies belegen Larvenfunde am Tag in einer Tiefe von 160 m und bei Nacht in einer Tiefe von 60 m. Dies hat einerseits mit ihrer Nahrungsquelle, dem Plankton, welches ebenfalls Höhenwanderung vornimmt, zu tun und andererseits dient diese Höhenwanderung zum Schutz vor Fressfeinden. Die Veränderungen an den Aallarven in Bezug auf Aussehen und Pigmentierung kann laufend beobachtet werden (BELANYECZ & BRÄMICK, 2009: S. 21,22).

Die Larven werden ca. 3 Jahre mittels der Golfstromzirkulation an die europäischen und afrikanischen Atlantikküsten getrieben. Die Weidenblattlarven (*Leptocephalus*) haben einen bandförmigen Körper und sind größtenteils durchsichtig. Auffällig sind

die schwarzen Augen (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2012: S. 369).

Sie halten sich anfangs und in der Nacht in 30-90 m Tiefe auf und später am Tag in einer Tiefe von 150-450 m. Nach dem Schlüpfen sind die Weidenblattlarven 5-7 mm lang. Einjährige Larven sind 7-37 mm (\varnothing 25 mm) lang, zweijährige 40-70 mm (\varnothing 52 mm) groß und dreijährige 60-88 mm (\varnothing 75 mm) lang. Im Alter von 175-195 Tagen beginnt die Metamorphose von der Weidenblattlarve zum Glasaal (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2012: S. 369).



Abbildung 18: *Leptocephalus*

5.6 Glasaal

Nach der Metamorphose zum Glasaal beginnen die etwa 65-78 mm großen und 0,25-0,48 g schweren, durchsichtigen Glassaale mit dem Aufstieg in die Fließgewässer oder verweilen im Brackwasser. An der westfranzösischen Atlantikküste



Abbildung 19: Glasaale

ab Dezember-Januar bis März-

April, an der englischen Küste ab Ende März-Mai, an der westlichen Ostseeküste im Juni-Juli und an der italienischen Küste ab Oktober-November (STEFFENS, 1986: S. 156).

5.7 Steigaal

Hier beginnt die Entwicklung dunkler Pigmente und man spricht fortan von Steigaalen. Diese haben jährlich für ein bemerkenswertes Naturschauspiel gesorgt, welches von Anwohnern, Fischern und Forschern beobachtet wurde. Es stiegen Jahr für Jahr Millionen Individuen die Flüsse hinauf, welche sich zu einem großen Band von mehreren Kilometern Länge, einer Breite von etwa 1 m und einer Tiefe von ca. 0,5 m zusammengesetzten (MÜLLER, 1987: S. 19,20). Das Glasaalaufkommen an europäischen Küsten ist seit den 1980er Jahren stetig zurückgegangen. Der starke Rückgang ist u.a. damit zu erklären, dass viele Elterntiere die lange und beschwerliche Reise in das

Laichgebiet nicht überstehen. Querverbauungen in den Fließgewässern hindern sowohl Elterntiere beim Abstieg als auch Steigaale beim Aufstieg. Vor den Küsten Frankreichs und Spanien werden Jahr für Jahr große Mengen Glasaale abgefischt und in Aquakulturen bis zur Vermarktung gemästet. Der starke Rückgang der ankommenden Glasaale und die Bedrohung der Art ist bereits lange bekannt. Deutschland wirkt dieser Entwicklung seit über 100 Jahren mit Besatzmaßnahmen⁵ entgegen (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2007: S. 3,4).

5.8 Gelbaal

Nachdem die Steigaale geeignete Aufwuchshabitate gefunden haben beginnt die Entwicklung zum Gelbaal. Gelbaale werden auch als Fressaale bezeichnet, weil sie in dieser Phase ihres Lebenszyklus deutlich an Größe und Gewicht zunehmen. Besonders auffällige Merkmale der Gelbaale sind die gelbe Färbung der Oberseite und der lange Rücken- und Afterflossensaum, welcher mit der Schwanzflosse verwachsen ist und somit eine durchgängige Flosse des mittleren Rückens bis zum After bildet. Weitere Merkmale sind der leicht verlängerte Unterkiefer und die kleinen, vertikal angeordneten Kiemenöffnungen. Mit zunehmendem Alter verlieren die Gelbaale ihre Färbung (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2012: S. 369).

5.9 Blankaal

Nach einer weitgehend mehrjährigen stationären Phase als Gelbaal beginnt vor der Abwanderung ins Laichgebiet die weitere Umwandlung zum Blankaal. Um die weite Reise zu überstehen und sich an die stark veränderten Lebensbedingungen im Meer anzupassen, verändert sich der Aalkörper enorm. Er nimmt an Muskelmasse zu, die Haut verdunkelt sich und wird deutlich fester. Die Kopfform wird spitzer und die Augen vergrößern sich, um sich an die dunkleren Verhältnisse im Meer anzupassen. Die Bauchseite verfärbt sich in eine Silberne sodass von nun an von Blank- oder Silberaalen gesprochen wird. Besonders auffällig ist die deutlich sichtbare schwarze Seitenlinie. Die Abwanderung der Blankaale kann in südeuropäischen Ländern bereits nach 5 Jahren beginnen, während es in den skandinavischen Ländern bis zu 25 Jahre oder länger dauern kann. Weibliche Blankaale bringen es auf mittlere Längen zwischen 55-60 cm, während männliche Blankaale bereits mit 35-40 cm abwandern (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2012 S. 369).

⁵ Näheres wird in Kapitel 11.3 erläutert

Misslingt einem Blankaal die Abwanderung ins Meer, beginnt dieser wieder zu fressen und könnte unter guten Bedingungen ein Alter von 50 Jahre erreichen. Bis kurz vor der Wanderung hat sich der Aal große Fettreserven angefressen. Von diesen zehrt er während der 5.500 bis 7.000 Kilometer langen Reise. Berechnungen zur Folge dauert die Wanderung der Aale zwischen 80 und 170 Tagen. Die Nahrungsaufnahme wird eingestellt, die Verdauungsorgane entwickeln sich zurück und die Entwicklung und Reifung der Geschlechtsorgane beginnt (MÜLLER, 1987: S. 11).

6 Natürliche Bedrohungen für den Aalbestand

6.1 Veränderung der ozeanischen Strömungen



Abbildung 20: Die Golfstromzirkulation

Die Golfstromzirkulation ist ausschlaggebend für das moderate Klima in Nordeuropa. Warmes und salzhaltiges Wasser wird, teilweise mit bis zu 32 Mio. Kubikmetern Wasser pro Sekunde, von den Subtropen bis in die Arktis befördert. Der Klimawandel sorgt für ein zunehmendes Abschmelzen des Grönlandeises und somit zu einem erhöhten Eintrag von Süßwasser in die angrenzenden Meere. Dies führt zu einer Verringerung der Umwälzzirkulation und kann laut einer Studie des Helmholtz-Zentrums für Ozeanforschung langfristig zu einer gravierenden Abschwächung der Golfstromzirkulation bis zum Ende dieses Jahrhunderts führen. Der 2017 veröffentlichte Bericht des DEUTSCHEN KLIMAKONSORTIUMS kommt zu dem Entschluss, dass weitere Forschung in diesem Bereich dringend notwendig ist, um die Folgen einer weiteren Abschwächung der Golfstromzirkulation genauer bestimmen zu

können. Seit 1995 liefern gut platzierte Strömungsobservatorien und Driftbojen (Jahr 2000) für eine verbesserte Datengrundlage. Die vorhandene Datengrundlage ist bisher allerdings noch nicht ausreichend, um verbindliche Aussagen über die Zukunft der Golfstromzirkulation zu treffen. Unter Verwendung des „Worst-Case-Szenarios“ des Weltklimarats IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) kamen verschiedene Klimamodelle im Mittel zu dem Ergebnis, dass sich die Umwälzzirkulation bis Ende dieses Jahrhunderts um bis zu 30 % abschwächen wird. Dies kann dramatische Folgen für den Bestand des Europäischen Aals mit sich bringen, weil u.a. die Leptocephalus-Larven nicht mehr zu ihren Aufwuchshabiten gelangen (DEUTSCHES KLIMA KONSORTIUM, 2017: S. 5,6,19).

6.2 Räuber und Fressfeinde

Der europäische Aal ist durchaus Bestandteil vieler Nahrungsketten. Zu den natürlichen Fressfeinden des Aals zählen u.a. Otter (*Lutrinae*), Hechte (*Esox lucius*), Seeadler (*Haliaeetus albicilla*) und Kormorane (*Phalacrocorax carbo*) (SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE 2012: S 12). Die Kormoranbestände in Deutschland wurden im 19. Jahrhundert mit einer massiven Bejagung, teils mithilfe des Militärs, nahezu ausgerottet. Seit den 1970er Jahren erholten sich die Kormoranbestände allmählich. Sie verzehren Fische mit einem Gewicht von bis zu 750 g. Als gesicherter Mittelwert gilt eine Tagesration pro Kormoran von 450 g Fisch was in etwa 18% der Körpermasse ausmacht (LANDESFISCHEREIVERBAND BADEN-WÜRTTEMBERG E.V. 2008: S. 11).

Brutbestandsentwicklung des Kormorans in der Bundesrepublik Deutschland

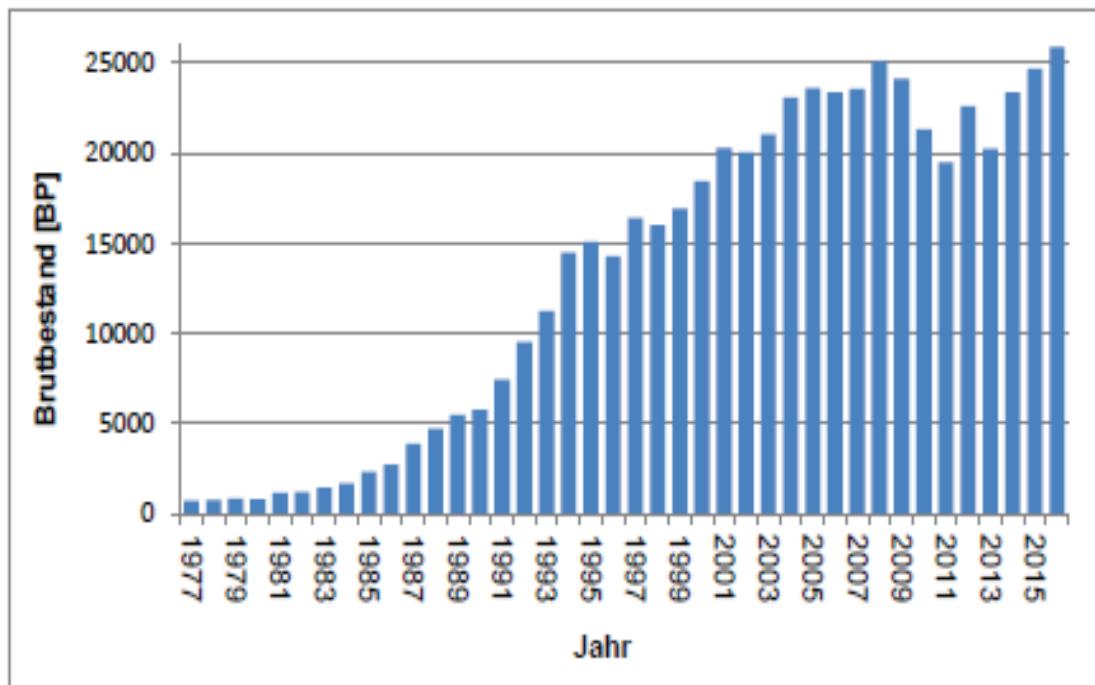


Abbildung 21: Entwicklung der Kormoranbrutpaar in der Bundesrepublik Deutschland im Zeitraum von 1977 – 2016

Die Zahl der Kormoranbrutpaare in Deutschland ist von wenigen Tausend im Jahr 1977 bis auf 25.900 im Jahr 2016 angestiegen. Ähnlich verhält es sich in Mecklenburg-Vorpommern.

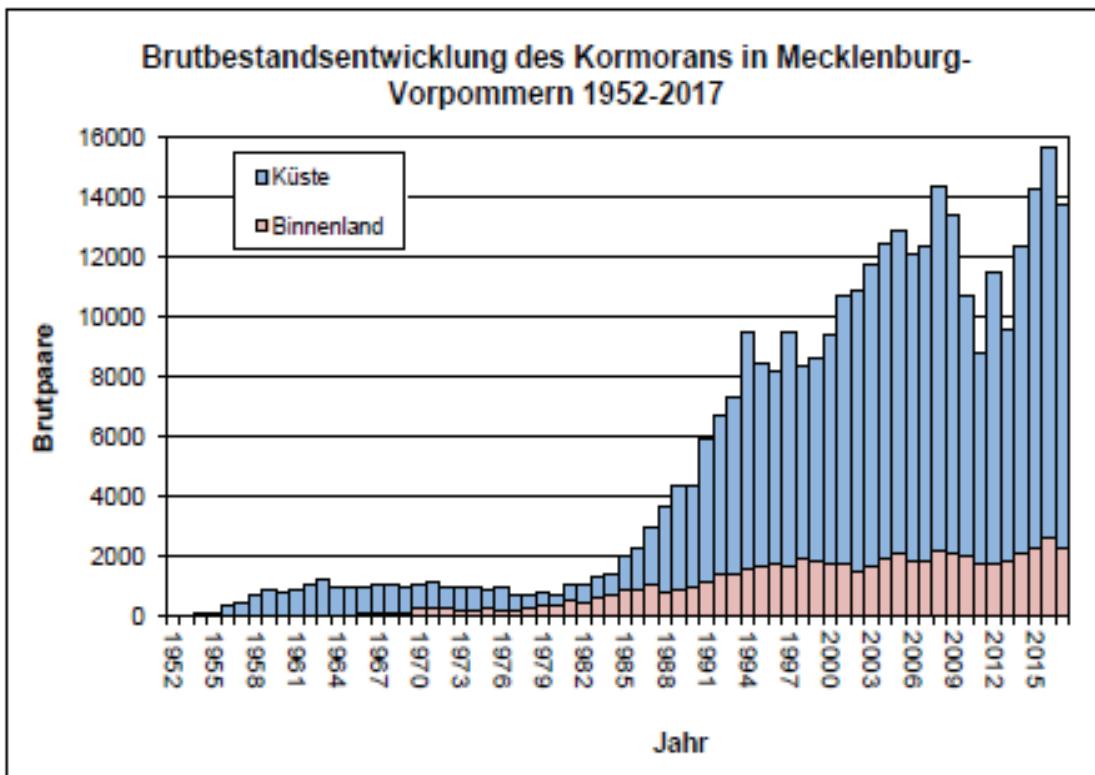


Abbildung 22: Brutbestandsentwicklung des Kormorans in Mecklenburg-Vorpommern

Mecklenburg-Vorpommern beherbergt ca. 60% des deutschen Kormoranbestandes. Im Jahr 2016 wurden 15.628 Brutpaare gezählt. Diese Zahl hat sich laut dem „Kormoranbericht Mecklenburg-Vorpommern 2017“ um 1.875 auf 13.753 reduziert. Hiervon waren besonders die Kolonien bei Peenemünde und im Anklamer Stadtbruch betroffen (LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MV, 2017: S. 2-3).

Der Kormoran gehört zu den besonders geschützten Vogelarten in Europa. Eine Bejagung darf nicht stattfinden, weil diese Art nicht im Anhang II der EU-Vogelschutzrichtlinie (VSRL, 2009/147/EG) auftritt. Die EU-Mitgliedsstaaten waren verpflichtet, ein grundsätzliches Fang- und Tötungsverbot für diese Art zu erlassen. Nach Artikel 9 der EU-Vogelschutzrichtlinie ist es den Mitgliedsstaaten jedoch erlaubt Ausnahmen zu erlassen. Für Ausnahmegenehmigungen z.B. zum Abschluss einzelner Tiere müssen allerdings existenzbedrohende Zustände vorherrschen (LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MV, 2017: S. 3-5)

Der Kormoranbestand in Europa hat sich seither rasant von wenigen Tausend Tieren auf 1,5-2 Millionen Tiere vergrößert. Untersuchungen an geschossenen Vögeln im Brandenburger Raum und Untersuchungen an ausgewürgten Speiballen ergaben ein Gewichtsprozent von 13% Aal an der Nahrung. Das bedeutet allein für das Einzugsgebiet der Elbe eine jährliche Menge gefressener Aale von 115 Tonnen. Deutschlandweit dürfte der Wert doppelt bis dreimal so hoch ausfallen. Damit ist der entstandene Schaden durch Kormorane ebenso hoch wie der der Erwerbsfischerei (BELANYECZ & BRÄMICK, 2009: S. 54).



© Gerhard Brodowski, www.brodowski-fotografie.de

Abbildung 23: Kormoran frisst Aal

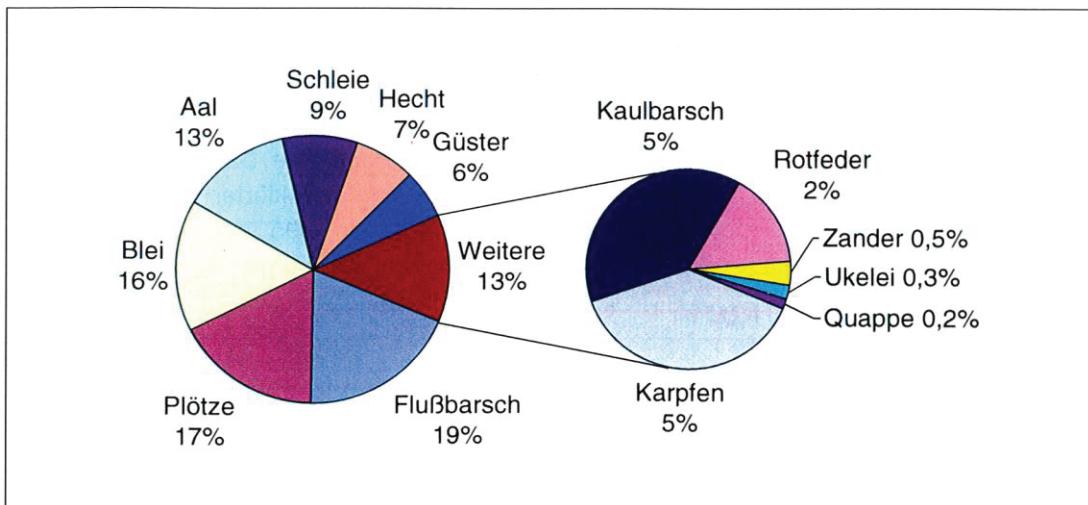


Abbildung 24: Geschätzte relative Biomassenanteile verschiedener Fischarten aus brandenburgischen Gewässern an der Kormorannahrung auf Basis von Speiballen- und Mageninhaltsuntersuchungen

Seit nunmehr 20 Jahren beziffern die Bundesländer Deutschlands die Schäden an den fischereilich bewirtschafteten Beständen durch Fischfraß des Kormorans an erster Stelle. Besonders scheinen die steigende Kormoranpopulation und die Zunahme der Durchzügler Schleswig-Holstein zu treffen. Die Zahl der durchziehenden Kormorane steigt stetig an und erreicht im Herbst Tageshöchstwerte von über 10.000 Vögeln. In fischereilich genutzten Seen Schleswig-Holsteins ≥ 50 ha liegt der jährlich durch Kormorane entstehende Schaden bei 67 t. Davon betroffen sind Fischarten wie Hecht, Barsch, Plötze, aber eben auch Aal. Diese Fischarten sind ebenfalls Zielarten der erwerbsmäßigen Fischerei, die jährlich im Durchschnitt 97 t fangen. Diese Werte verdeutlichen, dass die abschöpfbare Menge an Fisch durch Berufsfischer stark durch Fischfraß des Kormorans reduziert wird. Bundesweit wurden in der Jagdsaison 2016/2017 etwa 19.000 Kormorane abgeschossen. Im Berichtsjahr 2016/2017 bezifferte das Land Mecklenburg-Vorpommern die Summe der durch Fischfraß entstehenden Schäden auf 1,25 Millionen Euro. Hierzu zählen neben dem Kormoran u.a. auch Gänseäger und Fischotter (INSTITUT FÜR BINNENFISCHEREI E.V., 2017: S. 17).



Abbildung 25: 4 Aale und ein Rotauge aus dem Magen eines Kormorans

7 Gesundheitsgefährdungen

7.1 Viruserkrankungen

Eine typische Viruserkrankung bei Aalen in Küsten- und Binnengewässern ist die Blumenkohlkrankheit. Diese äußert sich durch blumenkohlartige Wucherungen der Haut, hauptsächlich am Maul des befallenen Tieres. Diese Wucherungen machen die Nahrungsaufnahme unmöglich und sorgen für einen qualvollen Tod durch Verhungern. Diese Krankheit kann alle Lebensstadien des Aals befallen und fortgeschritten zu hohen Verlusten führen. In den vergangenen Jahrzehnten spielte diese Viruserkrankungen eine gravierende Rolle mit bis zu 20% befallen Jungaalen (BELANYECZ & BRÄMICK, 2009: S. 52).



Abbildung 26: Blumenkohlkrankheit beim Aal

Eine weitere Viruserkrankung ist das Herpesvirus HVA. Diese Viruserkrankung ist sowohl in Europa als auch in Asien weit verbreitet. Beim natürlichen Bestand in Rhein und Mosel waren 20% der entnommenen Proben befallen, bei Aquakultur-Aalen lag die Infektionsrate bei 50%. Das HVA-Virus tritt besonders häufig bei hohen Wassertemperaturen und erhöhtem Stress (z.B. bei Sauerstoffmangel oder der Sortierung nach Größe) auf (NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT, 2011: S. 8).

7.2 Bakteriosen

Krankheitserreger wie z.B. *Vibriosis piscium* (Aalrotseuche) haben starken Einfluss auf die Aalpopulation. Diese durch Bakterien übertragene Krankheit löst großflächige Hautentzündungen sowie Blutungen aus, die besonders stark an der Unterseite einschließlich der Flossen auftreten und diesen Bereich rot färben. Diese Krankheit kann sowohl einen akuten als auch einen chronischen Verlauf nehmen und die Aalpopulation stark dezimieren (AMLACHER, 1986: S. 200).

7.3 Parasitäre Erkrankung: Nematode (*Anguillicola crassus*)

Dieser Parasit ist ein in Asien beheimateter, parasitischer Nematode und ist seit 1982 auch in Europa flächendeckend verbreitet. Er ist 1,0 bis 4,5 cm lang und $\frac{1}{2}$ cm dick. An der Mundöffnung befindet sich ein Zahnkranz mit 22-28



Abbildung 27: *Anguillicola crassus*

Zähnen, welche die Nematode dazu benutzt, sich durch die Schwimmblasenwand zu bohren und Blut zu saugen. *Anguillicola crassus* verwendet u.a. Kleinkrebse, Kaulbarsche, Amphibien, Wasserschnecken und Fliegenlarven als Zwischenwirt, die zur natürlichen Nahrung des Aals gehören. Gelangt der Parasit in den Aal, wandert er durch die Darmwand in die Schwimmblase und ernährt sich vom Schwimmblasengewebe und Blut. *A. crassus* kann nach dem Parasitieren der Schwimmblase schwere Schäden herbeiführen, indem er eine Verdickung der Schwimmblasenwand verursacht und das Schwimmblasenvolumen verringert (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2012: S. 377). Untersuchungen aus dem Jahr 2004 an Gelb- und Blankaalen in Brandenburger Seen ergaben, dass 50-70 % der Aale befallen waren. Untersuchungen an Rhein und Mosel ergaben Befallsraten von 60-80%. Langzeituntersuchungen im Bodensee ergaben zwischen 1996 und 2006 Befallsraten von bis zu 70%. Allein die Anzahl der Würmer verringerte sich von mehr als 10 auf vier bis sechs Würmer pro befallenen Aal. Die Schwimmblase ist essentiell wichtig für die mehrere tausend Kilometer lange Reise des europäischen Aals in das Sargassomeer. Während dieser Reise müssen die Aale ständig und oft abrupte Tiefenwechsel vollziehen, wozu eine intakte Schwimmblase vonnöten ist. Die Chancen befallener Tiere die Sargassosee zu erreichen wird von Forschern als sehr gering eingeschätzt (BELANYECZ & BRÄMICK, 2009: S. 54).

7.4 Schadstoffe in Aalen

Fließgewässer mit angrenzenden Industriebetrieben sind oftmals stark belastet. Diese Schadstoffe setzen sich im Sediment ab und werden vom Aal über die Haut, den Kiemen und dem Futter aufgenommen und im Fett angereichert. Fischarten, die einen

jährlichen Reproduktionszyklus haben, können einen Teil dieser Schadstoffe über die Geschlechtsorgane abgeben. Durch die lange Wachstumsphase beim Aal und der nur einmal im Leben stattfindenden Reproduktion reichern sich die Schadstoffe über viele Jahre, teils Jahrzehnte im Muskelfleisch und der Leber an (BAER et al., 2011: S. 105). Es gibt derzeit keine ausreichenden Studien, die die Auswirkungen von Schadstoffen in Aalen auf deren Reproduktion bzw. Überlebensfähigkeit der Jungtiere belegen. Die Belastungssituation bei Aalen ist in europäischen Binnenflüssen, die industrielle Abwässer mitführen (z.B. Rhein, Mosel, Elbe), problematisch. Bei Untersuchungen von gefangenen Aalen aus diesen Fließgewässern kommt es regelmäßig zu Überschreitungen der gesetzlich festgelegten Höchstwerte für Dioxine und dioxinähnlichen PCB (polychlorierte Biphenyle). Der alte TWI-Wert (tolerable weekly intake) lag bei 14 pg (Ein Pikogramm ist ein Billionstel (10^{-12}) Gramm) und wurde im Jahr 2001 festgelegt. Untersuchungen der Aalfänge aus dem Rhein und der Donau ergaben im Mittel einen WHO-TEQ/g (Höchstgehalt für Dioxine dl-PCB) von 24,5 pg. Nimmt man diesen Wert als Grundlage dürfte ein Verbraucher mit 60 kg Körpergewicht, unter der summarischen Aufnahme von 1 pg WHO-TEQ/kg wöchentlich maximal 17 g Aal verzehren, um den TWI-Wert nicht zu überschreiten (BAER et al., 2011: S. 105-114).

Am 20.11.2018 senkte das EFSA (European Food Safty Authority) den TWI-Wert auf 2 Pikogramm pro Kilogramm Körpergewicht. Der neue Wert ist also siebenmal niedriger als die aus 2001 festgelegte tolerierbare Aufnahmemenge. Daraus resultiert, dass Aalwildfänge aus stark belasteten Fließgewässern einer stetigen Untersuchung unterliegen müssen, um die Verkehrsfähigkeit zu gewährleisten. Angler gelten bezüglich der Schadstoffwerte als Risikogruppe, da Aalfänge für den privaten Verzehr keinen amtlichen Untersuchungen unterliegen und somit aufgrund von zu hohen Werten nicht auf dem Verkehr gezogen werden können (MEDIENSTELLE DER EFSA).

8 Anthropogene Einflüsse

8.1 Fischerei

Der Mensch betreibt seit Menschengedenken Fischerei. Eine lange Binnenfischereitradition existiert auch in Deutschland. Durch den hohen Artenreichtum und die guten Bestände z.B. der Lachse, Forellen und Störe wurde damals nicht gezielt auf den Aal gefischt.



Abbildung 28: Langleinenfischerei auf Aal

Im Zuge der Industrialisierung und dem Gewässerverbau gingen die Bestände der Lachse, Forellen und Störe stark zurück. Nur der Aal kam mit den starken Veränderungen zurecht und landete immer wieder in den Netzen, Hamen und Reusen der Fischer. Die Fischerei musste sich anpassen und so führte dies zu einer stärkeren Befischung des Aals. Die wirtschaftliche Bedeutung des Aals stieg stark an. Laut der SEG (Sustainable Eel Group) sind europaweit 10.000 Menschen abhängig vom Aalfang und erwirtschaften mit dem Fang ihren Lebensunterhalt (SUSTAINABLE EEL GROUP, 2018: S. 1). Heutzutage hat sich die Fischerei in Deutschland weitestgehend auf die Gelb- und Blankaalfischerei spezialisiert. Nur wenige Betriebe sind im Besitz einer Satzaalfischereilizenz. Diese bevollmächtigt sie dazu, kleinere Gelbaale, die oft das gesetzliche Mindestmaß unterschreiten, aus den Unterläufen der größeren Flüsse zu fangen und für Besatzmaßnahmen einzusetzen. Aalfänge aus der Nordsee reduzierten sich in den Jahren von 1970 bis 2007 von 224 t auf 23,7 t. Ebenfalls die Aalfänge in der Ostsee gingen zwischen 2001 und 2007 von 108 t auf 76 t zurück (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2012: S. 372).

8.1.1 Glasaalfischerei & illegaler Handel

Die ersten Glasaale erscheinen im November/Dezember in Südfrankreich und Spanien. In Deutschland erreichen die Glasaale die Küsten im März/April und beginnen mit der Wanderung flussaufwärts oder suchen sich geeignete Lebensräume im Brackwasser. Eine kommerzielle Glasaalfischerei wird in Deutschland im Gegensatz zu Frankreich und Spanien nicht betrieben. Das Glasaalaufkommen ist seit über 20 Jahren rückläufig, weshalb die EU-Aalverordnung aus dem Jahr 2007 ins Leben gerufen wurde. Sie soll dem Schutz und der Erhöhung des Glasaalaufkommens dienen (DEUTSCHER FISCHEREI-VERBAND E.V., 2014: S. 1-2).

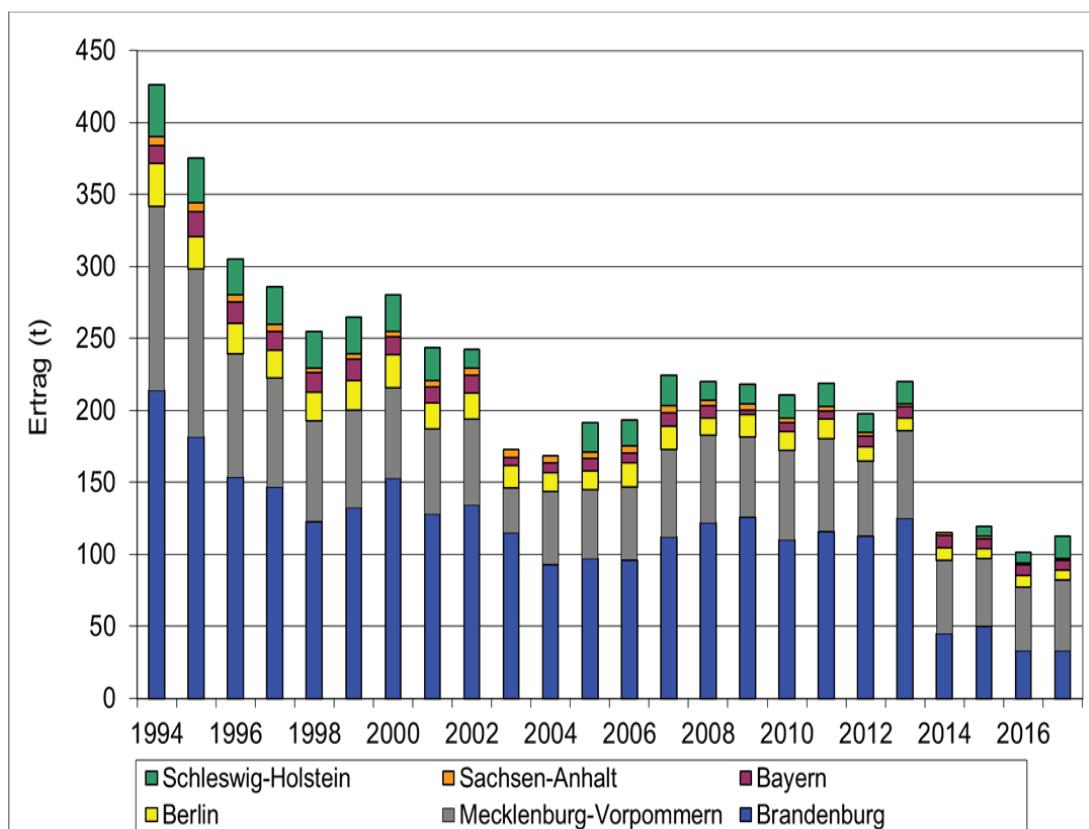


Abbildung 29: Aalfänge in einigen Bundesländern im Zeitraum 1994 – 2017; 2003/2004 & 2014 ohne Angaben aus Schleswig-Holstein

Die SEG (Sustainable Eel Group) ist ein Zusammenschluss von Vertretern aus der Wirtschaft, des Umweltschutzes sowie der Wissenschaft. Die wesentlichen Kernpunkte ihrer Arbeit sind:



Abbildung 30: SEG Logo

- Die biologische Durchgängigkeit der Gewässer zu verbessern
- Die Erstellung eines Siegels für nachhaltige Aalbewirtschaftung nach SEG Standards
- Die Bekämpfung des illegalen Handels mit Glasaalen

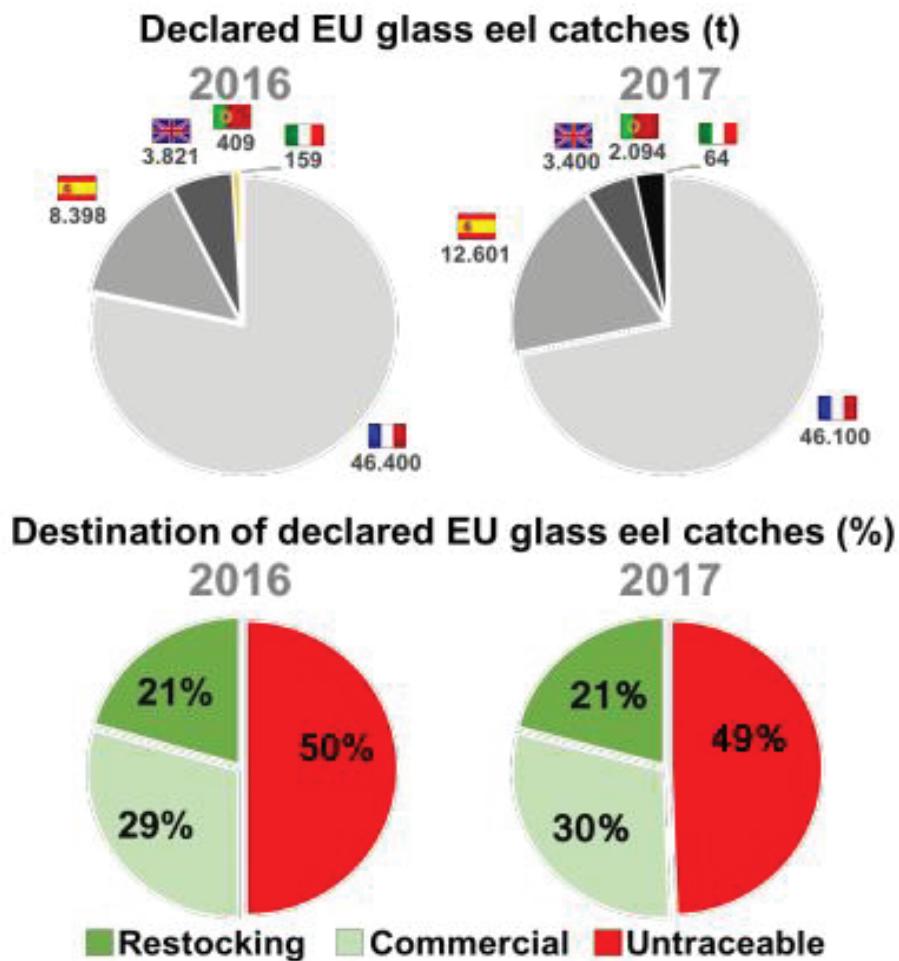


Figure 1: Glass eel catches and destinations. Catch data were extracted from WGEEEL reports 2016 and 2017. Source: SEG-Report-2018-1-V1

Abbildung 31: Vergleich der Glasaaalfänge 2016/2017 und deren Verwendung

Die SEG veröffentlichte 2018 einen Bericht zum illegalen Handel mit Europäischen Glasaaalen nach Asien. Dieser Bericht stützt sich auf eine zweijährige Forschungsarbeit und verdeutlicht, dass der illegale Handel zu einer massiven Bedrohung für den Bestand des Aals werden kann. Wissenschaftliche Studien belegen den illegalen Handel europäischer Glasaaale nach Asien. Diese gelangen nach der Mast über den Großhandel wieder auf den europäischen Markt. Zwischen 2016 und 2018 wurden jährlich etwa 8 Tonnen (entspricht einer ungefähren Stückzahl von 28. Mio. Glasaaalen) von der Polizei beschlagnahmt. In der jahrelangen Ermittlungsarbeit der Umweltabteilung Seprona, der spanischen Guardia Civil und Europol konnte zwei verschiedene Netzwerke aufgedeckt werden und 48 Personen verhaftet werden. Zum einen wurden Glasaaale in Koffern (Operation Black Glass) und zum anderen in Flugcontainern (Operation Abaia) nach Asien geschmuggelt (SUBSTAINABLE EEL GROUP, 2018: S. 2).

Den zuständigen Behörden in Frankreich, Spanien, Portugal und Großbritannien wurden im Winter 2015/2016 und im Winter 2016/2017 folgende Mengen gemeldet:

Tabelle 1 Prozentuale Verwendung der Glasaalfänge

Glasaalfangsaaison:	2015/2016	2016/2017
Glasaalfangmeldungen	59,2 Tonnen	64,3 Tonnen
Verwendung in kommerziellen Aquakulturen:	17,4 Tonnen	19,1 Tonnen
Verwendung für Besatzmaßnahmen:	12,2 Tonnen	13,4 Tonnen
Anteil der nicht zurück verfolgbaren Glasaale:	29,6 Tonnen	31,8 Tonnen

(erstellt nach SEG-Report:2018-1-V1)

Sowohl 2015/2016 als auch 2016/2017 lag der nicht zurück verfolgbare Anteil der gemeldeten Glasaalfänge um die 50%. Bei einem Referenzwert von 3.500 Glasaalen pro Kilogramm entspricht dieser Wert 2015/2016 103.600 Mio. Glasaale und 2016/2017 111.300 Mio. Glasaale die höchstwahrscheinlich nicht zum Erhalt dieser Art beitragen werden.

Um dem illegalen Handel Einhalt zu gebieten schlägt die SEG ein einheitliches elektronisches Meldesystem für Aalfänge vor. Dieses sollte europaweit angewendet werden, um die Rückverfolgbarkeit des gesamten Aal-Handels zu gewährleisten. Außerdem sollten sämtliche EU-Aalimporte genetisch bestimmt und die Strafverfolgungsbehörden gestärkt werden (SUBSTAINABLE EEL GROUP, 218 S. 4).

8.1.2 Angelfischerei

Die Datengrundlage im Bereich der Angelfischerei lässt bundesweit kaum eine präzise Angabe zu und beruht weitestgehend auf Schätzungen. Dies hat u.a. damit zu tun, dass nur ein geringer Anteil der Angler regelmäßig ihre Fangkarten ausfüllen bzw. beim jeweiligen Verein einreichen. Die Aussage, dass die Angelfischerei in Deutschland ähnlich hohen Schaden an der Aalpopulation anrichtet wie die Berufsfischerei, gilt unter Wissenschaftlern als gesichert. Auch an dieser Stelle muss der enorme Aufwand, der Bundesweit von Angelvereinen betrieben wird, um die Aalbestände u.a. durch Besatzmaßnahmen seit über 100 Jahren zu sichern, erwähnt werden.

8.1.3 Berufsfischerei

Der Fang erfolgt mit Reusen oder beköderten Langleinen. Vergleicht man die Fänge der 1950er Jahre mit denen aus dem Jahr 1990 ist ein deutlicher Rückgang zu erkennen.

Tabelle 2: Jahreserträge der Aalfänge verschiedener Länder

Vergleich der Aalfang-Jahreserträge nach Ländern zwischen 1950 und 1990 in %					
Land	1950: 13.815 t	1960: 17.993 t	1970: 16.670 t	1980: 12.920 t	1990: 9.235 t
Dänemark	29,17 %	21,23 %	17,49 %	14,70 %	11,49 %
Niederlande	21,21 %	14,17 %	6,65 %	5,76 %	3,29 %
Schweden	15,25 %	10,63 %	7,23 %	8,24 %	11,09 %
Italien	9,44 %	13,73 %	16,78 %	15,87 %	11,23 %
Polen	6,23 %	*	5,43 %	8,50 %	8,66 %
Frankreich	4,20 %	9,06 %	16,99 %	15,21 %	9,75 %
Deutschland	3,04 %	7,67 %	7,88 %	6,93 %	8,79 %
Großbritannien	2,97 %	4,00 %	4,76 %	7,37 %	8,90 %
Spanien	2,82 %	6,61 %	5,23 %	1,78 %	*
Norwegen	2,53 %	2,67 %	2,31 %	2,71 %	4,32 %
Russland	2,39 %	2,06 %	5,03 %	2,87 %	*
Ägypten	*	*	*	*	6,78 %
Marokko	*	1,67 %	*	*	*
Türkei	*	*	2,34 %	3,95 %	3,09 %
Tunesien	*	*	*	2,04 %	2,64 %
Irland	*	*	*	*	3,41 %
Ungarn	*	*	*	*	3,18 %

(Erstellt nach HOCHLEITHNER, 2010: S. 36) * Angaben liegen nicht vor

8.2 Wasserkraftnutzung und ihre Folgen

Jedes Gewässer mit einem ausreichenden natürlichen oder künstlichen Gefälle kann im Grunde für Wasserkraft genutzt werden. Durch Verdunstung und anschließenden Niederschlag entsteht ein sich ständig erneuernder, natürlicher Wasserkreislauf. Der Mensch macht sich diese Kraft des Wassers bereits seit Jahrtausenden zunutze. Früher diente diese Kraft u.a. zum Betreiben von Mühlen, 2016 sorgten die 7.074 Wasserkraftwerke in Deutschland für eine Stromerzeugung von 20.546 Mio. Kilowattstunden und versorgten ca. 6 Mio. Haushalte mit einem durchschnittlichen Stromverbrauch von 3.500 kWh/Jahr. Deutschlandweit waren 2016 7.300 Personen in der Wasserkraft beschäftigt (AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN 2017).



Abbildung 32: Anzahl der Wasserkraftanlagen in Deutschland 2014 - 2017

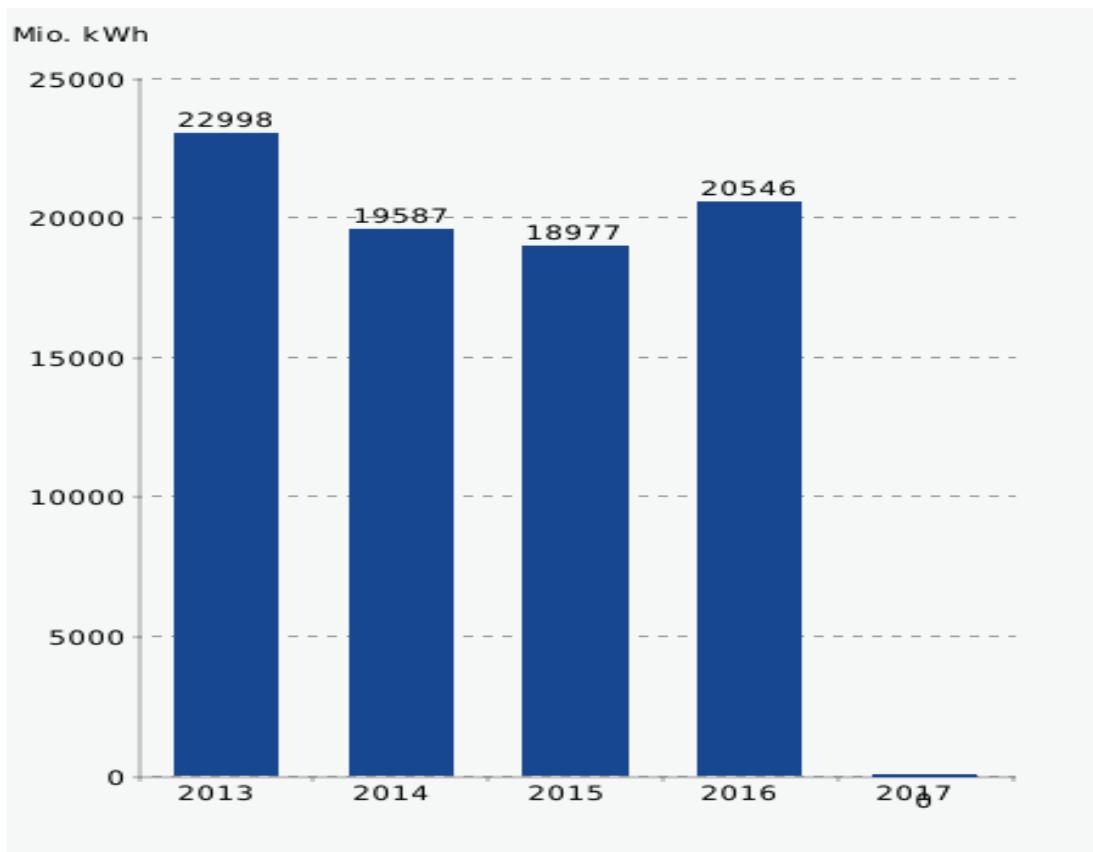


Abbildung 33: Stromerzeugung 2013 - 2017 durch Wasserkraftanlagen in Deutschland

Viele Fließgewässer in Deutschland befinden sich in einem besorgniserregenden Zustand. Flurbereinigung, Flussbegradigungen und Querverbauungen in deutschen und europäischen Fließgewässern sorgen für zum Teil verschlammte Flussabschnitte, der Hochwasserschutz ist zum Teil nicht mehr gegeben und Querverbauungen verhindern die biologische Durchgängigkeit. Außerdem verursachen sie einen Aufstau der Fließgewässer und eine damit verbundene Grundwasserstandsveränderung. Zusätzliche Folgen sind die stärkere Erwärmung des Wassers, sinkende Sauerstoffgehalte, eine Verschlechterung der Selbstreinigungskraft des Wassers und eine Störung des Feststoffhaushalts (Geschiebe, Totholz). Bayern sticht als traditionelles Wasserkraftland heraus und stellt etwa 4.250 Wasserkraftwerke von denen ca. 4.000 Kleinanlagen (Leistung < 100 kW) sind. Diese 4.000 Kleinstwasserkraftwerke produzieren ca. 8% des bayrischen Wasserkraftstroms, richten aber durch den Verlust der biologischen Durchgängigkeit einen enormen ökologischen Schaden an (LANDESFISCHEREIVERBAND BAYERN E.V. 2012: S. 6).

Viele abwanderungswillige Aale verenden in den Turbinen der Wasserkraftwerke und können so nicht zur Erholung des Bestandes beitragen. Die biologische

Durchgängigkeit sowohl der deutschen als auch der europäischen Fließgewässer ist momentan unzureichend und wird mehr und mehr zu einer großen Bedrohung insbesondere für wandernde Fischarten wie Aal und Lachs. Der LANDESFISCHEREIVERBAND BAYERN E.V. gibt Mortalitätsraten pro Kraftwerk von 20% an. Ein abwandernder Blankaal aus dem oberfränkischen Main muss während seiner Wanderung 34 Wasserkraftanlagen passieren. Würden in einem Abwanderungszeitraum 10.000 Blankaale diese 34 Wasserkraftanlagen passieren, würden rein rechnerisch 5 Blankaale die Nordsee erreichen (LANDESFISCHEREIVERBAND BAYERN E.V. 2012: S. 2).

Der für den Fluss lebensnotwendige Geschiebetransport wird an Wasserkraftanlagen unterbrochen. Unterhalb dieser Anlagen herrscht Geschiebemangel. Dies führt zu einer Sohlerosion, was wiederum dazu führt, dass sich das Flussbett immer tiefer in die Landschaft gräbt. Daraus resultiert eine Verringerung der Grundwasserpegel.

Durch den fehlenden Nachschub an Geschiebe verliert der Fluss sein Baumaterial. Dies hat zur Folge, dass Auenlandschaften und somit auch wichtige Lebensräume nach und nach verschwinden. Es bleiben karge, begradigte Flussabschnitte zurück, die für Flora und Fauna sehr geringe Lebensraumqualität bieten (LANDESFISCHEREIVERBAND BAYERN E.V. et al. 2012: S. 1-3).

8.3 Habitatverlust

Flüsse und deren Einzugsgebiet wurden seit Mitte des 20. Jahrhunderts erheblich und nachhaltig verändert. Flussbegradigungen und die Trockenlegung von Auen sollten die langwirtschaftliche Nutzung dieser Gebiete verbessern und Raum für die Industrialisierung schaffen. Betroffene Flüsse sollten außerdem für die Schifffahrt ausgebaut werden. Dies führte dazu, dass in Ländern wie Spanien, Deutschland und Griechenland etwa 50% der Feuchtgebiete verloren gingen. Diese Feuchtgebiete dienten dem Aal als potentielle Lebensräume. Seit der Industrialisierung gingen also nahezu 50% der Aal-Habitate verloren (STIFTUNG EUROPÄISCHES NATURERBE, 2018: S. 9-10).

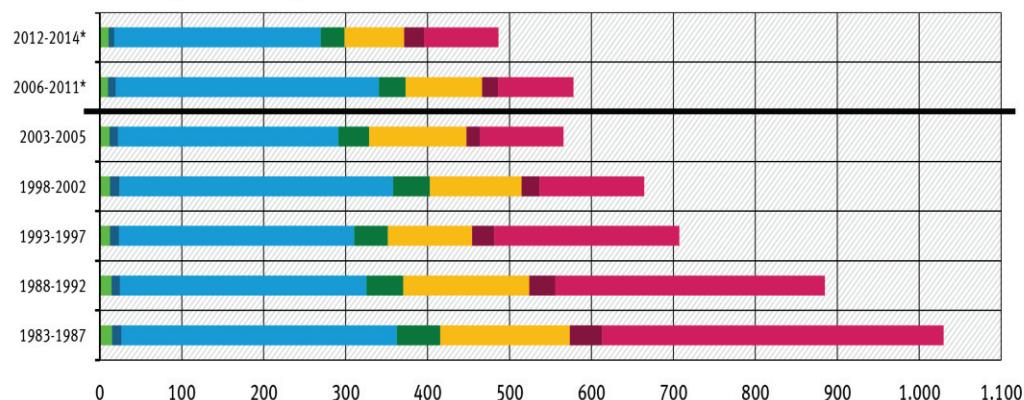
8.4 Landwirtschaft

Die landwirtschaftliche genutzte Fläche in Deutschland beläuft sich auf ca. 16,7 Mio. ha die von 270.000 Betrieben bewirtschaftet wird. (STATISTISCHES JAHRBUCH 2018). Der Gesamtproduktionswert der deutschen Landwirte belief sich 2016 auf 52,5 Mrd. €. 25,2 Mrd. € fielen davon auf die Produktion pflanzlicher Produkte und 23,9 Mrd. € auf die Produktion tierischer Produkte. Durch den technischen Fortschritt können heute 131 Personen von den Erzeugnissen eines Landwirts versorgt werden. 1950 waren es noch vier Personen (STATISTISCHES BUNDESAMT WIESBADEN 2018).

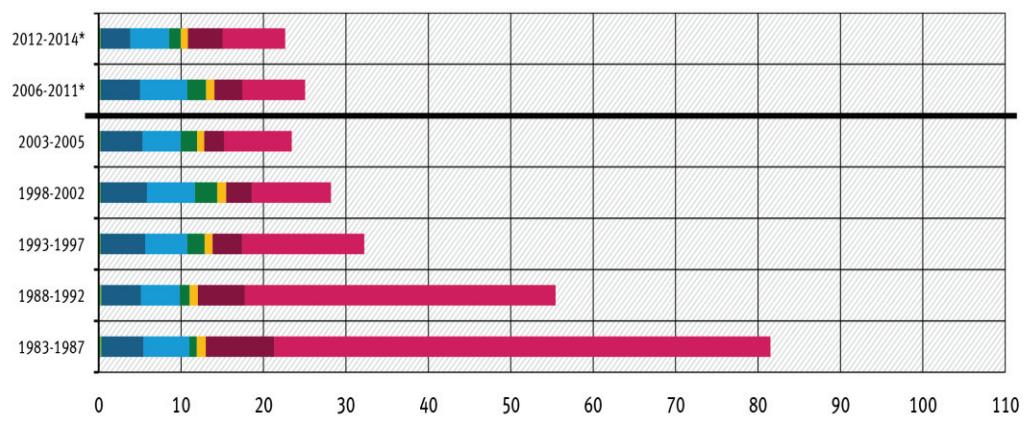
Die Stickstoffzufuhr ist seit 1993 mit etwa 190 kg pro ha und Jahr relativ konstant, wohingegen die Stickstoffabfuhr seit 1993 um ca. 50% von knapp 70 kg auf 100 kg pro ha und Jahr angestiegen ist (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT 2018: S. 485). Durch intensive Landwirtschaft geraten zu viele Nährstoffe, Pestizide, Sedimente und Ocker in die Fließgewässer. Renaturierungsmaßnahmen im und am Gewässer können ihre positive Wirkung nicht vollends zeigen, solange diese vier Faktoren nicht vom Fließgewässer ferngehalten werden. Daher müssen vor Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern immer zuerst die jeweiligen Begebenheiten im Einzugsgebiet des Flusses verbessert werden.

Stickstoff- und Phosphoreinträge aus Punktquellen und diffusen Quellen in die Oberflächengewässer in Deutschland

Gesamtstickstoffeinträge in Kilotonnen/Jahr



Gesamtphosphoreinträge in Kilotonnen/Jahr



■ atmosphärische Deposition ■ Erosion ■ Grundwasser ■ Oberflächenabfluss ■ Drainagen ■ urbane Gebiete ■ Punktquellen

Daten gerundet; *zum Teil neue Datengrundlagen und verändertes methodisches Vorgehen, daher nur bedingt mit Vorjahreszeitraum vergleichbar

Quelle: Umweltbundesamt 2016

Abbildung 34: Gesamtstickstoff- und Gesamtphosphoreinträge in die Oberflächengewässer Deutschlands in Kilotonnen/Jahr (1983 – 2014)

Die Stickstoffzufuhr in Oberflächengewässer lag zwischen 2012 und 2014 im Mittel bei ca. 490 Kilotonnen pro Jahr. Verglichen mit den Jahren 1983 – 1987 konnte diese Menge um etwas über 50% reduziert werden. Die Phosphorgesamteinträge konnten im gleichen Zeitraum um ca. 70% reduziert werden (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT 2018).

Phosphor trägt im Wesentlichen zur Eutrophierung der Oberflächengewässer bei.

Eines der Ziele der NACHHALTIGKEITSSTRATEGIE FÜR DEUTSCHLAND ist eine Verringerung des Stickstoffüberschusses auf 70 kg pro Ha und Jahr der

landwirtschaftlich genutzten Fläche im Jahresmittel 2028 – 2032 sowie eine Verringerung der Phosphoreinträge in die deutschen Fließgewässer. Diese Ziele sollen u.a. mit einer präzisen Ermittlung des Düngedarfs und Verbotszeiträumen für die Ausbringung von Düngemitteln im Herbst und Winter erreicht werden (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT 2018).

Nicht nur die Landwirtschaft trägt einen großen Anteil an der zu hohen chemischen- und ökologischen Belastung der deutschen Fließgewässer und deren Einzugsgebiete bei. Phosphor gelangt etwa zur Hälfte aus der Landwirtschaft und aus Städten (Regenwasserabläufe, Kläranlagen) in die Fließgewässer (DEUTSCHE NACHHALTIGKEITSSTRATEGIE 2016: S. 107).

Glyphosat und andere chemisch-synthetischen Pestizide kommen in Kommunen u.a. bei der Pflege von Nichtkulturland sowie der Bekämpfung von invasiven Arten zum Einsatz. Dies führte u.a. zu einem Biomasseverlust von 75% der Insekten in Deutschland seit 1989. Eine 2017 vom BUND, dem Deutschen Städtetag und der Gartenamtsleiterkonferenz durchgeföhrte Telefonumfrage zeigte, dass bereits 460 Städte und Gemeinden in Deutschland ganz oder teilweise auf den Einsatz von Glyphosat und anderen Pestiziden verzichten. Diese positive Entwicklung sollte dringend voranschreiten, um den ökologischen- und chemischen Zustand der deutschen Fließgewässer und deren Einzugsgebiete zu verbessern (BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND).

9 Rechtliche Grundlagen zum Schutz des Europäischen Aals

Allen nationalen Gesetzmäßigkeiten bis 2007 (Hauptaugenmerk lag auf Fischereilichen Aspekten und Mindestmaßen) zum Trotz verschlechterte sich die Bestandssituation des Aals ab Ende der 1970er Jahre fortlaufend. Diese Tatsache führte dazu, dass die Problematik auf internationaler Ebene aufgegriffen und entsprechende Abkommen getroffen wurden. Nur gemeinsame Schutzbemühungen können etwas gegen den Bestandsrückgang bewirken.

9.1 Internationale Abkommen (weltweit, EU)

Der ICES (international Council for the Exploration of the Sea) hat am 07.11.2017 mit einem Bericht auf die aktuellen Bestände des europäischen Aals hingewiesen und Empfehlungen für das Jahr 2018 ausgesprochen. Noch 2011 lag der Wert der anlandenden Glasaale an europäischen Küsten im Vergleich zu den sehr hohen Werten der 1960-1970er Jahre bei lediglich 1,6 %. Ebenfalls im Vergleich zu den 1960-1970er Jahren liegt der Bestand der Gelbaale bei 24%. Internationale Maßnahmen zum Schutz des Aals benötigen viele Jahre, um eine positive Auswirkung auf die Bestände zu haben. Wissenschaftliche Quantifizierungen sind aufgrund der langen Wanderung der Larven vom Sargassomeer bis zu den europäischen Küsten immer noch sehr schwierig und kurzfristige Erfolge der Maßnahmen schwer nachweisbar.

Der ICES empfiehlt vorbeugende Schutzmaßnahmen, die sich in den kommenden Jahren positiv auf die abwandernden Blankaale und die Bestände im Allgemeinen auswirken sollen. Dazu gehören:

- Alle anthropogenen Einflüsse, die sich negativ auf die abwandernden Blankaale auswirken, sollen auf null reduziert werden bzw. wenn dies bereits der Fall ist, auf null gehalten werden. Dazu zählen u.a. die Berufs- und Freizeitfischerei auf den europäischen Aal.
- Des Weiteren werden Wasserkraftanlagen, Pumpstationen und Gewässerverschmutzung als mögliche Ursache für die Bestandsreduzierung genannt.
- Der übermäßige Schutz von Prädatoren wie z.B. des Kormorans sollten reduziert werden.
- Die illegale Aalfischerei vor den Küsten Europas sowie der illegale Handel mit Glasaalen soll verhindert werden.

Die seit über 100 Jahren stattfindenden Besatzmaßnahmen in Deutschland und anderen europäischen Ländern werden als positiv bewertet. Ebenfalls verspricht man sich von der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie positive Auswirkungen auf den Aalbestand.

Diese Empfehlungen beziehen sich derzeit auf die Europäischen Meeresgewässer. Es ist durchaus denkbar, dass diese Maßnahmen in Zukunft auch auf die Binnengewässer der europäischen Mitgliedsstaaten ausgeweitet werden. Bis die Wissenschaft die

hochkomplexe Fortpflanzung sowie die Wanderung vom und zum Laichgebiet besser versteht, sollen alle vom Menschen verursachten negativen Einflüsse auf null reduziert werden.

Die Europäische Kommission hat auf Grundlage der ICES-Empfehlungen einen Gesetzesvorschlag zum Entschluss des Europäischen Rates verfasst. Dieser umfasst lediglich ein vollständiges Aalfangverbot für die Ostsee, Kattegat, Skagerrak, die Nordsee und den Atlantischen Ozean (EU-Gewässer) Dr. Christel Happach-Kasan, die Präsidentin des DAFV (Deutscher Angelfischerverband) äußerte sich folgendermaßen zu diesem Gesetzesvorschlag:

„Wir Angler sehen die extreme Gefährdung des Bestands des Europäischen Aals und sind durchaus bereit in Nord- und Ostsee unseren Beitrag im Rahmen einer übergreifenden Schutzmaßnahme zu leisten. Aale, die es bis ins Meer geschafft haben, sollten ihren Weg in die Sargassosee ungehindert nehmen können, um dort zu laichen. Die Gründe für den Rückgang der Aale betrifft jedoch mehrere anthropogene Faktoren. Dennoch beschränkt sich die Maßnahmenempfehlung der EU einzig und allein auf ein Angel- und Fischereiverbot. Das ist für den Schutz der Aale nicht genug und nicht akzeptabel. Wir besetzen Fische in unserer Freizeit, die nach wie vor in Turbinen zu Grunde gehen oder als Vogelfutter dienen. Als Belohnung werden wir mit einem generellen Fangverbot belegt – das kann man keinem Angler erklären. Ohne das jahrelange Engagement der Angler im Rahmen der Aal-Managementpläne wäre die Situation des Aalbestands in Europa vermutlich noch schlechter“ (DEUTSCHER ANGELFISCHERVERBAND E.V. 2017).

In Verhandlungen auf der Tagung des Rates für Landwirtschaft und Fischerei in Brüssel wurde am Mittwoch dem 13.12.2017 erstmals durch die EU-Minister eine Schonfrist für den Aal beschlossen. Die Mitgliedsländer können diese dreimonatige Schonfrist zwischen September 2018 und Ende Januar 2019 durchführen. Des Weiteren verpflichtete sich jedes Mitgliedsland, Schutzmaßnahmen für den Aal während seines gesamten Lebenszyklus und in den Meeresgebieten durchzuführen. Diesen Maßnahmen wird ein sehr hoher Stellenwert zugeteilt, einerseits zur Wiederauffüllung des Bestandes des Aals und andererseits zum Schutz der von der Fischerei abhängigen Gemeinschaften.

Die EU-Fischereiminister konnten sich am 18.12.2018 darauf verständigen, dass die dreimonatige Schonfrist für den Aal auch 2019 durchgeführt wird. Diese Schonfrist bezieht sich auf den Nordostatlantik, die Nord- und Ostsee und wurde jetzt auf das Mittelmeer erweitert. Die vorab erwähnte Möglichkeit, diese Schonfrist auch auf die Binnengewässer zu erweitern, wurde abgelehnt. Das Fangverbot in diesem dreimonatigen Zeitraum bezieht sich auf alle Lebensstadien des Aals und ist vom 01.08.2019 bis zum 29.02.2019 vom jeweiligen EU-Mitgliedland zu erlassen (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT 2018).

9.2 Verordnung (EG) 1100/2007

„Die Verordnung 1100/2001 hat sowohl den Schutz als auch die nachhaltige Nutzung des Aalbestandes zum Ziel. Die in den jeweiligen Flussgebietseinheiten geplanten Bewirtschaftungsmaßnahmen, flankiert von einem beträchtlichen Aufwand bei der wissenschaftlichen Begleitung, sind geeignet, in den betroffenen deutschen Gewässern beide Ziele zu erfüllen“ (FISCHEREI IN DEUTSCHLAND, PORTAL DES BUNDES UND DER LÄNDER, 2007: S. 21).

Die Europäische Kommission erstellte im Oktober 2005 einen Entwurf für eine „Verordnung des Rates mit Maßnahmen zur Wiederauffüllung des Bestandes des Europäischen Aals“. Die Diskussionen und Verhandlungen über diese Verordnung dauerten lange an bis es im Sommer 2007 eine fachliche Einigung gab. Es folgte die formale Verabschiedung der „Verordnung mit Maßnahmen zur Wiederauffüllung des Bestandes des Europäischen Aals, VO (EG) 1100/2007 des Rates. Diese VO (EG) 1100/2007 zielt auf den Schutz und die nachhaltige Nutzung des Aalbestandes ab und gilt für die Binnengewässer sowie die maritimen EU-Gewässer.

Die Aal-Verordnung (EG) 1100/20007 wurde im September 2007 verabschiedet und gilt unmittelbar für alle Mitgliedsländer als EU-Verordnung. Sie sieht vor, den Laicherstand des europäischen Aals, durch Schutz- und Überwachungsmaßnahmen, zu vergrößern. U.a. sollen die Mitgliedsländer, die über Aalgewässer verfügen, Ausarbeitungen zu Aalbewirtschaftungsplänen erstellen und zum Jahresende 2008 an die Europäische Kommission (KOM) übermitteln. Für grenzübergreifende Flussgebiete soll ein internationaler Aalbewirtschaftungsplan innerhalb der EU oder über EU-Grenzen hinweg erstellt werden, sofern dies möglich ist. Weder sind diese Maßnahmen bindend für die Mitgliedsländer noch ist ein zeitlicher Rahmen festgelegt

worden, um diese Maßnahmen umzusetzen. Vorrangiges Ziel dieser Verordnung ist jedoch immer, eine Blankaalabwanderungsquote von 40% aus den europäischen Mitgliedsländern zu gewährleisten (VERORDNUNG (EG) Nr. 1100/2007 DES RATES, 2007: S. 3). Außerdem sind Maßnahmen zu ergreifen, die die Feststellung der Herkunft der Aale und die Rückverfolgbarkeit, besonders über EU-Grenzen hinweg, sicherstellen. Länder wie Tschechien, die Niederlande und Frankreich weigerten sich aus Zeitgründen an der Erstellung eines Internationalen Aalmanagementplans mitzuarbeiten und erstellten nationale Aalbewirtschaftungspläne. Auch Deutschland war somit verpflichtet nationale Aalbewirtschaftungspläne zu erstellen obwohl z.B. mit den Flüssen Eider, Elbe, Ems, Maas, Oder Rhein und Schlei/Trave durchaus Anlass zur Erstellung von Internationalen Aalbewirtschaftungsplänen mit den Nachbarländern geboten wäre. Um die Zielabwanderungsrate von 40% zu erreichen, wurden europaweit acht Maßnahmen erarbeitet. Diese umfassen:

- 1) Reduktion der Erwerbsfischerei
- 2) Reduktion der Angelfischerei
- 3) Besatzmaßnahmen
- 4) Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerdurchgängigkeit
- 5) Verbringung von Blankaalen in Gewässer, aus denen eine ungehinderte Abwanderung möglich ist
- 6) Maßnahmen gegen Raubtiere
- 7) Befristete Abschaltung von Wasserkraftturbinen
- 8) Maßnahmen in Bezug auf Aquakultur

Die bis 2008 einzureichenden Aalbewirtschaftungspläne der EU-Mitgliedsstaaten wurden geprüft und bei Nichtgenehmigung oder Nichtvorlage drohte als Sanktion eine Reduktion der Aalfischerei um 50% (BAER et al., 2011: S. 41).

9.3 Washingtoner Artenschutzübereinkommen (CITES)

Im Juni 2007 mit Wirkung von 13.03.2009 wurde der Aal in den Anhang II des Washingtoner Artenschutzübereinkommen (CITES, Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) aufgenommen. Dieses Abkommen regelt den internationalen Handel mit bedrohten Arten. Bedrohte Arten dürfen nur mit einer speziellen Ausfuhr genehmigung, welche durch CITES ausgestellt

wird, in andere Länder exportiert werden. 2010 wurde dem Land Tunesien der Export von 135 t Aal mit einer Länge von 30 cm gestattet. In der EU wird CITES durch die Verordnung (EG) 338/97 geregelt (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2012: S. 369).

10 Die wirtschaftliche Bedeutung des Aals

Die wirtschaftliche Bedeutung des Aals stieg deutlich mit dem Bestandsrückgang andere Wanderfischarten wie z.B. dem Lachs oder der Forelle. Die Fischerei spezialisierte sich seither auf den Aal und konnte die Umsatzeinbußen dadurch kompensieren. Damals wie heute ist der europäische Aal von hoher wirtschaftlicher Bedeutung und gilt nach wie vor als „Brotfisch“ für die Fischer.

„Der Aal ist sehr wichtig für die Unternehmen“, betont der Präsident des Landesverbands der Binnenfischer MV, Ulrich Paetsch. Die Anteile des Aals an allen Fängen von Hecht, Plötz oder Zander betragen zehn Prozent, die Erlöse 20 bis 30 Prozent. Paetsch: „Würde der Aal wegfallen, hätte das katastrophale Folgen für die Betriebe“ (OSTSEE-ZEITUNG, 2018).

Gemessen an dieser Aussage wird deutlich, dass ein weiterer Rückgang der Aalfänge für viele Betriebe in Deutschland das Aus bedeuten kann und viele der Beschäftigten in der Aalfang- und Aalverarbeitungsbranche ihre Arbeit verlieren würden.

Befragungen verschiedener Betriebe aus dem niedersächsischen Raum zeigten, dass das Aal-Angebot in den vergangenen fünf Jahren relativ konstant geblieben ist. Die befragten Betriebe (Fischgroßhändler & Aalräuchereien aus dem niedersächsischen Raum, die weder genannt werden wollen noch exakte Preise nennen wollten) wirtschaften fast ausschließlich mit Aalen aus Aquakulturen. Wildfänge kommen in ihrem Angebot kaum noch vor. Die Preisentwicklung der letzten fünf Jahre stieg von ca. 20,00 € auf heute annähernd 40,00 € für ein Kilo geschlachteten Aal.

11 Maßnahmen zum Schutz des Aals und seines Lebensraumes

11.1 Kormoran

11 von 16 Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland haben spezielle Regelungen erlassen, die die Schäden durch Kormorane auf die Fischbestände und die Aalpopulation im speziellen reduzieren sollen. Hierzu gehören:

- Störung durch Präsenz des Menschen
Diese Maßnahme wird als wirkungsvoll allerdings schwer durchführbar eingeschätzt, u.a., weil auch andere Wasservögel betroffen sind.
- Köderteiche
Diese Maßnahme scheint wirkungslos, weil die schlauen Räuber schnell ausmachen, dass z.B. Rotaugen schwieriger zu fangende Beute darstellen. Außerdem kommt diese Maßnahme einer „Anfütterung“ gleich und ist mit hohen Kosten verbunden.
- Gewässerrandbespannung mit Draht oder Drahtzäunen
Diese Maßnahme ist in Bezug auf den Kormoran annähernd wirkungslos aber effektiv um Graureiher vom Gewässer fernzuhalten.
- Vollteichbespannung (Stolperfäden / Flachbespannung)
Diese Maßnahme scheint nur temporär Abhilfe zu leisten, weil Kormorane schnell lernen diese Bespannung zu umgehen indem sie u.a. einfach drunter herlaufen. Diese Maßnahme kann tödliche Schäden für andere Vögel wie Fischadler oder Reiher durch Verfangen herbeiführen.
- Schreckschussgeräte, Greifattrappen, Vogelscheuchen und Warnrufe
Diese Maßnahmen leisten ebenfalls nur temporär Abhilfe, weil ein Gewöhnungseffekt eintritt. Außerdem sind andere Tierarten auch betroffen.
- Einzelabschüsse in Kombination mit Scheuchgeräten
Diese Maßnahmen sind kurzfristig wirkungsvoll, dürfen aber nur in existenzgefährdeten Teichwirtschaften eingesetzt werden (BIOLOGISCHE SCHUTZGEMEINSCHAFT HUNTE WESER-EMS E.V. S. 10).

11.2 Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL)

Gewässer werden vielfältig genutzt. Unter anderem dienen sie als Schifffahrtswege, als Vorfluter für Kläranlagen und zur Entwässerung landwirtschaftlicher- und Städtischen Flächen. Das Grundwasser wird zur Trinkwassergewinnung und zur Bewässerung genutzt.

Weder oberirdische Gewässer noch das Grundwasser halten sich an Staatsgrenzen. Daher ist gemeinsames Handeln auf allen staatlichen Ebenen vonnöten. Im Jahr 2000 wurde die Europäische Wasserrahmenrichtlinie verabschiedet. Diese setzt europaweite Standards zum Schutz der Gewässer und gilt als Meilenstein im

europäischen Gewässerschutz.

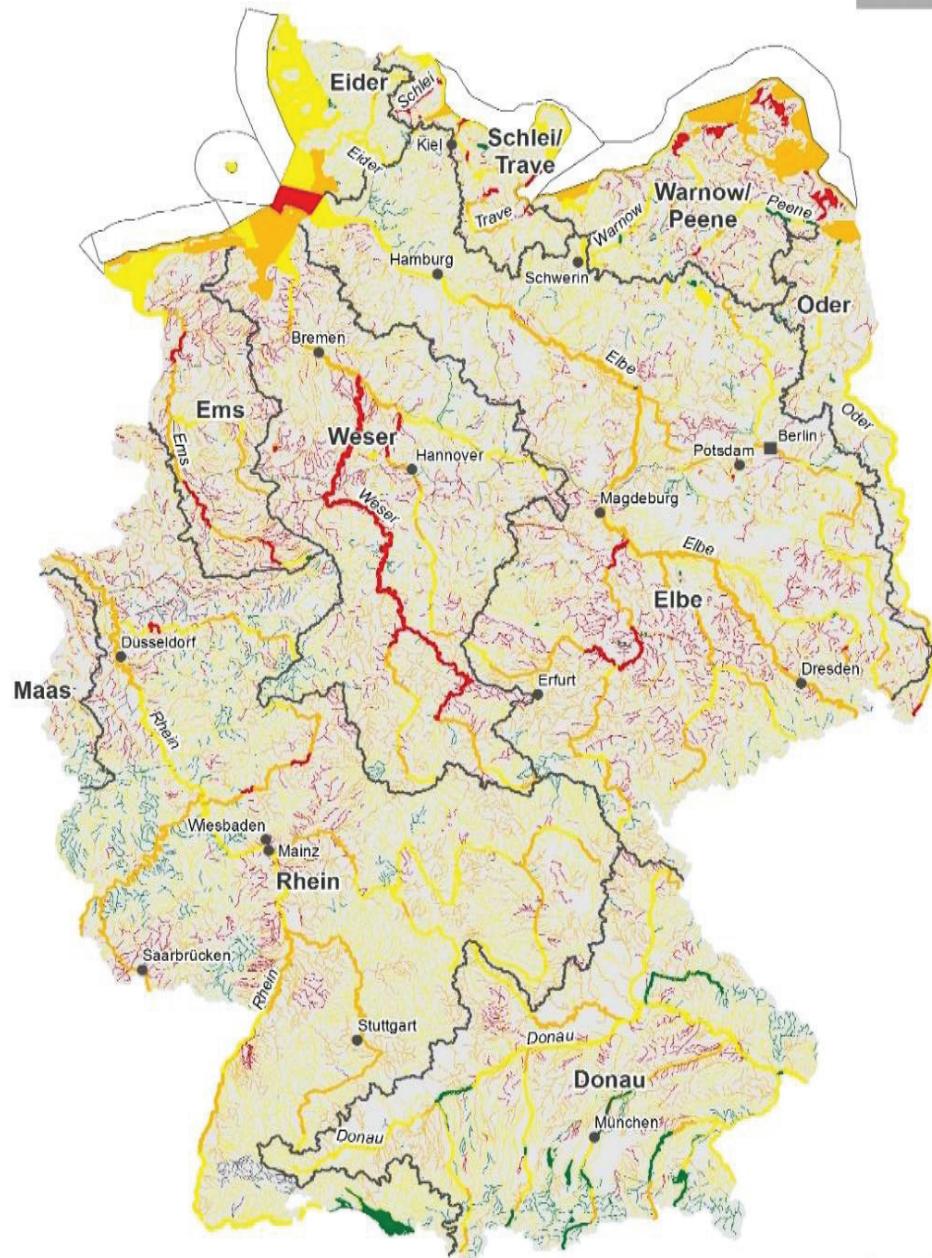
Wasser übt eine große Anziehungskraft und Faszination auf uns Menschen aus. Daher gilt es, den größtenteils schlechten Zustand unserer Gewässer zu verbessern. Sowohl den ökologischen- als auch den chemischen Zustand. Um dieses Ziel zu erreichen wurden Ziele und Maßnahmen zum Erhalt und zur Entwicklung der Gewässer erarbeitet (NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERKRAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ BAND 9: S. 5). Bezogen auf den Aal sind folgende Maßnahmen relevant:

- „Erhalt und Verbesserung der Wasserqualität:
Einträge von Schadstoffen und organischen Belastungen sollen schrittweise reduziert werden.“
- „Erhalt und Entwicklung als Lebensraum:
Oberirdische Gewässer mit ihrer jeweils charakteristischen Tier- und Pflanzenwelt sind dauerhaft zu entwickeln.“
- „Umsetzung des Verschlechterungsverbots:
Der Zustand der oberirdischen Gewässer und des Grundwassers darf sich nicht verschlechtern.“
- „Betrachtung im Ganzen:
Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zwischen Oberflächengewässer, Grundwasser und wasserabhängigen Landökosystemen sind zu berücksichtigen.“
- „Handeln ohne Grenzen:
Gewässer werden grenzüberschreitend von der Quelle bis zur Mündung betrachtet.“

Aktuelle befinden wir uns im 2. Bewirtschaftungszeitraum der WRRL. Bis 2027 (Ende des 3. Bewirtschaftungszeitraums) sollen alle Umweltziele erreicht werden. Nach mehreren Gesprächen mit Vertretenen von Landkreisen, Wasser- und Bodenverbänden und Naturschutzbehörden wird deutlich, dass dieser Zeitplan wohl nicht eingehalten werden kann und es auf eine Verlängerung hinausläuft. Dies hat einerseits damit zu tun, dass die vorgegebenen Parameter sehr hoch gesteckt sind und andererseits, dass der Entwicklungszeitraum getroffener Maßnahmen ca. 20-30 Jahre benötigt, um positive Auswirkungen zu erzielen. Außerdem scheitern Fördermittelanträge oftmals an zu hohen bürokratischen Hürden und fehlender Vor- und Komplementärfinanzierung (BEFRAGUNG DES GESCHÄFTSFÜHRERS DES DACHVERBAND HASE: JÜRGEN HERPIN).



Abbildung 35: Zeitlicher Ablauf der EU-WRRL



© Umweltbundesamt, 2016

- sehr gut
- gut
- mäßig
- unbefriedigend
- schlecht
- nicht bewertet
- keine Bewertung des ökologischen Zustands erforderlich

Geobasisdaten: GeoBasis-DF / BKG 2015
Fachdaten: Berichtsportal WasserBLiK/BfG, Stand: 23.3.2016
Bearbeitung: Umweltbundesamt, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

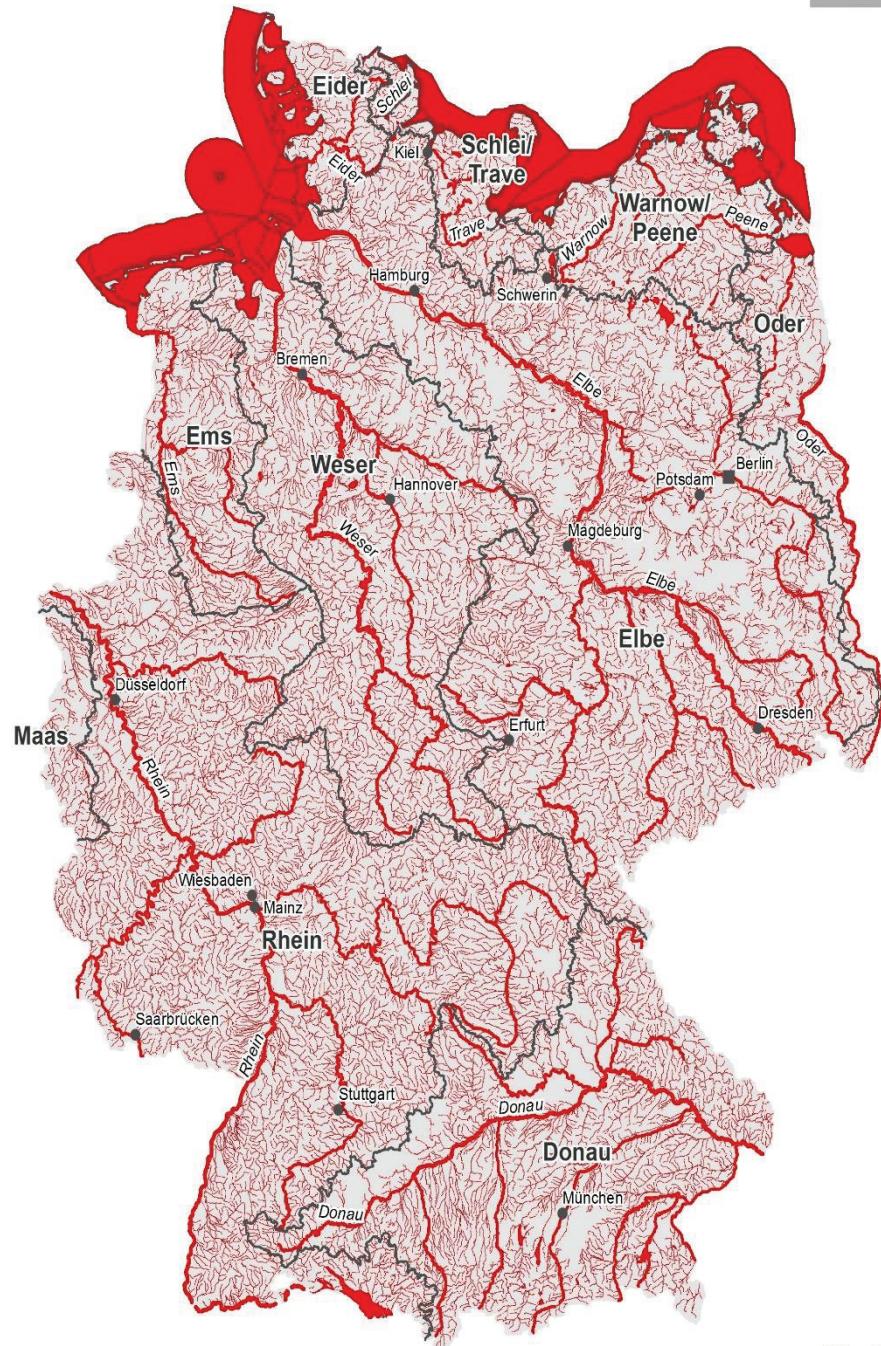
Abbildung 36: Ökologischer Zustand / Ökologisches Potential der deutschen Oberflächengewässer

Am Ende des 1. Bewirtschaftungszeitraum (2015) wurden lediglich 7% der deutschen Flüsse und Bäche mit „guten“ oder „sehr guten“ ökologischen Zustand bewertet. Die Ursachen dafür:

- Zu hohe Belastungen durch Nährstoffe, Feinsedimenteinträge und Pflanzenschutzmittel (meist aus der Landwirtschaft)
- Hydromorphologische Degradation der Gewässer (Verbauungen, Begradigungen und fehlende biologische Durchgängigkeit)

Zu den biologischen Qualitätskomponenten gehören:

- Fische (z.B. Forelle, Äsche, Lachse)
- Makrozoobenthos (am Gewässergrund lebende wirbellose Kleintiere wie Schnecken und Libellenlarven)
- Phytoplankton (im Wasser freischwebende Algen z.B. Grünalge)
- Makrophyten/Phytobenthos (Wasservegetation z.B. Wasserpest, Igelkolben)
- Makroalgen (z.B. Großalgen) (NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERKRAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ Band 9: S. 16)



© Umweltbundesamt, 2016

- gut
- nicht gut

Geobasisdaten: GeoBasis-DE / BKG 2015
 Fachdaten: Berichtsportal WasserBLICK/BfG, Stand 23.03.2016
 Bearbeitung: Umweltbundesamt, Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Abbildung 37: Chemischer Zustand der deutschen Oberflächengewässer

Die EG-Richtlinie 2008/105/EG legt Umweltqualitätsnormen für 33 prioritäre Stoffe fest. Dazu gehören u.a. Metalle, Pestizide und Chemikalien. 2018 sind 12 weitere Stoffe dazugekommen. Wenn nur einer der 45 Stoffe die Umweltqualitätsnorm überschreitet, wird der chemische Zustand für den jeweiligen Gewässerabschnitt als „nicht gut“ bewertet. Die notwendigen Maßnahmen zur Reduzierung der unerwünschten Stoffe/Werte müssen von der zuständigen Behörde ergriffen werden.

Zwischen 2009 und 2015 wurden die Grenzwerte für 12 der 33 Stoffe in allen deutschen Oberflächengewässern eingehalten. Sämtliche Flüsse, Seen und Küstengewässer Deutschlands erhalten aufgrund von zu hohen Quecksilber-Werten in Fischen den chemischen Zustand „nicht gut“ (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT 2018).

11.3 Besatzmaßnahmen

Die deutschen Aalbestände werden bereits seit über 100 Jahren durch Besatzmaßnahmen gesichert. Deutschlandweit wurden 2007 zur Bestandserhaltung ca. 13,5 Millionen Aale unterschiedlicher Größen besetzt. 2007 beliefen sich die Kosten für Besatzmaßnahmen auf ca. 4 Millionen Euro. Besatzmaßnahmen werden häufig von Fischereivereinen durchgeführt. So wurden im Einzugsgebiet der Elbe in Schleswig-Holstein etwa. 75 Glasaale pro ha Wasserfläche besetzt. Seen werden mit 0,08 kg aus Aquakulturen und 1,2 kg wild gefangenen Aalen pro ha besetzt und kommerziell genutzte Seen werden mit ca. 1,2 kg wild gefangenen Aalen pro ha besetzt (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2012: S. 371).

Am 22.10.2018 unterzeichnete der Landesanglerverband Mecklenburg-Vorpommern e.V. eine Vereinbarung mit der WEMAG (www.wemag.com), nach der der Ökostromerzeuger jährliche Aalbesatzmaßnahmen im Wert von 3.500 € durchführen wird. Direkt nach der Unterzeichnung wurden 82 kg vorgestreckte Aale im Wert von 3.500 € in den Goldberger See eingesetzt (LANDEFISCHEREIVERBAND MECKLENBURG-VORPOMMERN E.V., 2018).

Seit 2009 wurden in Mecklenburg-Vorpommern 71,8 Tonnen Besatzaal im Wert von 2,9 Mio. Euro ausgesetzt. Der LAV M-V e.V. beteiligt sich seit über 25 Jahren an Besatzmaßnahmen für den Erhalt des Aals. Seitdem werden jährlich Aale im Wert von 100.000 € in die Gewässer Mecklenburg-Vorpommerns eingesetzt. Einen Teil der Kosten wird durch EU-Mittel finanziert. Des Weiteren bietet der LAV M-V e.V.

Privatpersonen sowie Vereinen und Verbänden die Möglichkeit, Aal-Aktien zu erwerben. Diese Spendenerlöse werden zu 100% in den Kauf neuer Besatzaale investiert (LANDESFISCHEREIVERBAND MECKLENBURG-VORPOMMERN E.V.).

11.4 Gütesiegel als Schutz für den natürlichen Bestand ESF: international Eel Stewardship Fund.

Auf einem Werbeflyer für Endverbraucher schreibt die ESF: "Essen Sie bewusst – sichern Sie den Bestand des Europäischen Aals“ Die Eel Stewardship Association (ESA) ist Gründer und Inhaber der ESF Handelsmarke. ESA wurde im Dezember 2015 von deutschen, niederländischen und englischen Industrieverbänden gegründet. Diese Stiftung hat sich den Schutz und die Wiederaufstockung des Aalbestandes als Hauptziel gesetzt. Mit dem Kauf von ESF zertifizierten Produkten werden u.a. Aalbesatzmaßnahmen in deutschen Binnengewässern finanziert, Aalforschungsprojekte unterstützt und abwandernde Aale vor Hindernissen wie z.B. Wasserkraftwerken abgefischt und an geeigneteren Stellen wiedereingesetzt. Außerdem wird großes Augenmerk auf die Wiederherstellung der Aalwanderrouten gelegt. In der Europäischen Union werden jährlich mehrere Millionen Glasaale und Jungaale in geeignete Gewässer ausgesetzt, um die natürlichen Bestände zu erhöhen. Der ESF unterstützt und beteiligt sich an diesen Projekten. Mindestens 60% der Aalfänge von lizenzierten Fischereien, mit einer Länge von unter 12 cm, müssen für Projekte zur Aufstockung des Aalbestandes in Flussgebieten verwendet werden. Weiter heißt es auf dem Werbeflyer:



Abbildung 38: Logo ESF

„Ca. 100 Millionen Jahre existiert der Aal. Er hat große klimatische und kontinentale Veränderung überstanden, die Eiszeit überlebt und sich an die heutigen Verhältnisse erfolgreich angepasst. Ohne weitreichende Forschung, so sind sich die Mitglieder des ESF sicher, wird der Aal auf lange Sicht aussterben. Daher unterstützt der ESF u.a. die Forschung im Bereich der Larvenernährung, die Erforschung der Fortpflanzung der Aale in Gefangenschaft, die Erforschung des Verhaltens an Schleusen und Hindernissen und die Wanderung in ihr Laichgebiet. Der ESF unterstützt als langfristige Lösung mit Wissen und finanziellen Mitteln Aal-Schutzprojekte in“

ganz Europa“ (INITIATIVE ZUR FÖRDERUNG DES EUROPÄISCHEN AALS, 2018).

11.5 Maßnahmen im Bereich der Fischerei

In Frankreich existieren bereits seit dem 14. Jahrhundert Mindestmaße für Fische. Auch zu dieser Zeit kam es bereits zu Überfischung einzelner Gewässer und eine damit verbundene Preiserhöhung für Fisch und Fischprodukte. Zusätzlich zur Einführung von Mindestmaßen wurden das Nachtangeln sowie das Angeln während der Laichzeit verboten. 1699 wurden alle Fischereigesetze der damaligen Zeit zu einem königlichen Erlass des „Sonnenkönigs“ Ludwig XIV zusammengefasst. Bis heute findet man dessen Hauptpunkte in den Angel- und Fischereirechten wieder (JAHR TOP SPECIAL VERLAG 2019).

Tabelle 3: Schonzeiten und Mindestmaße des europäischen Aals in den 16 Bundesländern Deutschlands

Schonzeiten und Mindestmaß des europäischen Aals in den 16 Bundesländern Deutschlands				
Bundesland	Mindestmaß Binnen	Mindestmaß Küste	Schonzeit Binnen	Schonzeit Küste
Bayern	50 cm	-	-	-
Baden-Württemberg	*	-	Ganzjährige Schonzeit	-
Brandenburg	50 cm	-	-	-
Berlin	50 cm	-	-	-
Bremen	45 cm	-	-	-
Hamburg	45 cm	-	-	-
Hessen	50 cm	-	01.10. – 01.03	-
Mecklenburg-Vorpommern	50 cm	50 cm	01.12. – 28.02	01.12 – 28.02
Niedersachsen	35 cm	45 cm	-	-
Nordrhein-Westfalen	50 cm	-	01.10. – 01.03	-
Reinland-Pfalz	50 cm	-	-	-
Saarland	50 cm	-	-	-

Sachsen	50 cm	-	-	-
Sachsen-Anhalt	50 cm	-	-	-
Schleswig-Holstein	45 cm	45 cm	-	-
Thüringen	45 cm	-	-	-

(Erstellt nach "Aktuelle Schonzeiten und Mindestmaße aller Bundesländer". JAHR TOP SPECIAL VERLAG 2019)

Aufgrund der Landesfischereiverordnung (LfischVO) vom 03.04.1998 hat das Land Baden-Württemberg nähere Ausführungen bezüglich der Schonzeiten und den Mindestmaßen für den Europäischen Aal erlassen. Es bestehen ganzjährige Schonzeiten für einzelne Flussabschnitte z.B. im Rheinhauptstrom sowie in Abschnitten der Nebenarme und dazugehörigen Altwässern und Baggerseen. Andere Rheinabschnitte unterliegen einer periodischen Schonzeit vom 01.Oktober bis zum 01.März. Des Weiteren gelten Schonzeiten für das übrige Einzugsgebiet des Rheins vom 01.November bis 01.März. Das Mindestmaß wurde auf 50 cm festgelegt.

11.6 Maßnahmen im Bereich der Wasserwirtschaft

11.6.1 Fischschonende Turbinen

Die Erforschung und Entwicklung fischschonender Turbinen erfolgt bisher größtenteils im nordamerikanischen Raum. Es wird an der Optimierung herkömmlicher Turbinen sowie an der Konstruktion neuer Turbinen gearbeitet. Vorrangige Ziele sind die Verringerung der Kollisionswahrscheinlichkeit sowie der Kollisionsgeschwindigkeit, die Verringerung von starken Druckschwankungen und die Verringerung von Scherkräften und Turbulenzen. Bei der Umgestaltung herkömmlicher Turbinen sollen die Eliminierung von Leitschaufeln, die Reduktion der Laufradschaufelzahl und eine geringere Drehzahl der Laufräder für eine geringe Mortalitätsrate bei Fischen in Wasserkraftanlagen führen (EBEL, 2008 S. 105,106).

11.6.2 Aalschonender Anlagenbetrieb

Bereits seit den 1950er Jahren ist bekannt, dass Verhaltensauffälligkeiten beim Aal kurz vor der Abwanderung auftreten. Dies wurde u.a. durch Versuche mit gefangenen Aalen belegt, die kurz vor dem Wanderungsbeginn eine deutlich höhere Aktivität aufzeigten und immer wieder Ausbruchsversuche aus Hälterungsanlagen starteten (INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOLOGIE KIRTOF-WAHLEN: S. 89).

Europas größter Erzeuger im Bereich der erneuerbaren Energien ist der norwegische Energiekonzern „Statkraft Markets GmbH“. Dieser Konzern betreibt u.a. in Deutschland zehn Laufwasserkraftanlagen an vier Fließgewässern im Einzugsgebiet der Weser. Die Weser gehört zu den wichtigen Wanderruten der Blankaale und mündet bei Bremerhaven in die Nordsee. Zu den Zielen des Betriebs gehören eine kosteneffiziente Energieerzeugung sowie der Fischschutz. Sämtliche Statkraft-Anlagen in Deutschland können automatisch von Normal- auf aalschonenden Betrieb (ASB) umschalten und greifen somit deutlich geringfügiger in das natürliche Wanderverhalten des Aals ein als andere Wasserkraftanlagen mit deutlich höheren Mortalitätsraten. Hierfür wird u.a. die Anströmgeschwindigkeit vor den Rechen auf weniger als 0,5 m/s gesenkt. Als Indikator für die Umstellung der Laufwasserkraftanlagen gilt die „prämigratorische Unruhe“ abwanderungswilliger Blankaale. Die „prämigratorische Unruhe“ wird mittels eines „Migromaten“ festgestellt. Dieses Biomonitoringverfahren zur Früherkennung der prämigratorischen Unruhe von Aalen in Fließgewässern ermöglicht die frühzeitige Umstellung von Wasserkraftanlagen in den Aalschonenden Betrieb. Hierzu werden jährlich 60 Exemplare mit einer Mindestlänge von 50 cm in den durchgängig durchströmten Hälterungsbecken des Migromaten gehalten. Jedem Exemplar wird ein Transponder eingesetzt, um das Verhalten der Tiere fortlaufend beobachten zu können. Sobald die prämigratorische Unruhe einsetzt, was zumeist einige Stunden vor der Abwanderung geschieht, wird automatisch ein Signal an das Wasserkraftwerk weitergeleitet, um auf den aalschonenden Betrieb umzustellen (STATKRAFT MARKETS GMBH 2015: S. 5-19).

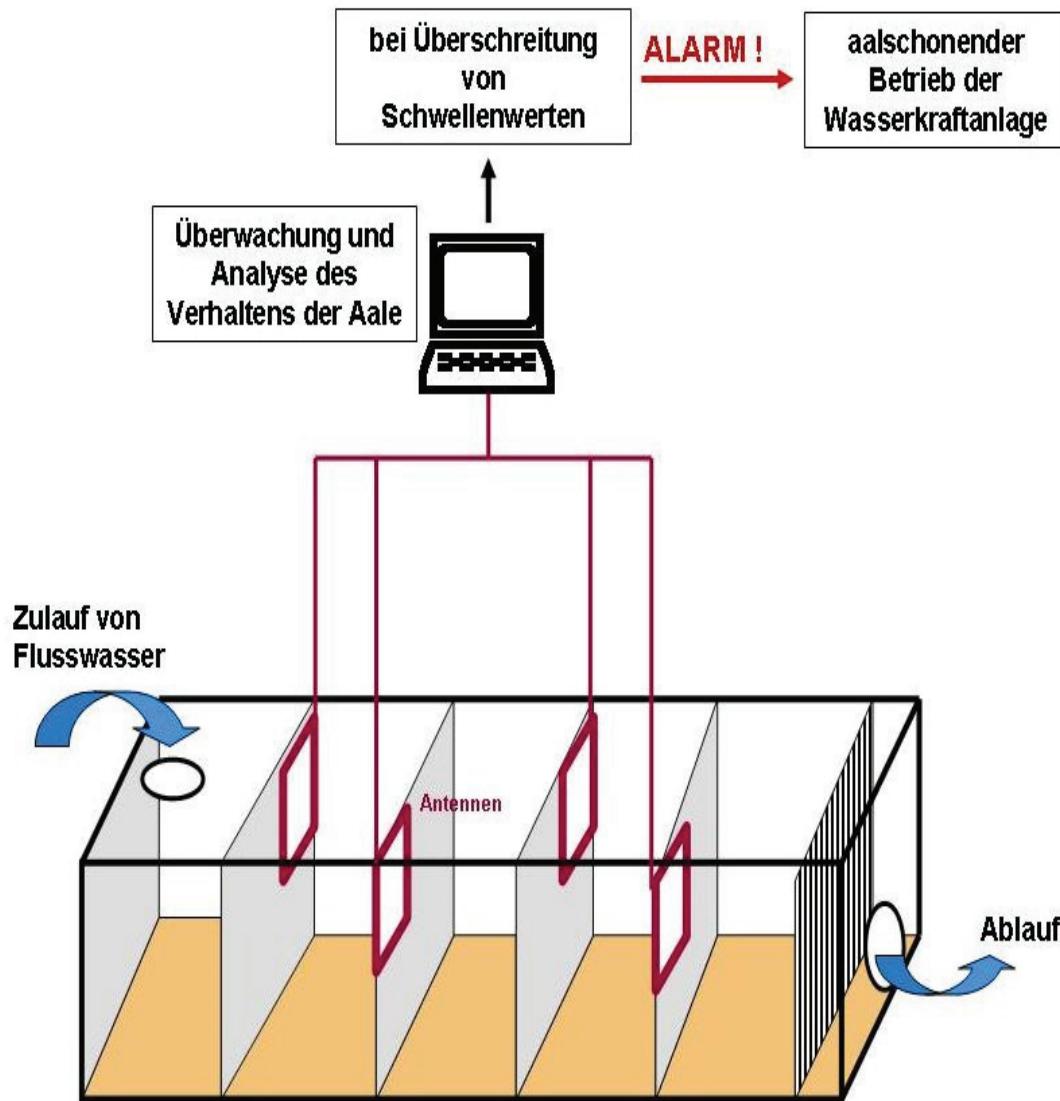


Abbildung 39: Aufbau Migromat

Bisherige Untersuchungen belegen, dass eine Schutzwirkung von 75-95% je nach Standort durch das Frühwarnsystem gegenüber Wasserkraftanlagen ohne Migromat, erreicht wird. Die Mortalität pro Staustufe kann somit auf unter 3% gesenkt werden. Der Migromat wurde 2012 mit dem zweiten Platz des deutsch-norwegischen Wirtschaftspreises ausgezeichnet. Diese Auszeichnung zeigt den Stellenwert, den der Schutz des Aals mittlerweile in der Wirtschaft einnimmt.

11.7 Fang und Transport

Wandernde Fischarten wie der Aal müssen vor unüberwindbaren Wasserkraftwerken oder Querverbauungen gefangen und per LKW oder Schiff an geeignete Flussabschnitte mit bestehender biologischer Durchgängigkeit gebracht und dort wieder ausgesetzt werden.

Die EU-Verordnung 1100/2007 sieht eine Blankaalabwanderungsquote von 40 % ohne anthropogene Einflüsse vor. Aus meiner Sicht ist die Maßnahme trotzdem wichtig und richtig, um die Aale vor dem Tod zu bewahren. Weitere Maßnahmen zum Schutz des Aals sind Fischtreppen und Aalaufstiegsanlagen. Im Zuge der Energiewende sollte dringend das Augenmerk auf die Fischprobleme gerichtet werden (EBEL, 2008: S. 94-96).

11.8 Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft

11.8.1 Gewässerrandstreifen

Gerade in der Agrarintensivregion Niedersachsen ist es wichtig, dass Maßnahmen zum Gewässerschutz getroffen werden. Der Landkreis Cloppenburg hat hierzu das Gewässerrandstreifenförderprogramm ins Leben gerufen. Hiermit wird die Stilllegung von Randstreifen auf ackerbaulich bewirtschafteten Nutzflächen gefördert, um die Gewässerbelastungen zu reduzieren. Der Antragsteller verzichtet auf die Mahd, Beweidung, Düngung etc. Dies soll die Artenvielfalt fördern und die Sicherung von Lebensräumen im und am Gewässer stärken. Eigentümer sowie Pächter mit Einverständnis des Eigentümers (Laufzeit mindestens 3 Jahre) von Flächen an Fließ- oder Stillgewässern können Anträge auf Förderung stellen. Die Nutzungsaufgabe von 5 m breiten Randstreifen (bis zu einer Ackerzahl von 25 Punkten) entlang von Gewässern kann mit 750,00 € je ha und Jahr gefördert werden. Jeder weitere Bewertungspunkt wird mit 0,12 € bis zu einer maximalen Förderung von 1.100,00 € je ha und Jahr gefördert. Der Förderzeitraum beläuft sich auf zunächst 5 Jahre, mindestens aber 3 Jahre. Verlängerungen sind möglich (LANDKREIS CLOPPENBURG, UMWELTAMT 2018).

11.8.2 Auffanggräben

Bei Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern werden sogenannte „Auffanggräben“ zwischen intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen und dem Fließgewässer eingefügt. Diese Gräben dienen dazu, ausgespülte Nährstoffe, Pestizide, Sedimente und Ocker aus den Fließgewässern fernzuhalten. Wenn diese vier Stoffe nicht aus dem Fließgewässer ferngehalten werden, können die vorgenommenen Renaturierungsmaßnahmen nicht ihre volle Wirkung entwickeln und dazu beitragen, das Fließgewässer in einen besseren ökologischen- und chemischen Zustand zu versetzen (BEFRAGUNG DES GESCHÄFTSFÜHRERS DES DACHVERBAND HASE: JÜRGEN HERPIN).

11.9 Aquakultur und Besatzmaßnahmen

(am Beispiel des Aalhofs Götting in 49661 Bethen)

Betreiber von Aal-Aquakulturen wie der Aalhof Götting beteiligen sich aktiv an den Besatzmaßnahmen der europäischen Union. Es herrscht eine enge Zusammenarbeit mit Fischereivereinen und Fischereiverbänden. Die EU-



Abbildung 40: Logo Aal- Hof Götting

Verordnung 1100/2007 sieht vor, dass mindestens 60% der gefangenen Jungaale zu Besatzzwecken verwendet werden müssen. Dies geht aus den Aalbewirtschaftungsplänen hervor. Verbände, Fischereivereine und Betriebe wie der Aalhof Götting arbeiten zusammen daran, diese Quote zu erreichen. Als Lieferant für Besatzaale kauft der Aalhof Götting deutlich mehr Jungaale ein, als für die eigene Produktion von Speiseaalen benötigt. Sie sind als Lieferant von Setzlingen (5-15g) aktiv an den Besatzmaßnahmen beteiligt und engagieren sich dadurch stark für den Erhalt des europäischen Aals. Weiterhin werden Besatzmaßnahmen durch die EU und durch Fonds wie dem ESF getragen. Der ESF-Fond wird von vielen Mitgliedern der Aalverarbeitungsbranche und Produzenten gespeist. So setzen die Branchen-Mitglieder zum Teil eigenes Kapital zum Erhalt dieser bedrohten Art ein. Des Weiteren beteiligt sich die EU durch Zuschüsse an den hohen Kosten für die Besatzmaßnahmen.

Jungaale in Aquakulturen werden bei Wassertemperaturen um die 25° Celsius gehalten. Der pH-Wert sollte zwischen 5 und 6,5 relativ geringgehalten werden, um einen optimalen Wuchs und eine gute Gesundheit zu ermöglichen. Grundsätzlich hilft

die gelegentliche Zugabe von Salz dabei, die allgemeine Konstitution der Fische zu verbessern. Salz aus dem Abwasser zu entfernen, ist aber nach wie vor sehr schwierig. Öffentliche Kläranlagen geben strenge Grenzwerte vor und somit müssen Produzenten wie der Aalhof Götting den Salzeinsatz so gering wie möglich halten. Stickstoffverbindungen wie Ammonium, Nitrit und Nitrat müssen permanent überwacht werden. Hierzu kommen spezielle Messgeräte zum Einsatz. Der Einsatz von Antibiotika ist ausgeschlossen, da der Abbau der Stickstoffverbindungen biologisch vonstattengeht. Dessen Einsatz würde die vorhandene Biologie zerstören und somit wäre der Abbau nicht weiter gewährleistet. Um den Infektionsdruck so niedrig wie möglich zu halten, kommen u.a. UV-Anlagen zum Einsatz. Diese haben eine keimtötende Funktion sowohl auf Bakterien als auch auf Viren und Pilzsporen. Des Weiteren kommt die Ozonisierung des Wassers zum Einsatz. Im gesamten Wasserkreislauf werden kontinuierlich ca. 500 g Ozon pro Stunde beigefügt (10% Konzentration) und unter Druck gelöst. Die Ozonisierung dient ebenfalls der Senkung des Infektionsdrucks und entfernt unangenehme Gerüche aus der Anlage, auf die die Aale sehr sensibel reagieren.

Im Setzlingsstadium werden nur zwischen 50-100 kg Glasaale pro Kubikmeter Wasser gehalten, um jedem Individuum einen ausreichenden Fressplatz zu bieten. Die Bestandsdichte (kg Lebendgewicht pro m³ Wasser) wächst mit der Größe der Fische. Jedoch sollten die Aale möglichst lange in kleinen Becken von nur wenigen Kubikmetern Wasser gehalten werden, um den Selbstreinigungseffekt zu erhalten, denn die Aale sorgen selbst dafür, dass durch die ständige Bewegung des Wassers das Becken frei von Verunreinigungen wie Futterreste und Kot gehalten wird (BEFRAGUNG DES INHABERS: JAN GÖTTING). Das verwendete Futter in der Anlage Götting ist auf das optimale Wachstum der Aale ausgerichtet und wird unter anderem von der Firma Alltech-Coppens in den Niederlanden produziert und vertrieben. Dieser Betrieb stellt sinkendes, schwimmendes und halb-schwimmendes Futter her. Dieses nachhaltige und hochverdauliche Futter enthält wichtigen Omega-3-Fettsäure und wurde speziell für Kreislaufanlagen entwickelt. Es unterstützt das Immunsystem, optimiert die Verdauungsfunktion und trägt zum Schutz der Schleimhautbarriere bei. Die Futterverwertung bei Jungfischen liegt bei ca. 1,3:1. D.h. 1,3 Kg Futter werden bei Jungfischen in 1 Kg Aal umgesetzt (ALLTECH COPPENS AALFUTTER, 2018: S. 1-3).

Tabelle 4: Nährwertdeklaration für das Alltech-Coppens Futter "Extreme"

Futterzusammensetzung			
Korngröße	1,2 mm	1,5 mm	2,0 mm
Analysen (%)			
Protein	50 %	48 %	48 %
Fett	26 %	28 %	28 %
Rohfaser	0,5 %	0,5 %	0,5 %
Asche	8,9 %	8,9 %	8,9 %
Gesamt P	1,30 %	1,30 %	1,30 %

(Erstellt nach ALLTECH COPPENS Aalfutter 2018 – Dedicated to your performance)

Nährwertdeklaration für das Alltech Coppens Futter Extreme (ALLTECHCOPPENS, 2018 S. 3)

12 Schlussfolgerungen

Der Aal gehört zu den gefährdetsten Fischarten in ganz Europa. Die „International Union for Conservation of Nature“ listet den Aal als „vom Aussterben bedroht“. Zusätzlich ist er im Anhang II des Washingtoner Artenschutzübereinkommens aufgeführt. In Deutschland ist er in der Roten Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze in Band 2: Meeresorganismen gelistet. Der Aal wurde in den vergangenen Jahren zum Symbol für den Fischartenschutz.

Zu den Einflussfaktoren, auf die der Mensch nur mittelbar Einfluss nehmen kann, gehört die Veränderung der ozeanischen Strömungen. Der anthropogen verursachte Klimawandel schwächt die Golfstromzirkulation laut Wissenschaftlern bis Ende dieses Jahrhunderts um bis zu 30% ab. Inwieweit dies Auswirkungen auf den Bestand des Aals haben wird, ist noch nicht abzuschätzen. Allerdings ist die Ankunft der Glasaale an den europäischen Küsten maßgeblich von dieser Strömung abhängig. Alle Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgase und somit zur Verlangsamung des Klimawandels brauchen sehr viele Jahre, um eine positive Wirkung zu zeigen.

Die Problematik des Bestandsrückgangs des Europäischen Aals erfordert großes Engagement der internationalen Staatengemeinschaft, der Europäischen Union sowie der Fischereiwissenschaftler, um wieder zu einem guten Erhaltungszustand der Art zu kommen. Die üblichen Maßnahmen wie die künstliche Vermehrung und der Besatz der Brut in natürliche Gewässer zum Erhalt einer bedrohten Fischart, wie z.B. bei Lachs, Meerforelle und kleiner Maräne, greifen aufgrund der bisher noch zu wenig erforschten Fortpflanzung des Aals nicht. Besatzmaßnahmen sind nach wie vor vom natürlichen Bestand, den Fischereivereinen und Aquakulturen abhängig. Die vielfältigen Einflussfaktoren auf den Bestandszustand des Aals - dazu gehören ozeanische Strömungen, Prädatoren, Schädigungen durch verschiedene Erreger, Parasiten und Umweltgifte, Fischerei, Wasserkraftnutzung und weitere anthropogene Einflüsse - machen ein komplexes Herangehen an den Schutz erforderlich. Aufgrund der bestandsbedrohenden Situation des Aals wurde er im Juni 2007 in das Washingtoner Artenschutzabkommen aufgenommen. Seither ist der internationale Handel mit dieser bedrohten Art verboten bzw. an spezielle Ausfuhr genehmigungen, ausgestellt durch CITES, geknüpft. Die im September 2007 verabschiedete Aal-Verordnung (EG) 1100/2007 gibt eine verpflichtende Blankaalabwanderungsquote von 40% ohne anthropogene Einflüsse vor. Die Mitgliedsstaaten sind dazu verpflichtet, die biologische Durchgängigkeit ihrer Gewässer wiederherzustellen, um diese Quote zu erreichen. Die bereits vorgestellten Maßnahmen der Sustainable Eel Group und die nachhaltige Befischung des Aals im Rahmen der Aalmanagementpläne dürften langfristig einen positiven Effekt auf den Bestand des Aals haben. Die Umsetzung der EU-WRRL bis zum Jahr 2027 mit Schwerpunkt auf den ökologischen- und chemischen Zustand der europäischen Gewässer wird sich vermutlich ebenfalls positiv auf die Bestandsentwicklung des Aals auswirken. Diese sieht u.a. vor, die Lebensraumverhältnisse des Aals zu verbessern und die biologische Durchgängigkeit der europäischen Fließgewässer wiederherzustellen. In 96% der deutschen Aaleinzugsgebietsfläche wurde eine Erhöhung des Schonmaßes auf 45 cm bzw. 50 cm vorgenommen bzw. wird nach dem gesetzlichen Umsetzungsverfahren eingeführt.

Aus dem UMSETZUNGSBERICHT 2018 ZU DEN AALBEWIRTSCHAFTUNGSPLÄNEN DER DEUTSCHEN LÄNDER 2008 geht hervor, dass die Blankaalabwanderungsquote 2017 in den Flüssen Eider, Elbe, Ems, Maas, Oder und Weser die Zielvorgabe von 40% unterschritten wurde. Dagegen wurde die Quote in den Flüssen Rhein, Schlei/Trave und der Warnow/Peene zum Teil überschritten. 2017 befand sich die

Blankaalabwanderungsquote auf einem Tiefstand. Aktuelle Prognosen des INSTITUTS FÜR BINNENFISCHEREI E.V. weisen auf eine Steigerung der Blankaalabwanderungsquote zwischen 2017-2030 hin (INSTITUT FÜR BINNENFISCHEREI E.V. POTSDAM-SACROW 2018: S. 13).

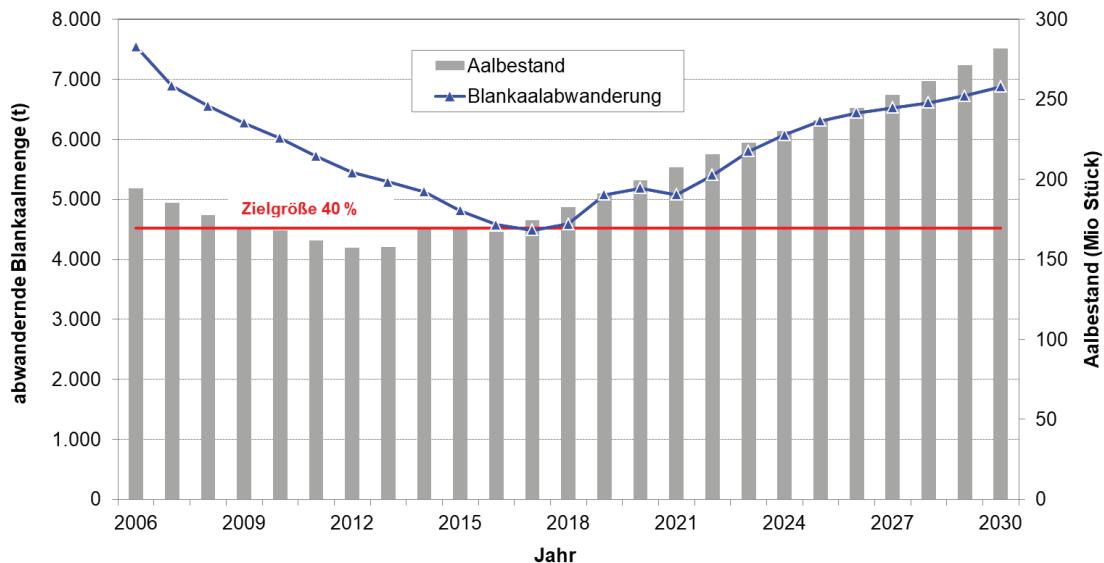


Abbildung 41: Modellierungsergebnisse der bisherigen (2006-2016) und der prognostizierten (2017-2030) Entwicklung des Aalbestandes und der Blankaalabwanderung aller deutschen EMUs (Deutschland gesamt)

Der lange Lebenszyklus des Aals und die auf natürlichem Wege auftretenden Schwankungen im Glasaalaufkommen lassen derzeit noch keinen Rückschluss daraus ziehen, ob bzw. welche der bereits getroffenen Maßnahmen eine positive Wirkung erzielen konnten. Das Glasaalaufkommen steigt seit dem Tiefpunkt im Jahr 2011 wieder leicht an und konnte auf niedrigem Niveau gehalten werden (SUSTAINABLE EEL GROUP 2018: S. 5).

Viele verschiedene Faktoren beeinflussen den Bestandsrückgang des Aals. Da der Mensch nur mittelbar auf die ozeanischen Strömungen Einfluss nehmen kann, ist es meiner Meinung nach umso wichtiger, dass die in dieser Bachelor-Arbeit vorgestellten Maßnahmen fortgeführt und evaluiert werden. So geht man sicher, dass alle Möglichkeiten zum Schutz dieser Art ausgeschöpft werden, selbst wenn sich einzelne Maßnahmen letztendlich als nicht besonders wirkungsvoll herausstellen sollten.

13 Epilog

Ab dem 01.02.2019 werde ich die Stelle des Gewässerkoordinators für den Fluss Hase im Dachverband Hase übernehmen und unmittelbar an der Umsetzung der EU-WRRL mitarbeiten und somit hoffentlich meinen Beitrag zum Erhalt dieser bedrohten Art leisten.

14 Zusammenfassung

Der Aal gehört zu den am meisten bedrohten aber auch zu den faszinierendsten Fischarten. Der gravierende Bestandsrückgang seit den 1980er Jahren hat internationale Institutionen dazu aufgerufen, Schutzmaßnahmen auf internationaler Ebene zu treffen, um diesen besorgniserregenden Entwicklungen der vergangenen Jahrzehnte entgegen zu wirken. Im Vergleich zu den sehr hohen Ausgangswerten des Glasaalaufkommens in den 1960-1970er Jahren betrug das Glasaalaufkommen in der Nordsee 2011 lediglich 1,6 %. Die Gelbaumengen verglichen mit diesem Zeitraum liegen bei 24 %. Das rein wirtschaftliche Denken des Menschen in den vergangenen Jahrzehnten führte dazu, dass sowohl der ökologische als auch der chemische Zustand der deutschen und europäischen Fließgewässer größtenteils in einem sehr schlechten Zustand sind. Die biologische Durchgängigkeit der Fließgewässer wurde u.a. durch Querbauwerke und Wasserkraftanlagen deutlich verschlechtert, was für einen katadromen Wanderfisch wie den Aal gravierende Auswirkungen hat. Seit Dezember 2000 wird intensiv und länderübergreifend mittels der EU-WRRL daran gearbeitet, die Fehler des rein wirtschaftlichen Denkens des Menschen zu beheben und die Lebensräume für Flora und Fauna wieder zu verbessern. Verschiedenste und großflächige Maßnahmen sollen wieder zu einer besser biologischen Durchgängigkeit der deutschen und europäischen Fließgewässer führen und somit auch dem Aal wieder bessere Lebensräume bieten.

15 Literatur- und Quellenverzeichnis Printmedien

- AMLACHER, E. 1986: *Taschenbuch der Fischkrankheiten – Grundlagen der Fischpathologie*. Fünfte, überarbeitete Auflage. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag Jena
- BAER, J., Brämick, U., DIEKMANN, M., KARL, H., UBL, C. & K. WYSUJACK 2011: *Fischereiliche Bewirtschaftung des Aals in Deutschland. Rahmenbedingungen, Status und Wege zur Nachhaltigkeit*. Nürnberg: Verband Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V.
- BELANYECZ, H. & BRÄMICK, U. 2009: *Fisch des Jahres 2009 - Der Aal (Anguilla anguilla)*. Offenbach am Main: Verband Deutscher Sportfischer e.V. (VDSF)
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.); NARBERHAUS, I., KRAUSE, J. & U. BERNITT (Bearb.) 2012: *Bedrohte Biodiversität in der deutschen Nord- und Ostsee. Empfindlichkeiten gegenüber anthropogenen Nutzungen und den Effekten des Klimawandels*. Naturschutz und Biologische Vielfalt 116. Bonn – Bad Godesberg
- EBEL, G. 2008: *Turbinenbedingte Schädigung des Aals (Anguilla anguilla). Schädigungsichten an europäischen Wasserkraftanlagenstandorten und Möglichkeiten der Prognose*. Halle (Saale): Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel
- FIEDLER, K. & STARCK, D. (Hrsg.) 1991: *Lehrbuch der Speziellen Zoologie – Band II: Wirbeltiere / Teil 2: Fische*. Jena: Gustav Fischer Verlag Jena
- HOCHLEITHNER, M. 2010: *Aale (Anguillidae) - Biologie und Aquakultur*. Kitzbühel: Aqua Tech Publications
- LANDESWIRTSCHAFTSBERATUNG MECKLENBURG-VORPOMMERN/S-H GMBH, LANDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FISCHEREI M-V, LANDESVERBAND DER BINNENFISCHER E.V., LANDESVERBAND DER KUTTER- UND KÜSTENFISCHER M-V E.V., LANDESANGLERVERBAND M-V E.V., MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ M-V (Hrsg.) 2008: *Fisch des Jahres 2009: Der Aal (Anguilla anguilla)*, Fischerei & Fischmarkt in Mecklenburg-Vorpommern 5/2008, S. 29-30
- MÜLLER, H. (Hrsg.); Müller, P. (Bearb.) 1987: *Beobachten und bestimmen - Fische Europas*. 2. Auflage. Leipzig; Radebeul: Neumann Verlag

NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (NLWKN) (Hrsg.); HEIDEBROEK, P., PERSY, A., PINZ, K. et. al (Bearb.) 2017: *Wasserrahmenrichtlinie Band 9. Unser Wasser im Fokus. Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Niedersachsen. (2. Bewirtschaftungszeitraum 2015-2021)*, Norden

STEFFENS, W. (Hrsg.); ALBRECHT, M., ANWAND, K. & D. BARTHELMESES et al. (Bearb.) 1986: *Binnenfischerei – Produktionsverfahren*, Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin

TARDENT, P. 2005: *Meeresbiologie - Eine Einführung*, 3. unveränderte Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG

Internetzugriffe

AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN (2017) , *Bruttonbeschäftigung Wasserkraft 2016*, https://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/D/kategorie/arbeitsplaetze/auswahl/494-bruttopbeschaeftigung/sicht/diagramm/#goto_494, letzter Zugriff 11.01.2019

AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN (2017) , *Anzahl Wasserkraftanlagen 2017*, https://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/D/kategorie/wasser/auswahl/665-anzahl_wasserkraftanlagen/sicht/diagramm/#goto_665, letzter Zugriff 06.01.2019

ALLTECHCOPPENS (Hrsg.) (2018) *Aalfutter 2018 – Dedicated to your performance*, https://static.alltechcoppens.com/assets/Downloads/Category-Brochures/EEL_2018_DE.pdf?mtime=20180606142425, letzter Zugriff 06.01.2019

BIOLOGISCHE SCHUTZGEMEINSCHAFT HUNTE WESER-EMS E.V. (Hrsg.) (2001), *Kormorane im niedersächsischen Binnenland*. <https://www.bsh-natur.de/uploads/Merkbl%C3%A4tter/Merkblatt%2065-Kormorane.pdf>, letzter Zugriff 11.01.2019

BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (Hrsg.) (2007): *Aalbewirtschaftungspläne der deutschen Länder zur Umsetzung der EG-Verordnung Nr. 1100/2007 des Rates vom 18.09.2007 mit Maßnahmen zur Wiederauffüllung des Bestands des europäischen Aals für die Flusseinzugsgebiete Eider, Elbe, Ems, Maas, Oder, Rhein, Schlei/Trave, Warnow/Peene und Weser*, <https://www.portal-fischerei.de/fileadmin/redaktion/dokumente/fischerei/Bund/Bestandsmanagement/Aalbewirtschaftung/splaeneLaender.pdf>, letzter Zugriff 06.01.2019

BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND (Hrsg.) (2017): *Stadt Natur ohne Gift: Pestizidfreie Kommunen*. https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/umweltgifte/umweltgifte_broschueres_pestizidfreie_kommunen.pdf, letzter Zugriff 11.01.2019

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (27.08.2018), *Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft und Stickstoffüberschuss*, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/landforstwirtschaft/naehrstoffeinträge-aus-der-landwirtschaft#textpart-1>, letzter Zugriff 11.01.2019

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (24.02.2017), *Einträge von Nähr- und Schadstoffen in die Oberflächengewässer*, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/fliessgewaesser/eintraege-von-naehr-schadstoffen-in-die#textpart-1>, letzter Zugriff 11.01.2019

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (14.11.2018), *Chemischer Zustand der Fließgewässer*, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/fliessgewaesser/chemischer-zustand-der-fliessgewaesser#textpart-1>, letzter Zugriff 11.01.2019

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (23.11.2016), *Ökologischer Zustand der Fließgewässer*, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/fliessgewaesser/okologischer-zustand-der-fliessgewaesser#textpart-1>, letzter Zugriff 11.01.2019

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (29.03.2018), *Umweltbelastungen der Landwirtschaft*, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft>, letzter Zugriff 11.01.2019

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.) (18.12.2018): *Europäische Fischereiminister beschließen Fangquoten für 2019*. <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/2018/209-Fangquoten2019.html>, letzter Zugriff 11.01.2019

BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND E.V., *Pestizidfreie Kommunen: Es tut sich was*, <https://www.bund.net/umweltgifte/pestizide/pestizidfreie-kommune/>, letzter Zugriff 11.01.2019

DEUTSCHER FISCHEREI-VERBAND E.V. (Hrsg.) (21.11.2013), *Glasaalsaison 2013/14: Vielversprechende Frühindikatoren*. https://deutscher-fischereiverband.de/downloads/Pressemitteilung_21.11.2013.pdf, letzter Zugriff 11.01.2019

DIE BUNDESREGIERUNG (11.01.2017), *Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie Neuauflage 2016*, <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975292/730844/3d30c6c2875a9a08d364620ab7916af6/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-neuaufage-2016-download-data.pdf>, letzter Zugriff 11.01.2019

DEUTSCHER ANGELFISCHERVERBAND E.V. (10.11.2017), *Aalbestände weiterhin kritisch*, <https://www.dafv.de/item/141-aal-bestaende-weiterhin-kritisch.html>, letzter Zugriff: 06.01.2019

DEUTSCHES KLIMA-KONSORTIUM E.V., KONSORTIUM DEUTSCHE MEERESFORSCHUNG E. V. (Hrsg.) LATIF, M., MULITZA, S., NÜRNBERG, D. et al. (2017): *Zukunft der Golfstromzirkulation. Fakten und Hintergründe aus der Forschung*. <https://www.cen.uni-hamburg.de/about-cen/documents/zukunft-der-golfstromzirkulation.pdf>, letzter Zugriff 11.01.2019

INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOLOGIE KIRTOF-WAHLEN (Hrsg.) ADAM, B. & U. SCHWEVERS, (Bearb) (1999): *Neue Erkenntnisse zur Aalabwanderung*, http://www.ifoie.eu/pdf/Adam&Schwevers-1999_Neue-Erkenntnisse-Aalabwanderung.pdf letzter Zugriff 06.01.2019

INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE GENETIK CHARITÉ UNIVERSITÄTSMEDIZIN BERLIN (Hrsg.) ROBINSON, N. (Bearb.) (01.06.2008): *Populationsgenetik 2: Das Hardy-Weinberg-Gesetz*, http://compbio.charite.de/tl_files/Lehre/Molekulargenetik_II/dias/hardyweinberg.pdf, letzter Zugriff 06.01.2019

INSTITUT FÜR BINNENFISCHEREI E.V. POTSDAM-SACROW (2017), *Jahresbericht zur Deutschen Binnenfischerei und Binnenaquakultur 2017*, https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/EU-Fischereipolitik-Meeresschutz/JahresberichtBinnenfischerei.pdf?__blob=publicationFile, letzter Zugriff 11.01.2019

INSTITUT FÜR BINNENFISCHEREI E.V. POTSDAM-SACROW (JUNI 2018), *Umsetzungsbericht 2018 zu den Aalbewirtschaftungsplänen der deutschen Länder 2008*, https://www.portal-fischerei.de/fileadmin/redaktion/dokumente/fischerei/Bund/Bestandsmanagement/Aalbericht_2018.pdf, letzter Zugriff 13.01.2019

INITIATIVE ZUR FÖRDERUNG DES EUROPÄISCHEN AALS (2016), *Aalflyer 2016*, <https://aal-initiative.org/wp-content/uploads/2017/04/Aalflyer-2016-final.pdf>, letzter Zugriff 11.01.2019

JAHR TOP SPECIAL VERLAG (HRSG.) (10.01.2019): *Aktuelle Schonzeiten und Mindestmaße aller Bundesländer*. <https://www.blinker.de/angelmethoden/angeln-allgemein/angeltipps/aktuelle-schonzeiten-und-mindestmasse-aller-bundeslaender>, letzter Zugriff 11.01.2019

- LANDESFISCHEREIVERBAND BAYERN E.V., BUND NATURSCHUTZ BAYERN E.V.,
LANDESBUND FÜR VOGELSCHUTZ IN BAYERN E.V., VEREIN ZUM SCHUTZ DER
BERGWELT E.V. (Hrsg.) (2012): *Faltblatt Wahrheit Wasserkraft 2012*.
Degenerativ statt regenerativ!, https://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/_migrated/content_uploads/Faltblatt_Wahrheit_Wasserkraft_2012_02.pdf, letzter Zugriff 06.01.2019
- LANDESFISCHEREIVERBAND BADEN-WÜRTTEMBERG E.V. (Hrsg.) (16.02.2008),
Kormoran und Fischartenschutz. https://www.lfwbw.de/images/beitraege/Projekte/Tagungsband_zum_Seminar_Kormoran_u._Fischartenschutz_2008.pdf, letzter Zugriff 11.01.2019
- LANDESFISCHEREIVERBAND MECKLENBURG-VORPOMMERN E.V. (20.12.2018), *PM DAFV: Keine EU-Fangverbote für den Aal in Binnengewässern*, <https://www.lfvmv.de/mitteilungen.php?pp=10&id>, letzter Zugriff: 06.01.2019
- LANDESFISCHEREIVERBAND MECKLENBURG-VORPOMMERN E.V. (20.12.2018), *PM vom LAV M-V e.V. und WEMAG: Aalbesatz für LAV-Aalaktien mit WEMAG*, <https://www.lfvmv.de/mitteilungen.php?pp=10&id>, letzter Zugriff: 06.01.2019
- LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MV (Hrsg.) (2017): *Kormoranbericht Mecklenburg-Vorpommern 2017 – Arbeitsbericht des LUNG*, https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/kormoranbericht_mv_2017.pdf letzter Zugriff 06.01.2019
- LANDKREIS CLOPPENBURG, UMWELTBEHÖRDE (10.2018), *Gewässerrandstreifenförderprogramm im Landkreis Cloppenburg*, https://www.lkclp.de/uploads/files/gewaesserrandstreifenprogramm_flyer_2018.pdf, letzter Zugriff 06.01.2019
- MEDIENSTELLE DER EFSA (20.11.2018): *Dioxine und verwandte PCB: tolerierbare Aufnahmemenge aktualisiert*. <https://www.efsa.europa.eu/de/press/news/181120>, letzter Zugriff 06.01.2019
- NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND
LEBENSMITTELSICHERHEIT (Hrsg.) (2011): *Vollzugshinweise zum Schutz von Fischarten in Niedersachsen. – Fischarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie und weitere Fischarten mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Europäischer Aal (Anguilla anguilla)*. – Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, <https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/50794> letzter Zugriff 06.01.2019
- OSTSEE-ZEITUNG GMBH & Co. KG (29.08.2018), *Dem Aal geht's schlecht*, <http://www.ostsee-zeitung.de/Nachrichten/MV-aktuell/Dem-Aal-geht-schlecht>, letzter Zugriff 11.01.2019

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (Hrsg.);
HELLER, T., LEHMANN, A. & G. FÜLLNER (Bearb.) (30.11.2016):
*Aalmanagement in Sachsen. Maßnahmen zur Umsetzung des
Aalmanagementplanes für die Wiederauffüllung des Einzugsgebietes der Elbe
im Freistaat Sachsen mit dem Europäischen Aal (Anguilla anguilla)*, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15210/documents/38959>, letzter Zugriff
06.01.2019

STATKRAFT MARKETS GMBH (HRSG.) (2015): *Aalschonendes Betriebsmanagement*,
http://www.ifoef.eu/pdf/Aalschonendes_Betriebsmanagement.pdf, letzter
Zugriff 06.01.2019

SUSTAINABLE EEL GROUP (Hrsg.) (01.2018): *Quantifying the illegal trade in European glass eels (*Anguilla anguilla*): Evidences and Indicators*,
<https://www.sustainableeelgroup.org/wp-content/uploads/2018/02/SEG-Report-2018-1-V1-1.pdf>, letzter Zugriff 06.01.2019

SUSTAINABLE EEL GROUP (Hrsg.) (Juni.2018): *DER SEG STANDARD – EIN VERHALTENSKODEX FÜR EINEN VERANTWORTUNGSBEWUSSTEN AALSEKTOR*, <https://www.sustainableeelgroup.org/wp-content/uploads/2018/10/SEG-standard-60-DE.pdf>, letzter Zugriff 13.01.2019

STIFTUNG EUROPÄISCHES NATURERBE (EURONATUR) (Hrsg.); SPANGENBERG, A. (02.2018): Europäischer Aal – *Anguilla anguilla* Ökologie, Gefährdung und Schutz, https://www.euronatur.org/fileadmin/migration/uploads/media/info_aal_2005.pdf, letzter Zugriff 06.01.2019

STATISTISCHES BUNDESAMT, WIESBADEN (2018), *Land- und Forstwirtschaft*, <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/LandForstwirtschaft.pdf?blob=publicationFile>, letzter Zugriff 11.01.2019

16 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: <i>Anguilla anguilla</i>	6
http://www.fisheat.it/wordpress/wp-content/uploads/2015/08/anguilla_anguilla_01-800x600.jpg	
Abbildung 2: <i>Anguilla australis</i>	7
https://collections.museumvictoria.com.au/species/15130	
Abbildung 3: <i>Anguilla bengalensis</i>	7
http://www.keralamarinelife.in/view.aspx?searchid=1681	
Abbildung 4: <i>Anguilla bicolor</i>	8
http://fishesofaustralia.net.au/home/species/1424	

Abbildung 5: <i>Anguilla celebesensis</i>	8
https://www.fishbase.de/photos/PicturesSummary.php?StartRow=0&ID=11521&what=species&TotRec=2	
Abbildung 6: <i>Anguilla dieffenbachii</i>	8
http://rarespecies.nzfoa.org.nz/species/longfin-eel/	
Abbildung 7: <i>Anguilla japonica</i>	9
https://www.tfrin.gov.tw/public/data/20050325-150121_CFIC026.jpg	
Abbildung 8: <i>Anguilla malgumora</i>	9
http://www.fishbase.org/photos/PicturesSummary.php?ID=5426&what=species	
Abbildung 9: <i>Anguilla marmorata</i>	10
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Anguilla_marmorata.jpg	
Abbildung 10: <i>Anguilla megastoma</i>	10
https://www.fishbase.de/photos/PicturesSummary.php?StartRow=0&ID=12408&what=species&TotRec=2	
Abbildung 11: <i>Anguilla mossambica</i>	11
http://www.sntc.org.sz/backup/bioexplore/photo.asp?pid=25&spid=770	
Abbildung 12: <i>Anguilla obscura</i>	11
http://fishesofaustralia.net.au/home/species/1425	
Abbildung 13: <i>Anguilla reinhardtii</i>	11
https://www.fishbase.de/FieldGuide/FieldGuideSummary.php?GenusName=Anguilla&SpeciesName=reinhardtii&sps=&print=	
Abbildung 14: <i>Anguilla rostrata</i>	12
https://www.fischlexikon.eu/fischlexikon/fische-suchen.php?fisch_id=0000000273	
Abbildung 15: Lebenszyklus, Lebensraum und Fortpflanzungsgebiet	15
https://www.nordsee.com/de/specials/esf/	
Abbildung 16: Die morphologischen Entwicklungsstadien des Aals	16
https://www.aal-initiative.org/der-europaeische-aal/	
Abbildung 17: Leptocephalus	16
http://deacademic.com/pictures/dewiki/76/LeptocephalusConger.jpg	
Abbildung 18: Leptocephalus	17
https://i.ytimg.com/vi/f9alb8vZcUg/hqdefault.jpg	
Abbildung 19: Glasaaale	17
https://www.sueddeutsche.de/panorama/frankfurt-glasaaale-schmuggel-flughafen-1.4238737	
Abbildung 20: Die Golfstromzirkulation	19
https://www.dw.com/de/ohne-klimaschutz-nimmt-der-golfstrom-um-30-prozent-ab/a-39772103	

Abbildung 21: Entwicklung der Kormoranbrutpaar in der Bundesrepublik Deutschland im Zeitraum von 1977 – 2016, MV vor 1990 die drei Nordbezirke	21
Kormoranbericht Mecklenburg-Vorpommern 2017: S. 3	
Abbildung 22: Brutbestandsentwicklung des Kormorans in Mecklenburg-Vorpommern	21
Kormoranbericht Mecklenburg-Vorpommern 2017: S. 2	
Abbildung 23: Kormoran frisst Aal	22
http://www.brodowski-fotografie.de/bilder/was_fressen_voegel/kormoran.jpg	
Abbildung 24: Geschätzte relative Biomassenanteile verschiedener Fischarten an der Kormorannahrung auf Basis von Speiballen- und Mageninhaltsuntersuchungen	23
Quantifizierung der Auswirkungen des Kormorans auf die Seen- und Flussfischerei Brandenburgs am Beispiel des Aals: S. 89	
Abbildung 25: 4 Aale und ein Rotauge aus dem Magen eines Kormorans	23
Fisch des Jahres 2009 (<i>Anguilla anguilla</i>) S. 55	
Abbildung 26: Blumenkohlkrankheit beim Aal	24
http://www.kreisfischereiverein-rosenheim.de/docs/archiv/fischkrankheiten/blumenkohl.htm	
Abbildung 27: <i>Anguillicola crassus</i>	25
https://ecopara.zoo.kit.edu/img/anguillicola2.jpg	
Abbildung 28: Langleinenfischerei auf Aal	27
http://www.spiegel.de/fotostrecke/aal-fischer-aal-fischerei-nordirland-fotostrecke-103376-3.html	
Abbildung 29: Aalfänge in einigen Bundesländern im Zeitraum 1994 – 2017; 2003/2004 & 2014 ohne Angaben aus Schleswig-Holstein.....	28
Jahresbericht zur Deutschen Binnenfischerei und Binnenaquakultur 2017: S. 16	
Abbildung 30: SEG Logo	28
https://www.sustainablegroup.org/	
Abbildung 31: Vergleich der Glasaalfänge 2016/2017 und deren Verwendung	29
SEG-Report:2018-1-V1: S. 2	
Abbildung 32: Anzahl der Wasserkraftanlagen in	32
https://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/D/kategorie/wasser/auswahl/665-anzahl_wasserkraftan/sicht/diagramm/#goto_665	
Abbildung 33: Stromerzeugung 2013-2017 durch Wasserkraftanlagen in Deutschland.....	33
https://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/D/kategorie/wasser/auswahl/177-stromerzeugung_aus_w/sicht/diagramm/#goto_177	
Abbildung 34: Gesamtstickstoff- und Gesamtphosphoreinträge in die Oberflächengewässer Deutschlands in Kilotonnen/Jahr (1983 – 2014).....	36
https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/fliessgewaesser/eintraege-von-naehr-schadstoffen_in_die/#textpart_1	

Abbildung 35: Zeitlicher Ablauf der EU-WRRL.....	45
https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/Im/Umwelt/Wasser/Wasserrahmenrichtlinie/Fristen-der-WRRL/	
Abbildung 36: Ökologischer Zustand / Ökologisches Potential der deutschen Oberflächengewässer.....	46
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/bilder/karte05_ow_okeozustand_jkr160905.jpg	
Abbildung 37: Chemischer Zustand der deutschen Oberflächengewässer.....	48
https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/fliessgewaesser/chemischer-zustand-der-fliessgewaesser#textpart-2	
Abbildung 38: Logo ESF	50
https://www.esf.international/de/	
Abbildung 39: Aufbau Migromat.....	54
http://www.ifoie.eu/Migromat.html	
Abbildung 40: Logo Aal- Hof Götting.....	56
https://www.aalhof-goetting.de/	
Abbildung 42: Modellierungsergebnisse der bisherigen (2006-2016) und der prognostizierten (2017-2030) Entwicklung des Aalbestandes und der Blankaalabwanderung aller deutschen EMUs (Deutschland gesamt).....	60
https://www.portal-fischerei.de/fileadmin/redaktion/dokumente/fischerei/Bund/Bestandsmanagement/Aalbericht_2018.pdf	

17 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Prozentuale Verwendung der Glasaalfänge	30
Tabelle 2: Jahreserträge der Aalfänge verschiedener Länder	31
Tabelle 3: Schonzeiten und Mindestmaße des europäischen Aals in den 16 Bundesländern Deutschlands	51
Tabelle 4: Nährwertdeklaration für das Alltech-Coppen Futter "Extreme"	58

Eidesstattliche Erklärung:

Ich, Henning Meyer, erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Bachelor-Arbeit mit dem Thema „Der Europäische Aal – Bestand, Lebensraumansprüche, Gefährdungen, Schutz“ selbstständig und ohne Benutzung anderer als angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher und ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Unterschrift: