

AQUAKULTUR- UND FISCHEREIINFORMATIONEN

AUS UNSERER FISCHEREIVERWALTUNG

Inhalt

Einleitung	2
Die IBKF 2006 vereinbarte Änderungen in der Felchen- fischerei des Bodensee-Obersees	3
Zur Unterscheidung der Felchen des Bodensee-Obersees	5
Eintritt der Laichreife bei den (Blau)felchen des Bodensee- Obersees	9
Der Europäische Aal - neue Erkenntnisse und Erfordernisse Teil 1: Biologie und künstliche Reproduktion	12
Grenzwerte für Dioxine und dioxinähnliche PCB in Fisch, Fischfutter und Futterzusätzen	17
Zum Einfluss von Säureadsorbaten in der modernen Aquakultur	19
Für Sie gelesen und notiert	21
Kurzmitteilungen	25

Informationsschrift der Fischereiforschungsstelle,
des Fischgesundheitsdienstes und der Fischerei-
behörden des Landes Baden-Württemberg mit
Beiträgen von Gastautoren

Rundbrief 2
August 2006

Liebe Leser von AUF AUF,

die Entwicklung des Nährstoffgehaltes im Bodensee und die damit verbundenen Veränderungen in den Lebensgemeinschaften des Sees, insbesondere die der Fische, ist in aller Munde. Im Frühjahr diesen Jahres lag der Phosphorgehalt des Sees bei (nur noch) 8 mg P/m^3 , ein Wert der letztmals Mitte der 1950er Jahre gemessen wurde. Dass dies Auswirkungen auf die Produktion von pflanzlichem Plankton und somit letztendlich auf die Erträge einzelner Fischarten haben muss, ist offensichtlich. Wie sich die Erträge der einzelnen Arten in Zukunft entwickeln werden, ist jedoch nicht abzusehen. Die Entwicklung der Fischbestände wird fortwährend von der Fischereiforschungsstelle beobachtet und über Veränderungen wird im AUF AUF aktuell berichtet. In dieser Ausgabe wird beispielsweise in einem Bericht auf Veränderungen von (Blau)felchen beim Eintritt der Laichreife in den letzten zehn Jahren eingegangen. Interessanterweise spiegeln sich die Veränderungen im Nährstoffgehalt des Bodensees auch in den Schuppen von Felchen wider. In einer aktuellen Studie wurden

Felchenschuppen von 1946 bis heute untersucht und es zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Nährstoffgehalt im See und der Isotopenzusammensetzung der Schuppen.

Bereits an dieser Stelle wollen wir ein Sonderheft über den Bodensee und seine Fischerei ankündigen. Dieses wird einen Überblick über die Berufsfischerei am Bodensee-Obersee der letzten knapp hundert Jahre geben. Es beinhaltet Beiträge über die limnologische Entwicklung des Sees, über die darin vorkommenden Fischarten, über die Erträge der einzelnen Arten von 1910 bis heute, über die Entwicklung der Fanggeräte in der Berufsfischerei sowie einige weitere fischereilich interessante Themen.

Ein weiteres sehr aktuelles Thema, auf das wir in dieser und in folgenden Ausgaben des AUF AUF eingehen möchten, ist der Aal. Europäische Aale verschwinden zunehmend aus unseren Flüssen und Seen. Ein drastischer Rückgang an Glasaalen wird aber auch bei anderen Arten der Fa-

milie „Echte Aale“ beobachtet, wie dem Amerikanischen Aal und dem Japanischen Aal. Die Gründe hierfür sind nicht eindeutig geklärt, aber sehr wahrscheinlich ist der Rückgang eine Folge aus der Summe verschiedenster Veränderungen der Umwelt durch Schadstoffe, klimatisch bedingte Änderungen der Meeresströmungen, Querverbauungen der Fließgewässer u.a.. Die Nachzucht ist bisher nur unter sehr hohem finanziellen, zeitlichen und apparativen Aufwand beim Japanischen Aal gelungen und trotz intensiver Bemühungen nicht in die Praxis umsetzbar. In dieser Ausgabe wird zum einen auf die besondere und vielfach noch ungeklärte Lebensweise dieses Fisches eingegangen und zum anderen der aktuelle Stand bei der künstlichen Reproduktion beschrieben.

Wir hoffen, dass auch die vorliegende Ausgabe des AUF AUF interessante Informationen aus verschiedensten Bereichen liefert.

Ihr Redaktionsteam

Redaktionelle Zusammenstellung und Versand:

Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf, Ref. 8:
Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg
Untere Seestraße 81
D-88085 Langenargen

Tel.: 07543/9308-0 Fax: 07543/9308-20
eMail: FFS@LVVG.BWL.DE
Internet: WWW.LVVG-BW.DE

Nachdruck der AUF AUF-Beiträge ist unter vollständiger Quellenangabe erlaubt.

Zitiervorschlag:

Fischereiinformationen aus Baden-Württemberg

Die IBKF 2006 vereinbarte Änderungen in der Felchenfischerei des Bodensee-Obersees

R. Berg

Zahlreiche Regelungen für die Bodenseefischerei waren in den letzten Jahren übergangsweise bis zur IBKF 2006 befristet worden. Insbesondere die Felchenfischerei musste daher ab diesem Zeitpunkt neu geregelt werden. Nach den nun getroffenen Beschlüssen dürfen zukünftig wieder vier Netze pro Patent gesetzt werden: von 1. April bis 15. Juli drei Netze mit 40 mm und ein Netz mit 44 mm Maschenweite; ab dem 15. Juli bis zur Schonzeit zwei 40 mm und zwei 44 mm Netze. Damit zusammenhängend wurde eine Reihe weiterer Details geregelt.

Traditionsgemäß wurde zu Beginn der Konferenz ein Überblick über die Fangverhältnisse des zurückliegenden Fangjahrs gegeben. In der Summe ging der Ertrag der Berufsfischer im Jahr 2005 gegenüber dem Vorjahr stark zurück und lag auch deutlich unter dem Durchschnitt der letzten zehn Jahre. Der Gesamtertrag lag mit 797 t um 24,1 % unter dem Ergebnis von 2004 und um 206,6 t bzw. 20,6 % unter dem Zehnjahresmittel (Tabelle 1).

Der erzielte Gesamtertrag entspricht einem Hektarertrag von 16,8 kg. Damit wurde das zweitschlechteste Fangergebnis seit 1995 erzielt. Die Gesamterträge bewegten sich seit 1995 in einem Bereich zwischen 781 t und 1.263 t, dies entspricht Hektarerträgen von 16,3 bzw. 26,7 kg. Am Gesamtfang hatten Felchen im Jahr 2005 mit 636,8 t (79,9 %), Barsche mit 71,1 t (8,9 %) und Weißfische mit 30,5 t (3,8 %) die größten

Anteile (Abbildung 1). Es folgten Karpfen mit 14,1 t und Zander mit 10,8 t.

Die Fänge blieben 2005 insbesondere im Frühjahr und Frühsommer weit hinter den üblichen Erträgen zurück. Befriedigende und stellenweise gute Werte im Spätsommer reichten dann nicht mehr aus, um ein durchschnittliches Jahresergebnis zu erzielen. Das weit unterdurchschnittliche Ergebnis 2005 wurde von 139 Berufsfischern mit Hochseepatent und 21 Berufsfischern mit Haldenpatent erzielt.

Die Erträge der baden-württembergischen Fischer waren ebenfalls unbefriedigend, gingen aber nicht ganz so stark zurück. So lag der Fang ertrag 22,4 % unter dem Vorjahresergebnis und 17,1 % unter dem 10-Jahres-Mittel. Der Gesamtfang betrug 362,8 t, Felchen wurden 296,9 t angelandet und der Fang von Barschen

Tabelle 1: Fangertag der Berufsfischer am Bodensee-Obersee im Jahr 2005 (alle Angaben in kg).

Fischart	Bayern	Württemberg	Baden	Österreich	Schweiz	Gesamt
Felchen gesamt	72.918	141.474	155.411	57.411	209.583	636.797
... Blaufelchen	24.324	98.577	97.981	29.323	185.745	435.950
... Gangfisch	48.519	0	0	0	5.050	53.569
... Sandfelchen	75	0	0	0	1	76
... Kilch	0	0	0	0	0	0
... Andere Felchen	0	42.898	57.430	28.088	18.787	147.203
Seeforelle	553	1.216	1.716	309	2.317	6.110
Andere Forellen	111	110	58	20	45	344
Seesaibling	425	738	2.198	122	1.609	5.091
Äsche	6	2	19	4	7	38
Hecht	993	1.387	1.862	1.269	1.836	7.347
Zander	6.811	592	223	2.842	369	10.838
Barsch	15.055	12.720	17.109	7.417	18.807	71.108
Karpfen	2.103	7.616	2.697	470	1.239	14.125
Schleie	16	39	34	83	53	225
Brachsen	481	1.795	2.539	904	1.240	6.959
sonst. Weißfische	13.910	1.175	1.823	2.113	4.271	23.292
Trüsche	1.006	1.298	693	243	1.200	4.440
Aal	537	3.040	2.758	488	1.121	7.943
Wels	394	281	105	605	157	1.542
sonstige Fische	189	75	34	14	356	668
Gesamt	115.508	173.558	189.278	74.314	244.208	796.866

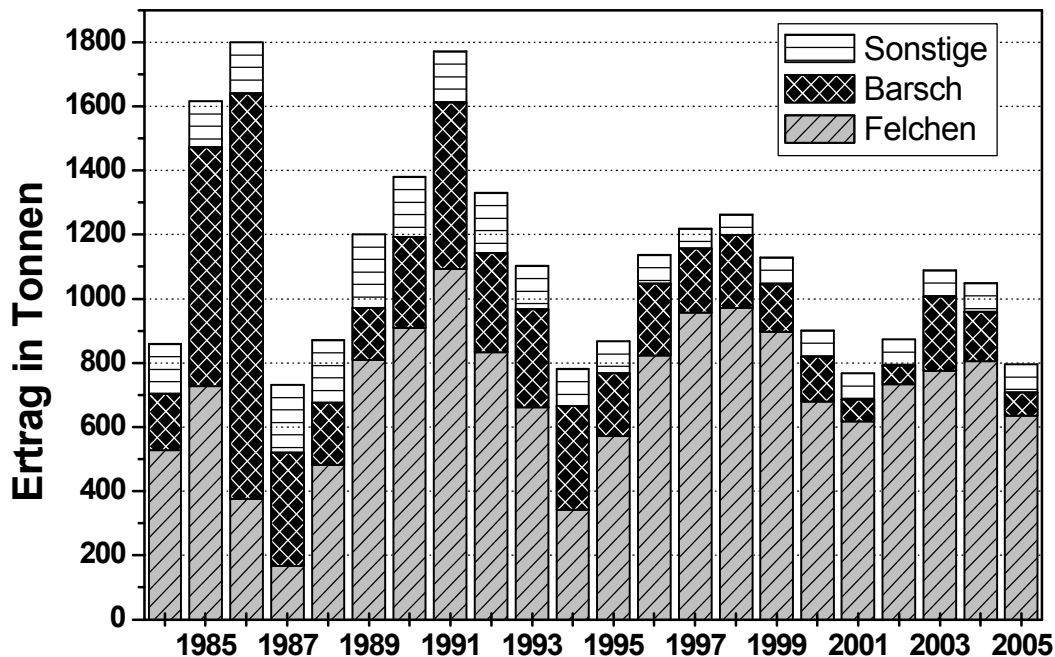


Abbildung 1: *Fangertrag für Barsche, Felchen und sonstige Fischarten im Bodensee-Obersee für die Jahre 1984 bis 2005.*

lag bei 29,8 t. Erfreulicherweise konnte der Aalfang um 31,5 % auf 5,8 t gesteigert werden, lag aber immer noch 12 % unter dem Zehnjahresmittel.

Die Entwicklung der Fangerträge beeinflusste auch die Diskussionen zur Neuregelung der Felchenfischerei. In den zurückliegenden Jahren waren entsprechende Regelungen befristet worden, um insbesondere hinsichtlich der Verwendung von 40 mm Felchennetzen Erfahrungen sammeln zu können. Zuletzt war der Einsatz von zwei 40 mm Netzen und einem 44 mm Netz zulässig. Nicht nur die geringen Fänge, sondern auch der Umstand, dass die Fische meist weit verteilt und gegenüber früheren Jahren seltener in größeren Schwärmen anzutreffen sind, führte zum Wunsch der Fischer, drei 40 mm Netze einsetzen zu dürfen.

Dieses Anliegen wurde in vorbereiteten Diskussionen zur IBKF von Fischereiaufsichtern und Sachverständigen unterstützt. Im Detail bestanden jedoch unterschiedliche Auffassungen, ob die 44 mm Netze komplett durch 40 mm Netze ersetzt werden sollten oder einzelne 44 mm Netze beibehalten werden sollten. Für die Beibehaltung sprach der Umstand, dass doch ein nennenswerter Teil der Felchen über die 40 mm Netze hinauswächst und mit diesen Netzen nicht mehr gefangen wird. Dies wurde aus den Fangaufzeichnungen der letzten Jahre deutlich. Auf diesen Sachverhalt wurde im Rahmen der IBKF-Vorbesprechung auch durch die baden-württembergischen Fischer hingewiesen.

Vor diesem Hintergrund beschloss die IBKF nachfolgende Regelung: Pro Patent dürfen gleichzeitig höchstens vier Felchenetze verwendet werden, die zu einem Satz zu verbinden sind. Befristet bis Ende 2009 dürfen vom

1. April bis 15. Juli drei Netze mit 40 mm und ein Netz mit 44 mm Maschenweite und vom 15. Juli bis 15. Oktober zwei Netze mit 40 mm und zwei Netze mit 44 mm Maschenweite verwendet werden. Analog zu diesen Änderungen wird die Maschenweite der Netze im verankerten Schwebsatz und im Spannsatz von 44 mm auf 40 mm reduziert; weitere kleine Anpassungen werden den Berufsfischern unmittelbar durch Anschreiben der Fischereibehörde mitgeteilt. Der Umstand, dass sich der Fischbestand des Bodensees aufgrund zurückgehender Phosphor-Werte weiterhin im Umbruch befindet, war Anlass, diese Entscheidungen wiederum für einen Zeitraum von drei Jahren zu befristen. Der Sachverständigenausschuss bekam den Auftrag, sich in dieser Zeit insbesondere um Fragen der Felchenbestände und der Felchenfischerei zu kümmern. Der Vorsitz der IBKF und des SVA liegt in dieser Zeit bei Baden-Württemberg.

Zur Unterscheidung der Felchen des Bodensee-Obersees

R. Rösch

In den letzten Jahren gehen die Meinungen darüber, wie viele Felchenformen es im Bodensee gibt, stark auseinander. Das reicht von „es gibt nur noch ganz wenige“ bis zur Beschreibung von 7 Arten für den Bodensee-Obersee. Im Folgenden werden einige Daten der letzten Zeit vorgestellt. Sie zeigen ganz deutlich, dass es im Bodensee-Obersee derzeit mindestens drei verschiedene Felchenformen gibt, die sich aber als Einzelindividuen nur sehr schlecht unterscheiden lassen. Dieser Bericht basiert auf einem Vortrag, der auf der Jahreshauptversammlung des Internationalen Bodenseefischereiverbandes (IBF) im Dezember 2005 gehalten wurde.

Felchenformen früher

Schon Ende des vorletzten Jahrhunderts wurde begonnen, die Felchen des Bodensees zu beschreiben. Diese Beschreibungen basierten auf morphologischen (äußerlich sichtbaren) Parametern wie Maulstellung, Rückenfärbung, Färbung der Flossen, aber auch auf Wachstumsunterschieden, dem Ort des Vorkommens, etc.. Nümann (1976) fasste die Felchen des Bodensee-Obersees zu den 4 „Formen“ Blaufelchen, Gangfisch, Sandfelchen und Kilch zusammen (Tab. 1). Anhand der Kiemenreusendornen unterschied er die Gruppen Blaufelchen und Gangfisch sowie Sandfelchen und Kilch.

Der Kilch erschien in der Fischerei-statistik letztmals im Jahr 1975 mit einem Fang von 153 kg. Er wurde seither nicht mehr gefunden. Auch die intensive Zählung von Kiemenreusendornen von Felchen, die in der Tiefe des Überlinger Sees als Beifang in Saiblingsnetzen gefangen worden waren, erbrachte kein Exemplar, das weniger als 30 Kiemenreusendornen hatte und damit auf ein Vorhandensein von Kilchen hätte schließen lassen.

Unterscheidung anhand der Anzahl Kiemenreusendornen

Während der Laichzeit der Felchen im Dezember 2005 wurde von der FFS von in den Versuchsfischereien gefangenen Felchen die Anzahl Kiemenreusendornen ausgezählt (Abb. 1). Für im Schwebsatz gefangene Felchen (hier als Blaufelchen bezeichnet) lag der Mittelwert bei 36,5 Kiemenreusendornen ($n = 32$) und für im Uferbereich gefangene Felchen (hier als Gangfisch bezeichnet) bei 35,7 ($n = 25$). Somit war in der Zahl der Kiemenreusendornen zwischen Gangfisch und Blaufelchen kein Unterschied festzustellen. Dagegen war die Zahl der Kiemenreusendornen der in Sandfelchennetzen mit 60 mm Maschenweite gefangenen Felchen mit einem Mittelwert von 27,1 deutlich niedriger. Zum Vergleich sind diese Daten in Tabelle 1 denen von Nümann (1976) aus den 1960er Jahren gegenübergestellt. Dabei zeigt sich, dass die Zahl der Kiemenreusendornen heute kaum Unterschiede zu der vor mehr als 40 Jahren aufweist.

Aufenthaltsorte der Felchen

In der frühen Literatur zu Felchen wird beschrieben, dass die Blaufelchen sich bevorzugt im freien Wasser und die Gangfische meist ufernah aufhielten. Dies galt auch in der Laichzeit: Gangfische laichten auf der Halde auf dem Grund. Blaufelchen dagegen hielten sich das ganze Jahr über im offenen See auf und laichten dementsprechend auch im offenen See, allerdings nicht in Bodennähe, sondern nahe der Wasseroberfläche.

Heute sind in Ufernähe kaum Felchen zu finden (Ausnahme s. u.). Vielmehr halten sich von Frühjahr bis Herbst (nahezu) alle Felchen im offenen See (Pelagial) auf.

In den letzten Jahren scheint sich diese Verteilung im See wieder etwas zu ändern, da zumindest zeitweise in einzelnen Bereichen des Sees auch mit Bodennetzen wieder Felchen gefangen werden können. Dies war vor wenigen Jahren noch völlig undenkbar.

In der Laichzeit Ende November/Anfang Dezember dagegen sind beide Formen klar getrennt: Blaufelchen laichen im offenen See nahe der Oberfläche über großen Wassertiefen, Gangfische in Ufernähe. Die Laichzeit der Blaufelchen erstreckt sich meist nur über wenige Tage, während laichreife Gangfische in Ufernähe über mehrere Wochen angetroffen werden.

Tabelle 1: Anzahl Kiemenreusendornen (KRD) in den Untersuchungen von Nümann (1976) und im vorliegenden Bericht (FFS 2005).

	KRD	NÜMANN 1976 (Daten von 1963)	FFS 2005
Blaufelchen	Mittelwert	35,9	36,5
	Bereich	30-42	29-41
Gangfisch	Mittelwert	38,1	35,7
	Bereich	33-42	30-38
Sandfelchen	Mittelwert	-	27,1
	Bereich	25-29	25-29
Kilch	Mittelwert	20,7	-
	Bereich	17-25	-

Eigewicht

Das Eigewicht (Trockengewicht) der Felchen variierte in der Laichzeit 2005 zwischen 1,6 und 2,7 mg, das der Blaufelchen zwischen 1,6 und 2,3 (2,6) mg, das der Gangfische zwischen 1,8 und 2,7 mg und das der Sandfelchen zwischen 2,1 und 2,7 mg (Abb. 2). Das Eigewicht der Blaufelchen variierte zwar stark, es war jedoch kein Anstieg mit zunehmendem Fischgewicht zu erkennen. Dagegen nahm das Eigewicht der Gangfische mit steigendem Körpergewicht deutlich zu. Blaufelchen haben bei gleichem Körpergewicht meist leichtere Eier als Gangfische. Eine klare Auftrennung zwischen beiden Formen anhand des Eigewichtes ist allerdings nicht möglich, da ein deutlicher Überlappungsbereich vorhanden ist.

Die gleiche Tendenz zeigt die Zahl der Eier pro Liter (Abb. 3). Dieser Wert wird jährlich in der Fischbrutanstalt Langenargen erhoben. Bei Blaufelchen ist die Eizahl pro Liter in jedem Jahr deutlich höher als bei den Gangfischen. Bei den Gangfischen lässt sich über den Berichtszeitraum 1992-2005 ein Anstieg der Eizahl pro Liter vermuten, bei den Blaufelchen zeigt sich jedoch keine Tendenz irgendeiner Veränderung.

Entwicklungsdauer der Felcheneier

Eckmann (1987) untersuchte die Entwicklungsdauer von Felcheneiern bei unterschiedlichen Temperaturen. Blaufelchen benötigen demnach bei 4°C 71 Tage bis zum Schlupf, Gangfische dagegen 82 Tage. Bei 7°C ist die Entwicklungsdauer von Befruchtung bis Schlupf mit 43 Tagen für Blaufelchen und 48 Tagen für Gangfische

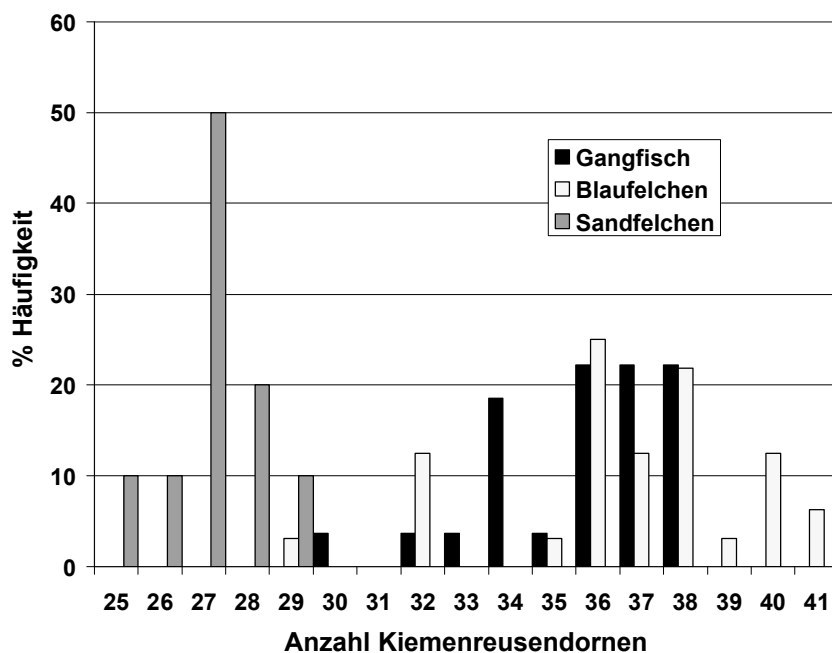


Abbildung 1: Anzahl Kiemenreusendornen von Sandfelchen (n = 10), Blaufelchen (n = 32) und Gangfisch (n = 25), die während der Versuchsfischereien der FFS im Dezember 2005 gezählt wurden.

deutlich kürzer (Abb. 4). Diese Zeiten sind kürzer als die von Felchen (*Coregonus clupeaformis*) aus den Großen Seen Nordamerikas. Bei diesen dauert die Entwicklung bei 4°C bis zum Schlupf 109 Tage, also 27 Tage mehr als bei Gangfischen und 38 Tage mehr als bei den Blaufelchen. Die kurze Entwicklungsdauer im Bodensee könnte eine spezielle Anpassung an die hier herrschenden Bedingungen sein. Im Gegensatz zum Bodensee frieren weiter nördlich die meisten Seen über einen längeren Zeitraum zu. Dort dauert die Ei-entwicklung bis zum Schlupf länger, so dass die Larven erst mit dem Eisaufruch und nicht schon unter dem Eis schlüpfen. Ein früherer Schlupfzeitpunkt hätte zur Folge, dass die frisch geschlüpften Larven unter der Eisdecke nur sehr kaltes Wasser und auch keine Nahrung vorfinden würden. Der Bodensee-Obersee hat dagegen normalerweise keine Eisbedeckung und der Winter ist mild. Längere Entwicklungszeiten der Felcheneier bis zum Schlupf sind hier nicht vorteilhaft bzw. nötig.

Dottersackgewicht

Gangfischlarven schwimmen sofort nach dem Schlupf und nehmen bald Nahrung auf. Blaufelchenlarven dagegen liegen noch einige Tage nach dem Schlupf auf dem Boden, bevor sie frei schwimmen und zu fressen beginnen. Diese Beobachtung war der Anlass, das Dottersackgewicht von Gangfisch- und von Blaufelchenlarven zu bestimmen. Nach einer Erbrütung bei ca. 4°C macht bei Blaufelchenlarven der Dotter mehr als 50 % des Körpergewichts aus, bei Gangfischlarven dagegen nur 30 % (Abb. 5). Bei ca. 12°C Wassertemperatur war nach 9 Tagen der Dottersack jedoch bei beiden nahezu vollständig aufgebraucht (Siessegger 1993).

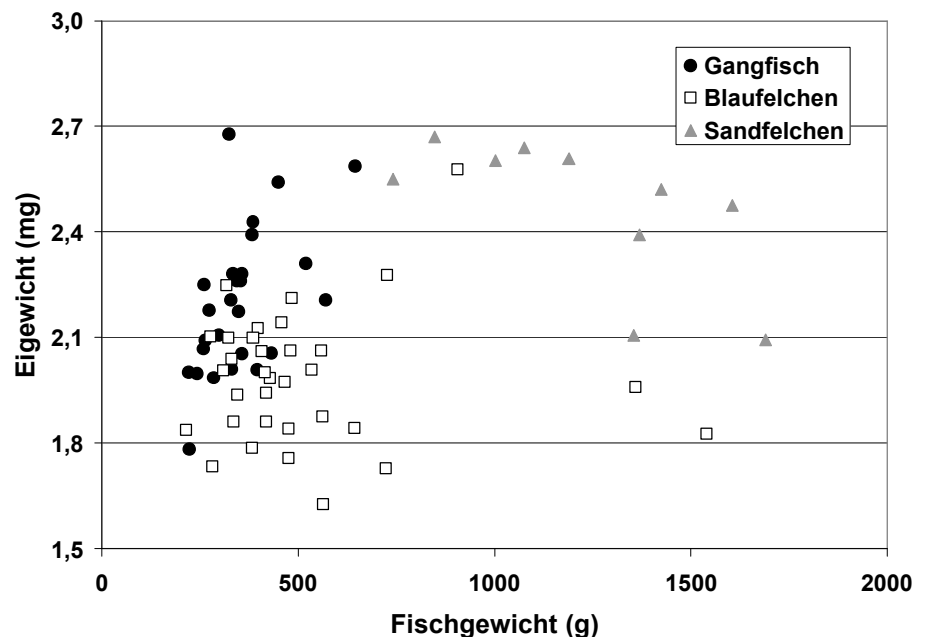


Abbildung 2: Eigewicht (Trockengewicht) von Sandfelchen, Gangfisch und Blaufelchen, aufgetragen gegen das Gewicht der entsprechenden Rogner.

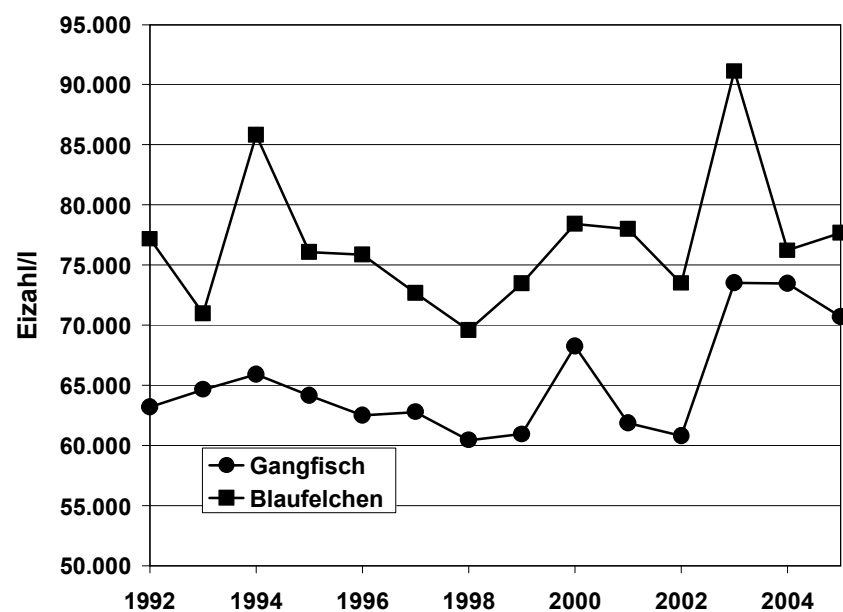


Abbildung 3: Eizahl/l von Gangfisch und Blaufelcheneiern, gemessen in der Fischbrutanstalt Langenargen jeweils wenige Tage nach Ende der Laichfischerei (Daten aus IBKF-Bericht).

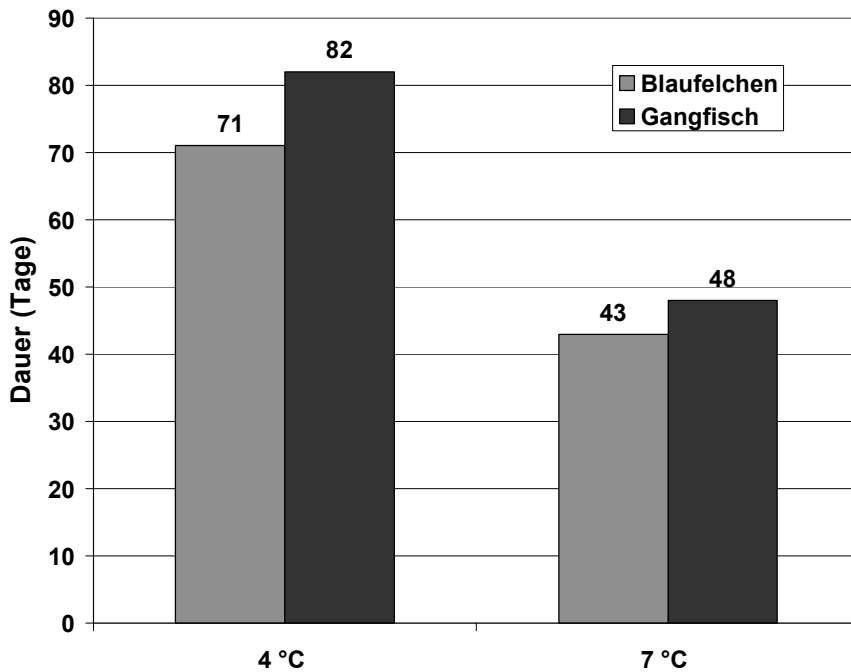


Abbildung 4: Entwicklungsdauer (Tage) von Gangfisch- und Blaufelchen-
eiern bei 4 und 7°C bis zum Schlupf (Daten von Eckmann
(1987)).

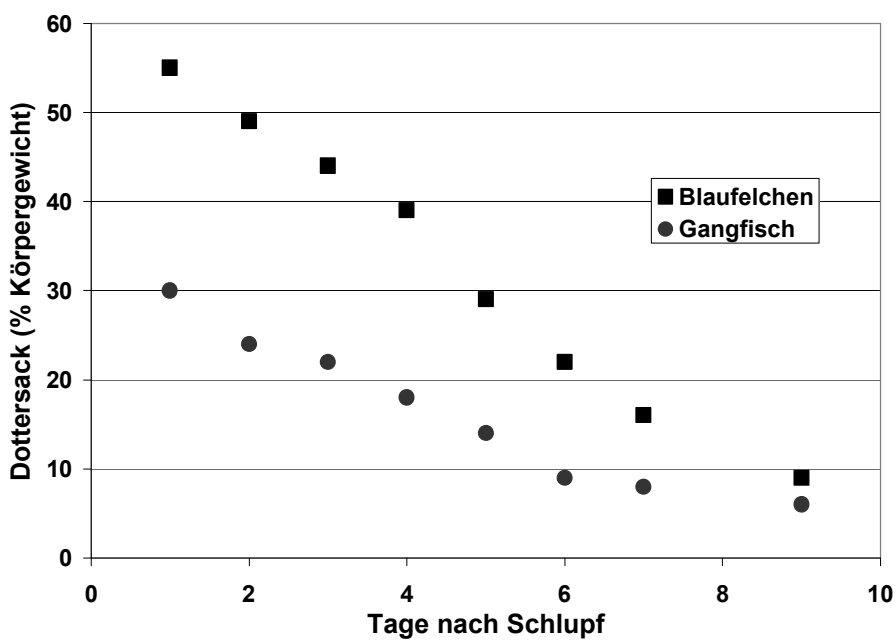


Abbildung 5: Relativer Anteil des Dottersacks am Körpergewicht von
Blaufelchen und Gangfischlarven in Abhängigkeit von der
Zeit nach dem Schlupf (Daten von Siessegger 1993).

Ausblick

Der Bodensee ist wieder ein nährstoffarmer See. Sein Nährstoffgehalt ist so niedrig wie letztmals Mitte der 1950er Jahre. Daher wird vielfach erwartet, dass die Lebensgemeinschaft des Sees wieder die Zusammensetzung erlangt, wie es vor gut 50 Jahren der Fall war. Dies dürfte jedoch nur teilweise der Fall sein, da sich im See und in seinem Einzugsgebiet in den letzten 50 Jahren sehr viel geändert hat. Speziell bei den Felchen lässt sich das Rad nicht mehr zurückdrehen, da der Kilch in den 1960er Jahren aus dem See verschwunden ist. Darauf zu hoffen, dass doch einige Exemplare in der Tiefe überlebt haben, wie es im Vierwaldstädter See mit der Tiefenform „Edelfisch“ der Fall war, dürfte

vergeblich sein. Dort stellte man 2004 fest, dass an den alten Laichplätzen diese Felchenform wieder gefangen werden kann. Am Bodensee ergaben jedoch Zählungen von in der Tiefe des Überlinger Sees gefangenen kleinen Felchen keinen einzigen Fisch, dessen Kiemenreusendornenzahl deutlich unter 30 lag und den man als Kilch hätte ansprechen können. Spannend bleibt jedoch, ob sich Blaufelchen und Gangfisch auch außerhalb der Laichzeit wieder in ihre früheren Lebensräume auftrennen, d. h. auch im Sommer nur Blaufelchen im Pelagial und Gangfische mehr in Ufernähe. Auf die Antwort wird man vermutlich noch einige Zeit warten müssen. In einem großen See wie dem Bodensee dauern derartige Veränderungen meist sehr lange.

Literatur

- Eckmann, R. (1987). A comparative study on the temperature dependence of embryogenesis in the coregonids (*Coregonus spp.*) from Lake Constance. Schw. Z. Hydrol. 49/3: 353-362.
- Nümann, W. (1976). Versuch einer Klassifizierung der Bodenseecoregonen durch Vergleich kombinierter Merkmale und die Eingliederung des sogenannten Braunfelchen. Arch. Hydrobiol. 82: 500-521.
- Siessegger, J. (1993). Blaufelchen- und Gangfischlarven des Bodensees: Veränderungen des Dottersacks während der Aufzucht. Studienarbeit Biologisches Institut der Universität Stuttgart, 38 S.

Eintritt der Laichreife bei den (Blau)felchen des Bodensee-Obersees

R. Rösch

Während der letzten Sachverständigen-Ausschuss-Sitzung der IBKF am 17.05.06 in Hard wurde kontrovers diskutiert, in welchem Alter die Blaufelchen derzeit laichreif werden. Es wurde daraufhin gebeten, die hierzu in der FFS vorliegenden Daten auszuwerten und den Sachverständigen das Ergebnis baldmöglichst zukommen zu lassen.

Material und Methoden

Von der FFS werden parallel zu den Befischungen von St. Gallen und Bayern mindestens einmal monatlich die im offenen See vorkommenden Felchen beprobt. Hierzu werden neben den von den Berufsfischern verwendeten Maschenweiten 40 und 44 mm in ausgewählten Monaten auch Netze der Maschenweiten 26, 32 und 36 mm gesetzt. Von 20 zufällig ausgewählten entnommenen Fischen jeder Maschenweite werden neben Länge und Gewicht auch Schuppen zur Altersbestimmung entnommen und das Geschlecht bestimmt. Zusätzlich wird ab August von mindestens 5 Rognern jeder Maschenweite das Gewicht der Gonaden ermittelt. Wenn im Folgenden von laichreifen Felchen gesprochen wird, dann handelt es sich um Exemplare, deren Gonadenentwicklungsstand erwarten lässt, dass diese Fische im Jahr des Fanges laichreif geworden wären. Umgekehrt wurden diejenigen Fische, bei denen bis zur Laichzeit nicht zu erwarten gewesen wäre, dass sie laichreif würden, als juvenil protokolliert.

Um auch die jungen Jahrgänge zu erfassen, wurden die Monate September und Oktober jeden Jahres ausgewählt. Hier wurde für die Altersklassen, in denen juvenile Fische auftraten, der Prozentanteil juveniler Tiere bestimmt und zusätzlich das Durchschnittsgewicht berechnet.

Ergebnisse

Anteil juvenile Felchen

Über alle Maschenweiten zusammengekommen waren ausschließlich unter den 1+ und 2+ Felchen juvenile Exemplare zu finden. Die Gonaden aller älteren Fische waren zum Zeitpunkt der Probenahme in einem Entwicklungsstadium, das darauf schließen lässt, dass diese Fische bis zur Laichzeit die Laichreife erlangt hätten. Unter den 1+ Felchen waren mit Ausnahme des Jahres 2000 in jedem Jahr ein beträchtlicher Teil juvenil, in den Jahren 1996 und 2002 sogar 100 % (Abb. 1). Im Jahr 2002 wurden allerdings nur 3 Exemplare der Alterklasse 1+ gefangen, so dass für dieses Jahr keine genauere Aussage möglich ist. Bei den 2+ Felchen wurden nur in den Jahren 2003 und 2004 juvenile Exemplare festgestellt. Der Anteil juveniler Tiere lag bei nur

6,7 bzw. 2,1 %. In den anderen Jahren wären alle im September und Oktober gefangenen 2+ Felchen laichreif geworden.

Durchschnittsgewicht

Das Durchschnittsgewicht der 1+ Felchen hat sich in den letzten Jahren nicht oder nur unwesentlich geändert (Abb. 2). Es lag meist im Bereich von 100 g. In Jahren, in denen das Durchschnittsgewicht deutlich höher war, lag dies an einzelnen größeren Exemplaren. Dagegen nahm das Durchschnittsgewicht der 2+ Felchen im Berichtszeitraum deutlich ab und lag in den Jahren 2003 und 2004 unter 200 g. Die juvenilen 2+ Felchen dieser Jahre waren mit die kleinsten, die in dem Untersuchungszeitraum gefangen wurden. Für eine ausführlichere statistische Analyse liegen allerdings zu wenige Daten zu den 2+ Felchen aus diesem Zeitraum vor.

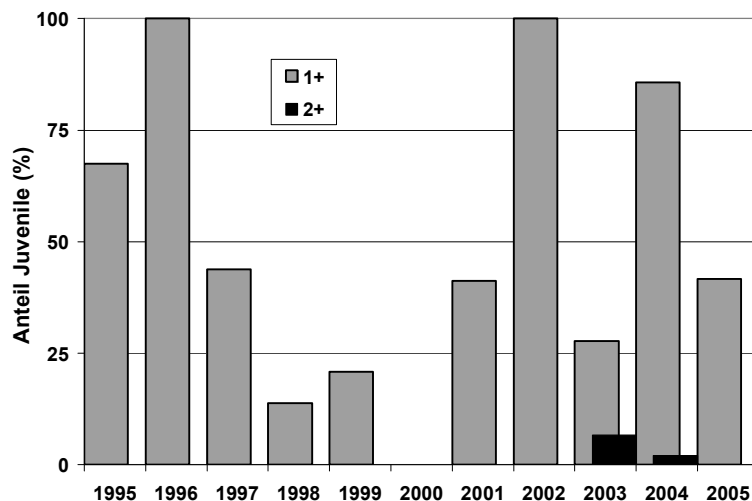


Abbildung 1: Anteil juveniler Exemplare in den 1+ und 2+ Felchen des Bodensee-Obersees.

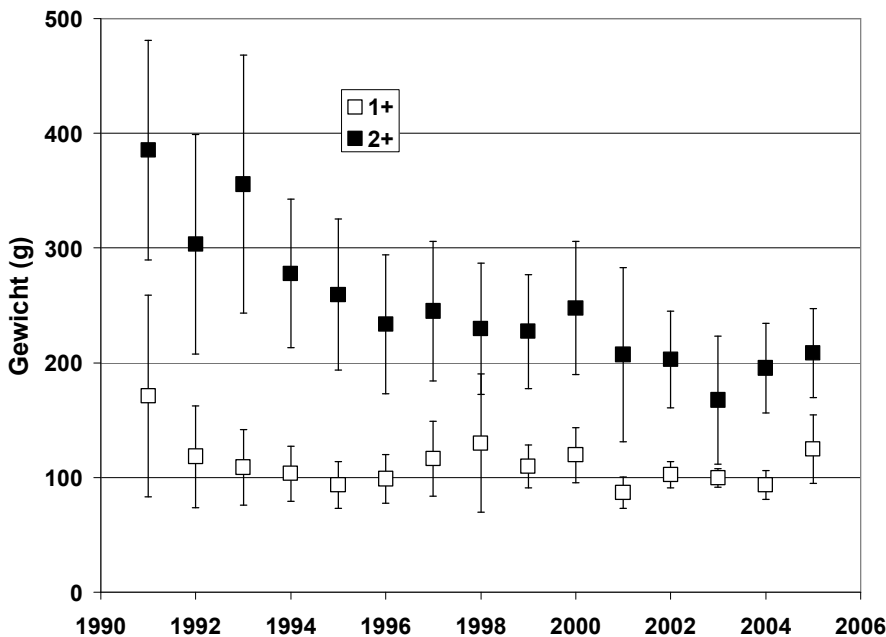


Abbildung 2: Gewicht (Mittelwert und Standardabweichung) der 1+ und 2+ Felchen (Werte von September und Oktober zusammengefasst).

Diskussion

Die Diskussion, wann die Felchen laichreif werden, ist sehr alt. Schon Elster (1944) hat sich intensiv mit der Laichreife der Blaufelchen beschäftigt. Er stellte fest, dass in den 1930er Jahren alle dreijährigen Rogner die Laichreife erreichten, während bei den zweijährigen der Anteil der reifen Exemplare mit der Körperlänge zunahm und ab einer Körperlänge von 30 cm nahezu alle Blaufelchenrogner laichreif waren.

In der vorliegenden Untersuchung waren nahezu alle 2+ Blaufelchen

laichreif, nur in den Jahren 2003 und 2004 war ein kleiner Prozentsatz der 2+ juvenil. Erstaunlicherweise sind dies die 2 Jahre, in denen das Durchschnittsgewicht der 2+ Fische unter 200 g lag. Betrachtet man jedoch die Gewichtsentwicklung der 2+ Felchen, sieht man seit Anfang der 1990er Jahre einen steten, deutlichen Rückgang des Durchschnittsgewichts. Die vorliegenden Daten lassen keine Prognose zu, ob auch zukünftig das Durchschnittsgewicht sinkt bzw. möglicherweise der Anteil an juvenilen 2+-Fischen steigt. Wichtig ist jedoch eine genaue Überwachung des Felchenbestandes auch zu diesem Punkt, um

eventuelle Entwicklungen feststellen zu können.

Die 3+ Felchen waren alle laichreif. Die obigen Daten weisen daraufhin, dass 3+ Felchen von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen Zweitlaicher sind. Über den Beobachtungszeitraum betrachtet, hatte somit nahezu jedes 3+ Blaufelchen vor dem Fang zumindest einmal abgelaicht.

Literatur

Elster, H.J. (1944). Über das Verhältnis von Produktion, Bestand, Befischung und Ertrag sowie über die Möglichkeiten einer Steigerung der Erträge, untersucht am Beispiel der Blaufelchenfischerei des Bodensees. Z. Fisch. 42: 169-357.

Der Europäische Aal - neue Erkenntnisse und Erfordernisse

Teil 1: Biologie und künstliche Reproduktion

J. Gaye-Siesseger und J. Baer

Der Bestand des Europäischen Aals ist schon seit längerem stark rückläufig. Die Anzahl der in die Flüsse ziehenden Glasaale nahm im Verlauf der letzten 30 Jahre dramatisch ab und liegt heute bei weniger als 1 % der Menge, die noch 1970 angelandet wurde. Diskutiert werden verschiedene Ursachen, wie Schadstoffe im Gewässer, Blockierung der Wanderwege, das massive Abfischen von Glasaalen, Kormorane, klimatisch bedingte Änderungen der Meeresströmungen, aber auch Krankheiten. Verschiedenste Schutzanstrengungen werden unternommen und sind geplant. Um die neueren Entwicklungen zusammenzufassen, den Stand der aktuellen Diskussion zu vermitteln bzw. mögliche zukünftige Erfordernisse an Fischer und Angler aufzuzeigen, starten wir daher im AUF AUF eine Reihe zum Thema Aal.

In dieser Ausgabe wird zunächst über die Biologie des Aals und den aktuellen Stand bei der künstlichen Reproduktion berichtet. Viele Wissenschaftler sehen in der künstlichen Reproduktion die einzige Chance für die Erhaltung der Art. Im Gegensatz dazu möchte die EU den Aalbestand durch Fangreduzierungen wiederauffüllen. Eine dementsprechende Verordnung mit gravierenden Einschnitten für die Aalfischerei wird momentan von EU-Vertretern vorbereitet, stößt allerdings bisher bei den meisten Mitgliedsstaaten auf heftige Kritik und scheint in der jetzigen Form nicht realisierbar zu sein. Sollte jedoch eine derartige Verordnung kommen, werden wir ausführlich darüber berichten. In weiteren Ausgaben werden ein Artikel über neue Virus-Erkrankungen beim Aal sowie ein Beitrag über eine zur Zeit bei der Fischereiforschungsstelle laufende Studie über den Befall von Aalen des Bodensees mit dem Schwimmblasenwurm *Anguillicola crassus* folgen.

Biologie des Europäischen Aals

Artbeschreibung und gegenwärtiges Vorkommen

Der Europäische Aal (*Anguilla anguilla*) gehört zur Familie der „Echten Aale“ (Anguillidae) mit 15 Arten

(Tesch 2003). Zuerst beschrieben wurde er von Carl Linnaeus im Jahre 1758. Erwachsene Weibchen können bis zu 130 cm lang und 6 kg schwer werden, ausgewachsene Männchen erreichen hingegen nur eine Länge von höchstens 60 cm. Diese Größen werden aber nur sehr selten erreicht, im Bodensee erreichen nur sehr wenige Tiere 1 m Länge oder mehr. Aale sind schlangenförmige Fische, deren Rücken-, Schwanz- und Afterflosse einen durchgängigen Flossensaum bilden. Der Europäische Aal besitzt ein oberständiges Maul und in seine Haut sind sehr kleine Rundschuppen eingebettet. Äußerlich ist er vom Amerikanischen Aal (*Anguilla rostrata*) kaum zu unterscheiden. Ein morphologisches Unterscheidungsmerkmal ist die Anzahl an Rückenwirbeln. Nach Boëtius (1980) sind dies 114,7 beim Europäischen Aal im Gegensatz zu 107,1 Wirbel beim Amerikanischen Aal. In Island wurden Tiere gefunden, die eine geringere Wirbelanzahl aufwiesen als die für den Europäischen Aal beschriebene. Genetische und morphologische Untersuchungen haben gezeigt, dass es sich hierbei um Hybride zwischen dem Europäischen Aal und dem Amerikanischen Aal handelt (Avisé et al. 1990). In einer aktuellen Studie wird der Anteil an Hybriden in Island mit 15,5 % angegeben (Albert et al. 2006). Interessant hierbei ist, dass Hybride der zweiten und folgenden Generationen nachgewiesen wurden.

Das bedeutet, dass die Hybriden nicht steril sind, sondern sich fortpflanzen. Die Art *Anguilla rostrata* konnte in dieser Studie in Island jedoch nicht nachgewiesen werden.

Das Verbreitungsgebiet des Europäischen Aals erstreckt sich von Europa über Kleinasien bis Nordafrika (Deelder 1984). In Baden-Württemberg ist er durch Besatzmaßnahmen im ganzen Land verbreitet. Klunzinger (1892) berichtet von Aaleinsätzen im Bodensee-Obersee schon ab 1878/1879. Neben dem Bodensee wurden und werden auch der Rhein und seine Nebenflüsse wie Neckar mit Kocher und Jagst sowie der Main inklusive Tauber besetzt. Diese Besätze erfolgen, um die durch Querbauwerke eingeschränkte bzw. nicht mehr existente Zuwanderung in diesen ehemals guten Aalflüssen auszugleichen und eine Aalfischerei aufrecht zu halten. Aufgrund des gestiegenen Glasaalpreises und der in vielen Flüssen stark angestiegenen Zahl an Wasserkraftanlagen wurde die Besatzmenge innerhalb der letzten Jahre jedoch drastisch reduziert. Der Aal wurde aber auch in den Flüssen des Donausystems und in vielen stehenden Gewässern angesiedelt, die für ihn natürlicherweise nicht erreichbar wären. Für das baden-württembergische Donausystem besteht schon seit längerem ein Besatzverbot (§8, Absatz 2, Landesfischereiverordnung).

Lebensweise

Aale leben vorwiegend am Boden der Gewässer in Höhlungen sowie zwischen Steinen und Wasserpflanzen. Sie besitzen einen sehr guten Geruchssinn; dieser ist vergleichbar mit dem des Hundes. Auch das Seitenlinienorgan ist sehr gut entwickelt. Der Gesichtssinn hingegen ist schlecht ausgeprägt. In der Nacht gehen sie auf Jagd nach Würmern, Schnecken, Insektenlarven, Krebsen und Fischen. Untersuchungen haben gezeigt, dass auch die Mondphase und das Mondlicht bei den Aktivitätsperioden der Aale eine Rolle spielen. Am häufigsten werden sie bei abnehmendem Halbmond gefangen (Tesch 1984).

Lebenszyklus

Aale sind katadrome Wanderfische, d.h. sie wandern zum Laichen von den Flüssen und Bächen hinab ins Meer. Man geht davon aus, dass Europäische Aale zum Laichen mehrere tausend Kilometer weit in das Sargassomeer im Westatlantik wandern. Von einem dänischem Wissenschaftler wurden dort die frühesten Larvenstadien gefunden (Schmidt 1922). Allerdings wurden noch nie laichreife Tiere gefangen und ihr Laichverhalten ist bis heute nicht bekannt.

Die flache durchsichtige Larve des Aals wird als Weidenblattlarve oder *Leptocephalus* (Plural *Leptocephali*) bezeichnet. Früher wurde angenommen, dass die Larven der Aale eine eigene Gattung mit dem Namen *Leptocephalus* darstellen. Im Jahre 1896 veröffentlichten italienische Wissenschaftler, dass es sich bei der „Art“ *Leptocephalus brevirostris* um die Larve des Europäischen Aals handelt (Grassi 1896).

Aus den Weidenblattlarven entwickeln sich im Laufe ihrer Wanderung durch den Atlantik bzw. während ihrer Drift mit dem Golfstrom die Glas-

aale. Aufgrund klimatischer Veränderungen scheint sich der Golfstrom zu wandeln und seine Richtung zu ändern. Einige Wissenschaftler vermuten, dass durch die Verschiebung des Golfstromes weniger Larven an die europäische Küste verdriftet werden, als es früher noch der Fall war und sehen in dieser Veränderung eine mögliche Ursache für die rückläufige Zahl an Glasaalen an den Küsten (Knights 2003).

Glasaale sind durchsichtig und haben eine Länge von etwa 7 cm und ein Gewicht von circa 0,3 g. Als Steigaaale wandern sie im Frühjahr von den Küsten flussaufwärts in die Binnengewässer. Dort wachsen sie als Gelbaale in den folgenden fünf bis 20 Jahren heran. Hauptsächlich die weiblichen Aale ziehen weit in die Binnengewässer, die Männchen bleiben größtenteils in Küstennähe.

Zum Abbläichen wandern die Aale im Spätherbst und Winter aus den Gewässern des Landesinneren flussabwärts und dann über den Atlantik zurück in das Sargassomeer. Während der letzten Zeit in den Binnengewässern und während der Wanderung zurück ins Meer verändern die Aale einige ihrer Körpermerkmale. Die ursprüngliche Färbung am Bauch von gelb-braun verändert sich in silbrig-grau, die Augen und Nasenlöcher vergrößern sich, die Länge der Brustflossen nimmt zu, der Verdauungstrakt verkümmert und die Gonaden beginnen sich zu entwickeln. Nun werden sie als Blankaal bezeichnet. In diesem Stadium hören die Aale zu fressen auf. Die genaue Abfolge dieser Vorgänge, die Verknüpfung zwischen inneren und äußerlichen Veränderungen sowie die Dauer der Veränderungen sind weitgehend unbekannt. Es konnte allerdings gezeigt werden, dass diese in Verbindung mit einem starken Anstieg bestimmter Hormone erfolgen (Testosteron, Estradiol und

Kortisol; EELREP 2005). Größtenteils erfolgt die Identifizierung der Blankaale mit Hilfe des „Pankhurst's Eye Index“ (Pankhurst 1982). Dieser errechnet sich aus den Parametern Augendurchmesser und Totallänge.

Obwohl die Fettreserven für den Aal entscheidend sind, um das Sargassomeer zu erreichen, sind sie neusten Studien zufolge wahrscheinlich keine Voraussetzung für die Umwandlung (Metamorphose) von Gelb- zu Blankaal (EELREP 2005). Eher scheint die Temperatur eine entscheidende Rolle zu spielen. Eine Abnahme der Temperatur scheint die abschließenden Vorgänge einzuleiten, wie z. B. die Einstellung der Nahrungsaufnahme. Es wird angenommen, dass Aale zum ansässigen Stadium zurückkehren, wenn die benötigten energetischen Voraussetzungen für die mehrere tausend Kilometer lange Wanderung nicht erfüllt sind. Untersuchungen haben auch gezeigt, dass Blankaale ihre Wanderung ins Meer unterbrechen können. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass Aale mehr als einen Versuch benötigen, um das Meer zu erreichen. Dies würde die großen Unterschiede in Größe und Alter von Blankaalen erklären. In Versuchen konnte gezeigt werden, dass anhaltende Schwimmbewegungen die Umwandlung von Gelb- in Blankaale sowie die Reifung der Gonaden auslösen. Aale sind sehr effektive Schwimmer, die unter normalen Umständen fähig sind, das Sargassomeer zu erreichen und noch genügend Reserven für die Reproduktion haben. Es wurde aber auch gezeigt, dass die Schwimffähigkeit sowie die Fähigkeit zu wandern durch Infektionen mit dem Schwimmblasenwurm *Anguillicola crassus* und einem Rhabdovirus (EVEX = Eel Virus European X) beeinträchtigt werden. Die Vermutung liegt daher nahe, dass auch derartige Erkrankungen mit für den Rückgang der Aale verantwort-

lich sind. Näheres zu diesem Thema wird in den nächsten Teilen dieser Serie veröffentlicht.

Während der Wanderung sind Blankaale auf ihre Fettreserven angewiesen. Es finden sich etwa 60 g Fett pro Kilogramm Aal in den unreifen Eizellen (Oozyten) der weiblichen Aale wieder. Mit diesem Fett gelangen dioxinähnliche Schadstoffe (PCB = Polychlorierte Biphenyle, siehe auch im Bericht über Grenzwerte für dioxinähnliche PCB in Lebens- und Futtermitteln) aus dem Fett in die Oozyten. Es wird angenommen, dass diese entscheidend am Rückgang der Aale beteiligt sind (Lehmann et al. 2005, Palstra et al. 2006), da dioxinähnliche PCB nachweislich die Fruchtbarkeit von Fischen, Amphibien und Säugetieren negativ beeinflussen. Die Untersuchung der Effekte dieser Schadstoffe auf die Fruchtbarkeit von Aalen und auf die Entwicklung der Embryonen scheiterte bisher allerdings daran, dass eine künstliche Reproduktion zur Zeit noch nicht möglich ist (siehe unten).

Man nimmt an, dass Blankaale nach dem Verlassen des Süßwassers im Spätherbst das 6000 bis 7000 km entfernte Sargassomeer zur Laichzeit (März bis Juni) erreichen. Demnach müssten die Aale pro Tag 40 - 50 km zurücklegen. Die Geschlechtsorgane bilden sich erst während der Wanderung und/oder während des kurzen Aufenthalts bei den Laichgründen voll aus. Es gilt als sicher, dass die Aale nach der Fortpflanzung sterben.

Künstliche Reproduktion

Von sehr vielen Wissenschaftlern wird in der künstlichen Reproduktion der Schlüssel für die Zukunft des Aals gesehen. Die Gonaden von Aalen reifen in Gefangenschaft nicht. Daher wurden in sehr vielen Studien Methoden zur künstlichen Erzeugung von reifen Geschlechtszellen gesucht. Bereits in den 1930er Jahren zeigten Untersuchungen den Einfluss von Hormonen auf die Reifung der Gonaden von Männchen des Europäischen Aals. Doch bis heute, rund 70 Jahre später, ist es nicht gelungen, Glasaaale des Europäischen Aals zu produzieren. Beim Japanischen Aal (*Anguilla japonica*) ist dies gelungen, allerdings sind die Verluste hoch und die Methode sehr zeit- und kostenaufwendig, so dass eine umfangreiche Produktion von Glasaaalen derzeit noch nicht möglich ist. Im folgenden wird der aktuelle Stand bei der künstlichen Reproduktion für beide Arten beschrieben.

Der Japanische Aal

Nachdem bereits im Jahr 1974 ein Bericht über die erfolgreiche Produktion von Larven des Japanischen Aals veröffentlicht wurde (Yamamoto & Yamauchi 1974), erschien 2003 ein Artikel japanischer Wissenschaftler, in dem erstmals über die Produktion von Glasaaalen des Japanischen Aals berichtet wurde (Tanaka et al. 2003). Den Weibchen wurde wöchentlich (6

bis 15 mal) Hypophysenextrakt von Lachsen injiziert. Nach einer weiteren Injektion von Hypophysenextrakt wurde 24 Stunden später ein anderes Hormon injiziert (DHP = 17 α , 20 β -Dihydroxy-4-pregnen-3-on). Nach 15 bis 18 Stunden gaben die meisten Weibchen Eier ab. Die Männchen erhielten wöchentliche Injektionen von humanem Choriongonadotropin („hCG“, Hormon, welches während einer Schwangerschaft in der menschlichen Plazenta gebildet wird und für die Erhaltung der Schwangerschaft verantwortlich ist). Nach sechs Injektionen gaben die meisten männlichen Aale kleine Mengen an Sperma ab. Das Spermavolumen nahm bis zur 11. Injektion zu und blieb dann stabil. Die Beweglichkeit der Spermien nahm bis zur 9. Injektion zu. Allerdings gab es in der Spermienbeweglichkeit große individuelle Unterschiede (10 % bis 90 %). Da es sehr schwierig ist, Eier und Sperma zeitgleich zu gewinnen, wurde ein künstliches Seminalplasma entwickelt. Dies ist eine Flüssigkeit, in dem das Sperma für mehrere Wochen kühl gelagert werden kann. Die künstliche Befruchtung erfolgte direkt nach der Eiabgabe mit dem verdünnten Sperma. Abbildung 1 zeigt schematisch die Abfolge der Hormoninjektionen für die Gewinnung der reifen Geschlechtszellen beim Japanischen Aal.

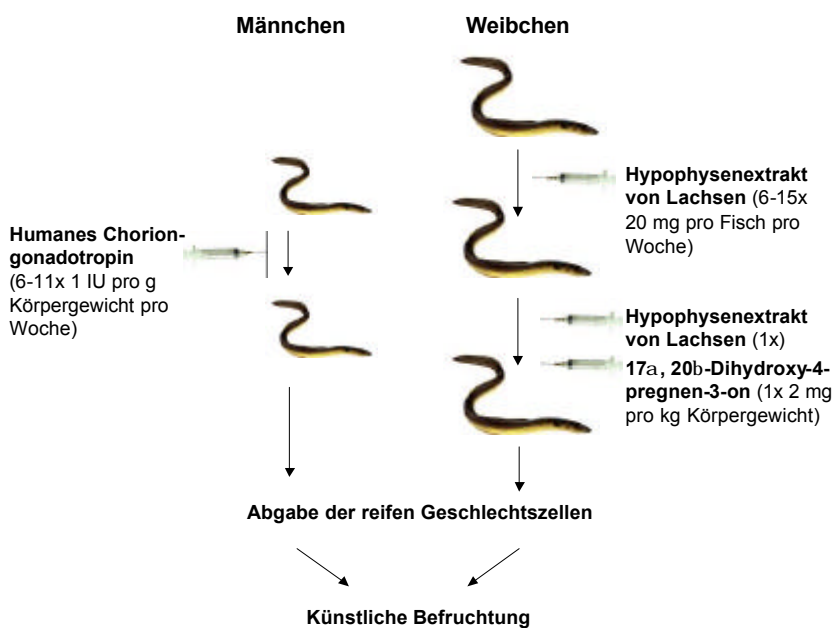


Abbildung 1: Hormonbehandlung beim Japanischen Aal zur Erzeugung der Gameten (Eier und Spermien) (verändert aus Tanaka et al. 2003).

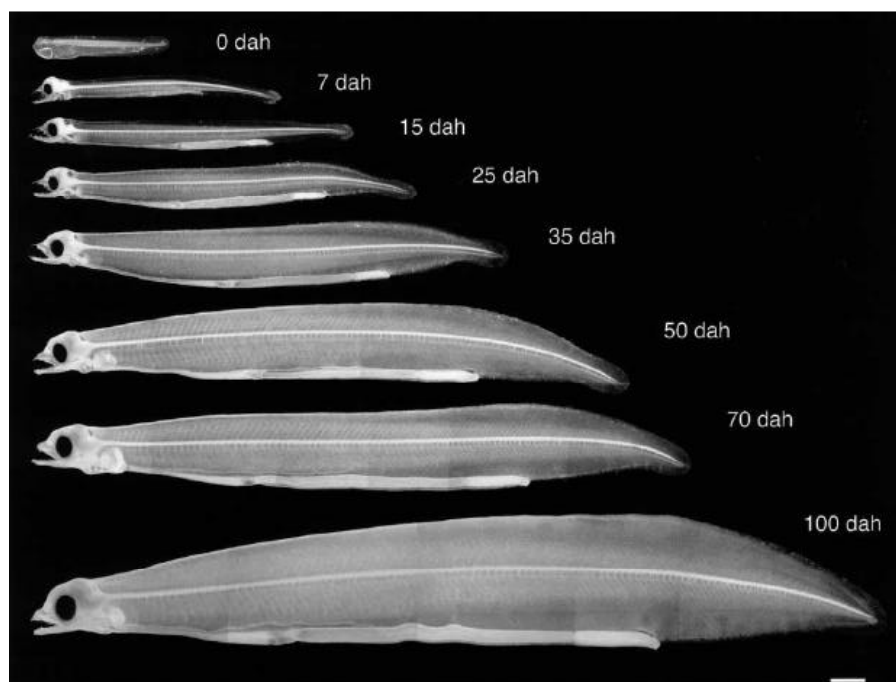


Abbildung 2: Entwicklung der durch künstliche Befruchtung erzeugten Preleptocephali (frisch geschlüpft) des Japanischen Aals in Leptocephali - von 0 bis 100 Tage nach dem Schlüpfen (dah = „days after hatch“) (aus Tanaka et al. 2001). Balken = 1 mm.

Die befruchteten Eier wurden bei einer Wassertemperatur von 22 bis 23°C aufgelegt und schon nach 40 Stunden begannen die ersten Aale zu schlüpfen. Diese waren 3,7 mm lang und besaßen Öltröpfchen und Dotter. Sieben Tage nach dem Schlüpfen begann die Pigmentierung der Augen sowie die Synthese von Verdauungsenzymen in der Bauchspeicheldrüse. Der Dotter war zu diesem Zeitpunkt nahezu aufgebraucht. Aus diesen Veränderungen schließen die Wissenschaftler, dass die Larven zu diesem Zeitpunkt in der Lage sind, Nahrung aufzunehmen und zu verdauen. Im Jahr 1995 berichtete diese Arbeitsgruppe, dass Larven 13 Tage nach dem Schlüpfen Rotatorien gefressen hatten (Tanaka et al. 1995). Diese Larven nahmen aber nicht an Gewicht zu und starben. Daraufhin wurden verschiedenste Futter getestet, u.a. Zooplankton, Fischeier, Garnelen, Gonaden von Muscheln, Tintenfische und Quallen. Diese führten aber nicht zu einer Gewichtszunahme und einer Weiterentwicklung der Larven. Letztendlich wurde beobachtet, dass die Larven ein breiiges Futter, das aus gefriergetrockneten Haifischeiern hergestellt wurde, aktiv aufnahmen. Wurde dieses fünfmal täglich gefüttert, erreichten die Larven nach 18 Tagen eine Totallänge von 8,1 mm und die Überlebensrate lag bei 56 %. Allerdings starben sie am 30. Tag. Wurden diesem Futter Peptide von Soja, Vitamine und Mineralien sowie ein Extrakt von Krill zugegeben, überlebten die Larven und erreichten bis zum 50. Tag eine Totallänge von 16 mm. Die Larven begannen zudem eine weidenblattähnliche Form anzunehmen. Nach 100 Tagen lag die Totallänge bei 22 mm und einige wenige Leptocephali überlebten den 200. Tag (Abbildung 2; Tanaka et al. 2001). Aber erst nachdem das Futter nochmals optimiert wurde (Ergänzung mit Krillhydrolysat / Austausch der unbe-

handelten Sojapeptide mit behandelten), wuchsen die Larven bis zu einer Totallänge von 50 bis 60 mm und begannen mit der Umwandlung zu Glasaaalen etwa 250 Tagen nach dem Schlüpfen.

Der Europäische Aal

Trotz intensiver Bemühungen ist eine künstliche Reproduktion beim Europäischen Aal bisher nicht oder nur bedingt gelungen. Bereits im Jahr 1936 zeigte ein französischer Professor, dass bei männlichen Tieren des Europäischen Aals Injektionen mit Choriongonadotropin zur Reifung der Gonaden führen (Fontaine 1936). Für die weiblichen Aale wurde der Einfluss von Hypophysenextrakt von Knochenfischen auf die Reifung der Gonaden im Jahr 1964 beschrieben (Fontaine et al. 1964). Im Jahr 1983 veröffentlichten russische Wissenschaftler einen Bericht über die erfolgreiche Produktion von Aallarven, die aber innerhalb weniger Tage nach dem Schlüpfen starben (Bezdenzhnykh et al. 1983). In neueren Studien, welche an der Universität Leiden (Niederlande) durchgeführt wurden, konnten reife Geschlechtszellen von Männchen und Weibchen des Europäischen Aals gewonnen und eine künstliche Befruchtung durchgeführt werden (Palstra et al. 2004). Im Gegensatz zu den Weibchen des Japanischen Aals erhielten die Weibchen des Europäischen Aals Injektionen mit Hypophysenextrakt vom Karpfen. Die befruchteten Eier von zwei der neun Weibchen entwickelten sich zunächst weiter. Allerdings zeigten die Embryonen des einen Weibchens bereits 58 bis 60 Stunden nach der Befruchtung Missbildungen und bei den Embryonen des zweiten Weibchens war zu diesem Zeitpunkt das Protein im Dotter fast vollständig verbraucht (im Vergleich zum Japanischen Aal nach 8 Tagen). Einhundert Stunden nach

der Befruchtung wurden größere weiter entwickelte Embryonen beobachtet, welche frühen Larven ähnelten. Diese schlüpften jedoch nicht. Im Vergleich zum Japanischen Aal zeigt der Europäische Aal eine sehr hohe individuelle Variabilität und eine viel langsamere Reaktion auf Hormoninjektionen. Ein dänischer Wissenschaftler fand starke Unterschiede bei der Erzeugung der Keimzellen (Gameten) in Abhängigkeit der injizierten Hormonmengen. Dieser Wissenschaftler erreichte zwar 2004 eine erfolgreiche Befruchtung und Entwicklung der Embryos bis hin zum Schlüpfstadium, allerdings schlüpften nur einige wenige Aale und diese überlebten nur zwei Tage (Pedersen 2004).

Fazit

Aus den Binnengewässern abwandernde Blankaale sind noch nicht reif. Wie bereits oben erwähnt, erfolgt die Reifung erst bei der Wanderung durch den Atlantik. Da durch Injektionen von Gonadotropin die Reifung der Gonaden eingeleitet werden kann, wird eine unzureichende Produktion dieses Hormons im Körper für die Blockade der Reifung verantwortlich gemacht. In der Zukunft sollen die Kenntnisse der hormonellen Zusammenhänge weiterhelfen, eine praktikable und kostengünstige Durchführung der künstlichen Reproduktion beim Europäischen Aal zu ermöglichen (EELREP 2005). Wann und ob dieses in näherer Zukunft gelingt, ist ungewiss. Daher müssen weitere, intensivere Forschungen durchgeführt werden, um den Produktionszyklus zu schließen. Anstrengungen, die Art durch verbesserte Auf- und Abwanderungsmöglichkeiten, optimierte Besatzstrategien, reduzierten Entnahmen oder geringeren technischen Mortalitäten an Kraftwerken zu schützen, können den Niedergang der Art

möglicherweise nur zeitlich hinauschieben, wenn wirklich die Ursachen in klimatischen Veränderungen oder in der Belastung der Elterntiere mit chemischen Rückständen zu suchen sind. Dies darf aber natürlich kein Argument sein, den Schutz der Aale in freien Gewässern zu vernachlässigen. Es ist zwingend geboten, übermäßige Glasaalexporte, zu starken Kormoranfraß und erhöhte Mortalitäten an Kraftwerken zu verhindern, um den Bestand nicht zusätzlich über Gebühr zu gefährden.

Die Literaturliste kann bei den Autoren angefordert werden.

Grenzwerte für Dioxine und dioxinähnliche PCB in Fisch, Fischfutter und Futterzusätzen

J. Gaye-Siessegger

Mit der neuen Richtlinie 2006/13/EG vom 3. Februar 2006 zur Änderung der Anhänge I und II der Richtlinie 2002/32/EG über unerwünschte Stoffe in Futtermitteln in Bezug auf Dioxine und dioxinähnliche PCB und der Verordnung (EG) Nr. 199/2006 der Kommission vom 3. Februar 2006 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 466/2001 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln wurden erstmals in der gesamten Europäischen Union Grenzwerte für die Summe von Dioxinen und dioxinähnlichen PCB (Polychlorierte Biphenyle) in Futter- und Lebensmitteln festgelegt. Die Mitgliedstaaten haben bis zum 4. November 2006 Zeit, bezüglich der Richtlinie die erforderlichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften zu erlassen. Die Verordnung gilt ab dem 4. November 2006.

Über Rückstände in Fischen aus der Aquakultur und Binnengewässern wurde bereits im AUF AUF Heft 3 2005 berichtet. In diesem Beitrag soll nun bedingt durch die neuen Rechtsvorschriften nur auf Dioxine und dioxinähnliche PCB eingegangen werden.

Unter **PCB** versteht man eine Gruppe von chlorierten organischen Verbindungen. Sie sind bis 1982 in Deutschland in großtechnischem Maßstab hergestellt worden und wurden als Isolierflüssigkeiten in Transformatoren und Kondensatoren, als Weichmacher in Kunststoffen, als Flammschutzmittel in Wandfarben, Lacken, Klebstoffen sowie in Hydraulikölen eingesetzt. Seit 1989 ist die Herstellung, das in Verkehr bringen und die Verwendung von PCB bis auf wenige Ausnahmen verboten. PCB ist eine Sammelbezeichnung für 209 Substanzen, von denen 12 bezüglich ihrer toxikologischen Eigenschaften den Dioxinen ähneln und daher als dioxinähnliche PCB bezeichnet werden. Wie bereits im Beitrag über den Europäischen Aal dargestellt, werden die dioxinähnlichen PCB in der Umwelt von manchen Wissenschaftlern mit als Hauptgrund für den Rückgang der Aale angesehen (Palstra et al. 2006).

Dioxine gehören auch zur Gruppe der chlorierten organischen Verbindungen. Dioxin ist im allgemeinen Sprachgebrauch eine Sammelbezeichnung für chemisch ähnlich aufgebaute Dioxine und Furane.

Insgesamt besteht die Gruppe der Dioxine aus 75 polychlorierten Dibenzo-para-dioxinen (PCDD, Dioxine) und 135 polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF, Furane). Diese Verbindungen unterscheiden sich in ihrem Chlorgehalt und in ihrer jeweiligen Toxizität. Insbesondere 17 der 210 Verbindungen sind extrem toxisch. Dioxine entstehen in erster Linie als unerwünschte Nebenprodukte in Verbrennungsprozessen, bei denen Spuren von Chlor gegenwärtig sind. Früher war die Hauptquelle für Dioxinbelastungen die Müllverbrennung und verschiedene industrielle Prozesse und Produktionen. Aufgrund von technischen und rechtlichen Maßnahmen sind die Dioxin-Emissionen in Deutschland deutlich zurückgegangen.

Dioxine und PCB gehören zu den langlebigen (persistenten) organischen Schadstoffen. Sie reichern sich in der Umwelt, insbesondere in den Böden an und werden dort von Pflanzen und Tieren aufgenommen. Dioxine und PCB sind fettlöslich (lipophil) und reichern sich vor allem im Fettgewebe von Tier und Mensch an. Die Hauptbelastung des Menschen mit Dioxinen und dioxinähnlichen PCB erfolgt durch den Verzehr von fetthaltigen tierischen Nahrungsmitteln (Fisch, Fleisch und Milchprodukte). Dioxine und PCB können zu Krebserkrankungen, Hormonstörungen, Fortpflanzungsproblemen, Hautschäden und Störungen des Immunsystems führen. PCB sind zwar we-

niger toxisch als Dioxine, die in die Umwelt freigesetzten Mengen liegen aber um ein Mehrfaches höher.

Die Giftigkeit (Toxizität) von Dioxinen und dioxinähnlichen PCB wird mit Hilfe des von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) festgelegten Schemas über Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF) berechnet. Dabei wird die Toxizität des giftigsten Dioxins mit 1 beschrieben. Dioxine und dioxinähnliche PCB mit einem TEF von 0,5 werden als halb so giftig angesehen wie dieses giftigste Dioxin. Die analytisch bestimmten Konzentrationen der Dioxine und PCB werden zur Berechnung der Toxizitätsäquivalente (TEQ) genutzt. Multipliziert man die einzelnen Konzentrationen der Dioxine und PCB mit deren TEF-Werten und addiert diese schließlich, erhält man als Endergebnis den WHO-TEQ-Wert.

Im März 2001 hat die Europäische Kommission ein Paket von Vorschlägen zur Reduzierung des Dioxingehaltes in der Nahrungskette vorgelegt. Seit dem 1. Juli 2002 gelten in der Europäischen Union Grenzwerte für Dioxine in Lebens- und in Futtermitteln. Es lagen damals aber nicht genügend wissenschaftliche Informationen über dioxinähnliche PCB vor, sodass für diese keine Höchstwerte festgelegt wurden. Mit den jetzt verabschiedeten Rechtsvorschriften werden Höchstgehalte für die Summe von Dioxinen und dioxinähnlichen PCB festgelegt, die in Toxizitätsäquivalenten der Weltgesundheitsorganisation (WHO) unter Verwen-

derung der WHO-TEF ausgedrückt sind. Um einen reibungslosen Übergang zu gewährleisten, bleiben die bestehenden Dioxingrenzwerte vorerst gültig. Bis zum 31.12.2008 wird geprüft, ob der gesonderte Höchstgehalt für Dioxine entfallen kann. In Tabelle 1 sind die Höchstgehalte für Dioxine und für die Summe von Dioxinen und dioxinähnlichen PCB in Lebens- und Futtermitteln dargestellt, welche in der Verordnung (EG) Nr. 199/2006 der Kommission und in der Richtlinie 2006/13/EG gefordert werden.

Lebens- und Futtermittelunternehmen sind in erster Linie dafür verantwortlich, dass diese Höchstgehalte nicht überschritten werden. Die einzelstaatlichen Behörden führen zusätzlich Kontrollen durch und berichten der Kommission über die Ergebnisse. Bis zum 31. Dezember 2008 will die Kommission die Werte nach nochmaliger Prüfung weiter verringern.

Bedeutung für die Binnenfischerei und Aquakultur

Wie schon Herr Karl im AUF AUF (Heft 3/2005) berichtete, können sich Dioxine und dioxinähnliche PCB in Fischen anreichern, da vor allem in der Leber und im Fettgewebe. Fische mit einem hohen Fettanteil, wie z. B. Aale oder Welse, sind stärker belastet als Magerfische wie Felchen oder Forellen. Zusätzlich ist noch das Lebensalter entscheidend: Je länger die Fische leben, desto mehr Nahrung wird im Fischkörper umgesetzt bzw. desto mehr Schadstoffe können sich im Fisch anreichern. Beachtet man diese Faktoren, ist klar, dass Aale, die bis zu 10 Jahre in einem belasteten Fließgewässer verbracht haben, in der Regel stärker belastet sind als beispielsweise Felchen aus dem Bodensee, die beim Fang im Schnitt

nur zwei bis vier Jahre alt sind.

Generell sollten auch Forellenzuchten von den neuen Rechtsvorschriften nicht tangiert werden. Die Haupteintragsquelle von Dioxinen und dioxinähnlichen Stoffen stellt das Futter dar. Dieses wird jedoch ständig kontrolliert. Wer also seine Fische in der Zucht getreu der guten fachlichen Praxis mit den entsprechenden getesteten, handelsüblichen Futtermitteln füttert, kann davon ausgehen, dass diese die neu festgelegten Höchstmengen nicht überschreiten werden. Auch für die meisten Fische aus der Binnenfischerei gilt dieses. Nur bei Aalen aus stark belasteten Gewässern, wie z. B. aus dem Ober- oder Niederrhein, können Werte über den Höchstgehalten vermutet werden.

Quellen

Palstra, A.P., van Ginneken, V.J.T., Murk, A.J. & van den Thillart, G.E.E.J.M. (2006). Are dioxin-like contaminants responsible for the eel (*Anguilla anguilla*) drama? *Naturwissenschaften* 93:145-148.

Richtlinie 2006/13/EG der Kommission vom 3. Februar 2006 zur Änderung der Anhänge I und II der Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über unerwünschte Stoffe in Futtermitteln in Bezug auf Dioxine und dioxinähnliche PCB. *Amtsblatt der Europäischen Union* L 32, 44-53.

Verordnung (EG) Nr. 199/2006 der Kommission vom 3. Februar 2006 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 466/2001 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln hinsichtlich Dioxinen und dioxinähnlichen PCB. *Amtsblatt der Europäischen Union* L 32, 34-38.

Tabelle 1: Festgelegte Höchstgehalte von Dioxinen und der Summe von Dioxinen und dioxinähnlichen PCB in Lebens- und Futtermitteln.

	Höchstgehalte Dioxine (WHO-PCDD/F-TEQ)	Höchstgehalte Summe Dioxine und dioxinähnliche PCB (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ)
Lebensmittel Verordnung (EG) Nr. 199/2006		
Muskelfleisch von Fisch und Fischereierzeugnissen (ausgenommen Aal)	4,0 ng/kg*	8,0 ng/kg*
Muskelfleisch von Aal sowie dessen Verarbeitungserzeugnisse	4,0 ng/kg*	12,0 ng/kg*
Öle von Meerestieren (Fischöl, Fischleberöl und andere Öle)	2,0 ng/kg**	10,0 ng/kg**
Futtermittel Richtlinie 2006/13/EG		
Fisch, ihre Erzeugnisse und Nebenerzeugnisse	1,25 ng/kg***	4,5 ng/kg***
Fischprotein-Hydrolysate, die mehr als 20 % Fett enthalten	2,25 ng/kg***	11,0 ng/kg***
Fischöl	6,0 ng/kg***	24,0 ng/kg***
Fischfutter	2,25 ng/kg***	7,0 ng/kg***

* Frischgewicht

** Fett

*** Feuchtigkeitsgehalt 12 %

Zum Einfluss von Säureadsorbaten in der modernen Aquakultur

Dr. C. Lückstädt, BIOMIN Deutschland GmbH

Die Förderung von nachhaltigen Produktionsverfahren für Fische und Garnelen rückt immer mehr in den Mittelpunkt der Aquakultur (Williams et al. 2000). In der EU wird dies durch das Verbot von antibiotischen Leistungsförderern (ALF) in Futtermitteln seit Januar 2006 noch zusätzlich unterstützt. Die praxisnahe Forschung testet daher verstärkt Fütterungskonzepte ohne ALF.

Die Verwendung von Fisch-Silagen ist z.B. in Norwegen bereits seit Jahrzehnten in der Praxis weit verbreitet (Gilbert & Raa 1977). Fisch-Silagen sind Fischabfälle, wie z. B. Dorsch-Innereien, die durch den Einsatz von Ameisensäure oder Propionsäure haltbar gemacht und teilweise an Fische verfüttert werden. Daher wurde die Idee eines direkten Einsatzes von Säureadsorbaten im Fischfutter von mehreren Forschungsinstituten aufgegriffen. Unter einem Säureadsorbat versteht man organische Säuren oder deren Salze, die auf einen anorganischen Träger aufgebracht wurden. Untersucht wurde der Einfluss von Säureadsorbaten im Futter auf das Wachstum verschiedener Fischarten, unter anderem beim Saibling *Salvelinus alpinus* und bei der Regenbogenforelle *Oncorhynchus mykiss*.

Ringø veröffentlichte im Jahr 1991 die Ergebnisse von Versuchen mit Saiblingen, deren Futter mit dem Natrium-Salz der Milchsäure (Natrium-Lactat) versetzt wurde. Dabei wurde ein kommerzielles Saiblingsfutter mit 10 kg Natrium-Lactat pro Tonne Futter gemischt. Die Fische wurden in Gruppen von jeweils 35 Tieren im Brackwasser (8 – 10 ‰ Salinität) bei 8°C gehalten, wobei 3 Gruppen mit dem Saiblingsfutter mit Natrium-Lactat gefüttert wurden und 3 Gruppen das Saiblingsfutter ohne Zusatz als Kontrolle erhielten. Die Fütterungsintensität betrug 1,5 % des aktuellen Körpergewichtes der Saiblinge pro Tag und wurde kontinuierlich durch Automaten verabreicht. Innerhalb von 84 Tagen konnten die Fische, welche das mit Natrium-Lactat versetzte Fut-

ter erhalten hatten, ihr Gewicht von 310 g auf 630 g erhöhen. Die Negativkontrolle, die mit dem kommerziellen Saiblingsfutter gefüttert wurde, erreichte im gleichen Zeitraum nur ein Endgewicht von 520 g. Untersuchungen ergaben geringere Mengen an Wasser, Fett, Protein und freien Aminosäuren im Darm der Fische, die mit dem Natrium-Lactat versetzten Futter gefüttert wurden. Es kann also vermutet werden, dass durch den Zusatz von Natrium-Lactat eine verbesserte Verdaulichkeit des Futters erreicht wurde. Außerdem wurde ein Durchfall-vorbeugender Effekt erreicht. Das verbesserte Wachstum hatte keinen Effekt auf die chemische Zusammensetzung der Fische (Ringø et al. 1994).

In einem kürzlich in Südafrika durchgeführten Versuch mit Regenbogenforellen wurden weitere organische Salze getestet (de Wet 2005). Es handelte sich hierbei um ein Gemisch aus Salzen der Ameisen- und Sorbinsäure, das in Dosierungen zwischen 5 bis 15 kg pro Tonne Fischfutter an die Forellen verabreicht wurde. Gleichzeitig beinhaltete ein Futter einen antibiotischen Leistungsförderer (Flavomycin 40 ppm). Kleine Regenbogenforellen (ca. 40 g) wurden in Gruppen von jeweils 20 Tieren in Durchflussbecken gehalten. Die Fütterung erfolgte dreimal am Tag bis zur offensichtlichen Sättigung der Tiere. Das Experiment hatte eine Dauer von 3 Monaten und fand unter suboptimalen Wassertemperaturen statt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Regenbogenforellen, die das Futter mit 10 bzw. 15 kg Säureadsorbat pro Tonne Futter erhalten hatten, zeigten ein signifikant höheres Endgewicht als Fische, welche das Kontrollfutter gefressen hatten. Dieses war vergleichbar mit dem Endgewicht der Fische, die das mit dem antibiotischen Leistungsförderer versetzte Futter gefressen hatten. Die Futterverwertung der Fische mit Zusatz von Säureadsorbat im Futter war etwas niedriger als die der Kontrollfische. Bei Zusatz von 15 kg pro Tonne Futter war die Futterverwertung im Vergleich mit dem antibiotischen Leistungsförderer sogar etwas niedriger. Die Überlebensrate in allen Gruppen zeigte keine Auffälligkeiten und entsprach den Bedingungen in Südafrika.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Anwendung von bis zu 15 kg Säureadsorbat pro Tonne Forellenfutter den Gewichtszuwachs und die Futterverwertung der Forellen im Vergleich zur Kontrollgruppe um 34,4 % bzw. 14,8 % verbessert. Weitere Versuche, welche diese Ergebnisse in der Praxis bestätigen, stehen noch aus. Ein Einsatz dieser Säureadsorbate wird von diversen Futtermittelfirmen bereits weltweit geprüft.

Anmerkung der Redaktion:
Die in den Versuchen dargestellte Verwendung von ALF ist ein Forschungsansatz. Antibiotika werden in der kommerziellen Erzeugung von Fischen in der EU nur zur Behandlung von Infektionen nach Verschreibung durch den Tierarzt eingesetzt.

Tabelle 1: Einfluss von unterschiedlichen Konzentrationen eines Säureadsorbates im Futter von Regenbogenforellen auf deren Endgewicht, Futtermittelverwertung und Überlebensrate. Im Vergleich dazu sind die Ergebnisse von Fischen aufgeführt, die ein Kontrollfutter (kommerziell verfügbares extrudiertes Forellenfutter) oder ein mit einem antibiotischen Leistungsförderer (ALF) versetztes Futter erhalten hatten (Daten aus de Wet 2005).

Parameter	Kontrolle	ALF	5 kg / t Säureadsorbat	10 kg / t Säureadsorbat	15 kg / t Säureadsorbat
Anfangsgewicht (g)	40,3	42,3	40,0	37,3	37,2
Endgewicht (g)	184,8	235,4	205,6	231,2	231,4
Futtermittelverwertung (g/g)	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0
Überlebensrate (%)	83	89	85	86	90

Futtermittelverwertung (FCR) = g eingesetztes Futter pro g Zuwachs

Literatur

- de Wet, L. (2005). Can organic acid effectively replace antibiotic growth promotants in diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* raised under sub-optimal water temperatures? Abstract CD-Rom, WAS Conference, May 9-13, 2005, Bali, Indonesia.
- Gilbert, A. & Raa, J. (1977). Properties of a propionic acid / formic acid preserved silage of cod viscera. J. Sci. Fd. Agric. 28: 647-653.
- Ringø, E. (1991). Effects of dietary lactate and propionate on growth, and digesta in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). Aquaculture 96: 321-333.
- Ringø, E., Olsen, R.E. & Castell J.D. (1994). Effect of dietary lactate on growth and chemical composition of Arctic charr *Salvelinus alpinus*. J. World Aquac. Soc. 25 (3): 483-486.
- Williams, M.J., Bell, J.D., Gupta, M.V., Dey, M., Ahmed, M., Prein, M., Child, S., Gardiner, P.R., Brummet, R. & Jamu, D. (2000). Responsible aquaculture can aid food problems. Nature 406: 673.

Einfluss verschiedener Faktoren auf die Spermaqualität von Regenbogenforellen

Zusammengefasst von J. Gaye-Siessegger

Für die Forellenzucht ist die Qualität des Spermas sehr wichtig. Viele Faktoren beeinflussen diese, so z. B. die genetische Variabilität, die Aufzuchtbedingungen, das Handling, die Methode der Spermagewinnung und die Lagerung des Spermas. In einer Studie der "Polish Academy of Science" in Polen wurde untersucht, wie sich unterschiedliche Zeitpunkte des Abstreifens nach Betäubung oder nach dem Tod (*post mortem*) sowie aufeinanderfolgendes Abstreifen auf die Beweglichkeit der Spermien (in %), die Dauer der Spermienbeweglichkeit (in Sekunden) und die Spermakonzentration auswirkten. Die Beweglichkeit der Spermien wurde mit Hilfe der computergestützten Sperma-Analyse (CASA = computer assisted sperm analysis) ermittelt.

Der Versuch wurde mit 3-jährigen, durchschnittlich 400 g schweren Regenbogenforellen durchgeführt. Es wurden 10 Männchen mit Propiscin (1 ppm) betäubt und nach 0, 10 und 20 Minuten etwa 0,5 ml Sperma von jedem Tier durch Abstreifen gesammelt (Propiscin ist bei uns als Betäubungsmittel nicht zugelassen). Neun Tiere wurden getötet und nach 0, 20, 40, 60, 80 und 100 Minuten etwa 0,5 ml Sperma durch Abstreifen gesammelt. Des Weiteren wurden von vier männlichen Forellen sechsmal hintereinander innerhalb von 5 Minuten 0,5 ml Sperma durch Abstreifen entnommen.

Während unterschiedliche Zeit-

punkte der Entnahme nach der Betäubung keinen Einfluss auf die Beweglichkeit der Spermien (86-90 %) hatten, nahm die Dauer der Spermienbeweglichkeit mit zunehmender Betäubungsdauer ab (von 30 auf 26 Sekunden). Die Spermienbeweglichkeit war bis 60 Minuten *post mortem* unverändert (86-90 %) und nahm dann stark ab (nach 100 Minuten auf 70 %). Die Dauer der Spermienbeweglichkeit *post mortem* nahm vom ersten Zeitpunkt bis zum letzten stark ab (von 29 auf 18 Sekunden). Es ergaben sich keine Unterschiede in der Beweglichkeit der Spermien sowie der Dauer der Spermienbeweglichkeit in den aufeinanderfolgend abgestreiften Fraktionen, die Spermakonzentration hingegen nahm zu. In diesem Versuch wurde nicht geklärt, ob der Einfluss der Betäubung auf die Dauer der Spermienbeweglichkeit direkt durch das Betäubungsmittel verursacht wurde oder durch eine verringerte Sauerstoffversorgung während der Betäubung. Ob dieses Sperma für Kurzzeitlagerungen oder eine Kryokonservierung geeignet ist, wurde in dieser Studie nicht untersucht. Die Veränderungen der Spermienbeweglichkeit *post mortem* wurden mit einer unzureichenden Sauerstoffversorgung erklärt. Aufeinanderfolgendes Abstreifen erhöhte die Spermakonzentration. Obwohl die Harnblase vor der Entnahme des Spermas geleert wurde und die erste Menge Sperma (etwa 1 ml)

verworfen wurde, konnte eine Verunreinigung durch Urin, vor allem bei den ersten Entnahmen, nicht verhindert werden. Mit Abnahme der Verunreinigung durch Urin bei nachfolgendem Abstreifen nahm die Spermakonzentration zu. Sperma ohne Verunreinigung durch Urin kann durch die Entnahme direkt vom Samenleiter gewonnen werden (innerhalb 40 Minuten *post mortem*) und ist vor allem dann interessant, wenn eine hohe Qualität erforderlich ist, wie z. B. zur Lagerung (Kryokonservierung).

Literatur

Dietrich, G.J., Kowalski, R., Wojtczak, M., Dobosz, S., Goryczko, K., Ciereszko, A. (2005). Motility parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa in relation to sequential collection of milt, time of post-mortem storage and anesthesia. *Fish Physiology and Biochemistry* 31: 1-9.

In den Schuppen von Felchen spiegelt sich der Nährstoffgehalt des Bodensees wider

Zusammengefasst von J. Gaye-Siessegger

Die limnologische Station des INRA („Institut Nationale de la Recherche Agronomique“) in Thonon / Frankreich arbeitet seit mehreren Jahrzehnten an der Ökologie von Voralpenseen. Dort wurde in einer aktuellen Studie untersucht, ob sich die Eutrophierung und Reoligotrophierung des Bodensees in den Schuppen von Felchen (*Coregonus lavaretus*) widerspiegelt. Hierfür wurde die Stabilisotopenverhältnis-Massenspektrometrie (IRMS) angewandt.

Entwicklung des Nährstoffgehaltes im Bodensee

Die Phosphorkonzentration im Bodensee unterlag in den letzten 70 Jahren starken Schwankungen. In den 1930er Jahren wurde im Bodensee noch eine sehr geringe Gesamt-Phosphorkonzentration von 4 bis 6 µg pro Liter gemessen. Nach einer moderaten Zunahme der Phosphorkonzentration in den 1950er Jahren kam es zu einem rapiden Anstieg bis 1979 mit Werten bis zu 87 µg pro Liter. Bedingt durch Maßnahmen zur Reduzierung des vom Menschen verursachten Phosphoreintrags, wie die Abwasserreinigung, Düngungsbeschränkungen und die Reduktion bzw. das Verbot von Phosphaten in Waschmitteln, sank die Gesamt-Phosphorkonzentration auf 9 µg pro Liter im Frühjahr 2005.

Untersuchung der Felchenschuppen

Das Körpergewebe von Tieren wird aus den Molekülen der aufgenommenen Nahrung und des aufgenommenen Wassers aufgebaut. Die Isotopenzusammensetzung der Nahrung und des Wassers beeinflusst daher die Isotopenzusammensetzung des Tierkörpers. Auf diesem Prinzip beruht die Anwendung von stabilen Isotopen in tierökologischen Untersuchungen. Beim Amt für Jagd und Fischerei in St. Gallen wurden seit 1946 die Schuppen von für die Laichgewinnung gefangener Felchen gesammelt. Der organische Teil der Schuppen (Kollagen und Keratin) wurde nun auf die Zusammensetzung von stabilen Kohlenstoffisotopen in einem Massenspektrometer untersucht.

Ergebnis

Die Veränderungen in der Phosphorkonzentration des Bodensees hatten

einen Einfluss auf die Isotopenzusammensetzung der Schuppen. Mit Zunahme der Gesamt-Phosphorkonzentration nahm der Anteil an schweren Kohlenstoffisotopen im organischen Teil der Schuppen zu und mit Abnahme des Phosphors (Reoligotrophierung) ab den 1980er Jahren wieder ab (Abbildung 1). Verantwortlich für den Anstieg des Isotopenverhältnisses mit zunehmender Eutrophierung des Sees und der Abnahme in der Reoligotrophierung waren Veränderungen in der Produktion und Biomasse des Phytoplanktons. Die Intensität der Primärproduktion beeinflusst die Zusammensetzung der Kohlenstoffisotope des Phytoplanktons, und somit auch die Isotopenzusammensetzung des Zooplanktons und der Felchen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass anhand der Isotopenzusammensetzung von alten Schuppenproben Aussagen über die Entwicklung des trophischen Zustandes eines bestimmten Gewässers gemacht werden können, in dem die Nährstoffentwicklung nicht kontinuierlich untersucht wurde.

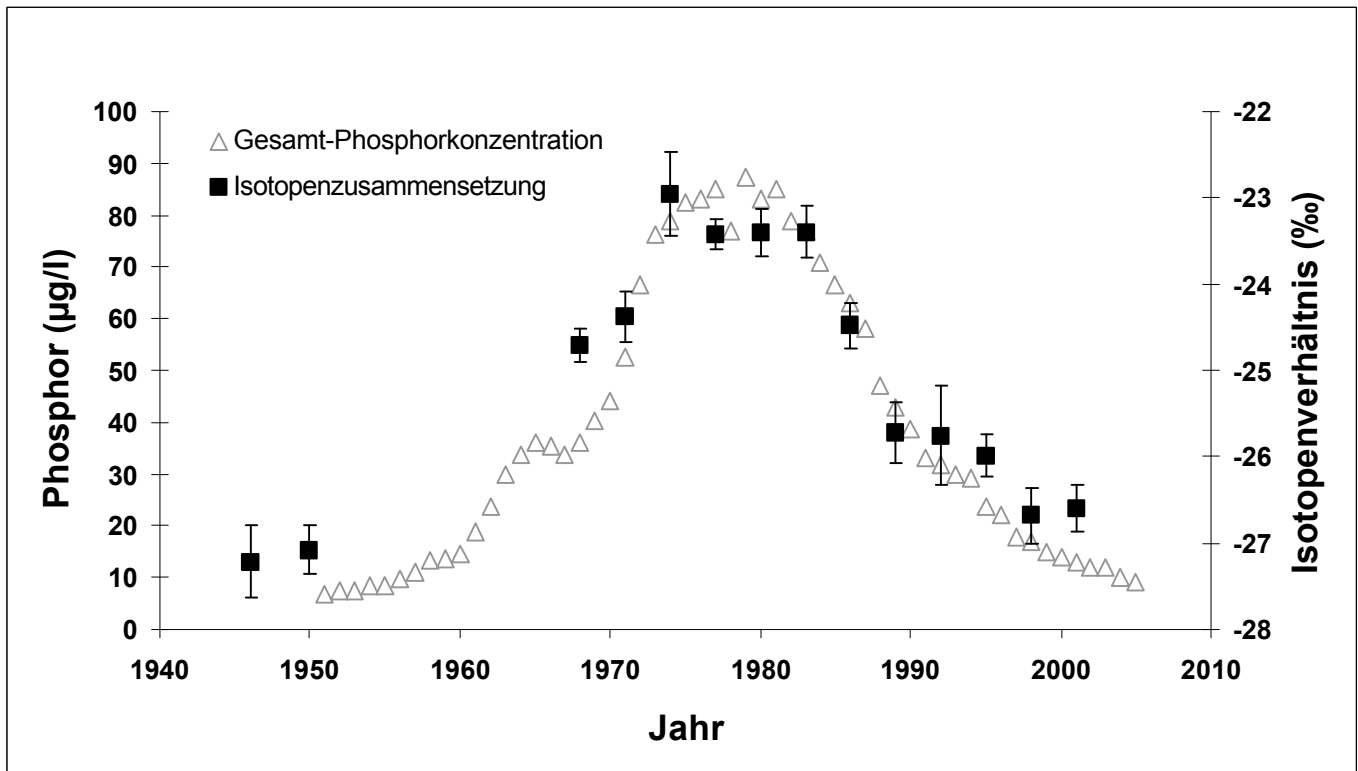


Abbildung 1: Entwicklung der Phosphorkonzentration und der Kohlenstoffisotopenzusammensetzung in den Schuppen von Felchen im Bodensee in den letzten 60 Jahren.

Was sind stabile Isotope?

Stabile Isotope sind Atome eines Elements, welche die gleiche Zahl von Protonen, aber eine verschiedene Zahl von Neutronen in ihrem Kern enthalten und sich somit in ihrer Masse unterscheiden. Die meisten chemischen Elemente haben zwei bis mehrere stabile Isotope. Diese sind äußerst stabil, im Gegensatz zu radioaktiven Isotopen. In der Natur kommen Isotope in einem außerordentlich konstanten Verhältnis vor, welches für jedes Element typisch ist. Der prozentuale Anteil der schweren Isotope ist sehr gering (z. B. für Kohlenstoff 1,1 %). Verschiedene chemische, physikalische und biologische Prozesse können allerdings zu einer minimalen, jedoch gut messbaren, Verschiebung des Verhältnisses schwerer und leichter Isotope führen.

Literatur

Gerdeaux, D. & Perga, M.-E. (2006). Changes in whitefish scales $\delta^{13}\text{C}$ during eutrophication and reoligotrophication of subalpine lakes. *Limnology and Oceanography* 51: 772-780.

Einfluss von eingeführten Regenbogen- und Bachforellen auf das sympatrische Vorkommen zweier natürlich vorkommender Salmonidenarten in Japan

Zusammengefasst von J. Gaye-Siessegger

Auf Hokkaido, der nördlichsten der vier Hauptinseln von Japan, überschneiden sich die Verbreitungsgebiete von Weißpunktsaiblingen (*Salvelinus leucomaenis*) und Masu-Lachsen (*Oncorhynchus masou*), sie leben sympatrisch (Sympatrie: gemeinsames Vorkommen nahe verwandter Arten in einem geographischen Gebiet). Während sich Weißpunktsaiblinge nahe der Bodenzone aufhalten und dort nach Wirbellosen jagen, besetzen Masu-Lachse die mittleren Wasserschichten. Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) wurden auf Hokkaido in den 1920er Jahren eingeführt und bewohnen dort mindestens 72 Flüsse. Seit dem ersten Auftreten der Bachforelle (*Salmo trutta*) im Jahr 1980 ist diese Art gegenwärtig in 42 Flüssen zu finden. Über die Auswirkungen der eingeführten Regenbogen- und Bachforellen auf die Gemeinschaft von Weißpunktsaiblingen und Masu-Lachsen gab es bis vor kurzem keine Informationen.

In einer Studie der Universität Hokkaido wurde in einem künstlichen Fluss untersucht, wie sich Weißpunkt-

saiblinge und Masu-Lachse verhalten, wenn zusätzlich Regenbogen- oder Bachforellen in diesem System vorkommen. Waren nur die zwei natürlich in den Flüssen Hokkaidos vorkommenden Arten Weißpunktsaiblinge und Masu-Lachse in dem künstlichen Fluss, hielten sich diese in verschiedenen Wassertiefen auf. Wurden Weißpunktsaiblinge und Masu-Lachse jedoch zusammen mit Regenbogen- oder Bachforellen gesetzt, besetzten Weißpunktsaiblinge und Masu-Lachse nicht mehr verschiedene Wassertiefen, sondern gleiche. Es entstand eine Konkurrenzsituation um die geeignetsten Standplätze, in der die Weißpunktsaiblinge durch die Masu-Lachse von den besten Fresspositionen vertrieben wurden. In Laborversuchen und unter natürlichen Bedingungen zeigten Fische, die von guten Positionen vertrieben wurden, ein schlechteres Wachstum, welches dann wiederum zu einer reduzierten Überlebens- und Fortpflanzungsrate führt. Die Autoren dieses Artikels befürchten daher, dass das Zusammenleben von Weißpunkt-

saiblingen und Masu-Lachsen in Japan durch die Anwesenheit von Regenbogen- und Bachforellen negativ beeinträchtigt wird. Nachdem aber beide eingeführten Arten bereits seit mehreren Jahrzehnten auf Hokkaido vorkommen und über ein Rückgang der natürlich vorkommenden Arten nicht berichtet wird, kann die Situation in dem künstlichen Fluss wohl nicht ohne weiteres auf die Situation im Freiland übertragen werden.

Literatur

Hasegawa, K. & Maekawa, K. (2006). The effects of introduced salmonids on two native stream-dwelling salmonids through interspecific competition. *Journal of Fish Biology* 68: 1123-1132.

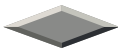
Kurzmitteilungen

Zusammengestellt von *J. Gaye-Siessegger* und *J. Baer*

Aus Baden- Württemberg

Änderung der Telefonnummer vom FSGD Stuttgart

Frau Dr. Elisabeth Nardy vom Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt Stuttgart in Fellbach ist unter der folgenden neuen Telefonnummer zu erreichen: 0711/3426-1895.



Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fischereiforschungsstelle erhält einen Preis von der „American Fisheries Society“

Dr. Alexander Brinker erhält für seine Veröffentlichung „Optimizing trout farm effluent treatment by stabilizing trout feces: a field trial“ den Preis für die beste Veröffentlichung der Zeitschrift „North American Journal of Aquaculture“ im Jahr 2005. In dem Artikel (DOI: 10.1577/A04-078.1) werden die Ergebnisse einer Studie über die Auswirkungen der Zugabe des pflanzlichen Binders „Guar gum“ im Forellenfutter auf die Stabilität des Fischkots im Ablaufwasser einer Forellenzuchtanlage dargestellt. Die Reinigungsleistung des Trommelfilters konnte durch 0,3 % „Guar gum“ im Forellenfutter um ca. 40 % gesteigert werden. Die Studie fand im Rahmen seiner Promotionsarbeit statt. Für diese Arbeit erhielt Herr Dr. Brinker bereits den Förderpreis des VDFF (Verband Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V.).

In seinem aktuellen Projekt „Ver-

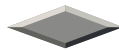
besserung der Ablaufwasserreinigung aus Fischzuchten durch Erhöhung der Fischkotstabilität“ wird die Überführung in die Futtermittelpraxis wissenschaftlich erarbeitet. Dieses Projekt wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert.

Die wesentlichen Inhalte dieser Arbeit werden - ergänzt um praktische Hinweise für den Forellenzüchter - demnächst als FFS-Broschüre erhältlich sein. AUF AUF- Abonnenten bekommen dieses Heft automatisch zugesandt.

Tierseuchen- bekämpfung

Tierseuchensystem der EU

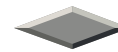
Nach dem Tierseuchensystem der EU [1] sind im Zeitraum vom 1.1.2006 bis zum 21.7.2006 folgende Ausbrüche der diesem System unterliegenden Krankheiten aufgetreten:
VHS: zwölf Fälle in Deutschland, zwei Fälle in Italien, ein Fall in Rumänien, ein Fall in Polen, ein Fall im Vereinigten Königreich
IHN: ein Fall in Italien
ISA: drei Fälle in Norwegen
Leider liegen außer zu den VHS-Ausbrüchen in Großbritannien und Rumänien (s.u.) keine genaueren Angaben vor.



VHS-Ausbrüche in Großbritannien und Rumänien

In Großbritannien ist eine Forellenzucht in North Yorkshire an dem Fluss Ouse betroffen [2]. Die ersten toten Tiere traten bereits am 28. März auf.

Zunächst wurde eine bakterielle Infektion vermutet und eine offizielle Untersuchung fand erst am 22. Mai statt. Über das gesamte Einzugsgebiet inklusive zweier Nebenflüsse wurde eine Sperre verhängt. Betroffen sind ca. 35 Betriebe. In Rumänien (Arges) ist eine Teichanlage mit Regenbogenforellen betroffen. Der Beginn des Ausbruchs war bereits im Januar dieses Jahres. Die Mortalität wird mit 35 bis 40 % angegeben. Der letzte VHS-Ausbruch in Rumänien wurde 1996 der OIE gemeldet. Im Gegensatz zur Meldepflicht gegenüber der EU (siehe oben), beruht die Meldung an die OIE auf freiwilliger Basis.



Neues EU-Projekt „EUROCARP“

Der Karpfen zählt wirtschaftlich zu den wichtigsten Süßwasserfischarten weltweit. Mehrere Krankheiten, wie neuerdings der Koi-Herpes-Virus (KHV), bedrohen die Karpfenzucht in vielen Ländern. Im Dezember 2005 startete die EU ein neues Projekt [3], dessen Ziel es ist, Stämme, Familien oder einzelne Karpfen zu identifizieren, die eine erhöhte Resistenz gegenüber Stress sowie gegenüber bakteriellen und viralen Infektionen aufweisen. Es arbeiten Institute aus verschiedenen Ländern (aus Ungarn, dem Vereinigten Königreich, Norwegen und Russland) unter Anwendung neuester Technologien zusammen. Die während des Projektes entwickelten Techniken sollen Karpfenzüchtern eine wissenschaftliche Grundlage für existentielle Management-Entscheidungen bieten. Zudem sollen sie der EU und ihren Mitgliedstaaten helfen, die Ausbreitung von tödlichen Fischkrankheiten zu verhindern und wirtschaftliche Stabilität in einem wichtigen Fischereisektor der EU bringen.

[1] http://europa.eu.int/comm/food/animal/diseases/adns/index_en.htm

[2] http://www.oie.int/eng/en_index.htm

[3] http://ec.europa.eu/research/fp6/ssp/eurocarp_en.htm

Aquakultur

EuroTier 2006 in Hannover: „Aquakultur mit Schwung zu einem neuen Auftritt“

Vom 14.11. bis zum 17.11.06 findet auf dem Messegelände in Hannover die europäische Leitmesse für Tierhaltung und Management EuroTier statt. Im Rahmen dieser Messe findet zum dritten Mal ein Forum „Aquakultur“ statt. Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG), welche die Messe ausrichtet, geht von einer sehr guten Beteiligung der führenden Technologie- und Ausrüstungsunternehmen sowie zahlreicher anderer Anbieter und Institutionen aus den Bereichen Aquakultur, Marikultur, Binnenfischerei und Umwelttechnik aus. Die Ausstellerzahlen sowie das Besucherinteresse rund um die Aquakultur waren von 2002, der ersten nennenswerten Beteiligung von Unternehmen aus diesen Bereichen, auf 2004 stark gestiegen. Weitere Informationen erhält man unter www.eurotier.de/aquakultur.

Einsatz von Branntkalk als Desinfektionsmittel in Fischteichen zunächst nur bis zum 31. August 2006 möglich

Im Rahmen der am 28. Mai 2005 in Kraft getretenen Biozid-Meldeverordnung (ChemBiozidMeldeV) müssen alle Biozid-Produkte, die sich in Deutschland auf dem Markt befinden, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) als Zulassungsstelle für Biozid-Produkte gemeldet werden. Diese Verordnung richtet sich an Hersteller und Importeure von Biozid-Produkten, sowie an diejenigen, die unter einem eigenem Handelsnamen Biozid-Produkte in

Verkehr bringen. Zu den Bioziden zählen Desinfektionsmittel. Daher fallen auch Branntkalk (CaO) und Löschkalk (Ca(OH)₂) darunter. Ihre Anwendung ist zunächst nur noch bis zum 31. August dieses Jahres zulässig. Für Brannt- und Löschkalk wurde fristgemäß ein Dossier bei der Zulassungsstelle eingereicht. Bei einer positiven Entscheidung dürfen Brannt- und Löschkalk dann als notifizierte Wirkstoffe über den 31. August hinaus in Verkehr gebracht werden. Das Ergebnis der Entscheidung wird in der nächsten AUF AUF Ausgabe mitgeteilt.

Forellenzüchter in Finnland erweitern ihre Produktion mit Felchen

Bis in die 1990er Jahre wurde in Finnland der Bedarf an Süßwasserspeisefischen durch die Regenbogenforellenzuchten des Landes fast vollständig gedeckt. In Finnland führte die zunehmende Globalisierung des Fischmarktes allerdings zu einem Anstieg der Importe von Salmoniden mit der Folge von fallenden Preisen für Regenbogenforellen. Zudem nahm bei den Konsumenten das Interesse an anderen Fischarten zu. Um den Forellenzüchtern in Finnland bei der Suche nach neuen Arten zu helfen, wurden Machbarkeitsstudien am Fischereiforschungsinstitut in Jyväskylä durchgeführt (Fish Farming International, Mai 2006). Das Ziel war, den Markt und die Möglichkeiten der Erzeugung von verschiedenen einheimischen Arten abzuschätzen und den am besten geeigneten Kandidaten für weitere Studien und eine mögliche kommerzielle Produktion zu finden. Das Felchen *Coregonus lavaretus* wurde als die Art mit dem größten Potential angesehen. Als Vorteile gegenüber anderen Arten wie Saibling,

Zander und Barsch wurde die bereits bestehende Verfügbarkeit der Brut genannt, sowie die Tatsache, dass die Larven mit Trockenfutter in konventionellen Forellenzuchten aufgezogen werden können. Zudem besteht in Finnland die Möglichkeit, die Felchen in Netzkäfigen in Seen und Brackwasser auszumästen. Des Weiteren erzielen Felchen zur Zeit höhere Preise als Forellen und waren beispielsweise 2004 doppelt so hoch. Ihr weißes Fleisch bietet eine gute Abwechslung zu dem roten der Forellen. Auch wird der Beginn der Produktion von Felchen als weniger schwierig als mit anderen Arten angesehen, da viele Produktionsmethoden für Regenbogenforellen teilweise auch für Felchen geeignet sind. Es gibt allerdings auch einige Unterschiede gegenüber der Produktion von Regenbogenforellen, vor allem im Ei- und Larvenstadium, aber auch bei der Fütterung, der Ernährung und im Handling. Im Jahr 2004 lag die kommerzielle Produktion von etwa 20 Forellenzuchten bei 430 Tonnen Felchen. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Produktion noch verdoppelt. Die Fischzüchter sind nun daran interessiert, den Fisch auf den europäischen Markt zu bringen.

Eine reduzierte Photoperiode kurz nach der ersten Futteraufnahme beeinflusst die Entwicklung des Atlantischen Lachses

In der Zucht von Atlantischen Lachsen (*Salmo salar*) wird die frühe Smoltifikation (Umwandlung vom juvenilen, stationären Jungfisch (Parr) zum abwandernden Smolt) gegenwärtig meist durch künstliche Photoperioden herbeigeführt. Es wird angenommen, dass verschiedene Schwellenwerte von Größe, Wachstum und

energetischem Status erreicht werden müssen, bevor Smoltifikation und Reifung beginnen können. Wie genau jedoch Licht auf den Entwicklungsprozess eines Junglachs einwirkt, war bisher unbekannt. In dieser aktuellen Studie wurde untersucht, wie eine Periode mit reduzierter Tageslänge für acht und zwölf Wochen in der frühen Entwicklungsphase das Wachstum und die Entwicklung von Atlantischen Lachsen beeinflusst. Mit Beginn der Fütterung Mitte April wurde die Fischbrut zunächst dauerbeleuchtet. Dann wurden jeweils zwei Gruppen ab Mitte Mai und Mitte Juni für acht und zwölf Wochen einer reduzierten Photoperiode (10 Stunden hell/14 Stunden dunkel) ausgesetzt und danach bis zum Ende des Experiments im März des nächsten Jahres wieder dauerbeleuchtet. Die Versuchstemperatur entsprach einem natürlichen Verlauf mit einer durchschnittlichen Temperatur von 14,9°C im August und 3,1°C im Dezember. In der Gruppe Mai/12 Wochen trat bei den meisten Fischen die Reifung ein, in der Gruppe Juni/12 Wochen bei den wenigsten. Bis Oktober waren Parr, die Anzeichen für die Reifung zeigten, größer als unreife, danach hatten sie das gleiche Gewicht. Ab Oktober wurden Fische mit Silberfärbung gefunden. Am Ende des Experiments wiesen in der Gruppe Juni/12 Wochen die meisten Fische Anzeichen für die Smoltifikation auf. Die Ergebnisse zeigen, dass durch eine reduzierte Tageslänge von acht und zwölf Wochen in der frühen Entwicklung von Atlantischen Lachsen der Beginn der Reifung beeinflusst werden kann, wobei der Zeitpunkt und die Dauer der Stimulation möglicherweise auch darüber entscheiden, ob sich ein Fisch im nächsten Jahr zum Smolt entwickelt oder ob er noch wenigstens ein weiteres Jahr bis zur Umstellung

benötigt. Von den Autoren werden jedoch weitere Untersuchungen gefordert, bevor diese Ergebnisse bei der Aufzucht von Lachsen umgesetzt werden können.

Literatur

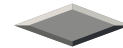
Berrill, I.K., Smart, A., Porter, M.J.R. & Bromage, N.R. (2006). A decrease in photoperiod shortly after first feeding influences the development of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 254: 625-636.

Kormoran

Neue Kormoran-Verordnung in Nordrhein-Westfalen

Diese Verordnung lässt den Abschuss von Kormoranen zum Schutz der heimischen Tierwelt und zur Abwendung erheblicher fischereiwirtschaftlicher Schäden zu. Die Zulassung ist beschränkt auf Kormorane, die sich auf, über oder näher als 100 Meter an einem stehenden oder fließenden Gewässer befinden. Ausgenommen sind Kormorane, die sich in einem befriedeten Bezirk, in einem Nationalpark, in einem Naturschutzgebiet oder in einem Europäischen Vogelschutzgebiet befinden. Außerdem von der Zulassung ausgenommen sind Kormorane an oder auf einem Privatgewässer, sofern der Nutzungsberechtigte sein Einverständnis zum Abschuss nicht schriftlich erklärt hat. Die Zulassung ist beschränkt auf die Zeit vom 16. September bis zum 15. Februar. Voraussetzung für den Abschuss ist ein gültiger Jagdschein sowie die Berechtigung zur Jagdausübung in dem jeweiligen Bereich oder eine Ermächtigung zum Abschuss von der jagdausübungsberechtigten Person. Inhaber von eingefriedeten Fischzucht- und Fischhaltungsanlagen sind, wenn sie einen gültigen Jagdschein besitzen, zum Abschuss innerhalb der Ein-

friedung berechtigt, wenn sich Kormorane auf oder über dem Betriebsgelände befinden. Ausnahmen und Befreiungen erteilen die unteren Landschaftsbehörden. Jagdausübungsberechtigte und Inhaber von Anlagen haben der unteren Jagdbehörde bis zum 15. April jedes Jahres die Zahl der im Vorjahr abgeschossenen Kormorane mitzuteilen.



Neuer Kormoran-Maßnahmenplan der Schweiz

Das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft in Bern hat im August 2005 einen neuen Maßnahmenplan [4] herausgebracht, der den Umgang mit Kormoranen in der Schweiz regelt. Dieser entstand aufbauend auf dem Maßnahmenplan von 1995 und beachtet die gestiegene Zahl der Vögel, die den Sommer über in der Schweiz bleiben, das Auftreten der ersten Brutkolonien und das mengenmäßig reduzierte Nahrungsangebot an Fischen in Fließgewässern und Seen. In diesem wird in Eingriffsgebiete (Fließgewässer und Kleinseen bis 50 Hektar), in denen Kormoranabwehr zulässig ist, in Nicht-Eingriffsgebiete (Seen über 50 Hektar und Flussstau), in denen keine Abwehrmaßnahmen zulässig sind sowie in Überlappungsgebiete unterschieden. Zusätzlich wird zwischen Sommer- und Wintermaßnahmen unterschieden. Im Winter ist in Eingriffsgebieten zum Schutz der Fische unter Auflagen der Abschuss von Kormoranen erlaubt, in Nicht-Eingriffsgebieten hingegen nicht. In Überlappungsgebieten mit überschneidenden Interessenlagen von Fischerei und Vogelschutz ist z. B. der Abschuss von Kormoranen an Netzen der Berufsfischer in

[4] <http://www.umwelt-schweiz.ch/imperia/md/content/gefisch/fischerei/kormoranbericht.pdf>

gewissen Seebereichen erlaubt, auf Abwehrmaßnahmen an gewissen Fließgewässerabschnitten (Wasser-
vogelgebiete an Fließgewässern) aber zu verzichten. Im Sommer sollen in Eingriffgebieten entstehende Brutkolonien und einfliegende Vögel abgewehrt werden, in Nicht-Eingriffgebieten bleiben entstehende Brutkolonien und einfliegende Kormorane unbehelligt.

Zusätzlich wurde ein Konfliktlösungs-Ausschuss gebildet. Dieser tritt zusammen, wenn in der Schweiz
1. die Anzahl der Kolonien fünf oder mehr beträgt oder die Anzahl der Kolonien an einem See oder in einem Kanton mehr als zwei betragen, 2. die Anzahl der brütenden Vögel 100 oder mehr Brutpaare übersteigt oder 3. die Netzschäden der Berufsfischerei ein untragbar hohes Ausmaß annehmen. Dieser kann folgende Maßnahmen empfehlen: 1. Belassen von Brutansiedlungen, keine Maßnahmen und 2. Verhindern von Brutansiedlungen (z. B. durch Veränderung des Lebensraumes) und nötigenfalls zusätzliche Eingriffe (z.B. Störungen, Gelegenentnahmen, gezielte Einzelabschüsse).