

Aus der Klinik für Geflügel, Ziervögel, Reptilien und Fische, dem Institut für Medizinische Physik und Biostatistik und dem Institut für Parasitologie und Zoologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Prüfung der Wirksamkeit und Verträglichkeit von in der Lachszucht gebräuchlichen Antiparasitika beim Zuchtkarpfen (*Cyprinus carpio* morpha domestica)

E. BRAUN, O. HOCHWARTNER, A. TICHY, A. JOACHIM, und E. LICEK

Schlüsselwörter: Antiparasitika, Karpfen, Karpfenlaus, *Cyprinus carpio*, *Argulus foliaceus*, Bekämpfung, Toxizität

Zusammenfassung

Anhand einer Verträglichkeits- und Wirksamkeitsstudie an Karpfen (*Cyprinus carpio*) mit vier in der Lachszucht (Atlantischer Lachs, *Salmo salar*) gegen Lachslausbefall in einigen Mitgliedsländern der EU zugelassenen Ektoparasitika zur Badebehandlung (Deltamethrin; Wasserstoffperoxid) oder zur Futterbehandlung (Emamectinbenzoat; Teflubenzuron) wurde untersucht, ob diese Tierarzneimittel zur Bekämpfung der Karpfenlaus (*Argulus foliaceus*) geeignet sind. Die Untersuchungen wurden in Durchflusssaquarien mit jeweils 20 Karpfen pro Gruppe durchgeführt. In der Verträglichkeitsreihe wurde jedes Medikament in vier unterschiedlich hohen Konzentrationen (einfache bis 25-fache empfohlene Dosis; bei Wasserstoffperoxid maximal 7-fache Dosis) an gesunden Fischen geprüft. In der Wirksamkeitsreihe wurden die Fische experimentell mit Karpfenläusen infiziert und mit der empfohlenen oder der halben Dosierung behandelt.

In der Verträglichkeitsuntersuchung wurde das Verhalten der Fische unter optimalen Bedingungen beobachtet. Die Karpfen vertrugen die vom Hersteller für den Lachs vorgeschriebenen Dosen sehr gut. Bei Überdosierung zeigten die Fische dosisabhängige Vergiftungserscheinungen (z.B. Apathie, Schnappatmung), welche bei den Futtermedikamenten im ausgeprägtesten Fall eine Futterverweigerung, bei den Bademedikamenten einen 40%igen Ausfall zur Folge hatte. Die histologische Untersuchung von Organen ausgewählter Karpfen ergab keine pathologischen Veränderungen.

Bei der Wirksamkeitsuntersuchung war die Reduktion der Parasiten in allen Behandlungsgruppen im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe signifikant höher, wobei mit der Badebehandlung die Parasiten zu 100% vernichtet werden konnten.

Beide Untersuchungen bestätigten die Verträglichkeit und Wirksamkeit von Deltamethrin (Alpha Max[®]), Wasserstoffperoxid (wurde als Substanz verwendet), Emamectinbenzoat (Slice[®]) und Teflubenzuron (Ektobann[®]) in der vom Hersteller vorgeschriebenen Dosierung. Im direkten Vergleich zeigte sich, dass mit den Bademedikamenten ein deutlich besserer Behandlungserfolg erzielt werden konnte, die Futtermedikamente aber die einfachere Anwendbarkeit und die bessere Verträglichkeit aufwiesen. Es ist zu überprüfen, ob in der Praxis eine Kombination beider Behandlungsformen noch effektiver ist.

Key words: antiparasitic drugs, carp, carp louse, *Cyprinus carpio*, *Argulus foliaceus*, control, toxicity

Summary

Title: Safety and efficacy of antiparasitic drugs for treatment of salmonids in breeding carp (*Cyprinus carpio* morpha domestica).

Introduction: In the EU several drugs are registered for the control of fish lice (*Lepeophtheirus salmonis*) in atlantic salmon (*Salmo salar*) in marine cultures. However, no data are available regarding the safety and efficacy of such drugs for the treatment of carp louse (*Argulus foliaceus*) infestation in carp (*Cyprinus carpio*). We therefore tested four ectoparasiticides registered for bathing treatment of atlantic salmon (deltamethrin, hydrogen peroxide) or for medication via feed (emamectin benzoate, teflubenzurone) for their suitability for carp louse control in carp-farming.

Methods: The treatments were carried out in flow-through water tanks with 20 carps per group. In the tolerance study every drug was used in four different doses in uninfested, healthy carps (the recommended dose and up to 25 times the recommended dose; hydrogen peroxide: maximal 7 times the recommended dose) and putative changes in behaviour were recorded. During the efficacy trials the carps were artificially infected with carp lice and subsequently treated with the recommended dosage or half of this dose.

Results: The carps tolerated all drugs very well at doses recommended for salmon. After overdosing the carps showed dose-dependent symptoms of toxicity (e.g. apathy, gasping), in case of the oral formulations also denial of food at the highest dosages and in case of bathing treatment a 40% loss of fish. The histological examination of selected carps showed no pathological changes except major erosions of the gills in animals subjected to higher doses of hydrogen peroxide.

The efficacy study demonstrated a significant reduction of parasites in all treated groups in comparison to the untreated controls, and a complete loss of parasites after bathing treatment.

Conclusion: Both trials confirmed the safety and efficacy of deltamethrin (Alpha Max[®]), hydrogen peroxide (the substance was taken), emamectin benzoate (Slice[®]) and teflubenzurone (Ektobann[®]) using the recommended dosages. The direct comparison revealed that the bath treatment showed better results. The oral administration, however, is probably easier to perform for the fish breeder and was much better tolerated by the fish. The next step is to find out if a combination of the two methods of treatments is more effective in the open field.

Einleitung

In Österreich gibt es derzeit keine für Fische zugelassenen Tierarzneimittel (TAM). Dieser Therapienotstand hat zur Folge, dass in Österreich entweder TAM von einer Lebensmittel liefernden Tierart auf eine andere Tierart umgewidmet oder dass im Ausland zugelassene TAM importiert werden müssen (Teil der so genannten Kaskadenregelung des Tierarzneimittelkontrollgesetzes BGBl I 2002/28 idgF). In Ländern, in denen die Karpfenproduktion einen wesentlichen landwirtschaftlichen Faktor darstellt, kann auf die Behandlung der Bestände nicht verzichtet werden. Bislang lag der Schwerpunkt der Fischproduktion in der EU im Bereich der Lachs- und Forellenzucht. Für diesen Sektor gibt es in den jeweiligen Ländern zugelassene TAM, so z.B. zur Bekämpfung der Lachslaus (*Lepeophtheirus salmonis*, Unterklasse *Copepoda*) in Schottland und Norwegen, einer der bedeutendsten und am häufigsten auftretenden Schädlinge in der Lachszucht (JACKSON et al., 1992), wo dieser Parasit große Ausfälle in der Fischproduktion verursacht.

Ein vergleichbarer Parasit unserer Regionen ist die Karpfenlaus (*Argulus foliaceus*, Unterklasse *Branchiura*), welche in ihrer Lebensweise und im Aussehen Ähnlichkeiten mit der Lachslaus aufweist. Sie ist als häufigste Vertreterin der parasitären Süßwasserkrebsarten weit verbreitet und wird als Parasit und Vektor von Krankheitserregern als eine ernstzunehmende Bedrohung von Wildfisch- und Zuchtfischpopulationen beschrieben (MENEZES et al., 1990; NORTHCOTT et al., 1997). Bis sie das adulte Stadium mit einer Größe von 6 bis 8 mm erreichen, durchlaufen die Tiere acht Häutungsstadien (Nauplien). Karpfenläuse besitzen zwei große, ventral gelegene Saugnäpfe und einen langen ausklappbaren Stachel zum Durchbohren der Fischhaut und zum Blutsaugen. Haben sie genug Blut aufgenommen, verlassen sie ihren Wirt. Die Weibchen tragen die Eier in großen Paketen deutlich sichtbar innerhalb des abgeflachten Körpers; nach der Begattung werden sie abgelegt und an Steine und Algen geklebt.

Medikamente gelangen je nach Art der Behandlung über zwei unterschiedliche Wege in die Läuse. Wird das Arzneimittel in das Fischfutter gemischt, erfolgt die Aufnahme über das während des Saugaktes aufgenommene Blut des behandelten Fisches. Wird das Medikament im Zuge einer Badebehandlung dem Wasser zugesetzt, kann es der Parasit sowohl über die Kiemen als auch über die Haut resorbieren.

Obwohl zahlreiche Arbeiten über die Wirkungsweise der in dieser Untersuchung verwendeten Arzneimittel auf die Lachslaus existieren (z. B. MRL Summary Report der EMEA; ANON, 2008), gibt es hingegen keine Daten über die Verträglichkeit und Wirksamkeit bei der Behandlung von Karpfen gegen Karpfenläuse im Süßwasser. Da sich Lachs bzw. Lachslaus einerseits und Karpfen bzw. Karpfenlaus andererseits in unterschiedlichen Temperatur- und Salinitätsbereichen aufhalten, kann nicht davon ausgegangen werden, dass die bisher in der Lachszucht gewonnenen Daten auf die Karpfenproduktion übertragbar sind. Abgesehen von der Tatsache, dass es sich um verschiedene Fischarten handelt, liegt der Hauptgrund in den unterschiedlich osmotischen Verhältnissen, welche im Meer- und im Süßwasser herrschen. Während

Fische im Meer gezwungen sind, ihren Stoffwechsel gegen die erhöhte Ionenkonzentration außerhalb ihres Körpers abzuschirmen, herrschen im Süßwasser genau entgegengesetzte Verhältnisse. Hier ist die Salzkonzentration im Fisch höher als im umgebenden Wasser, womit der osmotische Gradient nicht von innen nach außen gerichtet ist, sondern von außen nach innen. Die Schleimhautbarriere und die Epidermis werden beim Saugakt der Krebstiere aktiv durchbrochen und stellen eine offene Verbindung zwischen den beiden Konzentrationsverhältnissen dar. Dies könnte während einer Badebehandlung zum unerwünschten Eindringen von wasserlöslichen Medikamenten in den Kreislauf des Fisches führen. Die Frage ist, inwieweit dies bei Süßwasserfischen tatsächlich zutrifft und, z.B. bei Nerven lähmenden Wirkstoffen, das Allgemeinverhalten beeinträchtigt werden kann. Ziel dieser Studie war die Prüfung von Verträglichkeit und Wirksamkeit ausgewählter TAM und Substanzen beim Einsatz gegen Karpfenläuse.

Die in dieser Studie durchgeführten Arzneimittelbehandlungen stellen repräsentativ die gängige Praxis der Ektoparasitenbekämpfung in der heutigen Lachszucht dar, wobei zwei Präparate für die Badebehandlung und zwei für die Futterbehandlung ausgewählt wurden (Tab. 1). Die Studie wurde in zwei aufeinander aufbauende Versuchsanordnungen aufgeteilt, die erste mit dem Ziel, die Verträglichkeit verschiedener TAM und Substanzen bei gesunden Fischen zu definieren und die zweite, um die Wirksamkeit gegen Ektoparasiten bei befallenen Fischen zu untersuchen.

Die Wirkungsweise der Medikamente ist dabei unterschiedlich.

Emamectinbenzoat gehört zur Gruppe der Avermectine, welche einen breiten Einsatz in der Nutztierhaltung gegen Parasiten haben (CAMPBELL et al., 1984). Der Wirkmechanismus beruht auf einer spezifischen Bindung an Glutamat-aktivierte Chloridkanäle und einer daraus resultierenden Erhöhung der Membranpermeabilität für Chloridionen, welche eine Unterbrechung physiologischer Prozesse z.B. in Nervenzellen zur Folge hat (TURNER et al., 1989). Das Arzneimittel wird über das Futter appliziert, bleibt über längere Zeit im Fisch gespeichert und zeigt nach 72 Tagen noch 44% Wirksamkeit (ANON, 2003). Die Toxizität für Fische ist gering. ROY et al. (2000) beschreiben bei Untersuchungen an Atlantischen Lachsen (*Salmo salar*) und Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) erst bei 10-facher Überdosierung eindeutige Vergiftungssymptome, wie Lethargie, dunkle Hautverfärbung und Inappetenz. Todesfälle wurden nicht beobachtet. Es sind keine negativen Effekte von Avermectinen auf verschiedene Mikroorganismen (Bakterien, Actinomyceten und Pilze) bekannt (CHUKWUDEBE et al., 1997). Ebenso wurde durch Untersuchungen nachgewiesen, dass keine Interaktionen mit Planktonalgen zu befürchten sind (HALLEY et al., 1989; WISLOCKI et al., 1989).

Emamectinbenzoat ist z.B. unter dem kommerziellen Namen Slice[®] (Fa. Schering-Plough Animal Health, USA) in Norwegen und Schottland zur Bekämpfung des Lachslausbefalls beim Atlantischen Lachs zugelassen.

Teflubenzuron ist ein Harnstoffderivat und bewirkt als Chitinsynthese-Inhibitor eine Störung der Bildung des Chitinproteins, welches *A. foliaceus*

für das Exoskelett benötigt. Die lebensnotwendigen Häutungen zwischen den juvenilen Nymphenstadien können dadurch nicht stattfinden, was den Tod des Parasiten bedeutet. Bei adulten Läusen sind die Häutungen abgeschlossen, eine direkt schädliche Wirkung auf adulte Läuse wurde daher nicht beschrieben (BRANSON et al., 2000). Bei den geschlechtsreifen Weibchen wird jedoch die Chitinproduktion der Eischalen verhindert. Der Reproduktionszyklus des Parasiten wird somit an zwei Stellen unterbrochen. Teflubenzuron (als Futterzusatz) wird von Fischen sehr gut toleriert, hat eine hohe therapeutische Verträglichkeit und die gastrointestinale Absorption bei Salmoniden liegt bei 10% (RITCHIE et al., 1997). Die nicht absorbierten 90% Teflubenzuron gelangen via Fäzes wie das von den Fischen nicht gefressene Futter direkt in das Ökosystem und können dort mit den übrigen Wasserorganismen interagieren. Die Löslichkeit und die freie Verteilung im Wasser sind jedoch sehr gering. Teflubenzuron bindet zum größten Teil an das Bodensediment und an organisches Material. Aufgrund dieser Haftungstendenz ist das toxische Risiko für Kleinstorganismen (z.B. Zooplankton) als unbedeutend anzusehen (JENKINS, 1995; BAIRD et al., 1997). Ein potentielles Risiko für Tierarten, welche Häutungsstadien in ihrer Entwicklung aufweisen, wie z. B. heimische Krebse, ist jedoch nicht auszuschließen. Untersuchungen im Salzwasser zeigten ab Entfernungen von 100 Metern vom Einsatzort keine Einflüsse mehr auf die Entwicklung und das Vorkommen von Hummerlarven oder Muschelbänken (ANON, 1999). Teflubenzuron ist in der EU z.B. unter den kommerziellen Namen Ektobann[®] (Fa. Nutreco, Holland) bzw. Calicide[®] (Fa. Nutreco, UK) zur Bekämpfung der Lachslaus beim Atlantischen Lachs in Verwendung.

Deltamethrin ist ein Pyrethroid, wirkt neurotoxisch und führt zu einer verlängerten Öffnung bzw. verlangsamt Schließung der Na-Kanäle der Nervenzellmembranen und einem somit erhöhten Einstrom von Na-Ionen in die Zelle. Dies bedingt eine spontane Depolarisation des Ruhepotentials. Für Insekten, Krebse und Fische ist die Toxizität sehr hoch (TOS-LUTY et al., 2001); vor allem ist Vorsicht bei sehr jungen Fischen und bei tiefen Temperaturen geboten, da es durch den herabgesetzten Stoffwechsel der Fische zu schweren Vergiftungen kommen kann (HILL, 1985). Weitere Feldstudien lassen vermuten, dass die Toxizität für Fische unter Laborbedingungen höher ist als im natürlichen Wasserhabitat (HAUG et al., 1990). Dies wird durch eine Anheftung des Medikaments an frei schwebendes organisches Material im Wasser und im Sediment erklärt. Effekte auf andere aquatische Invertebraten (z.B. *Trichoptera* spp.) zeigen sich schon bei Konzentrationen von 0,5 µg/Liter durch signifikante Verhaltensänderungen, etwa bedingt durch eine Beeinträchtigung des lebensnotwendigen Tastsinns (SMITH et al., 1986; SCHOETTGER, 1992). Feldstudien in Versuchsteichen haben dieses hohe Risikopotential jedoch nicht bestätigt. Deltamethrin kann herbivore Wasserinsekten zwar so weit dezimieren, dass ein vermehrtes Algenaufkommen eintreten kann, doch wird dieser Zustand normalerweise rasch kompensiert (HAUG et al. 1990; ANON, 1995). Eine längere Persistenz in der Umwelt ist aufgrund der hohen Zersetzbarkeit nicht gegeben (ZERBA, 1988). In Norwegen und auf den Faröer-Inseln ist Deltamethrin unter dem kommerziellen Namen Alpha

Max[®] (Fa. Pharmaq, Norwegen) als Wasserzusatz für der Bekämpfung der Lachslaus beim Atlantischen Lachs in Verwendung (MARTINSEN, 2002).

Wasserstoffperoxid. Über die toxische Wirkung von Wasserstoffperoxid (H₂O₂) im Rahmen der Badebehandlung auf Arguliden ist nicht viel bekannt, aber man vermutet, dass die durch die Chemikalie verursachten Lähmungen aus der Freisetzung von Sauerstoff im Darm und der Haemolymph resultieren (THOMASSEN, 1993). GRANT (2002) beschreibt bei behandelten adulten Läusen ein Treiben an der Wasseroberfläche und eine Unempfindlichkeit gegenüber äußeren Stimulationen, jedoch ein komplettes Fehlen dieser Wirkung bei juvenilen Läusen. Ergänzend dazu berichten HODNELAND et al. (1993), dass unter Laborbedingungen und TREASURER et al. (1997), dass in Feldstudien nach Umsetzen der bewegungslosen Parasiten in wirkstoffreies Wasser eine Rückkehr zum normalen Bewegungsmuster erfolgt, unter anderem auch die erneute Anheftung am Wirtsfisch. Der therapeutische Wert von H₂O₂ ist vergleichsweise gering, besonders bei Wassertemperaturen unter 14 °C. Die Verätzungsgefahr bei hoher Dosis für die zu behandelnden Fische ist im Gegensatz dazu ziemlich groß, besonders an Kiemen und Flossenhäuten. GRANT (2002) und KIEMER et al. (1996) warnen vor den Risiken, die bei der Handhabung der notwendigen großen Mengen beim Einsatz auf Hochseefarmen für den Menschen auftreten können. Auch in der Karpfenzucht sind Teichbehandlungen nicht einfach durchführbar. H₂O₂ zerfällt zu Sauerstoff und Wasser. Diese Zerfallsprodukte sind nach erfolgter Badebehandlung nicht mehr dem Medikament zuordenbar. Die geringe Schädlichkeit der Zerfallsprodukte ist positiv anzumerken. Wasserstoffperoxid wird z.B. unter dem Produktnamen Paramove[®] (Fa. Solvay Interlox Ltd, England) in der Lachszucht zur Bekämpfung der Lachslaus verwendet.

Material und Methoden

Medikamente

Die Tierarzneimittel stammen mit Ausnahme von H₂O₂ direkt vom Erzeuger: Ektobann® (Fa. Nutreco, Teflubenzuron: 100% Komponente mit <0,5% Verunreinigung), Slice® Pre-Mix (Fa. Schering-Plough, Emamectin Benzoat: 0,2% Komponente mit inerter Trägersubstanz, bestehend aus gentechnikfreier Maisstärke, Maltodextrin, Antioxidantien und Lösungsmittel), Alpha Max® (Fa. Pharmaq, Deltamethrin: 10 mg/ml Komponente plus Arzneistoffträgersubstanz). H₂O₂ wurde als 30% Lösung (mit Aqua dest.) von der Firma Herba ACM hergestellt und den in der Literatur angegebenen Konzentrationsangaben nach verdünnt.

Versuchsbeschreibung

Es wurden jeweils zwei Studien zur Anwendung der Antiparasitika durchgeführt, eine Verträglichkeitsuntersuchung und eine Wirksamkeitsuntersuchung.

Die Versuchsreihen fanden in den Räumen der Klinik für Geflügel, Ziervögel, Reptilien und Fische der Veterinärmedizinischen Universität Wien unter identischen Bedingungen statt. Die Fische wurden in 200 Liter Durchflusssaquarien mit mind. 70% Sauerstoffsättigung und einer Durchschnittstemperatur von 14,9°C (Verträglichkeitsuntersuchung) bzw. von 20,6°C (Wirksamkeitsuntersuchung) gehalten. Pro Gruppe (Versuchs- bzw. Kontrollgruppen) wurden 20 einsömmrige Karpfen (10 Spiegel-, 10 Schuppenkarpfen) aus heimischen Zuchtbetrieben verwendet (Größe und Gewicht durchschnittlich 14 cm / 46 g), die zu Beginn einer parasitologischen Untersuchung (Adspektion und nativer Hautabstrich) unterzogen wurden.

Die Fische wurden eine Woche zur Eingewöhnung in den Durchflusssaquarien gehalten. Die Versuchsdauer zur Überprüfung der Verträglichkeit betrug danach weitere vier Wochen. Nach Versuchsstart wurden die Fische einer täglichen Kontrolle auf Schwimmverhalten/-lage, Futteraufnahme, Atmung, Hautfarbe und Hautläsionen bzw. andere Unverträglichkeitssymptome unterzogen. Nach Ablauf einer Woche wurde das Überwachungsintervall auf zwei Tage ausgedehnt und dieses bis zum Versuchende beibehalten. Nach Ende des Versuchs wurden alle Fische einer histologischen Untersuchung unterzogen. Kiemen, Haut und Leber wurden fixiert, eingebettet, Hämalaun-Eosin-gefärbt und anschließend auf etwaige Veränderungen untersucht.

Die Versuchsdauer zur Überprüfung der Wirksamkeit betrug zwei Wochen nach erfolgter einwöchiger Behandlung, d.h. insgesamt drei Wochen (Tab. 1). Drei Tage vor Versuchsbeginn wurden in jede Versuchsgruppe 200 Karpfenläuse (Entnahme von natürlich infizierten Tieren aus einem österreichischen Forellenzuchtbetrieb) eingesetzt. Die Fische wurden zu Beginn und eine Woche nach erfolgter Behandlung adspektorisch auf *Argulus*-Befall untersucht (Zählung der Parasiten). Die Beurteilung erfolgte

in den Kategorien „negativ“, vereinzelt (n=1), „geringgradig“ (n=2-3), „mittelgradig“ (n=4-5) und „hochgradig“ (n>5). Alle sonstigen Parameter wurden auf dieselbe Beobachtungsweise wie im ersten Versuch ermittelt. Im zweiten Teil der Untersuchungen wurden nur die verendeten Fische histologisch untersucht. Eine Übersicht über die verwendeten Arzneimittel und deren Konzentrationsstufen wird in Tabelle 1 gezeigt.

Behandlung

Die Badebehandlung erfolgte unter ständiger Kontrolle der Fische außerhalb der Becken in Plastikbehältern nach den zeitlichen Vorgaben der Hersteller. Für die Futterbehandlung wurde vorgefertigtes Granulat (50% sinkend und 50% schwimmend) mit dem jeweiligen Arzneimittel gleichmäßig vermischt und anschließend mit Lebertran überzogen („gecoatet“), obwohl ein direkter Zusatz des Medikamentes während der Produktion eines Extrudats einen deutlich verminderten Wirkstoffverlust durch dessen geringeres Abschwemmen nach sich zieht. Die Coatingmethode wurde aus praktischen Überlegungen gewählt.

Statistik

Für den statistischen Vergleich zwischen und innerhalb der Gruppen wurden der Kruskal-Wallis- und der Mann-Whitney-Test angewendet.

Die Tierversuche wurden zuvor behördlich genehmigt (Tierversuchsgenehmigung: GZ 68.205/122-BrGT/2003).

Ergebnisse

Verträglichkeitsuntersuchungen:

Emamectinbenzoat

Die Futterbehandlung mit Emamectinbenzoat (Slice®) wurde in allen Konzentrationsstufen sehr gut vertragen und die Fische zeigten keine auffälligen Verhaltensmuster.

Teflubenzuron

Die Futterbehandlung mit Teflubenzuron (Ektobann®) wurde in 1- und 5-facher Konzentration sehr gut vertragen. Bei den anderen Gruppen wurden folgende Beobachtungen gemacht:

Bei 10-facher Dosierung traten eine geringgradig verminderte Futteraufnahme und eine geringgradige Abnahme der Schwimmfähigkeit auf. 15% der Karpfen zeigten weißliche Flossenspitzenverfärbungen (ab dem 3. Tag nach Behandlungsbeginn).

Bei 25-facher Dosierung waren geringgradig verminderte Futteraufnahme, geringgradige Abnahme der Schwimmfähigkeit, und keine Flossenverfärbungen (ab dem 3. Tag nach Behandlungsbeginn) festzustellen.

Deltamethrin

Die Badebehandlung mit Deltamethrin (Alpha Max®) wurde nur in der 1-fachen Konzentration von den Fischen problemlos vertragen. Dosisabhängig wurden bei den anderen Gruppen folgende Symptome erhoben:

Bei 5-facher Dosierung trat unmittelbar nach der Behandlung eine geringgradige Erhöhung der Atemfrequenz auf, ab dem darauf folgenden Tag waren sie klinisch unauffällig.

Bei 10-facher Dosierung traten unmittelbar nach der Behandlung mittelgradig bis hochgradig erhöhte Atemnot (abgespreizte Kiemendeckel, erhöhte Atemfrequenz, Schnappatmung), Rückenflossenklemmen, instabile Schwimmlage (seitlich, schräg und mit dem Bauch nach oben), vereinzelte blitzartige Schwimmbewegungen („Schießen“) und Lähmungserscheinungen auf. Am darauf folgenden Tag war nur mehr eine mittelgradig verminderte Futteraufnahme erkennbar. Am zweiten Tag nach der Behandlung waren die Fische klinisch unauffällig.

Bei 25-facher Dosierung waren hochgradig ausgeprägte Unverträglichkeitssymptome und absolute Futterverweigerung bis zum vierten Tag festzustellen. Drei Fische verendeten in der ersten Nacht, drei weitere im Verlauf der nächsten drei Tage. Am Tag Sieben zeigten 73% der überlebenden Fische noch Rückenflossenklemmen unterschiedlichen Ausmaßes. Ein normaler Zustand wurde erst am elften Tag nach der Behandlung wieder erlangt.

Wasserstoffperoxid

Bei der Badebehandlung mit Wasserstoffperoxid (H_2O_2) wurden dosisabhängig folgende Veränderungen erhoben:

Bei 1-facher Dosierung waren hochgradig erhöhte Atemfrequenz, weit geöffnete Müuler, geringgradig abgespreizte Kiemendeckel, weißliche Verfärbung der Flossensäume bei einem Drittel der Fische und bei der Hälfte eine Rückenflossenklemme festzustellen. Während des Versuchs bildeten sich geringgradige Schleimschlieren am Behälterrind, da die Fische vermehrt Schleim absonderten. Die Symptome waren am dritten Tag vollständig verschwunden.

Bei 3-facher Dosierung entsprachen die Beobachtungen denen der 1-fachen Dosierung. Die Schleimabsonderung während des Versuches war zum Teil geringgradig bis mittelgradig erhöht. Der normale Zustand wurde am dritten Tag wieder erreicht.

Bei 5-facher Dosierung traten hochgradige Atemnotsymptome in den ersten 24 Stunden auf. Am zweiten Tag waren diese noch bei 20% der Fische hochgradig ausgeprägt, bei den restlichen war die Atemfrequenz wieder normal. Die Fische zeigten Anzeichen einer Desorientierung (z.B. seitliches Abkippen und Schräglage) und durchwegs hochgradiges Rückenflossenklemmen. Die Haut war durch die vermehrte Schleimbildung weißlich verfärbt und der Hautschleim löste sich fetzenförmig ab. Die Fische verweigerten die Futteraufnahme bis zum dritten Tag. Erst am vierten Tag waren die Tiere wieder unauffällig.

Bei 7-facher Dosierung zeigte sich eine hochgradige Atemnot mit Schnappatmung an der Wasseroberfläche. In der ersten Nacht verendeten sechs Fische, drei Tage später ein weiterer. Haut und Kiemen der Kadaver waren aufgrund der Verätzung hochgradig verschleimt und weißlich verfärbt. Die Atemfrequenz der übrigen Fische war bis zum vierten Tag mittelgradig bis hochgradig erhöht und erst am siebenten Tag unauffällig. Weißliche Flossenspitzenverfärbungen waren bis zum vierten Tag sichtbar. Ein Drittel der Fische zeigte bis zum fünften Tag eine geringgradig bis mittelgradig schräge Schwimmlage. Die Futteraufnahme jedoch war ab dem vierten Tag wieder normal.

Die histologische Untersuchung der inneren und äußeren Organe der verendeten Tiere zeigte bei den mit H_2O_2 behandelten Karpfen hochgradige Schädigungen des Kiemenepithels. Es wurden mittelgradige bis hochgradige Hyperplasie und Hypertrophie des Epithels, Zellnekrose und großflächige Ablösung des einschichtigen Oberflächenepithels beobachtet. In den übrigen Organen waren keine auffälligen Befunde feststellbar.

Wirksamkeitsuntersuchungen:

Kontrollgruppe

In den Kontrollgruppen zeigte sich bis zum Ende der Versuchsreihe ein spontaner signifikanter Rückgang des Lausbefalls, der aber geringer war als in den behandelten Gruppen (Tab. 2).

Deltamethrin und Wasserstoffperoxid

Bei den Medikamenten zur Badebehandlung (Alpha Max[®] und H₂O₂) zeigte sich direkt nach deren Anwendung bei beiden Konzentrationsstufen eine 100% Wirkung. Die Parasiten blieben regungslos in den Behandlungsbecken zurück und die Fische waren bereits eine Stunde nach der Behandlung parasitenfrei. In der nachfolgenden zweiwöchigen Beobachtungsphase waren keine Veränderungen des Allgemeinverhaltens festzustellen.

Emamectinbenzoat und Teflubenzuron

Bei der Futtermedikation (Slice[®] und Ektobann[®]) waren die Ergebnisse der Behandlung erst nach einer Woche erkennbar. Wie in Tabelle 2 dargestellt, hafteten vereinzelt adulte *A. foliaceus* bis zum Ende der Untersuchungszeit auf den Fischen. Alle Gruppen zeigten jedoch einen signifikanten Rückgang der Anzahl der Parasiten. Besonders auffallend war der signifikante Wirkungsunterschied zwischen der 0,5-fachen und 1-fachen Dosierung von Emamectinbenzoat (Tab. 3).

Bei Teflubenzuron konnten keine Vergleiche der Dosierungen angestellt werden, da eine Gruppe (0,5-fach) vor Beendigung der Untersuchung aufgelöst werden musste. Das Aquariumwasser dieser Gruppe verschlechterte sich aus unbekannter Ursache und innerhalb von drei Tagen zeigten die Fische einen starken Befall mit *Ichthyophthirius multifiliis*. Eine Bekämpfung dieses Parasiten blieb erfolglos und 70% der Karpfen verendeten. Vor diesem Zwischenfall zeigte sich aber ein deutlicher Rückgang von *Argulus* (0,5-fach = 4/0,5/n.d.). Ein direkter Zusammenhang zwischen der Behandlung und dem beschriebenen Parasitenbefall wurde nicht angenommen, da bei den Fischen, die mit der 1-fachen Dosierung behandelt wurden, im nativen Hautabstrich kein vermehrtes Auftreten von *I. multifiliis* verzeichnet werden konnte. Der Rückgang von *A. foliaceus* war bei der 1-fachen Dosierung jedoch signifikant (1-fach = 4/0,55/0,25), auch wenn am Ende noch vereinzelt Parasiten auf den Fischen gezählt werden konnten. Eine statistische Berechnung der Signifikanz zwischen den Gruppen war jedoch aufgrund der fehlenden Daten nicht möglich.

Vergleich

Wie zu erwarten zeigten sich bei den verwendeten Konzentrationen bei keiner Gruppe auffällige Symptome oder Veränderungen des Allgemeinverhaltens. Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die mittlere Befallsstärke der Fische mit *A. foliaceus* bei den einzelnen Arzneimittelgruppen. Diese wurde an drei Tagen untersucht und der Mittelwert pro Versuchsgruppe berechnet. Alle Gruppen hatten zu Versuchsbeginn einen gleich hohen Parasitenbefall (n=200 *A. foliaceus*/Gruppe) und gegen Ende eine signifikante Reduktion. Besonders ausgeprägt war dieses Ergebnis bei den Badebehandlungen (Deltamethrin, H₂O₂). In beiden Dosierungen (1-fach, 0,5-fach) wurde unmittelbar nach der Behandlung eine vollständige Befreiung der Fische von den Arguliden erreicht. Die Futtermedikamente (Emamectinbenzoat, Teflubenzuron) bewirkten ebenso einen signifikanten Rückgang des Befalls, allerdings trat dieser mit zeitlicher Verzögerung auf.

Die Versuchsgruppen zeigten gegenüber den dazugehörigen Kontrollgruppen signifikant bessere Ergebnisse (Tab. 3). Zwischen der einfachen und der 0,5-fachen Dosierung jedes Medikaments waren keine Unterschiede erkennbar, ebenso wenig wie innerhalb der Futter- oder Bademedikamentgruppen. Der Unterschied zwischen Bade- und Futterbehandlung war, wie aufgrund der Wirkungsweise anzunehmen, hochsignifikant.

Befall mit anderen Parasiten

Bei der Durchsicht der Hautabstriche wurde neben *A. foliaceus* auch auf die bei der Erstuntersuchung nachgewiesenen Parasiten (*Gyrodactylus* spp., *Dactylogyrus* spp., *Trichodina* spp. und *I. multifiliis*) geachtet. Dabei zeigte sich, dass die eingesetzten Arzneimittel keine Wirkung gegen diese Parasiten hatten.

Diskussion

Verträglichkeitsuntersuchungen

Der erste Teil der durchgeführten Untersuchungen beschäftigte sich ausschließlich mit der Verträglichkeit der unterschiedlich hoch dosierten Arzneimittel für den Karpfen. Die Fische erschienen gesund, verfügten über eine unversehrte Hautschleimbarriere und waren frei von Arguliden. Dadurch waren sie vollständig in der Lage, sich mit eventuellen toxischen Wirkungen vor allem der höheren Wirkstoffkonzentrationen auseinanderzusetzen. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass alle getesteten Wirkstoffe (Teflubenzuron, Emamectin Benzoat, Deltamethrin und Wasserstoffperoxid) in der für den Atlantischen Lachs empfohlenen Dosierung für Karpfen sehr gut verträglich sind. In den höheren Konzentrationen traten aber in Abhängigkeit von der Applikationsform unterschiedlich starke Vergiftungssymptome auf. Bei der Behandlung über das Futter zeigten die Fische auch bei einer 25-fachen Überdosierung keine schweren Unverträglichkeitssymptome, allerdings verweigerten die Fische die Futtermittelaufnahme und zeigten ein mittelgradig apathisches Allgemeinverhalten. Für den Teich als Ökosystem kann diese Behandlungsform eine Belastung darstellen. Bei eingeschränkter Nahrungsaufnahme gelangt das Arzneimittel durch unverbrauchtes Futter in die Umwelt. Durch Anpassung der Futterarzneimittelmenge an die Fressgewohnheit der Karpfen kann der Anteil von nicht gefressenem Futter vernachlässigbar klein gehalten werden. Für die Fischzuchtbetriebe stellt die Anwendung eines Futterarzneimittels eine einfache Therapieform dar, da es zu keiner Unterbrechung der normalen teichwirtschaftlichen Routine kommt, wodurch die Gefahr stressbedingter Ausfälle minimiert wird. Ebenso ist eine gleichzeitige Behandlung in allen Teichen und Becken möglich.

Die Badebehandlung wird hingegen bei unsachgemäßer Durchführung von Fischen schlecht vertragen. Unsere Versuche mit Wasserstoffperoxid haben z.B. gezeigt, dass dessen Anwendung in der Praxis im Vergleich zu den anderen in dieser Studie eingesetzten Tierarzneimitteln das größte Risiko darstellt, da auch geringgradige Überdosierungen von den Fischen nicht toleriert werden. Der wahrscheinlichste Dosierungsfehler in der Praxis besteht in einer zu geringen Verdünnung um eine Zehnerpotenz. Bei H_2O_2 war schon bei der 7-fachen Dosis ein Ausfall von mehr als 50% zu verzeichnen, ein Versuch mit der 10-fachen Dosierung wurde daher aus ethischen Gründen nicht durchgeführt. Neben der Dosierung ist auch die Wassertemperatur zu berücksichtigen. THOMASSEN (1993) warnt vor einem Einsatz von H_2O_2 bei Wassertemperaturen über $14^\circ C$, da H_2O_2 eine höhere Wirkung nicht nur auf die Karpfenläuse sondern auch auf die Fische entfaltet, eine Beobachtung, die auch von uns gemacht wurde. Auch bei einer Überdosierung von Deltamethrin zeigten die Fische deutliche Vergiftungssymptome, erholten sich aber innerhalb von zwei Tagen vollständig.

Wirksamkeitsuntersuchungen

Der zweite Teil dieser Arbeit behandelte die Wirksamkeit der Medikamente bei mit Karpfenläusen befallenen Fischen. Im Verlauf des Versuchs kam

es zu einer spontanen Reduktion des Lausbefalls in allen Gruppen. Die Verluste sind durch die Lebensgewohnheiten der temporären Parasiten und dem ständigen Wasseraustausch zu erklären. Die gesättigten adulten Arguliden lösen sich für die Eiablage vom Fisch und werden von dem abfließenden Wasser fortgespült. Der Versuch, dieser Abwanderung durch einen Einbau von Filternetzen entgegen zu wirken, scheiterte an einer zu raschen Verstopfung des Systems durch die Ausscheidungen der Fische. Eine natürliche Abwanderung spielt in Karpfenteichen ohne bzw. mit nur geringem Durchfluss keine Rolle, sodass es jederzeit zu einem Neubefall kommt. Eine weitere Ursache für den Rückgang der Parasitenzahlen der Kontrollgruppen ist, dass ein geringer Prozentsatz der Läuse von den Fischen aufgefressen wurde.

Für die Wirksamkeitsuntersuchungen wurden nachweislich gut verträgliche Dosierungen gewählt. Ideale gesundheitliche Voraussetzungen wie bei Verträglichkeitsuntersuchungen waren durch den künstlich verursachten parasitären Befall mit *A. foliaceus* nicht mehr gegeben. Die Versuche der Fische, den Parasiten zu entkommen oder sie abzustreifen, verstärkten den Stressfaktor ebenso wie der Blutverlust und ein erhöhter Grundumsatz. Die parasitär verursachten Epidermisverletzungen stellen zudem eine offene Verbindung zwischen den unterschiedlichen Salinitätsverhältnissen innerhalb und außerhalb des Fisches dar und können zu einem osmotischen Ungleichgewicht führen, da durch diese „Lücken“ unkontrolliert Wassermoleküle gemäß den osmotischen Gesetzen in Richtung der höheren Konzentration wandern. Bei einem geringgradigen Befall (weniger als 10 Läuse pro Fisch) dürfte dieser Vorgang den Stoffwechsel von erwachsenen Fischen, z.B. dreisömmrigen Karpfen, nicht weiter beeinflussen. Bei juvenilen einsömmrigen und zweisömmrigen Fischen können diese Verletzungen schon zu erheblichen Beeinträchtigungen in der Entwicklung bzw. zum Tod führen. GRIMNES et al. (1996) berichten von einer deutlichen Reduktion des Albumin- und Proteinspiegels bei mit juvenilen Lachsläusen (mehr als 30 Läuse pro Fisch) befallenen einsömmrigen Lachsen und deren Tod, sobald die Parasiten das Adultstadium erreichten. Bei Bademedikamenten ist außerdem denkbar, dass das Medikament über diese Läsionen während der Behandlung in den Fisch eindringen kann. Dies ist vor allem bei den Medikamenten von Interesse, die beim Parasiten Lähmungserscheinungen verursachen (z.B. Deltamethrin).

Auswahlkriterien für die Behandlung

Die Wahl der richtigen Behandlungsmethode ist nicht nur wirkstoffabhängig, sondern muss auch teichwirtschaftliche Gegebenheiten berücksichtigen. Vergleicht man Futter- und Badebehandlung miteinander, so stellt die Futterbehandlung für den Fisch die schonendere Behandlungsweise dar, doch sind Therapieerfolge durch die Behandlungsdauer von 7 Tagen erst zeitlich verzögert erkennbar. Die Fische fressen der Temperatur und ihrem Körpergewicht entsprechend, allerdings kann eine Umstellung von Getreide auf Mischfuttermittel (z.B. Pellets) ein vermindertes Fressverhalten nach sich ziehen. Um eine größtmögliche Aufnahme des Medikaments zu gewährleisten, sollten die

Fische vor Beginn der Behandlung einer kurzen Hungerperiode mit reduziertem Futterzugang ausgesetzt sein. Der Fisch reagiert bei einer über das Futter verursachten Überdosierung zuerst mit einer verminderten Nahrungsaufnahme, wodurch das Erreichen einer höheren Wirkstoffkonzentration und einer damit verbundenen Steigerung der Überdosierung unwahrscheinlich wird. Bedingt durch individuelles Fressverhalten und Gesundheitszustand sind auch große Unterschiede in der Futterraufnahme der einzelnen Fische möglich.

Nahrungsaufnahme und Stoffwechsel des Fisches sind stark temperaturabhängig. Lediglich BRANSON et al. (2000) bewiesen, dass eine Behandlung mit Teflubenzuron bei einer Wassertemperatur von 5,4°C noch erfolgreich war. Derartige Temperaturen sind im Karpfenteich für eine Behandlung unerheblich, da Karpfen unter 8°C nicht bzw. nicht genug fressen (BOHL, 1999).

Unter Laborbedingungen war der Unterschied in der Wirksamkeit zwischen Emamectinbenzoat als Lähmungsgift und Teflubenzuron als Chitinsynthesehemmer sehr gering. Auch in der Literatur finden sich Hinweise, dass Chitinsynthesehemmer rasch wirken, allerdings ausschließlich auf die bereits parasitierenden Entwicklungsstadien (RITCHIE et al., 2002 und ANON., 2003).

Eine 100%-ige Vernichtung der Karpfenläuse ist mit der Futterbehandlung nicht möglich (STONE et al., 2002), dafür schützt sie aber über einen längeren Zeitraum vor einem Neubefall durch wieder eingeschleppte Hautparasiten (STONE et al., 2000).

Im Vergleich dazu ist die Badebehandlung in der Praxis zeit- und arbeitsintensiv, da sie üblicherweise außerhalb der normalen Haltungseinrichtungen in kleinen abgeschlossenen Behältnissen (Wanne, Tank) erfolgt. Des Weiteren werden die Fische zusätzlich während des Abfischens und Umsetzens in das medizinische Bad gestresst, sodass es zu Ausfällen bei stark befallenen Fischen kommen kann. Die Vorteile der Badebehandlung liegen in einem schnell sichtbaren Erfolg, da nach Anwendung der 0,5-fachen und einfachen Konzentration unmittelbar nach dem Bad keine *A. foliaceus* nachweisbar waren und in einer minimalen Umweltbelastung, da das Arzneimittel nicht in großer Menge in das Gewässersystem gelangt. Besonders bietet sich die Badebehandlung mit Deltamethrin beim Umsetzen der Karpfen im Zuge des routinemäßigen Abfischens im Transporttank aufgrund der kurzen Badedauer von 30 Minuten an. Diese Möglichkeit kann in einen bestehenden Arbeitsgang integriert werden, wodurch der Arbeitsaufwand minimiert wird. TREASURER et al. (1997) beobachteten eine rasche Erholung von freischwimmenden *L. salmonis* nach einer H₂O₂-Behandlung, weswegen zur Vermeidung einer direkten Reinfektion eine strikte räumliche Trennung von Behandlungs- und Zuchtbecken eingehalten werden muss.

In freien Gewässern bzw. an diesen angeschlossenen Teichen ist eine Reinvansion mit *A. foliaceus* jederzeit möglich, weswegen eine Badebehandlung bei einem starken Problembestand nur eine kurzfristige Lösung darstellt. Ein Wiedereinsetzen in einen „verlausten“ (mit

Karpfenläusen besiedelten) Teich stellt den Erfolg dieser Therapieform in Frage.

Um bei Akutfällen einen längerfristigen Erfolg zu erreichen, ist eine Kombination von Futter- und Badebehandlungen ratsam. BRANSON et al. (2000) empfiehlt für eine optimale Wirkung von Teflubenzuron einen präventiven Einsatz vor einem signifikanten Auftreten des Parasiten.

Bei hohem Befallsdruck ist eine Entleerung der Teiche und Desinfektion mit Brandkalk sowie Trockenstehen zu empfehlen.

Ausblick

Die vorgelegten Untersuchungen belegen, dass die Umwidmung der in diesen Versuchen eingesetzten TAM von Salmoniden auf Cypriniden grundsätzlich sinnvoll ist; in der empfohlenen Dosierung wurden sie gut vertragen und waren gegen Karpfenläuse ausreichend wirksam. Diese Arbeit stellt einen ersten Schritt zur Entwicklung einer effektiven, praktikablen, sicheren und umweltverträglichen Karpfenlausbekämpfung dar. Es sollten in der Folge daher befallene Fischbestände in eine Langzeituntersuchung eingebunden werden, um die Praktikabilität der einzelnen Methoden und die zeitbezogene Wirksamkeit unter teichwirtschaftlichen Verhältnissen zu prüfen. Insbesondere ist der Einfluss von Chitinsynthesehemmern (Teflubenzuron) auf die nachfolgenden Generationen von *A. foliaceus* noch nicht ausreichend untersucht. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse und der anderer Autoren ist des Weiteren abzuklären, inwieweit mit der Kombination verschiedener Behandlungsmethoden und Medikamente eine höhere Wirksamkeit erzielt werden kann.

Die Badewasserentsorgung ist in dem österreichischen Recht nicht eindeutig definiert. Da aus der Literatur bekannt ist, dass Deltamethrin im Wasser nach einer Woche nur mehr zu 10% vorhanden (ERSTFELD, 1999) und somit in therapeutischen Dosierungen nicht mehr nachweisbar ist, wird empfohlen, das mit dem Medikament versetzte Badewasser erst nach einer Woche zu entsorgen. Ebenso ist mit H₂O₂-versetztem Wasser zu verfahren, da H₂O₂ unter Licht- und Wärmeeinwirkung in Gegenwart geringfügiger Verunreinigungen (z.B. von Staub) zu Wasser und Sauerstoff zerfällt.

Literaturverzeichnis

- ANONYMOUS (1995): EXTTOXNET (1995): Deltamethrin - Pesticide Information Profiles. In: <http://ace.orst.edu/info/exttoxnet/pips/deltamet.htm>, Accessed: 11.01.2008.
- ANONYMOUS (1999): SEPA, Scottish environment protection agency, Calicide (Teflubenzuron) – Authorisation for use as an infeed sea lice treatment in marine cage salmon farms. Fish farming advisory group, Policy No 29. In: www.sepa.org.uk/pdf/policies/29.pdf, Accessed: 03.08.2007.
- ANONYMOUS (2003): SLICE[®], Guidance Notes for the use of SLICE[®] in aquaculture – Technical Report. Schering-Plough Animal Health Corporation. In: www.spaquaculture.com/assets/FINALgdnce.pdf, Accessed 03.08.2007.
- ANONYMOUS (2008): Veterinary Medicines - Maximum Residue Limits (MRL). In: www.emea.europa.eu/htms/vet/mrls/a.htm; Accessed 03.02.2008.
- BAIRD, D., TELFER, T., JENKINS, R. (1997): Ecotoxicity Expert Report on Calicide. Final Report to Nutreco ARC. In: ANON (1999): SEPA, Scottish environment protection agency, Calicide (Teflubenzuron) – Authorisation for use as an infeed sea lice treatment in marine cage salmon farms. Fish farming advisory group, Policy No 29. In: www.sepa.org.uk/pdf/policies/29.pdf, Accessed: 03.08.2007.
- BOHL, M. (1999): Zucht und Produktion von Süßwasserfischen. Verlags-Union Agrar, Frankfurt, Deutschland.
- BRANSON, E., RØNSBERG, S., RITCHIE, G. (2000): Efficacy of teflubenzuron (Calicide[®]) for the treatment of sea lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer 1838), infestations of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture Res.* **31**, 861-867.
- CAMPBELL, W., BENZ, G. (1984): Ivermectin: a review of efficacy and safety. *J. Vet. Pharmacol. Therap.* **7**, 1-16.
- CHUKWUDEBE, A., ATKINS, R., WISLOCKI, P. (1997): Metabolic fate of emamectin benzoate in soil. *J. Agric. Food Chem.* **45**, 4137-4146.
- ERSTFELD, K. (1999): Environmental fate of synthetic pyrethroids during spray drift and field runoff treatments in aquatic microcosms. *Chemosphere* **39**(10), 1737-1769.
- GRANT, A. (2002): Medicines for sea lice. *Pest Man. Sci.* **58**, 521-527.
- GRIMNES, A., JAKOBSEN, P. (1996): The physiological effects of salmon lice on post-smolt of Atlantic salmon. *J. Fish Biol.* **48**, 1179-1194.
- HALLEY, B., NESSEL, R., LU, A. (1989): Environmental aspects of ivermectin usage in livestock: General considerations. In: *Ivermectin and Abamectin.* (Ed. W.C. Campbell). Springer Verlag, New York, USA, 162-172.

- HAUG, G., HOFFMAN, H. (1990). Chemistry of Plant Protection 4: Synthetic Pyrethroid Insecticides: Structures and Properties. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York.
- HILL, I. (1985): Effects on non-target organisms in terrestrial and aquatic environments. In LEAHEY J., The pyrethroid insecticides. Taylor & Francis, London, UK, 151-262.
- HODNELAND, K., NYLUND, A., NIELSEN, F., MIDTTUN, B. (1993): The effect of Nuvan, azamethiphos and hydrogen peroxide on salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*). Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. **13**, 203-206.
- JACKSON, D., MINCHIN, D. (1992): Aspects of the reproductive output of two caligid copepod species on cultivated salmon. Invertebr. Reprod. Dev. **22**, 87-90.
- JENKINS, W. (1995): Ecotoxicity – Expert report on Ektobann[®]. Pharmaco LSR Ltd. In: ANON (1999): SEPA, Scottish environment protection agency, Calicide (Teflubenzuron) – Authorisation for use as an infeed sea lice treatment in marine cage salmon farms. Fish farming advisory group, Policy No 29. In: www.sepa.org.uk/pdf/policies/29.pdf, Accessed: 03.08.2007.
- KIEMER, M., KENNETH, B. (1996): The effects of hydrogen peroxide on the gill tissues of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Aquaculture **153**, 181-189.
- MARTINSEN, B. (2002): Alpha Max[®] – User and consumer safety documentation. Alharma. In: http://www.alpharmafish.com/Therapi/ALPHA_MAX.html, Accessed 05.08.2002.
- MENEZES, J., RAMOS, M., PEREIRA, T., DA SILVA, A. (1990): Rainbow trout culture failure in a small lake as a result of massive parasitosis related to careless fish introductions. Aquaculture **89**, 123-126.
- NORTHCOTT, S., LYNDON, A., CAMPBELL, A. (1997): An outbreak of freshwater fish lice, (*Argulus foliaceus* L.) seriously affecting a Scottish stillwater fishery. Fisheries Management and Ecology **4**, 73-75.
- RITCHIE, G., BAARDSEN, G. (1997): Digestibility of teflubenzuron in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Repeated study – Final Report ARC 0187-97. In: ANON (1999): SEPA, Scottish environment protection agency, Calicide (Teflubenzuron) – Authorisation for use as an infeed sea lice treatment in marine cage salmon farms. Fish farming advisory group, Policy No 29. In: <http://www.sepa.org.uk/pdf/policies/29.pdf>, Accessed: 03.08.2007.
- RITCHIE, G., RONSBERG, S., HOFF, K., BRANSON, E. (2002): Clinical efficacy of teflubenzuron (Calicide[®]) for the treatment of *Lepeophtheirus salmonis* infestations of farmed Atlantic salmon *Salmo salar* at low water temperatures. Diseases of Aquatic Organisms **51**, 101-106.

- ROY, W., SUTHERLAND, I., RODGER, H., VARMA, K. (2000): Tolerance of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss* (Walbaum), to emamectin benzoate, a new orally administered treatment for sea lice. *Aquaculture* **184**, 19-29.
- SCHOETTGER, R. (1992): Problems of Aquatic Toxicology, Biotesting and Water Quality Management. Proc. USA-Russia Symp. 1992. In: <http://www.cerc.usgs.gov/pubs/center/pdfDocs/90881.pdf>, Accessed 05.08.2007.
- SMITH, T., GLENN, W. (1986): Effects of synthetic pyrethroid insecticides on nontarget organisms. *Residue Rev.* **97**, 93-120.
- STONE, J., SUTHERLAND, I., SOMMERVILLE, R., RICHARDS, R., VARMA, K. (2000): Field trials to evaluate the efficacy of emamectin benzoate as an oral treatment of sea lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer) and *Caligus elongates* (Nordman), infestations in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture* **186**, 205-219.
- STONE, J., ROY, W., SUTHERLAND, I., FERGUSON, H., SOMMERVILLE, C., ENDRIS, R. (2002): Safety and efficacy of emamectin benzoate administered in-feed to Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolts in freshwater, as a preventative treatment against infestations of sea lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer). *Aquaculture* **210**, 21-34.
- THOMASSEN, J. (1993): Hydrogen peroxide as a delousing agent for Atlantic salmon. Boxhall G.A., Defaye, D.: Pathogens of Wild and Farmed Fish: sea lice, Ellis Horwood Ltd, UK, 290-295.
- TOS-LUTY, S., HARATYM-MAJ, A., LATUSZYNSKA, J., OBUCHOWSKA-PRZEBIROWSKA, D., TOKARSKA-RODAK, M. (2001): Oral toxicity of deltamethrin and fenvalerate in Swiss mice. *Ann. Agric. Env. Med.* **8**, 245-254.
- TREASURER, J., GRANT, A. (1997): The efficacy of hydrogen peroxide for the treatment of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L. infested with sea lice (Copepoda: Caligidae). *Aquaculture* **148**, 265-275.
- TURNER, M., SCHAEFFER, J. (1989): Mode of action of ivermectin. In: Ivermectin and Abamectin Ed. W.C. Campbell. Springer Verlag, New York, USA, 73-88.
- WISLOCKI, P., GROSSO, L., DYBAS, R. (1989): Environmental aspects of abamectin use in crop protection. In: Ivermectin and Abamectin Ed. W.C. Campbell. Springer Verlag, New York, USA, 182-200.
- ZERBA, E. (1988): Insecticidal activity of pyrethroids on insects of medical importance. *Parasitol. Today* **4**, 8-9.

Rechtsnormen:

- 2002 Bundesgesetz über die Anwendung von Arzneimitteln bei Lebensmittel liefernden Tieren (Tierarzneimittelkontrollgesetz – TAKG). BGBl. I Nr. 36 vom 11.01.2008.

Anschriften der Autoren:

Mag. E. BRAUN MSc, Dr. E. LICEK
Klinik für Geflügel, Ziervögel, Reptilien und Fische, Klinisches Department
für Nutztiere und Bestandsbetreuung, Veterinärmedizinische Universität
Wien, Veterinärplatz 1, A -1210 Wien

Dr. A. TICHY
Institut für Medizinische Physik und Biostatistik, Department für
Naturwissenschaften, Veterinärmedizinische Universität Wien,
Veterinärplatz 1, A -1210 Wien

Univ. Prof. Dr. A. JOACHIM
Institut für Parasitologie und Zoologie, Department für Pathobiologie,
Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A -1210 Wien

Dr. O. HOCHWARTNER
Fachtierarzt für Fische
Schwarzenhaidestr. 41, 1230 Wien

***Korrespondenz:**

Dr. phil. Elisabeth Licek
Klinik für Geflügel, Ziervögel, Reptilien und Fische, Veterinärmedizinische
Universität Wien, Veterinärplatz 1, A -1210 Wien
Tel.: 01/25077 -4700, FAX: -5192, e-mail: Elisabeth.Licek@vu-wien.ac.at

Tabelle 1: Die eingesetzten Wirkstoffe, Art der Anwendung sowie Dosierungsschemata der verwendeten Medikamente.

Wirkstoff (Behandlungsdauer)	Produktname (Hersteller)	Behandlungsart	Empfohlene Konz.**	Verträglichkeit/ Versuchsgruppe (VG)				Wirksamkeit	
				VG1	VG2	VG3	VG4	VG5	VG6
Emamectinbenzoat (7 Tage, 2 x tgl.)	Slice® (Schering-Plough Animal Health, USA)	Futterapplikation 1%ige Fütterung*	5 mg/kg Futter	1-fach (5 mg)	5-fach (25 mg)	10-fach (50 mg)	25-fach (125 mg)	0,5-fach (2,5 mg)	1-fach (5 mg)
Teflubenzuron (7 Tage, 2 x tgl.)	Ektobann® (Nutreco, Holland)	Futterapplikation 1%ige Fütterung*	1 g/kg Futter	1-fach (1 g)	5-fach (5 g)	10-fach (10 g)	25-fach (25 g)	0,5-fach (0,5 g)	1-fach (1 g)
Deltamethrin (Badedauer 30 min)	Alpha Max® (Pharmaq, Norwegen)	Badebehandlung	0,2 mg/Liter	1-fach (0,2 mg)	5-fach (1 mg)	10-fach (2 mg)	25-fach (5 mg)	0,5-fach (0,2 mg)	1-fach (0,2 mg)
H₂O₂ (Badedauer 20 min)	30% Lösung (Herba ACM, Österreich)	Badebehandlung	1500 ml/m ³	1-fach (1500 ml/m ³)	3-fach (4500 ml/m ³)	5-fach (7500 ml/m ³)	7-fach (10500 ml/m ³)	0,5-fach (750 ml/m ³)	1-fach (1500 ml/m ³)

* 1%ige Fütterung: Futtermenge entspricht 1% der Lebendmasse der zu behandelnden Fische pro Tag

** empfohlen für Atlantischen Lachs, Regenbogenforelle

Tabelle 2: Befallsstärke *A. foliaceus* in der Wirksamkeitsstudie (Mittelwerte jeder Gruppe).

Wirkstoff	einfache Konzentration			halbe Konzentration			Kontrollgruppe		
	Tag 1	Tag 14	Tag 21	Tag 1	Tag 14	Tag 21	Tag 1	Tag 14	Tag 21
Teflubenzuron ¹	4	0,55	0,25	4	0,5	*	4	2,45	1,55
Emamectin ¹	4	0,3	0,15	4	0,6	0,25	4	1,45	1,05
	Tag 1	Tag 8	Tag 15	Tag 1	Tag 8	Tag 15	Tag 1	Tag 8	Tag 15
Deltamethrin ²	4	0	0	4	0	0	4	2,55	2,45
Wasserstoffperoxid ²	4	0	0	4	0	0	4	2,7	2,1

¹ Futterbehandlung, ² Badebehandlung, * Gruppe vorzeitig aufgelöst; 4=hochgradig, 3=mittelgradig, 2=geringgradig, 1=vereinzelt, 0= keine

Tabelle 3: Vergleich der Wirksamkeit zwischen den Behandlungsgruppen.
 K = Kontrollgruppe; T = Teflubenzuron; E = Emamectinbenzoat; D = Deltamethrin; W = Wasserstoffperoxid; 0,5 / 1: Dosierung

Parasiten zweite Zählung												
Parasiten zweite Zählung	T1	T1										
	T0,5	p=0,789	T0,5									
	KT			KT								
	E1	p=0,272	p=0,420		E1							
	E0,5	p=0,795	p=0,599		p=0,167	E0,5						
	KE			p=1,0			KE					
	D1							D1				
	D0,5							p=1,0	D0,5			
	KD			p=1,0				p=1,0		KD		
	W1							p=1,0	p=1,0		W1	
	W0,5							p=1,0	p=1,0		p=1,0	W0,5
	KW			p=1,0				p=1,0		p=1,0		

Nicht signifikant (p>0,05) =

Signifikant (p<0,001) =