

# AQUAKULTUR UND FISCHEREIINFORMATIONEN

## AUS UNSERER FISCHEREIVERWALTUNG

### Inhalt

Vorwort .....	2
Langzeitentwicklung der Erträge der Berufsfischerei in Bodensee-Obersee und -Untersee: ein Vergleich.....	3
Invasive Arten als Fischnahrung im Bodensee? (Teil 1).....	8
Bericht - 11. Internationales Symposium zu Biologie und Management von Coregonen vom 26.-30.09.2011 in Mondsee, Österreich .....	12
„Water-Jet-Plattform“ – eine Möglichkeit des stromlosen Sauerstoffeintrags im Zulaufwasser von Forellenteichen .....	14
Untersuchungen zum Nachweis von VHS mittels Antikörpern .....	18
Auf- und Untergangszeiten der Sonne in Konstanz im Jahr 2012 mit Berücksichtigung der Sommerzeit .....	19
Abusus non tollit usum .....	20
Wie viel Wildfisch wird für die Herstellung von 1 kg Forellenfutter benötigt? .....	22
Untersuchungen zur Koi-Herpesvirus-Infektion in Sachsen .....	23
Internationale Kormorantagung .....	25
Kurzmitteilungen.....	28
Inhaltsverzeichnis AUF AUF 2011 .....	30

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

**Rundbrief 3  
Dezember 2011**

# Frohe Weihnachten

und ein gutes Neues Jahr wünscht Ihnen die FFS mit der für dieses Jahr letzten AUF AUF-Ausgabe.

Das Wetter spielte diesen Herbst verrückt. Obwohl dies normalerweise eine niederschlagsreiche Zeit ist, hat es fast 6 Wochen nicht geregnet. Das Ergebnis waren sehr niedrige Wasserstände in den Flüssen. Während für den Bodensee der Wasserstand im Herbst nicht von großer Bedeutung ist, war die Wassermenge für Forellenzüchter, die auf Oberflächenwasser angewiesen sind, sehr gering und es war nur der sehr weit fortgeschrittenen Jahreszeit zu verdanken, dass keine größeren Probleme auftraten.

Die Aquakultur steht von verschiedenen Seiten unter Druck. Neben dem geringen Wasserdargebot erschweren steigende Futtermittelpreise die Produktion. Weiterhin wird der Aquakultur von bestimmten Medien vorgeworfen, sie würde zur Produktion von Fisch mehr Fisch einsetzen, als sie selbst produziert. Wie die aktuelle Zusammenstellung in einem Artikel dieser Ausgabe zeigt, ist das aber schon länger nicht mehr der Fall.

Die EU hatte schon zu Anfang dieses Jahrtausends auf ihre Fahnen geschrieben, die Aquakultur-

produktion in den nächsten Jahren deutlich zu erhöhen. Nach einem Jahrzehnt zeigen die Statistiken aber nur einen geringen Anstieg der Produktion innerhalb der EU. Eine große Hürde für den weiteren Ausbau der Produktion in der EU ist auch die Genehmigungspraxis, die vor einer Erweiterung oder einem Anlagenneubau große bzw. unüberwindbare Hürden aufstellt.

Ein weiterer Schwerpunkt dieses Hefts ist die Fischerei im Bodensee, dessen Nährstoffgehalt mittlerweile wieder auf dem Stand von vor 60 Jahren ist. Der Fischertrag hat sich in den letzten Jahren auf niedrigerem Niveau stabilisiert, und es wird gehofft, dass der Ertrag nicht noch weiter zurückgeht. Besonders bemerkenswert in diesem Zusammenhang ist, dass sich die relative Fangzusammensetzung im Ober- und Untersee in den letzten Jahren in die gleiche Richtung entwickelt hat, obwohl sie vor der Eutrophierung sehr unterschiedlich war. Die Fangverläufe in Ober- und Untersee werden in einem eigenen Artikel einander vergleichend gegenübergestellt.

**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.***

Zitiervorschlag:  
***Fischereiinformationen aus Baden-Württemberg***



# Langzeitentwicklung der Erträge der Berufsfischerei in Bodensee-Obersee und -Untersee: ein Vergleich

R. Rösch

In den letzten Jahren ist der Phosphorgehalt des Bodensees weiter zurückgegangen und lag im Jahr 2010 im Bodensee-Obersee nur noch bei 6 µg/l. Die jährlichen Erträge der Berufsfischerei änderten sich in diesen Jahren ebenfalls. Im Folgenden werden die Erträge der Berufsfischerei von Bodensee-Obersee und Bodensee-Untersee im Langzeittrend vorgestellt, und es werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgearbeitet. Dabei wird im Wesentlichen der Gesamtertrag und der Ertrag von Felchen und Barsch besprochen. Entsprechende Werte für die anderen Fischarten werden nur am Rande erwähnt.

## Nährstoffgehalt des Bodensees

Bis in die 50er Jahre des letzten Jahrhunderts war der Bodensee-Obersee ein nährstoffarmer, oligotropher See, wie es für die meisten tieferen Seen des Voralpengebietes typisch war. Mit einsetzender Bevölkerungszunahme, steigender Industrialisierung und auch Intensivierung der Landwirtschaft im Einzugsgebiet des Sees stieg der Nährstoffgehalt ab Mitte der 1950er Jahre stark an (www.igkb.org). Ab Mitte der 1970er Jahre wurden die Anstrengungen verstärkt, diese Entwicklung umzukehren und den Nährstoffeintrag in den Bodensee wieder zu reduzieren. In der Folge konnte der Anstieg gestoppt werden und nachfolgend war ein deutlicher Rückgang des Nährstoffgehalts im See zu verzeichnen. Mittlerweile ist der Nährstoffgehalt des Sees wieder auf dem Niveau wie vor Beginn der Eutrophierung.

Der Bodensee-Untersee als deutlich flacherer See war natürlicherweise schon immer ein zumindest in einigen Bereichen nährstoffreicherer See. Da Teile des Sees vom Seerhein, dem Abfluss des Obersees durchflossen werden, folgt sein Nährstoffgehalt mit zeitlicher Verzögerung aber dem des Obersees (www.igkb.org). Der Nährstoffgehalt des Untersees ist somit ebenfalls deutlich zurückgegangen, er ist aber noch höher als im Obersee. Einzelne

Bereiche des Untersees wie z. B. der Gnadensee sind im Sommer über Grund immer noch sauerstoffarm oder sauerstofffrei.

## I. Bodensee-Obersee

### Gesamtertrag

Der Verlauf des Ertrags wird nachfolgend zeitlich in drei Abschnitte eingeteilt: 1910-1955, 1956-2005 und 2006-2010 (Abb. 1). Der erste Abschnitt umfasst den nährstoffarmen, oligotrophen See, der zweite Abschnitt den Zeitraum der Nährstoffzunahme und auch den des Rückgangs des Nährstoffgehalts und der dritte Abschnitt die letzten 5 Jahre. Der Ertrag der letzten 5 Jahre lag so niedrig wie letztmals 1956. In allen dazwischenliegenden Jahren mit Ausnahme des Jahres 1987 war der Ertrag deutlich höher. Ein Unterschied zu früher ist, dass in den letzten Jahren die Schwankungen von Jahr zu Jahr geringer als früher sind. Damals folgte auf ein gutes Fangjahr meist unmittelbar ein starker Rückgang des Ertrags. In den letzten Jahren sind die Unterschiede zwischen Folgejahren meist wesentlich geringer. Weiterhin hat sich der Anteil der einzelnen Arten am Gesamtertrag in den letzten Jahren stark verändert (s.u.).

### Felchenertrag

Bis Mitte der 1950er Jahre lag der Ertrag meist unter 400 t, im Zeitraum 1956-1961 stieg er über

600 t und bis in die 1980er Jahre waren danach große Schwankungen des Ertrags von Jahr zu Jahr typisch (Abb. 2). In diesen Zeitraum fiel auch der höchste Felchenertrag von 1218 t im Jahr 1976. Die letzten 20 Jahre waren die Felchenerträge relativ stabil. Es gab zwar auch Schwankungen von Jahr zu Jahr, die relativen Veränderungen waren jedoch deutlich geringer als vor dieser Zeit, und abgesehen von 1994, 2006 und 2007 lag der Jahresertrag deutlich über 500 t. Blickt man auf die Maximalwerte der letzten 20 Jahre, lässt sich ein deutlicher Rückgang erkennen. Nach dem sehr niedrigen Fang von nur 425 t im Jahr 2007 erholte sich der Ertrag in den letzten Jahren und 2010 wurden wieder über 600 t gefangen.

Über den gesamten Zeitraum der Statistik betrachtet, waren die „besten“ Jahre der Felchenfischerei die, in denen der P-Gehalt zwischen 10 und 30 µg/l lag. Hier waren die Schwankungen von Jahr zu Jahr gering und der Ertrag insgesamt hoch. Zu Zeiten eines P-Gehalts von mehr als 30 µg/l gab es sehr gute, aber auch sehr schlechte Felchenjahre, es war keine Konstanz in den Erträgen zu erkennen.

### Barschertrag

Barsche waren bis in die 1950er Jahre keine sehr gefragten Fische. Dies änderte sich erst, als die Berufsfischer lernten, Barsche zu filetieren. Seither ist Barschfilet

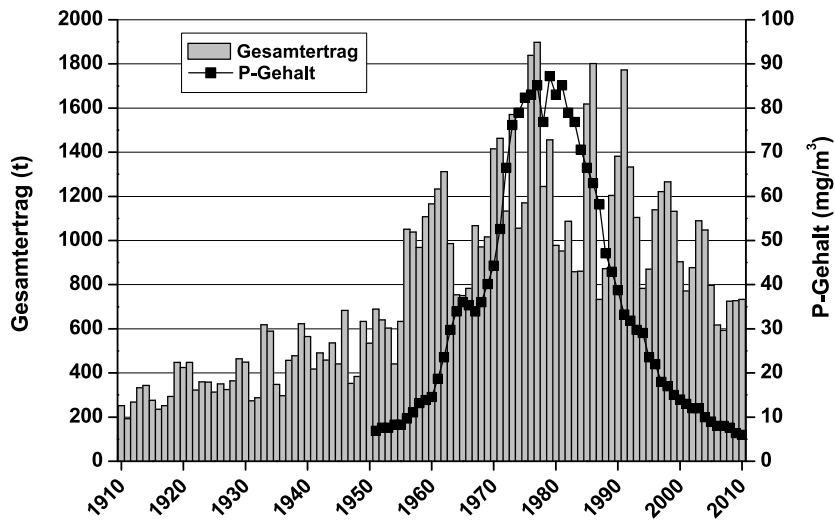


Abbildung 1: Gesamtertrag im Bodensee-Obersee.

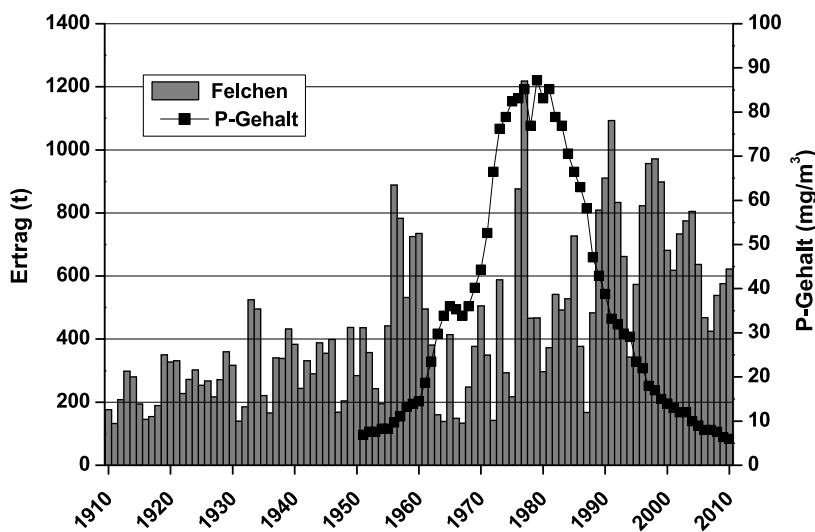


Abbildung 2: Felchenertrag im Bodensee-Obersee.

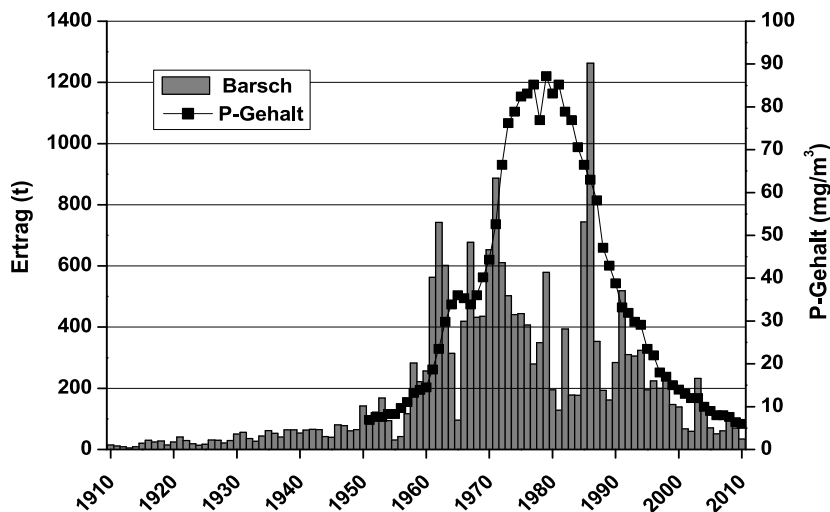


Abbildung 3: Barschertrag im Bodensee-Obersee.

ein sehr gefragtes Produkt. Der Barschertrag lag bis in die 1950er Jahre deutlich unter 200 t (Abb. 3). Erstmals im Jahr 1958 wurde dieser Wert mit einem Jahresertrag von 283 t deutlich überschritten. Es folgte ein Zeitraum von fast 20 Jahren, in dem der Barschertrag die Grenze von 400 t nur selten unterschritt und meist deutlich darüber lag. Mit Beginn der 1980er Jahre ging der Barschertrag wieder zurück und erreichte den bisherigen Tiefpunkt mit nur noch 34 t im Jahr 2010 (Abb. 3). Solch niedrige Fänge wurden letztmals 1955 registriert.

### Weitere Fischarten

In den letzten Jahren entwickelte sich der Ertrag von Seesaibling und Karpfen positiv. Seesaiblinge waren Mitte der 1970er Jahre nur noch in ganz geringen Mengen gefangen worden und ein Aussterben der Art im See schien nur noch eine Frage der Zeit. Durch verschiedene Maßnahmen, wie z. B. die Reinhaltmaßnahmen im Einzugsgebiet, die zum Nährstoffrückgang führten, nahm der Saiblingertrag wieder zu und ist derzeit auf einem noch nie da gewesenen Niveau.

Karpfen wurden immer einige wenige Tonnen gefangen, sie hatten aber wirtschaftlich nur geringe Bedeutung. Ihr Ertrag stieg erst in Folge des Extremsommers 2003 an, als die Bedingungen im See so gut waren, dass wenige laichende Karpfen ausreichten, damit sich sehr viele Jungfische entwickelten. Als Folge davon konnten in den folgenden Jahren bis zu 16 t jährlich gefangen werden. Karpfen laichen zwar jedes Jahr im See ab, Jungfische entwickeln sich temperaturbedingt jedoch nur in wenigen Jahren. Nach 2003 war dies 2006 und 2011 der Fall.

## II. Bodensee-Untersee

### Gesamtertrag

Bis in die 1960er Jahre lagen die Jahreserträge im Bereich von ca. 150 t (Abb. 4). Sie stiegen danach stark an und erreichten ihr Maximum mit mehr als 450 t im Jahr 1972. Das hohe Niveau blieb bis Anfang der 1980er Jahre erhalten. Danach setzte ein deutlicher Rückgang ein. Im letzten Jahrzehnt lag der Mittelwert des Ertrags bei nur noch 167 t mit einer leichten Erholung auf etwa 200 t in den Jahren 2009 und 2010.

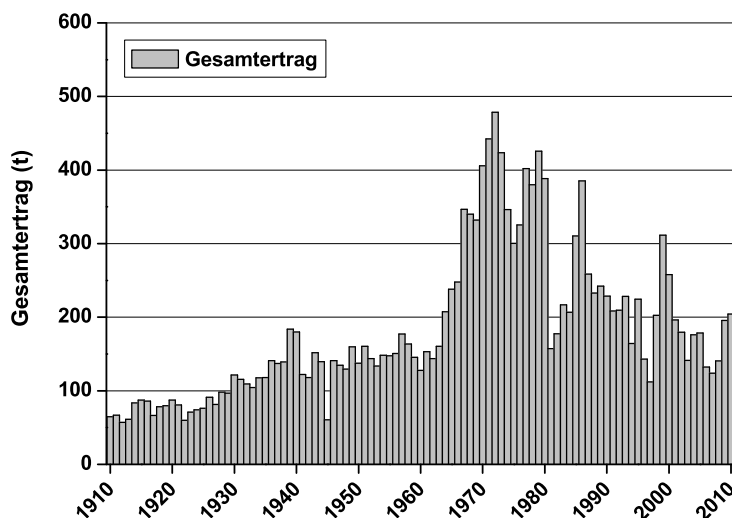


Abbildung 4: Gesamtertrag im Bodensee-Untersee.

### Felchenertrag

Der Felchenertrag lag bis Mitte der 1960er Jahre meist deutlich unter 50 t (Abb. 5), mit einem Mittelwert von 29,6 t. Im Jahr 1965 wurden erstmals seit Bestehen der Statistik 92 t Felchen gefangen und seitdem lag der Felchenertrag nur in einzelnen Jahren unter 50 t, der Durchschnitt der Jahre 1965-2010 betrug 104 t. Das Maximum waren 232 t im Jahr 1999. Zwar schwanken die Felchenerträge von Jahr zu Jahr, im Gegensatz zum Bodensee-Obersee ist aber am Bodensee-Untersee keine Tendenz eines Rückgangs des Felchenertrags festzustellen.

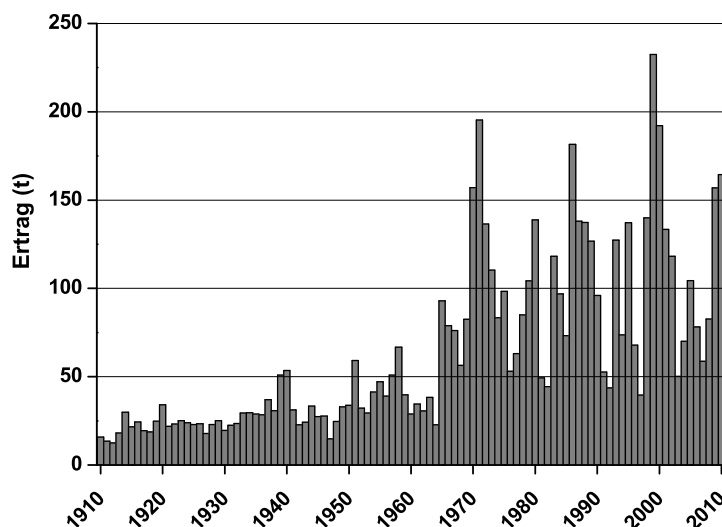


Abbildung 5: Felchenertrag im Bodensee-Untersee.

### Barsch

Der Barschertrag lag von Beginn der Statistik bis Ende der 1960er Jahre im Bereich von 20 t jährlich, stieg danach an und erreichte sein Maximum mit 176 t im Jahr 1985 (Abb. 6). Seither ging der Barschertrag nahezu kontinuierlich zurück, und der absolute Tiefpunkt wurde 2010 mit nur noch 2,8 t erreicht, dem mit Abstand niedrigsten Jahresertrag seit Bestehen der Fischereistatistik.

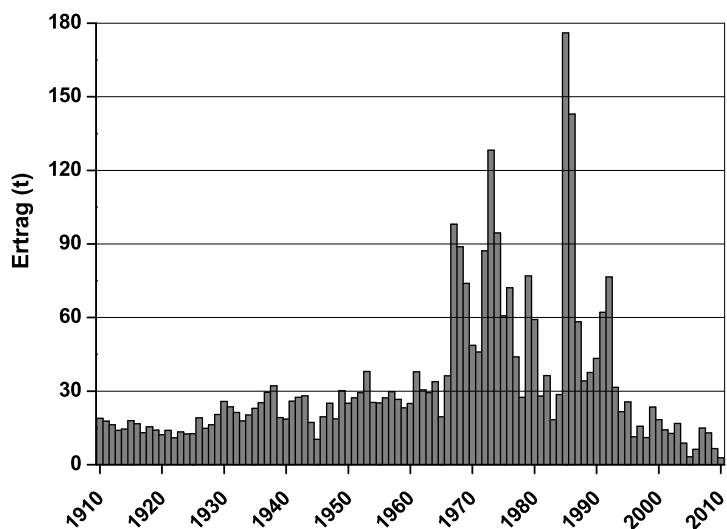
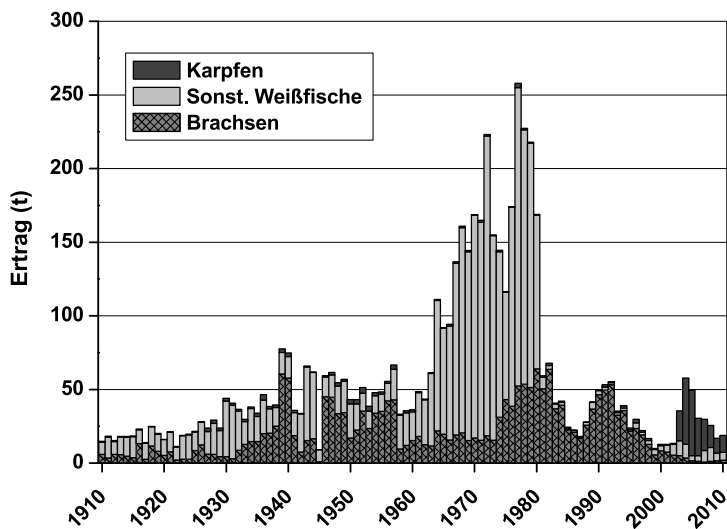


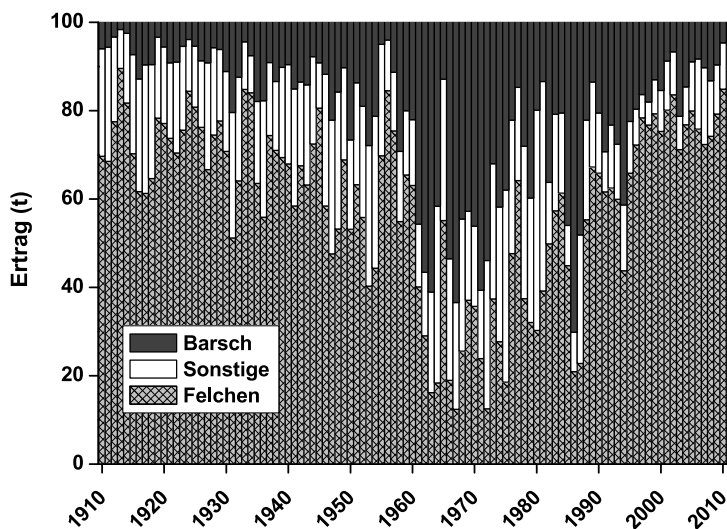
Abbildung 6: Barschertrag im Bodensee-Untersee.

### Weißfische, Brachsen, Karpfen

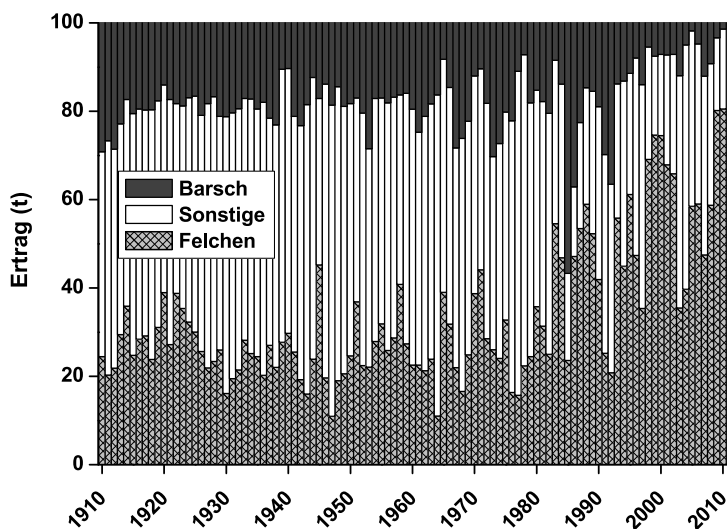
Ähnlich wie beim Barsch verläuft die Ertragskurve der Weißfische und Brachsen (Abb. 7). Brachsen sind mittlerweile „selten“ geworden. Im Jahr 2010 wurden von den Berufsfischern nur noch knapp 2 t gefangen, im Jahr 2007 waren es sogar nur 691 kg gewesen, das ist der niedrigste Wert seit Beginn der Statistik im Jahr 1910. In den 1970er



**Abbildung 7:** Ertrag von Weißfischen, Brachsen und Karpfen im Bodensee-Untersee.



**Abbildung 8:** Relative Fangzusammensetzung im Bodensee-Obersee.



**Abbildung 9:** Relative Fangzusammensetzung im Bodensee-Untersee.

und 80er Jahren waren oftmals mehr als 50 t jährlich gefangen worden. Der Höhepunkt des Weißfischertrags lag im selben Zeitraum. Der starke Rückgang des Weißfischertrags von 1980 auf 1981 ist auf den Zusammenbruch des Rotaugenbestands zurückzuführen, dessen Ursache bis heute ungeklärt ist. Karpfen wurden im Untersee regelmäßig gefangen, bis 2003 lag der Jahresertrag meist unter 1 t. Dies änderte sich erst ab 2003. Im Extremsommer 2003 waren die Bedingungen für das Aufkommen von Jungkarpfen wie auch im Obersee sehr gut, so dass sich sehr viele Jungkarpfen entwickelten.

## Relative Fangzusammensetzung: Vergleich Ober- und Untersee

In den Abbildungen 8 und 9 ist die relative Fangzusammensetzung am Bodensee-Obersee und -Untersee, aufgeteilt nach Felchen, Barsch und den sonstigen von den Berufsfischern gefangenen Arten dargestellt. Im Bodensee-Obersee lässt sich die relative Fangzusammensetzung in drei Zeitbereiche aufteilen: bis 1960, 1961-1982 und 1983-2010. Im ersten Zeitraum machten die Felchenfänge mehr als 70 % des Ertrags aus. Danach ging der Anteil der Felchen am Gesamtertrag massiv zurück. In den Jahren 1967 und 1972 hatten Felchen nur noch einen Anteil von 13 % am Gesamtertrag. Ab 1983 nahm der Felchenanteil am Ertrag wieder zu. In den letzten Jahren machten Felchen wieder bis zu 80 % des Ertrags aus. Der höchste Wert des Felchenanteils im Fang seit Bestehen der Statistik wurde mit 84,8 % im Jahr 2010 festgestellt.

Im Bodensee-Untersee hatten Felchen bis Anfang der 1980er Jahre nur einen Anteil von ca. 30 % am Fangertrag der Berufsfischer, Barsche ca. 20 % und die anderen Fischarten ca. 50 %. Ab ca. 1980 begann sich die relative Fangzusammensetzung zu Gunsten Felchen zu verschieben und der relative Anteil von Barsch und sonstigen Fischarten nahm ab. In den letzten Jahren hatten Barsche nur noch geringe



Bedeutung, während Felchen bis zu 80 % des Fanges ausmachten.

## Diskussion

Vergleicht man den Verlauf der jährlichen Erträge (Gesamtertrag) im Ober- und Untersee, sieht man, dass im Untersee der Ertragsanstieg zu Beginn der Eutrophierung ca. 10 Jahre später als im Obersee begann und die Zeit der wirklich hohen Erträge nur ca. 20 Jahre dauerte. Eine Erklärung hierfür ist nicht vorhanden, da der Nährstoffgehalt des Untersees dem des Obersees folgt und dementsprechend ein Ertragsanstieg im Untersee auch schon in den 1950er Jahren zu erwarten gewesen wäre.

Auch bei den Felchen ist keinerlei Parallelität des Ertragsverlaufs der beiden Seeteile zu finden. So lässt sich bei den Felchen des Untersees bisher kein Rückgang des Ertrags feststellen, beim Felchenertrag des Obersees ist der Ertragsrückgang jedoch sehr deutlich.

Im Vergleich der relativen Fangzusammensetzung der beiden Seeteile ergibt sich ein ganz unterschiedliches Bild. Vor der Eutrophierung waren beide Seeteile in ihrer Fangzusammensetzung typisch für den jeweiligen Seetyp. Der Fangertag der Berufsfischer des Untersees hatte nur einen niedrigen Felchenanteil, während der Obersee mit ca. 70 % Felchen ein typischer Felchensee war. In der eutrophen Phase hatte dort der relative Felchenanteil am Fang deutlich abgenommen, und mit dem Rückgang des Nährstoffgehalts entwickelte sich der Obersee wieder zum typischen Felchensee zurück. Auch beim Untersee hätte man eigentlich erwartet, dass sich die Fangzusammensetzung wieder in die Richtung entwickelt, wie es vor der Eutrophierung der Fall war. Entgegen allen Erwartungen hat sich der Untersee nach seiner Fangzusammensetzung aber zu einem „typischen“ Felchensee entwickelt, der er nach seiner Morphologie eigentlich nicht ist. Zusammengefasst bedeutet dies, dass der Bodensee-Untersee in seiner Fangzusammensetzung nach der Oligotrophierung

aus fischereilicher Sicht ein deutlich anderer See ist als vor Beginn der Nährstoffzunahme. Dies trifft für den Bodensee-Obersee nicht zu.

Es stellt sich die Frage, welche Gründe für diese unterschiedliche Entwicklung ursächlich sind. Ein Grund könnte sein, dass am Untersee in den letzten Jahren überwiegend auf Felchen gefischt wurde und nicht mehr oder nur noch in untergeordnetem Maß auch auf andere Fischarten. Das ist jedoch unwahrscheinlich, da auch die anderen Fischarten gefragt sind. So ist beispielsweise die Nachfrage nach Brachsen deutlich höher als der tatsächliche Fang.

Die Gründe für einen derartig starken Rückgang des Bestands und damit des Fanges der meisten Fischarten im Untersee mit Ausnahme von Felchen und Karpfen liegen nicht auf der Hand. Der Nährstoffgehalt des Bodensee-Untersees ist zwar verlaufsmäßig ähnlich stark zurückgegangen wie der des Obersees, die Messungen des Instituts für Seenforschung zeigen, dass der Nährstoffgehalt immer noch deutlich höher liegt als im Obersee (www.igkb.org). Der Untersee ist deutlich flacher als der Obersee, er hat nährstoffreiche Buchten und ist dementsprechend eigentlich kein typischer Felchensee. Es müssen demnach neben dem Nährstoffgehalt noch andere Gründe für den starken Rückgang des „Nicht-Felchen“- Ertrags maßgeblich sein. An der fehlenden Rekrutierung, also an einem zu geringen Aufkommen von Jungfischen kann es nicht gelegen haben. Die FFS führt seit einigen Jahren jeweils im August an verschiedenen Stellen des Bodensee-Untersees ein Jungfischmonitoring durch. Diese Befischungen mit der Jungfischwade zeigten z. B., dass 0+ Brachsen und 0+ Barsche jedes Jahr in großer Zahl zu finden sind. Für den niedrigen Ertrag dieser Arten müssen dementsprechend später im Leben des einzelnen Fisches auftretende Faktoren verantwortlich sein, die sich in einem so großen Gewässer wie dem Bodensee nur schwer einzeln identifizieren lassen. Eine Ausnahme waren die extrem

hohen Wassertemperaturen, die im Sommer 2003 zum Sterben von Aalen und Äschen im Untersee führten. Die damalige Wassertemperatur von 30 °C in den obersten Wasserschichten erwies sich für beide Arten als zu hoch.

Ob das Auftreten von Neozoen im Bodensee (www.anebo.com) Einfluss auf den Fischbestand hat, wird derzeit untersucht. Erste Ergebnisse zeigen, dass die ufernah lebenden Fische Neozoen als Nahrung angenommen haben. Aufgrund der Schwankungen im Ertrag von Jahr zu Jahr lassen erst längere Zeitreihen Aussagen über die Bedeutung der neuen Nahrungskomponenten zu.

Insgesamt zeigt die vergleichende Betrachtung der Fischerträge von Bodensee-Obersee und Bodensee-Untersee, dass sehr vieles bisher noch nicht oder nicht ausreichend verstanden ist. In einem so großen See wie dem Bodensee wirken sehr viele Faktoren auf den Fischbestand ein, die im Einzelnen nicht bekannt sind und vor allem in ihrer Wirkung nicht separat beurteilt werden können.

# Invasive Arten als Fischnahrung im Bodensee? (Teil 1)

F. Bonell und R. Rösch

**U**m zu untersuchen, ob und in welchem Ausmaß die seit einigen Jahren im Bodensee auftretenden Neozoen *Limnomysis benedeni* und *Dikerogammarus villosus* von den Fischen als Nahrung genutzt werden, wurden 2011 auf der Halde vor Langenargen und im Untersee monatlich Netze gesetzt sowie Jungfische im Uferbereich gefangen. Erste Ergebnisse der Auswertung der Magen- und Darminhalte deuten an, dass die Barschartigen die neue Nahrung gut annehmen, von den Felchen werden die Neozoen bislang kaum genutzt. Zudem zeichnet sich bei den 0+ Barschen ein Trend zu größerer Länge und mehr Gewicht ab.

## Teil 1: Methodik und erste Ergebnisse

Im Bodensee traten in den letzten Jahren vermehrt Neozoen auf, die sich schnell im gesamten See etablierten. 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 Arten 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 Jungfischwade Jungfische im Uferbereich gefangen. Neben Art, Länge, Gewicht und Alter der gefangenen Fische wurden die Magen- bzw. Darminhalte der gefangenen Fischarten qualitativ und quantitativ insbesondere auf den Neozoenanteil untersucht.

## Material und Methoden

### Netzbefischungen

Die verwendeten Bodennetze waren 2 m hoch, die Schwebnetze 7 m. Die Netze waren je nach Maschenweite zwischen 10 und 30 m lang, die Jungfischwade 20 m lang und im Maximum 2 m hoch. Tabelle 1 gibt die Maschenweiten der verwendeten Netze an.

ten Netze an.

Die Netze wurden im Tageslauf so gesetzt, dass sowohl die Nahrungsaufnahme in der Abend- als auch in der Morgendämmerung beprobt werden konnte. Die Barschnetze wurden als Bodennetze gesetzt, die Felchennetze einige Meter über Grund als verankerter Schwebesatz. Die Satztiefe betrug maximal 30 m, da die Schwebegarnele nur selten tiefer vorkommt. Die Netze wurden sowohl im Obersee als auch im Untersee gesetzt. Dabei wurden die Barsch- und Felchennetze am späten Abend nach ca. 2 h Expositionszeit zum ersten Mal kontrolliert und die gefangenen Fische entnommen. Danach wurden die Netze wieder gesetzt und morgens maximal 3 h nach Sonnenaufgang wieder gehoben. Die Wassertiefe, in der die Netze gesetzt wurden, wurde im Jahreslauf entsprechend der Hauptaufenthaltstiefe der Fische gewählt.

Mit der Jungfischwade wurde das Flachwasser bis max. 1 m Wassertiefe befischt. Die Jungfischwade wurde im Lauf eines Tages morgens und abends eingesetzt. Mit dieser Befischungsmethode wurden gezielt

die 0+ Jungfische (Jahrgang 2011) im Lauf des Sommers beprobt. Im September hatten einige 0+ Barsche bereits eine Größe erreicht, dass sie zusätzlich auch im 10 mm Bodennetz gefangen werden konnten.

Die Befischungen fanden 1x monatlich von April bis September statt.

### Aufarbeitung des Fanges

Die pro Netz gefangenen Fische wurden nach Arten sortiert, gezählt und von mindestens 10 Fischen jeder Art Länge, Gewicht und Geschlecht bestimmt sowie Schuppen oder Kiemendeckel zur Altersbestimmung entnommen. Danach wurde der Magen bzw. bei magenlosen Fischen der Vorderdarm in ein entsprechend nummeriertes Glasgefäß überführt und mit 90 % vergelltem Ethanol fixiert.

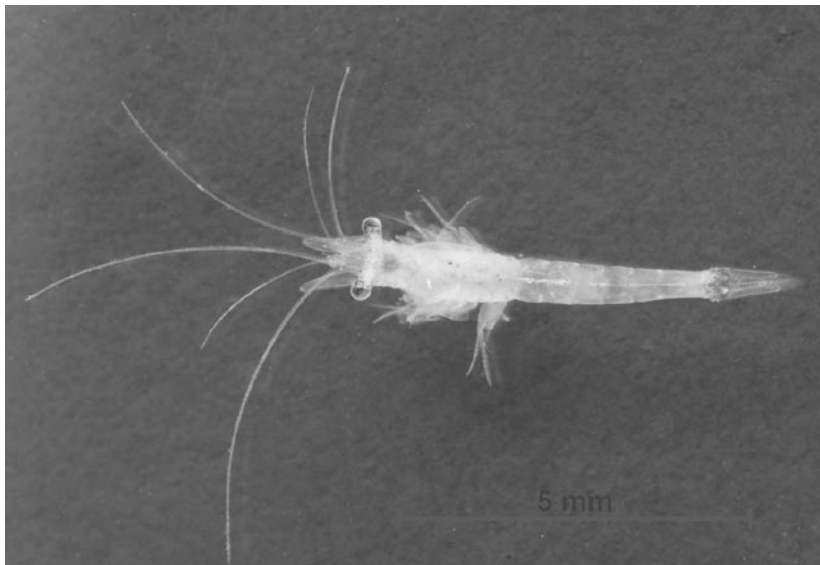
### Aufarbeitung des Magen- bzw. Darminhalts

In einem ersten Schritt wurde der Mageninhalt jedes Fisches auf das Vorkommen von Neozoen (*Limnomysis benedeni* (Abb. 1) und *Dikerogammarus villosus* (Abb. 2)) untersucht. Proben, die Neozoen

**Tabelle 1:** Verwendete Netze mit Maschenweiten.

Netze	Maschenweiten (mm)
Barschsatz	10, 15, 20, 28
Felchensatz	20, 26, 32
Jungfischwade	4





**Abbildung 1:** *Limnomysis benedeni*.



**Abbildung 2:** *Dikerogammarus villosus*.



**Abbildung 3:** Magen und Mageninhalt eines Barsches: hauptsächlich *L. benedeni* und ein Exemplar *D. villosus*.

enthielten, wurden markiert. Diese Proben wurden nachfolgend genau ausgezählt, um eine Quantifizierung des Mageninhalts durchführen zu können. Abbildung 3 zeigt einen Barschmagen voll mit *L. benedeni* und *D. villosus*.

Die aufgenommene Nahrung der karpfenartigen Fische wurde im Rahmen dieses Projekts nicht detailliert untersucht. Der Grund hierfür war, dass karpfenartige Fische mit ihren Schlundzähnen ihre Nahrung schon während der Nahrungsaufnahme zerkleinern, was eine genaue Bestimmung der einzelnen Nahrungsorganismen sehr schwierig macht. Dagegen schlucken die Fischarten, die einen Magen besitzen, die Nahrung meist ganz. Bei diesen können die Mageninhalte gut ausgewertet werden.

#### **Altersbestimmung**

Das Alter der Barsche wurde anhand der Kiemendeckel, das der anderen Fischarten anhand der Schuppen bestimmt. Die Mehrzahl der Fische aus der Jungfischwade ließ sich anhand der Größe der Altersklasse 0+ zuordnen. Im Zweifelsfall wurde aber auch bei diesen das Alter anhand von Kiemendeckeln oder Schuppen bestimmt.

#### **Vorläufige Ergebnisse und Diskussion**

In den Monaten April bis September 2011 wurden insgesamt 1263 Fische beprobt, davon hatten knapp 20 % (249 Stück) leere Mägen (Tab. 2). Für die folgenden Auswertungen wurden nur Fische mit Mageninhalt herangezogen.

#### **Gefangene Fischarten**

Insgesamt wurden 14 verschiedene Fischarten gefangen (Tab. 3). Manche Arten, wie Hecht, Zander und Bachforelle, landeten nur vereinzelt im Netz, andere Arten, wie Barsch und Felchen, konnten in für eine intensivere Auswertung ausreichender Menge gefangen werden. Im Magen- bzw. Darminhalt der in der Tabelle dunkel unterlegten Arten konnten Neozoen nachgewiesen werden.

**Nahrungsorganismen**

In den beprobten Fischmägen wurden ca. 35 verschiedene taxonomische Gruppen von Nahrungsorganismen und diverse durch den Verdauungsprozess nicht mehr genau bestimmbare Kleinfische gefunden. Eine genauere Artbestimmung war nicht immer möglich, da die Nahrungsbestandteile in Abhängigkeit davon, wie lange die letzte Nahrungsaufnahme vor dem Fang zurücklag, unterschiedlich stark verdaut waren.

Abbildung 4 zeigt von April bis September für Barsch, Felchen, Kaulbarsch und Stichling den Anteil der Fische, die Neozoen gefressen hatten. Daraus wird deutlich, dass Flussbarsch und Kaulbarsch die Neozoen am häufigsten aufnahmen. Bis zur Hälfte der beprobten Fische einer Art hatten Neozoen gefressen. Stichlinge wurden in der zweiten Hälfte des Beprobungszeitraumes nicht mehr gefangen. Im April und Mai hatten auch sie Neozoen gefressen.

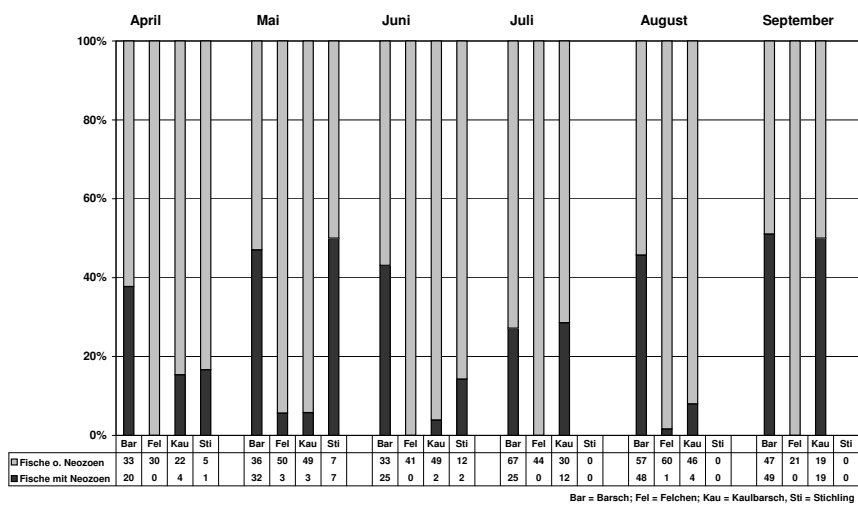
Erste Ergebnisse der weiteren Auswertung des Mageninhalts zeigen, dass in Abhängigkeit von Fischart und Monat unterschiedliche Nahrungsorganismen bevorzugt gefressen wurden. Bei den Felchen fand sich meist nur Zooplankton in den Mägen. Die eher bodenorientierten *L. benedeni* wurden nur vereinzelt gefressen, *D. villosus* überhaupt nicht. Anders war dies bei Barsch und Kaulbarsch. Sie leben am Boden bzw. bodennah, dementsprechend fanden sich in ihren Mägen *L. benedeni* und *D. villosus*, sowie viele andere benthisch lebende Beuteorganismen, wie beispielsweise diverse Köcherfliegen, Eintagsfliegen und Oligochaeten.

**Wachstumsvergleich der 0+ Barsche**

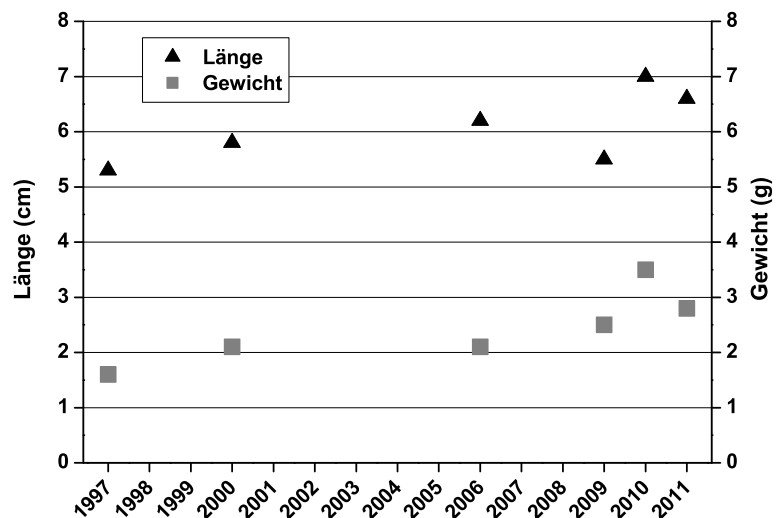
Aufgrund der Feststellung, dass sich ein beträchtlicher Teil der Jungbarsche mit den Neozoen *D. villosus* und *L. benedeni* eine neue Nahrungsquelle erschlossen hat, wurde die Jahresendlänge der 0+ Barsche aus früheren Jahren mit dem des Untersuchungsjahres

**Tabelle 2:** Monatliche Fänge 2011.

	Fische gesamt	Fische mit Mageninhalt
April	130	115
Mai	209	186
Juni	204	164
Juli	224	178
August	269	216
September	227	155
<b>Summe</b>	<b>1263</b>	<b>1014</b>



**Abbildung 4:** Prozentsatz Fische, die Neozoen gefressen haben.



**Abbildung 5:** Vergleich: kleinster (Länge, Gewicht) im September des jeweiligen Jahrs gefangener Barsch.

verglichen. Herangezogen wurden die Fänge aus der Jungfischwade vor Langenargen im Monat September aus den Vergleichsjahren 1997, 2000, 2006, 2009 und 2010. In diesen Jahren waren im Monat September genügend 0+ Barsche vor Langenargen gefangen worden, um die Länge aussagekräftig vergleichen zu können. Abbildung 5 zeigt die Mindestlänge der Barsche in den einzelnen Jahren.

Sowohl Jahresendlänge als auch Gewicht scheinen in den letzten Jahren anzusteigen. Dies ist eine sehr interessante Entwicklung, da man auf Grund der rückläufigen Nährstoffgehalte eigentlich annehmen müsste, dass die Fische dadurch langsamer wachsen. Über die Gründe für das unerwartete verbesserte Wachstum ist nur wenig bekannt. Neben klimatischen Einflüssen, wie erhöhte Wassertemperatur im Sommer, können zumindest für die Zeit ab 2006 die invertebraten Neozoen eine Rolle spielen. Insbesondere *L. benedeni* kann ein Mitgrund für das verbesserte Wachstum der Barsche sein, denn durch die detritivore Lebensweise dürfte die Schwebegarnele einen Nahrungszugewinn für die Fische im oligotrophen Bodensee darstellen. Detritus kann nicht direkt von den Fischen verwertet werden. Über den Zwischenschritt *L. benedeni* wird ein Teil des Detritus für die Fische verfügbar. Temperaturunterschiede im Vergleich zu früher dürfen aber nicht außer Acht gelassen werden. In den letzten Jahren hat sich der Bodensee im Vergleich zu früher deutlich erwärmt (KLIWA 2007). Barsche reagieren auf warme Sommer mit einem deutlichen Wachstumsschub, wie es der Extremsommer 2003 nachdrücklich gezeigt hat.

### Ab welcher Fischgröße wurden Neozoen gefressen?

Die Beute wird von den Fischen mit Magen meist als Ganzes verschluckt, daher ist die Größe der Maulspalte bei kleineren Fischen ein limitierender Faktor für die Nahrungsaufnahme. Tabelle 4 zeigt, ab

**Tabelle 3:** Liste der im Rahmen der Untersuchung gefangenen Fischarten.

Artenliste Fische 2011		Anzahl
Barsch	<i>Perca fluviatilis</i>	578
Felchen	<i>Coregonus sp.</i>	348
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	297
Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	40
Quappe	<i>Lota lota</i>	8
Hecht	<i>Esox lucius</i>	2
Zander	<i>Sander lucioperca</i>	1
Bachforelle	<i>Salmo trutta f. fario</i>	1
Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>	6
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	4
Ukelei	<i>Alburnus alburnus</i>	16
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	13
Rotauge	<i>Rutilus rutilus</i>	20
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	1

**Tabelle 4:** Kleinste Fische, in deren Mägen *Limnomysis benedeni* nachgewiesen wurde.

Art	Länge (mm)	Gew. (g)	Fangorte	Fangmonat	Anzahl <i>L. benedeni</i>
Barsch	63	2,7	Obersee	08	6
Kaulbarsch	68	4,4	Obersee	05	1
Stichling	60	2,7	Obersee	05	4

**Tabelle 5:** Kleinste Fische, in deren Mägen *Dikerogammarus villosus* nachgewiesen wurde.

Art	Länge (mm)	Gew. (g)	Fangorte	Fangmonat	Anzahl <i>D. villosus</i>
Barsch	67	2,8	Obersee	07	1
Kaulbarsch	72	5,3	Obersee	09	2
Stichling	65	3,4	Obersee	05	1

welcher Fischgröße *L. benedeni* gefressen wurde. Ein Stichling mit 60 mm war der kleinste gefangene Fisch mit *L. benedeni* im Magen. Bei den Barschen maß der kleinste 63 mm und bei den Kaulbarschen 68 mm. Von den genannten Arten wurden auch kleinere Exemplare gefangen, diese hatten jedoch keine *L. benedeni* im Magen. Der Kaulbarsch wurde, wie der Stichling, im Mai gefangen. Zu dieser Zeit lebten noch die „großen“ *L. benedeni* aus der Wintergeneration. Sie erreichen Größen bis 12 mm. Tabelle 5 gibt an, ab welcher Fischgröße *D. villosus* gefressen wurde. Diese Fische waren etwas größer als deren Vertreter mit *L. benedeni* im Magen. Von

Felchen und Haseln wurden keine 0+ Fische mit Neozoen im Magen gefangen, daher sind sie nicht in den Tabellen 4+5 aufgeführt.

Die Auswertung und Quantifizierung der Mageninhalte sind derzeit in Bearbeitung. Ein Artikel dazu erscheint in der kommenden AUF AUF Ausgabe.

**Bei diesem Artikel handelt es sich um erste Ergebnisse des Projekts „Invasive Arten als Fischnahrung im Bodensee?“ im Programm Klimopass.**

## Bericht

# 11. Internationales Symposium zu Biologie und Management von Coregonen vom 26.-30.09.2011 in Mondsee, Österreich

R. Rösch, J. Baer, F. Bonell, S. Göbel

**V**om 26.-30.09.2011 fand in Mondsee, Österreich das 11. Symposium zu Biologie und Management von Coregonen statt. Coregonen ist der Überbegriff für eine Gruppe von Fischen, die in Mitteleuropa mit Regionalnamen wie z. B. Felchen (Bodensee), Renken (Bayern), Maränen (Norddeutschland) bekannt sind. Coregonen kommen auf der ganzen Nordhalbkugel der Erde vor. Im Folgenden werden für die Fischerei in Mitteleuropa wichtige Vorträge und Ergebnisse vorgestellt.

Das Vortragsprogramm war in 6 Schwerpunkte aufgeteilt:

- Biologie und Populationsdynamik
- Genetik
- Aquakultur und Aufzucht
- Fischereiliches Management
- Bestandserhaltung
- Verhalten

### Biologie und Populationsdynamik

Ein Schwerpunkt dieses Teils der Tagung waren Vorträge zu Coregonen in den Großen Seen Nordamerikas. Von der großen Vielfalt an verschiedenen Felchenarten, die bis Anfang/Mitte des letzten Jahrhunderts vorhanden war, ist in den großen Seen nur noch wenig übrig. Eine Ausnahme bildet der Lake Superior. Insgesamt hat neben der Artenzahl auch der Ertrag drastisch abgenommen, einzelne Felchenarten sind mittlerweile völlig verschwunden. Als Hauptursache hierfür wird das Auftreten verschiedener vorher nicht vorhandener Arten, wie z. B. dem Stint („rainbow smelt“), einer Maifisch-Art („shad“) und dem Meerneunauge („sea lamprey“) gesehen. Eine Bekämpfung oder eine massive Reduktion der meisten Neozoen ist angesichts der Größe dieser Seen nicht möglich. Eine Ausnahme bildet das Meerneunauge, bei dem Kontrolle und Verringerung des Bestandes erfolgreich sind. Allerdings ist der Aufwand, der hierfür ständig betrieben werden muss, sehr hoch. Neben nicht heimischen Fischen haben wahrscheinlich auch andere

Neozoen, wie z. B. die Dreikantmuschel, *Dreissena polymorpha*, negativen Einfluss auf die Felchenbestände. Seit dem Auftreten der Dreikantmuschel Mitte der 1990er Jahre ist der Anteil an *Diporeia* (einem kleinen bodennah lebendem Krebs, der sich von Detritus ernährt) in der Nahrung der wichtigsten Fischarten drastisch zurückgegangen. Auch in weiteren nordamerikanischen Seen wurde festgestellt, dass mit dem Auftreten invasiver Arten die Artenzusammensetzung der Coregonen und ihre Bestände insgesamt drastisch abnehmen. Ausdruck davon ist beispielsweise eine stark verringerte Jahrgangsstärke mit einer letztlich deutlichen Überalterung des Bestandes.

Der Einfluss des Klimawandels auf die natürliche Reproduktion von Coregonenbeständen wurde am Beispiel der kleinen und großen Maräne in Finnland untersucht.

### Genetik

Die Genetik der Coregonen ist ein weites, sehr intensiv bearbeitetes Feld, das auch heute noch sehr viele Fragen aufwirft, da die Felchen in sehr intensiver Artbildung begriffen sind. Dies rührt insbesondere daher, dass die meisten Seen, in denen Coregonen vorkommen, erst seit der letzten Eiszeit entstanden sind. Die Vorträge reichten von Vergleichen der genetischen Zusammensetzung verschiedener Populationen in einem See bis zum Effekt neu eingewanderter Arten auf die ursprünglich

vorhandenen Bestände.

### Aquakultur und Aufzucht

Am Beginn dieses Tagungsabschnitts stand ein Überblicksvortrag über die Coregonen-Aquakultur in Finnland. Dort wurden im Jahr 2007 ca. 1000 t Felchen in der Aquakultur produziert. Das sind ca. 30 % des dortigen Marktaufkommens an Felchen. Die erste Phase der Aufzucht findet in Rundbecken oder in eigens dafür angelegten großen Erdteichen statt. In Rundbecken werden die Fische mit Fertigfutter gefüttert. In den Erdteichen leben die Fische im Wesentlichen von Naturnahrung. In den Erdteichen erreichen die Fische am Ende des ersten Jahres in Abhängigkeit von der Produktivität des Gewässers und der anfänglichen Besatzdichte ein Gewicht von 15 - 30 g, während sie in den Rundbecken unter kontrollierten Bedingungen und Fütterung mit Fertigfutter bis 100 g erreichen. Zur weiteren Aufzucht werden die Fische überwiegend in Netzgehege in der Ostsee gebracht, wo sie innerhalb von ein bis zwei Jahren bis zur Marktgröße von ca. 1 kg weiter aufgezogen werden. Mit den unter kontrollierten Bedingungen produzierten Jungfischen dauert der gesamte Produktionszyklus meist nur 2 Jahre, während für die in Erdteichen aufgezogenen Fische insgesamt 3 Jahre notwendig sind. Für die Aquakultur werden nicht einfach nur Fische aus der Wildnis entnommen, sondern es läuft ein Programm zur



genetischen Verbesserung der zur Aquakultur verwendeten Fische. Es ist beabsichtigt, neueste genetische Methoden zur weiteren Verbesserung der Wachstumsleistung zur Anwendung zu bringen. Basis der genetischen Verbesserung sind die in Finnland gehaltenen Laichtierbestände der Felchen.

In den weiteren Vorträgen wurden mehrere in Europa laufende Forschungsprogramme zur Etablierung einer Produktion von Felchen in der Aquakultur vorgestellt, ebenso Ergebnisse zur Synchronisation der Laichreife eines Coregonenstammes. Hier wurde mittels Injektion spezieller Hormone erreicht, dass alle Fische eines Stammes nahezu gleichzeitig laichreif wurden und abgestreift werden konnten. Unterschiede in der Laichqualität zwischen natürlich reif gewordenen Fischen und solchen, die durch Behandlung reif geworden waren, wurden nicht festgestellt.

## Fischereiliches Management

Im Einführungsvortrag wurde ausführlich darüber berichtet, auf welcher Basis das fishereiliche Management des „lake whitefish“ (*Coregonus clupeaformis*) in den Great Lakes abläuft. Die Great Lakes sind in Management-Einheiten unterteilt. Für jede dieser Management-Einheiten wird eine jährliche Fangquote (TAC= total allowable catch) festgelegt, die nicht überschritten werden darf. (Anmerkung: dieser Management-Ansatz ist diametral verschieden von dem z. B. am Bodensee). Durch die Festlegung einer Fangquote ist es den Berufsfischern überlassen, mit welchen Methoden sie die Fische fangen. Alleiniges Kriterium ist die maximale Menge an Fisch, die entnommen werden darf. Regionale technische Arbeitsgruppen setzen die jährliche Fangquoten für diese Felchenart fest. Das Rechenmodell, das die Daten liefert, hat als wesentliche Datengrundlage die Alterszusammensetzung der gefangenen Fische. Die Fangquoten werden so festgelegt, dass die

jährliche Gesamtmortalität, die sich aus natürlicher und fishereilicher Mortalität zusammensetzt, den Wert von 65 % nicht überschreitet.

Ein weiterer Beitrag hatte den Vergleich zweier unterschiedlich intensiv befischter Felchenpopulationen im Brackwasser der Ostsee vor Estland zum Thema. Der intensiv befischte Bestand brach aufgrund permanenter Überfischung in den 1970er Jahren zusammen. Die Daten weisen daraufhin, dass sich in der intensiv befischten Population das Wachstum verlangsamte.

Einen Schwerpunkt bildeten mehrere Vorträge zu den Coregonenbeständen auf den britischen Inseln. Da es dort nur wenige Bestände gibt, ist deren Schutz von besonderer Bedeutung. Gefährdungsursachen sind u.a. Eutrophierung, starke Schwankungen im Wasserstand (insbesondere in Trinkwasserspeichern) und das Auftreten neuer Fischarten wie z. B. Kaulbarsch und Rotaugen, die als Eiräuber bzw. als Nahrungskonkurrent fungieren.

## Fazit

Das Management der Felchenbestände wird nach sehr unterschiedlichen Prinzipien durchgeführt. Während in Europa überwiegend Mindestmaschenweiten und Schonzeiten festgelegt werden, um eine nachhaltige Fischerei zu gewährleisten, wird in den großen Seen Nordamerikas eine jährliche Fangquote festgelegt, die nicht überschritten werden darf.

Eine besondere Herausforderung ist die Anpassung des Managements an sich verändernde Umweltbedingungen, wie veränderte Nahrungsketten durch Neozoen / invasive Arten, oder durch Veränderung des Nährstoffgehalts (Eutrophierung/Oligotrophierung).

In Finnland sind Felchen in der Aquakultur bereits etabliert, in einigen anderen Ländern laufen intensive Forschungsarbeiten, um dies zu erreichen.

Die Bedeutung dieser Artengruppe und ihrem Management spiegelt sich auch im Interesse an dieser Tagung wider: Sie wurde von 110

Teilnehmern aus insgesamt 17 Ländern besucht.

Das Tagungsprogramm ist unter [www.oeaw.ac.at/limno/symcore.html](http://www.oeaw.ac.at/limno/symcore.html) zu finden.



## „Water-Jet-Plattform“ – eine Möglichkeit des stromlosen Sauerstoffeintrags im Zulaufwasser von Forellenteichen

Dr. R. Reiter<sup>1</sup>, D. Fey<sup>1,2</sup>, M. Sehr<sup>1,3</sup>, H. Schneeberger<sup>4</sup>

**M**ithilfe des Eintrags von Reinsauerstoff kann die Intensität der Haltung und Produktion von Forellen erheblich gesteigert werden. Stromlos betriebene Sauerstoffeintragsgeräte haben deutliche Vorteile, da sie kaum laufende Kosten verursachen und bei Stromausfall keine Gefahr von Fischverlusten besteht. Im Rahmen des Pilotprojektes „Betriebswirtschaftliche Untersuchungen zum Einsatz moderner Technik in der Forellenproduktion“ am Institut für Fischerei in Starnberg wurden die Einflüsse auf die Effektivität dieser Technik untersucht. Insgesamt konnten drei wichtige Erkenntnisse gewonnen werden: 1. Je größer die Sauerstoffzufuhr im Verhältnis zur Wasserdurchflussmenge ist, desto schlechter wird der Wirkungsgrad der Anlage. 2. Es zeigte sich auch, dass in dem untersuchten Bereich eine deutliche Effektivitätssteigerung durch eine Vergrößerung des Gaspolsters zu erreichen ist. 3. Bei einem größeren Höhenunterschied zwischen Zuleiter und Teichoberfläche wird der Druck der Wasserstrahlen, die das Gaspolster passieren, erhöht und somit ein höherer Nutzungsgrad erreicht. Bei guten Voraussetzungen und idealer Einstellung können diese Geräte durchaus mit einer effektiven Nutzung des technischen Sauerstoffs bis 90 % und mehr betrieben werden.

Sauerstoff ist häufig der limitierende Faktor in der Forellenproduktion. Der Sauerstoffgehalt im Wasser ist abhängig von der Temperatur, dem Verhältnis zwischen Gewässervolumen und Gewässeroberfläche, den chemischen Abbauprozessen organischer Substanzen sowie der Besatzdichte der Fische. Da der Grad der Futterausnutzung im direkten Zusammenhang mit dem Sauerstoffgehalt steht, ist es oftmals gerade bei höheren Besatzdichten unumgänglich, Sauerstoff (Luft- oder technischen Sauerstoff) in das Gewässer einzubringen, um damit eine möglichst ökonomische Produktion zu gewährleisten. Es gibt verschiedene Methoden zur Anreicherung des Wassers mit Sauerstoff, wobei für deren Effektivität der Sauerstoffnutzung drei ausschlaggebende Faktoren bestehen: 1. die Kontaktfläche zwischen Wasser und Gas, 2. die Kontaktdauer sowie 3. der Druck, unter dem der Kontakt erfolgt.

Durch den Eintrag von Reinsauerstoff kann die Produktionsintensität

erheblich gesteigert werden. Stromlos betriebene Sauerstoffeintragsgeräte haben hierbei Vorteile durch geringere laufende Kosten sowie geringere Gefahr von Fischverlusten bei Stromausfall. Allerdings sind gewisse Voraussetzungen erforderlich, damit diese Technik funktioniert und entsprechend effektiv ist. Welche Faktoren die Effektivität beeinflussen können, sollte in einem Versuch im Rahmen des mit Mitteln aus dem Europäischen Fischereifonds (EFF) geförderten Pilotprojektes „Betriebswirtschaftliche Untersuchungen zum Einsatz moderner Technik in der Forellenproduktion“ am Institut für Fischerei in Starnberg getestet werden. Unter Effektivität ist zu verstehen, welcher Anteil des eingebrachten Sauerstoffs im Wasser gelöst wird und damit den Fischen zur Verfügung steht.

### Water-Jet-Plattform

Das stromlos betriebene Sauerstoffeintragsgerät „Water-Jet-Platt-

form“ (Abb. 1), das im Versuch verwendet wurde, wurde von Frank Englerth (Töging am Inn) nach den gegebenen betrieblichen Voraussetzungen und den Angaben zu den Haltungseinheiten am Institut für Fischerei konzipiert und gebaut. Es funktioniert, indem das energetische Potential zwischen einem höher gelegenen Zuleitungskanal und der Wasseroberfläche der Produktionseinheit genutzt wird. Das Wasser (in diesem Fall Quellwasser mit einer Sauerstoffsättigung von 85 – 90 %) gelangt von einem Zuleiter in den Verteilerkasten des Geräts. Von dort aus passiert es eine horizontal angebrachte Düsenplatte, wodurch es in einzelne Flüssigkeitsströme geteilt wird. Die Wasserstrahlen durchdringen bei höherem Druck ein unter der Düsenplatte befindliches Sauerstoffpolster und reißen Reinsauerstoff (O<sub>2</sub>) mit in das darunter gelegene Wasservolumen. Es entstehen diffuse Wolken aus feinsten Gasbläschen im Wasser, wobei nicht gelöster Sauerstoff

<sup>1</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei, Starnberg

<sup>2</sup> Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Fachbereich Fischereiökologie, Kirchhundem-Albaum

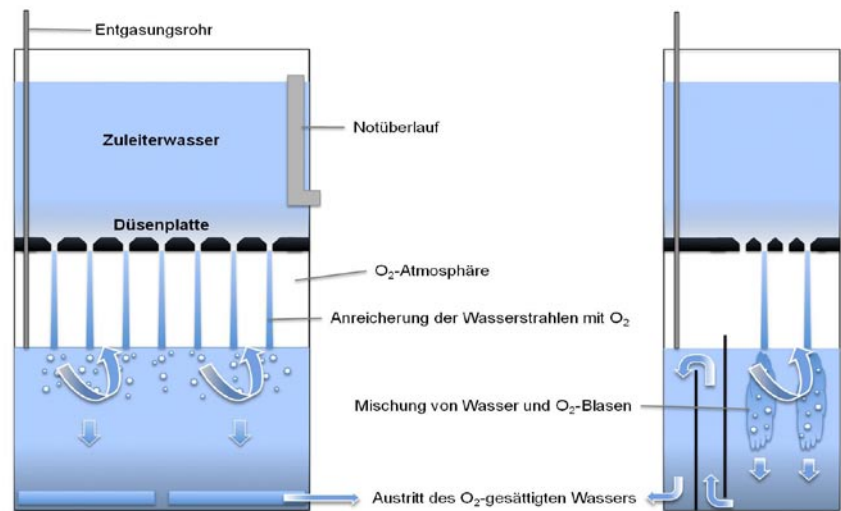
<sup>3</sup> Universität Koblenz

<sup>4</sup> Fa. Linde AG, Unterschleißheim

wieder aufsteigen kann und zurück in das Sauerstoffpolster gelangt (Recycling). Dieser Effekt wird dadurch unterstützt, indem das O<sub>2</sub>-angereicherte Wasser innerhalb der Jet-Plattform über eine Schikane geführt wird, bevor es in den Teich gelangt (Abb. 1, Seitenansicht). Auf diese Weise wird sichergestellt, dass ungelöster Sauerstoff nicht aus dem Jet-System ausgetragen wird. Es bestehen drei Optionen, um die Wasserdurchflussmenge und die Sauerstoffzufuhr zu regulieren und somit auf den Wirkungsgrad der Anlage Einfluss zu nehmen. Hierzu zählen die zur Regulierung der Wasserdurchlaufmenge installierten Schieber an dem Gerät, die es dem Betreiber ermöglichen, vier mit jeweils 12 Einzeldüsen besetzte Düsenreihen einzeln zu öffnen oder zu schließen. Es hat sich auch bewährt, die Düsen über einzelne Stopfen zu schließen, um eine feinere Justierung der Wasserzulaufmenge zu ermöglichen. Desweiteren sind zwei Durchflussmengenmesser mit Magnetventilen zur Regulierung der Sauerstoffzufuhr vorhanden. Mittels einer im Teich installierten Sauerstoffmessung kann somit die Sauerstoffdosierung automatisch dem aktuellen Bedarf angepasst werden. In unserer Untersuchung hat es sich bewährt, dass ein Magnetventil permanent geöffnet ist, um für eine Grundversorgung mit Sauerstoff zu sorgen. Das zweite Ventil öffnet sich nur nach Bedarf. Außerdem kann die Höhe des Sauerstoffpolsters über ein verstellbares Entgasungsrohr eingestellt werden.

## Untersuchungsmethoden

Die Water-Jet-Plattform wurde im Einsatz unter verschiedenen Voraussetzungen auf ihre Effektivität getestet. Wasserzulauf und Sauerstoffzufuhr wurden gemessen, ebenso wie die Gasmenge und die -zusammensetzung aus dem Entlüftungsrohr sowie der Sauerstoffgehalt im Teichwasser nach Passage des Eintragsgeräts. Hierzu war eine aufwändige Versuchsanlage notwendig, die von der Fa. Linde zur Verfügung gestellt wurde. Neben



**Abbildung 1:** Schematischer Querschnitt (links Frontalansicht, rechts Seitenansicht) und Funktionsprinzip eines stromlos betriebenen Sauerstoffeintragsgerätes (Water-Jet-Plattform).



**Abbildung 2:** Aufbau der Versuchsanlage.

einem Fass zum Abscheiden von Wasser (Abb. 2, Nr. 1), kamen eine Waschflasche (Nr. 2), ein Sauerstoffmessgerät (Bühler BA 4000, Nr. 3), eine Ansaugpumpe (KNF Miniport; 200 l/h, Nr. 4), eine Gasuhr (Fa. Elster; Pmax 0,05 bar; Qmax 0,2 m<sup>3</sup>/h, Nr. 5), eine Stoppuhr sowie ein portables Oximeter mit Sonde (WTW Oxi 315i, Nr. 6) zum Einsatz. Nach der Überprüfung der Genauigkeit der handelsüblichen Sauerstoffdurchflussmengenmesser sollte der Wir-

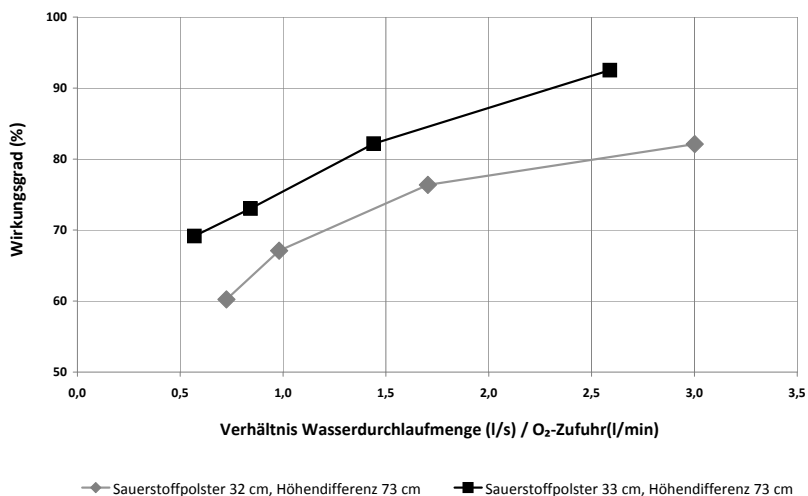
kungsgrad des Sauerstoffeintrags bei verschiedenen Sauerstoffzufuhrmengen pro Sekundenliter (l/s) Wasserzulauf, bei unterschiedlichem Wasserpolster im Jet-System sowie bei unterschiedlichem Gefälle von Zuleiter zur Teichoberfläche getestet werden.

## Ergebnisse

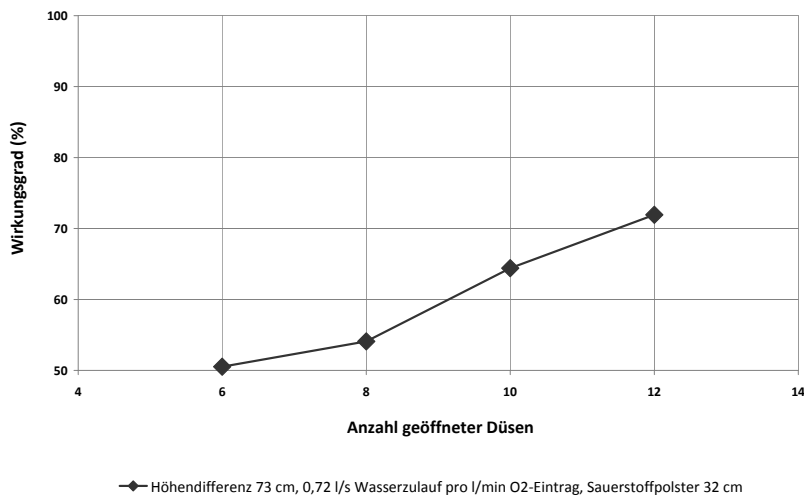
Es zeigte sich, dass die handelsüblichen Sauerstoffdurchflussmengenmesser sehr ungenau arbeiten und stets zu geringe Durchflussmengen anzeigen. Die tatsächlichen Durchflussmengen liegen 40 % (bei 3 l/min O<sub>2</sub>-Durchfluss) bis über 100 % (bei 0,5 l/min O<sub>2</sub>-Durchfluss) über den angezeigten Werten. Für die weiteren Untersuchungen wurde deshalb die genaue Gasuhr verwendet.

Die Effektivität der Sauerstoffeintragsgeräte wurde anhand der über das Entlüftungsrohr abgegebenen Gasmenge und -zusammensetzung ermittelt. Die Höhendifferenz von Zuleiter zu Teichoberfläche lag in diesem Fall bei 73 cm. Dabei zeigte sich, dass die Effektivität des Sauerstoffeintrags bei höherer Wasserzulaufmenge pro l/min Sauerstoffgabe erheblich besser ist. Während bei einem Verhältnis von 1 l/s Zulaufwasser auf 1 l/min O<sub>2</sub>-Eintrag die effektive Sauerstoffnutzung nur bei 65 – 75 % liegt, steigt sie bei einem Wasserzulauf von 2,5 l/s pro 1 l/min O<sub>2</sub>-Eintrag auf 80 bis über 90 % (Abb. 3). Ein weiterer ganz entscheidender Einflussfaktor auf die Effektivität ist zudem die Höhe des Sauerstoffpolsters unter der Düsenplatte, die über das Entgasungsrohr eingestellt werden kann. Dies lässt sich ebenfalls aus der Grafik (Abb. 3) entnehmen. Die obere Kurve wurde bei einem Gaspolster von 33 cm und die untere Kurve bei einem Gaspolster von 32 cm ermittelt. Das heißt mit einem richtig eingestellten Entgasungsrohr kann die Effektivität um etwa 10 % gesteigert werden. Die optimale Höhe des Sauerstoffpolsters ist jeweils im Betrieb herauszufinden. Hinweis: Bei größerem Gaspolster (d. h. das Entgasungsrohr sitzt tiefer) reduziert sich der Wasserdurchsatz bei gleichem Höhenunterschied und gleicher Anzahl geöffneter Düsen.

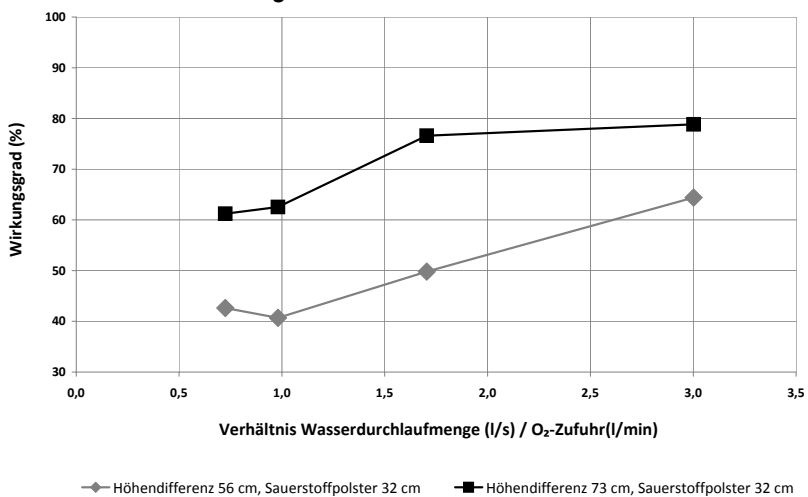
Des weiteren zeigte sich, dass in gewissen Fällen auch die Anzahl der offenen Düsen eine Auswirkung auf die Effektivität haben kann. Bei ungünstigen Bedingungen, z. B. einem niedrigen Sauerstoffpolster und einer geringen Wasserzulaufmen-



**Abbildung 3:** Effektivität des Sauerstoffeintrags in Abhängigkeit vom Verhältnis Wasserzulauf zu Sauerstoffzufuhr (Mittelwerte bei 6, 8, 10 und 12 geöffneten Düsen pro Eintragsgerät).



**Abbildung 4:** Effektivität des Sauerstoffeintrags bei unterschiedlicher Anzahl geöffneter Düsen.



**Abbildung 5:** Effektivität des Sauerstoffeintrags bei unterschiedlicher Höhendifferenz zwischen Zuleiter und Teichoberfläche (Mittelwerte bei 6 und 12 geöffneten Düsen pro Eintragsgerät).



ge pro l/min Sauerstoffgabe, ist es besser, über mehr geöffnete Düsen mehrere Wasserstrahlen durch die O<sub>2</sub>-Atmosphäre zu leiten. In diesem Versuch konnte die Effektivität mit 12 offenen Düsen gegenüber 6 geöffneten Düsen um etwa 20 % gesteigert werden (Abb. 4). Bei Erhöhung der Wasserzulaufmenge ist dieser Effekt allerdings nicht mehr zu beobachten.

Weiterhin wurde festgestellt, dass das Gefälle von Zuleiter zur Teichoberfläche einen gravierenden Einfluss auf die Effektivität hat. Bei einem Sauerstoffpolster von 32 cm und einem Höhenunterschied von 73 cm liegt der effektive Sauerstoffeintrag je nach Verhältnis von O<sub>2</sub>-Eintrag zu Wasserzulauf zwischen 60 und 80 %, bei 56 cm Differenz dagegen nur zwischen 40 und 65 % (Abb. 5).

## Zusammenfassung

In den Versuchsreihen wurden Messungen mit unterschiedlichen Geräteeinstellungen durchgeführt, um die Herstellerangaben nachzuvollziehen und sie zu überprüfen. Hierbei zeigte sich eine deutliche Abhängigkeit der Effektivität von einem ausgewogenen Verhältnis zwischen O<sub>2</sub>-Zufuhr und der Wasserdurchlaufmenge. Je größer die Sauerstoffzufuhr im Verhältnis zur Wasserdurchflussmenge ist, desto schlechter wird der Wirkungsgrad der Anlage.

Weiterhin wurde ermittelt, inwieweit sich die Mächtigkeit des Gaspolsters auf die Effektivität der Anlage auswirkt. Es zeigte sich, dass in dem untersuchten Bereich eine deutliche Effektivitätssteigerung durch eine Vergrößerung des Gaspolsters zu erreichen ist.

Darüber hinaus wurde untersucht, wie sich die Höhendifferenz zwischen dem Zuleiter und der Produktionseinheit auswirkt. Hierzu wurden an zwei Haltungsbecken mit unterschiedlichem Niveau zum Zuleiter Messungen bei ansonsten identischer Einstellung der Geräte durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass bei einem größeren Höhenunterschied und der daraus resultie-

renden höheren Wassersäule oberhalb der Düsenplatte, der Druck der Wasserstrahlen, die das Gaspolster passieren, erhöht wird und somit ein höherer Nutzungsgrad erreicht werden kann.

## Diskussion

Diese Technik der stromlosen Sauerstoffanreicherung in Fischteichen ist einigen konventionellen Methoden in zwei Punkten überlegen. Sie arbeitet zum einen ohne elektrische Energie und nutzt die potentielle Energie des Höhenunterschiedes zwischen Zuleiter und Haltungseinheit. Zum anderen ist die Methode des Sauerstoffeintrages über die Wolkenbildung sowie das interne Recyclingsystem für nicht verbrauchten Sauerstoff besonders ressourcenschonend und ökonomisch. Durch die bessere Ausnutzung des Zulaufwassers und der Produktionseinheiten in einer bestehenden Teichanlage können die Festkosten auf eine größere Produktionsmenge umgelegt werden, was in der Regel zu einer sehr schnellen Amortisation der Investitionskosten führt. In unserem Fall war eine Produktionssteigerung pro Sekundeliter Zulaufwasser um den Faktor 5 (von 150 auf 750 kg pro Sekundeliter und Jahr) problemlos möglich. Die dabei anfallenden Sauerstoffkosten werden durch die erhöhte Produktivität der Anlage und eventuell durch einen günstigeren Futterquotienten mehr als ausgeglichen. Als weiterer Vorteil für den praktischen Betrieb ist auch die wesentlich höhere Flexibilität hervorzuheben.

In den Versuchsreihen zeigte sich, dass verschiedene Voraussetzungen der Teichanlage und Einstellungen beim Betrieb der Anlage sehr großen Einfluss auf die Effektivität dieser Sauerstoffeintragsgeräte haben können. Bei idealer Kombination (siehe unten) der einzelnen Parameter können diese Geräte durchaus mit einer effektiven Nutzung des technischen Sauerstoffs bis etwa 95 % betrieben werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit bei Sauerstoffknappheit, etwa bei einem sehr dichten Fischbesatz

oder durch geringe Wasserzufuhr in den Sommermonaten verursacht, genügend Sauerstoff zuzuführen und dauerhaft Sättigungen von über 180 % am Einlauf zu erreichen. Jedoch ist in diesen Fällen folglich mit einer Abnahme der Effektivität zu rechnen.

Wichtig zu beachten ist, dass für einen effektiven Betrieb nicht zu viel Sauerstoff pro l/s Zulaufwasser zugegeben wird und dass ein möglichst großer Höhenunterschied am Teichzulauf genutzt werden kann, um die Effektivität des Sauerstoffeintrags maximieren zu können. Betreiber sollten ihre Anlagen so einstellen, dass sie einen möglichst hohen Wasserstandsunterschied innerhalb der Anlage bei ausreichendem Wasserdurchlauf erhalten. Diese Höhendifferenz bestimmt den Druck, mit dem die Wasserstrahlen das Gaspolster passieren. Es sollte auch darauf geachtet werden, dass ein ausreichend großes Sauerstoffpolster eingestellt ist, um zu gewährleisten, dass ausreichend Sauerstoff von den Wasserstrahlen mitgerissen werden kann. Wird zu viel Sauerstoff über das Entgasungsrohr ungenutzt abgegast, sollten weitere Düsen geöffnet oder das Sauerstoffpolster vergrößert werden.

In unserem Fall wurden bei optimalen Voraussetzungen und Einstellungen (73 cm Höhendifferenz zwischen Zuleiter und Teichoberfläche, 2,6 l/s Zulaufwasser pro 1 l/min Sauerstoffeintrag, 33 cm Sauerstoffpolster unter der Düsenplatte, 10-12 geöffnete Düsen) eine Effektivität des Sauerstoffeintrags um 95 % erreicht. Bei ungünstigen Bedingungen (56 cm Höhendifferenz, 0,7-1,0 l/s Zulaufwasser pro 1 l/min Sauerstoffeintrag, 32 cm Sauerstoffpolster, 6 geöffnete Düsen) sank dagegen die Effektivität auf unter 40 %. Das heißt, neben den gegebenen betrieblichen Voraussetzungen ist auch vor allem der Betriebsleiter gefordert, die richtigen Einstellungen vorzunehmen, um einen effektiven und wirtschaftlichen Sauerstoffeintrag zu gewährleisten.

## Untersuchungen zum Nachweis von VHS mittels Antikörpern

R. Rösch

**D**er Nachweis von Krankheitserregern ist in den meisten Fällen sehr arbeits- und zeitaufwändig. Von daher wird an der Erarbeitung schnellerer und gleichzeitig sicherer Nachweismethoden gearbeitet. In letzter Zeit wird darüber diskutiert, die Verbreitung von VHS mittels serologischer Nachweismethoden (Antikörper-Nachweis) zu untersuchen. Der Nachweis von VHS mittels Antikörpern erscheint im ersten Moment als bestechend einfach und wird von daher von verschiedenen Seiten propagiert. Die nachstehend vorgestellte Untersuchung von Klenk (2008) zeigt jedoch, dass der VHS-Nachweis mittels Antikörpern nicht unbedingt sicher ist und fehlerhafte Ergebnisse auftreten können.

### Vorbemerkung

Grundlage für eine wirksame Bekämpfung und auch eine Vermeidung der Einschleppung von VHS ist die effektive Diagnose des Virus im Falle eines Krankheitsausbruchs, aber auch, um die Freiheit von der Krankheit zu diagnostizieren und zu bestätigen. Für den effektiven Nachweis verlangt die EU den Nachweis von VHS-Viren über eine Zellkultur. Als Schnelltest hat sich PCR (Polymerase-Kettenreaktion) bewährt. Beide Methoden sind in ihrem Verfahren genau definiert. Für den Nachweis der VHS nach der Aquakulturrichtlinie 2006/88/EG / Entscheidung 2001/183/EG ist jedoch nur das Ergebnis der Zellkultur aussagekräftig. Das Ergebnis der PCR dient als erster Hinweis.

Es wird immer wieder darüber nachgedacht, den Erreger über Antikörper nachzuweisen. Bisher wurde jedoch von der EU kein derartiger Test als Nachweis akzeptiert. 2008 wurde an der Universität Bern eine Dissertation zum Thema durchgeführt, über die im Folgenden berichtet wird (Klenk 2008).

### Serologische Studien von verschiedenen VHSV- Infektionsmodellen (Klenk 2008)

Ziel der Untersuchung war es, virusfreie Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) auf verschiedene Arten mit dem VHS-Virus zu infizieren und anschließend über PCR und über serologische Methoden zu testen, ob die Infektion erfolgreich war und sich der Virus im Fisch etablieren konnte. Ein Nebeneffekt der Untersuchung war der Vergleich des Virusnachweises über PCR mit den Ergebnissen serologischer Methoden zum Nachweis von VHSV-Antikörpern.

Effektiv infiziert wurden die Forellen durch intraperitoneale (in die Bauchhöhle) Injektion, während rektale Infektion nur sehr begrenzt erfolgreich war. In allen Gruppen wurde 72 Tage nach der Infektion das Serum der Fische gewonnen und die Antikörpertiter vergleichend mit verschiedenen Methoden gemessen (indirekter Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA), indirekter Capture ELISA und Endpunkt-Seroneutralisationstest (SNT)). Die serologischen Methoden stimm-

ten bei 70 % der untersuchten Fische überein, bei 30 % der Tiere gab es jedoch abweichende Ergebnisse. Dabei detektierte der indirekte ELISA generell weniger positive als der capture ELISA und der SNT. Der Übereinstimmungsgrad aller serologischen Methoden war in der rektal infizierten Gruppe am höchsten (93 %), während in den Gruppen aller übrigen Applikationsarten nur eine Übereinstimmung um die 50 % ermittelt werden konnte.

Die anhand serologischer Methoden gemessene Prävalenz von VHSV-Antikörper in den verschiedenen experimentellen Gruppen zeigte nur eine bedingte Korrelation mit der mittels direktem Virusnachweis ermittelten Prävalenz von VHSV.

### Fazit der Untersuchung

„Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass serologische Nachweismethoden für die VHS von Salmoniden noch methodischer Weiterentwicklungen bedürfen; ein Praxiseinsatz serologischer Methoden ist damit vorläufig nicht absehbar“ (Klenk 2008).

### Literatur

Klenk M. (2008). Serologische Studien von verschiedenen VHSV- Infektionsmodellen in Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*). Dissertation Universität Bern, 54 S.





# Auf- und Untergangszeiten der Sonne in Konstanz im Jahr 2012 mit Berücksichtigung der Sommerzeit

Das Heben und Setzen der Fanggeräte für die Berufsfischerei ist von einer Stunde vor dem Sonnenaufgang bis eine Stunde nach Sonnenuntergang erlaubt. Für diese Regelung sind die Auf- und Untergänge der Sonne in Konstanz maßgeblich. Da vom 1. September bis 15. Oktober die Zeitangabe des Sonnenaufgangs vom 1. September gilt, sind die Zeiten der übrigen Tage nicht aufgelistet.

Tag	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni	
	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.
1	08:12	16:41	07:51	17:23	07:03	18:08	07:01	19:54	06:06	20:36	05:29	21:14
2	08:12	16:42	07:50	17:25	07:02	18:10	06:59	19:55	06:04	20:37	05:29	21:15
3	08:12	16:43	07:48	17:26	07:00	18:11	06:57	19:56	06:02	20:39	05:28	21:15
4	08:12	16:44	07:47	17:28	06:58	18:13	06:55	19:58	06:01	20:40	05:27	21:16
5	08:12	16:46	07:46	17:29	06:56	18:14	06:53	19:59	05:59	20:41	05:27	21:17
6	08:11	16:47	07:44	17:31	06:54	18:16	06:51	20:01	05:58	20:43	05:27	21:18
7	08:11	16:48	07:43	17:33	06:52	18:17	06:49	20:02	05:56	20:44	05:26	21:19
8	08:11	16:49	07:41	17:34	06:50	18:19	06:47	20:04	05:55	20:46	05:26	21:19
9	08:11	16:50	07:40	17:36	06:48	18:20	06:46	20:05	05:53	20:47	05:25	21:20
10	08:10	16:51	07:38	17:37	06:46	18:22	06:44	20:06	05:52	20:48	05:25	21:21
11	08:10	16:53	07:37	17:39	06:44	18:23	06:42	20:08	05:51	20:50	05:25	21:21
12	08:09	16:54	07:35	17:41	06:42	18:25	06:40	20:09	05:49	20:51	05:25	21:22
13	08:09	16:55	07:34	17:42	06:40	18:26	06:38	20:11	05:48	20:52	05:25	21:22
14	08:08	16:56	07:32	17:44	06:38	18:28	06:36	20:12	05:47	20:53	05:25	21:23
15	08:08	16:58	07:30	17:45	06:36	18:29	06:34	20:13	05:45	20:55	05:25	21:23
16	08:07	16:59	07:29	17:47	06:34	18:31	06:32	20:15	05:44	20:56	05:25	21:24
17	08:06	17:01	07:27	17:48	06:32	18:32	06:30	20:16	05:43	20:57	05:25	21:24
18	08:05	17:02	07:25	17:50	06:30	18:34	06:28	20:18	05:42	20:58	05:25	21:24
19	08:05	17:03	07:24	17:52	06:28	18:35	06:26	20:19	05:41	21:00	05:25	21:25
20	08:04	17:05	07:22	17:53	06:26	18:36	06:25	20:21	05:39	21:01	05:25	21:25
21	08:03	17:06	07:20	17:55	06:24	18:38	06:23	20:22	05:38	21:02	05:25	21:25
22	08:02	17:08	07:18	17:56	06:22	18:39	06:21	20:23	05:37	21:03	05:25	21:25
23	08:01	17:09	07:16	17:58	06:20	18:41	06:19	20:25	05:36	21:04	05:26	21:25
24	08:00	17:11	07:15	17:59	06:18	18:42	06:17	20:26	05:35	21:06	05:26	21:25
25	07:59	17:12	07:13	18:01	07:16	19:44	06:16	20:28	05:35	21:07	05:26	21:26
26	07:58	17:14	07:11	18:02	07:14	19:45	06:14	20:29	05:34	21:08	05:27	21:26
27	07:57	17:15	07:09	18:04	07:12	19:46	06:12	20:30	05:33	21:09	05:27	21:25
28	07:56	17:17	07:07	18:05	07:09	19:48	06:11	20:32	05:32	21:10	05:28	21:25
29	07:55	17:18	07:05	18:07	07:07	19:49	06:09	20:33	05:31	21:11	05:28	21:25
30	07:54	17:20			07:05	19:51	06:07	20:35	05:30	21:12	05:29	21:25
31	07:52	17:22			07:03	19:52			05:30	21:13		
Tag	Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
Tag	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.
1	05:29	21:25	06:01	20:58	06:42	20:03		19:02	07:08	17:05	07:51	16:33
2	05:30	21:25	06:02	20:56		20:01		19:00	07:09	17:04	07:52	16:33
3	05:31	21:24	06:03	20:55		19:59		18:58	07:11	17:02	07:54	16:33
4	05:31	21:24	06:05	20:53		19:57		18:56	07:12	17:01	07:55	16:32
5	05:32	21:23	06:06	20:52		19:55		18:54	07:14	16:59	07:56	16:32
6	05:33	21:23	06:07	20:50		19:53		18:52	07:15	16:58	07:57	16:32
7	05:34	21:22	06:09	20:49		19:51		18:50	07:17	16:56	07:58	16:32
8	05:34	21:22	06:10	20:47		19:49		18:48	07:19	16:55	07:59	16:31
9	05:35	21:21	06:11	20:45		19:47		18:46	07:20	16:54	08:00	16:31
10	05:36	21:21	06:13	20:44		19:45		18:44	07:22	16:52	08:01	16:31
11	05:37	21:20	06:14	20:42		19:43		18:42	07:23	16:51	08:02	16:31
12	05:38	21:19	06:15	20:40		19:41		18:40	07:25	16:50	08:03	16:31
13	05:39	21:19	06:17	20:39		19:39		18:38	07:26	16:49	08:04	16:31
14	05:40	21:18	06:18	20:37		19:37		18:37	07:28	16:47	08:05	16:32
15	05:41	21:17	06:19	20:35		19:35		18:35	07:29	16:46	08:05	16:32
16	05:42	21:16	06:21	20:34		19:33	07:44	18:33	07:31	16:45	08:06	16:32
17	05:43	21:15	06:22	20:32		19:31	07:45	18:31	07:32	16:44	08:07	16:32
18	05:44	21:14	06:23	20:30		19:29	07:47	18:29	07:33	16:43	08:07	16:33
19	05:45	21:13	06:25	20:28		19:27	07:48	18:27	07:35	16:42	08:08	16:33
20	05:46	21:12	06:26	20:26		19:25	07:50	18:25	07:36	16:41	08:09	16:34
21	05:47	21:11	06:27	20:24		19:23	07:51	18:24	07:38	16:40	08:09	16:34
22	05:49	21:10	06:29	20:23		19:21	07:53	18:22	07:39	16:39	08:10	16:35
23	05:50	21:09	06:30	20:21		19:18	07:54	18:20	07:41	16:39	08:10	16:35
24	05:51	21:08	06:31	20:19		19:16	07:56	18:18	07:42	16:38	08:10	16:36
25	05:52	21:07	06:33	20:17		19:14	07:57	18:17	07:43	16:37	08:11	16:36
26	05:53	21:06	06:34	20:15		19:12	07:59	18:15	07:45	16:36	08:11	16:37
27	05:55	21:04	06:35	20:13		19:10	08:00	18:13	07:46	16:36	08:11	16:38
28	05:56	21:03	06:37	20:11		19:08	07:02	17:12	07:47	16:35	08:12	16:39
29	05:57	21:02	06:38	20:09		19:06	07:03	17:10	07:49	16:34	08:12	16:39
30	05:58	21:00	06:39	20:07		19:04	07:05	17:08	07:50	16:34	08:12	16:40
31	06:00	20:59	06:41	20:05			07:06	17:07			08:12	16:41

## Abusus non tollit usum\*

A. Brinker

**D**ie Aquakultur in der EU/Deutschland ist entgegen dem weltweiten starken Wachstum stagnierend bis rückläufig, obwohl die fachliche und wissenschaftliche Kompetenz höchstes internationales Niveau besitzt. Dies liegt an zwei Gründen: 1) Öffentliche Wahrnehmung und daraus resultierende Einschränkungen; 2) Verfehlte Förder- und Kontrollpolitik.

Eine grundsätzliche Wahrheit ist, dass jede Form der Produktion Kosten verursacht. Dies gilt auch für die Produktion von aquatischen Organismen. Wichtig ist daher, die Verhältnismäßigkeit dieser Kosten zu betrachten sowie eine korrekte Einordnung im Gesamtkontext Lebensmittelproduktion vorzunehmen. Vor diesem Hintergrund betrachtet steht die europäische Aquakultur in der öffentlichen Wahrnehmung in einem unverhältnismäßig schlechten Licht da. Wichtige Beispiele hierfür sind u.a. die weit verbreiteten Vorstellungen, dass

- a) in der Lachs/-Forellenzucht im großem Stil Medikamente (Antibiotika) eingesetzt werden, dass
- b) das Ablaufwasser aus der Aquakultur stark belastet ist oder dass
- c) die Tiere aufgrund von hohen Besatzdichten unverhältnismäßig leiden müssen.

Im Vergleich zur Landtierproduktion werden aber

- a) deutlich weniger Medikamente eingesetzt (einige 100 kg Antibiotika für mehr als 1 Mio. mt norwegischen Lachs im Vergleich zu 48.000 kg für 1 Mio. mt dänisches Schwein), ist
- b) das Ablaufwasser aus Fischzuchten i.d.R. wesentlich geringer belastet als das Wasser aus einer kommunalen Kläranlage

- nach Durchlaufen aller Reinigungsstufen und sind
- c) hohe Besatzdichten bei ausreichender Wasserqualität aufgrund des Schwarmverhaltens von Fischen nicht abträglich sondern positiv für das Wohlbefinden der Tiere.

Die negative Wahrnehmung der Aquakultur ist umso erstaunlicher, da viele ihrer Erzeugnisse positive Alleinstellungsmerkmale haben, die sie anderen tierischen Produkten deutlich überlegen macht. Beispiele hierfür sind gesundheitsfördernde Bestandteile der Fische (mehrfach ungesättigte Fettsäuren, Selen, Vitamin K), minimaler Futtereinsatz und somit auch minimale Ausscheidungen, da für kaltblütige Organismen keine Futterenergie zum Aufrechterhalt der Körpertemperatur benötigt wird. Zudem liegt auch europaweit keine Überproduktion wie in vielen anderen Bereichen vor, sondern im Gegenteil, es besteht ein deutlicher Mangel im Selbstversorgungsgrad.

Bisher wurden erhebliche finanzielle Mittel eingesetzt, um die Aquakultur in der EU zu entwickeln und dabei gleichzeitig Probleme im Umweltschutz, Verbraucherschutz und Tierschutz zu minimieren. Aber schon ein Blick auf die Produktionsdaten der letzten Jahre zeigt, dass die bisherigen Ansätze wirkungslos

bis kontraproduktiv gewesen sind. Beispielsweise sah die EU-Strategie vor, mit ihren Maßnahmen ein Anwachsen der Produktion von 2002 bis 2010 um etwa 40 % zu erreichen. In der Realität wurde nur ein Wachstum von < 10 % erzielt, wohingegen die europäischen Nicht EU-Länder ein Wachstum von 75 % zeigen. Es ist auch zu einfach, hier mögliche Erfolge im Tierschutz und Umweltschutz entgegenzustellen, da die entsprechend importierten Aquakulturprodukte die Probleme nur nach außen verlagert haben. Zusätzlich ist die Bilanz hier durch die notwendige Transportproblematik verschlechtert.

Generelle Bekundungen, die Aquakultur entwickeln und fördern zu wollen, waren letztlich erfolglos. Um jedoch eine realistische Chance auf Erfolg zu haben, werden klare Zielvorgaben dazu benötigt, was in der Aquakultur erreicht werden soll. Eine überlegenswerte Zielvorstellung wäre vielleicht, die Produktion mit „heimischen“ Aquakulturprodukten (Forelle, Saibling, etc.) dahingehend zu entwickeln, dass zumindest der Eigenbedarf gedeckt ist. Es muss dabei akzeptiert werden, dass mit dem Erreichen dieser Ziele lokale Kosten verbunden sind, wobei nichtsdestotrotz, im Gesamtkontext betrachtet, umweltfreundlichere und tierschonendere Produkte erzeugt würden.

\* Der Satz richtet sich gegen die Neigung, etwas verbieten zu wollen, nur weil die Gefahr des Missbrauchs besteht

Die Vergangenheit zeigt deutlich, dass die diskutierte komplexe Sachlage in den Medien und der Öffentlichkeit nicht wirksam vermittelt werden konnte. Eine glaubhafte und nachvollziehbare Darstellung ist aber entscheidend, um das gute erfolgsversprechende Potential der Aquakultur in der EU und in D ausnutzen zu können. Ein Weg, dieses zu erreichen, ist die Erarbeitung von ganzheitlichen Daten, wie sie beispielsweise über Life Cycle Assessment Verfahren möglich ist.

In einem Life Cycle Assessment Verfahren werden alle Schritte einer Produktion und die dazugehörigen Kosten, also nicht nur Finanzaufwendungen sondern auch Aspekte wie CO<sub>2</sub>-Produktion etc., mit einbezogen. So ist es möglich, die vollständigen Gestehungskosten einer regional produzierten Einheit Forellen mit importierten Forellen zu vergleichen und dabei bspw. die Umweltkosten des Transportes zu berücksichtigen.

## Wie viel Wildfisch wird für die Herstellung von 1 kg Forellenfutter benötigt?

R. Rösch & H. Wedekind<sup>5</sup>

In der aktuellen Diskussion über die Zukunft der Aquakultur werden widersprüchliche Zahlen zur Menge an Wildfisch genannt, die man benötigt, um eine bestimmte Menge an Fisch in der Aquakultur zu produzieren. Auf Bitten des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) wurde anhand aktueller Daten zusammengestellt, wie viel Wildfisch für die Herstellung von 1 kg Forellenfutter benötigt wird.

Die benötigte Menge Wildfisch lässt sich wie folgt berechnen:

- Aus 1 t Fisch werden im Schnitt 225 kg Fischmehl und 50 kg Fischöl produziert.
- Derzeit enthält Forellenfutter ca. 45 % Protein. Der Fischmehlanteil an diesem Protein variiert derzeit zwischen 5 und 60 %, in Abhängigkeit vom Preis der Rohwaren.
- Bei einem angenommenen Anteil von ca. 30 % Fischmehl am gesamten Proteingehalt enthält 1 kg Forellenfutter somit maximal 200 g Fischmehl. Bei dieser Rechnung ist zu beachten, dass Fischmehl ca. 70 % Eiweiß enthält.
- Rückgerechnet auf gefangenen Fisch, aus dem Fischmehl produziert wird, braucht man für 200 g Fischmehl somit bis zu 0,9 kg Frischmasse.

**Für ein Kilogramm Forellenfutter sind demnach maximal 900 g Seefisch bzw. Verarbeitungsreste daraus erforderlich.**

Anzumerken ist, dass eine Betrachtung des gefangenen Industriefisches nur hinsichtlich des für die Futterproduktion benötigten Fischmehls einseitig wäre. Das gewonnene Fischöl fließt genauso in die tierische Produktion mit ein.

### Diskussion

Für eine Gesamtbetrachtung kommt hinzu, dass mittlerweile mehr als 20 % des weltweit produzierten Fischmehls aus Resten der Verarbeitung für den menschlichen Verzehr gefangener Fische stammt.

Darüber hinaus ist anzumerken, dass Fische Fischmehl(protein) wesentlich besser verwerten als warmblütige, landwirtschaftliche Nutztiere. Es ist also grundsätzlich ressourcenökonomisch und ökologisch sinnvoll, das für Fütterungszwecke hergestellte Fischmehl aus Industriefischen und Verarbeitungsresten für die Fischernährung im Rahmen der Aquakultur zu nutzen. Es ist für die Zukunft zu erwarten, dass der Anteil des Fischmehls im Fischfutter weiter sinken wird, da derzeit international und national umfangreiche Forschungen zum Ersatz von Fischmehl (und Fischöl) laufen.

### Quellen:

Jackson A. (2009). Fish in - Fish out ratios explained. *Aquaculture Europe* 34(3): 5-10.  
sowie Expertenbefragungen

<sup>5</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei, Starnberg



# Untersuchungen zur Koi-Herpesvirus-Infektion in Sachsen

S. Göbel<sup>6,7</sup>, G. Füllner<sup>6</sup>

**D**ie Koi-Herpesvirus-Infektion verminderte das Speisekarpfenaufkommen in Sachsen um 40 % und verursachte dadurch hohe wirtschaftliche Schäden bei den betroffenen Teichwirtschaften. In einem interdisziplinären Forschungsprojekt wurden daher die Übertragungswege der Infektion sowie die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen von geeigneten Präventions- und Sanierungsmaßnahmen untersucht mit dem Ziel, die betriebswirtschaftlich erfolgreiche Karpfenteichwirtschaft in Sachsen zu erhalten.

Die ersten Verlustfälle von Nutzkarpfen durch das Koi-Herpesvirus (KH-Virus) mit bis zu 90 % traten in Sachsen in den Jahren 2003 bis 2005 auf. Vor allem bei betriebswirtschaftlich bedeutendsten zweijährigen Satzkarpfenbeständen und angehenden Speisekarpfen werden nach wie vor akute Erkrankungen verzeichnet. Dies führte in den letzten Jahren zu einer Verminderung des Speisekarpfenaufkommens im Freistaat Sachsen um mehr als 40 %.

Die nach wie vor kritische Situation kann bis zur Betriebsaufgabe einzelner Unternehmen führen und es bedurfte einer Lösung dieser ernsthaften ökonomischen Schwierigkeiten.

Im Frühjahr 2008 reichte das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft das „Programm des Freistaats Sachsen zur Tilgung der Koi-Herpesvirus-Infektion (KHV)“ zur Prüfung nach Brüssel ein. Im November 2008 wurde das nunmehr kurz „KHV-Tilgungsprogramm“ genannte Programm als Seuchenbekämpfungsprogramm nach der Richtlinie 2006/88/EG („Aquakulturrichtlinie“) von der EU-Kommission bestätigt. Die Fischereiunternehmen erhalten seither finanzielle Unterstützung für die zusätzlichen Aufwendungen, die im Rahmen ihrer betrieblichen Sanierungsmaßnahmen der Erkrankung entstehen.

Zeitgleich wurden unter Leitung des Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) in einem interdisziplinären Forschungsprojekt die nachfolgend dargestellten Fragen in drei großen Teilprojekten näher untersucht.

## Teilprojekt Infektionswege

Dieses Teilprojekt bestand aus zwei Untersuchungen, die durch die Tierärztliche Hochschule Hannover unter Leitung von Prof. Dr. Steinhaagen stattfanden.

Im ersten Teilprojekt wurde der Frage der Rolle der Wildfische bei der Verbreitung des KH-Virus nachgegangen. Bei Wildfischen unterschiedlicher Arten konnte KH-Virus in geringer Kopienzahl nachgewiesen werden. Damit kommen praktisch alle Teichfischarten, insbesondere bei akutem Verlustgeschehen sowie während der Abfischung, als potenzieller Carrier (Überträger) des KH-Virus in Frage. Die Affinität der Wildfische für das Virus scheint allerdings sehr viel geringer zu sein als bei Karpfen. Zum Nachweis der Übertragbarkeit des Virus von Wildfischen auf Karpfen erfolgte eine Exposition KHV-freier Karpfen zu Wildfischen aus akut oder latent erkrankten, KHV-positiven Karpfenbeständen. Die Ergebnisse zeigten, dass eine Übertragbarkeit von KH-Virus von Fischen anderer Arten auf Karpfen kaum möglich war.

Die Belastung des Ablaufwassers von Teichen mit KH-Virus wurde durch Vor-Ort-Applikationen von KHV-freien Karpfen in Ablaufwasser von Teichen mit akuten bzw. überstandenen KHV-Infektionen untersucht. Obwohl infektionsfähige KHV-spezifische DNA-Sequenzen im Ablaufwasser während der Abfischvorgänge im Frühjahr und vor allem im Herbst nachweisbar waren, konnte das Virus über das Ablaufwasser nur in Einzelfällen weiterverbreitet werden, da die Viruslast des Ablaufwassers sehr gering war.

Die Ergebnisse belegen, dass Wildfische und Teichablaufwasser weniger an der Weiterverbreitung der Erkrankung beteiligt sind, als bisher angenommen. Hauptinfektionsweg bleibt demnach die Übertragung durch infizierte Karpfen. In Auswertung der Ergebnisse wird geschlussfolgert, dass die Weiterverbreitung primär entweder durch Besatz latent erkrankter Fische oder durch Verschleppung kranker oder frisch toter Karpfen durch Wildtiere während akut ablaufenden Erkrankungen mit hohen Verlusten erfolgt.

Eine erfolgreiche Sanierung von Karpfenteichen durch Trockenlegung, Branntkalkapplikation und Besatz mit virusfreien Fischen ist andererseits offensichtlich möglich. Im Gegensatz zu nicht sanierten

<sup>6</sup> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Fischereibehörde, Gutsstraße 1, 02699 Königswartha

<sup>7</sup> aktuell Fischereiforschungsstelle



Beständen konnte das Virus in sanierten Teichen nicht mehr in Geweben von Karpfen, in Wasser- und Planktonproben festgestellt werden.

### Teilprojekt Ökonomie

Zu ökonomischen Auswirkungen geeigneter Präventions- und Sanierungsmaßnahmen erfolgten Untersuchungen im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Dazu wurden 1.316 Datensätze mit Teich- und Buchführungsdaten von insgesamt 10 Hauptideerwerbsfischereiu nternehmen erhoben und die Daten unter Berücksichtigung der Filterkriterien

- Gesamtunternehmen einzeln und im Vergleich mit vorherigen Auswertungen,
- Altersklassen der Karpfen,
- Seuchen- und Sanierungsstatus,
- Intensität der Produktion anhand der Fütterung und Kalkung

im Vergleich zu vorhergehenden betriebswirtschaftlichen Untersuchungen ausgewertet.

Die Koi-Herpesvirus-Infektion verschlechtert bei Karpfenteichwirtschaften in Sachsen die wirtschaftlichen Ergebnisse drastisch. Bezogen auf KHV-negative Teiche sank die mittlere Abfischmenge von 640 kg pro ha (1996-2002) im aktuellen Auswertungszeitraum auf ca. 407 kg pro ha. Zwischen beiden Untersuchungszeiträumen sanken die Gesamtleistungen pro ha von 2.000 €/ha auf 1.600 €/ha. Die Abweichung im Betriebszweigergebnis zwischen KHV-freien und KHV-betroffenen Teichen beziffert sich im Mittel auf einen Minderertrag von etwa 600 €/ha. Interessanterweise zeigte sich bei den Betriebsanalysen, dass regelmäßig gekalkte Teiche (mit Branntkalk oder Kalkmergel) wirtschaftlich wesentlich weniger betroffen waren als nicht (oder nicht

regelmäßig) gekalkte Teiche.

### Teilprojekt Ökologie

Für Untersuchungen zu ökologischen Auswirkungen der Präventions- und Sanierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung von Artenschutz- und Lebensraumschutzaspekten wurden Amphibien ausgewählt. Die Einflüsse der in der Praxis durchgeführten Desinfektionskalkung auf adulte Amphibien, deren Laichgeschehen und Larven wurden erforscht. Ein pH-Wert von 9,75 zeigt noch keine negativen Auswirkungen auf lebende Amphibien und Amphibienlarven. Zum einen sind die Amphibien den im Freiwasser vorkommenden hohen pH-Werte durch abschirmende Strukturen wie Röhricht, Verlandungsvegetation und Inseln nicht direkt ausgesetzt. Zum anderen sind die untersuchten Lebewesen wahrscheinlich an systembedingte natürliche pH-Wertschwankungen im Tagesgang eines Gewässers adaptiert, so dass erfolgte Branntkalkgaben im Sinne der KHV-Sanierung keine sichtbaren Auswirkungen auf adulte Amphibien, deren Laichgeschehen und die Reproduktionserfolge aufzeigten.

### Fazit

Der Hauptinfektionsweg der Koi-Herpesvirus-Infektion ist die Übertragung durch akut erkrankte oder frisch tote infizierte Karpfen. Durch Besatz latent erkrankter Fische oder die Verschleppung kranker bzw. frisch getöteter Karpfen durch Wildtiere erfolgt die Weiterverbreitung dieser Tierseuche. In den letzten Jahren wurde ein komplexes Instrumentarium zur Bekämpfung der Seuche auf der Grundlage gesetzlicher Regelungen gestartet. Die umfassenden Sanierungskonzepte beinhalten veränderte Stauregelungen, Trockenlegungen, Teil- oder Ganzdesinfektionen der Teiche, und werden in Zusammenarbeit mit den

Naturschutzbehörden durchgeführt. Ziel aller Anstrengungen bleibt es, eine betriebswirtschaftlich erfolgreiche Karpfenteichwirtschaft zu erhalten.

Ausführliche Informationen finden sich im Abschlussbericht „Untersuchung zu Infektionswegen der Koi-Herpesvirus-Erkrankung von Karpfen und Untersuchungen zur Auswirkung von KHV-Bekämpfungsmaßnahmen auf Ökonomie und Ökologie“, welcher auf der Internetseite des LfULG unter [www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/jsp/inhalt.jsp?seite=detail&pub\\_id=5232](http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/jsp/inhalt.jsp?seite=detail&pub_id=5232) zu erhalten ist.



# Internationale Kormorantagung

J. Gaye-Siessegger

**D**ie 8. Internationale Kormorantagung sowie das 5. Treffen der „Wetlands International Cormorant Research Group“ fand vom 24. bis 27. November 2011 in Medemblik / Niederlande statt. Die Tagung wurde von Ornithologen der Universität Wien und niederländischen Ministerien organisiert. Insgesamt nahmen mehr als 50 Personen aus 22 Nationen teil, darunter befanden sich nur wenige Fischökologen oder Fischereibiologen. Die Beiträge behandelten schwerpunktmäßig die Bestandsentwicklung und Verteilung des Kormorans (*Phalacrocorax carbo*) in verschiedenen Ländern, seine Nahrung sowie den Konflikt zwischen Kormoranbestand und Fischartenschutz oder Fischerei. Der erste Teil dieses Artikels gibt wesentliche Inhalte einiger Vorträge wieder, im zweiten schließt sich eine kurze Diskussion an.

## 1. Vorträge

Im Folgenden sind die Ergebnisse und Schlussfolgerungen einiger Beiträge, wie sie von den Referenten bei der Tagung präsentiert worden sind, zusammenfassend dargestellt.

### Bestandsentwicklung

Im ersten Vortrag wurden die Ergebnisse der letzten Zählungen des Winterbestands und der Brutvögel des Großen Kormorans (*Phalacrocorax carbo*) (im Folgenden nur „Kormoran“) in Europa vorgestellt. Es werden drei Teilpopulationen in Abhängigkeit von der Brutverbreitung und dem Zugverhalten unterschieden:

- Atlantik - Nordsee / westliches Mittelmeer
- Ostsee / Zentraleuropa
- Schwarzes Meer / östliches Mittelmeer

Bei der Winterzählung im Jahr 2003 wurden für die ersten beiden Teilpopulationen (EU-Mitgliedstaaten plus Norwegen und die Schweiz) 561.000 und insgesamt fast 676.000 Kormorane ermittelt. Die Zählung der Brutpaare im Jahr 2006 ergab für die ersten beiden Metapopulationen 284.500 Brutpaare und für die dritte Metapopulation (Weißrussland, Ukraine, europäisches Russland und Türkei) 87.880 Brutpaare. Um eine Schätzung der Gesamtzahl an

Kormoranen zu erhalten, wurden hinsichtlich Reproduktionserfolg, Mortalität und Anzahl der nicht am Brutgeschäft beteiligten Vögel bestimmte Annahmen gemacht. Aus diesen Zahlen und Annahmen ergab sich für Januar 2007 eine Gesamtzahl von 1,2 Mio. Kormoranen.

Im Zuge des neuen EU-Projektes *CorMan* (Laufzeit 2011 - 2013) soll die Anzahl und Verteilung des Kormorans in Europa bestimmt werden: die Anzahl an Brutpaaren im Frühjahr 2012 und Schlafplätzszählungen im Januar 2013.

Es folgten Vorträge über die Situation in einigen Ländern. In **Frankreich** ergab die letzte landesweite Zählung im Januar 2009 eine Gesamtzahl von 86.379 Kormoranen auf 913 Schlafplätzen. Die geografische Verteilung der Winterpopulation, vorwiegend entlang der großen Flüsse Rhone, Loire, Garonne und Seine sowie an der Küste, hat sich seit 2001 kaum verändert. Allerdings nahm die Anzahl an Winterschlafplätzen weiterhin zu, die Zahl an Kormoranen an den Schlafplätze jedoch ab. Im Winter 2008/2009 wurden ca. 36.000 Kormorane erlegt.

Für **Deutschland** liegen nur Zahlen über die Entwicklung der Anzahl Brutpaare vor. Anfang der 1980er Jahre brüteten nur wenige Paare (< 1000) und die Brutplätze lagen ausschließlich im Norden des

Landes. Während der 1990er Jahre begann der Kormoran das Inland zu besiedeln, hauptsächlich entlang der großen Flüsse. Es gab einen kontinuierlichen Anstieg mit einem Höchststand von 25.000 Brutpaaren im Jahr 2008. Für das Jahr 2011 wurden 19.300 Brutpaare und 150 Brutplätze genannt. Menschliche Eingriffe, schlechtes Wetter sowie verschiedene Prädatoren wurden als mögliche Gründe für diese Abnahme der Brutpaarzahl genannt.

In **Österreich** werden die Winterbestände des Kormorans seit 15 Jahren durch koordinierte Zählungen an den aktuell 44 Schlafplätzen bestimmt. Im Zeitraum von 1999/2000 bis 2010/2011 verbrachten durchschnittlich 2360 Kormorane den Winter in Österreich. Im Jahr 2011 wurden etwa 500 Vögel geschossen. Ein Zusammenhang zwischen der Verteilung im Land und den Vergämungsabschüssen wurde nicht beobachtet.

In **Weißrussland** brüteten Kormorane erstmals 1988. Seit 2005 werden die Anzahl und Verteilung der Kormorane genau verfolgt. Die Zahl an Brutpaaren schwankt zwischen 2.500 und 3.000, wobei die Brutplätze hauptsächlich im Süden des Landes liegen. In den letzten Jahren nahm der Konflikt Kormoran - Fischerei zu. Im Jahr 2011 wurden rund 10.000 Kormorane geschossen.

Von 1990 an breiteten sich im Winter Kormorane im Süden **Belgiens** (Wallonische Region) auf alle Gewässer aus: zunächst an der Maas, später an Teichen und schließlich auch an den kleineren Flüssen. Im Jahr 2003 lag die Zahl bei mehr als 5.000 Individuen. Ab dann nahm die Anzahl durchschnittlich um 7 % pro Jahr ab, vor allem an der Maas. Begründet wurde diese Entwicklung durch die starke Abnahme der Fischdichte in der Maas, welche wiederum durch Veränderungen der Wasserqualität und Planktondichte sowie durch die Einführung und Ausbreitung der Korbchenmuscheln *Corbicula* spp. begründet wurde.

### Nahrungsökologie, Einfluss auf Fischarten oder bestände

Zahlreiche Studien über die Nahrungszusammensetzung bei Kormoranen wurden vorgetragen. Teilweise berichteten die Referenten über Einflüsse auf Fischarten und Fischerei. An der Moldau/**Tschechien** wurde die Nahrung von Kormoranen im Winter untersucht, zum einen durch die Auswertung von Speiballen, Fischknochen und Fischresten, welche unter den Schlafbäumen gesammelt worden waren (2 Untersuchungsorte im Süden des Landes: Mündung der Kleinen Moldau in die Moldau bei Vyšší Brod und Slapy Reservoir), und zum anderen durch Mageninhaltsuntersuchungen bei Prag geschossener Kormorane. Insgesamt wurden 1152 Objekte (Fische, Otolithen, Schlundknochen) 22 Arten zugeordnet und im Falle von knöchernen Strukturen die Gesamtlänge der Fische mit Hilfe von Regressionsgleichungen zurückberechnet. Rotaugen (*Rutilus rutilus*), Brachse (*Abramis brama*), Ukelei (*Alburnus alburnus*), Döbel (*Leuciscus cephalus*), Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) und Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) machten insgesamt mindestens 74 % der Nahrung aus. Die Fischentnahmen durch den Kormoran wurden bei Vyšší Brod im Winter 2004/2005 auf 22 kg/ha geschätzt und bei Prag im Winter 2007/2008 auf bis zu 79 kg/ha. Abschließend wurden sowohl der Kormoran als auch Angler für

die Fangrückgänge von Bachforelle (*Salmo trutta*) und Äsche (*Thymallus thymallus*) in der Kleinen Moldau verantwortlich gemacht.

In **Lettland** wurde die Nahrung von Kormoranen an vier Seen untersucht. Im Zeitraum 2009-2011 wurden jeweils zweimal während der Brutzeit Speiballen gesammelt. Insgesamt wurden 1011 Objekte aus den Speiballen 22 Fischarten zugeordnet. Am häufigsten wurden die Arten Ukelei, Aalmutter (*Zoarces viviparus*) und Flussbarsch gefunden. Bezogen auf die Biomasse bestand die Nahrung an zwei Seen vorwiegend aus Schleien (41 % und 47 %) und an den anderen beiden Seen aus Flussbarschen (48 %) bzw. Hechten (30 %). Die vom Kormoran konsumierte Fischbiomasse der vier Kolonien wurde für die Brutzeit auf 50,7 t pro Jahr geschätzt.

In **Großbritannien** gab es in den letzten 20 bis 30 Jahren einen starken Anstieg an Brutpaaren, derzeit sind rund 9000 Brutpaare (davon 1600 an Binnengewässern) bekannt. Über den Winter liegt die durchschnittliche Anzahl bei rund 35.000 Kormoranen. In den Mägen der im Binnenland von England und Wales mit Genehmigung geschossenen Kormorane wurden 32 Fischarten identifiziert. Der Hauptteil der Nahrung bestand aus Rotaugen, Regenbogen- und Bachforellen und Flussbarsch.

Aktuelle Untersuchungen von Speiballen von Kormoranen aus dem Donaudelta in Rumänien ergaben als Hauptbestandteil Cypriniden mit rund 83 % gefolgt vom Hecht. Abschließend wurde darauf hingewiesen, dass in erster Linie wirtschaftlich unbedeutende Arten betroffen sind.

In einer Studie zum Einfluss des Kormorans auf extensive Aquakulturanlagen im Norden der Adria (Grado und Marano / **Italien**) wurden im Winter 2006/2007 an den wichtigsten Winterschlafplätzen insgesamt 459 Speiballen gesammelt und untersucht. Die Nahrung setzte sich hauptsächlich aus den dort typischerweise vorkommenden Arten zusammen. Bezogen auf die Zahl an Fischen wurden 54,5 % Ährenfische

(*Atherina boyeri*) und 25,9 % Flundern (*Platichthys flesus*) nachgewiesen, bezogen auf die Biomasse 24,8 % Flundern und 27,8 % Meeräschen (Mugilidae). Die wichtigen Arten für die Aquakultur Wolfsbarsch (*Dicentrarchus labrax*) und Goldbrasse (*Sparus aurata*) machten 2,2 % und 13,8 % bezogen auf die Häufigkeit bzw. Biomasse aus. Daraus wurde vom Referenten geschlossen, dass der Kormoran für die extensive Aquakultur in diesen beiden Lagunen kein limitierender Faktor ist.

Nur in wenigen Vorträgen wurde dargestellt, dass der Einfluss des Kormorans auf Fischerei und bedrohte Fischarten erheblich sein kann. Für das Stettiner Haff (Mecklenburg-Vorpommern) wurde ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Zunahme an Kormoranen und der Abnahme an Zanderfängen gefunden. Weitere mögliche Einflussfaktoren (Wasserparameter, Fischereiaufwand u.a.) auf die Zanderfänge liegen vor und sollen in eine multifaktorielle Auswertung mit einbezogen werden. In einigen bayerischen Äschengewässern sind mit dem Auftreten des Kormorans die Äschen vorkommen trotz Einschränkung der Fischerei eingebrochen.

## 2. Zusammenfassung und Diskussion

Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus gesehen gab es bei der Tagung nur wenige neue Erkenntnisse. Die Nahrungszusammensetzung von Kormoranen wurde größtenteils mit Hilfe der Speiballenanalyse untersucht. Hierbei werden unverdaute, knöcherne Strukturen (Otolithen, Schlundzähne) zur Bestimmung der gefressenen Fischarten herangezogen. Ein großer Nachteil dieser Methode besteht darin, dass der Magensaft der Kormorane die Otolithen stark angreifen und sogar zerstören kann. Die Wiederfindungsraten von Otolithen sind sowohl größen- als auch artabhängig. Bei Speiballenanalysen kann somit die Anzahl der gefressenen Individuen unterschätzt werden und sich eine falsche Arten-

zusammensetzung ergeben (siehe Klein 2005). Auf diese Schwäche wurde bei keiner der vorgestellten Studien hingewiesen.

Die Argumente gegen ein Management des Kormorans auf europäischer Ebene haben sich nicht geändert. Nach wie vor wird argumentiert, dass fast ausschließlich wirtschaftlich unbedeutende Fischarten gefressen werden, obwohl auch einige Vorträge andere Ergebnisse gezeigt hatten. Für den Fall, dass geschützte Arten vom Kormoran betroffen sind, werden regional begrenzte Lösungsansätze vorgeschlagen. Der Vergrämungsabschluss wird als sinnlos angesehen, da sofort neue Kormorane „nachrücken“ würden.

Die Entwicklung der Gesamtzahl des Kormorans wurde vielfach als stagnierend bis abnehmend beschrieben, da in den meisten Ländern bereits ein ressourcenbedingter Rückgang zu beobachten sei. Es wurde nicht darauf eingegangen, dass möglicherweise Fischbestände durch Kormorane bereits weitgehend dezimiert sind und dadurch eine Nahrungslimitierung eingetreten ist. Außerdem liegt die letzte gesamteuropäische Zählung schon Jahre zurück, und die nächste ist erst im Rahmen des EU-Projektes *CorMan* für 2012/2013 geplant. Mit einer Veröffentlichung dieser Zahlen ist wohl optimistisch betrachtet nicht vor Ende 2013 zu rechnen. Wichtige Grundlage für eine Einschätzung des Einflusses auf Fischerei und geschützte Fischarten, der Interessen übergreifend anerkannt wird, sind Kenntnisse über den aktuellen Kormoranbestand. Eine sehr gute Zusammenstellung der Entwicklungen in den einzelnen Ländern findet sich in Kohl (2010).

Bereits 1997 wurde die Unterart *P. carbo sinensis* aus dem Anhang I der Vogelschutzrichtlinie (Richtlinie 2009/147/EG) herausgenommen. In diesem Anhang sind solche Arten aufgeführt, für die besondere Schutzmaßnahmen anzuwenden sind. Seither hat diese Unterart zahlenmäßig nochmals stark zugenommen. In Gesprächen sowie in den im Anschluss an die Vorträge

geführten Diskussionen bestand jedoch vielfach Unverständnis gegenüber regulierenden Eingriffen in die Kormoranpopulationen.

Offenkundig werden von meinungsführenden Ornithologen die derzeitigen Kormoranbestände in Europa immer noch als unproblematisch für Fische und Fischerei angesehen. Der notwendige Schutz von gefährdeten Fischarten und der Erhalt einer nachhaltigen fischereilichen Bewirtschaftung der Gewässer werden derzeit nicht oder nicht in gleichem Maße anerkannt. Daher ist kurzfristig zumindest auf überregionaler Ebene nicht mit einer Lösung des Konflikts Kormoranbestand - Fischartenschutz zu rechnen.

#### **Interessante Informationen zum Thema finden sich unter:**

Klein B. (2005). Zur Nahrungsökologie des Kormorans (*Phalacrocorax carbo*) am westlichen Bodensee - eine Speiballenanalyse. Diplomarbeit der Fachhochschule Rottenburg. 75 Seiten.

Kohl F. (2010). Cormorants in Europe - Development of Breeding Pairs & Total Population Trends per Country. A Documentation of European Anglers Alliance ([www.eaa-europe.org/fileadmin/templates/uploads/Cormorants/2011/CormPopulation\\_Europe\\_issue\\_01.2\\_per\\_2010\\_Oct\\_Uebersetzung\\_DE.pdf](http://www.eaa-europe.org/fileadmin/templates/uploads/Cormorants/2011/CormPopulation_Europe_issue_01.2_per_2010_Oct_Uebersetzung_DE.pdf)).

<http://cormorants.freehostia.com/index.htm>

[www.fogol.nl/crg/](http://www.fogol.nl/crg/)

[www.cormocount.eu/](http://www.cormocount.eu/)



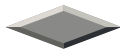
# Kurzmitteilungen

J. Gaye-Siesseger und R. Rösch

## Fischseuchenbekämpfung

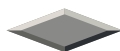
### Kiemenschwellung durch Amöben bei Regenbogenforellen

Wir wurden gebeten, die vollständige Literaturangabe der Veröffentlichung Dyková et al. (2010) aus dem Artikel der letzten AUF AUF-Ausgabe „Kiemenschwellung durch Amöben bei Regenbogenforellen“ von Dr. Elisabeth Nardy anzugeben: Dyková I., Kostaka M., Wortberg F., Nardy E., Pecková H. (2010). New data on aetiology of nodular gill disease in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Folia Parasitologica* 57(3): 157-63.



### Fischgesundheitsdienst Stuttgart

Herr Dr. Falk Wortberg arbeitet nicht mehr für den Fischgesundheitsdienst Stuttgart. Wir wünschen ihm für seine berufliche Zukunft alles Gute.



### Änderung der Kontaktadresse beim FGD Karlsruhe

Chemisches u. Veterinäruntersuchungsamt Karlsruhe, Weißenburger Straße 3, 76187 Karlsruhe  
Dr. med. vet. Eleonora-Maria Constantin  
Tel.: 0721/926-7223  
Tel.: Probenannahme: 0721/926-5511  
Fax: 0721/926-5539  
E-Mail: eleonora-maria.constantin@cvuaka.bwl.de

## Aquakultur

### Änderung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln

#### a) Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe für geräucherten Fisch

Die Verordnung Nr. 1881/2006 wird durch die Verordnung Nr. 835/2011 hinsichtlich der Grenzwerte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) geändert. Bisher wurde nur Benzo(a)pyren als Marker für die Belastung an karzinogenen PAK in Lebensmitteln verwendet. Infolge eines EFSA-Gutachtens werden hierfür zukünftig vier spezifische Stoffe herangezogen: Benzo(a)pyren, Benz(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthen und Chrysen. Bis zum 31. August 2014 gilt für das Muskelfleisch von geräucherten Fischen und Fischereierzeugnissen (nicht Sprotten und Muscheln) für Benzo(a)pyren bzw. für die Summe der vier Marker ein Grenzwert von 5,0 bzw. 30,0 µg/kg und ab dem 1.9.2014 ein Grenzwert von 2,0 bzw. 12,0 µg/kg (Tab. 1).

In den Erwägungsgründen der neuen Verordnung steht, dass ein geringerer Gehalt an PAK in geräuchertem Fisch erreicht werden kann, dass es in einigen Fällen jedoch erforderlich sein wird, die derzeitige Räuchertechnik anzupassen. Die Verordnung gilt ab dem 1. September 2012.

#### b) Dioxine, dioxinähnliche und nicht dioxinähnliche PCB (Polychlorierte Biphenyle)

Die Verordnung Nr. 1881/2006 wird nochmals durch die Verordnung Nr. 1259/2011 hinsichtlich der Grenzwerte für Dioxine und dioxinähnliche PCB (die toxikologischen Eigenschaften ähneln denen der Dioxine) geändert (Tab. 2, siehe nächste Seite). Zudem wird ein Grenzwert für nicht dioxinähnliche PCB eingeführt. Ebenfalls infolge eines EFSA-Gutachtens werden sechs Marker-PCB (PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180) für das Vorkommen von nicht dioxinähnlichen PCB herangezogen. Die neuen Grenzwerte gelten ab dem 1. Januar 2012.

#### Quellen:

Verordnung (EU) Nr. 835/2011 der Kommission vom August 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 im Hinblick auf Höchstgehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Lebensmitteln. *Amtsblatt der Europäischen Union* L215: 4-8.

Verordnung (EU) Nr. 1259/2011 der Kommission vom 2. Dezember 2012 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte für Dioxine, dioxinähnliche PCB und nicht dioxinähnliche PCB in Lebensmitteln. *Amtsblatt der Europäischen Union* L320: 18-23.

**Tabelle 1:** Höchstgehalte für Benzo(a)pyren und der Summe der vier Marker für PAK.

		Benzo(a)pyren	Summe von Benzo(a)pyren, Benz(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthen und Chrysen
Muskelfleisch von geräucherten Fischen und Fischereierzeugnissen	bis 31.8.2014	5 ng/g	30 ng/g
	ab 1.9.2014	2 ng/g	12 ng/g





**Tabelle 2:** Höchstgehalte für die Summe aus Dioxinen, Dioxinen und dioxinähnlichen PCB sowie nicht dioxinähnlichen PCB (zu beachten sind die unterschiedlichen Einheiten; 1 pg = 10<sup>-12</sup> g und 1 ng = 10<sup>-9</sup> g).

Erzeugnis	Summe aus Dioxinen	Summe aus Dioxinen und dioxinähnlichen PCB	Summe aus nicht dioxinähnlichen (Marker) PCB
1 Muskelfleisch von Fisch, Fischereierzeugnissen und ihre Verarbeitungserzeugnisse (mit Ausnahme von 2, 3, und 4); Krestiere: Muskelfleisch der Extremitäten und des Hinterleibes	3,5 pg/g Frischgewicht	6,5 pg/g Frischgewicht	75 ng/g Frischgewicht
2 Wild gefangener Frischwasserfisch, außer in Frischwasser gefangenen diadromen Fischarten und deren Erzeugnissen	3,5 pg/g Frischgewicht	6,5 pg/g Frischgewicht	125 ng/g Frischgewicht
3 Muskelfleisch von Wildaal ( <i>Anguilla anguilla</i> ) sowie dessen Erzeugnisse	3,5 pg/g Frischgewicht	10,0 pg/g Frischgewicht	300 ng/g Frischgewicht
4 Fischleber und ihre Verarbeitungserzeugnisse	—	20,0 pg/g Frischgewicht	200 ng/g Frischgewicht

## Neue VDFF- Broschüre

Die Bestandssituation des Aals ist besorgniserregend und seine fischereiliche Nutzung wie auch Maßnahmen zur Bestandserhaltung sind Gegenstand einer EU-Verordnung und werden kontrovers diskutiert. Vor diesem Hintergrund stellen die Autoren aus Fischereiverwaltung und Fischereiwissenschaft im vorliegenden Heft neuere Erkenntnisse zur Biologie des Aals, seine fischereiliche Bewirtschaftung in Deutschland, rechtliche Anforderungen sowie spezielle Gefährdungsfaktoren dar. Darauf aufbauend wird der Versuch unternommen, Grundlagen für eine verantwortungsvolle Nutzung des Aalbestandes aufzuzeigen. Die Broschüre richtet sich ausdrücklich nicht nur an Fischereiwissenschaftler und fischereiliche Fachbehörden, sondern insbesondere auch an Berufsfischer, Angler, Naturschützer und alle am Erhalt des Aals inter-

essierten Personen. Sie soll einen Beitrag zum Schutz und zur nachhaltigen fischereilichen Nutzung des Aalbestandes liefern.

Die Broschüre ist zu erhalten über die Homepage des VDFF (<http://vdff-fischerei.de/>)



## Elektrofischereikurs 2012

Die FFS führt im Zeitraum vom 26.3. bis zum 30.3.2012 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 [1] erfolgen.

[1] [www.lazbw-kurs.de/cms/index.php?id=23&urlparameter=kathaupt%253A1%253Bkathauptname%253AKursbereiche%253Bkatid%3A58%3Bkatvaterid%3A39%3Bkatname%3AFischerei%3B](http://www.lazbw-kurs.de/cms/index.php?id=23&urlparameter=kathaupt%253A1%253Bkathauptname%253AKursbereiche%253Bkatid%3A58%3Bkatvaterid%3A39%3Bkatname%3AFischerei%3B)  
AUF AUF 3/2011

# Inhaltsverzeichnis AUF AUF 2011

Nachfolgend finden Sie das Gesamtverzeichnis aller im Jahr 2011 abgedruckten Beiträge

<b>Aus Teichwirtschaft und Fischzucht</b>	Sitzung DLG-Ausschuss Fischzucht und- haltung am 05./06. April 2011 in Vechta-Obersee.....1/2011, 28
	Der Fischgesundheitsdienst Baden-Württemberg informiert.....1/2011, 29
	Fischzucht im Stall - durch die Kopplung an Biogasanlagen lukrativer?.....2/2011, 3
	Kiemenschwellung durch Amöben bei Regenbogenforellen.....2/2011, 5
	Der Einfluss der Beleuchtung bei der Entstehung von Flossenschäden bei Forellen.....2/2011, 8
	Farbvariationen bei Regenbogenforellen.....2/2011, 13
	Fischproduktion in der Türkei.....2/2011, 16
	Screening-Versuch mit acht kommerziellen Forellenfuttermitteln.....2/2011, 21
	„Water -Jet-Plattform“ - eine Möglichkeit des stromlosen Sauerstoffeintrags im Zulaufwasser von Forellenteichen....3/2011, 14
	Untersuchungen zum Nachweis von VHS mittels Antikörpern....3/2011, 18
	Abusus non tollit usum.....3/2011, 20
	Wie viel Wildfisch wird für die Herstellung von 1 kg Forellenfutter benötigt?.....3/2011, 22
	Untersuchungen zur Koi-Herpesvirus-Infektion in Sachsen.....3/2011, 23
<b>Aktuelles aus Fluss- und Seenfischerei</b>	Fangergebnisse der baden-württembergischen Bodensee-Berufsfischer im Jahr 2010.....1/2011, 3
	Felchen-Laichfischerei 2010 im Bodensee-Obersee.....1/2011, 8
	Wichtiges zum Aal.....1/2011, 12
	Rotflossige Barsche im BMK-Baggerloch in Langenargen entdeckt.....1/2011, 13
	Dioxine, PCB und weitere Schadstoffe in (Wild-) Fischen aus Binnengewässern in Baden-Württemberg.....1/2011, 15
	Kormorandatenbank Baden-Württemberg-KormoDat.....1/2011, 22
	Langzeitentwicklung der Erträge der Berufsfischerei in Bodensee-Obersee und -Untersee: ein Vergleich.....3/2011, 3
	Invasive Arten als Fischnahrung im Bodensee? (Teil 1).....3/2011, 8
	Bericht - 11. Internationales Symposium zu Biologie und Management von Coregonen vom 26. - 30.09.2011 in Mondsee, Österreich.....3/2011, 12
	Auf- und Untergangszeiten der Sonne in Konstanz im Jahr im Jahr 2012 mit Berücksichtigung der Sommerzeit.....3/2011, 19
<b>Fischverarbeitung</b>	Das Räuchern von Regenbogenforellen - Teil 2: die Heißräucherung.....1/2011, 24
<b>Für Sie gelesen und notiert</b>	Nachweis von Malachitgrün in Wasser- und Sedimentproben .....2/2011, 24



**Wir bedanken uns bei folgenden Gastautoren, die uns Artikel für den AUF AUF-Jahrgang 2011 zukommen ließen (in der Reihenfolge der Veröffentlichungen):**

- Dr. Oppelt, Limnologisches Institut , Universität Konstanz, Heft 1
- Dr. Behrmann-Godel, Limnologisches Institut , Universität Konstanz, Heft 1
- Prof. Dr. Eckmann, Limnologisches Institut , Universität Konstanz, Heft 1
- Frau Wahl, Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Freiburg, Heft 1
- Dr. Kypke, Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Freiburg, Heft 1
- Dr. Fröhlich, Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Freiburg, Heft 1
- Dr. Malisch, Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Freiburg, Heft 1
- Dr. Skiera, Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Karlsruhe, Heft 1
- Frau Manthey-Karl, Max Rubner-Institut, Forschungsinstitut für Sicherheit und Qualität bei Milch und Fisch, Kiel und Hamburg, Heft 1
- Dr. Rucker, Staatliches Tierärztliches Untersuchungsamt (STUA) Aulendorf, Heft 1
- Dr. Nardy, Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Stuttgart, Heft 1 und 2
- Herr Schmidt, Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei, Starnberg, Heft 2
- Dr. Wedekind, Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei, Starnberg, Heft 2 und 3
- Dr. Reiter, Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei, Starnberg, Heft 3
- Herr Fey, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Kirchhundem-Albaum, Heft 3
- Herr Sehr, Universität Koblenz, Heft 3
- Herr Schneeberger, Fa. Linde AG, Unterschleißheim, Heft 3
- Dr. Füllner, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 3

