

AQUAKULTUR UND FISCHEREIINFORMATIONEN

AUS UNSERER FISCHEREIVERWALTUNG

Inhalt

Vorwort	2
Berufsfischerei am Bodensee-Obersee: Langzeitentwicklung des Ertrags und Ausblick	3
Ein Verfahren zur Plausibilitätskontrolle der ersten Jahresmarke auf den Kiemendeckeln von Flussbarschen	9
Invasive Arten als Fischnahrung im Bodensee? (Teil 2).....	12
Auf- und Untergangszeiten der Sonne in Konstanz im Jahr 2013 mit Berücksichtigung der Sommerzeit	17
Unbefriedigendes Ergebnis der Aquakulturstatistik schadet allen Fischzuchtbetrieben	18
Erhebung über die Erzeugung in Aquakulturbetrieben	18
Felchenaquakultur in Finnland	19
Qualität von Fischen aus konventioneller und ökologischer Aquakultur	22
Ökobilanz der teichwirtschaftlichen Produktion im Vergleich zu anderen Produktionsformen	27
Kurzmitteilungen.....	34

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

**Rundbrief 2
Oktober 2012**

Liebe Leser,

am Bodensee-Obersee setzten sich die seit Anfang des Jahres sehr niedrigen Fänge der Berufsfischer auch im Sommer fort. Der See unterliegt immer noch einem enormen Wandel. Er ist mittlerweile wieder nährstoffarm, dies wirkt sich stark auf den Fischbestand aus. Im ersten Artikel dieser Ausgabe werden die langfristigen Veränderungen der Fischerträge detailliert beschrieben und diskutiert. Weiterhin wird ein Ausblick auf die künftigen Erträge und die Berufsfischerei am Obersee insgesamt gewagt. Veränderungen im See ergeben sich aber auch durch die ungewollte Einführung neuer Arten. Zwei Wirbellose, der Höckerflohkrebs *Dikerogammarus villosus* und die Schwebe-garnele *Limnomysis benedeni*, haben sich vor einigen Jahren im See etabliert. In einem im letzten Jahr an der FFS durchgeführten Projekt wurde untersucht, welche Fische diese neuen Arten als Nahrung angenommen haben. Die Ergebnisse sind in einem eigenen Artikel dargestellt. Der Bedarf an Felchen im Bodenseegebiet ist hoch und kann durch die Wildfänge zeitweise nicht (mehr) gedeckt werden. Eine Möglichkeit, die Nachfrage zu bedienen, liegt

im Zukauf aus anderen Regionen, eine andere ergäbe sich durch die Erzeugung von Felchen in der Aquakultur. In Finnland werden bereits mehrere hundert Tonnen Felchen pro Jahr produziert. Die Eignung von Bodenseefelchen für die Aquakultur wird derzeit in der FFS untersucht. Um die Erzeugung von Fischen mit der von Landtieren zu vergleichen, ist es notwendig, eine ganzheitliche Produktbewertung durchzuführen. Dies bedeutet, dass auch Umweltkosten mit berücksichtigt werden müssen. Ein Beitrag zeigt auf, dass aquatische Tiere, insbesondere Fische, ein hervorragendes Potential für eine nachhaltige, ökologische Lebensmittelproduktion besitzen. Wir hoffen, dass die vorliegende AUF AUF-Ausgabe mit einer Vielzahl unterschiedlicher Themen für Sie interessante Informationen liefert.

Ihr Redaktionsteam

Redaktionelle Zusammenstellung und Versand:

Landwirtschaftliches Zentrum Aulendorf, Ref. 41:
Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg
Argenweg 50/1 - D-88085 Langenargen

Tel.: 07543/9308-0 Fax: 07543/9308-320
eMail: Poststelle-FFS@LAZBW.BWL.DE
Internet: WWW.LAZBW.DE

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

Zitervorschlag:
Fischereinformationen aus Baden-Württemberg



Berufsfischerei am Bodensee-Obersee: Langzeitentwicklung des Ertrags und Ausblick

R. Rösch

Der fischereiliche Ertrag des Bodensee-Obersees hat sich in den letzten Jahren stark gewandelt und ist seit mehr als 20 Jahren in der Tendenz rückläufig. Nachdem der Nährstoffgehalt wieder auf dem niedrigen Niveau wie vor Beginn der Nährstoffzunahme liegt, ist zu erwarten, dass sich auch der Fischertrag erneut in diese Richtung bewegen wird. Das Jahr 2012 ist bisher (Stand August 2012) ein sehr schlechtes Fangjahr und dementsprechend für die Berufsfischerei wirtschaftlich sehr schwierig. Ein zu erwartender Gesamtertrag im Bereich zwischen 400 und 600 t wird die ökonomische Situation der Berufsfischer weiter verschärfen.

Einleitung

Der Bodensee-Obersee wird vielfach genutzt: er ist Trinkwasserspeicher für mehr als 4 Mio. Menschen, sein Einzugsgebiet ist eine beliebte Feriengegend mit mehreren Mio. Besuchern jährlich und eine wirtschaftlich aufstrebende Region im Süden Deutschlands. In diesem Spannungsfeld steht die Fischerei. Mehr als 10.000 Angelfischer gehen auf dem See ihrem Hobby nach und mehr als 120 Familien leben derzeit noch direkt von den Erträgen der Fischerei.

Eine Statistik der Erträge der Berufsfischerei wird seit 1910 geführt. Dies ist eine der längsten Zeitreihen für Seen weltweit. Im Folgenden wird für ausgewählte Fischarten der Ertrag der Berufsfischerei dargestellt und vor dem Hintergrund der aktuellen Situation diskutiert.

Nährstoffgehalt des Bodensees

Bis Ende der 1940er Jahre war der Bodensee ein nährstoffarmer Voralpensee. Mit Fortschreiten der Industrialisierung, der Intensivierung der Landwirtschaft und steigender Bevölkerungszahl im Einzugsgebiet des Bodensees nahm ab den 1950er Jahren der Nährstoffgehalt des Sees zu. Er erreichte seinen Maximalwert von 87 mg Phosphor/m³ (P/m³) im Jahr 1979 (Abb. 1). Schon in den 1970er Jahren wurden intensive Maßnahmen ergriffen, um

den Nährstoffeintrag in den See zu reduzieren. In der Folge ging der Nährstoffgehalt ständig zurück, und mit nur noch 5,9 mg P/m³ im Jahr 2012 liegt er aktuell so niedrig wie zu Beginn der 1950er Jahre (IGKB 2012). Die Entwicklung des Sees ist ausführlich in Zintz et al. (2009) dargestellt.

Ertrag der Berufsfischerei

Gesamtertrag

Der Gesamtertrag umfasst alle von den Berufsfischern gefangenen Fische. Bis 1955 lag der Ertrag zwischen 192 t im Jahr 1911 und 689 t im Jahr 1951 (Abb. 1). Erstmals im Jahr 1933 wurden mehr als 600 t

gefangen. Vorher lag der Ertrag deutlich niedriger und erreichte nur in wenigen Jahren 400 t. Der mittlere Ertrag für den Zeitraum 1910 bis 1955 war 425 t. Im Jahr 1956 wurden erstmals mehr als 1000 t gefangen und bis 2005 lag der Ertrag von wenigen Ausnahmen abgesehen immer über 800 t mit einem Maximalwert von 1897 t im Jahr 1977. Der mittlere Ertrag dieses Zeitraums war 1138 t. 2006 und 2007 folgte ein deutlicher Ertragseinbruch mit nur noch 617 bzw. 593 t. In den darauf folgenden 4 Jahren (2008-2011) lag der Gesamtertrag wieder etwas höher. Der Verlauf des Ertrags lässt sich somit in drei Zeiträume einteilen: 1910-1955, 1956-2005,

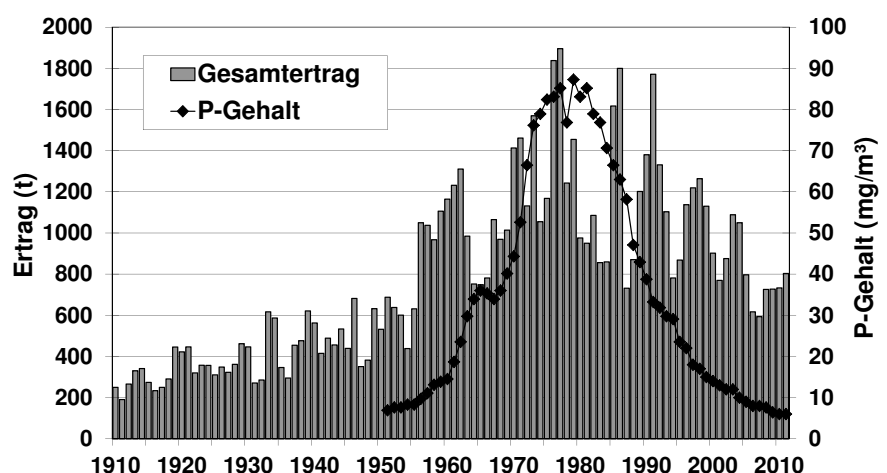


Abbildung 1: Gesamtertrag (alle Fischarten) der Berufsfischer des Bodensee-Obersees 1910 - 2011. Zusätzlich ist der Gesamt-P-Gehalt (mg/m³) eingezeichnet.

2006-heute. Diese Einteilung lässt sich auch anhand des jeweiligen P-Gehaltes des Sees treffen. Die mittlere Periode ist der Zeitraum, in dem die P-Gehalte über einem Wert von 8 mg/m³ lagen. Zu beachten ist ein Anstieg der Maximalerträge von 1955 bis 1977 und danach ein kontinuierlicher Rückgang, der sich letztlich bis heute fortsetzt.

Felchen - Ertrag

Ein anderes Bild als das des Gesamtertrags bietet der Verlauf des Felchenertrags (Abb. 2). Bis 1955 erreichte der Felchenertrag nur in wenigen Jahren einen Wert von 400 t und mehr, meist lag er deutlich niedriger. Der Mittelwert für diesen Zeitraum war 289 t. Im Jahr 1956 wurden erstmals seit Bestehen der Statistik mehr als 800 t Felchen gefangen. Das erste „Fanghoch“ der Felchen hielt jedoch nur wenige Jahre an und es folgte eine Zeit mit großen Schwankungen im Ertrag. Ein zweites „Fanghoch“ dauerte von 1989 bis 2005. In diesem Zeitraum fiel der Ertrag mit Ausnahme von 1994 und 1995 nie unter 600 t. Der mittlere Jahresertrag für 1956-2005 war 568 t mit einer Streuung von 273 t. Dieser Wert ist doppelt so hoch wie für den Zeitraum 1910-1955. Die hohe Streuung spiegelt die starken Ertragsschwankungen in dieser Zeit wider. 2006-2009 lag der Felchenertrag deutlich unter 600 t, 2010 und 2011 aber wieder darüber. Betrachtet man jedoch die letzten 20 Jahre insgesamt, ist eine deutliche Tendenz des Rückgangs des Felchenertrags zu erkennen. Eine vorläufige Abschätzung des Ertrags im Jahr 2012 anhand des bisherigen Fangverlaufs (Stand September 2012) ergibt einen Felchenertrag von höchstens 400 t.

- Alterszusammensetzung

In Abbildung 3 ist die prozentuale Alterszusammensetzung der Felchen aus den 40 mm Netzen der Versuchsfischerei der FFS für die Jahre 1991-2011 aufgetragen. In dieser Zeit hat sich die Alterszusammensetzung deutlich geändert. Zu Anfang des Untersuchungszeitraums

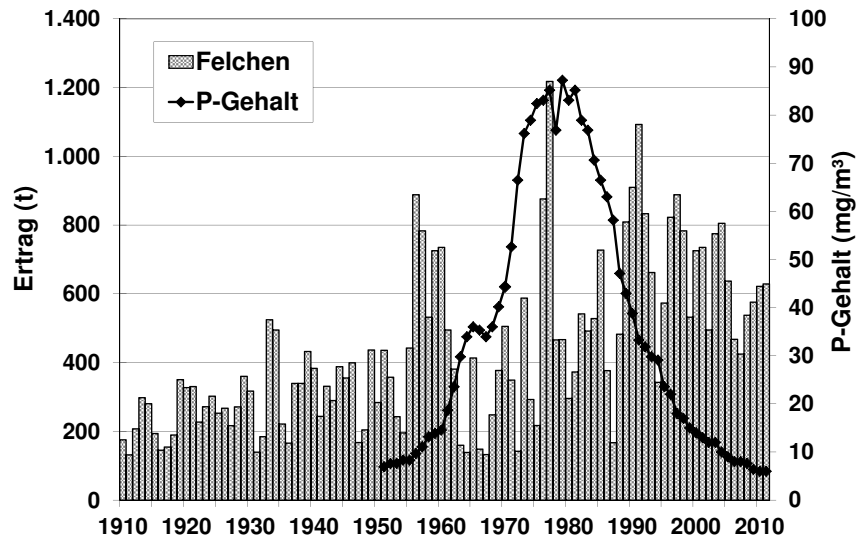


Abbildung 2: Felchenertrag der Berufsfischer im Bodensee-Obersee 1910-2011.

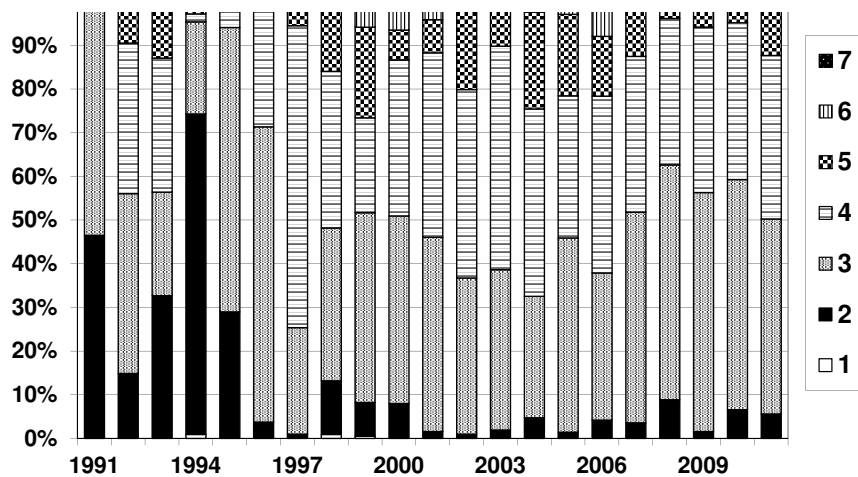


Abbildung 3: Mittlere Alterszusammensetzung der Felchen im 40 mm Netz in den Versuchsfängen der FFS 1991-2011.

waren ein erheblicher Teil des Jahresfanges Fische, die im 3. Lebensjahr waren (2+). Mittlerweile macht diese Altersgruppe nur noch einen geringen Anteil aus, und der Fang besteht hauptsächlich aus Fischen im 4. (3+) und 5. (4+) Lebensjahr. Um die Jahrtausendwende waren bis zu 20 % des Versuchsfangs im 6. Lebensjahr (5+) oder älter. Derzeit ist der Anteil so alter Felchen in den Versuchsfängen gering.

Barsch

Bis in die 1950er Jahre waren Barsche keine besonders erwünschte Fischart. Erst als die Berufsfischer lernten, Barsche zu filetieren, nahm die Nachfrage und dementsprechend auch die Fangintensität auf Barsche zu. Bis 1957 war der Barschertrag niedrig und erreichte nur in wenigen Jahren Werte von >100 t, meist lag er deutlich darunter (Abb. 4). Der Durchschnittswert für diese Zeit war 49 t. Ein anderes Bild bietet der Zeitraum von 1958 bis 1998. Hier war der Barschertrag von wenigen Ausnahmen abgesehen größer

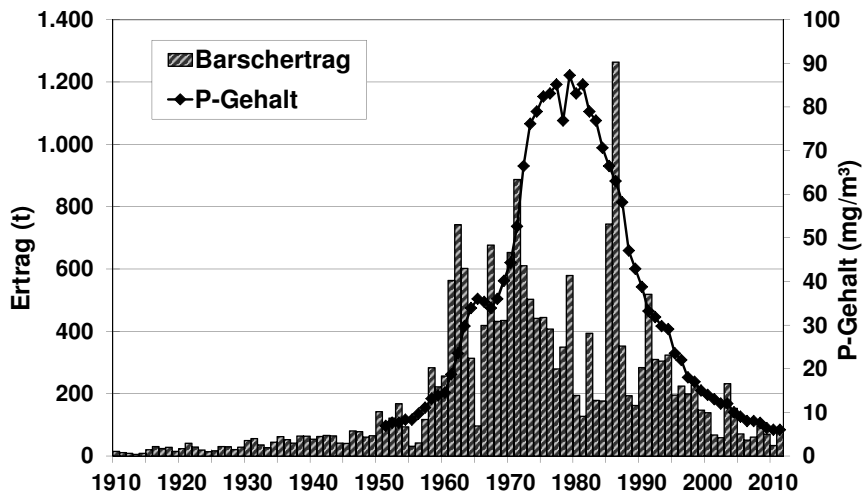


Abbildung 4: Barschertrag der Berufsfischer im Bodensee-Obersee: in den letzten Jahren liegt der Ertrag wieder auf dem niedrigen Niveau wie vor Beginn der Eutrophierung in der 1950er Jahren.

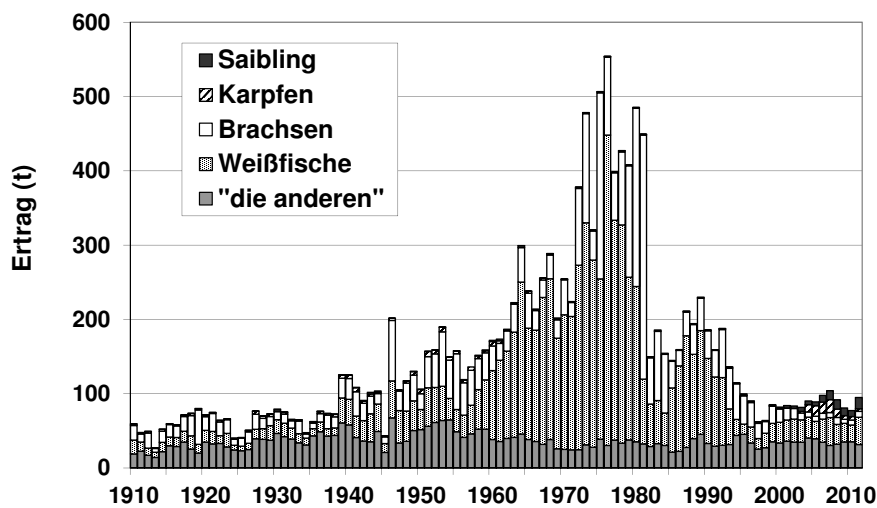


Abbildung 5: Ertrag „Sonstige“ von 1910-2011. Hier sind alle von den Berufsfischern gefangenen Fischarten mit Ausnahme von Felchen und Barsch zusammengefasst. In der Zeit der Eutrophierung erreichten die Erträge dieser Fischgruppe bis über 500 t. Im oligotrophen See ist der Ertrag dagegen im Bereich von oder deutlich unter 100 t.

als 200 t und der durchschnittliche Ertrag war 404 t. Das Maximum wurde mit 1263 t im Jahr 1986 erzielt. Solch ein hoher Ertrag war jedoch die absolute Ausnahme. Eine gute Zeit für den Barschfang waren die 1960er und 70er Jahre, danach gab es von Jahr zu Jahr große Schwankungen. In den 1990er Jahren ging der Barschertrag stark zurück, und im letzten Jahrzehnt lag er mit Ausnahme der Jahre 2003 und 2004 deutlich unter 100 t. Dementspre-

chend war der Mittelwert des Ertrags für den Zeitraum 1999 bis 2011 nur noch 97 t. Das ist zwar immer noch fast das Doppelte wie in der Zeit vor 1958, aber auch bei den Barschen zeigt die langfristige Tendenz der letzten Jahre nach unten.

Ertrag Sonstige

Unter „Sonstige“ sind alle weiteren von den Berufsfischern gefangenen Fischarten mit Ausnahme von Barsch und Felchen zusammengefasst. Bis Ende der 1930er Jahre lagen die Erträge „Sonstige“ mit geringen Schwankungen deutlich unter 100 t (Abb. 5). Im Jahr 1939 überstiegen ihre Erträge erstmals die Grenze von 100 t, sie stiegen ab den 1940er Jahren nahezu kontinuierlich an und erreichten nach einem Plateau im Bereich von 250-300 t in den 1960er Jahren in den 1970er Jahren die höchsten Werte. Das Maximum war im Jahr 1976 mit 556 t erreicht. Der drastische Rückgang von 451 t im Jahr 1981 auf nur noch 151 t im darauffolgenden Jahr war nicht einer Veränderung des Fischbestandes geschuldet, sondern hatte seinen Grund darin, dass mit Ende des Jahres 1981 der sogenannte „Weißfischpfennig“ auslief. In den Vorjahren war der Fang von Cypriniden mit 0,30 DM/kg bezuschusst worden. Mit dem Wegfall dieser Bezuschussung war der Massenfang von Weißfischen nicht mehr wirtschaftlich und wurde eingestellt. Mittlerweile ist der Ertrag an „Sonstigen“ mit knapp 100 t wieder im Bereich der Zeit vor der Eutrophierung. Allerdings ist der Beitrag der einzelnen Arten zum Gesamtertrag aktuell anders als vor der Eutrophierung, da Seesaiblinge und Karpfen in den letzten Jahren verstärkt zum Fang beitrugen. Bis vor wenigen Jahren war das nicht der Fall gewesen.

Relative Fangzusammensetzung

Meist wird der Jahresfang wie oben in Gewichtseinheiten (kg oder t) dargestellt. Aufgrund der teilweise großen Schwankungen von Jahr zu Jahr macht dies jedoch den Vergleich einzelner Jahre untereinander schwierig. Besser vergleichbar sind die Fänge einzelner Jahre jedoch, wenn die Erträge der einzelnen Fischarten als prozentuale Anteile des jeweiligen Gesamtertrags berechnet werden. Dies ist im Folgenden geschehen.

Bis Mitte der 1950er Jahre und ab ca. 1990 machten Felchen mehr als 2/3 des Gesamtertrags aus. In der nährstoffreichen Zeit des Sees dazwischen war der Felchenanteil jedoch teilweise sehr viel niedriger und der Ertrag bestand bis zu 60 % aus anderen Fischarten (Abb. 6). Die nach den Felchen zweitwichtigste Fischart war meist der Barsch, die anderen Fischarten machten mengenmäßig meist nur einen kleinen Anteil am Gesamtfang aus. In den letzten Jahren hat der Anteil der Barsche am Gesamtfang stark abgenommen und der Anteil der Felchen liegt wieder auf der Höhe wie vor Beginn der Nährstoffzunahme.

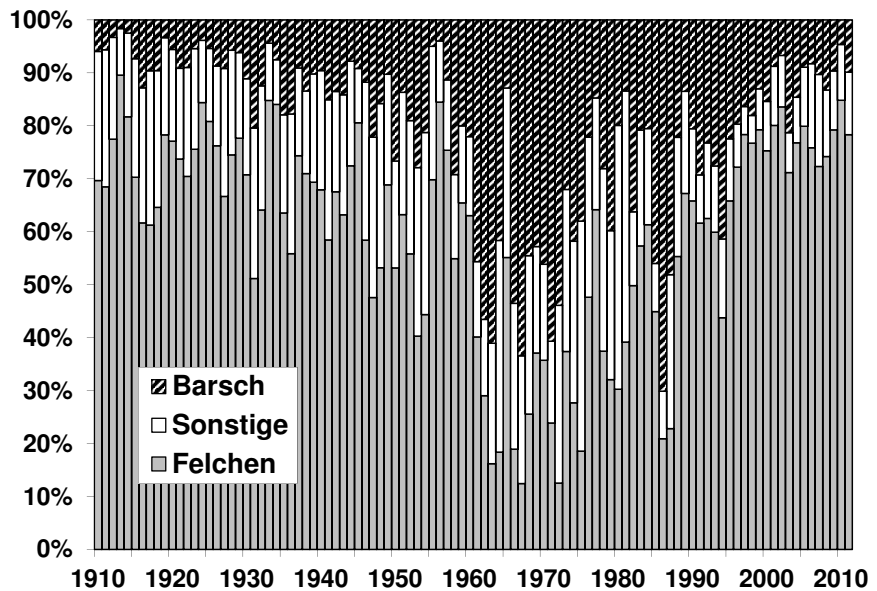


Abbildung 6: relative Zusammensetzung des Fangs der Berufsfischer: bis Anfang der 60er Jahre und seit Anfang der 1990er Jahre sind meist >75 % des Fanges Felchen.

Nährstoffsituation und Ertrag

Ein wesentlicher Parameter für die Nährstoffsituation des Sees ist der Phosphorgehalt. Der Phosphorgehalt im See wird seit 1951 gemessen. Versucht man den fischereilichen Gesamtertrag des jeweiligen Jahres mit dem entsprechenden Phosphorgehalt des Bodensee-Obersees in Zusammenhang zu bringen, ergibt sich auf den ersten Blick ein ziemlich unübersichtliches Bild. Wenn man jedoch den mittleren Ertrag für die Jahre mit einem P-Gehalt von <10 mg/m³, 10-20 mg/m³ und >20 mg/m³ berechnet (Abb. 7), sind mehrere Tendenzen zu sehen. Ist die P-Konzentration <10 mg/m³, dann ist der mittlere Ertrag 666 t mit einer Streuung von 102 t, im Bereich von 10-20 mg/m³ ist der mittlere Ertrag 1061 t mit einer Streuung von 144 t und bei >20 mg/m³ ist der mittlere Ertrag mit 1176 t nur wenig höher, aber die Streuung wesentlich größer. Ähnliche Verläufe des fischereilichen Ertrags zeigen viele andere Seen im Voralpengebiet. Darauf wird ausführlicher in einem eigenen Artikel in einer der nächsten Ausgaben von AUF AUF eingegangen.

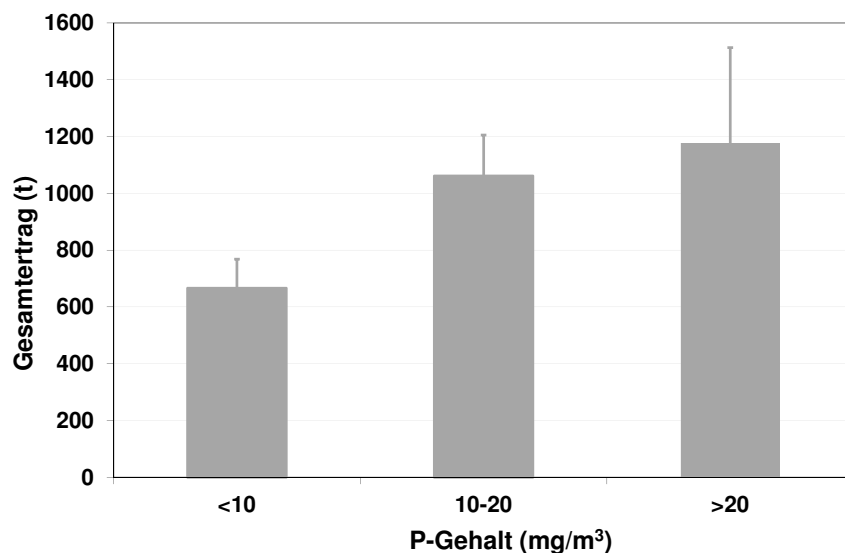


Abbildung 7: Gesamtertrag der Berufsfischerei des Bodensee-Obersees, aufgetragen gegen den P-Gehalt.

Aktuelle Situation und Ausblick

Aktuell (Stand September 2012) ist im Bodensee-Obersee der Felchenertrag wesentlich niedriger als in den vergleichbaren Vorjahresmonaten. Dies deutet zusammen mit dem schlechten Fangverlauf seit Beginn des Jahres darauf hin, dass der Felchenfang 2012 im Vergleich zu den Vorjahren sehr schlecht ausfallen wird. Über die Gründe des Fangeinbruchs wurde schon

viel diskutiert, und es wurden sehr viele verschiedene Theorien und Hypothesen aufgestellt. Eine ganz wesentliche Ursache dürfte der sehr niedrige Nährstoffgehalt des Bodensee-Obersees sein.

Die Meinungen darüber, ob es Möglichkeiten gibt, den Ertrag durch Veränderungen/Optimierungen des fischereilichen Managements zu steigern, gehen deutlich auseinander. Diskutiert werden verschiedene Ansätze. Ein Ansatz ist, mehr Netze pro Patent zu erlauben. Mit der

derzeitigen Netzzahl werden auch heute schon >95 % der Felchen gefangen, sobald die Fanggröße erreicht ist. Es würden somit nur mehr Netze bei gleichbleibendem Ertrag verwendet. Ein anderer Ansatz ist die Freigabe von Netzen mit kleineren Maschenweiten. Dies würde kurzfristig einen etwas höheren Ertrag ermöglichen, da man mit diesen Netzen in den unbefischten Bestand eingreifen würde. Mit kleineren Maschenweiten wäre letztlich aber eine deutliche Fangeinbuße verbunden. Im 38 mm Netz sind Felchen im Schnitt 25 g leichter als im 40 mm Netz. Bei einer angenommenen Anzahl von 1 Mio. Felchen, die pro Jahr mindestens gefangen werden, würden somit allein durch eine generelle Maschenweitenreduktion von 40 auf 38 mm 25 t weniger gefangen werden.

Von einzelnen Berufsfischern wird gefordert, den Phosphateintrag in den Bodensee wieder zu steigern und so letztlich den fischereilichen Ertrag zu erhöhen. Es ist aber, abgesehen von der politischen Dimension solch einer Maßnahme, fachlich völlig unklar, ob der gewünschte Effekt, nämlich ein deutlicher Anstieg des Fischertrages überhaupt eintreten würde. In einem freien Gewässer wirken sehr viele verschiedene Faktoren in teils sehr unterschiedlicher Weise. Ein Beispiel soll das verdeutlichen. In den 1930er Jahren wurde dem damals nährstoffarmen Schleinsee (ca. 3 km nördlich von Kressbronn am Bodensee) eine größere Menge an Phosphat zugegeben und der Effekt auf den See über mehrere Jahre untersucht (Einsele 1941). Der Phosphor war schon nach kurzer Zeit in der freien Wassersäule nicht mehr nachweisbar und letztlich war der Effekt auf den Schleinsee gering. Übertragen auf den Bodensee gilt somit noch vielmehr, dass die Effekte einer verstärkten Nährstoffzufuhr nur sehr schwer abzuschätzen wären.

Insgesamt ist der Bodensee-Obersee aktuell an einem Punkt angelangt, an dem mit weiter zurückgehenden Erträgen gerechnet werden muss. Vergleicht man den

Verlauf des fischereilichen Ertrags mit dem des Verlauf des P-Gehalts in Schweizer Seen, dann zeigt sich, dass der fischereiliche Ertrag dem Verlauf der P-Kurve mit einigen Jahren Verzögerung folgt. Dieser zeitliche Versatz ist von See zu See unterschiedlich und liegt im Bereich zwischen 5 und 10 Jahren. Nachdem der P-Gehalt des Bodensee-Obersees nun seit 7 Jahren den Wert von 10 mg/m³ unterschritten hat, ist dementsprechend auch mit einem weiteren langfristigen Rückgang des fischereilichen Ertrags zu rechnen. Der bisherige Verlauf des Felchenfangs in diesem Jahr deutet daraufhin, dass der Ertrag der letzten 4 Jahre bei weitem nicht erreicht werden wird. Ob dies nur eine natürliche Schwankung ist, die von jeher dazu gehört hat oder der Beginn eines deutlichen Ertragsrückgangs, werden die kommenden Jahre zeigen.

Zwei Ereignisse im Jahr 2011, die für sich allein betrachtet in keinem Zusammenhang stehen, wiesen im Nachhinein schon auf einen Ertragsrückgang für 2012 hin. Der erste Hinweis war der Fangverlauf der Felchen im Sommer 2011. Normalerweise ist der September der beste Fangmonat des Jahres und auch im Oktober geht der gute Fang weiter. Nicht umsonst wurde in früheren Jahren aufgrund des Massenfangkriteriums der Fang im September/Oktober immer wieder eingeschränkt. Das war in 2011 jedoch nicht der Fall. Der Fang im September und Oktober war zwar gut, aber wirkliche Massenfänge wurden nicht verzeichnet. Ein noch deutlicherer Hinweis war der Laichfischfang auf Felchen im Dezember 2011. Im Ergebnis, sowohl hinsichtlich der Laichmenge als auch der Menge an gefangenen Fischen, war dies die schlechteste Laichfischerei seit 1974 (siehe AUF AUF 1/2012).

Beides zusammengenommen lässt darauf schließen, dass der Bestand an fangreifen Felchen in dieser Zeit nicht besonders groß war. Zur Erklärung des schlechten Ergebnisses der Laichfischerei wurde auch die Hypothese diskutiert, dass die Felchen sich während der

Laichzeit anders verhielten als sonst und deshalb nur wenige gefangen wurden. Dagegen spricht aber, dass in einem solchen Fall dann im nachfolgenden Frühjahr 2012 gut Felchen hätten gefangen werden müssen. Das war aber nicht der Fall. Das schlechte Ergebnis der Laichfischerei beruhte also offensichtlich wirklich auf nur wenigen vorhandenen großen, laichreifen Felchen.

Ausgehend von den Ertragszahlen zu Beginn der Eutrophierung ist realistischere Weise nur mit einem Felchenertrag zwischen 200 und 400 t und einem Gesamtertrag zwischen 400 und 600 t zu rechnen. Oft wird argumentiert, dass vor der Eutrophierung die Fangintensität niedriger und mit heutigen Methoden und Fanggeräten der Ertrag höher gewesen wäre. Elster (1944) berechnete jedoch für die 1930er Jahre, dass schon in dieser Zeit die Fangintensität so hoch war, dass nahezu alle Felchen gefangen wurden, sobald sie die Fanggröße erreicht hatten. Damals wurde der überwiegende Teil der Felchen mit dem Klusgarn gefangen. Heute wird auf Felchen ausschließlich mit Kiemennetzen gefischt, deren Mindestmaschenweite genau festgelegt ist. Die Felchen im Fang sind altersmäßig mit den damaligen vergleichbar.

Barsche waren erst ab den 1950er Jahren eine gesuchte Fischart, als die Berufsfischer gelernt hatten, sie zu filetieren. Dementsprechend war die Fangintensität auf Barsche vorher gering und die tatsächliche Fangmenge vermutlich nur bedingt mit dem Bestand korreliert. Bis vor einigen Jahren konnten die Berufsfischer bei schlechten Felchenfängen auf den Barsch ausweichen, um den Einkommensausfall zu kompensieren. Angesichts der niedrigen Barschfänge in den letzten Jahren ist diese Option jedoch nicht mehr gegeben. Andere Fischarten wie z. B. Seesaibling oder Karpfen sind auf den gesamten Obersee gesehen auch keine Alternative, die die Lücke des niedrigen Felchenertrags ausfüllen könnten. Der Ertrag dieser beiden Arten hat erfreulicherweise zugenommen, er liegt aber jeweils

nur im Bereich von < 5% des Gesamtertrages. Insgesamt besteht der Fang der Berufsfischer am Bodensee-Obersee schon seit ca. 20 Jahren zu ca. 70-80 % aus Felchen (Abb. 6). Andere Fischarten sind somit zwar ein willkommenes Zubrot, können aber nicht die Haupteinnahmequelle darstellen. Auch dies zeigt, dass sich der See in einem mittlerweile wieder nährstoffarmen Zustand befindet.

Insgesamt betrachtet müssen sich die Berufsfischer am Bodensee-Obersee zukünftig wohl mit niedrigen Fangerträgen arrangieren. Bei einer Beibehaltung der jetzigen Vermarktungsstruktur und Vertriebswege bedeutet dies, dass sich die Einkommenssituation der Berufsfischer weiter nachhaltig verschlechtern wird. Es sind daher innovative Ansätze gefragt, die diesen Veränderungen in der zukünftigen Vermarktung Rechnung tragen.

Literatur

- Einsele W. (1941). Die Umsetzung von zugeführtem anorganischem Phosphat im eutrophen See und ihre Rückwirkung auf seinen Gesamthaushalt. Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften 39: 407-488.
- Elster J. (1944). Über das Verhältnis von Produktion, Bestand, Befischung und Ertrag sowie über die Möglichkeiten der Steigerung der Erträge, untersucht am Beispiel der Blaufelchenfischerei des Bodensees. Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften 42 (2/3): 170-355.
- Zintz K., Löffler H. & Schröder H.G. (2009). Der Bodensee - Ein Naturraum im Wandel. Thorbecke Verlag Ostfildern, 156 S.

Ein Verfahren zur Plausibilitätskontrolle der ersten Jahresmarke auf den Kiemendeckeln von Flussbarschen

Prof. Dr. R. Eckmann, Universität Konstanz

Das Alter von Flussbarschen wird am Bodensee routinemäßig anhand der Kiemendeckel bestimmt. Dabei ist die erste Jahresmarke sowohl bei älteren als auch bei jüngeren Tieren oft nur schwer zu erkennen. Hier wird ein Verfahren vorgeschlagen, mit dem überprüft werden kann, ob bei einer gegebenen statistischen Wahrscheinlichkeit eine vermeintliche Jahresmarke als solche akzeptiert werden sollte oder nicht. Das Verfahren beruht auf der Längenrückberechnung eines Fisches anhand der Breite seiner ersten Jahresmarke und dem Vergleich dieser Länge mit der Längenverteilung seiner Kohorte am Ende ihres ersten Winters. Die Längenverteilung wird anhand einer unselektiven Probe bestimmt, und es wird eine kritische maximale Länge bestimmt, jenseits derer ein Fisch mit einer bestimmten statistischen Sicherheit nicht mehr zu dieser Kohorte gehört. Überschreitet die rückberechnete Länge diese kritische Länge, würde die erste Jahresmarke nicht als solche akzeptiert werden.

Für die Altersbestimmung von Flussbarschen werden in der Regel die Kiemendeckel verwendet, da die jährlichen Zuwächse auf ihnen leichter zu erkennen sind als auf den Schuppen. Dies hängt mit der komplizierten Struktur der Kammschuppen von barschartigen Fischen zusammen, die schwerer zu lesen sind als die Rundschuppen der lachs- oder karpfenartigen Fische. Die Altersbestimmung und Wachstumsrückberechnung anhand der Kiemendeckel von Barschen wurde von Le Cren 1947 in einer grundlegenden Arbeit eingeführt. Er hat die Ausbildung der Jahresmarken auf den Kiemendeckel beschrieben, die Genauigkeit der Altersbestimmung anhand dieser Strukturen überprüft, sowie die Möglichkeit der Wachstumsrückberechnung anhand der Jahresmarken aufgezeigt. Eine Jahresmarke ist nach dieser Untersuchung bei Betrachtung im Durchlicht durch einen opaken zu einer transparenten Zone gekennzeichnet, die dann abrupt aufhört und durch eine neue opake Zone abgelöst wird. Le Cren stellte allerdings auch fest, dass die erste Jahresmarke bei vielen Tieren nur schwer zu erkennen ist, da sie oft einen unklaren Übergang von einer breiten Zone zu einer anderen dar-

stellt. Dies ist vor allen Dingen bei dicken Kiemendeckeln von älteren Barschen der Fall. Auch bei den Barschen des Bodensees ist es oft schwierig, die erste Jahresmarke eindeutig zu erkennen, und dies nicht nur bei älteren sondern auch schon bei zwei- oder dreijährigen Tieren.

Bei der Altersbestimmung von Fischen anhand von Hartstrukturen kann man nie eine „richtige“ Entscheidung treffen, man kann lediglich die Plausibilität der Entscheidung für oder gegen eine Jahresmarke überprüfen und versuchen, auf diese Art und Weise die Fehlerquote bei der Altersbestimmung zu verringern. Wenn Zweifel bestehen, ob eine Struktur auf einem Kiemendeckel tatsächlich der ersten Jahresmarke entspricht, wird oft folgendes Hilfsmittel verwendet: man vergleicht den Abstand vom Zentrum des Kiemendeckels bis zu der vermeintlichen ersten Jahresmarke mit der Größe des Kiemendeckels eines einjährigen Fisches. Dieser Referenzfisch sollte gefangen werden, nachdem er seine erste Wachstumssaison abgeschlossen hat, aber noch bevor die nächste Wachstumssaison beginnt (April/Mai). Wenn der Abstand vom Zentrum des Kiemendeckels zu der vermeintlichen Jahresmarke größer

ist als der zum Vergleich herangezogene Kiemendeckel, dann ist die erste Jahresmarke sehr wahrscheinlich so schwach ausgebildet, dass sie übersehen wurde, und die auf dem Kiemendeckel festgestellte Struktur entspricht der zweiten Jahresmarke. Die Plausibilitätskontrolle führt in diesem Fall also dazu, dass das Alter des Fisches um ein Jahr heraufgesetzt wird.

Mit diesem Vorgehen können Unterschätzungen des Alters weitgehend vermieden werden. Dabei wird allerdings vernachlässigt, dass die Totallänge der Flussbarsche nach ihrem ersten Lebensjahr von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich sein kann. Wenn man den Kiemendeckel eines schnell gewachsenen Barsches zu beurteilen hat und den Kiemendeckel eines langsamer wachsenden Barsches als Referenz verwendet, dann kann es vorkommen, dass die erste Jahresmarke, weil sie deutlich größer ist als der zum Vergleich dienende Kiemendeckel, nicht als solcher akzeptiert, sondern als zweite Jahresmarke interpretiert wird. In diesem Fall kommt es also zu einer Überschätzung des Alters (in statistischer Terminologie ist dies der α -Fehler / Fehler erster Art). Im umgekehrten Fall, wenn der Kiemendeckel eines langsam gewachsenen Barsches zu beurteilen ist

und der Referenzkiemendeckel von einem schnell gewachsenen einjährigen Barsch stammt, dann kann es zu einer Unterschätzung des Alters kommen, sofern die zweite Jahresmarke auf dem zu analysierenden Kiemendeckel kleiner ist als der zum Vergleich dienende Kiemendeckel (in statistischer Terminologie ist dies der β -Fehler / Fehler zweiter Art).

Deshalb wird hier ein Verfahren vorgeschlagen, wie mit einem für jede Kohorte angepassten Kriterium die Wahrscheinlichkeit der fehlerhaften Bestimmung der ersten Jahresmarke verringert werden kann. Die Abbildung 1 zeigt die Längenhäufigkeitsverteilung der mit einem für kleine Barsche unselektiven Schleppnetz im April 2011 gefangenen Tiere. Mit dem Programm FISAT II (FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools) kann an die Längenhäufigkeitsverteilung der jüngsten Kohorte eine Normalverteilung angepasst werden. Aus Mittelwert und Standardabweichung dieser Normalverteilung kann über eine z-Transformation diejenige Fischlänge berechnet werden, welche diese jüngste Kohorte in die 95 % kleineren und die 5 % größeren Tiere aufteilt. Diese Werte lagen für die Kohorten 2000 – 2011 der Flussbarsche im Bodensee-Obersee zwischen 8,2 und 10,2 cm (Tab. 1). Das belegt noch einmal sehr deutlich die obige Aussage, dass das Wachstum der Barsche im ersten Lebensjahr von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich sein kann. Die Verwendung eines einzigen Referenzkiemendeckels für die Beurteilung, ob es sich bei einer Struktur um die erste Jahresmarke handelt oder nicht, kann also sowohl zu Über- als auch zu Unterschätzungen führen.

Um diese Fehler zu vermeiden, wird für jede Kohorte nach dem oben beschriebenen Verfahren die „kritische“ Länge berechnet, oberhalb derer man einen Fisch nicht mehr als zu dieser Kohorte zugehörig betrachten will. Dieser Wert kann das 90 % oder 95 % Percentil sein oder auch ein anderer Wert, auf den sich alle Bearbeiter am See einigen müssten. Mit einer Beziehung zwischen der Kiemendeckelbreite

Tabelle 1:

Mittlere Totallängen \pm Standardabweichungen für die Flussbarschkohorten 2000 bis 2011 vor Konstanz-Egg, Totallänge für das 95 %-Percentil (TL 95 %) der jeweiligen Verteilung und die dieser Länge entsprechende Kiemendeckelbreite (KDB). Dies ist der „kritische“ Wert anhand dessen entschieden wird, ob ein Fisch noch zu dieser Kohorte gehört.

Kohorte	TL (cm)	St.abw.	TL (95%)	KDB (mm)
2000	8,45	0,66	9,53	4,8
2001	7,58	0,53	8,45	4,2
2002	8,74	0,69	9,88	5,0
2003	8,72	0,78	10,01	5,0
2004	8,05	0,57	8,99	4,5
2005	8,79	0,59	9,76	4,9
2006	8,27	0,69	9,41	4,7
2007	8,57	0,70	9,71	4,9
2008	7,21	0,57	8,15	4,1
2009	7,68	0,46	8,43	4,2
2010	9,13	0,68	10,24	5,2
2011	8,04	0,58	9,00	4,5

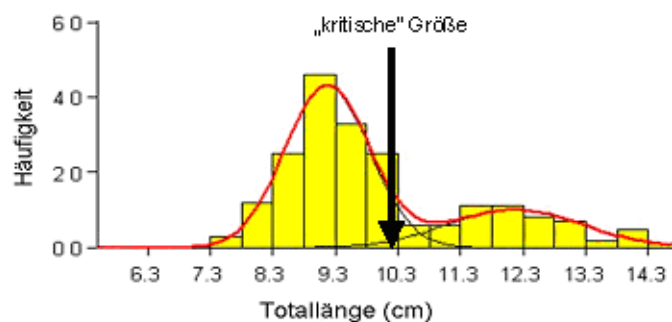


Abbildung 1:

Längenhäufigkeitsverteilung von Flussbarschen im April 2011 vor Konstanz-Egg, gefangen mit Grundsleppnetz (5 mm Maschenweite im Steert). Bei einer mittleren Länge der ersten Kohorte von $9,13 \pm 0,68$ cm beträgt der „kritische“ Wert 10,24 cm. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fisch mit größerer Totallänge zur Kohorte 2010 gehört, ist kleiner als 5 %.

und der Totallänge für Flussbarsche des Bodensees kann man dann die der jeweiligen „kritischen“ Länge entsprechende Kiemendeckelbreite berechnen und mit der Größe der fraglichen Struktur auf einem Kiemendeckel vergleichen. Der sauber geputzte Kiemendeckel muss dabei

von der Innenseite betrachtet werden, um den Punkt für den Beginn der Messung genau festlegen zu können. Die Messung beginnt am Hinterrand des Kiemendeckelgelenks (vgl. Abb. 2), mit dem der Kiemendeckel am Schädel skelett (am Hyomandibulare) befestigt ist.

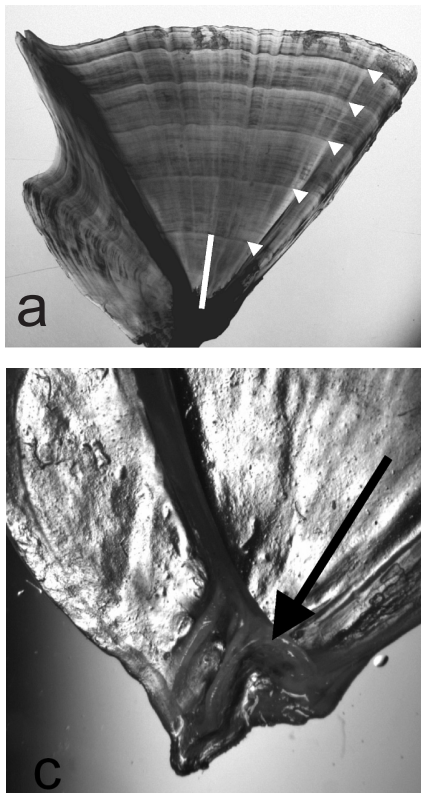


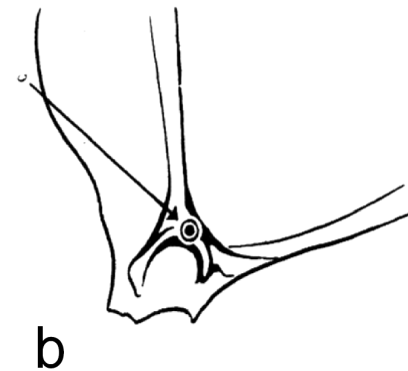
Abbildung 2: a) Vermessen der Breite der ersten Jahresmarke (hier leicht zu erkennen) ausgehend vom Hinterrand des Kiemendeckelgelenks im rechten Winkel zum äußeren Rand des Kiemendeckels. Jahresmarken durch Dreiecke markiert. b) Schematische Darstellung des Ausgangspunktes (s. Pfeil) der Messung (modifiziert nach Le Cren 1947). c) Nahaufnahme des Kiemendeckelgelenks, Ausgangspunkt für die Messung der Kiemendeckelbreite durch Pfeil markiert.

Die Beziehung zwischen Kiemendeckelbreite und Totallänge wurde anhand von 56 Wertepaaren mit einer RMA-Regression („geometric mean regression“) berechnet:

$$\text{Kiemendeckelbreite} = \text{Totallänge} \cdot 0,527 - 0,248.$$

Sie hat ein Bestimmtheitsmaß von 98,3 %.

Wenn man mit dieser Gleichung für jede Kohorte von Barschen einmal die „kritische“ Kiemendeckelbreite berechnet hat (Tab. 1), dann muss man für einen zu untersuchenden Fisch nur noch den Abstand vom Zentrum des Kiemendeckels bis zu der vermeintlichen ersten Jahresmarke mit einem Okularmikrometer oder einer Bildverarbeitungssoftware auf 0,1 mm genau



ausmessen. Dieser Wert wird dann mit dem berechneten „kritischen“ Wert derjenigen Kohorte verglichen, zu der dieser Fisch gehören würde, wenn die erste Marke tatsächlich dem ersten Jahr entspräche. Ist der gemessene Wert größer als der „kritische“ Wert, dann ist diese Jahresmarke mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht die dem ersten Jahr entsprechende, und das Alter des Fisches sollte in diesem Fall um ein Jahr heraufgesetzt werden.

Durch die Festlegung eines bestimmten „kritischen“ Wertes unterhalb dessen man eine Jahresmarke als die erste interpretiert, macht man natürlich einen gewissen Fehler zweiter Art oder β -Fehler. Das Risiko für einen solchen Fehler ist im Fall der Flussbarsche des Bodensees allerdings gering, da der Überlappungsbereich der Längenhäufigkeitsverteilungen

zwischen der ersten und zweiten Kohorte in der Regel nicht sehr groß ist, und da insbesondere die Verteilung der zweiten Kohorte sehr viel breiter ist, da die Fische mit zunehmendem Alter immer weiter auseinander wachsen. Der Teil der Längenhäufigkeitsverteilung der zweiten Altersklasse, der durch die Festlegung des „kritischen“ Wertes abgeschnitten wird, stellt also meistens nur einen kleinen Anteil an der Gesamtverteilung dieser Altersklasse dar. Deshalb wird dieser Fehler als tolerierbar angesehen angesichts des großen Vorteils der hier vorgeschlagenen Methode, systematische Unterschätzungen des Alters weitgehend zu vermeiden. Sollte sich herausstellen, dass sich die Längenhäufigkeitsverteilungen der Flussbarsche im Bodensee nach ihrem ersten Winter regional unterscheiden, dann müssten die „kritischen“ Werte für jede Region getrennt berechnet werden. Die hier angegebene Beziehung zwischen Totallänge und Kiemendeckelbreite dürfte aber für den gesamten Barschbestand gültig sein.

Literatur:

Le Cren E. D. (1947). The determination of the age and growth of the perch (*Perca fluviatilis*) from the opercular bone. – *Journal of Animal Ecology* 16: 188-204.

Invasive Arten als Fischnahrung im Bodensee? (Teil 2)

F. Bonell und R. Rösch

Im Jahr 2011 wurden auf der Halde vor Langenargen und im Untersee monatlich Netze gesetzt sowie mit der Strandwade Jungfische im Uferbereich gefangen, um zu untersuchen, ob und in welchem Ausmaß die Neozoen Schwebegarnele *Limnomysis benedeni* und Höckerflohkrebs *Dikerogammarus villosus* von den Fischen als Nahrung genutzt werden. Barsche und Kaulbarsche nahmen die neue Nahrung gut an, von den Felchen werden die Neozoen dagegen kaum gefressen.

Teil 2: Weitere Ergebnisse und Diskussion

Wie bereits im ersten Teil (AUF AUF 3/2011) geschildert, treten in den letzten Jahren im Bodensee vermehrt Neozoen auf, die sich schnell im gesamten See etablieren. Im Besonderen handelt es sich um die Schwebegarnele *Limnomysis benedeni* und den Großen Höckerflohkrebs *Dikerogammarus villosus*. Vor diesem Hintergrund wurde der Fischbestand des Uferbereichs und der Halde im Bodensee-Obersee vor Langenargen und im Bodensee-Untersee daraufhin untersucht, ob bzw. in welchem Ausmaß die betreffenden Neozoen als Nahrung genutzt werden. Dazu wurden von April bis September 2011 auf der Halde vor Langenargen und im Untersee monatlich Netze verschiedener Maschenweite gesetzt und zusätzlich mit einer Strandwade Jungfische im Uferbereich gefangen. Neben Art, Länge, Gewicht und Alter der gefangenen Fische wurden deren Magen- bzw. Darminhalte qualitativ und quantitativ untersucht.

Ergebnisse

Nahrungsorganismen

In den beprobten Fischmägen wurden 35 verschiedene Arten und diverse durch den Verdauungsprozess nicht mehr genau bestimmbare Kleinfische gefunden (Tab. 1, Neozoen sind grau unterlegt). Larven und Puppen der einzelnen Arten wurden für die Auswertung zusam-

mengefasst. In Abhängigkeit davon, wie lange die letzte Nahrungsaufnahme vor dem Fang zurücklag, war die Nahrung unterschiedlich stark verdaut. Daher war die Bestimmung

der Nahrungsorganismen teilweise schwierig. Die Bestimmung wurde jedoch nach Möglichkeit bis auf Gattungsniveau durchgeführt.

Tabelle 1: Artenliste der Mageninhalte (grau - Neozoen).

Donau Schwebegarnele	<i>Limnomysis benedeni</i>
Großer Höckerflohkrebs	<i>Dikerogammarus villosus</i>
Flussflohkrebs	<i>Gammarus roeseli</i>
Büschelmücken Larve	<i>Chaoborus</i> sp.
Zuckmücken Larve	Chironomidae
Zuckmücken Puppe	Chironomidae Puppe
Wenigborster	Oligochaeta
Bartmücken, Gnitzen	Ceratopogonidae
Erbsenmuschel	<i>Pisidium</i> sp.
mehrere Arten (Copepoden, Daphnien, Bosminen,...)	Zooplankton
Asseln	Isopoda
Kein deutscher Name bekannt; Ord. Köcherfliegen	<i>Oecetis</i> sp. Larve
Strudelwürmer	Turbellaria
Seeflohkrebs	<i>Gammarus lacustris</i>
Kein deutscher Name bekannt; Ord. Eintagsfliegen	<i>Centropilum</i> sp. Larve
Schwarzmeer Schwebegarnele	<i>Katamysis warpachowskyi</i>
Gemeine Schnauzenschnecke	<i>Bithynia tentaculata</i>
Egel	Hirudinea
Kein deutscher Name bekannt; Ord. Köcherfliegen	<i>Hydropsyche</i> sp. Larve
Artbestimmung nicht möglich	Fisch
Kein deutscher Name bekannt; Ord. Köcherfliegen	<i>Mystacides</i> sp. Larve
Kein deutscher Name bekannt; Ord. Köcherfliegen	<i>Athripsodes</i> sp. Larve
Aderhaft; Ord. Eintagsfliegen	<i>Ecdyonurus</i> sp.
Kein deutscher Name bekannt; Ord. Eintagsfliegen	<i>Caenis</i> sp.
Dreikantmuschel, Wandermuschel, Zebamuschel	<i>Dreissena polymorpha</i>
Büschelmücken Puppe	<i>Chaoborus</i> sp. Puppe
Kleinlibellen, Wasserjungfer	Zygoptera
Ruderwanzen	Corixidae
Kein deutscher Name bekannt; Ord. Eintagsfliegen	<i>Leptophlebiida</i> sp.
Zwergdeckelschnecke	<i>Potamopyrgus</i> sp.
Kein deutscher Name bekannt; Ord. Köcherfliegen	<i>Tinodes</i> sp.
Kein deutscher Name bekannt; Ord. Köcherfliegen	<i>Polycentropus</i> sp.
Federkiemenschnecke	<i>Valvata</i> sp.
Masken-Köcherfliege; Ord. Köcherfliegen	<i>Sericostoma</i> sp.
Wasserassel	<i>Asellus aquaticus</i>
flaches Posthörnchen, Tellerschnecke	<i>Gyraulus</i> sp.
Wassermilbe	<i>Hydrodroma</i> sp.
Kein deutscher Name bekannt; Unterfam. der Chironomidae	Tanypodinae

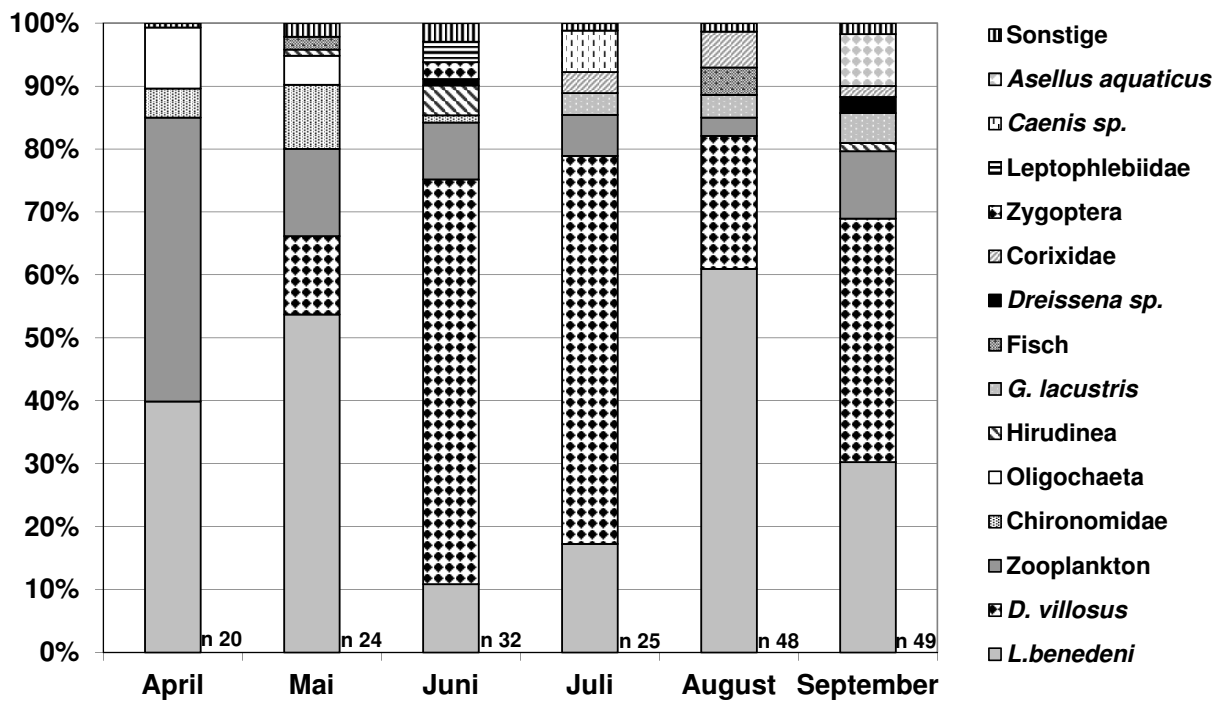


Abbildung 1: Monatliche Nahrungszusammensetzung der Barsche, die Neozoen gefressen haben; (auf Trockengewichtsbasis).

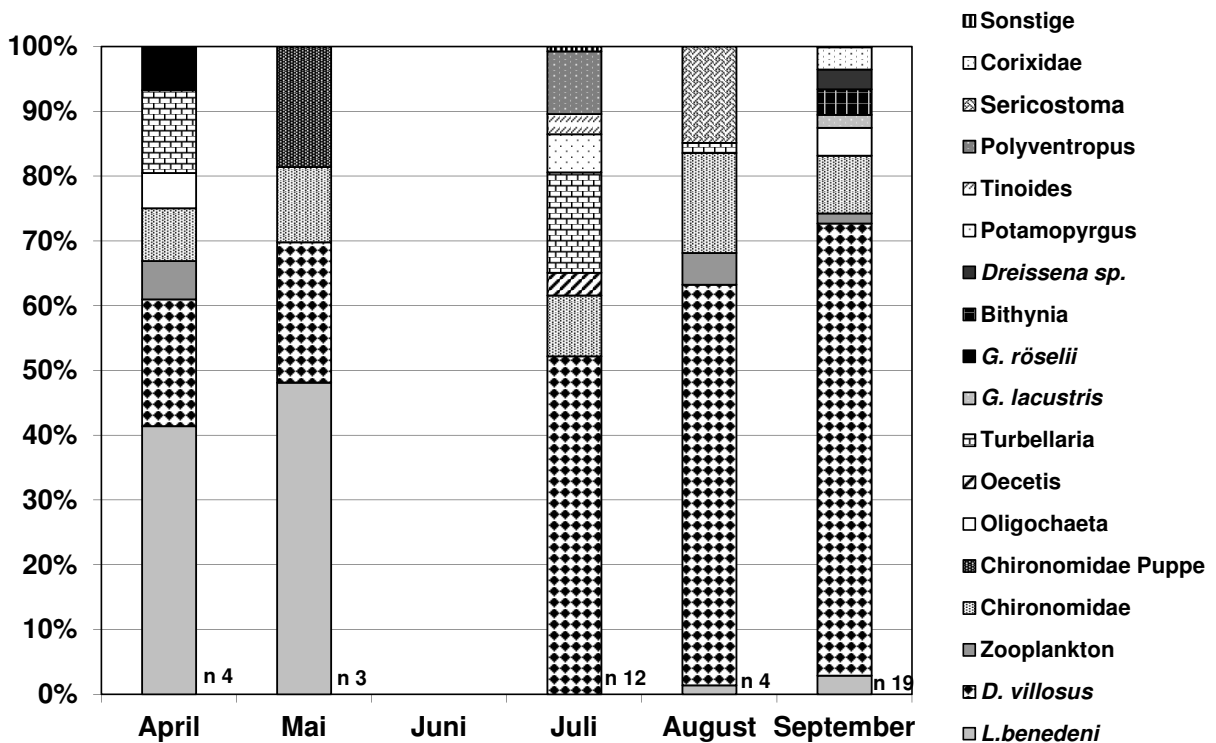


Abbildung 2: Monatliche Nahrungszusammensetzung der Kaulbarsche, die Neozoen gefressen haben.

Quantifizierung der Magen-inhalte

Die Magen-inhalte der Fische, die Neozoen gefressen hatten, wurden ausgezählt, und für alle gefressenen Arten eines Monats wurde das mittlere Gewicht ermittelt. So konnte der gewichtsmäßige bzw. der prozentu-

ale Anteil der einzelnen gefressenen Arten am gesamten Mageninhalt berechnet werden. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die monatliche Nahrungszusammensetzung und ihre Veränderung im Jahresverlauf für Barsche und Kaulbarsche. Dargestellt wurden lediglich Monate,

in denen mindestens 3 (n) Fische einer Art Neozoen gefressen hatten. Alle gefressenen Arten, die unter 1 % vertreten waren, wurden unter „Sonstige“ zusammengefasst.

Abbildung 1 zeigt die durchschnittliche Nahrungszusammensetzung der Barsche. Bei den

Neozoen fressenden Barschen bilden Zooplankton, *D. villosus* und *L. benedeni* den Hauptanteil der Nahrung. Sie machten in jedem Monat mindestens 80 % der Nahrung aus. Über dies wurden aber noch viele weitere Nahrungsorganismen gefressen. Eine Auftrennung der Barsche aus Abbildung 1 in zwei Gruppen, Barsche bis 10 g und Barsche über 10 g, ergab, dass die kleineren Barsche im Juni, Juli und August mehr *L. benedeni* und teilweise mehr Zooplankton als die großen Barsche gefressen hatten, aber weniger *D. villosus*. Im September änderte sich das Fraßverhalten der Barsche bis 10 g deutlich. *D. villosus* machte in diesem Monat den Hauptanteil ihrer Nahrung aus. Betrachtet man den gesamten Untersuchungszeitraum, zeigt sich, dass die Barsche über 10 g ein größeres Nahrungsspektrum nutzten als die Barsche bis 10 g.

Kaulbarsche nutzten Neozoen ebenfalls gerne als Nahrung. Dies zeigt Abbildung 2. Der Neozoenanteil in der Nahrung lag zwischen 50 und 75 %. Im April und Mai war fast die Hälfte der Nahrung *L. benedeni*, im Sommer ging deren Anteil in der Nahrung stark zurück. Von Juni bis September wurden an Neozoen hauptsächlich *D. villosus* gefressen. Der Zooplanktonanteil war deutlich geringer als bei den Barschen. Im Juni wurden zwar 57 Kaulbarsche gefangen, aber nur in zweien konnten Neozoen nachgewiesen werden. Daher wurde der Juni für die Auswertung nicht herangezogen.

In einem Barschmagen wurden bis zu 7 verschiedene Arten gefunden. Die maximale Artenzahl in einem Kaulbarschmagen betrug ebenfalls 7. Insgesamt wurden in den Kaulbarschmägen aber mehr verschiedene Arten als in den Barschmägen gefunden. Die maximale Artenzahl ohne Sonstige betrug bei den Kaulbarschen 18 und bei den Barschen 14.

Felchen haben während der gesamten Untersuchungsdauer fast ausschließlich Zooplankton gefressen. Im Mai wurden drei Felchen, die *L. benedeni* im Magen hatten, gefangen und im August

noch ein einzelnes Exemplar mit einem sehr großen *L. benedeni* Anteil im Magen. Bei den Felchen, die im Mai gefangen wurden, lag der durchschnittliche Anteil von *L. benedeni* zwischen 45 und 99 % des Mageninhaltes.

Nur im Mai wurden genügend Stichlinge für eine Auswertung gefangen. Der Anteil von *L. benedeni* lag im Mai bei den *L. benedeni* fressenden Stichlingen zwischen 73 und 100 % des gesamten Mageninhaltes. *D. villosus* wurde nur in einem Stichlingsmagen nachgewiesen. Bei diesem machte *D. villosus* gewichtsmäßig 93 % des Mageninhaltes aus. In einem Stichling wurde ein Exemplar von *K. warpachowskyi*, der Gefleckten Schwebegarnele, nachgewiesen. Bis dato war davon ausgegangen worden, dass *K. warpachowskyi* vor Langenargen noch nicht vorkommt. Erstmals wurde sie 2009 am Grünen Damm in Hard gefunden. *K. warpachowskyi* konnte später auch noch vereinzelt in Barschmägen nachgewiesen werden.

Magenfüllgrade der Barsche

Die Prozentsätze der Magenfüllgrade der Barsche, die Neozoen gefressen hatten (n=199) und der Barsche, die keine Neozoen gefressen hatten (n=379), sind in Abbildung 3 dargestellt. Über alle

Daten zusammengefasst hatten die Barsche mit Neozoen im Magen einen signifikant höheren Zentralwert für den Magenfüllgrad als die, die keine Neozoen gefressen hatten. Anders formuliert hatten die Barsche mit Neozoen im Magen insgesamt mehr gefressen als die ohne Neozoen im Magen.

Mageninhalt in % des Gewichts

Für den Vergleich wurden nur Barsche mit Neozoen im Magen herangezogen. Abbildung 4 zeigt, dass mit zunehmender Fischgröße das Trockengewicht des Mageninhaltes bei den Barschen steigt. Im nächsten Schritt wurde aus dem Trockengewicht des Mageninhaltes und dem Gewicht des jeweiligen Fisches der relative Anteil (%) des Mageninhaltes am Fischgewicht berechnet. Dieser ist in Abbildung 5 gegen das Fischgewicht aufgetragen. Die Kurve zeigt eine Abnahme des relativen prozentualen Magengewichts mit zunehmender Fischgröße. Bei gleichem Fischgewicht zeigt die relative Magenfüllung sehr große Unterschiede. Bei kleinen Barschen schwankt dieser Wert zwischen 0 und 2 % des Körpergewichts, bei den größeren lag der Wert des relativen Mageninhaltes meist deutlich niedriger.

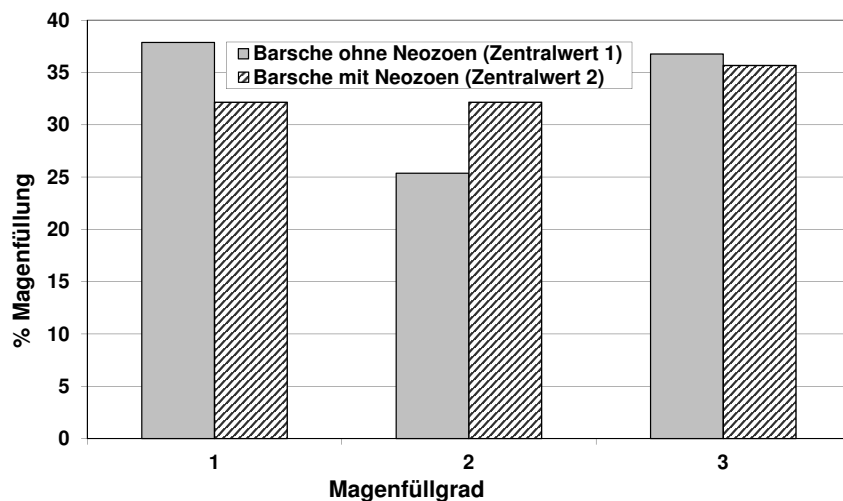


Abbildung 3: Prozentsätze der Barsche mit entsprechendem Magenfüllgrad (1 – 3), getrennt nach Barschen mit und ohne Neozoen im Magen (alle Barsche).

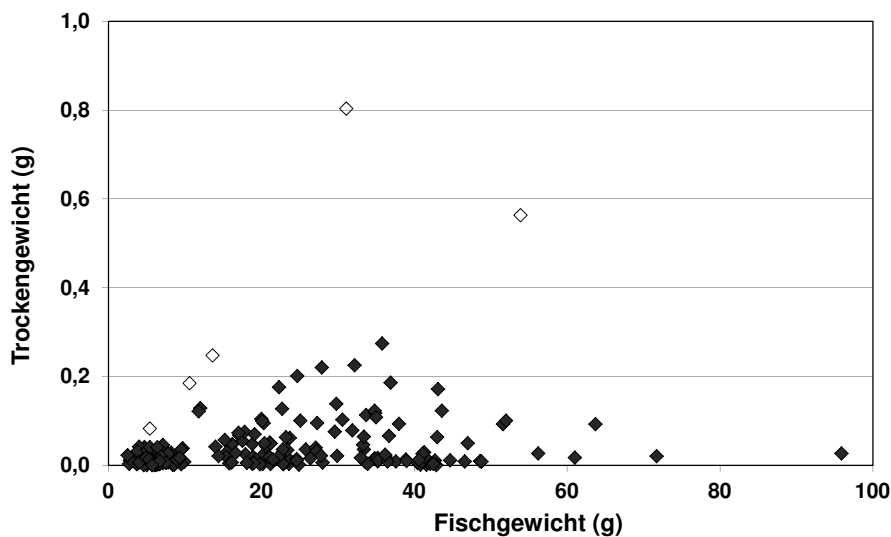


Abbildung 4: Trockengewicht des Mageninhalts, aufgetragen gegen das Fischgewicht der Barsche.

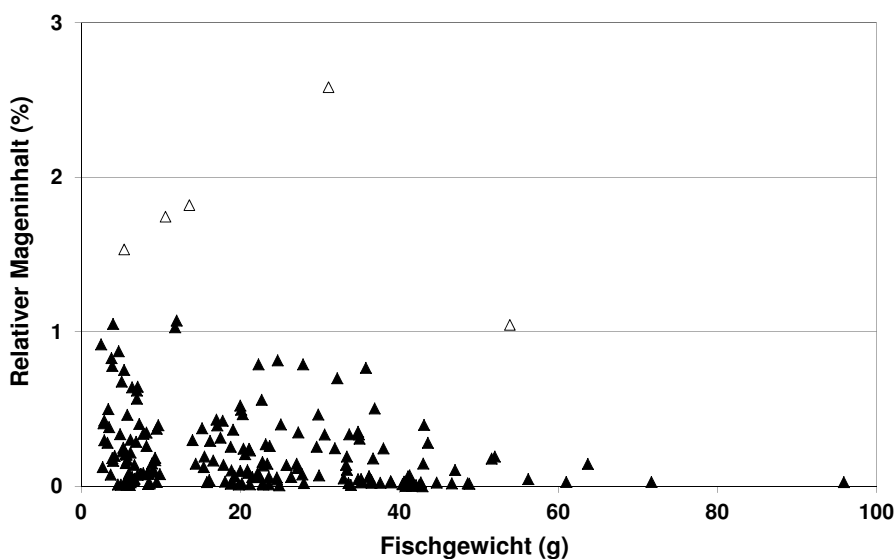


Abbildung 5: Relativer Mageninhalt (% des Fischgewichts) aufgetragen gegen das Gewicht der Barsche;

Diskussion

In den Monaten April bis September 2011 wurden insgesamt 1263 Fische beprobt, davon hatten knapp 20 % (249 Stück) leere Mägen. Dieser geringe Prozentsatz an Fischen mit leeren Mägen ist ein Hinweis darauf, dass der Zeitpunkt der Probenahme so gewählt war, dass die Zeit der Nahrungsaufnahme dadurch abgedeckt war.

Nahrungsorganismen

Je nach Fischart und Monat wurden unterschiedliche typische Arten als Nahrung gefressen. Bei den Felchen fand sich meist nur Zoo-

plankton in den Mägen. Dies stimmt mit deren Lebensweise überein. Felchen leben im Freiwasser und suchen überwiegend dort ihre Nahrung. Die eher bodenorientierten Schwebegarnelen wurden daher nur vereinzelt gefressen und *D. villosus* überhaupt nicht. Barsch und Kaulbarsch leben bodennah bzw. am Boden, dementsprechend fanden sich in ihren Mägen *L. benedeni* und *D. villosus*, sowie viele andere benthisch lebende Beuteorganismen, wie beispielsweise diverse Köcherfliegen, Eintagsfliegen und Oligochaeten (Ringelwürmer). Die Untersuchung zeigte, dass die

Neozoen *L. benedeni* und *D. villosus* einen beträchtlichen Anteil der Nahrung der Jungbarsche ausmachten. In Abhängigkeit von der Verfügbarkeit wurde im Frühjahr mehr *L. benedeni* und im Sommer mehr *D. villosus* gefressen. Das entspricht dem Lebenszyklus dieser beiden Arten und dem vorhandenen Größenspektrum. Die im Sommer vorkommenden kleinen Exemplare von *L. benedeni* sind offensichtlich für die Barsche angesichts des sonstigen Spektrums an Nahrungsorganismen nicht interessant. Erst im Herbst, wenn die überwiegende Zahl an *L. benedeni* wieder größer ist, werden sie auch wieder in größerer Zahl gefressen. Dies bestätigt das generelle Verhalten von Barschen, als Nahrungsopportunisten die Nahrung bevorzugt aufzunehmen, die am häufigsten vorhanden ist.

Das breite Nahrungsspektrum der Barsche macht deutlich, wie gut sich die Barsche dem wechselnden Nahrungsangebot im Bodensee anpassen können. Barsche mit Neozoen im Magen hatten einen signifikant stärker gefüllten Magen als Barsche ohne Neozoen im Magen. Von daher ist zu vermuten, dass das Vorkommen der Neozoen das Nahrungsangebot auf der Halde zumindest tendenziell verbessert. Darauf deutet auch hin, dass auf der Halde vor Langenargen die Jungbarsche am Ende der ersten Wachstumssaison offensichtlich wieder deutlich größer und schwerer waren (Stand Herbst 2011) als zu den Zeiten, als die Neozoen noch nicht im See waren. Vermutungen, dass sich dies positiv auf den Barschertrag der Berufsfischer auswirken könnte, lassen sich jedoch bisher nicht bestätigen. Der Barschertrag war 2011 zwar deutlich höher als im Jahr zuvor, eine „Trendwende“ lässt sich daraus aber nicht ableiten. Auch die Erträge der meisten anderen „Nicht-Felchen“ sind schon seit Jahren niedrig. *D. villosus* wurde erstmals 2002 und *L. benedeni* erstmals 2006 im See festgestellt und in größerer Zahl erst seit wenigen Jahren. Schon von daher kann noch kein Zusammenhang mit dem Fischertrag erwartet

werden. Generell lassen in einem großen See, wie dem Bodensee, nur längere Zeitreihen Aussagen zu Trends zu.

Kaulbarsche

Der Kaulbarsch ist die Fischart, bei der das breiteste Artenspektrum in den Mägen gefunden wurde. Er ist somit ein noch größerer Generalist als der Barsch. In den Mägen der Kaulbarsche wurden ebenfalls *L. benedeni* und *D. villosus* gefunden. Zwischen Juni und September war der Nahrungsanteil von *L. benedeni* aber deutlich geringer als bei den Barschen. Dies könnte mit der bodennahen Lebensweise der Kaulbarsche einhergehen. Da *L. benedeni* in der Nacht einige Meter über Grund aufsteigt, ist sie möglicherweise für die Kaulbarsche eine schwierigere Beute als *D. villosus*.

Felchen

Die aktuell im Bodensee vorkommenden Felchen ernähren sich vorwiegend von Plankton. Dieses Ergebnis brachten auch die Auswertungen der Mageninhalte in der vorliegenden Untersuchung. Da Schwebegarnelen nur in Ufernähe vorkommen, wurden die Netze im Obersee so gestellt, dass dort gefangene Felchen zumindest prinzipiell mit *Limnomysis* hätten in Kontakt kommen können. Im Rahmen des Projekts war es leider nicht möglich, die Verteilung von *Limnomysis* im Bereich dieser Netze zu bestimmen. Die Mägen fast immer mit Zooplankton gefüllt. Nur im Mai konnten drei Exemplare gefangen werden, die *L. benedeni* gefressen hatten. Eines davon hatte 505 *L. benedeni* im Magen, dies entsprach 99 % des Mageninhalts. Es scheint, als hätten einzelne Felchen *L. benedeni* als Nahrung akzeptiert

und würden diese gezielt fressen. Nachdem in den letzten Jahren in einigen Uferbereichen des Sees wieder Felchen in Bodennetzen gefangen werden können, ist nicht auszuschließen, dass in Zukunft die Schwebegarnele auch von den ufernah vorkommenden Felchen verstärkt als Nahrung genutzt wird.

Stichling

Stichlinge wurden nur in der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraums mit der Jungfischwade gefangen. Während dieser Zeit hielten sie sich in den flacheren Bereichen des Sees auf. Nach der Laichzeit zogen sich die Stichlinge wieder in tiefere Bereiche zurück. Trotz der geringen Größe dieser Fischart wurden sowohl *L. benedeni* als auch *D. villosus* in den Mägen gefunden. Der kleinste Stichling mit *L. benedeni* im Magen maß gerade einmal 60 mm, der kleinste mit *D. villosus* 65 mm.

Magenfüllung

Bis auf wenige Ausnahmen zeigen die Barsche im Vergleich von Gesamtgewicht zu Trockengewicht des Mageninhalts bzw. zum prozentualen Anteil des getrockneten Mageninhalts am Gesamtgewicht keine Auffälligkeiten. Bei genauer Betrachtung der höchsten Werte (hohle Symbole) in den Abbildungen 4 und 5 zeigt sich jedoch, dass dies Barsche sind, deren Mägen prall voll mit Neozoen (*L. benedeni* und/oder *D. villosus*) waren. Den höchsten Wert hatte ein Barsch mit 377 *L. benedeni* im Magen. Für diese Barsche gaben die Neozoen die Möglichkeit, davon deutlich mehr zu fressen als von „herkömmlicher“ Nahrung.

Ausblick

Der Bodensee hat sich in den letzten Jahren wieder zu einem nährstoffarmen (oligotrophen) Voralpensee entwickelt. Das bedeutet, dass auch im Flachwasserbereich das Nahrungsangebot deutlich zurückgegangen ist. Das Massenaufkommen der Schwebegarnele *L. benedeni* könnte diesen Trend zumindest für einzelne Fische (Arten) zeitweise umkehren, denn die Detritus fressende Schwebegarnele könnte in Ufernähe einen Zugewinn an Nahrung in der Wassersäule darstellen, da durch sie Nahrung für die Fische verfügbar wird, die ansonsten im Seesediment oder in Benthosnahrung gebunden bliebe. Bessere Informationen zu dieser Fragestellung könnte eine „Bilanzierung“ der verfügbaren Nahrung für die Fische im Uferbereich liefern, insbesondere ein Vergleich der Produktivität auf der Halde vor und mit dem Auftreten der beiden Neozoen.

Die Literaturliste kann bei den Autoren angefordert werden.

Unbefriedigendes Ergebnis der Aquakulturstatistik schadet allen Fischzuchtbetrieben

U. Hargina, Landesverband der Berufsfischer und Teichwirte Baden-Württemberg e.V.

Im Januar dieses Jahres wurden vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg Fragebögen zur Aquakulturstatistik versendet. Das Ergebnis ist für die Branche nicht zufriedenstellend. Für Baden-Württemberg und die ganze Bundesrepublik Deutschland wurde viel weniger Produktion zurückgemeldet, als zuvor geschätzt wurde. Auch die Futtermittelhersteller gehen davon aus, dass die Statistik viel zu wenig erhoben hat. Für den einzelnen Fischzüchter scheint dies zunächst von keiner Bedeutung zu sein, jedoch ist die Wahrheit eine andere:

Eine geringe Produktion bedeutet:

Dass der Sektor unbedeutend ist, also braucht er auch keine Unterstützung in Form von

- Investitionsförderung (EFF und EMFF)
- Fischgesundheitsdienst
- Fachberatung durch die Fischereiforschungsstelle
- Fischereireferenten am Ministerium und an den Regierungspräsidien

Das Resultat wäre, dass

- unsere Mitbewerber anderswo in der EU finanzielle Förderung bekommen und wir bekommen nichts,
- der Fischzüchter sich selber um einen Ansprechpartner für die Fischgesundheit kümmern müsste,
- Fischzüchter mit technischem Beratungsbedarf jemanden für Geld zur Beratung anstellen müssten,
- die Naturschutz- und Tierschutzbehörde alleine sich um die Genehmigungen für die Fischzucht kümmern würde.

Das kann nicht das sein, was wir wollen!

Die Fischzucht in Baden-Württemberg ist eine Erfolgsgeschichte. Unsere Branche ist in den vergangenen 20 Jahren gewachsen. Wir sind in Bezug auf Fischseuchen am besten aufgestellt in Deutschland. Unsere Betriebe sind technologisch auf dem Laufenden.

Was können wir tun:

Anfang des kommenden Jahres wird das statistische Landesamt wieder einen Fragebogen an alle dem Amt bekannten Fischhaltungsbetriebe senden. Es ist von großer Wichtigkeit, den Fragebogen mit den wirklichen Produktionsmengen zu beantworten. Es kommt auf jede Antwort an. Nicht zu Antworten oder zu wenig anzugeben führt zu Nachteilen für alle. Die Geschäftsstelle des Landesverbandes der Berufsfischer und Teichwirte in Baden-Württemberg wird ihren Mitgliedern zum gegebenen Zeitpunkt noch genauere Informationen geben.

Erhebung über die Erzeugung in Aquakulturbetrieben

T. Betzholz, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Die Erhebung über die Erzeugung in Aquakulturbetrieben wird im Frühjahr 2013 zum zweiten Mal durchgeführt. Nach holprigem Beginn, wie häufig bei Neuerungen anzutreffen, wollen wir es diesmal besser machen. Wir, das sind die Statistiker im Bund und in den

Ländern, haben unsere Hausaufgaben gemacht, die internen Abläufe gestrafft und die Erhebungspapiere überarbeitet. Was jetzt noch fehlt, ist Ihre Unterstützung. Bitte tragen Sie, nicht zuletzt im wohlverstandenen Eigeninteresse, durch zuverlässige Angaben Ihren Teil dazu bei, dass

die amtliche Agrarstatistik ein zutreffendes Bild der Aquakultur in Baden-Württemberg und im Bundesgebiet zeichnen kann. Das Statistische Landesamt dankt schon im Voraus für Ihre Mitarbeit.

Felchenaquakultur in Finnland

J. Baer, S. Göbel und R. Rösch

In Finnland werden seit einigen Jahren sehr erfolgreich Felchen unter Aquakulturbedingungen gemästet. Die inländische Nachfrage nach Felchen aus der Aquakultur ist groß, die Produktion von derzeit jährlich ca. 1000 t soll ausgeweitet werden. Um mehr über den „finnischen Weg“ der Felchenerzeugung zu erfahren, wurde im Juni 2012 von den Autoren Mittelfinnland bereist. Dabei wurden Einrichtungen, die sich intensiv mit der Felchenaquakultur beschäftigen, besichtigt und mit Personen gesprochen, die maßgeblich an der Entwicklung beteiligt waren oder sind.

Ausgangslage

In Finnland werden schon seit mehreren Jahrzehnten Felchen (*Coregonus lavaretus*) unter Aquakulturbedingungen gehalten. In den 1970er Jahren begann alles mit der Erzeugung von Besatzmaterial für die heimischen Seen und bestimmte Fließgewässer. Zum einen, um die Produktion in Seen zu erhöhen, da hier in Folge der zunehmenden Nährstoffbelastung die Felchenbestände stark rückläufig waren. Zum anderen, um in Fließgewässern die Bestände von Wanderfelchen, die durch die anthropogene Überformung der Gewässer bedroht waren und sind, zu erhalten. Vergleichbar mit den Abläufen in den Fischbrutanstalten am Bodensee wurden daher Eier von Wildfischen gewonnen, diese erbrütet und kurz nach dem Schlupf ausgesetzt, um die Felchenbestände zu stützen. Da aber in den Folgejahren die Wildfischbestände stark sanken, wurde es immer schwerer, Elterntiere zu fangen bzw. Besatzmaterial zur Verfügung zu stellen. Um von Wildfischfängen unabhängiger zu werden, wurden daher in einigen staatlich betriebenen Anlagen die Elterntiere aus bestimmten Gewässern separat gehalten, um dadurch eigene Elterntierstämme für bestimmte Gewässer aufzubauen. Ziel war und ist die Erhaltung der jeweiligen Lokalform. In den 1980er Jahren, in der Hochzeit der Besatzprogramme für die finnischen Seen und Fließgewässer, belief sich die Erzeugung auf 43 Millionen Felchensetzlinge. Da die Besatzbemühungen nicht überall Erfolge zeigten und sich zusätzlich in einigen Seen die Nährstoffbelastung entspannte, kam es zu einer stetigen Reduzierung der Besatz-

mengen. Heute werden noch ca. 20 Millionen Individuen pro Jahr im Herbst mit einer Durchschnittslänge von ca. 10 cm ausgesetzt.

Parallel zu diesen Aktivitäten wurde in den 1990er Jahren begonnen, Felchen unter Aquakulturbedingungen bis zum Speisefisch zu mästen. Gebündelt und koordiniert werden diese Aktivitäten seit dieser Zeit bei der staatlichen Forschungseinrichtung für Jagd und Fischerei FGFR („Finish Game and Fisheries Research Institute“). In Mittelfinnland unterhält das FGFR mehrere Forschungsstationen (z. B. bei den Gemeinden Laukaa und Tervo) und ist unter anderem auch an die Universität in Jyväskylä angegliedert. Diese Einrichtungen waren das Ziel der Reise.

Aquakultur

Zurzeit werden in Finnland jährlich ca. 1.000 t Felchen in der Aquakultur produziert. Dies entspricht ungefähr 30 % des inländischen Verkaufsvolumens an Felchen. Verkauft werden die Fische in verschiedenen Güteklassen. Die bestbezahlte und beliebteste Größe sind Fische über 800 g, gefolgt von Felchen zwischen 600 - 800 g Stückgewicht. Die dritte Qualitätsstufe liegt bei Fischen zwischen 400 - 600 g. Aufgrund des hohen Marktwertes kommt es momentan allerdings zu einem verstärkten Verkauf von Fischen mit einem Stückgewicht von 400 g - der höhere Verkaufspreis der schwereren Fische scheint die längere Produktionszeit derzeit nicht ausgleichen zu können.

Die Erzeugung von Speisefischen verläuft grundsätzlich wie folgt: Von bestimmten Elterntieren, die zur Nachzucht ausgewählt wurden

(siehe nachfolgender Abschnitt), werden im November/Dezember die Eier gewonnen und in Zugergläsern erbrütet. Anschließend werden die Larven in Brutrinnen aus Aluminium oder in kleinen GFK-Rundbecken angefüttert. Es wird ausschließlich mit Trockenfuttermitteln gefüttert, es erfolgt keine Zugabe von Lebendfutter (z. B. Artemien). Zum Einsatz kommen kommerziell erhältliche Brutfuttermittel für Meeresfische und Salmoniden. Oftmals werden die Futter verschiedener Hersteller gemischt. Bis zu einer Größe von ca. 50 - 100 g werden die Felchensetzlinge in Rundbecken verschiedener Volumina (bis zu 20 m³) bei 24 h Dauerlicht gemästet (Foto 1). Diese Größe erreichen die Fische bis zum Ende des ersten Lebensjahres (Nov./Dez.). Anschließend werden sie in Netzkäfigen in der Ostsee (Salinität 0,6 - 0,8 %) ausgesetzt. Dort erreichen sie bis zum Ende des zweiten Jahres ca. 400 g, einige Monate später, im dritten Jahr, ca. 600 - 800 g. Ab einer Größe von ca. 30 - 50 g erhält ein Großteil der Felchen ein extrudiertes Futter, das von einer finnischen Futtermühle (Raisio feed) erzeugt wird. Das Futter wurde in Zusammenarbeit mit dem FGFR entwickelt und soll mit einem Rohproteingehalt von 55 - 38% und einem Rohfettgehalt von 18 - 28 % speziell auf die Bedürfnisse der Felchen abgestimmt sein.

Vor dem Aussetzen in die Ostsee wird jeder Fisch mindestens gegen Furunkulose (Erreger: *Aeromonas salmonicida*) vakziniert, teilweise wird zusätzlich gegen Vibriose (*Vibrio salmonicida*) oder IPN (Virus der infektiösen Pankreasnekrose) behandelt. Die Vakzinierung erfolgt per Hand über eine subkutane



Foto 1: In derartigen Becken (Volumen ca. 20 m³) werden Felchen aufgezogen, bevor sie mit einem Gewicht von ca. 50-100 g in die Ostsee gesetzt werden.



Foto 2: Blick in eine Halle, in welcher mehrere hundert Rundbecken (Volumen ca. 1 m³) für Zuchtprogramme zu Verfügung stehen.

Injektion in die Bauchhöhle. Die Felchen müssen dafür mindestens 50 g schwer sein.

Felchenzucht

Ende der 1990er Jahre hat das FGFR den inländischen Felchenstamm zu suchen, der am besten unter Aquakulturbedingungen gehalten werden kann.

Dazu wurden verschiedene Stämme aus Finnland ausgewählt und hinsichtlich Überleben, Zuwachs und Futterakzeptanz verglichen. Die beste Linie - eine anadrome Form aus dem Süden Finnlands, die im Fluss Kokemäki ablaicht - wurde ausgewählt und mit dieser ein nationales Zuchtprogramm begonnen.

Als Ausgangsgröße standen 1998

150 Weibchen und 50 Männchen der Kokemäki-Linie zu Verfügung. Die Nachkommen dieser Tiere, demnach also die erste Generation, deren Haltung komplett unter Fischzuchtbedingungen erfolgte, wurden hinsichtlich Zuwachs und später Laichreife selektiert. Anschließend wurden je zwei Weibchen mit zwei Männchen gekreuzt. In den Jahren 2003, 2004 und 2005 erzeugte man so die zweite Generation mit jeweils 70 Familien pro Jahr. Jede Familie wurde in eigenen Haltungseinrichtungen gehalten (Foto 2) und wiederum auf Zuwachs, zusätzlich aber auch hinsichtlich eines hohen Konditionsfaktors, selektiert. Das gleiche Vorgehen (Kreuzung, Aufzucht, Selektion) wurde mit allen Familien in den Jahren 2008-2011 wiederholt. Die ungeeignetsten Familien wurden verworfen, mittlerweile wird mit 72 Familien weitergearbeitet.

In einem weiteren Projekt, welches parallel 2008 startete und noch andauert, wurden zwei zusätzliche Stämme, die aus kommerziellen Farmen stammten, in das Zuchtprogramm integriert. In diesem Projekt wird neben einer phänotypischen Massenselektion, also einer Auslese nach äußerlich erkennbaren Größen wie Wachstum, unversehrter Körperbau, Hochrückigkeit und ähnlichem, zusätzlich eine Genotypisierung vorgenommen. Man möchte einen genetischen Stammbaum der Elterntiere darstellen, um genetisch differenzierte Zuchtlinien aufzubauen und um Inzucht zu vermeiden.

Heute stammen nahezu alle kommerziell erzeugten Felchen von der eingangs erwähnten Kokemäki-Linie ab. Lediglich in Nordfinland gibt es noch einzelne Betriebe, die auf andere Linien zurückgreifen.

Seuchenfreiheit

Da ganz Finnland als frei von IHN und VHS (mit Ausnahme dreier Gemeinden und der Provinz Åland) zugelassen ist, werden heute „seuchenfreie“ Felcheneier in mehrere Länder (z. B. Schweden, Russland) exportiert. Zusätzlich kann vom finnischen Veterinäramt bescheinigt werden, dass die Eier frei von IPN,

BKD und Rotmaulseucheerreger sind. Gleiches wird auch für die Eier von Äschen, Seesaiblingen und Bachforellen bescheinigt, die ebenfalls angeboten werden. Der Preis für 1.000 Eier liegt heute für Felchen bei einer Mindestabnahme von 100.000 Eiern bei 8 - 9 Euro, der Preis für 1.000 Äscheneier liegt bei ca. 35 Euro, für Seesaiblings- und Bachforelleneier zwischen 45 - 50 Euro.

Probleme bei der Erzeugung

In den Anfangsjahren traten teilweise hohe Verluste nach einer Erkrankung mit Furunkulose auf. Die fortdauernde Haltung bzw. Züchtung schwächte dieses Erscheinungsbild ab, zudem werden heute alle Fische, bevor sie zur Endmast in die Netzgehege ausgesetzt werden, gegen Furunkulose vakziniert. Furunkulose stellt daher heute grundsätzlich kein Problem mehr dar.

Nach Aussage der finnischen Kollegen wurde mit jeder Generation, die unter Fischzuchtbedingungen gehalten wurde, die Aufzucht einfacher: Die Akzeptanz von Trockenfuttermittel stieg, ebenso die Wachstumsgeschwindigkeit. Mortalitätsraten bzw. Empfänglichkeiten gegenüber bestimmten Krankheiten nahmen ab. Was jedoch auch durch fortschreitende Zucht nicht minimiert werden konnte, war die hohe Empfindlichkeit der Felchen gegenüber Handling. Die Fische verlieren beim Keschern, Sortieren oder ähnlichen Vorgängen sehr schnell einen Teil der Schuppen und sind hoch stressempfindlich. Heutzutage wird daher versucht, nahezu jede Berührung der Fische zu vermeiden. Wenn möglich, wird nach dem Prinzip „all in, all out“ verfahren, d. h. es wird nahezu nie sortiert und die Fische werden nur sehr selten umgesetzt. Ein Auseinanderwachsen wird damit zwar nicht verhindert, das scheint aber in der weiteren Mast auch keine zusätzlichen Probleme zu bereiten.

Was lässt sich vom „finnischen Weg“ ableiten?

In Finnland wurde zentral eine Strategie für das ganze Land entwickelt. Die Suche nach der für die Bedürfnisse der Aquakultur geeignetsten inländischen Felchenlinie veranschaulicht diesen Punkt sicherlich am besten. Für Deutschland wäre dies wohl nur dann möglich, wenn sich eine Forschungseinrichtung dieser Thematik annehmen und ein großes, überregionales Projekt starten würde. Allerdings gilt dabei auch zu bedenken, dass dabei nicht nur das größte Wachstum bzw. die bestmögliche Futtermittelverwertung im Vordergrund stehen könnten, sondern dass einzelne Bundesländer ihre eigenen, typischen Lokalformen stützen wollen - denn wer möchte z. B. am Bodensee Felchen anbieten, die nicht „bodenseebürtig“ sind, sondern aus einer anderen, geographisch weit entfernten Region stammen. Insbesondere in Gebieten mit hohem Fremdenverkehr sollte bei einem Nischenprodukt wie dem Felchen (oder anderen Coregonenformen wie den Maränen, Schnäpeln oder Renken) ein Regionalbezug weiterhin möglich sein. Nur so kann auch zukünftig ein entsprechender Mehrwert des Regionalproduktes gegenüber Importware generiert und auch gerechtfertigt werden.

Die finnischen Erfahrungen zeigen deutlich, dass sich einzelne Coregonen-Linien hinsichtlich ihrer Eignung für Aquakulturzwecke stark unterscheiden. Zum einen ist damit eine direkte Übertragbarkeit erzielter Ergebnisse von einer auf eine andere Linie nur bedingt möglich. Zum anderen bedeutet dies auch für Gebiete mit mehreren Lokalformen, dass sich eventuell eine Form eher für die Einführung in die Aquakultur eignet, als die übrigen. Soll daher eine spezielle Form (z.B. der Gangfisch aus dem Bodensee) oder ein „geographischer Typ“ („Bodenseefelchen“, also Gangfisch, Blau- oder Sandfelchen)

in die Aquakultur überführt werden, muss auch an diesen Formen bzw. Typen geforscht werden.

Darüber hinaus lässt sich aus den finnischen Erfahrungen ableiten, dass in der Praxis verwertbare Ergebnisse nicht innerhalb weniger Jahre zu erwarten sind. In Finnland wurde lange geforscht, bevor eine Überführung in die Praxis stattfand. Darüber hinaus stieg die Eignung der Fische mit zunehmender Generationsdauer unter Fischzuchtbedingungen. Ein „langer Atem“ bei Ansätzen, die Lokalformen in die Aquakultur überführen wollen, erscheint daher zwingend notwendig. Beeindruckend waren die Intensität und die eingesetzten Ressourcen, mit denen in Finnland gearbeitet wurde. Für das zuvor erwähnte Zuchtprogramm stehen in einer Farm mehr als 500 Becken gleichen Typs zur Verfügung. Jedes Elterntier wird individuell mit einem Transponder markiert, eine Genotypisierung ist Standard. In der gesamten Farm mit sieben Angestellten können mehr als 4.000 l Wasser pro Sekunde genutzt werden. Zusätzlich wird ein großangelegtes Zuchtprogramm für Regenbogenforellen durchgeführt, parallel werden Elterntierstämme verschiedener Herkünfte von Lachsen und Forellen (*Salmo trutta*) gehalten. Der Erfolg der Finnen - die schnelle Einführung eines sich ausweitenden, neuen und wirtschaftlich erfolgreichen Aquakulturzweiges - bestätigt im Nachgang den gewählten Ansatz „nicht zu kleckern, sondern zu klotzen“. Möglicherweise wäre dies auch ein Punkt, über den man einmal von Seiten der Fischereiforschung und der Vergabestellen von Fördergeldern nachdenken könnte: Wie könnte man ein derartiges Projekt auf die Beine stellen, um vergleichbare Ergebnisse zur Stärkung der heimischen Aquakultur zu erzielen?

Qualität von Fischen aus konventioneller und ökologischer Aquakultur

M. Manthey-Karl und H. Karl

Die Qualität von Zuchtfischen hängt von vielen Faktoren ab. Dies gilt gleichermaßen für eine konventionelle als auch für eine ökologische Erzeugung. In den vergangenen Jahren wurden mehrere Projekte am Max Rubner-Institut durchgeführt, die sich mit dieser Thematik befassten. Ein aufzuchtbedingter Unterschied zwischen Erzeugnissen aus einer ökologischen und einer konventionellen Aquakultur von Regenbogen- und Bachforellen sowie Seesaiblingen wurde nicht festgestellt. Die untersuchten deutschen Forellen waren von einwandfreier Qualität. Schadstoffbelastung und Arzneimittel hatten keine Bedeutung.

Einleitung

Die Aquakultur in Deutschland wird nach wie vor von kleineren und mittleren Unternehmen geprägt. Trotz einer geringfügig steigenden Zahl von modernen Kreislaufanlagen ist sie eher traditionell orientiert. Regionalität und Direktvermarktung spielen eine große Rolle. Als Alternative zur konventionellen Aufzucht etablierte sich Ende des letzten Jahrtausends die ökologische Aquakultur mit den ersten Zertifizierungen von Forelle und Karpfen durch die Anbauverbände Naturland und Bioland. Obwohl der Umsatz mit Ökolebensmitteln in Deutschland in den letzten Jahren einen enormen Aufschwung verzeichnete und wir weltweit der wichtigste Abnehmer für ökologische Aquakulturerzeugnisse sind (Lasner et al. 2010), sind dennoch nur wenige heimische Produzenten daran beteiligt. Zu diesem Schluss kam auch die „Marktanalyse für ökologische Aquakulturerzeugnisse“ der Universität Kassel in Kooperation mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, die 2010 veröffentlicht wurde: 2008 wurden von den bis dato auf eine ökologische Wirtschaftsweise umgestellten oder teilumgestellten 14 Betrieben insgesamt rund 200 t Speisefische (Lebendgewicht) produziert (zwei Karpfenteichwirtschaften befanden sich Ende 2008

noch in der Umstellungsphase). Die Verteilung auf die Fischarten ist Abbildung 1 zu entnehmen.

In der Mehrheit handelte es sich um kleinere Betriebe. Zehn Erzeuger wirtschafteten im Haupterwerb, sechs im Nebenerwerb. Mehr als die Hälfte der Erzeuger (9) war Mitglied im Anbauverband Naturland, die übrigen bei der Vereinigung ökologischer Landbau GÄA, Bioland und Biokreis.

In mehreren Projekten am Max

Rubner-Institut (MRI) in Hamburg, die zwischen 2004 und 2010 im Rahmen des „Bundesprogramms ökologischer Landbau“ durchgeführt wurden, standen Forellen und andere Zuchtfischarten aus deutschen Aquakulturbetrieben im Fokus. Die grundlegenden Fragestellungen lauteten ganz allgemein formuliert: „Wie steht es mit der Qualität?“, „Gibt es einen grundsätzlichen und vielleicht auch messbaren Unterschied zwischen ökologisch

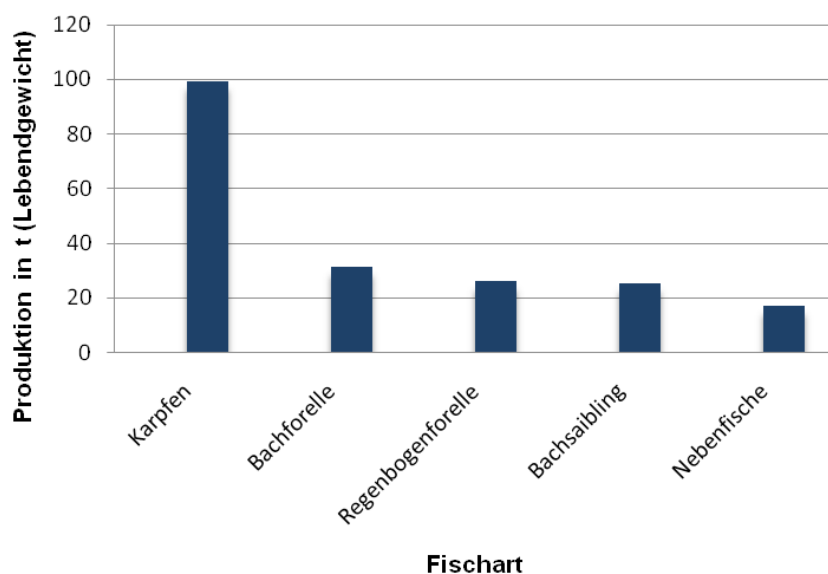


Abbildung 1: Produktion ökologischer Aquakulturerzeugnisse nach Fischarten 2008 (BÖL Abschlussbericht: Marktanalyse für ökologische Aquakulturerzeugnisse [(2010); <http://orgprints.org/15007/>].

und konventionell?“ und „Haben Produkte aus der ökologischen Aquakultur eine höhere Qualität?“

Im Folgenden werden die Ergebnisse und Schlussfolgerungen dieser Untersuchungen zusammengefasst. Weitergehende Informationen bieten die im Internet veröffentlichten Abschlussberichte, die im Literaturverzeichnis aufgeführt sind.

Zusammensetzung und sensorische Qualität

Tabelle 1 zeigt die Zusammensetzung von Regenbogen- und Bachforellen sowie Seesaiblingen aus

deutscher Zucht, die im Rahmen der Projekte untersucht wurden. Es fiel auf, dass die verschiedenen Fischarten innerhalb ihrer Aufzuchtgruppen teilweise sehr unterschiedliche Fettgehalte hatten. Das betraf insbesondere die Filets der Seesaiblinge. Die Proteingehalte blieben jedoch gleichmäßig hoch. Bedeutenden Einfluss auf die Höhe der Fettgehalte hatten neben den Standortbedingungen vor allem die Wahl des Futters, das Fütterungsregime und die Besatzdichte.

Der Geschmack von Fischen aus Teichwirtschaften wird vor allem durch die Wasserqualität, das

Futter und die Frische geprägt. Forellen und Saiblinge aus deutschen Teichwirtschaften haben eine hohe sensorische Qualität, sind rein im Geschmack und arttypisch, wobei es regionale Ausprägungen gibt. Bei den beprobten Teichanlagen gab es vereinzelt auch ein leicht modriges Aroma des Fleisches, das aber noch nicht untypisch war.

Ein wichtiger Aspekt beim Verbraucher sind die Textureigenschaften (wie Festigkeit und Wasserbindung) des Fleisches beim Verzehr. Sie sind steuerbar durch Futter- und Hälterungsbedingungen, wobei besonders der Fettgehalt, aber

Tabelle 1: Überblick über die Zusammensetzung des essbaren Anteils (Muskelfleisch) von deutschen Zuchtfischen (mittlere Gehalte und Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Wert (in Klammern), Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse MRI, Hamburg.

	Aufzuchtform		Rohware: Gehalte im Muskelfleisch			
			Wasser (%)	Fett (%)	Eiweiß (%)	Asche (%)
Regenbogenforellen <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Konventionell	Extensiv 2-5 kg/m ³	77,7 (76,6-78,8)	2,1 (1,6-3,0)	19,9 (18,9-20,7)	1,3 (1,1-1,4)
		Semi-intensiv 12-15 kg/m ³	74,2 (72,4-75,4)	4,7 (3,5-6,1)	20,2 (19,2-20,7)	1,3 (1,1-1,4)
		Intensiv 50-60 kg/m ³	75,4 (73,1-77,9)	4,2 (2,5-6,6)	19,3 (18,6-20,1)	1,3 (1,2-1,6)
	Ökologisch	Extensiv ca. 1,3 kg/m ³	77,9 (76,6-78,8)	3,6 (2,2-4,7)	19,7 (18,8-21,0)	1,3 (1,2-1,5)
		Extensiv 5-7 kg/m ³	79,0 (78,3-79,3)	1,7 (0,8-2,3)	18,5 (17,6-19,4)	1,2 (1,1-1,3)
Bachforellen <i>Salmo trutta</i>	Konventionell	Extensiv <10 kg/m ³	74,9 (73,3-75,2)	6,2 (5,3-7,4)	19,7 (18,1-21,0)	0,9 (0,7-1,1)
	Ökologisch*	Extensiv <10 kg/m ³	74,4 (71,4-76,5)	5,9 (4,3-9,0)	18,7 (17,8-19,1)	0,9 (0,6-1,4)
Seesaiblinge <i>Salvelinus alpinus</i>	Konventionell	Extensiv <10 kg/m ³	74,0 (71,2-77,9)	6,8 (3,9-8,9)	18,8 (17,-20,6)	0,8 (0,6-1,0)
	Ökologisch*	extensiv <10 kg/m ³	73,3 (70,3-75,9)	6,7 (4,3-9,3)	19,2 (17,7-20,5)	0,9 (0,7-1,2)

*Zusammenfassung der Aufzuchtsergebnisse mit 3 verschiedenen kommerziellen Futtern, weitere Einzelheiten bei Reiter R. et al. (2011).

auch Besatzdichte und biologischer Zustand eine Rolle spielen können. Bei verschiedenen sensorischen Bewertungen und Blindverkostungen mit Regenbogen- und Bachforellen sowie Seesaiblingen, die am MRI mit einer geschulten Prüfergruppe durchgeführt wurden, ergaben sich keine systematischen Unterschiede zwischen den extensiven ökologischen und den intensiven konventionellen Aufzuchtformen.

Erwünschte Inhaltsstoffe

Omega-3-Fettsäuren, Selen und Taurin gehören zu den Inhaltsstoffen im Fischfleisch, denen positive Effekte auf die Gesundheit zugeschrieben werden. Vorrangig wird Seefisch dafür als eine natürliche Quelle angeführt.

Der Einfluss der Nahrung spiegelt sich bei Fischen aus der Aquakultur insbesondere bei der Zusammensetzung des Fettes wider und damit auch bei den vorrangig erwünschten

Omega-3-Fettsäuren Eikosapentenen (EPA)- und Dokosahexaensäure (DHA). Fütterungsversuche zeigen, dass hochwertige, energiereiche Fischfutter, die sich durch eine gute Futterauswertung bei geringer Umweltbelastung auszeichnen, zusätzlich auch die ernährungsphysiologische Qualität des Fettes für den Menschen erhöhen können. Insbesondere carnivore Arten aus der Aquakultur, deren Futter Anteile von Fischmehl oder -öl enthielt, haben im Muskelfleisch höhere Gehalte an DHA und EPA als vorrangig pflanzenfressende Arten.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Fische aus der heimischen Aquakultur wie Saiblinge, Bach- und Regenbogenforellen oder Karpfen (mit Einschränkungen), die am MRI in Hamburg untersucht wurden, eine gute Quelle für die Omega-3- Fettsäuren EPA und DHA sind (Tabelle 2).

Das Fleisch von Fischereierzeug-

nissen enthält beträchtliche Mengen an Taurin. Das gilt auch für Fische aus der Aquakultur und wird durch die in Tabelle 2 dargestellten Untersuchungsergebnisse bestätigt. Einschränkend ist zu erwähnen, dass die Gehalte auch innerhalb einer Fischart stark schwanken können. Bei Fischen aus der Aquakultur kommt es zusätzlich zu einer Beeinflussung durch unterschiedliche Futterzusammensetzungen (Fischmehl/pflanzliche Komponenten). Ein Beispiel dafür sind die in Tabelle 2 aufgeführten Karpfen, bei denen es sich um Handelsware vom Hamburger Fischmarkt handelte. Hier zeigt sich der Einfluss der Zufütterung, denn Pflanzen enthalten bis auf seltene Ausnahmen kein Taurin.

Im Seefischmuskel kann man mit durchschnittlichen Selengehalten von 0,03 – 0,04 mg /100 g Frischgewicht rechnen, in Süßwasserfischarten liegen sie etwas niedriger im Bereich zwischen 0,01

Tabelle 2: *Erwünschte Inhaltsstoffe von Aquakulturfischen bezogen auf den essbaren Anteil (mittlere Gehalte und Spanne zwischen niedrigstem und höchstem Wert (in Klammern)).*

Fischart	Aufzuchtform	Selen (mg / 100 g)	Taurin (mg / 100 g)	DHA + EPA (g / 100 g)
Bachforelle	konventionell	0,02 (0,01 – 0,02)	64 (52 – 76)	1,3 (0,6 – 1,7)
	ökologisch	0,01 (0,01 – 0,02)	120 (108 – 144)	1,3 (0,7 – 2,0)
Seesaibling	konventionell	0,02 (0,02 – 0,03)	36 (35 – 36)	1,3 (0,9 – 1,6)
	ökologisch	0,02 (0,01 – 0,02)	46 (42 – 50)	1,5 (0,7 – 2,2)
Regenbogenforelle	konventionell	n.b.	n.b.	0,9 (0,6-1,2)
	ökologisch	n.b.	n.b.	0,7 (0,6-0,8)
Karpfen (Handelsware)	konventionell	0,01	174 (82 – 223)	0,5 (0,3 – 0,6)

n.b.: nicht bestimmt

Tagesbedarf (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) Selen (geschätzt): 0,03 bis 0,07 mg, Taurin: keine Empfehlung, EPA + DHA: 1 bis 1,5 g

– 0,02 mg /100 g Frischgewicht. Dies entspricht auch den Werten für die untersuchten Fische aus der Aquakultur.

Unerwünschte Inhaltsstoffe

Aquakulturfische können neben den positiven Inhaltsstoffen auch unerwünschte anorganische (wie Quecksilber, Cadmium, Blei) und organische (wie polychlorierte Biphenyle, Dioxine) Rückstände über das Futter aufnehmen, das maßgeblich über deren Art und Höhe bestimmt. Die Gehalte organischer Rückstände im Fett von carnivoren Fischen wie Forellen hängen direkt von der Belastungshöhe des im Futter vorhandenen Fischöls ab. Hier konnte die Belastung des Futters durch strenge gesetzliche Anforderungen in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden. Karpfen werden fast ausschließlich mit pflanzlichen Futtern aufgezogen, die nur sehr geringe Rückstandsmengen enthalten. Beide Arten haben schnelle Zuwachsraten, so dass es zu keiner Altersanreicherung kommt. Darüber hinaus werden deutsche Aquakulturfische in der Regel in unbelasteten Gewässern gehalten. Insgesamt bestätigen die Untersuchungen der letzten Jahre, dass Karpfen, Forellen und andere Fische aus der Aquakultur niedrige organische und anorganische Rückstandsgehalte aufweisen, die deutlich unter den geltenden Grenzwerten liegen (Karl 2010).

Mikrobiologie

In verschiedenen Untersuchungen wurde festgestellt, dass frisch geschlachtete Forellen hinsichtlich der Keimbelastung eine hohe Produktqualität und –sicherheit haben. Ein Unterschied zwischen konventionell und ökologisch erzeugten Fischen wurde nicht festgestellt. Diesem positiven Ergebnis stand jedoch die Erkenntnis gegenüber, dass in den beprobten Betrieben unabhängig von der Haltungsform eine sehr unterschiedliche Schlacht- und Verarbeitungshygiene vorgefunden wurde, die teilweise gravierende Mängel aufwies.

Analytische Möglichkeiten der Unterscheidung zwischen konventionell und ökologisch erzeugten Fischen

Die chemische Untersuchung verschiedener Fischarten aus den beiden Aufzuchtformen ergab ernährungsphysiologisch keine relevanten Unterschiede. Bei der sensorischen Bewertung im Blindtest konnten auch keine systematischen Verschiedenheiten festgestellt werden. Geringe sensorische Abweichungen wurden nur zwischen den einzelnen Aufzuchtbetrieben festgestellt.

Physikalische Messverfahren zur Differenzierung

Hier kommen Messgeräte zur Anwendung, die objektiv Daten zur Erfassung der Fleischeigenschaften wie Textur (Texturanalyse), Farbe (Farbmessung) oder Aroma (elektronische Nase) ermitteln.

Die instrumentelle Texturanalyse wird eingesetzt, um Bedingungen reproduzierbar nachzuahmen, denen ein Prüfgut beim Zerteilen im Mund unterworfen wird. Dabei wird u. a. die Kraft gemessen, die für die Kompression einer Probe notwendig ist. Die instrumentelle Farbmessung nach dem Spektralverfahren ermöglicht die objektive Bewertung eventueller Farbunterschiede bzw. Farbveränderungen. Spezifische Geruchs- bzw. Aromastoffe setzen sich häufig aus einer Vielzahl einzelner, leicht flüchtiger Komponenten zusammen. Das ist das Einsatzgebiet der elektronischen Nase. Sie erfasst in Analogie zur menschlichen Nase derartige Bestandteile einer Probe als Ganzes. Als „Rezeptoren“ fungiert eine Reihe von Sensoren unterschiedlicher Bauart, die mit bestimmten, flüchtigen chemischen Substanzen in eine Wechselbeziehung treten können. Die elektronische Nase soll die sensorische Prüfung unterstützen.

Keine der hier vorgestellten Methoden zeigte signifikante Unterschiede zwischen konventionell und ökologisch erzeugten Regenbogen- und Bachforellen bzw. Lachsen und Seesaiblingen. (Einzelheiten sind

den Berichten zu entnehmen).

Um die Frage zu klären, ob „bio“ messbar „anders“ ist, gibt es auch ganzheitlich orientierte Methoden, die nicht auf isoliert bestimmte Parameter abzielen, sondern das Lebensmittel insgesamt betrachten. Dazu gehört auch das Redoxpotential eines Nahrungsmittels, das, so wird es postuliert, in Zusammenhang mit seiner Qualität steht. Nach dieser Theorie sind Erzeugnisse umso wertvoller, je negativer ihr Redoxpotential ist. Diese Methode eignet sich jedoch nicht bei Regenbogenforellen.

Schlussbetrachtung

In verschiedenen umfangreichen Projekten wurden biologische und chemische Parameter von ökologisch und konventionell erzeugten Fischen aus deutscher Zucht untersucht. Sie unterschieden sich generell nicht in Aussehen, Zusammensetzung (z. B. im Fettgehalt) und in den Schadstoffgehalten.

Erfahrungen mit konventionellen, aber auch mit ökologischen Lebensmitteln haben gezeigt, dass Regelungen und Verordnungen nicht immer eingehalten werden. Selbst eine ausführliche Dokumentation der Warenströme vom Erzeuger bis zum Verbraucher kann Betrugsfälle wie das Umdeklariieren konventioneller in eine teure Bio-Ware nicht vollständig verhindern. Eindeutige praxistaugliche Untersuchungsverfahren für die Anwendung in den Labors der Lebensmittelüberwachung zur Unterscheidung von ökologisch und konventionell erzeugten Fischen stehen zurzeit nicht zur Verfügung. Der Nachweis der sachgerechten Deklaration der Ökofische als „Bio-Forelle“ oder „Bio-Lachs“ usw. und der Schutz vor Verbrauchertäuschung können jedoch nur dann sichergestellt werden, wenn die Herkunft der Erzeugnisse analytisch nachweisbar ist.

Derzeit läuft ein Projekt am MRI, das zum Ziel hat, die Eignung verschiedener Methoden der instrumentellen Analytik (z.B. die Gas-Isotopen-Massenspektrometrie) für die Unterscheidung von ökologisch und traditionell erzeugten Fischen

bei ausgewählten Arten zu testen. Im Erfolgsfalle könnten die Verfahren für den Verbraucherschutz eingesetzt und so die Einhaltung der Vorschriften für die unter die EU-Ökoverordnung (EG) 834/2007 fallenden Speisefischerzeugnisse aus Aquakultur überprüft werden. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die beprobten deutschen Teichwirtschaften unabhängig von der Aufzuchtform eine hochwertige Ware lieferten. Zieht man die publizierten Untersuchungsergebnisse der letzten Jahre in diese Betrachtung mit ein, so zeigt sich, dass die für den Markt relevanten und daher auch regelmäßig analysierten Fischarten von einwandfreier Qualität sind. Schadstoffbelastung und die in diesem Artikel nicht behandelten Arzneimittel haben keine Bedeutung.

Literatur

- Karl H. et al. (2004). Qualitätsvergleich von Regenbogenforellen aus konventioneller und ökologisch zertifizierter Aufzucht als Voraussetzung für eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit von Bioforellen. BÖLN. <http://orgprints.org/4004/>
- Karl H. (2010). Schadstoffe und Höchstmengenverordnungen – Situation bei Fischen. VDSF- Schriftenreihe Fischerei und Gewässerschutz, Nr. 5, 28-35.
- Lasner T. et al. (2010). Marktanalyse für ökologische Aquakulturerzeugnisse. BÖLN. <http://orgprints.org/17160/> LAVES, Institut für Fische und Fischereierzeugnisse Cuxhaven, 2007a (und b), Bericht des Forschungsprojektes 2004 (2005) „Aquakulturen in Niedersachsen“. <http://www.laves.niedersachsen.de>
- Manthey-Karl M. et al. (2007). Untersuchungen zur Qualitätsveränderung bei der Verarbeitung und Lagerung von ausgewählten Erzeugnissen aus Bioforellen und konventionell erzeugten Forellen als Voraussetzung für die Erstellung einer Handlungs-Anweisung für handwerkliche Forellenzuchtbetriebe. BÖLN. <http://orgprints.org/14277/>
- Manthey-Karl M. et al. (2010). Quality of organically and conventionally farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and smoked products thereof from the German market. Arch. Lebensmittelhyg. 61, 40-49.
- Molkentin J., Projekt/Laufzeit: 2010 – 2012, Eignung der instrumentellen Analytik für die Unterscheidung von ökologisch und konventionell gefarntem Speisefisch bei verschiedenen Spezies einschließlich verarbeiteter Produkte. BÖLN. <http://orgprints.org/17246/>
- Rehbein H. et al. (2003). Entwicklung von Methoden zum Nachweis von ökologisch erzeugten Produkten am Beispiel der Lachszucht. Bundesprogramm ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN). <http://orgprints.org/16211/>
- Reiter R. et al. (2011). Einfluss von Futtermitteln und der Fütterungsstrategie auf die Fischproduktion und die Produktqualität von ökologischen Fischereierzeugnissen BÖLN. <http://orgprints.org/19807/>

Ökobilanz der teichwirtschaftlichen Produktion im Vergleich zu anderen Produktionsformen

A. Brinker

In der Bevölkerung wächst das Bewusstsein, dass es in einer immer globaler werdenden Welt notwendig ist, Produktion im allgemeinen ganzheitlich zu erfassen und auch Umweltkosten zu berücksichtigen und den Produkten zuweisen zu können. Dies trifft auch für landwirtschaftliche und fischereiliche Erzeugnisse zu. Insbesondere für Fischerzeugnisse ist die Datenlage hierzu noch weitgehend unvollständig. Der vorliegende Beitrag zeigt das grundsätzliche Potential von Fischen im Vergleich zur Landtiererzeugung auf, erläutert den Hintergrund ganzheitlicher Produktbewertungen am Beispiel des Life Cycle Assessment Verfahrens, stellt erste Ergebnisse der aquatischen Erzeugung der terrestrischen Erzeugung gegenüber und benennt einige zentrale Forschungs- und Entwicklungsfelder.

Die Fischzucht steht in der modernen Welt wie die übrige landwirtschaftliche Produktion in einem globalen Spannungsfeld und kann aus diesem Kontext nicht mehr losgelöst betrachtet werden. Die Zahlen der FAO (Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen) von 2010 geben hier eindrucksvolle Eckdaten: Die Weltbevölkerung wächst noch immer rasant um ca. 200.000 Menschen pro Tag und somit jährlich in etwa um die Einwohnerzahl Deutschlands.

All diese Menschen haben ein völkerrechtlich verbrieftes Anrecht (Artikel 11 des Internationalen Pakts über wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte (UN-Sozialpakt)) auf gesunde Lebensmittel und damit auch - wie später genauer erläutert - auf aquatische Produkte (Wildfänge/Aquakultur). Im Zuge der landwirtschaftlichen, aber auch der fischereilichen Entwicklung stieg der Anteil an tierischem Protein sowohl von Land- als auch Wassertieren in der Nahrung in den letzten Jahrzehnten deutlich an und dieser Trend wird auch in der Zukunft anhalten (Bartley 2007). Der weltweite Anteil am tierischen Eiweiß durch Fische beträgt heute etwa 17 %. Hinzu kommt, dass die Bevölkerungen der entwickelten Staaten verstärkt Fisch und Meeresprodukte als gesunde Lebensmittel entdecken, und hier insbesondere

vermeintliche Premiumprodukte, in erster Linie Raubfische, nachgefragt werden. Die Wildfischfänge aus den Meeren dagegen stagnieren bei etwa 100 Millionen Tonnen pro Jahr und können nach allen Einschätzungen bestenfalls in dieser Größenordnung gehalten, aber nicht weiter gesteigert werden. Als einzige Alternative wächst folgerichtig die Aquakultur seit 1970 mit etwa 9 % pro Jahr. Aus den genannten Wildfängen wird jährlich eine relativ stabile Menge von 6 - 7 Millionen Tonnen Fischmehl und etwa 1 Millionen Tonnen Fischöl gewonnen. Hier ist zudem vielleicht ein Rückgang zu erwarten, da ein starker öffentlicher Druck besteht, Wildfänge direkt als Lebensmittel zu verwerten und nicht über den „Umweg“ Tierfutter zu gehen. Auf der anderen Seite steht der aquatischen Erzeugung eine landwirtschaftliche Produktion (Grünpflanzen) von etwa 5 Milliarden Tonnen gegenüber. Hier ist die Rohstoffmenge also um Größenordnungen höher und steht theoretisch auch für aquatische Futtermittel zur Verfügung.

Die heutige Aquakultur arbeitet also in globalen Größenordnungen und hat entsprechenden Einfluss. Das bedeutet, dass auch die Auswirkungen auf die Umwelt und Ökonomie nicht mehr nur lokal betrachtet werden können und ganzheitliche Bewertungsverfahren eingesetzt

werden müssen, um die Aquakultur im Gesamtkontext der Lebensmittelherzeugung einordnen und bewerten zu können.

Stand der Aquakultur heute

Im Jahr 2009 wurde ein echter Meilenstein erreicht, da erstmals 50 % aller Fische und Muscheln aus der Aquakultur stammten, wobei die Fische für sich allein betrachtet sogar einen noch größeren Anteil für sich verbuchen können und die Produktion an Wildfischen bereits übertreffen (Naylor 2009). Insgesamt produzierte die Aquakultur 68 Millionen Tonnen aquatische Erzeugnisse (hauptsächlich Fisch, Muscheln, Algen und Shrimps) mit einem Wert von etwa 65 Milliarden Euro. Wenig überraschend bedeutet das aber auch eine massive Nachfrage für die begrenzten Fischmehl/-öl - Ressourcen. Aktuell nutzt die Aquakultur etwa 70 % des weltweit produzierten Fischmehls und sogar 90 % der produzierten Fischöle. Da zudem weitere Interessensgruppen mit höheren Gewinnspannen als in der Fischzucht üblich in den Markt drängen (Pharmazie-/Lebensmittelbranche: ungesättigte Fettsäuren EPA/DHA aus Fischöl), schnellen die Preise für diese beiden traditionellen Futtermittelbestandteile in die Höhe. Das führt dazu, dass sowohl die Futtermittelindustrie als auch die Fischereiforschung nach gangbaren

Alternativen suchen und diese auch finden. Ein Schwerpunkt der letzten Jahre war hier der teilweise Ersatz von Fischmehl/-öl im Fischfutter durch pflanzliche Alternativen. Als direkte Konsequenz hat sich beispielsweise das Fisch in/Fisch aus-Verhältnis von mehr als 1 im Jahr 1995 zu heute (2007) auf 0,63 verbessert: Das bedeutet also: Um 1 kg Fischzuwachs in der Fischzucht zu erreichen, werden heute nur noch 630 g wild gefangener Fisch eingesetzt (Naylor 2009). Das heißt auch, dass sich die Fischzucht mittlerweile von einem netto Fischverbraucher zu einem netto Fischerzeuger entwickelt hat.

Potentialbetrachtungen: Kaltblütige Nutztiere wie Fische im Vergleich zu Warmblütigen

Eine kleines Gedankenspiel vorab: Ruft man sich die bereits erwähnte landwirtschaftliche Produktion in Erinnerung, die in die Milliarden Tonnen geht, so mag es zunächst verwundern, dass die gesamten Wildfischfänge der Erde, die zu mehr als 70 % mit Wasser bedeckt ist, nur eine vergleichsweise geringe Menge ergeben. Der Grund ist, dass von der eintreffenden Lichtenergie im Wasser im Vergleich zum Land nur 33 % genutzt werden kann (absolut betrachtet: 0,03 % des eintreffenden Sonnenlichtes; Rest: Reflektion, thermische Absorption). Die die Gesamtproduktivität bestimmende Primärproduktion über Pflanzen ist im Wasser also sehr gering im Vergleich zum Land. Zudem werden im Nahrungsnetz nur etwa 10 % der fixierten Energie in die nächsthöhere Stufe weitergegeben und Fische stehen auf der Stufe 4-6. Aus diesen Werten lässt sich eine interessante Abschätzung ableiten: Nimmt man den durchschnittlichen pro Kopf Fischverbrauch der Bundesbürger als Maßstab (~16 kg Fanggewicht), so wird diese Menge an Fisch durch 115 Hektar Meeresfläche zur Verfügung gestellt. Diese Fläche ist 40.000 - 50.000 Mal größer als die Haltungsfläche, in der die Fische durch Aquakultur erzeugt werden. Dies verdeutlicht ein wenig den

extremen Unterschied zwischen der Produktion in der Natur und in der Fischzucht und sensibilisiert für damit einhergehende Schwierigkeiten.

Aber zurück zum Potential der Fische: In einer grundlegenden Studie hatte Hemmingsen bereits 1960 herausgearbeitet, dass der Grundstoffwechsel wechselwarmer Tiere wie Fische sehr viel niedriger liegt als der von Warmblütern. Er schrieb dies hauptsächlich der fehlenden Aufrechterhaltung der Körpertemperatur zu, was von Gilloly (2001) teilweise korrigiert wurde (Details der Diskussion gehen über diesen Beitrag hinaus, können aber in der zitierten Literatur nachgelesen werden). Nichtsdestotrotz ist die grundsätzliche Aussage für die hauptsächlich genutzten Haltungstemperaturen korrekt und verdeutlicht das enorme Potential von kaltblütigen Tieren wie den Fischen, verabreichtes Futter maximal in Zuwachs umzusetzen, weil nur minimal wenig Futterenergie in den Erhaltungsstoffwechsel geht, dort wirkungslos verbrennt und nicht in Zuwachs umgesetzt werden kann. Wirkungslos ist hier nicht einmal ausreichend, denn die Endprodukte des Energiestoffwechsels sind Ammonium oder CO₂, die entsprechend

die Umwelt belasten.

Schaut man sich die entsprechende Futternutzung von wichtigen Nutztiergruppen an, wird dieser Vorteil klar ersichtlich (Abbildung 1). Nur Geflügel ist in etwa im Bereich der Nutzungseffizienz von Fischen anzusiedeln. Das liegt in den extremen züchterischen Fortschritten begründet, die beim Geflügel schon erreicht wurden, während man bei den Fischen hier noch in den Kinderschuhen steckt und viel züchterisches Potential heute noch ungenutzt ist.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Theoretisch sind kaltblütige Tiere wie Fische die effizienteren Nahrungsnutzer und könnten den nachhaltigsten Beitrag zur Versorgung mit tierischem Eiweiß liefern.

Wie bewerte ich eine Nahrungsproduktion ganzheitlich?

Um die Frage der Überschrift angehen zu können, ist zunächst eine klare Zielvorstellung notwendig.

Maximalforderung: Ein optimales ökologisches Produkt erzeugt überhaupt keinen Abfall, sondern im Gegenteil nur positive Nebenprodukte, die sich stimulierend auf

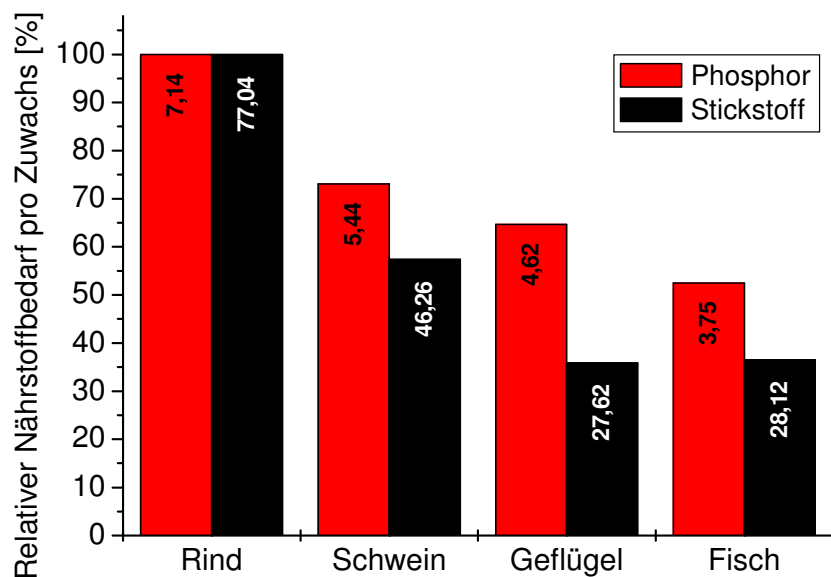


Abbildung 1: Relativer Nährstoffbedarf am Beispiel von Phosphor und Stickstoff pro Zuwachs in Abhängigkeit von der Nutztiergruppe (Zahlen in den Balken geben den absoluten Bedarf in g pro kg Zuwachs an). Rind wurde als 100 % gesetzt.

die angrenzenden Ökosysteme und die Wertschöpfungskette auswirken.

Diese maximale Vorgabe lässt sich am ehestens in der extensiven Fischzucht vorstellen, wo aus einem relativ großen System die Fische als konzentrierte Wertschöpfung entnommen werden können, nur minimale externe Einflüsse (Zufütterung, Abfischvorgang o.ä.) nötig sind und die anfallenden Ausscheidungen problemlos vom Ökosystem (Teich) aufgenommen und in neue Biomasse umgesetzt werden können (Abb. 2). Diesen Produktionsformen sind aber insbesondere in der realisierbaren Produktionsmenge Grenzen gesetzt. Intensivere Produktionsformen auf der anderen Seite benötigen relevanten externen Input und überladen das System mit naheliegenden Dingen wie Ausscheidungen aber auch eher mit indirekten Faktoren wie einem erhöhten Krankheitsrisiko (Abb. 2). Da sie aber in der Lage sind, die oftmals benötigten großen Mengen des gewünschten Produktes zu erzeugen, und weil vielleicht auch ökologische Kosten bisher so gut wie nicht ökonomisch wirksam werden, erfahren insbesondere die intensiven Systeme einen starken Ausbau.

Die bisherigen Ausführungen deuten an, wie schwierig eine halbwegs plausible „ganzheitliche“ Erfassung und Bewertung ist und wie sehr sie vom jeweiligen Betrachtungswinkel (Ökologie, wirtschaftlicher Erfolg, kurzfristig, langfristig, etc.) abhängt. Ein ganz entscheidender Punkt ist die „Normalisierung“, also der Versuch, die betrachteten Zielgrößen vergleichbar zu machen. Ist ein kg Shrimps beispielsweise wirklich einem kg Geflügel gleichzusetzen? Und wenn Nein! hier die offenkundig richtige Antwort ist: Wie ordne ich das korrekt ein?

Nahrung ist nicht gleich Nahrung und deshalb kann auch kalorische Energie nicht als einfache Normeinheit dienen. Fische beispielsweise haben als Lebensmittel wertvolle Alleinstellungsmerkmale: hochverdauliches Protein, ungesättigte Omega-3-Fettsäuren (EPA/DHA), Selen, Taurin, Jod, Vitamin D2,

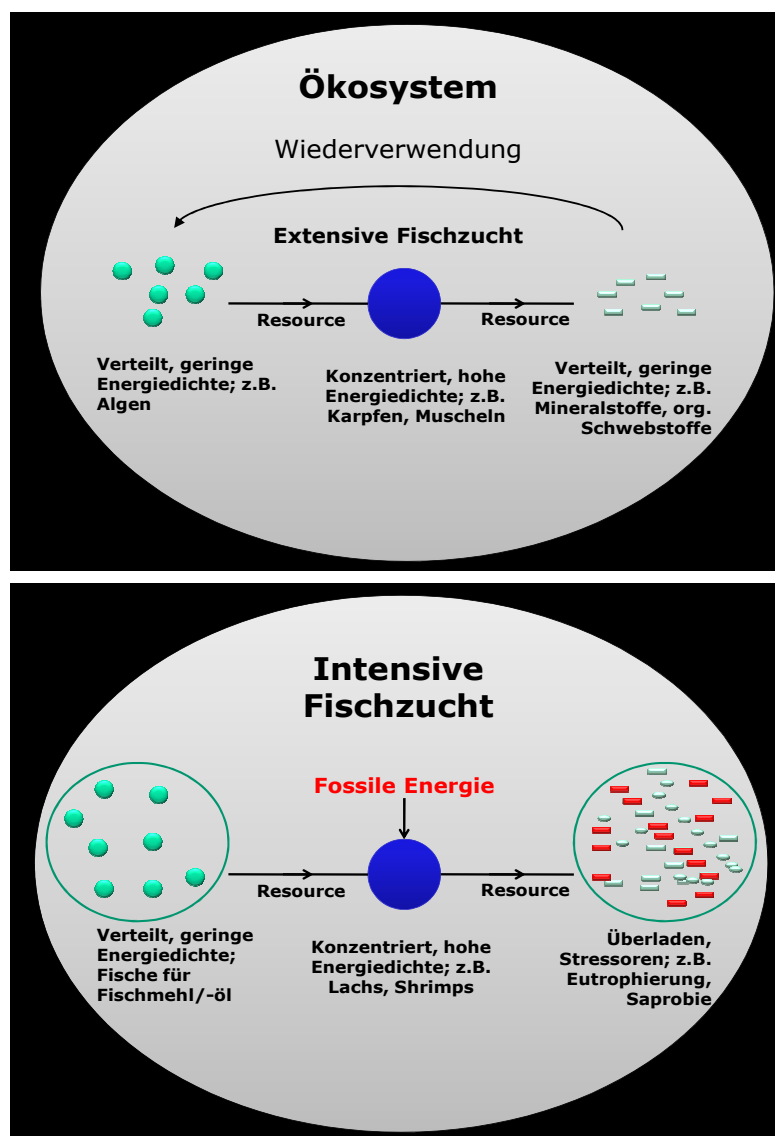


Abbildung 2: Schematische Darstellung von extensiver und intensiver Fischzucht und von wichtigen Energie- und Stoffflüssen.

und weitere, die es zu berücksichtigen und in Relation zu möglichen Kosten zu stellen gilt. Hier gibt es keine allgemeingültige Bewertung, sondern es muss eine Bewertung im Einzelfall vorgenommen werden.

Vor diesem Hintergrund hatte die FAO 2006 einen Experten-Workshop zusammengerufen, um ein Verfahren zu identifizieren, das möglichst ganzheitlich zur Bewertung von landwirtschaftlicher und aquatischer Produktion dienen kann. Dabei wurden so unterschiedliche Verfahren und Ansätze wie die Material- und Energieflussanalyse, das Life Cycle Assessment Verfahren (LCA), der Ökologische Fußabdruck, die Risikoanalyse,

die Umweltverträglichkeitsanalyse und viele weitere untersucht. Im Ergebnis war leider klar ersichtlich: Es steht keine Methode der Wahl zur Verfügung.

Für die Produktion von Fischen bietet sich aus verschiedenen Gründen, die hier nicht diskutiert werden sollen, als guter Kompromiss das LCA-Verfahren an. Hierbei wird ein Produkt vom ‚cradle to grave‘, also vom ‚Bruthaus bis zum Schlachthaus‘ bewertet (Abb. 3) und dabei werden verschiedene relevante Größen bestimmt.

Aktuelle Größen, die dabei den einzelnen Positionen zugeordnet und für die abschließende Bewertung herangezogen werden, sind

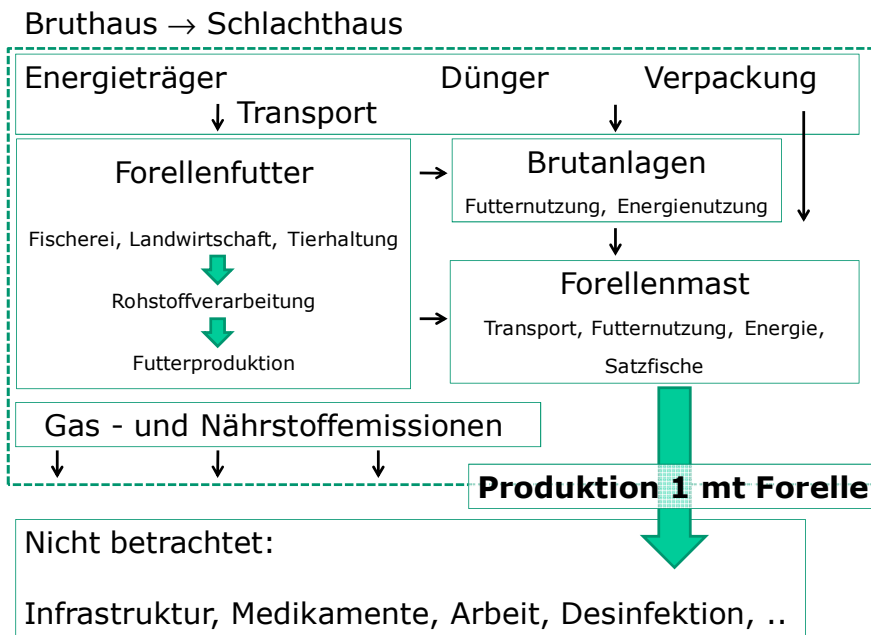


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Posten, die bei einer LCA-Bewertung der Forellenproduktion bewertet werden (metrische Tonne).

Kcal fossile Energie pro erzeugte Kcal Protein

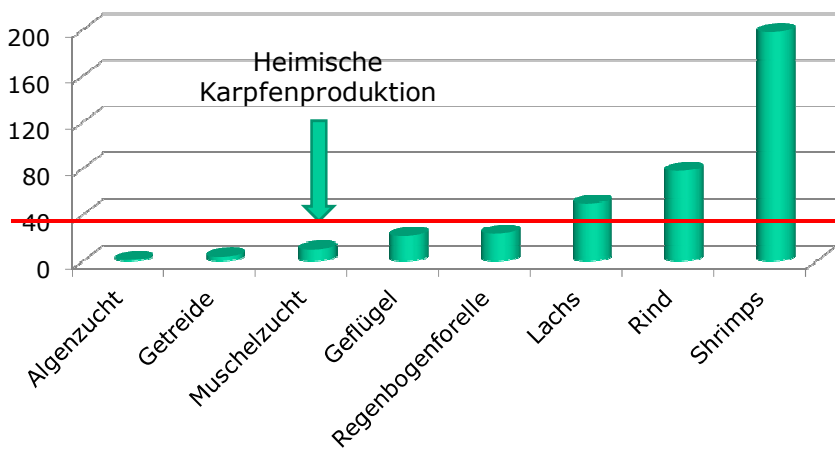


Abbildung 4: Einsatz fossiler Brennstoffe für die Gewinnung von Protein in verschiedenen Erzeugnissen (der Balken kennzeichnet die Referenz im tierischen Bereich: das Geflügel) (Folke & Kautsky 1992).

das Eutrophierungspotential (kg PO₄ Äquivalente), Klimawandel (kg CO₂ Äquivalente), Versäuerungspotential (kg SO₂ Äquivalente), Nutzung der Netto-Primär-Produktion (kg C), Energienutzung (MJ) sowie die Wassernutzung (m³).

In den folgenden Blöcken werden einzelne Aspekte der Fischerzeugung anderen Produktionsformen gegenübergestellt und eingeordnet. Grundsätzlich kann gesagt werden,

dass die Datenlage für die Aquakultur auch im Vergleich zu den übrigen Produktionsformen bis heute noch sehr dünn ist und hier dementsprechend großer Wissensbedarf besteht. Als Referenz im Bereich der tierischen Produktion gilt aufgrund des immensen züchterischen Erfolges das Geflügel. Aus diesem Grund werden die Werte für Geflügel dem der Fische als Referenz gegenübergestellt und diskutiert.

Ökologische Einordnung der Fischerzeugung

Proteineffizienz

Ein zentraler Aspekt für die Effizienz einer tierischen Produktion ist die Umsetzung des Futterproteins in Zuwachs, da Protein bei den Makronährstoffen die größten Kosten verursacht. Viele Fischarten und auch viele andere aquatische Organismen besitzen einen ammoniotelischen Stoffwechsel. Somit nutzen sie in relevanter Menge Eiweiß/Protein aus der Nahrung zur Energiegewinnung. Trotzdem sind sie als Kaltblüter hier so effizient, dass sie in der Regel selbst mit der Referenz bei den Landnutztieren, dem Geflügel, durchaus mithalten können (Raubfische) oder sogar deutlich besser sind (Allesfresser, Pflanzenfresser) (Abb. 4). Eine Ausnahme bei den aquatischen Nutztieren bilden die Shrimps, die aufgrund ihrer sehr aufwendigen Haltung hier von allen betrachteten Gruppen am schlechtesten abschneiden.

Auch im zweiten Betrachtungsbereich, dem Protein-EROI (Definition: siehe Kasten) schneiden insbesondere die omnivoren Fische sehr gut bis hervorragend ab. Die Werte für die Karpfenzucht in Indonesien suchen ihresgleichen in der Erzeugung tierischer Produkte (Abb. 5). Allerdings werden sich derartige Bedingungen in hochentwickelten Ländern allein aus Hygiene- und Seuchenvorsorgeaspekten wohl nicht erreichen lassen. Die Shrimps bilden auch hier das schlechte Ende der untersuchten Produkte.

Der EROI (Energy Return on Investment) ist ein dimensionsloses Verhältnis, bei dem die Menge eines nützlichen Produktes, dargestellt als Energie, durch die für die Erzeugung verbrauchte Energie geteilt wird; bei Nahrungsmitteln wird hierfür der nutzbare Proteinenergieertrag veranschlagt: der ideale Wert ist also 1, d.h.: Die gesamte eingesetzte Energie wird direkt in Produkt umgewandelt. Dieser Wert ist in der Realität nicht zu erreichen.

Erderwärmung

Der Beitrag, den die Landwirtschaft zu den „Klimagasen“ liefert, ist in aller Munde. Die Diskussion hierzu, wenn auch in den Medien momentan verkürzt und teilweise fehlerhaft dargestellt, wird in diesem Beitrag nicht näher beleuchtet, sondern nur ein Vergleich innerhalb der tierischen Produktion aufgezeigt. Abbildung 6 stellt das Erderwärmungspotential von aquatischen Nutztieren dem von landwirtschaftlichen Nutztieren gegenüber. Betrachtet werden karnivore (räuberische) Fische in Abhängigkeit von den drei gängigsten Produktionsformen: Kreislaufanlage (KLA), Netzgehege (NK), Durchflussanlage (DF). Wie nicht anders zu erwarten steigt mit zunehmender Technisierung (DF→NK→KLA) der relative Ausstoß an „Klimagasen“. Es wird ersichtlich, dass grundsätzlich selbst die räuberischen Fische mit der Referenz, dem Geflügel, mithalten können.

Für viele der weiteren relevanten Faktoren in den Ökobilanzierungsverfahren stehen bisher keine Vergleichsstudien zu Landtierhaltung zur Verfügung. Deshalb werden im Folgenden insbesondere anhand der Gruppe omnivorer Fische (Karpfen), karnivorer Fische (Salmoniden) sowie dem Sonderfall Shrimps einige grundlegende Aspekte angesprochen.

Betrachten wir die Effizienz der Karpfen, Salmoniden und Shrimps für Fläche, Energie, Wasser und Protein (Abb. 7), so treten sehr deutliche Unterschiede zu Tage, die aber durchaus wieder an anderer Stelle „eingefangen“ werden können. So benötigt die Karpfenerzeugung deutlich weniger Arbeit und Energie, produziert dabei aber auch eine sehr viel kleinere Menge an Produkt. Aus ökologischer Sicht sind in diesem Vergleich die Shrimps allerdings klar negativ zu beurteilen. Sie haben zwar einen sehr hohen Anteil nutzbares Produkt, der sich allerdings nur auf eine geringe absolute Produktionsmenge bei gleichzeitig höchstem Bedarf an Fläche, Arbeit und Energie bezieht.

Ein wichtiger Aspekt in der Aquakultur ist die Wassernutzung. Es wird

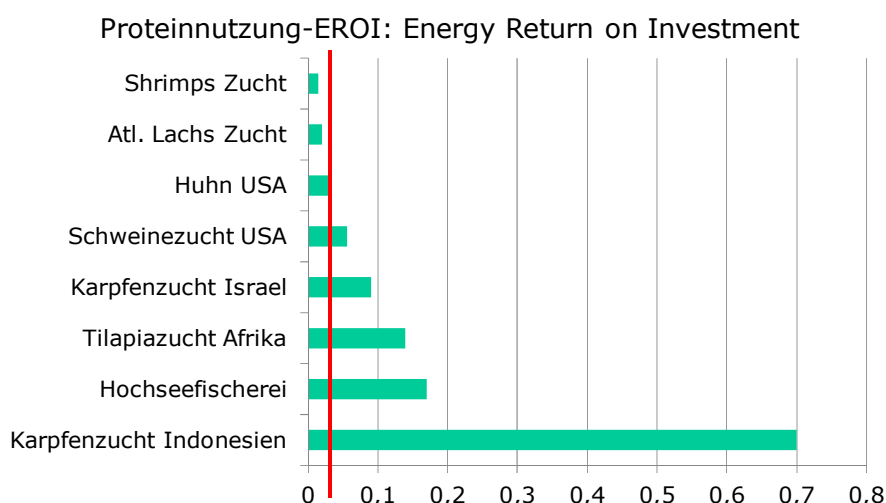


Abbildung 5: Darstellung des Protein-EROI (Energy Return on Investment) (der Balken kennzeichnet die Referenz im tierischen Bereich: das Geflügel) (Tyedmers 2004).

Erderwärmungspotential als CO₂ Äq.

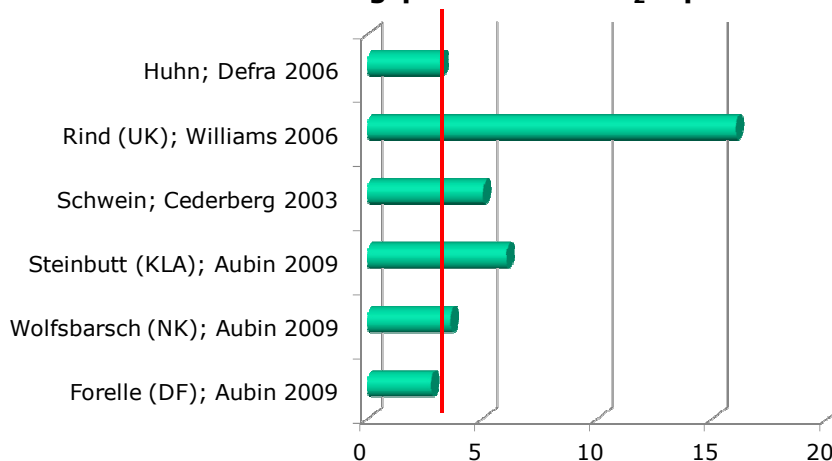


Abbildung 6: Vergleich des Erderwärmungspotentials der verschiedenen Produktionsformen von karnivoren Fischen (KLA: Vollkreislauf; NK: Netzkäfig; DF: Durchflussanlage) im Vergleich zu Huhn, Rind und Schwein (der Balken kennzeichnet die Referenz im tierischen Bereich: das Geflügel).

hier ausdrücklich das Wort Nutzung und nicht Verbrauch verwendet, da das in der Fischzucht eingesetzte Wasser nicht „verbraucht“ wird wie bspw. in verschiedenen industriellen, aber auch landwirtschaftlichen Anwendungen, sondern nach der Nutzung in der Regel nur schwach belastet und damit verträglich in den Vorfluter zurückgegeben wird. Nichtsdestotrotz ist diese Größe in der öffentlichen Diskussion wichtig (bspw. als Grund für den Ausbau der

Kreislauftechnik). Hier gibt es gravierende Unterschiede, die hauptsächlich auf den artspezifischen Bedarf der produzierten Fische zurückzuführen sind (FAO 2006): pro produzierter Tonne Zuwachs benötigen Regenbogenforellen 252000 m³, Karpfen 4032 m³ und Tilapia 2800 m³ Wasser.

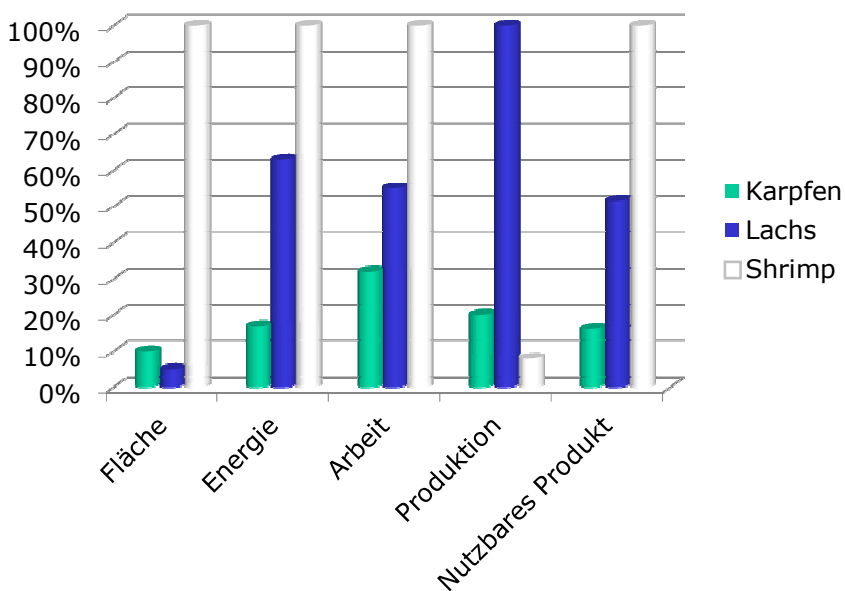


Abbildung 7: Effizienz von verschiedenen aquatischen Nutztieren bzgl. Flächen-, Energie-, sowie Arbeitsbedarf unter Berücksichtigung der Produktionseffizienz (verändert nach Troel et al. 2004); nutzbares Produkt ist der vermarktungsfähige Anteil; Bezug ist immer die Gruppe mit dem höchsten Wert in einer Kategorie.

Life Cycle Assessment Studien

Betrachtet man die Ergebnisse der bisher publizierten LCA Studien, erkennt man trotz des globalen Ansatzes des Verfahrens eine starke Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten (vgl. Grönroos 2006) insbesondere im Hinblick auf den Faktor Eutrophierung. Schaut man nach den drei Hauptproduktionsverfahren (KLA, NK, DF), so unterschieden diese sich nicht hinsichtlich der Nutzung der Netto-Primär-Produktion (kg C), wo sie alle drei aufgrund der immer noch relevanten Fischmehl-, -ölnutzung schlecht abschneiden. Der Beitrag zum Klimawandel (kg CO₂ Äquivalente), das Versäuerungspotential (kg SO₂ Äquivalente) sowie auch die Energienutzung (MJ) werden für NK und DF als vernachlässigbar, aber schlecht für KLA eingestuft. Eutrophierungspotential (kg PO₄ Äquivalente) sowie die Wassernutzung (m³) sind sehr gut bei KLA, aber sehr schlecht für DF. NK sind schlecht, was das Eutrophierungspotential angeht, aber gut, was die Wassernutzung betrifft (Details zu diesen Ausführungen finden sich bei Aubin

(2009)). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass aus ökologischen Gesichtspunkten die KLA deutlich schlechter zu bewerten sind als die anderen Produktionsformen. Dies ist interessant, da die KLA immer wieder als umweltfreundliche Alternative zur klassischen Fischzucht propagiert werden und sich also auch hier wieder zeigt, wie wichtig es ist, eine Bewertung ganzheitlich zu betreiben und nicht einzelne Aspekte (im Fall der KLA bspw. Wassernutzung) herauszustellen. Eine wichtige Erkenntnis vieler LCA Studien ist, dass die Futtermittelverwertung sich direkt in allen LCA-Größen widerspiegelt mit Ausnahme der von der Wassernutzung. Eine Verbesserung beim Futterquotient führt automatisch, wenn auch teilweise über verschlungene Pfade, zu einer prozentual etwa gleich starken Reduzierung der Belastungsgrößen. Damit ist die Futtermittelverwertung eine entscheidende Größe, die Aquakultur ökologisch weiterzuentwickeln. Den aktuellen Tendenzen einer sich verschlechternden Futterqualität muss deswegen nachdrücklich entgegen gewirkt werden.

Synopse

Insgesamt betrachtet zeigt sich, dass aquatische Tiere aufgrund ihrer effizienten Nahrungsnutzung und unproblematischen Haltung (gutes Wasser vorausgesetzt) ein exzellentes Potential für eine nachhaltige, ökologische Lebensmittelproduktion besitzen, das unbedingt genutzt und ausgebaut werden sollte. In der extensiven Fischzucht kann eine minimale Nutzung fossiler Energie mit maximaler Futterausnutzung erreicht werden, allerdings sind dieser Produktionsform Kapazitätsgrenzen gesetzt. Die Gesamtproduktionseffizienz ist am besten bei Salmoniden. Trotz all dieser positiven Aspekte ist insbesondere in der intensiven Fischzucht noch viel „Luft nach oben“ vorhanden, insbesondere beim Futter, der züchterischen Weiterentwicklung, der Wasserreinigung und der Verfahrenstechnik. Solange die ‚Umwelt‘-Kosten nicht bekannt sind und abgebildet werden, spiegeln auch die Lebensmittelpreise nicht die korrekten Kosten für die Allgemeinheit und Umwelt wider. In einer solchen Situation wird die Produktion in erster Linie ökonomisch bestimmt sein mit allen Unzulänglichkeiten hinsichtlich einer echten nachhaltigen Lebensmittelherzeugung.



Literatur

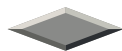
- Aubin J., Papatryphon E., Van der Werf H. M. G. & Chatzifotis S. (2009). Assessment of the environmental impact of carnivorous finfish production systems using life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production* 17: 354-361.
- Bartley D.M., Brugère C., Soto D., Gerber P. & Harvey B. (2007). Comparative assessment of the environmental costs of aquaculture and other food production sectors. Methods for meaningful comparisons, FAO/WFT Expert Workshop, 24 - 28 April 2006, Vancouver, Canada. p. 241: FAO.
- Cederberg C. & Stadig M. (2003). System expansion and allocation in life cycle assessment of milk and beef production. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 8: 350 - 356.
- Defra (2006): siehe Williams 2006.
- FAO (2012). *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Rome: FAO.
- Folke, C. & Kautsky N. (1992). Aquaculture with its environment: prospects for sustainability. *Ocean & coastal management* 17: 5 - 24.
- Gillooly J. F., Brown J. H., West G. B., Savage V. M. & Charnov E. L. (2001). Effects of size and temperature on metabolic rate. *Science* 293: 2248 - 2251.
- Grönroos J., Seppälä J., Silvenius F. & Maekinen T. (2006). Life cycle assessment of Finnish cultivated rainbow trout. *Boreal environment research* 11: 401 - 414.
- Hemmingsen A.M. (1960). Energy metabolism as related to body size and respiratory surfaces, and its evolution.
- Naylor R.L., Hardy R.W., Bureau D.P., Chiu A., Elliott, M., Farrell A.P., Forster I., Gatlin III. D.M., Goldberg R.J., Hua K. & Nichols P.D. (2009). Feeding aquaculture in an era of finite resources. *PNAS* 106: 15103 - 15110.
- Tyedmers P. (2004). Fisheries and energy use. *Encyclopedia of energy* 2: 683 - 693.
- Williams A.G. (2006). *Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities*: Cranfield University and Defra.

Kurzmitteilungen

J. Gaye-Siesseger und J. Baer

Grundschul Kinder besuchten in den Sommerferien die FFS

Einundzwanzig Grundschul Kinder, die während der Sommerferien das Betreuungsprogramm der Gemeinde wahrnahmen, besuchten mit ihren Betreuerinnen am 1. August die FFS. Zuerst bekamen die Kinder eine kleine Führung durch die Räumlichkeiten. Dann durften sie Fanggeräte aufbauen, Flusskrebse anfassen, das Alter von Fischen bestimmen und Fische im Aquarium zählen. Nach zwei Stunden waren die Kinder voller neuer Eindrücke und Erfahrungen, und auch die Betreuerinnen hatten Neues zu hören bekommen. Ein Besuch im nächsten Jahr wurde schon angekündigt.



Tierseuchenbekämpfung

Aktueller Stand der Schutzgebiete in Deutschland

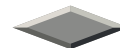
Im August 2012 wurde der aktuelle Stand der nach der Fischseuchenverordnung zugelassenen Schutzgebiete (Kompartimente

und Zonen, ehemals Betriebe und Gebiete) auf der Internetseite des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) veröffentlicht. Diese Schutzgebiete sind frei von einer oder mehreren der in Anhang IV Teil II der Aquakulturrichtlinie gelisteten Krankheiten (IHN, VHS, KHV und die Weißpünktchenkrankheit der Krebstiere).

In Baden-Württemberg liegen hinsichtlich IHN und VHS rund zwei Drittel aller in Deutschland „zugelassenen Betriebe“ (83 Kompartimente von deutschlandweit 124) und 90 % aller „zugelassenen Gebiete“ (10 Zonen von deutschlandweit 11). Genaue Angaben zu den einzelnen Schutzgebieten kann man der Bekanntmachung der tierseuchenrechtlichen Zulassung von Schutzgebieten entnehmen, an die man über die Homepages des BMELV und der FFS (Aquakultur, Fischproduktion/ Schutzgebiete nach Fischseuchen-VO) gelangt.

Quelle:
Bekanntmachung der tierseuchenrechtlichen Zulassung von Schutz-

gebieten (Zonen und Kompartimenten), die frei von infektiöser hämatopoetischer Nekrose (IHN), viraler hämorrhagischer Septikämie (VHS), Koi-Herpesvirus-Infektion (KHV) und Weißpünktchenkrankheit sind - vom 17. Dezember 2010, geändert durch 6. Bekanntmachung vom 2. August 2012 (BAnz. AT 14.08.2012 B2).



Kormoran

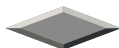
Unbefristete Kormoranverordnung in Mecklenburg-Vorpommern

Die neue Verordnung vom 5. Juli 2012 ist nicht mehr befristet. Kormorane dürfen zur Abwendung erheblicher fischereiwirtschaftlicher Schäden abgeschossen werden. Der Abschuss und die Vergrämung sind in einem Abstand von weniger als 300 m von fischereiwirtschaftlich genutzten Binnengewässern sowie von Anlagen der Teichwirtschaft, Fischhaltung und Fischzucht gestattet. Zur Vergrämung ist der Einsatz von Lasergeräten erlaubt. Ausge-

Tabelle 1: Anzahl der Schutzgebiete/zugelassenen Zonen und Kompartimente in den einzelnen Bundesländern.

	Baden- Württemberg	Bayern	Hessen	Nieder- sachsen	Nordrhein- Westfalen	Sachsen	Thüringen
<i>Zonen</i>							
IHN + VHS	11				1		
VHS	2						
IHN	1						
<i>Kompartimente</i>							
IHN + VHS + KHV				1			
IHN + VHS	83	13	2	6	8	6	6
VHS	2						
IHN				1			1
Weißpünkt- chenkrankheit				1			

nommene Bereiche sind Nationalparks, Naturschutzgebiete, Brutkolonien in der Zeit vom 1. April bis zum 31. Juli und Schlafplätze. Den Bewirtschaftern von fischereiwirtschaftlich genutzten Binnengewässern und von Anlagen der Teichwirtschaft, Fischhaltung und Fischzucht ist gestattet, die Neugründung von Brutkolonien durch Störungen in der Koloniebildungsphase im Zeitraum vom 1. Februar bis 31. März zu verhindern. Nicht am Brutgeschäft beteiligte immatur gefärbte Kormorane können ganzjährig getötet werden. Weitere Informationen können Sie dem Verordnungstext entnehmen (www.lalf.de/fileadmin/media/PDF/fischer/3_Gesetze/MV_2012_Kormoranverordnung.pdf).



Fischartenschutz

Erster Umsetzungsbericht zu den Aalbewirtschaftungsplänen in Brüssel eingereicht

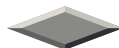
Gemäß Artikel 9 der Verordnung (EG) Nr. 1100/2007 zur Wiederauffüllung des Bestandes des Europäischen Aals wurde Ende Juni der erste Dreijahresbericht zur Umsetzung der deutschen Aalbewirtschaftungspläne, die 2008 eingereicht wurden, von Deutschland bei der EU vorgelegt. Der Bericht ist unter www.portal-fischerei.de einzusehen.

Demnach beträgt die aktuelle Blankaalabwanderung aus den deutschen Aaleinzugsgebieten (Mittelwert der Jahre 2008-10) 38 % - gemessen am Referenzzustand ohne anthropogene Beeinflussung. Damit wird die in der Verordnung (EG) 1100/2007 benannte Zielgröße von 40 % nun erstmalig knapp unterschritten. Der Bericht zeigt auf, dass die Blankaalabwanderung trotz der seit 2008 ergriffenen Managementmaßnahmen, wie z. B. verstärkter Besatz, verlängerte Schonzeiten und erhöhte Mindestmaße, in den kommenden Jahren noch weiter absinkt. Die Ursache dafür liegt zum einen in einer zeitlich verzögerten Wirkung der umgesetzten Managementmaßnahmen, da insbesondere der Besatz mit Jungaalen forciert

wurde. Zum anderen werden aber auch nach wie vor noch hohe Mengen an Aal entnommen. Zwar wurden die Mortalitätsraten durch Angler und Fischer drastisch reduziert (am Rhein z. B. von 2005 bis 2010 um 40%), die Auswirkungen von Wasserkraftanlagen und Kormoranen konnten jedoch kaum eingedämmt werden.

Auf dieser Basis und bei Weiterführung der Umsetzung der geplanten Maßnahmen ist daher erst etwa ab dem Jahr 2020 wieder mit einer Steigerung der Menge abwandernder Blankaale aus den deutschen Aaleinzugsgebieten zu rechnen. Die Erreichung der vorgegebenen Zielgröße von 40 % der ursprünglichen Blankaalabwanderung scheint nach derzeitiger Prognose ab 2028 bis 2030 möglich.

Die Entscheidung, ob die von Deutschland und anderen Nationen beschlossenen Maßnahmen nach Meinung der EU zur Rettung des Aals ausreichen werden, steht noch aus. Die EU hat bis zum 31. Dezember 2013 Zeit, darüber zu beraten. Sollten die Maßnahmen als nicht ausreichend erachtet werden, kann die EU gemäß Artikel 9 der Verordnung (EG) Nr. 1100/2007 zusätzliche Maßnahmen erlassen.



Elektrofischereikurs 2013

Die FFS führt im Zeitraum vom 8.4. bis zum 12.4.2013 in Aulendorf wieder einen Elektrofischerei-Kurs durch. Die Teilnehmerzahl ist auf 24 Personen begrenzt. Voraussetzungen für den Kurs sind ein gültiger Jahresfischereischein und ein Nachweis über die Teilnahme an einem Erste-Hilfe-Kurs; dieser muss den Teil Herz-Lungen-Wiederbelebung beinhalten, muss mindestens 8 Doppelstunden umfassen und darf nicht mehr als 3 Jahre zurückliegen. Die Anmeldung kann telefonisch (Tel: 07543/9308-0), per E-mail (POSTSTELLE-FFS@LAZBW.BWL.DE) oder online (www.lazbw-kurs.de) erfolgen.

