

AQUAKULTUR- UND FISCHEREIINFORMATIONEN

AUS UNSERER FISCHEREIVERWALTUNG

Inhalt

Einleitung.....	2
Zur aktuellen Gefährdung der baden-württembergischen Fischbestände durch die Fischseuchen IHN und VHS.....	3
Virale Hämorrhagische Septikämie (VHS) - Erkenntnisse über Zusammenhänge zwischen Mariner- VHS und Süßwasser- VHS -Ein Überblick-.....	8
Der Europäische Aal - neue Erkenntnisse und Erfordernisse Teil 2: Das Aalherpesvirus (<i>Herpesvirus anguillae</i> , HVA).....	12
Auswirkungen von Mykotoxinen in der Aquakultur - Ein Überblick-.....	15
Flusskrebse in Deutschland: Zucht, Produktion, wirtschaftliche Bedeutung und Potential.....	19
Auf- und Untergangszeiten der Sonne im Jahr 2007.....	22
Für Sie gelesen und notiert.....	23
Kurzmitteilungen.....	29
Inhaltsverzeichnis AUF AUF 2006.....	35

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

Rundbrief 3
Dezember 2006

Liebe Leser von AUF AUF,

In diesem Jahr kam es in Deutschland zu vielen Ausbrüchen der anzeigepflichtigen Fischseuchen VHS und IHN. Nachdem bereits der Andelsbach den Status IHN-frei verloren hat, ist nun in einem weiteren zugelassenen Gebiet in Baden-Württemberg ebenfalls IHN ausgebrochen. Deutschlandweit sind in diesem Jahr (bis zum 24. November) bereits 16 VHS- und 7 IHN-Ausbrüche beim Tierseuchenmeldesystem der EU aufgeführt! Dass es mehr als fahrlässig ist, Forellen ohne bescheinigte Seuchenfreiheit und daher mit hohem Seuchenrisiko zuzukaufen, konnten demnach einige Forellenzüchter am eigenen Leib spüren. Es scheint, als verleite der hohe Gewinn, welcher zur Zeit aufgrund der hohen Nachfrage mit Speiseforellen erwirtschaftet werden kann, einige Forellenzüchter dazu, alle Vorsichts- oder gar Routinemaßnahmen über Bord zu werfen. Um dieser Risikobereitschaft entgegenzutreten, wird in diesem AUF AUF erneut auf die große Gefahr der Einschleppung von VHS- und IHN-Viren bei unsachgemäßem Fischtransport hingewiesen. Nachdem Herr Dr. Rapp und Herr Dr. Wortberg in der AUF AUF-Ausgabe 4/2005 bereits ausführlich auf IHN eingegangen

waren, nämlich auf die Ausbreitung, Übertragung, Symptome, Bekämpfung und Prophylaxe, werden in dieser Ausgabe nochmals die rechtlichen Vorschriften nach der Fischseuchenverordnung des Bundes und der Fischseuchenschutz-Verordnung des Landes Baden-Württemberg sowie vorbeugende Maßnahmen beim Fischtransport beschrieben.

Mit einem Bericht über das Aalherpesvirus setzen wir die Reihe über den Europäischen Aal fort. Wie bereits in unserer letzten Ausgabe ausführlich berichtet, sind die Gründe für den Bestandsrückgang des Europäischen Aals nicht eindeutig geklärt. Dass möglicherweise auch die Aalherpesvirus(HVA)-Infektion für den Rückgang mit verantwortlich sein kann, wird zunehmend diskutiert. Das Aalherpesvirus kennt man erst seit ein paar Jahren und es bestehen noch erhebliche Wissenslücken. In einem Beitrag von Frau Dr. Molzen vom FGD Aulendorf und mehreren Mitarbeitern des Friedrich-Loeffler-Institutes wird daher versucht, den derzeitigen Stand des Wissens und die Gefahren von HVA-Infektionen darzustellen. Dazu sei angemerkt, dass bisher noch niemand genau

weiß, woher diese Viren kommen oder ob sie nicht schon immer in unseren Gewässern vorhanden waren. Möchte man ein Gewässer mit Aalen besetzen und das Risiko einer HVA-Infektion minimieren, scheint es allerdings nach dem derzeitigen Kenntnisstand ratsamer, mit Glasanstatt mit Farmaalen zu besetzen. Die Ergebnisse von drei Studien aus Großbritannien werden für alle Forellenzüchter sicherlich sehr interessant sein. In der ersten Studie konnte eindeutig der positive Einfluss von Dauerlicht auf das Wachstum und die Futtermittelverwertung von Regenbogenforellen gezeigt werden. In zwei weiteren Studien wurden zum einen die Auswirkungen von unterschiedlichen Besatzdichten auf das Wohlergehen von juvenilen Regenbogenforellen untersucht und zum anderen über einen Fragebogen aktuelle Besatzdichten von Forellenzüchtern im Vereinigten Königreich ermittelt.

Mit diesem Heft beenden wir das Jahr 2006. Anstelle eines vierten Heftes erhalten Sie mit dieser Lieferung eine weitere Broschüre zu Möglichkeiten der Ablaufwasserreinigung in der Forellenzucht. Wir wünschen Ihnen alles Gute für die verbleibenden Tage in diesem Jahr und einen guten, erfolgreichen und gesunden Start in das Jahr 2007.

Redaktionelle Zusammenstellung und Versand:

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

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

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

Zitiervorschlag:

Fischereiinformationen aus Baden-Württemberg

Ihr Redaktionsteam

Zur aktuellen Gefährdung der baden-württembergischen Fischbestände durch die Fischseuchen IHN und VHS

B. Molzen, G. Isa, J. Rapp und T. Miller, FGD Aulendorf

Seit Herbst 2005 sind in Baden-Württemberg vermehrt Fälle der ansteckenden, anzeigepflichtigen Fischseuche IHN (Infektiöse Hämato-poetische Nekrose) bei forellenartigen Fischen aufgetreten. Dadurch haben mehrere Fischzuchten und auch zwei Gebiete ihre EU-Zulassung als „frei von IHN“ verloren. Die Zulassung als „frei von VHS“ bleibt jedoch bestehen und es gelten weiterhin die Auflagen für zugelassene Anlagen/Gebiete. Hier ist z. B. nur der Zukauf von Fischen, die aus zugelassenen Anlagen stammen und von einer Transportbescheinigung begleitet werden, erlaubt. Um eine Ausbreitung der IHN zu verhindern, soll in diesem Artikel neben dem Verweis auf die bekannten ständigen Vorbeugemaßnahmen gegen Fischseuchen (siehe auch AUF AUF 4/2005) insbesondere auf die momentane besondere Gefährdung beim Fischzukauf hingewiesen werden.

Einleitung

Die Situation auf dem europäischen Forellenmarkt ist derzeit angespannt, u. a. da die Fischproduktion in Dänemark aufgrund strenger wasserrechtlicher Auflagen, sowie in Südeuropa durch die große Trockenheit der letzten Jahre stagniert. Speisefische sind daher knapp, die Nachfrage ist hoch. Für die Fischzüchter besteht nun mehr denn je die Gefahr, sich durch Einkauf von Fischen oder Eiern aus nicht kontrollierter Herkunft (ohne Transportbescheinigung), die womöglich Seuchenträger sind, VHS oder IHN in ihren Bestand einzuschleppen. Auch ein Nachlassen der Sorgfalt bei Fischtransporten und Desinfektionsmaßnahmen kann zur Seuchenverschleppung führen.

IHN und VHS

Die IHN ist ebenso wie die VHS eine verlustreiche, wirtschaftlich bedeutende Viruserkrankung bei Fischen (siehe Abbildung 1). Beide Fischseuchen sind anzeigepflichtig, d. h. jeder Teichwirt ist verpflichtet, einen Ausbruch dieser Krankheiten bzw. einen Ausbruchsverdacht dem zuständigen Veterinäramt zu melden.



Abbildung 1: Massensterben bei IHN (Foto Dr. Rapp).

Erreger

Beide Krankheiten werden durch Rhabdoviren hervorgerufen, die mit dem Tollwutvirus verwandt sind.

Empfängliche Fischarten

Zu den für VHS und IHN empfänglichen Süßwasserfischarten zählen Bach- und Regenbogenforelle, Saibling, Felchen, Äsche und Hecht.

Krankheitsverlauf und -symptome

Beide Fischseuchen treten vorwiegend bei Wassertemperaturen unter 14 - 15 °C auf.

Die VHS (Virale Hämorrhagische Septikämie der forellenartigen Fische und des Hechtes, „Forellenseuche“) verursacht besonders in Beständen mit Regenbogenforellen große Verluste. Alle Altersklassen können

erkranken. Betroffene Fische sondern sich vom Schwarm ab, sind teilnahmslos und zeigen Dunkelfärbung und Glotzaugen. Beim Ausnehmen der Fische findet man kommaförmige Blutungen in der Muskulatur (die sich nicht abwischen lassen) und blutige Flüssigkeit in der Leibeshöhle. Kiemen und Leber erscheinen blass. Bei längerem Krankheitsverlauf zeigen einzelne Fische Drehbewegungen um die Körperachse.

Auch die **IHN** (Infektiöse Hämatopoetische Nekrose der forellenartigen Fische und des Hechtes) trifft besonders Regenbogenforellenbestände. Bachforellen gelten als resistent, können das Virus aber wohl übertragen. Die IHN verursacht v. a. Verluste bei Jungfischen und Brut. Ältere Fische zeigen meist einen chronischen Krankheitsverlauf mit geringeren Verlusten. Die Krankheitserscheinungen ähneln denen der VHS.

Im Seuchenfall

Da es sich bei der VHS und der IHN um Viruserkrankungen handelt, gibt es keine Behandlungsmöglichkeiten, wenn die Krankheit in einem Bestand ausgebrochen ist. Antibiotika helfen nicht gegen Viren. Auch ein zugelassener, wirksamer Impfstoff gegen die Fischseuchen ist noch nicht in Sicht.

Nach § 9 (1) der Fischseuchen-Verordnung hat der Betreiber des Fischhaltungsbetriebes seuchenkranke oder seuchenverdächtige Süßwasserfische nach näherer Weisung der zuständigen Behörde unverzüglich zu töten oder töten zu lassen und unschädlich zu beseitigen oder beseitigen zu lassen. Sonstige Fische aus dem Seuchenbetrieb, die noch keine Krankheitssymptome aufweisen, dürfen nur mit Genehmigung der zuständigen Behörde und nur in einen anderen von derselben Seuche

betroffenen Fischhaltungsbetrieb in einem nicht zugelassenen Gebiet oder zu diagnostischen Zwecken verbracht oder zur unmittelbaren Schlachtung abgegeben werden. Bei der Schlachtung anfallende Innereien sind unschädlich zu beseitigen. Verendete Fische sind unverzüglich unschädlich zu beseitigen oder beseitigen zu lassen.

Einschleppung der Fischseuchen

Die Fischseuchen IHN und VHS können auf unterschiedliche Art und Weise in einen Fischbestand eingeschleppt werden. Dies kann auf direktem Wege durch den Zukauf infizierter Fische empfänglicher Fischarten bzw. über deren Eier und Sperma geschehen oder auf indirektem Wege über verseuchte Geräte, wie z.B. Netze, Kescher, Transportbehälter. Auch kann eine Einschleppung über verseuchtes Wasser, über Fischarten, die nicht selbst erkranken, die Erreger jedoch übertragen können (z.B. Karpfen) oder über Personen bzw. deren Schutzkleidung (z. B. Stiefel) erfolgen. Das höchste Infektionsrisiko birgt der Zukauf von Fischen! Fische, die die Seuche überstanden haben und gesund erscheinen, sind gefährliche Seuchenüberträger. Vorbeugemaßnahmen, die eine Einschleppung des VHS- und IHN-Virus in den Fischbestand verhindern sollen, stellen die einzige Möglichkeit dar, den Fischbestand vor den Fischseuchen zu schützen.

Bekämpfung von IHN und VHS in Baden-Württemberg

Baden-Württemberg hat bezüglich anzeigepflichtiger Fischseuchen einen größtenteils gesunden Fischbestand. Umliegende Bundesländer bzw. EU-Mitgliedstaaten (z. B. Bayern, Italien und Teile Frankreichs) haben einen schlechteren Seuchenstatus.

Zulassung von Betrieben und Gebieten

Zur Sicherung der Fischgesundheit werden einzelne Betriebe (Quellwasserbetriebe) und auch ganze Wassereinzugsgebiete (mit Bachwasserbetrieben) unter Schutz gestellt. In einem Gebiet sind alle Fischhaltungen (gewerbsmäßige und Hobbybetriebe) miteinbezogen sowie alle verpachteten und nicht verpachteten Gewässer dieses Wassereinzugsgebietes. Baden-Württemberg ist das Bundesland mit den meisten zugelassenen Fischzuchtbetrieben und das einzige Bundesland mit zugelassenen Gebieten. Nur in gesunden, seuchenfreien Fischbeständen kann wirtschaftlich produziert werden. Durch die konsequente Fischseuchenbekämpfung sowie durch den Einsatz moderner Technik (z. B. Flüssigsauerstoff) ist es in Baden-Württemberg in den letzten 10 Jahren gelungen, die Fischproduktion zu verdoppeln.

Kontrolle und Eigenkontrolle

Zugelassene Fischzuchtbetriebe sowie Betriebe in zugelassenen Gebieten, die vom Fischgesundheitsdienst betreut werden, werden zweimal jährlich klinisch untersucht. Bei einem der Besuche werden die Fische zusätzlich für die virologische Untersuchung beprobt. Von entscheidender Bedeutung bei der Fischseuchenbekämpfung ist jedoch die Eigenkontrolle der Fischzüchter,

die ein vitales Interesse daran haben, dass ihr Fischbestand gesund bleibt. In zugelassenen Fischzuchtbetrieben sowie in zugelassenen Gebieten gelten daher folgende Regeln:

1. Nach der Fischseuchen-Verordnung des Bundes und der Fischseuchenschutz-Verordnung des Landes Baden-Württemberg muss jeder Fischhaltungsbetrieb ein **Register** über Zugänge, Abgänge und Verluste **führen** (siehe z.B. entsprechenden Vorschlag Abbildung 2 für Zugänge).
2. Zugelassene Fischhaltungsbetriebe, sowie Betriebe und Fischpächter in zugelassenen Gebieten dürfen nur in zugelassenen Betrieben oder Gebieten einkaufen. Dies gilt für jeden **Einkauf lebender Fische, sowie auch für Eier und Sperma**. Sie brauchen dafür die sog. **Transportbescheinigung** (Abbildung 3, gedacht als Kopiervorlage), die sie in ihren Unterlagen 4 Jahre lang aufbewahren müssen. Wer dies nicht beachtet, handelt ordnungswidrig.
3. Nur zugelassene Betriebe und Betriebe aus zugelassenen Gebieten können und **müssen** die erforderliche **Transportbescheinigung mitliefern**. Sie muss vollständig ausgefüllt werden, darf im Sinn nicht abgeändert werden und muss vom Fischgesundheitsdienst oder dem Amtstierarzt gestempelt und unterschrieben sein. **Die Transportbescheinigung muss spätestens am Tag der Lieferung ausgestellt und dem Veterinäramt oder dem Fischgesundheitsdienst zur Unterschrift vorgelegt werden!**

4. Vorbeugende Maßnahmen beim Fischtransport:

Auslieferung von Fischen: Niemand außer dem Fahrer darf auf das Transportfahrzeug. Das Transportfahrzeug muss nach dem Abladen ebenso wie Transportbehälter, Gerätschaften und Stiefel des Fahrers mit einem geeigneten Desinfektionsmittel entkeimt werden. Das Transportwasser darf nicht auf der Anlage abgelassen werden und es darf kein Temperatenausgleich des Transportwassers durch Zufuhr von Fremdwasser auf dem Transportfahrzeug erfolgen!

Aufladen von Fischen: Desinfektionspflicht für alle Personen (Stiefel, Hände), Fahrzeuge, Behältnisse und Geräte vor Betreten der Anlage; am sichersten ist eine Verladestation vor der Anlage.

5. Das **Fischen in zugelassenen Gebieten** ist nur mit Angelausrüstung (Angel, Kescher, Transportbehälter, Stiefel, usw.) gestattet, die vorher gründlich gereinigt, getrocknet und mit einem geeigneten Mittel desinfiziert worden ist. Außerdem dürfen weder lebende noch tote Köderfische in das Schutzgebiet von außen mitgebracht werden.

Nach dem Tierseuchengesetz kann bestraft werden, wer unter Tieren eine anzeigepflichtige Seuche verbreitet (absichtlich oder fahrlässig).

Mit Fragen oder Meldungen über besondere Vorkommnisse wenden Sie sich bitte an das für Sie zuständige Veterinäramt bzw. Ihren Fischgesundheitsdienst (FGD).

FGD Stuttgart am Chem. u. Vet.-untersuchungsamt Stuttgart, Tel.: 0711/3426-0

FGD Karlsruhe am Chem. u. Vet.-untersuchungsamt Karlsruhe, Außenstelle Heidelberg, Tel.: 06221/506-0

FGD Freiburg am Chem. u. Vet.-untersuchungsamt Freiburg, Tel.: 0761/1502-0

FGD Aulendorf im Staatlichen Tierärztlichen Untersuchungsamt - Diagnostikzentrum, Tel.: 07525/942-0

Bestand:

Blatt Nr.:

.....

(fortlaufend nummerieren)

.....

Zukauf

Datum	Lieferantenadresse/Herkunftsanlage (Name, Anschrift):	Fischart/ Größe/ Gewicht	Stückzahl/ Menge

Abbildung 2: Vorschlag für die Dokumentation der Zukäufe.

Virale Hämorrhagische Septikämie (VHS) - Erkenntnisse über Zusammenhänge zwischen Mariner- VHS und Süßwasser- VHS << Ein Überblick >>

F. Wortberg, Fischgesundheitsdienst am CVUA Stuttgart

Die nach dem Tierseuchenrecht anzeigepflichtige Virale Hämorrhagische Septikämie (VHS) ist eine der bedeutsamsten Fischviruserkrankungen in der Aquakultur. An der VHS erkranken vor allem Regenbogenforellen. Der Ausbruch der VHS hat in Forellenzuchten meist einen seuchenhaften Charakter und geht mit hohen Verlusten einher. Neben der Regenbogenforelle galten andere Salmoniden, Hechte und Coregonen stets als empfängliche Fischarten. Inzwischen wurde jedoch aus über 48 Fischarten VHS-Virus isoliert, der Großteil davon sind marine Fischarten aus den Weltmeeren der nördlichen Hemisphäre.

Die Virale Hämorrhagische Septikämie (VHS) wurde möglicherweise erstmalig 1937 von Prof. Wilhelm Schäperclaus unter der Bezeichnung „Nierenschwellung“ beschrieben. Im Laufe der Jahre folgten zahlreiche unterschiedliche Bezeichnungen wie „Infektiöse Nierenschwellung“, „Leberdegeneration“, „neue Forellkrankheit“, „Forellenseuche“ oder „Egtved-Disease“, da die Erkrankung 1949 in der Nähe des Dorfes „Egtved“ in Dänemark seuchenhaft in den Forellenzuchten auftrat. In den 50er und 60er Jahren des 20ten Jahrhunderts verbreitete sich die Erkrankung über das kontinentale Europa. Obwohl eine virale Ätiologie immer vermutet wurde, gelangen wissenschaftliche Virusnachweise erst in den Jahren 1963 / 1965. Daraufhin wurde die Erkrankung im Animal Health Code der OIE (internationales Tierseuchenamt) in Paris aufgenommen und die Bezeichnung **VHS** für eine einheitliche Nomenklatur empfohlen. Das Internationale Komitee für Virus-Taxonomie definierte im Jahr 2000 für das VHS- und IHN-Virus die neue Gattung „Novirhabdoviren“, gehörend zur Familie der Rhabdoviridae.

Klinisches und pathologisch-anatomisches Bild der VHS bei der Regenbogenforelle

Bei Ausbruch der VHS werden bei der Regenbogenforelle eine akute, eine chronische und eine nervöse Form bzw. Phase beschrieben.

Die akute Phase ist gekennzeichnet durch Randstehen der Fische, Dunkelfärbung der Haut und Glotzaugen. Die Verluste im Bestand sind dabei sehr hoch. In der chronischen Phase werden die genannten Symptome noch ausgeprägter, die Verluste im Bestand gehen jedoch

zurück. Überlebende Fische, die an der nervösen Form der VHS erkrankt sind, zeigen oftmals lediglich abnorme Schwimmbewegungen. Auch Drehungen um die Längsachse oder eine gekrümmte Körperhaltung können gegebenenfalls beobachtet werden, die Verluste im Fischbestand nehmen in dieser Phase weiter ab.

Pathologisch-anatomisch äußert sich die VHS durch eine erhöhte Blutungsneigung. Typisch sind die ausgeprägten kommaförmigen Blutungen in der Muskulatur (Abbildung 1). In der Bauchhöhle findet man ausgeprägte Blutungen auf und in den Bauchorganen. Die Leber ist bei der akuten Form dunkelrot, später blass und geschwollen. Milz und Niere sind geschwollen, in der chronischen Phase erscheint sie grau und knotig verändert. Die VHS geht mit einer ausgeprägten Blutarmut einher, die Kiemen sind blass, oft sind feine Blutungen auf den Kiemenlamellen erkennbar.



Abbildung 1: Regenbogenforelle mit akuter VHS und den typischen „kommaförmigen“ Blutungen in der Muskulatur.

VHS bei anderen Süßwasserfischarten

Hechte und Äschen sind weitere Fischarten, die mit sehr ähnlichen Symptomen an der VHS erkranken können. Hechte entwickeln mit zunehmendem Alter eine Resistenz gegen die Erkrankung, bleiben jedoch Virusträger. Diese Altersgrenze für Hechte wird mit ~2 Jahren angegeben.

Bachforellen und Coregonen sind gegenüber einer VHS-Erkrankung i.d.R. sehr widerstandsfähig, Brut und Jungfische können jedoch erkranken.

Potentiell müssen alle Salmoniden (Lachse, Saiblinge, Huchen und auch Hybriden) als empfängliche Fischarten angesehen werden. Sie können langfristig Virusträger (Carrier) sein und die VHS auf empfindliche Fischarten wieder übertragen. Carrier-Fische sind in der virologischen Diagnostik sehr schwer und nicht zuverlässig zu erfassen, da sie das Virus auf äußerst „geringem Niveau“ beherbergen.

VHS bei marinen Fischarten

1979 wurde zum ersten Mal aus verändertem Hautgewebe von Dorschen mit dem „Ulcus-Syndrom“ ein VHS-Virus aus der Ostsee isoliert. Die Verbreitung der VHS beschränkt sich nicht auf europäische Gewässer. Vor der nordamerikanischen Pazifikküste fand man 1988 in der Ovarialflüssigkeit von zwei pazifischen Lachsarten VHS-Virus.

1991 gab es den ersten VHS-Ausbruch in einer Steinbuttfarm an der Ostseeküste Deutschlands. Steinbutte erkranken schwerwiegend, Symptome wie Glotzaugen, Blutungen in der Haut und VHS-typische Organveränderungen werden beschrieben. Vergleichbare Krankheitssymptome sind bei der

Japanischen Flunder zu finden. An der nordamerikanischen und kanadischen Pazifikküste und besonders im Prince William Sound (Alaska) werden regelmäßig VHS-Ausbrüche mit Hautblutungen und Geschwüren beim laichreifen Pazifischen Hering beobachtet.

Ab dem Ende der 1990er Jahre wurden verschiedene Forschungsreisen mit virologischer Untersuchung von Seefischen in der Ostsee, der Nordsee, dem Kattegat und Skagerrak, der Irischen See, den Küstengewässern Norwegens, dem östlichen Atlantik und um Großbritannien durchgeführt und es konnte regelmäßig VHS-Virus isoliert werden. Am häufigsten waren Schwarmfische, wie Heringsfische (Atlantischer Hering, Sprotten) und Dorschfische, infiziert. Inzwischen wurde alleine von 15 Fischarten aus den nordeuropäischen Meeren das Virus isoliert. Die Ostsee, Kattegat & Skagerrak, die Nordsee und die Küstengewässer Großbritanniens gelten heute als endemische Gewässer für marines VHS-Virus.

Evolutions-Hypothesen

Früher wurde vielfach angenommen, dass in den Wildfischpopulationen der Flüsse und Seen des kontinentalen Europas ein Reservoir für VHS-Virus existierte. Einheimische Salmoniden, wie Bachforellen, Lachse oder sogar Huchen, galten als angepasste natürliche Wirtsfische für das VHS-Virus, die den Erreger auf die aus Nordamerika eingeführte Regenbogenforelle mit Auslösung der ausgeprägten VHS-Erkrankung übertragen hatten. Mit der Erkenntnis über die weitverbreitete Existenz von marinem VHS-Virus in den Meeren begann ein Umdenken. In der Vergangenheit war es in der Forellenzucht üblich, Fisch- oder Schlachtabfälle an die Fische zu verfüttern. Kommerzielles pelletiertes Forellenfutter existierte noch nicht

und Fischereierzeugnisse aus dem Meer waren ein billiges Futtermittel. Folgende Fragestellungen kamen somit auf: War es möglich, dass die VHS aus dem Meer kommt? War es möglich, dass durch die Verfütterung von Fischen und Fischabfällen aus dem Meer eine Übertragung von marinem VHS-Virus auf Fischarten aus der Aquakultur erfolgen konnte?

Marines VHS-Virus / Süßwasser-VHS-Virus: Welche Unterschiede - welche Zusammenhänge gibt es?

Im morphologischen Aufbau ist ein VHS-Virus aus dem Meer oder aus dem Süßwasser nicht zu unterscheiden. Die verschiedenen VHS-Viren sind in Größe, Form und Aufbau identisch. Auch die früher genutzte Serotypisierung durch Antikörper-Techniken ermöglicht ebenso wenig eine Differenzierung der Viren aus dem Meer und dem Süßwasser.

Eine gewisse Unterscheidung ist in aufwendigen Tierversuchen möglich. Mittels Infektionsversuchen am Fisch lassen sich gewisse Rückschlüsse ziehen. Dänische Wissenschaftler führten mit 139 verschiedenen VHS-Virusstämmen mariner Herkunft Infektionsversuche an Regenbogenforellen durch. Wenn die Versuchsfische über das Wasser mit den marinen VHS-Virusstämmen in Kontakt kamen, ließ sich weder eine Erkrankung auslösen noch wurden erhöhte Sterblichkeiten bei Regenbogenforellen-Brütlings (1 g) festgestellt. In weiteren Versuchen wurden die Virusisolate direkt in die Bauchhöhle von Versuch-Regenbogenforellen (2,2 g - 3 g) injiziert. Dabei lösten die meisten marinen VHS-Virusisolate bei den Versuchsfischen eine typische VHS-Erkrankung aus. Allerdings waren die Symptome milder und die Sterblichkeiten nicht so hoch, wie nach Injektion von Süßwasser-Virusstämmen. Marine VHS-Stämme scheinen für Regenbogenforellen

potentiell infektiös zu sein, jedoch lösen sie natürlicherweise keine VHS-Erkrankung aus.

Auch Viren verändern sich im Laufe der Zeit. Durch zufällige Mutationen im Genom können sich die Eigenschaften eines viralen Erregers ändern. Ein mutiertes Virus, welches besser an einen Wirt und die Umwelt angepasst ist, vermehrt sich im Wirt erfolgreicher und setzt sich gegenüber dem Vorläufer-Stamm durch. Mit molekularbiologischen Untersuchungstechniken lassen sich heute sehr genaue Erkenntnisse über die genetische Verwandtschaft von Virusstämmen gewinnen. Durch die Analyse von Genen (Gensequenzierung) können diese genau verglichen und Stammbäume erstellt werden. Auf dieser Basis werden heute für das VHS-Virus vier verschiedene Genotypen unterschieden (Tabelle 1). Genotyp I enthält weitere Subgruppen. Im Subtyp a sind die zahlreichen kontinental-europäischen Süßwasser-Stämme enthalten. Die Virusstämme vom Subtyp b bilden die nächstgrößte Gruppe und enthalten marine VHS-Stämme aus der Ostsee, dem Skagerrak, dem Kattegat und dem Ärmelkanal. Bei den Subtypen c, d und e handelt es sich um einzelne historische Isolate. Die nahe Verwandtschaft der Süßwasser- und der marinen Stämme innerhalb des Genotyps I stützt die Hypothese, dass die Süßwasser- VHS-Stämme marinen Ursprungs sein könnten.

Tabelle 1: Übersicht der VHS-Genotypen nach Einer-Jensen et al. (2004) / Snow et al. (2004).

Genotyp	Subtyp	Herkunft
I	a	Europäische Süßwasser-Isolate
	b	Ostsee, Skagerrak, Kattegat, Ärmelkanal (marine Isolate)
	c	alte dänische Süßwasser-Isolate
	d	alte norwegische und finnische Isolate
	e	Georgien (Regenbogenforelle)
II		Ostsee (marine Isolate)
III		v.a. Nordsee / Nordatlantik um GB (marine Isolate)
IV		Nordamerika (Makah-Isolat, marine pazifische Isolate)

Eine dänische Forschergruppe entwickelte eine Hochrechnung, wie schnell sich ein VHS-Virus unter bestimmten Umweltbedingungen verändert. Über diese „Molekulare Uhr“ konnte errechnet werden, dass eine Trennung der Süßwasser- von den marinen VHS-Stämmen des Genotyps I in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts stattgefunden haben musste. Der errechnete Zeitraum stimmt somit mit den VHS-Ausbrüchen in Egtved überein.

Viele Wissenschaftler sind heute überzeugt, dass die Ausbrüche in Egtved der Beginn der europäisch-kontinentalen VHS gewesen sein könnte. Es wird angenommen, dass durch die Verfütterung von unerhitzten Meeresfischen und Fischabfällen, so wie sie in vergangenen Zeiten üblich war, der Artensprung eines marinen VHS-Virus auf die Regenbogenforelle gelungen ist. Die Erstbeschreibung der „Nierenschwellung“ von 1937 wird heute hinterfragt. Die beschriebenen Symptome deuten eher auf das heute bekannte Erkrankungsbild der Proliferativen Nierenerkrankung (PKD) hin, einer akut verlaufenden parasitären Erkrankung mit z. T. durchaus vergleichbaren pathologischen Veränderungen.

Verschiedene beschriebene VHS-Fallberichte von an der Küste in Netzkäfigen gehaltenen Regenbogenforellen enthalten Indizien, dass eine Übertragung von VHS-Virus durch infizierte Meeresfische durchaus wahrscheinlich gewesen ist. So wird angenommen, dass in der Vergangenheit eine Übertragung von marinem VHS-Virus auf die Regenbogenforelle einige Male gelingen konnte.

Fazit

Viele Experten sind heute aufgrund der plausiblen Zusammenhänge überzeugt, dass durch die Verfütterung von Meerestischen, insbesondere aus der Ostsee und den Grenzgewässern zur Nordsee, in den 1950er Jahren in Dänemark eine erfolgreiche Übertragung des VHS-Virus auf die Regenbogenforellen der Aquakultur erfolgte und dies der Beginn der Ausbreitung der VHS in der Aquakultur des kontinentalen Europas gewesen ist.

Mit der Etablierung von kommerziellen Futtermitteln, welche bei der Herstellung durch Extrusion erhitzt werden, ist eine Übertragung von hitzeempfindlichen Fischviren durch das Futter heutzutage ausgeschlossen. Indessen wird jedoch in Fachkreisen diskutiert, ob eine Übertragung von VHS-Virus durch anadrome, ins Süßwasser wandernde Meerestischarten auf in Aquakultur produzierte Forellen in den küstennahen Gewässern möglich ist.

Literatur

- Dixon, P.F. (1999). VHSV came from the marine environment: clues from literature, or just red herrings? Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. 19: 60-65.
- Einer-Jensen, K., Ahrens, P., Forsberg, R. & Lorenzen, N. (2004). Evolution of the fish rhabdovirus viral haemorrhagic septicaemia virus. Journal of General Virology 85: 1167-1179.
- Ghittino, P. (1965). Viral hemorrhagic septicemia (VHS) in rainbow trout in Italy. Ann. N.Y. Acad. Sci. 126: 468-478.
- Hershberger, P.K., Kocan, R.M., Elder, N.E., Meyers, T.R. & Winton, J.R. (1999). Epizootiology of viral hemorrhagic septicemia virus in Pacific herring from the spawn-on-kelp fishery in Prince William Sound, Alaska; USA. Dis. Aquat. Org. 37: 23-31.
- Schäperclaus, W. (1979). Fischkrankheiten, 4. Auflage, 297-310.
- Skall, H.F., Slierendrecht, W.J., King, J.A. & Olesen, N.J. (2004). Experimental infection of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* with viral haemorrhagic septicaemia virus isolates from European marine and farmed fishes. Dis. Aquat. Org. 58: 99-110.
- Skall, H.F., Olesen, N.J. & Møllergaard, S. (2005). Viral haemorrhagic septicaemia virus in marine fish and its implication for fish farming - a review. J. Fish. Dis. 28: 509-529.
- Snow, M., Cunningham, C.O., Melvin, W.T. & Kurath, G. (1999). Analysis of the nucleoprotein gene identifies distinct lineages of viral haemorrhagic septicaemia virus within the European marine environment. Virus Res. 63: 35-44.
- Snow, M., Bain, N., Black, J., Taupin, V., Cunningham, C.O., King, J.A., Skall, H.F. & Raynard, R.S. (2004). Genetic population structure of marine viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV). Dis. Aquat. Org. 61: 11-21.
- Wolf, K. (1988). Fish Viruses and Fish Viral Diseases, Cornell University Press, NY, 217-249.
- Wortberg, F. (2006). Epidemiologische Untersuchungen zur Viralen Hämorrhagischen Septikämie (VHS) und Infektiösen Hämato-poetischen Nekrose (IHN) im Südwesten Deutschlands. Diss. med. vet., Ludwig-Maximilians-Universität München.

Der Europäische Aal - neue Erkenntnisse und Erfordernisse

Teil 2: Das Aalherpesvirus (*Herpesvirus anguillae*, HVA)

B. Molzen¹, D. Schrudde², D. Fichtner², S. M. Bergmann²

Seit über zehn Jahren ist ein dramatischer Rückgang der Population des Europäischen Aals (*Anguilla anguilla*) in Europa zu verzeichnen (van Ginneken et al. 2005). National und international werden verschiedene Ursachen für diese Entwicklung diskutiert (van Ginneken et al. 2005, Lehmann et al. 2005, Scheinert & Baath 2006, siehe auch AUF AUF 2/2006). In diesem Artikel soll auf die mögliche Bedeutung des Aalherpesvirus für den Rückgang der Aalpopulation eingegangen werden.

Herpesviren

Herpesviren sind komplexe Viren, die eine Vielzahl verschiedenartiger Erkrankungen bei Mensch und Tier, einschließlich Fischen, verursachen (Smail & Munroe 2001). Eine Besonderheit dieser Viren sind lange Latenzphasen im Körper, in denen die Viren „ruhen“ und keine Krankheits-symptome verursachen. Erst durch den Einfluss verschiedener Faktoren, die die körpereigene Abwehr schwächen (z. B. Stress), werden die Viren aktiv. In der Folge kommt es wahrscheinlich zu einer massiven Virusvermehrung und -ausscheidung sowie zu Krankheitssymptomen. Ein bekanntes Beispiel einer Herpesvirusinfektion beim Menschen ist die Infektion mit Herpes simplex-Viren (z. B. Lippenherpes), bei der sich in Stresssituationen häufig schmerzhaft und juckenden Bläschen an den Lippen bilden.

Das Aalherpesvirus

Das Aalherpesvirus (*Herpesvirus anguillae*, HVA; Anguillid Herpesvirus, AngHV-1) wurde zum ersten Mal 1985 aus kranken japanischen und europäischen Aalen (*Anguilla japonica* und *A. anguilla*) in einer Aalfarm in Japan isoliert. 1986 wurden Herpesviren erstmals in Europa in Hautläsionen bei Aalen in Ungarn nachgewiesen (Bekesi et al. 1986,

in Essbauer & Ahne 2001). Seit der Etablierung einer sensitiven molekularen Nachweismethode (PCR, Polymerase-Kettenreaktion) im Jahr 2004 (Rijsewijk et al. 2005) wurde die DNA des HVA und auch das Virus selbst in vielen europäischen Ländern in Aalfarmen und in Wildgewässern bei kranken aber auch bei klinisch unauffälligen Aalen nachgewiesen. In 48 % der bayerischen Gewässer wurde HVA bei Aalen diagnostiziert (Scheinert & Baath 2006). Eine erste Stichprobe von 10 gesunden Aalen aus dem Bodensee, die im Jahr 2006 vom STUA Aulendorf untersucht wurde, war HVA-negativ. In der oben beschriebenen Latenzphase scheint der Virusnachweis jedoch schwierig zu sein. Ein negativer Befund bei der Untersuchung in der Zellkultur bzw. mit der herkömmlichen PCR ist daher nicht gleichbedeutend mit der Abwesenheit des Virus. Über die tatsächliche Verbreitung des HVA kann deshalb derzeit keine exakte Aussage gemacht werden.

Übertragung und Verlauf der Infektion

Über den Übertragungsweg des Aalherpesvirus ist noch wenig bekannt. Man vermutet eine horizontale Übertragung von Aal zu Aal über das Wasser. Ob auch eine vertikale Übertragung (also vom Elterntier auf das Ei) stattfindet, konnte aufgrund

des Abbleichens der Aale in der Sargassosee und der Schwierigkeiten bei der künstlichen Reproduktion (siehe AUF AUF 2/2006) noch nicht untersucht werden. Ob die Infektion der Glasaale schon im Salzwasser oder erst im Süßwasser erfolgt, ist auch ungeklärt.

Die Aufnahme des Aalherpesvirus erfolgt wahrscheinlich über die Kiemen oder den Verdauungstrakt. Das Virus wurde in infizierten Aalen in Kiemen, Herz, Milz, Niere, Schwimmblase und Darm nachgewiesen.

Während der Vermehrungsphase im Organismus wird das Virus von kranken Fischen offenbar in hohem Maße ausgeschieden (Virämie). Aale in guter körperlicher Verfassung überstehen diese Phase nicht selten ohne äußerlich erkennbare Krankheitssymptome. Aale, deren Immunabwehr durch Stress geschwächt ist oder die anderweitig einer Belastung unterliegen, erkranken und können auch an der Infektion sterben. Überstehen die Aale die virämische Phase, kann sich das Virus im Körper zurückziehen und dort in eine Ruhephase eintreten. Aale in dieser sog. Latenzphase zeigen keine Krankheitssymptome. Zu diesem Zeitpunkt ist der Virusnachweis mit der herkömmlichen PCR schwierig. Durch Stress (Temperaturerhöhung, Sauerstoffmangel im Wasser, andere Krankheiten, hohe Besatzdichten, Handling in Aalfarmen und bei Besatzmaßnahmen etc.)

¹Fischgesundheitsdienst im Staatlichen Tierärztlichen Untersuchungsamt - Diagnostikzentrum -, Aulendorf

²Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Boddenblick 5a, 17493 Greifswald-Insel Riems

kann das HVA reaktiviert werden. Es kommt erneut zur Virusvermehrung, Virusausscheidung und der Ausbildung von Krankheitssymptomen, die wiederum zu Todesfällen führen können.

Symptome

Das klassische Krankheitsbild der HVA-Infektion der Aale ist die „Rotkopfkrankheit“. Die Fische sind apathisch, zeigen Hautrötungen (Blutungen) besonders im Bereich des Kopfes und an den Flossensäumen. Auch kann der gesamte Körper der Tiere rötlich erscheinen. Teilweise bilden sich kreisrunde bis flächige Erhabenheiten in der äußeren Haut, die in der Regel das Virus beherbergen. Die Schleimproduktion ist verstärkt und der Anus kann gerötet sein und hervortreten. Bei der Eröffnung der Leibeshöhle fallen Nekrosen an inneren Organen sowie Milz- und Nierenschwellung auf. Auch in den Kiemen können sich Nekrosen bilden (Smail & Munroe 2001). Die Symptome können einzeln oder in verschiedenen Kombinationen auftreten. In Aalfarmen, in denen aus dem Atlantik gefangene Glasaale für den Besatz auf ca. 15 g vorgestreckt werden, kann es bei einer solchen Erkrankung zu Ausfällen von bis zu 60 % (Scheinert & Baath 2006) und höher kommen. Allerdings wird auch ohne diese Viruserkrankung von Verlusten bis 30 % in Aalfarmen berichtet, da die Glasaale sich nur schwer an die Bedingungen in der Aquakultur gewöhnen. Da die Glasaale Wildfische sind, weiß man nicht, welche Erkrankungen bzw. Vorschädigungen sie aus dem Atlantik mitbringen. Aus

Aalen, die dem Friedrich-Loeffler-Institut aus Aquakulturen und Wildgewässern eingesandt wurden, konnten eine Reihe von Viren isoliert werden. Dabei fiel auf, dass ein Großteil der diagnostizierten Viren zusammen mit dem HVA nachgewiesen wurden.

Bei Aalsterben in warmen Sommern (v. a. in Baggerseen) konnte in einigen Fällen das HVA aus erkrankten Aalen isoliert werden. Es zeigte sich jedoch auch hier, dass diese Mortalitäten meist multifaktoriell sind (Scheinert & Baath 2006). Latent mit HVA infizierte Aale werden durch die widrigen Umweltbedingungen (hohe Wassertemperatur, niedrige Sauerstoffwerte, Verkleinerung des Habitats durch niedrige Wasserstände) möglicherweise auch durch den Befall mit Parasiten (v. a. *Anguillicola crassus*) und die Belastung mit Umweltgiften gestresst und ihre Immunabwehr wird geschwächt. Dies kann zur Reaktivierung des HVA mit anschließender Virusvermehrung, -ausscheidung und Erkrankung führen. Es ist daher anzunehmen, dass das HVA schon in früheren Jahren, besonders im Hitzesommer 2003, ursächlich an den Aalsterben mitbeteiligt war.

Fazit und Ausblick

- Das HVA kann bei Aalen eine Erkrankung („Rotkopfkrankheit“) auslösen, die besonders in der Aquakultur aber auch in Wildgewässern zu Verlusten führt. HVA kann eine der Ursachen bei Aalsterben in warmen Sommern sein, allerdings sind diese Mortalitäten meist multifaktoriell.
- HVA ist offenbar in den Wildpopulationen weit verbreitet. Für den Nachweis des Aalherpesvirus war die Etablierung einer sensitiven PCR-Methode in den letzten Jahren wichtig.
- Die Erhebung eines HVA-Status für Wildgewässer ist wegen der oben beschriebenen Latenz des Virus schwierig. Ein negatives Ergebnis in der Zellkultur und in der PCR ist nicht gleichbedeutend mit der Abwesenheit des HVA.
- Ob sich die Glasaale bereits im Salzwasser oder erst im Süßwasser mit dem HVA infizieren ist noch nicht geklärt. Besonders in Aalfarmen, in denen die Glasaale für den Besatz vorgestreckt werden, kann es zu einer Durchseuchung mit dem HVA kommen, nicht selten auch zu Erkrankungen und Verlusten. Ein Besatz mit HVA-negativen Glasaalen direkt aus dem Atlantik (die auch noch nicht Träger des Schwimmblasenwurms *Anguillicola crassus* sind) könnte den Neueintrag des HVA in die Gewässer verhindern. Jedoch ist von einer bereits bestehenden Durchseuchung der Gewässer mit dem Aalherpesvirus auszugehen. Außerdem wird diskutiert, ob die Überlebensrate bei Glasaalen niedriger ist als bei vorgestreckten Aalen.
- Der Besatz mit HVA-positiv getesteten Aalen ist als kritisch zu betrachten. Durch den Stress, der durch das Einbringen in das neue Gewässer entsteht, kann es zur Reaktivierung und massiven Ausscheidung des Virus kommen. Offensichtlich klinisch kranke Aale dürfen nach § 8, Abs. 1 der baden-württembergischen Landesfischerei-Verordnung nicht als Besatzmaterial verwendet werden.
- Sicherlich kann HVA bei geschwächten Aalen zu Ausfällen führen oder sie auf ihrer Laichwanderung aus den europäischen Binnenfließgewässern in die Sargassosee beeinträchtigen. Doch scheinen das übermäßige Abfischen der Glasaale sowie Wasserkraftanlagen in Flussläufen die größeren Probleme für die Erhaltung der Spezies Aal darzustellen. Sogar für gesunde Aale, die von ihrer körperlichen Verfassung her in der Lage wären, ihre Laichgründe in der Sargassosee zu erreichen, ist es nahezu unmöglich über diese Barrieren ins Meer zu gelangen. Nur 1 % der aus dem oberen Neckar abwandernden Aale erreichen den Rhein (Berg 1994).

Literatur HVA

- Berg, R. (1994). Fischereischäden durch Turbinen. 44; S. 43-47.
- Essbauer, S. & Ahne, W. (2001). Viruses of Lower Vertebrates. *Journal of Veterinary Medicine* 48: 403-475.
- Lehmann, J., Stürenberg, F.-J., Kuhlmann, Y. & Kilwinski, J. (2005). Umwelt- und Krankheitsbelastungen der Aale in Nordrhein-Westfalen. *LÖBF-Mitteilungen* 2/05: 35-40.
- Rijsewijk F., Pritz-Verschuren, S., Kerkhoff S. & Haenen, O.L.M. (2005). Development of a polymerase chain reaction for the detection of Anguillid herpesvirus DNA in eels based on the herpesvirus DNA polymerase gene. *Journal of Virological Methods* 124 (1/2): 87-94.
- Scheinert, P. & Baath, C. (2006). Monitoring zum Vorkommen des Herpesvirus anguillae (HVA) in den Aalpopulationen bayerischer Gewässer. Projektbericht, Fischgesundheitsdienst Bayern.
- Smail, D.A. & Munro, A.L.S. (2001). The Virology of Teleosts. In: *Fish Pathology* (Hrsg.: R.J. Roberts), S. 169-253, W.B. Saunders, London, Edinburgh, New York, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto.
- Van Ginneken, V., Ballieux, B., Willemze, R., Coldenhoff, K., Lentjes, E., Antonissen, E., Haenen, O. & van den Thillart, G. (2005). Hematology patterns of migrating European eels and the role of EVEX virus. *Comparative Biochemistry and Physiology C* 140: 97-102.

Auswirkungen von Mykotoxinen in der Aquakultur - Ein Überblick

C. Lückstädt, Biomin GmbH

In den letzten Jahren steigt zunehmend die Erkenntnis, dass Mykotoxine Vergiftungen bei Mensch und Tier verursachen. Mykotoxine werden von Schimmelpilzen gebildet und sind vor allem in Ernteprodukten wie Zerealien, ölhaltigen Samen und Früchten enthalten. Zum einen werden die Getreide bereits auf dem Feld von Schimmelpilzen befallen, zum anderen verschimmeln Lebens- und Futtermittel bei der Lagerung. Mykotoxine können u.a. das zentrale Nervensystem, das Immunsystem und verschiedene Organe schädigen. Während die Effekte auf terrestrische Nutztiere, besonders bei Schweinen, bereits sehr gut untersucht sind, ist deren Wirkung auf aquatische Organismen noch nicht umfangreich bekannt. Die Ergebnisse vereinzelter Studien über die Pathologie von Mykotoxikosen bei Fischen, die zu ökonomischen Verlusten in der Aquakultur führen können, werden hier dargestellt.

Mykotoxine sind sekundäre Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen, welche unter bestimmten Umweltbedingungen gebildet werden (in erster Linie abhängig von der Temperatur und Feuchtigkeit). Sekundäre Stoffwechselprodukte sind im Gegensatz zu Produkten des Primärstoffwechsels nicht bei allen Organismen zu finden, sondern für ihren Produzenten charakteristisch. Mykotoxine sind unsichtbar, geruchs- und geschmacklos. Bisher wurden über 300 verschiedene Mykotoxine beschrieben. Die Funktion der Bildung von Mykotoxinen im Stoffwechsel der Pilze ist bisher nicht eindeutig geklärt. Mykotoxin-bildende Schimmelpilzarten sind weltweit verbreitet. Die meisten Mykotoxine, die einen potentiell negativen Einfluss auf Wachstum und Gesundheit von Fischen haben können, werden durch die Pilzgattungen *Aspergillus*, *Penicillium* und *Fusarium* gebildet.

Die Gattung *Aspergillus* umfasst derzeit 180 Arten mit den Aflatoxin-bildenden *A. parasiticus*, *A. flavus* und *A. nominus*. In der Gattung *Penicillium* führt man derzeit 225 Arten, wobei *P. verrucosum* als wichtigster Ochratoxin A-Produzent bekannt ist. Die Gattung *Fusarium* zählt mehr als 90 Arten, welche die Mykotoxine Fumonisine, Zearalenone und Trichothecene bilden. Am wirtschaftlich bedeutsamsten in der Futtermittelproduktion sind die Arten *F. graminearum*

und *F. culmorum*. Die meisten der Toxin-bildenden *Fusarium*-Arten sind in der Lage, zwei oder mehrere verschiedene Toxine zu bilden. Während *Aspergillus flavus* hauptsächlich in wärmeren Klimazonen vorkommt, treten *Fusarium*-Arten hauptsächlich in den gemäßigten Klimazonen auf.

Wichtige Mykotoxine sind Aflatoxine, Ochratoxin A, Trichothecene, Fumonisine und Zearalenone (CAST 2003). Die Wirkung der Toxine kann akut und chronisch toxisch sein. Dies ist abhängig von der Toxinart. Zudem variiert die Toxizität der unterschiedlichen Mykotoxine je nach Tierart. Durch den anhaltenden Trend und auch die ökonomische Notwendigkeit einer kostengünstigen Futtermittelproduktion werden Rohmaterialien aus tierischem Eiweiß, wie z.B. Fischmehl, zunehmend durch pflanzliche Eiweiße ersetzt – dadurch erhöht sich die Möglichkeit einer Mykotoxin-Kontamination im Fischfutter. Eine Mykotoxin-Kontamination ist meistens ein additiver Prozess, der bereits beim Wachstum der Pflanze auf dem Feld beginnt und sich über die Ernte und Trocknung bis hin zur Lagerung fortsetzt. Ist ein Rohmaterial kontaminiert, ist es sehr wahrscheinlich, dass es mehrere Mykotoxine enthält. Viele Wissenschaftler haben synergistische Effekte bei Mykotoxin-Kombinationen festgestellt, so dass das Gefahrenpotential einer Kombination von Mykotoxinen das der Summe

der einzelnen Mykotoxine übertrifft (Manning 2001). Mykotoxine sind weiterhin sehr hitzestabil, Pelletieren und Extrusion haben keinen Einfluss auf die Toxizität der Pilzgifte (Manning 2001).

Die FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) schätzt, dass bis zu 25 % der Weltproduktion von Nahrungs- und Futtermitteln mit Mykotoxinen kontaminiert sind. Ungefähr 20 % der Zerealien-ernte der EU enthalten nachweisbare Mengen von Mykotoxinen (Engelhardt 2000). Die Bedeutung der Mykotoxin-Problematik sollte daher auch in der Aquakultur nicht unterschätzt werden. Vor allem die Tropen und Subtropen sind betroffen, da dort bedingt durch das heiße und feuchte Klima eine Kontamination durch Schimmelpilze vermehrt auftritt. Allerdings gibt es auch Arten, die im gemäßigten Klima Mykotoxine produzieren, wie z. B. die oben erwähnten *Fusarium*-Arten. Im Folgenden werden die Effekte verschiedener Mykotoxine auf Fische näher beschrieben.

Aflatoxine

Mit der Entdeckung der Aflatoxine in den 1960er Jahren begann die Forschung über Mykotoxine. Aflatoxine werden durch *Aspergillus*-Arten gebildet und können viele potentielle Rohmaterialien für Fischfutter infizieren, wie z. B. Mais, Reis und

Fischmehl (Ellis et al. 2000). Die Gruppe der Aflatoxine umfasst mehr als 20 verschiedene Toxine. Aflatoxin B₁ (AFB₁) ist eines der stärksten krebserregenden Wirkstoffe für Tiere. Effekte einer Aflatoxin-Belastung im Fischfutter sind u.a. eine beeinträchtigte Blutgerinnung, eine Anämie sowie ein verringertes Wachstum (Manning 2001). Längere Fütterungen mit schon geringen Konzentrationen von AFB₁ führen bei Fischen zu Tumoren in der Leber – es entstehen bleiche, gelbe Läsionen, die auch auf die Niere übergreifen können. Der Effekt des Aflatoxins hängt maßgeblich von der Fischart und dem Alter der Fische ab. Fischbrut ist generell stärker gefährdet (Tuan et al. 2003). Warmwasserfische sind in der Regel weniger gefährdet als Kaltwasserfische. Die Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) ist gegenüber Aflatoxinen sehr empfindlich – so liegt die orale LD₅₀ (siehe unten) für AFB₁ einer 50 g schweren Forelle bei 0,5- 1,0 ppm (0,5-1,0 mg pro kg Körpergewicht) (Lee et al. 1991).

LD(Letale Dosis)₅₀: Im Tierversuch wird der so genannte LD₅₀-Wert bestimmt, das ist die Menge, die bei einmaliger Gabe den Tod von 50 % der Versuchstiere zur Folge hat. Der LD₅₀ ist ein Maß für die akute Giftigkeit einer Substanz.

Ochratoxine

Ochratoxine sind sekundäre Stoffwechselprodukte der Gattungen *Aspergillus* und *Penicillium*. Sie sind weltweit in Produkten wie Mais, Hafer, Gerste, Weizen u.a. zu finden. Ochratoxin A (OA) ist dabei das häufigste Toxin aus dieser Gruppe. Es wirkt hauptsächlich schädigend auf die Niere (CAST 2003). Derzeit gibt es kaum Studien zu Effekten bei Fischen. Wachsende Regenbogenfo-

rellen hatten bei oraler Aufnahme eine LD₅₀ auf Ochratoxin A von 4,7 mg/kg. Auswirkungen einer Vergiftung durch Ochratoxin A waren Lebernekrosen, bleiche, geschwollene Nieren sowie eine erhöhte Mortalität (Hendricks 1994). Manning et al. (2003) fütterten juvenile Amerikanische Welse für acht Wochen mit Futtermitteln, die zwischen 0 und 8 mg/kg Ochratoxin A enthielten. Bereits nach zwei Wochen konnte bei den Fischen mit über 2 mg/kg Ochratoxin A im Futter eine verringerte Gewichtszunahme festgestellt werden. Nach acht Wochen war auch bei den Fischen mit 1 mg/kg Ochratoxin A im Futter die Gewichtszunahme gegenüber den Kontrollfischen ohne Mykotoxin im Futter reduziert. Die Überlebensrate war bei den Fischen mit 8 mg/kg Ochratoxin A im Futter signifikant schlechter als bei den geringeren Mykotoxinkonzentrationen. Mit 2 mg/kg und höheren Konzentrationen Ochratoxin A im Futter waren nach acht Wochen die Lebern und Nieren der Fische gegenüber den Kontrollfischen verändert.

Fumonisine

Fumonisine kommen hauptsächlich im Mais vor. In gesunden Maiskörnern können 6-10 mg/kg Fumonisine enthalten sein, in schimmeligem Mais sogar 63-140 mg/kg (Miller 2001). Die Fumonisine befinden sich hauptsächlich im Keim und der Schale des Maiskorns. Fumonisin B₁ (FB₁) ist eines von mehreren Mykotoxinen, das von *Fusarium moniliforme* gebildet wird. Einige Effekte dieses Mykotoxins sind spezifisch für bestimmte Organe oder Arten, andere wiederum treten bei allen Tieren auf. Studien zum Effekt von FB₁ belegen, dass eine Konzentration von 0,5 und 5,0 mg pro kg Körpergewicht über einen Zeitraum von 42 Tagen für Karpfen nicht letal ist, aber zu einem Verlust an Körpergewicht führt (Pepeljnjak et al. 2002).

Verschiedene Parameter im Blut, wie die Anzahl an roten Blutkörperchen und Blutplättchen sowie die Konzentrationen von Bilirubin und Kreatinin im Plasma waren bei den FB₁ ausgesetzten Tieren gegenüber den Kontrollfischen erhöht. Diese Ergebnisse zeigten, dass Leber und Niere die Zielorgane des FB₁ beim Karpfen darstellen. Petrinc et al. (2004) berichten neben Auswirkungen auf die Blutgefäße, Leber, Niere, Herz und Gehirn zudem über verstreute Läsionen in der Bauchspeicheldrüse bei einjährigen Karpfen, wenn diese für 42 Tage 100 bzw. 10 mg/kg FB₁ in ihren Futterrationen erhalten hatten. Regenbogenforellen, deren Futterrationen 0,2-3,5 mg/kg FB₁ pro Tag enthielten, zeigten nach 60 Wochen keine Tumore oder Läsionen in der Leber oder Niere. Wurden die Regenbogenforellen jedoch zuvor für 30 Minuten in einem Bad mit Aflatoxin B₁ (100 ng/ml) behandelt, welches als Krebsinitiator gilt, traten nach 42 Wochen Fütterung mit FB₁ vermehrt Lebertumore auf.

Trichothecene

Trichothecene werden ebenfalls von *Fusarium*-Arten gebildet und kommen vor allem bei Getreide, Weizen Nachmehlen und Ölsaaten vor. Das Typ-A Trichothecen T2 wird durch *Fusarium tricinctum* gebildet. Nach Marasas et al. (1967, 1969) wirkt es in einer Konzentration von 6,1 mg pro kg Körpergewicht letal auf Regenbogenforellen. Poston et al. (1982) beobachteten bei adulten Regenbogenforellen, die mit 15 mg/kg des T2-Toxins gefüttert wurden, eine verringerte Futteraufnahme, ein geringeres Wachstum, einen reduzierten Hämatokrit und Hämoglobinwert. Beim Karpfen gab es nach einer Injektion mit dem T2-Toxin keine signifikante Veränderung der Enzym-Aktivität, allerdings wurde eine Tendenz zur Verringerung die-

ser beobachtet (Kravchenko et al. 1989).

Deoxynivalenol (DON), das auch als Vomitoxin bekannt ist, wird ebenfalls von *Fusarium*-Arten gebildet. Es ist das häufigste Trichothecen in Futter- und Lebensmitteln weltweit und befällt am häufigsten den Weizen. Bei Regenbogenforellen konnte eine geringere Gewichtszunahme und sogar Futterverweigerung beobachtet werden, sobald das Futter mehr als 20 mg/kg DON enthielt. Eine Konzentration von 1,0-12,9 mg/kg resultierte in geringerem Wachstum und einer schlechteren Futterverwertung (Hendricks 1994). Woodward et al. (1983) konnten zeigen, dass Regenbogenforellen die Futteraufnahme bei steigenden DON-Werten von 1 mg/kg zu 13 mg/kg reduzierten. Bei über 20 mg/kg DON im Futter wurde dieses nicht mehr gefressen.

Fazit

In weiteren Versuchen sollte die realistischere Situation, die Auswirkungen von mehreren Mykotoxinen im Futter auf das Wachstum und die Physiologie von verschiedenen Fischarten untersucht werden.

Mykotoxine sind sehr stabile Verbindungen. Es gibt nur wenige wirksame Methoden zu ihrer Detoxifizierung. Die am weitesten angewandte Methode ist der Zusatz von Mykotoxin-bindenden Stoffen (Adsorbentien) zum Futter, die im Zuge der Verdauung direkt im Verdauungstrakt die Mykotoxine binden können. Die Mykotoxine passieren, fest an die Adsorbentien gebunden, den Verdauungstrakt und können somit ihre toxische Wirkung nicht entwickeln. Einige Mykotoxine, wie beispielsweise Trichothecene oder Zearalenon, werden aber nur sehr schlecht oder gar nicht von Adsorbentien gebunden. Der Zusatz von organischen Substanzen (Enzyme), die diese Toxine in ungiftige und harmlose Produkte umwandeln können, ist ein neuartiger Weg, um diesem Problem beizukommen. Diese Methodik wird bereits erfolgreich bei Schweinen und Geflügel eingesetzt. Derzeit laufen weltweit Versuche, um die Wirkung dieser Mykotoxinbinder und -deaktivierer in der Aquakultur zu testen. Eine weitere entscheidende Präventivmaßnahme ist die Verhinderung der Verschimmelung von Futter- und Lebensmitteln. Für den Forellenzüchter bedeutet dies eine sachgemäße Lagerung der Futtermittel.

Literatur

- CAST (2003). Mycotoxins: risks in plant, animal and human systems. Task Force Report No. 139. CAST. Ames, USA, 199 S.
- Ellis, R.W., Clements, M., Tibbetts, A. & Winfree, R. (2000). Reduction of the bioavailability of 20 µg/kg aflatoxin in trout feed containing clay. *Aquaculture* 183: 179-188.
- Engelhardt, G. (2000). Mykotoxine – Giftige Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen. www.vis-ernaehrung.bayern.de
- Hendricks, J.D. (1994). Carcinogenicity of aflatoxins in nonmammalian organisms. In: Eaton, D. L., Groopman, J.D. (Eds.). *Toxicology of Aflatoxins: Human health, veterinary and agricultural significance*. Academic Press, San Diego, pp. 103-136.
- Kravchenko, L.V., Galash, V.T., Avreneva, L.T. & Kranauskas, A.E. (1989). On the high sensitivity of *Cyprinus carpio* to T-2 mycotoxin. *Journal of Ichthyology* 29: 678-680.
- Lee, B.C., Hendrix, J.D. & Bailey, G.S (1991). Toxicity of mycotoxin to fish. In: Smith, J. E. and Henderson, R.S. (Eds.). *Mycotoxins in animal food*. CRC Press, Boca Raton, pp. 607-626.
- Manning, B.B. (2001). Mycotoxins in fish feeds. In: Lim, C. and Webster, C. D. (Eds.). *Nutrition and fish health*. Food Products Press, New York, 365 S.
- Manning, B.B., Ulloa, R.M., Li, M.H., Robinson, E.H. & Rottinghaus, G.E. (2003). Ochratoxin A fed to channel catfish (*Ictalurus punctatus*) causes reduced growth and lesions of hepatopancreatic tissue. *Aquaculture* 219: 739-750.
- Marasas, W.F., Smalley, E.B., Degurse, P.E., Bamburg, J.R. & Nichols, R.E. (1967). Acute toxicity to rainbow trout (*Salmo gairdneri*) of a metabolite produced by the fungus *Fusarium tricinctum*. *Nature* 214: 817-818.
- Marasas, W.F., Bamburg, J.R., Smalley, E.B., Strong, F.M., Ragland, W.L. & Degurse, P.E. (1969). Toxic effects on trout, rats and mice of T-2 toxin produced by the fungus *Fusarium tricinctum* (Cd.) Snyder et Hans. *Toxicology and Appl. Pharmacology* 15 (2): 471-482.
- Miller, J. D. (2001). Factors affecting the occurrence of fumonisin in corn. *Environ. Health Persp.* 109: 321-324.
- Pepeljnjak, S., Petrinc, Z., Kovacic, S. & Segvic, M. (2002). Screening toxicity study in young carp (*Cyprinus carpio* L.) on feed amended with fumonisin B₁. *Mycopathologia* 156: 139-145.
- Petrinc, Z., Pepeljnjak, S., Kovacic, S. & Krznaric, A. (2004). Fumonisin B₁ causes multiple lesions in common carp (*Cyprinus carpio*). *Dtsch. Tierärztl. Wochenschrift* 111 (9): 358-363.
- Poston, H.A., Coffin, J.L. & Combs, G.F. (1982). Biological effects of dietary T-2 toxin on rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquatic Toxicology* 2: 79-88.
- Tuan, N.A., Manning, B.B., Lovell, R.T. & Rottinghaus, G.E. (2003). Responses of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing different concentrations of moniliformin or fumonisin B₁. *Aquaculture* 217: 515-528.
- Woodward, B. Young, L.G. & Lun, A.K. (1983). Vomitoxin in diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture* 35: 93-101.

Flusskrebse in Deutschland: Zucht, Produktion, wirtschaftliche Bedeutung und Potential

P. Dehus

Unter den verschiedenen Flusskrebsen, die bei uns als Speise- oder Satzkrebse angeboten werden, hat der bekannte Edelkrebs die größte Bedeutung. Aufgrund des hohen Preises, der für Edelkrebse erzielt werden kann, erscheint der Aufbau einer Produktion lukrativ. Die Möglichkeit gravierender Ausfälle ist allerdings einzukalkulieren. Generell besteht die Gefahr, dass Krebspesterreger in eine Anlage oder in ein Gewässer eingeschleppt werden; entsprechend strenge seuchenhygienische Vorsorgemaßnahmen sind daher zu treffen. Der Absatz von Edelkrebsen als Speisekrebse ist offensichtlich für die etablierten Produzenten kein großes Problem, zeitweise wird aber über Absatzschwierigkeiten bei Satzkrebsen berichtet. Bei den Speisekrebsen steht der in Deutschland produzierten Menge von ca. 10–15 t Edelkrebsen ein Import von ca. 100 t anderer Flusskrebse gegenüber.

In Deutschland, so auch in Baden-Württemberg, werden insgesamt 4 Flusskrebs-Arten regelmäßig als Speisekrebse angeboten:

- Edelkrebs (*Astacus astacus*), eine einheimische Art und der bekannteste und teuerste unter den Speisekrebsen; er kann eine Gesamtlänge (ohne Scheren und Antennen) von nahezu 20 cm und ein Gewicht von über 300 g erreichen.
- Galizierkrebs (*Astacus leptodactylus*), auch Galizischer Sumpfkrebs genannt und aus Osteuropa und Kleinasien stammend; er wird ebenfalls bis zu 20 cm lang und erreicht ein Gewicht von über 200 g.
- Signalkrebs (*Pacifastacus leniusculus*), dessen Heimat Nordamerika ist; er erreicht eine Länge von mehr als 15 cm und ein Gewicht von etwa 200 g.
- Kamberkrebs (*Orconectes limosus*), der ebenfalls aus Nordamerika stammt; die Maximallänge beträgt etwa 10 cm.

Gelegentlich werden auch Rote Amerikanische Sumpfkrebse (*Procambarus clarkii*), die meistens aus China importiert werden und australische Flusskrebse der Gattung *Cherax* als Speisekrebse verkauft. In der Regel werden Flusskrebse lebend angeboten und vermarktet, nur Amerikanische Sumpfkrebse kommen bei uns gefrostet in den Handel, selten auch Galizierkrebse. Neben

der Produktion als Speisekrebse hat auch die Aufzucht von Satzkrebsen eine nennenswerte Bedeutung, für manche Flusskrebs-Züchter ist sie sogar wichtiger. Hierbei werden überwiegend Edelkrebse produziert und vermarktet, selten Signalkrebse. Nach dem baden-württembergischen Fischereirecht ist von den erwähnten Arten nur der Edelkrebs einheimisch und nur diese Art darf daher bei uns ausgesetzt werden. Krebse der anderen Arten müssen bei einem Fang entnommen und dürfen nicht wieder zurückgesetzt werden.

Die in Deutschland angebotenen Edelkrebse werden in Anlagen produziert oder in geeigneten Gewässern wie Weihern oder kleinen Seen angesiedelt und mit Reusen befischt, ebenso die Signalkrebse. Galizierkrebse werden in der Regel importiert, meistens aus der Türkei oder aus dem Iran, wo sie in Seen oder Flüssen gefangen werden. Vereinzelt werden auch Galizierkrebse angeboten, die aus heimischen Gewässern stammen. Kamberkrebse werden ausschließlich in Flüssen, Kanälen oder Seen gefangen und als Speisekrebse vermarktet. Im Gegensatz zu den anderen Flusskrebs-Arten bleiben sie aber verhältnismäßig klein und eignen sich daher nur als sogenannte Suppenkrebse oder zur (attraktiven) Dekoration von Fischplatten und -tellern.

Import- und Produktionsmenge

Die nach Deutschland oder in andere Länder der Europäischen Union eingeführte Menge an Flusskrebsen und die hier produzierte Menge sind nicht genau bekannt. Nach Angaben von Eurostat (Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften) werden jährlich zwischen 2.600 und 2.800 t Flusskrebse in die EU importiert. Deutschland führt schätzungsweise etwa 100 t pro Jahr ein, ein Großteil davon mit ca. 80 t sind Galizische Flusskrebse, Signalkrebse dürften etwa 10 t ausmachen. In Deutschland beträgt die Fang- und Produktionsmenge von Speisekrebsen schätzungsweise etwa 15–20 t; darin ist der Fang von Kamberkrebsen enthalten. Die Menge verkaufter Edelkrebse beträgt etwa 10–15 t. Die Angaben wurden weitgehend im Rahmen einer Veröffentlichung von Dehus & Keller (1998) für die 1990er Jahre recherchiert, sie haben aber mit großer Wahrscheinlichkeit noch heute Gültigkeit.

Die Menge an Speisekrebsen, die heute bei uns gefangen oder produziert und vermarktet wird, ist nur ein Bruchteil der Menge, die noch im 19. Jahrhundert zum Verkauf gelangte. Allein im oberschwäbischen Raum sollen pro Jahr 200 t Edelkrebse gefischt und geerntet worden sein – ein Großteil davon wurde lebend nach Paris transportiert und in den dortigen Markthallen verkauft.

Erzielbare Preise

Edelkrebse werden bei uns als Delikatesse gehandelt, die einen entsprechenden Preis erzielen kann. Produzenten verlangen für ausgesuchte große Speisekrebse bei Direktvermarktung 30 bis 50 Euro pro kg, bei Lieferung an die Gastronomie oder gar an den Großhandel sind entsprechende Abschläge einzukalkulieren.

Bei den Satzkrebsen werden für die kleinsten Satzkrebse, also frisch geschlüpfte Brut, etwa 0,30 Euro pro Stück verlangt, für Sömmerlinge etwa das Doppelte. Zweisömmerige Krebse werden für 1,00–1,50 Euro pro Stück verkauft, und für eiertragende Weibchen werden Preise zwischen 4,00 und 5,00 Euro pro Stück erzielt.

Produktionsmöglichkeiten: Teiche, Fließkanäle

Speisekrebse werden bei uns in der Regel in naturnahen Teichen gehalten und aufgezogen. Kleine langgestreckte Teiche sind günstiger gegenüber großen quadratischen Teichen: Je mehr Uferbereiche den Krebsen zur Verfügung stehen, desto günstiger sind die Aufzucht- und Abwachsbedingungen. In einer französischen Anlage in der Nähe von Paris, die aus Fließkanälen mit einer Gesamtlänge von ca. 12 km bestand, wurden im 19. Jahrhundert zwischen 150.000 und 200.000 Krebse jährlich geerntet. Auch moderne Anlagen (Abbildung), wie sie zum Beispiel in Schweden existieren, bestehen in der Regel aus Fließkanälen, in denen Edel- oder Signalkrebse produziert werden.

Im Allgemeinen können in geeigneten, herkömmlichen Teichen Erträge von ca. 5 g/m² erwirtschaftet werden. Als Bezugsgröße eignen sich Quadratmeter besser als Hektar, denn vor allem kleinere, langgestreckte Teiche werden kaum Hektargröße erreichen und Angaben von 250 oder 300 kg/ha lassen schnell den Bezug zur Realität abhanden kommen. Bei optimierten Teichen, wie sie z.B. Fließkanäle darstellen, können wohl Erträge von 10 g/m² erzielt werden, wobei in der Spitze auch Erträge von 25 g/m² und mehr möglich sein können. Nach Literaturangaben sollen diese Werte auf bis zu 30 g/m² gesteigert werden können.

Wie in der herkömmlichen Teichwirtschaft ist die Vielfalt an Produktionsbedingungen sowie an Steuerungs- und Optimierungsmöglichkeiten groß. Es würde hier den Rahmen sprengen, auf alle diese Varianten einzugehen. Wer sich für die Aufzucht und Produktion von Speise- oder Satzkrebsen ernsthaft interessiert, wird an einer speziellen Beratung durch Fachbehörden, durch intensives Studium der einschlägigen Literatur und durch Anschauungsunterricht bei funktionierenden Krebszuchten, möglicherweise auch im europäischen Ausland, nicht umhin kommen. Im Übrigen sind, nach eigener Erfahrung, die Krebszüchter bei uns generell sehr auskunftsbereit und geben bereitwillig Ratschläge, die beim Aufbau einer Krebszucht hilfreich sein können.



Abbildung: Moderne Anlage einer Krebszucht.

Gefahren, die beim Aufbau einer Krebszucht oder -produktion bedacht werden sollten

Die teilweise hohen Preise insbesondere von Speisekrebsen (siehe oben) dürfen nicht dazu verleiten, Schwierigkeiten, die bei der Produktion von Krebsen entstehen können, zu verharmlosen oder gar zu verdrängen. Grundsätzlich besteht immer die Gefahr, dass der Erreger der Krebspest, der Pilz *Aphanomyces astaci*, eingeschleppt wird und ein Totalausfall zur Folge hat. Fast jeder Krebszüchter hat schon einmal die bittere Erfahrung machen müssen, dass der komplette Bestand in allen oder zumindest in einigen Teichen aufgrund eines Ausbruchs der Krebspest verendet ist.

Eine Krebsofzucht sollte daher nicht betrieben werden, wenn im Einzugsgebiet einer geplanten oder existierenden Anlage amerikanische Flusskrebse vorkommen. Die Gefahr,

dass diese Tiere mit dem Krebspesterreger infiziert sind und ihn daher verbreiten, ist zu groß. Der Krebspesterreger kann auch über Satzische oder über Futterische für die Krebse eingeschleppt werden.

Auch zur Gewährleistung der notwendigen Seuchenprophylaxe sollten beim Aufbau einer Krebszucht geeignete Fachleute zu Rate gezogen werden.

Es ist vorteilhaft oder teilweise sogar dringend notwendig, dass das finanzielle Risiko entsprechend abgesichert ist. Oftmals wird eine Krebsproduktion von Hobbyteichwirten betrieben, die ihr wirtschaftliches Standbein in einer anderen Branche haben. Totalausfälle oder starke Einbußen durch katastrophale Ereignisse in der Krebsproduktion sind von diesen Betreibern vermutlich besser zu verkraften als von Teichwirten, die ausschließlich auf eine Krebszucht gesetzt haben.

Literaturhinweis

Eine gute Einführung in die Haltung und Aufzucht von Flusskrebsen gibt das Buch von J. Hager (1996), Edelkrebse: Biologie, Zucht und Bewirtschaftung; Graz: Verlag Leopold Stocker. Einen Überblick über die Fischerei und die Aufzucht von Krebsen in Deutschland mit historischen Aspekten ist zu finden bei P. Dehus & M. Keller (1998), Fischerei und Zucht von Flusskrebsen. In: 50 Jahre Fischerei in Deutschland (H.O. Boysen, Hrsg.), p. 68–75; Nürnberg: Verband Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler. Über die Flusskrebse Europas wurde aktuell ein Buch herausgegeben von C. Souty-Grosset und anderen (2006), Atlas of Crayfish in Europe; Paris: Muséum national d'Histoire naturelle; Schwerpunkte dieses Atlas sind die Verbreitung der einheimischen und nicht einheimischen Arten, Hinweise zur Biologie, Ökologie und Produktion sind aber ebenfalls enthalten. Voraussichtlich im nächsten Jahr wird eine neue Auflage der FFS-Broschüre „Flusskrebse in Baden-Württemberg, Gefährdung und Schutz“ erscheinen.

Auf- und Untergangszeiten der Sonne in Konstanz im Jahr 2007 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. Vom 15. September bis 15. Oktober gilt einheitlich die Zeitangabe des Sonnenaufgangs vom 15. September.

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

Neuste Erkenntnisse zum Einfluss der Photoperiode in der Forellenproduktion

Zusammengefasst von J. Gaye-Siessegger

In dieser Studie wurde in vier Experimenten der Einfluss der Tageslänge und Lichtintensität auf die Wachstumsrate und Futterverwertung von Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) untersucht. Alle Experimente wurden im Süßwasser in konventionellen Durchflussanlagen durchgeführt.

Experiment 1: Einfluss von Tageslänge und Fütterungsregime auf das Wachstum von Forellenbrut

Drei Rundbecken (Volumen 15,1 m³) wurden im November mit 50.000 weiblichen Forellen mit einem durchschnittlichen Gewicht von 5,1 g besetzt (Besatzdichte 17 kg/m³). Die Fische im ersten Rundbecken wurden den natürlichen Lichtverhältnissen und die Fische im zweiten Becken Dauerlicht ausgesetzt. Die Fütterung war an die Temperatur und Körpermasse angepasst und erfolgte tagsüber. Die Fische im dritten Becken wurden Dauerlicht ausgesetzt und erhielten neben der Futterration der anderen Becken eine weitere, die in der zusätzlichen Beleuchtungszeit verteilt wurde. Im Januar des folgenden Jahres wurden die Fische aus jedem der drei Becken

auf jeweils zwei Becken gleichmäßig verteilt. Bis zu einem Gewicht von 8 g wurden 1,8 mm große Pellets eines kommerziell verfügbaren Forellenfutters gefüttert, dann wurde auf 2,3 mm Pellets umgestellt. Das Futter wurde mit Futterautomaten verabreicht. Für die Beleuchtung wurden 400 W Halogenscheinwerfer (Metallhalogendampfbrenner) verwendet. Die gemessenen Beleuchtungsstärken betragen um 12 Uhr mittags bis zu 20.000 Lux an sonnigen, wolkenfreien Tagen und zwischen 0 und 212 Lux unter natürlichen Lichtverhältnissen und bei den beleuchteten Tanks in der Nacht. Das Experiment wurde Mitte Mai beendet.

In Tabelle 1 sind Anfangs- und Endgewichte sowie Wachstumsraten und Futterverwertung der drei Gruppen dargestellt. Forellen, die dauerbeleuchtet wurden, hatten höhere Wachstumsraten als solche, die den natürlichen Lichtverhältnissen ausgesetzt waren. Fische, die dauerbeleuchtet wurden, erreichten einen Monat früher die entsprechende Größe, um in Teiche ausgesetzt zu werden. Die Futterverwertung war bei Fischen mit zusätzlicher Beleuchtung 20,2 % bzw. 42,8 % besser als bei denen ohne Dauerlicht. Eine zusätzliche Futterration in der Nacht führte bei den Fischen mit Dauerlicht nicht zu einem verbesserten Wachstum.

Tabelle 1: Einfluss von Dauerlicht und Fütterungsregime auf Wachstumsrate und Futterverwertung von Forellenbrut.

Gruppe	Anfangsgewicht (g)	Endgewicht (g)	Gewichtszunahme (%)	Wachstumsrate ¹ (% pro Tag)	Futterverwertung ² (g/g)
Natürliche Lichtverhältnisse	5,1	14,9	192	0,60	2,08
Dauerlicht	5,1	19,0	273	0,72	1,19 (+42,8%)
Dauerlicht + zusätzliche Ration	5,1	16,8	229	0,69	1,66 (+20,2%)

⁽¹⁾ Spezifische Wachstumsrate (SGR) = (LN (Endgewicht) - LN (Anfangsgewicht)) x 100 / Tage

⁽²⁾ Futterverwertung = Futterquotient = g Futter / g Gewichtszunahme

Experiment 2: Einfluss der Beleuchtungsstärke auf das Wachstum von Forellenbrut

Drei Rundbecken (Volumen 15,1 m³) wurden im November mit je 50.000 weiblichen Forellen mit einem durchschnittlichen Gewicht von 4,5 g besetzt (Besatzdichte 14 kg/m³). Ein Becken wurde den natürlichen Lichtverhältnissen ausgesetzt (tagsüber ~1330 Lux, nachts ~0 Lux), das zweite wurde mit einer Lichtquelle (tagsüber ~1290 Lux, nachts ~140 Lux) und das dritte mit zwei Lichtquellen (tagsüber ~1650 Lux, nachts ~260 Lux) dauerbeleuchtet. Verwendet wurden wie im ersten Experiment

400 W Halogenscheinwerfer. Ein bzw. zwei Lichtquellen gaben in der Nacht durchschnittlich 11,1 % bzw. 15,5 % der Intensität des Tageslichts. Es wurde das gleiche Futter verwendet wie im ersten Experiment. Dieses wurde allerdings nur während der Stunden des Tageslichts mit Futterautomaten verabreicht.

In Tabelle 2 sind die Anfangs- und Endgewichte der Forellenbrut, sowie Wachstumsraten und Futtermittelverwertung der drei Gruppen dargestellt. Forellen, die Dauerlicht ausgesetzt

waren, zeigten ein deutlich besseres Wachstum als Fische, die unter natürlichen Lichtverhältnissen aufgezogen worden waren, wobei zwei Lichtquellen zu einem besseren Wachstum führten als eine Lichtquelle. Dauerlicht mit einer Lichtquelle führte zu 13,9 % höheren Wachstumsraten und Dauerlicht mit zwei Lichtquellen zu 30,4 % höheren Wachstumsraten gegenüber Fischen, die unter natürlichen Lichtverhältnissen aufgezogen worden waren.

Tabelle 2: Einfluss von Dauerlicht und Beleuchtungsstärke auf Wachstumsrate und Futtermittelverwertung von Forellenbrut.

Gruppe	Anfangsgewicht (g)	Endgewicht (g)	Gewichtzunahme (%)	Wachstumsrate (% pro Tag)	Futtermittelverwertung (g/g)
Natürliche Lichtverhältnisse	4,5	11,9	139	0,79	1,55
Dauerlicht (1 LQ)	4,5	13,7	180	0,90 (+13,9%)	1,23
Dauerlicht (2 LQ)	4,5	16,0	226	1,03 (+30,4%)	0,98

LQ = Lichtquelle/n

Experiment 3: Einfluss von Dauerlicht auf das Wachstum von zwei verschiedenen Forellensstämmen in Netzgehegen

Im Oktober wurden vier Netzgehege (Volumen 64 m³) mit zwei Stämmen von weiblichen Forellen besetzt: Von Stamm 1 wurden jeweils 21.200 Fische in zwei Gehege gesetzt. Diese Fische hatten ein durchschnittliches Gewicht von 74,8 g. In die anderen beiden Gehege wurde je 15.800 Fische von Stamm 2, einem schnell wachsenden Stamm, gesetzt. Diese hatten ein durchschnittliches Gewicht von 54,0 g. Jeweils ein Netzgehege pro Stamm wurde natürlichen Lichtverhältnissen ausgesetzt und das andere dauerbeleuchtet. Mitte Januar wurden die Fische von Stamm 1 in größere Gehege (256 m³) umgesetzt

und Mitte Februar die Fische von Stamm 2. Beleuchtet wurde mit zwei untergetauchten Halogenscheinwerfern (400 W), wobei die Beleuchtungsstärke von der Wassertiefe abhing. Bei natürlichen Lichtverhältnissen lag die Beleuchtungsstärke am Tag an der Wasseroberfläche bei ~5100 Lux, in 2 m Tiefe bei ~240 Lux sowie in 4 m Tiefe bei ~0,1 Lux und in der Nacht bei 0 Lux. Im Gegensatz dazu waren die Beleuchtungsstärken bei den Dauerlicht ausgesetzten Netzgehegen in 0, 2 und 4 m Tiefe am Tag bei ~4258, ~618 und ~2 Lux und in der Nacht bei ~1, ~70 und ~0 Lux. Gefüttert wurden kommerzielle

Forellenfutter durch zentral gelegene Futterautomaten, eingestellt auf 15 Minuten-Intervalle. Zunächst wurde ein Futter mit 3 mm Pellets gefüttert, dann wurde auf ein anderes Futter mit 3 mm und 4 mm Pellets umgestellt.

Anfangs- und Endgewichte sowie Wachstumsraten und Futtermittelverwertung der einzelnen Gruppen zeigt Tabelle 3. Dauerlicht führte zu einem deutlich besseren Wachstum gegenüber den Kontrollfischen, die unter natürlichen Lichtverhältnissen gehalten wurden. Das Wachstum der Forellen von Stamm 1 war um 8,5 % besser und das der Forellen von Stamm 2 um

Tabelle 3: Einfluss von Dauerlicht auf Wachstumsrate und Futtermittelverwertung juveniler Forellen von zwei verschiedenen Stämmen.

Gruppe	Anfangsgewicht (g)	Endgewicht (g)	Gewichtszunahme (%)	Wachstumsrate (% pro Tag)	Futtermittelverwertung (g/g)
Stamm 1:					
Natürliche Lichtverhältnisse	74,8	316,3	331	0,82	1,25
Dauerlicht	74,8	364,0	350	0,89 (+8,5%)	1,06
Stamm 2 (schnell wachsend):					
Natürliche Lichtverhältnisse	54,0	278,3	369	0,87	1,21
Dauerlicht	54,0	355,5	584	1,08 (+24,1%)	0,91

24,1 %. Zudem war die Futtermittelverwertung bei den dauerbeleuchteten Fischen deutlich niedriger. Es wurden keine Unterschiede im Wachstum und Futtermittelverwertung zwischen den zwei Stämmen gefunden, wenn diese unter natürlichen Lichtverhältnissen gehalten worden waren.

Experiment 4: Einfluss von Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe auf das Wachstum juveniler Forellen in Netzgehegen

Anfang September wurden Forellen mit einem durchschnittlichen Gewicht von 25 g in zwei 320 m³ Netzgehege (8x8x5 m) gesetzt und bis Mitte November bei natürlicher Photoperiode und Temperatur gehalten. Dann wurden die Fische auf vier 320 m³ Netzgehege verteilt (durchschnittliches Gewicht 71,7 g, ~ 25.100 Fische pro Gehege) und einer der vier Behandlungen zugeteilt: (1) Natürliche Lichtverhältnisse (5000 Kelvin), (2) Dauerbeleuchtung mit zwei 400 W Halogenscheinwerfern (Lichtfarbe 4000 Kelvin Neutralweiß), (3) Dauerbeleuchtung mit einer 400 W Lampe (Lichtfarbe 10.000 Kelvin mit starkem Blauanteil) und (4) Dauerbeleuchtung zwei 400 W Lampen (Lichtfarbe 10.000 Kelvin mit starkem Blauanteil). Als Futter wurde zunächst Forellenfutter mit 3 mm Pellets verwendet.

Ab einem Gewicht von 80 bis 100 g wurde auf ein anderes Futter mit 5 mm Pellets umgestellt. Den Fischen wurde unterhalb von 5°C ein spezielles Winterfutter gefüttert. Die Rationen wurden auf der Basis von % Körpermasse berechnet. Gefüttert wurde während des Tageslichtes in Intervallen von 15 Minuten durch Futterautomaten.

Dauerlicht führte bei allen Gruppen gegenüber der Kontrolle unter natürlichen Lichtverhältnissen zu höheren Wachstumsraten. Wachstum und Futtermittelverwertung waren bei den Forellen, die mit zwei Lichtquellen beleuchtet wurden besser als bei denen mit einer Lichtquelle und diese waren wiederum besser als bei den Fischen unter natürlichen Lichtverhältnissen. Fische mit Dauerlicht von zwei Lichtquellen (beide Lichtfarben) erreichten

das Schlachtgewicht ungefähr einen Monat vor den Fischen, die unter natürlichen Lichtverhältnissen gehalten worden waren. Die Lichtfarbe hatte keinen Einfluss auf das Wachstum der Forellen.

Tabelle 4: Einfluss von Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe auf Wachstumsraten und Futterverwertung von juvenilen Forellen.

Gruppe	Anfangsgewicht (g)	Endgewicht (g)	Gewichtszunahme (%)	Wachstumsrate (% pro Tag)	Futterverwertung (g/g)
Natürliche Lichtverhältnisse	71,7	281,2	268	0,79	1,12
Dauerlicht (Neutralweiß) 2 LQ	71,7	322,4	351	0,92	1,12
Dauerlicht (starker Blauanteil) 1 LQ	71,7	305,2	297	0,84	1,05
Dauerlicht (starker Blauanteil) 2 LQ	71,7	329,2	349	0,93	0,96

LQ = Lichtquelle/n

Fazit

Die Autoren geben keine Erklärung für die schlechte Futterverwertung der Fische in allen Experimenten. Nichtsdestotrotz konnte eindeutig gezeigt werden, dass eine Beleuchtung während der Nacht zu einem verbesserten Wachstum und einer besseren Futterverwertung bei Regenbogenforellen führte. Gerade während der Brutfütterung (Experimente 1 und 2) sind die Effekte sehr deutlich. Und obwohl Netzgehege in der Forellenproduktion in Deutschland eher unüblich sind, belegen die Ergebnisse der Experimente 3 und 4 den positiven Effekt einer Dauerbeleuchtung auf Wachstum und Futterverwertung auch in der eigentlichen Mastphase. Es hat sich gezeigt, dass in erster Linie die gleichmäßige Verteilung des Lichts von entscheidender Bedeutung für ein verbessertes Wachs-

tum ist und weniger eine bestimmte Beleuchtungsstärke. In weiteren Studien sollen die physiologischen Zusammenhänge untersucht werden, die zu dem verbesserten Wachstum und der besseren Futterverwertung durch Dauerlicht führen.

Literatur

Taylor, J.F., North, B.P., Porter, M.J.R., Bromage, N.R. & Migaud, H. (2006). Photoperiod can be used to enhance growth and improve feeding efficiency in farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 256: 216-234.

Unterschiedliche Besatzdichten in der Forellenproduktion - Auswirkungen und aktuelle Zahlen aus dem Vereinigten Königreich

Zusammengefasst von J. Gaye-Siessegger

Das Wohlergehen von bewirtschafteten Fischarten rückt zunehmend in das öffentliche Interesse. Es wird diskutiert, in wie weit hohe Besatzdichten bei Fischen zu Stress, schlechter Futtermittelverwertung oder auch Missbildungen führen können. Forderungen nach Mindestbesatzdichten bestehen. Daher wurde in zwei Studien der Universität Stirling (Schottland) zum einen der Frage nachgegangen, ob das Wohlergehen von Regenbogenforellen in Abhängigkeit zur Besatzdichte steht und zum anderen wurde eine Umfrage in UK durchgeführt, um einen Überblick über die derzeit gängigen Besatzdichten zu bekommen.

In der ersten Studie wurden drei verschiedene Besatzdichten (10, 40 und 80 kg pro m³) von juvenilen Regenbogenforellen untersucht. Jeweils drei Gruppen pro Besatzdichte wurden in Durchflussbecken (Zulauf ein Liter pro Sekunde) mit einem Volumen von 1,85 m³ über einen Zeitraum von neun Monaten (von September bis Juni) gehalten. Eine Handfütterung erfolgte vier bis sechsmal am Tag. Das Wohlergehen der Fische wurde durch die Bestimmung von Mortalität, Wachstum, Größenverteilung, Futterverwertung, Gewicht und Kondition (Gewicht (g) / Länge (cm)³) beurteilt. Des Weiteren wurde der Zustand der Flossen bewertet, der Hämatokritwert (Anteil der zellulären Bestandteile am Volumen des Blutes als Maß für die Zähflüssigkeit) aufgenommen und die Ausschüttung des Stresshormons Cortisol sowie die Aktivität des Enzyms Lysozym, das für die Abwehr von bakteriellen Infektionen wichtig ist, gemessen.

Die Besatzdichte hatte keinen signifikanten Einfluss auf Mortalität und Wachstum der Fische. Forellen, die mit der niedrigsten Besatzdichte gehalten wurden, hatten am Ende des Versuchs jedoch eine deutlich schlechtere Kondition und zeigten stärkere Unterschiede in der Größenverteilung. Auch führten geringe Besatzdichten zu hohen Cortisol- und

niedrigen Lysozym-Werten. Fische, die mit den beiden höheren Besatzdichten von 40 und 80 kg pro m³ gehalten wurden, wiesen hingegen deutlich kürzere Flossen auf als Fische der geringeren Besatzdichte, wobei die Brustflossen bei den Fischen mit der höchsten Besatzdichte nochmals kürzer waren als bei den Fischen der mittleren Besatzdichte. Bei allen Besatzdichten waren auch Fische mit normal ausgebildeten Flossen, aber einer schlechteren Kondition zu finden. Nach Meinung der Autoren könnte dies dadurch begründet werden, dass diese Tiere eine Strategie zur Nahrungsaufnahme ohne Konkurrenzkampf entwickelt haben. Die Autoren vermuten, dass in anderen Studien, in denen ein Einfluss von hohen Besatzdichten auf das Wachstum festgestellt wurde, Veränderungen in der Wasserqualität nicht beachtet wurden. In dieser Untersuchung wurden die Parameter gelöster Sauerstoff und Ammonium/Ammoniak-Gehalt durch einen hohen Wasseraustausch und eine zusätzliche Belüftung außerhalb kritischer Werte gehalten. Allerdings wurden die Fische nicht *ad libitum* gefüttert. Die Autoren schließen nicht aus, dass bei einer *ad libitum*-Fütterung Unterschiede im Wachstum bei unterschiedlichen Besatzdichten auftreten könnten. Die niedrigen Cortisol-

Werte bei den höheren Besatzdichten werden durch eine Anpassung an den Dauerstressor „hoher Besatz“ begründet.

Zusammenfassend ergab diese Untersuchung, dass Besatzdichten von bis zu 80 kg pro m³ bei guter Wasserqualität keinen negativen Effekt auf das Wachstum, die Kondition sowie die Mortalität von Forellen haben. Allerdings sind die Flossen bei hohen Besatzdichten nicht normal entwickelt, wobei die Gründe und Auswirkungen auf das Wohlergehen der Fische nicht bekannt sind. Bei niedrigen Besatzdichten kommt es hingegen zur Ausbildung von Hierarchien mit gestressten und krankheitsanfälligeren Fischen. Der Schluss, je kleiner die Besatzdichte, umso besser für die Fische, ist demnach nicht zulässig.

Um Informationen über aktuelle Daten zu Besatzdichten und Faktoren, welche diese bestimmen, zu erhalten, wurde von der Universität Stirling ein Fragebogen an 295 Forellenzuchten im Vereinigten Königreich verschickt. Insgesamt konnten die Daten von 88 Forellenzuchten ausgewertet werden. Diese 88 Anlagen produzierten im Jahr 2000 etwa 48 % der im Vereinigten Königreich aufgezogenen Forellen. Die Auswertung zeigt, dass

die Fischgröße die Besatzdichte entscheidend beeinflusst. Kleinere Fische werden bei geringeren Dichten gehalten als größere. Die Besatzdichten variieren stark zwischen einzelnen Fischzuchten, wobei maximale Besatzdichten meist zwischen 20 und 80 kg/m³ liegen. Die Besatzdichten hängen auch vom Produktionstyp ab. Die höchsten Dichten werden in der Speisefischproduktion erreicht, die niedrigsten bei der Satzfishproduktion. Die meisten befragten Forellenzuchten (81 %) reichern das Wasser zusätzlich mit Sauerstoff an. Anlagen für die Produktion von Speisefischen begasen in erster Linie mit Reinsauerstoff, wohingegen bei der Satzfishproduktion vorwiegend belüftet wird. Die Umfrage ergab auch, dass viele Anlagenbetreiber für das Wohlergehen der Fische die Wasserqualität (Sauerstoffgehalt und Wasserwechsel) als wichtiger bewerten als die Besatzdichte.

Anmerkung:

In einem AUF AUF-Artikel aus dem Jahre 2003 (Heft 4) von Herrn Dr. Wedekind wurde schon damals geschlussfolgert, dass die ökonomischen Erfordernisse der intensiven Fischzucht und die Tierschutzanforderungen hinsichtlich artgerechter Unterbringung und der Möglichkeit, arttypisches Verhalten auszuleben, nicht im Widerspruch zueinander stehen. Nur artgerecht aufgezogene Forellen zeigen ein optimales Wachstum und eine gute Produktqualität - die wichtigsten Voraussetzungen für eine erfolgreiche Forellenerzeugung.

Literatur

- North, B.P., Ellis, T., Turnbull, J.F., Davis, J. & Bromage, N.R. (2006). Stocking density practices of commercial UK rainbow trout farms. *Aquaculture* 259: 260-267.
- North, B.P., Turnbull, J.F., Ellis, T., Porter, M.J., Migaud, H., Bron, J. & Bromage, N.R. (2006). The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 255: 466-479.

Kurzmitteilungen

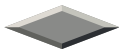
Zusammengestellt von J. Gaye-Siesseger und J. Baer

Tierseuchenbekämpfung

Tierseuchenmeldesystem der EU

Nach dem Tierseuchenmeldesystem der EU [1] sind im Zeitraum vom 1.1.2006 bis zum 17.11.2006 folgende Ausbrüche der diesem System unterliegenden Krankheiten aufgetreten:

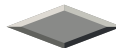
- VHS: sechzehn Fälle in Deutschland, fünf Fälle in Polen, zwei Fälle in Italien, zwei Fälle in Belgien, ein Fall in Rumänien, ein Fall im Vereinigten Königreich
- IHN: sieben Fälle in Deutschland, ein Fall in Italien, ein Fall in Tschechien
- ISA: drei Fälle in Norwegen



KHV-Ausbrüche in England

Ende August 2006 wurden der OIE („World Organisation for Animal Health“) KHV-Ausbrüche bei Karpfen in verschiedenen Seen im Vereinigten Königreich mitgeteilt [2]. Der Nachweis erfolgte mit Hilfe der Polymerase-Kettenreaktion (PCR). Betroffen sind Wildfische in verschiedenen Seen. Die Infektionsquelle

ist bisher unbekannt. Das Cefas („Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science“) und die Umweltbehörde untersuchen die Ausbrüche und haben den Transport von Fischen aus den betroffenen Gewässern eingeschränkt. Cefas berichtet, dass es sich um die ersten Ausbrüche in diesem Jahr im Vereinigten Königreich handelt und dass die Ausbrüche zu den höchsten Verlusten seit dem ersten Auftreten dort (offiziell im Jahr 2000) geführt haben. KHV ist im Vereinigten Königreich, im Gegensatz zu Deutschland, noch keine anzeigepflichtige Tierseuche.



Neue Entscheidungen der EU hinsichtlich der Freiheit von VHS und IHN

Mit den Entscheidungen 2006/674/EG und 2006/685/EG vom 6. Oktober wurden jeweils die Anhänge I und II der Entscheidungen 2002/308/EG und 2003/634/EG zur Festlegung der Verzeichnisse der hinsichtlich VHS und/oder IHN zugelassenen Gebiete und Betriebe sowie zur Genehmigung von Programmen zur Erlangung des Status zugelassener Gebiete und zugelassener Betriebe in nicht

zugelassenen Gebieten geändert. In Deutschland erhielten folgende Betriebe eine Neuzulassung:

- Baden-Württemberg: Forellenzucht Hurrle, Karl Hurrle, Russelstr. 45, 76571 Gaggenau-Hörden
- Bayern: Fischzucht Grünmühl, Thomas Flohr, Grünmühl 3, 94379 Sankt Englmar

Insgesamt sind in Deutschland derzeit 115 Betriebe zugelassen als frei von VHS und IHN (davon 78 Betriebe in Baden-Württemberg). In Thüringen ist zudem ein Betrieb zugelassen als frei von IHN und in Baden-Württemberg sind zwei Betriebe zugelassen als frei von VHS. In einem in Deutschland zugelassenen Gebiet, das Wassereinzugsgebiet Enz, ist kürzlich IHN festgestellt worden. Dies ist in der Entscheidung 2006/674/EG jedoch noch nicht mitaufgenommen. Bezüglich der Entscheidung 2006/685/EG über Programme zur Erlangung des Status zugelassener Gebiete und zugelassener Betriebe gab es in Deutschland keine Veränderungen. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Anzahl der zugelassenen Gebiete, Betriebe und Programmgebiete von EU-Ländern, die keine flächendeckende Zulassung besitzen.

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

[2] http://www.oie.int/eng/info/hebdo/AIS_03.HTM#Sec6

Tabelle 1: Anzahl der zugelassenen Gebiete, Betriebe und Programmgebiete in EU-Staaten, die nicht flächendeckend zugelassen sind.

EU-Staat	Gebiete	Betriebe (in nicht zugelassenen Gebieten)	Programmgebiete (-betriebe)
Belgien	0	1	0
Deutschland	8 ¹	115 ^{2,3}	1
Dänemark	IHN: gesamtes Gebiet VHS: 44	16	3
Frankreich	49 ^{1,4}	36 ⁵	0
Italien	28 ^{1,6}	64 ⁷	16
Österreich	0	7	0
Spanien	36	4	0

- 1: plus ein Gebiet, das lediglich die Zulassung auf VHS-Freiheit besitzt
 2: plus ein Betrieb, der lediglich die Zulassung auf IHN-Freiheit besitzt
 3: plus zwei Betriebe, die lediglich die Zulassung auf VHS-Freiheit besitzen
 4: plus fünf Gebiete, die lediglich die Zulassung auf IHN-Freiheit besitzen
 5: plus ein Betrieb, der lediglich die Zulassung auf VHS-Freiheit besitzt
 6: plus drei Gebiete, die lediglich die Zulassung auf IHN-Freiheit besitzen
 7: plus drei Betriebe, die lediglich die Zulassung auf VHS-Freiheit besitzen

Bei der Fischereiforschungsstelle ist die überarbeitete Version der Broschüre „Datensammlung zur Umsetzung der EU-Fischseuchenrichtlinien“ erhältlich, in der ein zusammenfassender Überblick über den derzeitigen Stand (Oktober 2006) der Umsetzung der Fischseuchenrichtlinien in Baden-Württemberg und in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten gegeben wird. Eine aktuelle Liste der zugelassenen Betriebe und Gebiete in Deutschland ist nach wie vor auf

der Internetseite der FFS unter www.lvvg-bw.de (Fischereiforschungsstelle - Fachinformationen - Seuchenhygiene) zugänglich.

Quellen:

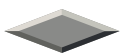
Entscheidung der Kommission 2006/674/EG, *Amtsblatt der Europäischen Union* L 276, 80-108.

Entscheidung der Kommission 2006/685/EG, *Amtsblatt der Europäischen Union* L 282, 44-49.

Aquakultur

Polizei warnt Fischzuchten in Schottland nach einem „Angriff“ militanter Tierschützer

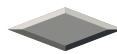
Mitte September ließen militante Tierschützer 15.000 Heilbutt aus einer Fischzucht in der Nähe von Kilmelford, Argyll an der Westküste von Schottland frei. Säcke mit Fischfutter und jegliche Geräte wurden ins Meer geworfen. Zudem wurde ein Boot sowie ein Kran zerstört und das Büro verwüstet. Das Ziel dieser Aktion war, einen möglichst großen Schaden anzurichten. Dies ist auch gelungen, der Schaden liegt bei etwa 750.000 Euro. Die Polizei reiht diesen Vorfall in eine Serie von Überfällen auf Fischzuchten in ganz Schottland ein. Nachdem auf einer Webseite weitere Aktionen angekündigt sind, warnt die schottische Polizei Fischzüchter vor weiteren Angriffen und rät zu verstärkten Sicherheitsmaßnahmen. Da militante Tierschützer sich nicht auf Schottland begrenzen und solche Vorfälle durchaus als „Vorbild“ missbraucht werden könnten, sollten auch Fischzüchter hierzulande gewarnt sein.



Einfache Berechnung von freiem Ammoniak in Fischgewässern

Seit kurzem besteht auf der Internetseite der FFS (http://landwirtschaft.bwl.de/servlet/PB/-s/em9tvdnwcqmyub-j4o1gatq71x1uohm/menu/1197869_11/index1057583835130.html) die Möglichkeit, unter Angabe des Gesamt-Ammoniumgehaltes (NH₄⁺-N und NH₃-N), des pH-Wertes und der Temperatur des Wassers aus Fisch-

gewässern deren Gehalt an freiem Ammoniak zur Beurteilung der Wasserqualität zu berechnen. Ammoniak ist giftig und kann für Fische bereits ab einer Konzentration von 0,0125 mg/l gefährlich werden.



„Finefish“ - neues EU-Projekt zur Reduzierung von Missbildungen bei Fischen

In diesem dreijährigen Projekt sollen neue Kenntnisse darüber gewonnen werden, wie das Auftreten von Missbildungen bei den für die europäische Aquakultur wichtigsten Fischarten reduziert werden kann [3]. Insgesamt sind an diesem Projekt, das von der FEAP (Federation of European Aquaculture Producers) koordiniert wird, 19 Partner aus neun Ländern beteiligt. Bisherige wissenschaftliche Kenntnisse und praktische Erfahrungen über die Ursachen von Missbildungen führen zu folgenden Untersuchungsschwerpunkten: der Aufzuchttemperatur, der Ernährung sowie der Ausgestaltung der Tanks, welche auch die Begasung und die Hydrodynamik mit einschließt. Untersucht werden unter anderem Regenbogenforelle und Atlantischer Lachs. Die neuen Erkenntnisse sollen in Form von Leitlinien in einem Handbuch zusammengefasst werden. Zudem soll ein Handbuch vorbereitet werden, das dem Anwender helfen soll, Missbildungen bereits zu einem frühen Zeitpunkt erkennen und bestimmen zu können. Die FEAP ist dafür verantwortlich, dass die neuen Strategien, die in diesem Projekt

entwickelt werden, in Workshops und Trainingsprogrammen auf kleine und mittlere Betriebe in der EU übertragen werden. Auf der Internetseite www.finefish.info kann man sich über den aktuellen Stand des Projektes informieren.

Neue Höchstgehalte für organische Chlorverbindungen in Futtermitteln

Mit der Richtlinie 2006/77/EG werden die Höchstgehalte für verschiedene chlororganische Verbindungen in Futtermitteln von Anhang I der Richtlinie 2002/32/EG über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung geändert. Die neuen Höchstgehalte von Aldrin,

Dieldrin, Camphechlor, Chlordan, DDT, Endosulfan, Endrin, Heptachlor, Hexachlorbenzol und Hexachlorcyclohexan sind in Tabelle 2 aufgeführt. Bei diesen Stoffen handelt es sich um Insektizide, die Eigenschaften aufweisen wie hochtoxisch, persistent (langlebig) und lipophil, d.h. sie reichern sich im Gewebe an. Mit der neuen Richtlinie 2006/77/EG müssen die Mitgliedstaaten spätestens nach

zwölf Monaten nach Inkrafttreten der Richtlinie am 20. Oktober 2006 die erforderlichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften erlassen.

Quelle:

Richtlinie 2006/77/EG der Kommission, *Amtsblatt der Europäischen Union* L 271, 53-55.

Tabelle 2: Höchstgehalte für organische Chlorverbindungen in Futtermitteln nach der Richtlinie 2006/77/EG.

Unerwünschte Stoffe	Zur Tierernährung bestimmte Erzeugnisse	Höchstgehalt in mg/kg (ppm) bezogen auf ein Futtermittel mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 12 %	
Aldrin/Dieldrin*	Alle Futtermittel, ausgenommen:	0,01	
	Fette und Öle	0,1	
	Alleinfuttermittel für Fische	0,02	
Camphechlor (Toxaphen)	Fisch, sonstige Seetiere, ihre Erzeugnisse und Nebenerzeugnisse, ausgenommen Fischöl	0,02	
	Fischöl**	0,2	
	Alleinfuttermittel für Fische**	0,05	
Chlordan (Summe aus CIS- und Trans-Isomeren und Oxychlordan)	Alle Futtermittel, ausgenommen:	0,02	
	Fette und Öle	0,05	
DDT (Summe aus DDT-, TDE- und DDE-Isomeren)	Alle Futtermittel, ausgenommen:	0,05	
	Fette und Öle	0,5	
Endosulfan (Summe aus alpha- und beta-Isomeren und aus Endosulfansulfat)	Alle Futtermittel, ausgenommen:	0,1	
	Maiskörner und Erzeugnisse ihrer Verarbeitung	0,2	
	Ölsaaten und Erzeugnisse ihrer Verarbeitung	0,5	
	rohes Pflanzenöl	1,0	
	Alleinfuttermittel für Fische	0,005	
Endrin (Summe aus Endrin und delta-Ketoendrin)	Alle Futtermittel, ausgenommen:	0,01	
	Fette und Öle	0,05	
Heptachlor (Summe aus Heptachlor und Heptachlorepoxyd)	Alle Futtermittel, ausgenommen:	0,01	
	Fette und Öle	0,2	
Hexachlorbenzol (HCB)	Alle Futtermittel, ausgenommen:	0,01	
	Fette und Öle	0,2	
Hexachlorcyclohexan (HCH)	alpha-Isomere	Alle Futtermittel, ausgenommen:	0,02
		Fette und Öle	0,2
	beta-Isomere	Futtermittel-Ausgangserzeugnisse, ausgenommen:	0,01
		Fette und Öle	0,1
		Mischfuttermittel	0,01
	gamma-Isomere	Alle Futtermittel, ausgenommen:	0,2
		Fette und Öle	2,0

* Höchstgehalte für Aldrin und Dieldrin, berechnet als Dieldrin

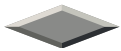
** Werte werden bis 31.12.2007 mit dem Ziel überprüft, die Höchstgehalte zu senken

Einfuhr von lebenden Fischen, ihrer Eier und Gameten aus Albanien nicht mehr zugelassen

Mit der Entscheidung 2006/680/EG wurde Albanien von der Liste der Drittländer gestrichen, aus denen die Einfuhr von zu Zuchtzwecken bestimmten Arten lebender Fische, ihrer Eier und Gameten in die Europäische Gemeinschaft zugelassen ist. Kontrollen hatten ergeben, dass Albanien nicht die notwendigen Tiergesundheitsgarantien für die Ausfuhr geben kann.

Quelle:

Amtsblatt der Europäischen Union L 279, 24-26.

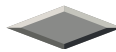


Empfehlung für die Haltung von Fischen in Aquakultur

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz veröffentlichte im August (BANz. Nr. 161, S. 5932) Empfehlungen des Ständigen Ausschusses des Europäischen Übereinkommens zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen. In der nächsten Zeit wird die Empfehlung durch artspezifische Anhänge über Anforderungen an die Wasserqualität, Fütterung, Sozialverhalten und Ausgestaltung der Umgebung sowie durch einen Anhang über Verfahren der Tötung im Notfall ergänzt. Sobald diese veröffentlicht sind, wird im AUF AUF ausführlich darauf eingegangen.

Sonderausgabe der Zeitschrift „Aquaculture International“ über die Schleie

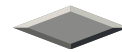
Diese Ausgabe vom Februar 2006 enthält Beiträge des 4. Internationalen Workshops über die Schleie (*Tinca tinca*), welcher vom 20. bis 23. September 2004 in Wierzba (Polen) stattgefunden hat. Es werden neue Ergebnisse über Genetik und Reproduktion, über Ernährung und Physiologie sowie über die Aufzucht von Schleien vorgestellt.



Informationen der FAO über Aquakultur

Unter der Internetadresse <http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=root&xml=aquaculture/index.xml> hat die FAO ein mehrsprachiges Glossar eingerichtet (leider nicht in Deutsch), in dem Definitionen, Synonyme, Informationsquellen und Bilder aus verschiedensten Bereichen der Aquakultur abgerufen werden können, wie z. B. Düngung, Fütterung und Ernährung, Wasserorganismen, Wasserqualität, Genetik, Vermarktung, Produktionstechnologie und Trends, Institutionen und Organisationen, aber auch aus den Bereichen Anlagen, Ausrüstung und Technik u. a.. Dieses Glossar soll zum einen als Referenz für Fischzüchter, Berater, Verwalter und Politiker, Entwickler, Ingenieure, Ökonome und alle Aquakultur-Interessierte dienen und zum anderen die Kommunikation zwischen Experten und Wissenschaftlern vereinfachen. Eine Zusammenfassung

über die Entwicklung der Aquakultur in verschiedenen westeuropäischen Ländern von 2005 ist in Vorbereitung und kann in Kürze auch über diese Internetseite aufgerufen werden.



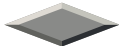
Schnelle und kostengünstige Identifikation des Europäischen und Nordamerikanischen Aals mit Hilfe der Polymerasekettenreaktion

Bedingt durch den starken Rückgang von Glasaalen an der Europäischen Küste stieg der Preis für Glasaale der europäischen Art *Anguilla anguilla* auf über 1000 Euro pro Kilogramm. Da Glasaale des Amerikanischen Aals (*Anguilla rostrata*) zu geringeren Preisen zu erhalten sind, werden diese zunehmend importiert und als Besatzmaterial in der Aquakultur verwendet. Die Unterscheidung beider Arten aufgrund morphologischer Merkmale ist in dieser Größe praktisch unmöglich. Für den Besatz europäischer Gewässer ist es jedoch extrem wichtig, dass nur die europäische Art ausgesetzt wird. Die Folgen eines massiven Besatzes mit dem Amerikanischen Aal sind nicht abschätzbar; neben der Konkurrenz an Nahrung und Lebensraum ist auch die Einführung von Genen der einen Art in den Genbestand der anderen Art möglich. Bei diesem Test werden Teile eines Gens (mitochondriales Cytochrom-b-Gen) mit Hilfe der Polymerasekettenreaktion vervielfältigt und Unterschiede anschließend auf einem Agarosegel sichtbar gemacht. Die Zeit von der Aufarbeitung des Kiemengewebes bis hin zum Agarose-

gelbild und damit zur Artbestimmung beträgt nur 4,5 Stunden.

Literatur

Trautner J. (2006). Rapid identification of European (*Anguilla anguilla*) and North American eel (*Anguilla rostrata*) by polymerase chain reaction. Informationen aus der Fischereiforschung 53: 49-51.



Einfluss von Mozarts Nachtmusik auf die Physiologie des Karpfens

Nachdem Musik eine entspannende und antidepressive Wirkung auf Menschen und andere Säugetiere hat, wurde nun in einem Experiment an der Universität von Athen der Einfluss von Mozarts Kleiner Nachtmusik auf das Wachstum und die Physiologie von Karpfen bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen untersucht. Hierfür wurden die Fische (Körpermasse ~130 g) in Kreislaufanlagen entweder in absoluter Dunkelheit oder unter natürlichen Lichtverhältnissen (12 h hell/12 h dunkel) für 12 Wochen aufgezogen. Insgesamt gab es sechs verschiedene Behandlungen: dreimal täglich 30 Minuten Mozart, dreimal täglich 60 Minuten Mozart oder ohne Mozart, jeweils mit und ohne Licht. Bei dem Experiment wurden weder Aufwand noch Kosten gescheut. Untersucht wurden nicht nur Wachstum und Futtermittelverwertung der Fische, sondern auch die Körperzusammensetzung, die Fettsäurezusammensetzung des Körper- und Leberfetts, der Gehalt an Neurotransmittern im Gehirn (Dopamin, Noradrenalin, Serotonin u.a.), der Hämatokritwert, Gehalt an Glukose und Kortisol im Plasma und vieles mehr. Es zeigte

sich, dass Karpfen ohne Licht und ohne Musik am besten wuchsen. Hierzu sei jedoch angemerkt, dass andere Wissenschaftler im Gegensatz dazu einen negativen Einfluss von Dunkelheit auf das Wachstum von Karpfen beobachteten. Auch gewinnt die Studie, bedingt durch eine mangelhafte Auswertung, wie z. B. falsch berechnete Wachstumsraten und einer fehlenden Begründung für die sehr schlechte Futtermittelverwertung der Karpfen (FCR ~2), nicht an Glaubwürdigkeit. Die Autoren scheinen mit ihrer Untersuchung jedoch zufrieden zu sein und sehen in der Erforschung der Effekte von Musik auf die Physiologie von Fischen ein neues Forschungsfeld.

Literatur

Paputsoglou, S.E., Karakatsouli, N., Louizos, E., Chadio, S., Kalogiannis, D., Dalla, C., Polissidis, A. & Papadopoulou-Daifoti, Z. (2007). Effect of Mozart's music (Romanze-Andante of „Eine Kleine Nacht Musik“, sol major, K525) stimulus on common carp (*Cyprinus carpio* L.) physiology under different light conditions. Aquacultural Engineering 36: 61-72.

Inhaltsverzeichnis AUF AUF 2006

Nachfolgend finden Sie das Gesamtverzeichnis aller im Jahr 2006 abgedruckten Beiträge

Aus Teichwirtschaft und Fischzucht

Neue Erkenntnisse zur Infektion der Regenbogenforellenbrut mit <i>Flavobacterium psychrophilum</i> , dem Rainbow Trout Fry Syndrome (RTFS).....	1/2006, 10
Verschärfte Kontrollen beim Transport von lebenden Tieren.....	1/2006, 13
Besatzforellen im Freiland: Verhalten, Einflüsse und Anforderungen.....	1/2006, 15
Internationale Fischereifach-Tagung „Aquaculture America 2006“ in Las Vegas, USA.....	1/2006, 20
Der Europäische Aal - neue Erkenntnisse und Erfordernisse Teil 1: Biologie und künstliche Reproduktion.....	2/2006, 12
Grenzwerte für Dioxine und dioxinähnliche PCB in Fisch, Fischfutter und Futterzusätzen.....	2/2006, 17
Zum Einfluss von Säureadsorbaten in der modernen Aquakultur.....	2/2006, 19
Zur aktuellen Gefährdung der baden-württembergischen Fischbestände durch die Fischseuchen IHN und VHS.....	3/2006, 3
Virale Hämorrhagische Septikämie (VHS) - Erkenntnisse über Zusammenhänge zwischen Mariner- VHS und Süßwasser-VHS << Ein Überblick >>.....	3/2006, 8
Auswirkungen von Mykotoxinen in der Aquakultur - ein Überblick.....	3/2006, 15
Flusskrebse in Deutschland: Zucht, Produktion, wirtschaftliche Bedeutung und Potential.....	3/2006, 19

Aktuelles aus Fluss- und Seenfischerei

Fangergebnisse der baden-württembergischen Bodensee-Berufsfischer im Jahr 2005.....	1/2006, 3
Der Lachs kehrt heim ins Murgtal.....	1/2006, 8
Die IBKF 2006 vereinbarte Änderungen in der Felchenfischerei des Bodensee-Obersees.....	2/2006, 3
Zur Unterscheidung der Felchen des Bodensee-Obersees.....	2/2006, 5
Eintritt der Laichreife bei den (Blau)felchen des Bodensee-Obersees.....	2/2006, 9
Der Europäische Aal - neue Erkenntnisse und Erfordernisse Teil 2: Das Aalherpesvirus (<i>Herpesvirus anguillae</i> , HVA).....	3/2006, 12
Auf- und Untergangszeiten der Sonne in Konstanz im Jahr 2007 mit Berücksichtigung der Sommerzeit.....	3/2006, 22

Für Sie gelesen und notiert

Einfluss verschiedener Faktoren auf die Spermaqualität von Regenbogenforellen.....	2/2006, 21
In den Schuppen von Felchen spiegelt sich der Nährstoffgehalt des Bodensees wider.....	2/2006, 22
Einfluss von eingeführten Regenbogen- und Bachforellen auf das sympatrische Vorkommen zweier natürlich vorkommender Salmonidenarten in Japan.....	2/2006, 24
Neuste Erkenntnisse zum Einfluss der Photoperiode in der Forellenproduktion.....	3/2006, 23
Unterschiedliche Besatzdichten in der Forellenproduktion - Auswirkungen und aktuelle Zahlen aus dem Vereinigten Königreich.....	3/2006, 27

Wir bedanken uns bei folgenden Gastautoren, die uns Artikel für den AUF AUF-Jahrgang 2006 zukommen ließen (in der Reihenfolge der Veröffentlichungen):

- Herr Hüsgen, Fischereiaufseher Karlsruhe, 1/2006
- Herr Dr. Hartmann, Regierungspräsidium Karlsruhe, 1/2006
- Herr Dr. Rapp, ehem. Staatliches Tierärztliches Untersuchungsamt Aulendorf - Diagnostikzentrum, 1/2006 und 3/2006
- Herr Dr. Miller, Staatliches Tierärztliches Untersuchungsamt Aulendorf - Diagnostikzentrum, 1/2006 und 3/2006
- Frau Dr. Isa, Staatliches Tierärztliches Untersuchungsamt Aulendorf - Diagnostikzentrum, 1/2006 und 3/2006
- Herr Dr. Lückstädt, Biomin Deutschland, 2/2006 und 3/2006
- Herr Dr. Wortberg, Fischgesundheitsdienst am CVUA Stuttgart, 3/2006
- Frau Schrudde, Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Boddenblick 5a, 17493 Greifswald-Insel Riems, 3/2006
- Herr Dr. Fichtner, Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Boddenblick 5a, 17493 Greifswald-Insel Riems, 3/2006
- Herr Dr. Bergmann, Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Boddenblick 5a, 17493 Greifswald-Insel Riems, 3/2006