Mitteilungen der Landesforschungsanstalt
für Landwirtschaft und Fischerei

58

Beiträge zum Aalmanagement

Mecklenburg
Vorpommern

Landesforschungsanstalt
für Landwirtschaft und Fischerei

IMPRESSUM

Herausgeber
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
Dorfplatz 1/OT Gülzow • 18276 Gülzow-Prüzen
Telefon: 03843/789-0
Fax: 03843/789-111
poststelle@lfa.mvnet.de
www.lfamv.de

Redaktionskollegium
Dr. P. Sanftleben, Dr. K.-U. Katroschan, Dr. H. Heilmann, C. Kühn
Die Verantwortung für die Beiträge liegt bei den Autoren.

Redaktionelle Betreuung
Dr. Malte Dorow

Titelfoto
Fischer M. Bork (Seenfischerei Obere Havel) beim Aalbesatz. © Dr. M. Dorow, LFA

Gestaltung/Realisierung
www.tangram.de, Rostock

Druck
Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern,
Druckerei der Landesregierung, Schwerin

ISSN 1618-7938

Gülzow, Februar 2017

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Die Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei sind auch über die Internetseite **www.lfamv.de** erhältlich.

Auswirkungen des Fangens-und-Zurücksetzens von Aalen in der Angelfischerei – Vorstellung verschiedener Versuchsansätze

Effects of catch-and-release on European eel in recreational fisheries – An overview of different study approaches

Marc Simon Weltersbach[1], Dr. Harry V. Strehlow[1], Thomas Klefoth[2], Dr. Keno Ferter[3], Dr. Malte Dorow

Abstract: *In 2007, European eel regulation was implemented forcing EU member states to develop eel management plans to increase silver eel escapement. Several possible measures were listed in this regulation including the reduction of the fisheries-induced mortality. As a result, several countries introduced stricter eel angling regulations which increased the likelihood of regulatory catch-and-release (C&R) in the recreational eel fishery. Using different methodological approaches, we studied potential effects of C&R on eels. Based on a radiography study, we investigated the hook shedding mechanism and the associated post-release fate of deep-hooked, line cuted eels. Additionally, a 1-year diary study was conducted with eel anglers providing information on over 380 specific eel angling trips. Eel anglers documented eel angling effort, harvest and release rates including hook types used. Furthermore, a third ongoing C&R mortality study is introduced using pre-tagged eels in a semi-natural environment to (i) estimate post-release mortality rates for different treatments, (ii) examine factors affecting mortality and (iii) investigate sublethal effects of C&R on eel. The studies show that there is a need to combine different study approaches and corresponding results to design best practice guidelines for anglers reducing potentially negative impacts of releasing eels and thereby promoting eel conservation in recreational eel fisheries.*

Einleitung

Der Bestand des Europäischen Aals *(Anguilla anguilla)* ist seit mehr als 30 Jahren rückläufig (ICES, 2016). Für den dramatischen Rückgang kann keine einzelne Ursache benannt werden. Vielmehr verursacht das Zusammenspiel vielfältiger Einflüsse die negative Bestandsentwicklung (FEUNTEUN, 2002). Als negative Einflüsse während der kontinentalen Lebensphase wurden bisher Überfischung, Umweltverschmutzung, Parasitenbefall und Habitatverluste oder Wasserkraftnutzung identifiziert (FEUNTEUN, 2002; DEKKER, 2008; ICES, 2016). Zusätzlich scheint der Klimawandel Auswirkungen auf die Reproduktion und die Verdriftung der Aallarven zu haben (KNIGHTS, 2003; MILLER et al., 2016).

Der Internationale Rat für Meeresforschung (ICES) beurteilte den Zustand des europäischen Aalbestands als außerhalb sicherer biologischer Grenzen (ICES, 2005), d. h. eine sichere natürliche Rekrutierung und damit eine nachhaltige, wirtschaftliche Nutzung ist nicht mehr gewährleistet. Vor diesem Hintergrund wurde im Jahr 2007 die Europäische Aalverordnung (EC, 2007) verabschiedet, die von den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union die Erstellung von Managementplänen fordert. Durch die zu erstellenden Managementpläne soll abgesichert werden, dass mindestens 40 % der ursprünglichen Blankaalmenge (in Bezug auf einen unbeeinflussten Aalbestand) ins Meer abwandern kann.

Um geeignete Managementmaßnahmen für die Erholung des europäischen Aalbestandes zu entwickeln, bedarf es genauer Informationen über die wirkenden Mortalitätsfaktoren einschließlich der fischereilichen Sterblichkeit des Aals (ICES, 2016). Bei der Betrachtung der fischereilichen Entnahme ist neben der berufsfischereilichen

1 Thünen-Institut für Ostseefischerei, Rostock

2 Anglerverband Niedersachsen e. V., Hannover

3 Institute of Marine Research, Bergen, Norwegen

Nutzung ebenso die durch die Angelfischerei bedingte Aalentnahme in den einzelnen Managementeinheiten zu berücksichtigen (ARLINGHAUS, 2004; PAWSON et. al., 2007; DOROW und ARLINGHAUS, 2009, 2011). Eine verlässliche Schätzung der angelfischereilichen Aalentnahme in Europa existiert bisher nicht, jedoch belegen einzelne Studien, dass die Angelfischerei einen erheblichen Teil zur fischereilichen Sterblichkeit von Aalen im Binnen- und Küstenbereich beiträgt (DOROW und ARLINGHAUS, 2009, 2011; VAN DER HAMMEN et al., 2015; ICES, 2016).

Die Umsetzung der Europäischen Aalverordnung (EC, 2007) hatte in vielen europäischen Mitgliedsstaaten eine stärkere Regulierung der Angelfischerei zur Folge. In Großbritannien, Irland, Schweden, Norwegen und den Niederlanden wurde bspw. ein totales Entnahmeverbot für Aal eingeführt (FERTER et al., 2013), sodass jeder mit der Angel gefangene Aal zurückgesetzt werden muss. In Deutschland wurde im Rahmen der Aalmanagementpläne in vielen Bundesländern das Mindestmaß angehoben. Je nach Bundesland liegt das geltende Mindestmaß zwischen 35 und 50 Zentimetern. Bisher existieren jedoch kaum Studien, die den Anteil der in der Angelfischerei zurückgesetzten Aale quantifiziert haben (ICES, 2016). Die Einführung von Aalentnahmeverboten und die Erhöhung der Mindestmaße sind vermutlich mit einer Erhöhung der Rückwurfraten in der Angelfischerei verbunden. Insofern ist davon auszugehen, dass in Europa ein bedeutender Anteil der geangelten Aale nach dem Fang wieder zurückgesetzt wird (FERTER et al., 2013). Dies trifft insbesondere auf Länder zu, in denen ein generelles Entnahmeverbot besteht. Entsprechend besteht sowohl seitens des Aalmanagements als auch seitens der Anglerschaft ein hohes Interesse hinsichtlich der Überlebenschancen von geangelten und zurückgesetzten Aalen.

Innerhalb der vorhandenen wissenschaftlichen Literatur finden sich allerdings weder Informationen über die Überlebensraten zurückgesetzter Aale bzw. aalartiger Fische (Anguilliformes) noch über die Faktoren, die das Überleben zurückgesetzter Aale positiv oder negativ beeinflussen. Somit bestehen substantielle Wissensdefizite bezüglich der potenziellen letalen und nicht letalen Effekte des Fangens-und-Zurücksetzens von Aalen und es kann keine Aussage darüber getroffen werden, welche Wirkungen die Einführung bestimmter Maßnahmen (z. B. die Erhöhung des Mindestmaßes) für den Aalbestand haben. In Hinblick auf andere Fischarten zeigt sich, dass die Sterblichkeit nach dem Zurücksetzen sehr variabel ist und von einer Vielzahl abiotischer und biotischer Faktoren (z. B. Fischart, Handling, Angelmethode, Wassertemperatur etc.) abhängt (MUONEKE und CHILDRESS, 1994, BARTHOLOMEW und BOHNSACK, 2005, ARLINGHAUS et al., 2007; COOKE und WILDE, 2007; HÜHN und ARLINGHAUS, 2011).

Um die Effekte des Fangens-und-Zurücksetzens auf den Aal zu untersuchen und die These zu überprüfen, dass zurückgesetzte Aale, bei denen der Haken abgeschnitten wurde, über eine hohe Überlebensrate durch das Ausstoßen des Hakens verfügen, wurden innerhalb der letzten Jahre unterschiedliche Studien in Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Norwegen durchgeführt. Basierend auf diesen Studien wurden die letalen und nicht letalen Auswirkungen des Fangens-und-Zurücksetzens auf Aale untersucht. Darauf aufbauend sollen praxisrelevante Managementempfehlungen zur Reduzierung der mit dem Fangen-und-Zurücksetzen verbundenen Sterblichkeit abgeleitet werden.

Material und Methoden

Im Rahmen einer Angeltagebuchstudie mit freiwilligen Aalanglern wurde das Anglerverhalten beim Aalangeln in Niedersachsen untersucht (Tab. 1), wobei insbesondere die Auswirkungen des Hakentyps bzw. der Hakengröße auf den (1) Einheitsfang, (2) die Längenverteilung der gefangenen Aale und (3) die Hakposition und Haktiefe von Interesse waren. Eine gesonderte Röntgenstudie wurde für (4) die Ermittlung der Hakenausstoßungsraten bei tief gehakten Aalen für verschiedene Hakentypen, (5) die Untersuchung des Hakenausstoßmechanismus sowie (6) der letalen und nicht letalen Schadwirkung von tief geschluckten Haken, die im Aal verbleiben, durchgeführt (Abb. 1). Basierend auf den experimentellen Ergebnissen sollen (7) Empfehlungen zur Verringerung der Mortalität entwickelt werden, um eine nachhaltige Angelfischerei auf Aal zu fördern und ein verbessertes Management des europäischen Aalbestandes zu ermöglichen (Tab. 1).

Tab. 1: Untersuchungsaspekte der beiden Teilstudien zur Bewertung der Auswirkungen des Fangens-und-Zurücksetzens von Aalen, darauf aufbauend sollen Empfehlungen zur Verringerung der letalen und nicht letalen Effekte beim Zurücksetzen von Aalen abgeleitet werden

Angeltagebuchstudie	Röntgenstudie
(1) Einheitsfang beim Aalangeln für verschiedene Hakentypen und -größen	(4) Ermittlung der Hakenausstoßungsraten bei tief gehakten Aalen für verschiedene Hakentypen
(2) Längenverteilungen unter realen Angelbedingungen bei verschiedenen Hakentypen und -größen	(5) Untersuchung des Hakenausstoßungsmechanismus
(3) Hakenposition und Hakentiefe bei verschiedenen Hakentypen und -größen	(6) Untersuchung der letalen und nicht letalen Schadenwirkung von tief geschluckten Haken
(7) Entwicklung von Empfehlungen zur Verringerung der letalen und nicht letalen Auswirkungen des Fangens-und-Zurücksetzens von Aalen.	

Angeltagebuchstudie

Zur Ermittlung von realistischen Einheitsfängen, Entnahmeraten, Fanggrößen und Haktiefen in Abhängigkeit des Hakentyps und der Hakenform wurde eine Angeltagebuchstudie mit freiwilligen Anglern in Niedersachsen durchgeführt. Da die Akzeptanz zur freiwilligen Verwendung besonders schonender Angeltechniken und -materialien maßgeblich von den zu erwartenden Fangaussichten abhängt, diente dieser Teil der Studie insbesondere dazu, praxisnahe Empfehlungen für die Verringerung der Fänge von untermaßigen Aalen und das schonende Zurücksetzen zu identifizieren.

Insgesamt wurden 183 Aalangler zwischen Juni und August 2015 über den Anglerverband Niedersachsen e.V. (AVN e.V.) rekrutiert. Teilnahmebereite Angler erhielten sowohl ein Angelzubehörpaket als auch ein Angeltagebuch. Das Zubehörpaket beinhaltete jeweils 25 Einzelhaken (Abb. 1) der Größen 1 und 6 (Gamakatsu®, Japan, Modell LS-3113R), 10 Kreishaken der Größe 6 (Gamakatsu®, Japan, Modell Octopus Circle) sowie 150 m Vorfachschnur (Balzer®, Deutschland, Platinum Royal, Durchmesser 0,30 mm, Tragkraft 9,1 kg). Die Kreishaken, welche in Deutschland bisher nur selten beim Aalangeln Verwendung finden, wurden zur Angeltagebuchstudie hinzugefügt, weil sie bei einigen Fischarten nachweislich zu verringerten Haktiefen und zu höheren Überlebensraten führen (COOKE und SUSKI, 2004; COOKE et al., 2012), jedoch ihre Wirkung und Fängigkeit beim Aalangeln bisher gänzlich unbekannt ist.

Zusammen mit dem Angelzubehör erhielten alle Testangler einen Brief mit Erläuterungen zum Sinn und Zweck des Vorhabens sowie das Angeltagebuch, welches detaillierte Hinweise zum korrekten Ausfüllen der festzuhaltenden Daten beinhaltete. Die Angler wurden gebeten, mit allen drei Hakentypen (Größe 1 und 6 sowie Kreishaken) gleichzeitig an drei verschiedenen Angelruten zu fischen. Die Köderwahl wurde nicht vorgegeben. Während des Aalangelns sollte jeder Testangler folgende Informationen notieren: Gewässername, Uhrzeit bei Angelbeginn, Uhrzeit bei Angelende, Angelzeit je Hakentyp, Köder, Fang (ja/nein), Länge der gefangenen Aale, Gewicht der gefangenen Aale sowie die Haktiefe (flach oder tief gehakt). Für jeden gefangenen Aal sollte zudem angegeben werden, ob dieser entnommen wurde. Im Fall des Zurücksetzens eines gefangenen Aals sollte festgehalten werden, ob der Fisch vom Haken gelöst werden konnte oder die Vorfachschnur abgeschnitten wurde. Am Ende jedes Angeltages wurden die Testangler zudem aufgefordert, Schulnoten für ihre Zufriedenheit mit den verschiedenen Hakentypen zu vergeben (1 = sehr gut, 6 = unbefriedigend).

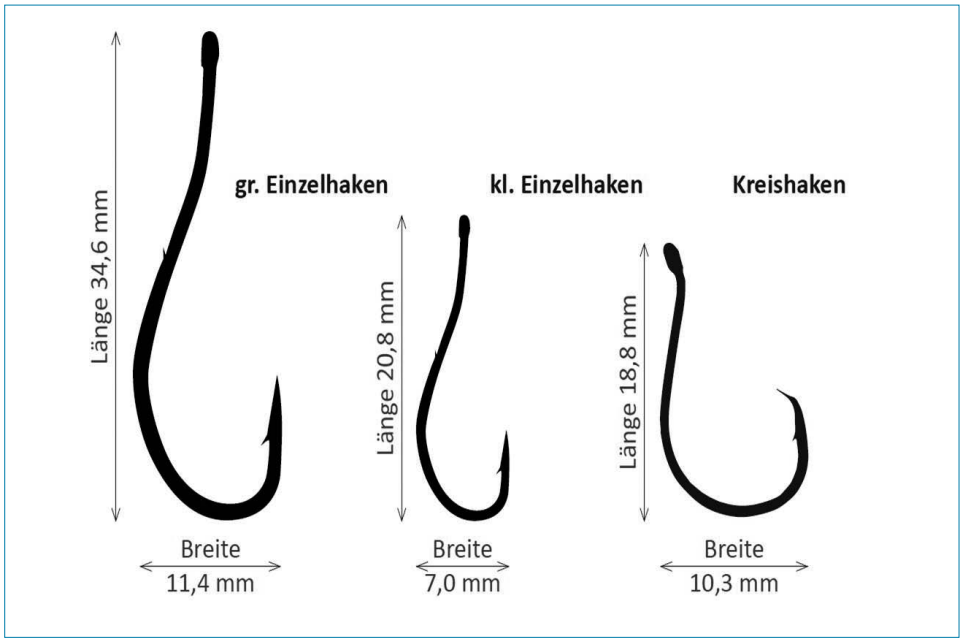

Abb. 1: Darstellung der drei Hakentypen, die durch die Teilnehmer der Angelbuchstudie zum Aalangeln genutzt wurden

Am Ende der Aalangelsaison im Oktober 2015 wurden alle teilnehmenden Angler gebeten, ihre Fangtagebücher wieder abzugeben. Bei Nichtabgabe wurden die teilnehmenden Vereine bzw. individuellen Angler mindestens zweimalig an die Rückgabe erinnert. Zudem wurde im Newsletter und auf der Internetseite des AVN e.V. auf die Rückgabe der Tagebücher aufmerksam gemacht.

Röntgenstudie

Ausgangspunkt dieser Studie waren Hinweise aus der Angelpraxis und Experimente an Sonnenbarschen *Lepomis macrochirus* (FOBERT et al., 2009; ROBERT et al., 2012), dass es für tief gehakte Aale, die zurückgesetzt werden müssen, von Vorteil ist, wenn die Schnur abgeschnitten und der Aal samt Haken zurückgesetzt wird. Die Hypothese aus der anglerischen Praxis besagt dabei, dass eine erhöhte Sterblichkeit nicht zu erwarten ist, da sich die Haken entweder durch Korrosion auflösen oder durch den Aal ausgestoßen werden können. Für die Untersuchung der Hakenausstoßungsraten, des Ausstoßmechanismus und der Effekte des Verbleibens des Hakens im Aal wurde ein Röntgenexperiment unter künstlichen Hälterungsbedingungen durchgeführt (Abb. 2).

Für die Durchführung des Experiments wurden im Mai 2014 Aale mit typischen Aalangelgeräten und -methoden (Posen- und Grundangeln am Gewässergrund mit Naturködern) mit zwei verschiedenen Hakengrößen (Hakengröße 2 und 6) desselben Hakenmodels (Gamakatsu®, Japan, Modell LS-3113R) in einem norwegischen See geangelt. Um den möglichen Effekt des Widerhakens auf die Hakenausstoßung zu untersuchen, wurde bei einigen Haken der Widerhaken angedrückt. Während des Beißvorgangs wurde darauf geachtet, dass jeder Aal genug Zeit hatte, die mit Regenwürmern bestückten Haken zu schlucken. Nach der Landung wurde bei allen tief gehakten Aalen (Aale, die unterhalb der Maulhöhle gehakt waren) der Haken im Aal belassen und die Vorfachschnur möglichst knapp vor dem Maul abgeschnitten. Anschließend wurden die Aale einzeln in individuell nummerierten, verschließbaren 10 l Eimern gehältert, wobei eine Kontrolle der Wassertemperatur und des Sauerstoffgehaltes stattfand und das Wasser regelmäßig ausgetauscht wurde.

Am Ende jeder Angelperiode wurden die Aale zu einer Forschungsstation des „Institute of Marine Research“ in Matre (Norwegen) transportiert. Dort wurden sie für eine genaue Vermessung und Wiegung sowie individuelle Markierung mit einem PIT-Tag mit einer 2-Phenoxyethanol-Lösung (1,5 ml/l) betäubt. Anschließend wurde jeder Aal geröntgt, um die Position des Hakens zu ermitteln. Nach einer kontrollierten Aufwachphase wurden die Aale in einem Hälterungsbecken (110 × 110 × 65 cm) mit kontinuierlichem Frischwasserzufluss (90 L/h) aus einem

nahen Fluss für insgesamt 163 Tage beobachtet. Während dieser Zeit wurden die Aale regelmäßig hinsichtlich ihres Gesundheitszustandes kontrolliert und gefüttert sowie das Hälterungsbecken regelmäßig gesäubert. Weiterhin wurden ausgeschiedene Haken sowie tote Tiere dokumentiert und entfernt. Um die Hakenposition, mögliche Bewegungen des Hakens im Aal, sowie die Hakenkorrosion zu bestimmen, wurde die Röntgenuntersuchung 1, 3, 10, 24, 54, 115 und 163 Tage nach dem Fang wiederholt. Die gewählten Röntgenintervalle sollten die Chance erhöhen, den eigentlichen Hakenausstoßungsprozess zu beobachten, da bereits andere Studien (BROADHURST et al., 2007 und STEIN et al., 2012) gezeigt haben, dass die Hakenausstoßung bei Fischen in den ersten Tagen nach dem Fang stattfindet. Am Ende der Hälterungsperiode wurden alle verbliebenen Aale getötet und eingehend hinsichtlich der durch den Haken verursachten potenziellen inneren Verletzungen untersucht. Eine eingehende Untersuchung erfolgte auch bei Aalen, die während der Hälterung verstorben waren, um potenzielle Todesursachen aufzuklären. Zusätzlich wurden alle Haken aus den Aalen entfernt und zusammen mit den ausgeschiedenen Haken geröntgt, um mögliche Korrosionsprozesse am Haken zu dokumentieren. Eine Berechnung absoluter Mortalitätsraten, die z. B. für das Bestandsmanagement genutzt werden können, erfolgte aufgrund einer fehlenden Kontrollgruppe nicht, sodass die Röntgenstudie primär deskriptiv den Ausstoßungsprozess tiefgeschluckter Haken beim Aalangeln darstellen soll. In einer bereits veröffentlichten englischsprachigen Fachpublikation von WELTERSBACH et al. (2016) sind weitere Informationen zur Röntgenstudie zu finden. Zur Durchführung dieser Arbeiten wurde die notwendige tierschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung eingeholt.

Abb. 2: Schematischer Verlauf der Röntgenstudie, mit der der Verbleib tief geschluckter, unterschiedlich großer Haken beim Aal innerhalb einer Zeitperiode von 163 Tagen untersucht wurde

Überblick zu den bisherigen Ergebnissen

Am Ende der Angeltagebuchstudie lagen von 70 Aalanglern (38 %ige Antwortrate) die Angeltagebücher vor, wobei drei Angler während der Angeltagebuchstudie nicht auf Aal geangelt hatten. Insgesamt wurden 389 Aalangeltrips mit einem Angelaufwand von 4.550 Rutenstunden dokumentiert. Durch die beteiligten Angler wurden 523 Aale gefangen. Die bisherige Auswertung ergab, dass mit den kleinen Einzelhaken (Größe 6) und den Kreishaken im Durchschnitt signifikant kleinere Aale gefangen wurden (mittlere Totallänge 42,4 cm bzw. 44,8 cm)

als mit den großen Einzelhaken (Größe 1; mittlere Totallänge 52,1 cm). Entsprechend war die Rücksetzrate bei der Nutzung kleiner Einzelhaken (61 %) und Kreishaken (50 %) signifikant höher als bei der Nutzung großer Haken (23 %). Weiterhin zeigten die Aufzeichnungen der Aalangler, dass mit kleinen Haken gefangene Aale im Vergleich zu den mit großen Haken oder Kreishaken gefangenen Fischen den Haken signifikant häufiger tief geschluckt hatten. Ohne Berücksichtigung der zurückgesetzten Aale unterschieden sich die Fangraten der entnommenen maßigen Aale (Harvest-per-unit-effort) nicht zwischen den drei verwendeten Hakentypen.

Im Rahmen der Röntgenstudie wurden 32 tief gehakte Aale mit einer Totallänge von 31–50 cm gefangen, bei denen die Vorfachschnur nach dem Fang direkt am Maul abgeschnitten wurde. Nach der 163-tägigen Hälterungsperiode hatten 41,2 % der mit kleinen Haken (Hakengröße 6) gefangenen Aale den Haken ausgestoßen (vgl. Abb. 3). Hingegen wurde bei den Aalen, die mit dem großen Haken gefangen wurden, keine einzige Ausstoßung des Hakens beobachtet. Zwischen den Haken mit Widerhaken und ohne Widerhaken gab es keine signifikanten Unterschiede in den Ausstoßungsraten (WELTERSBACH et al., 2016). Weiterhin zeigte sich, dass die Hakenausstoßungsrate signifikant von der Fischlänge abhing und mit zunehmender Länge zunahm (WELTERSBACH et al., 2016).

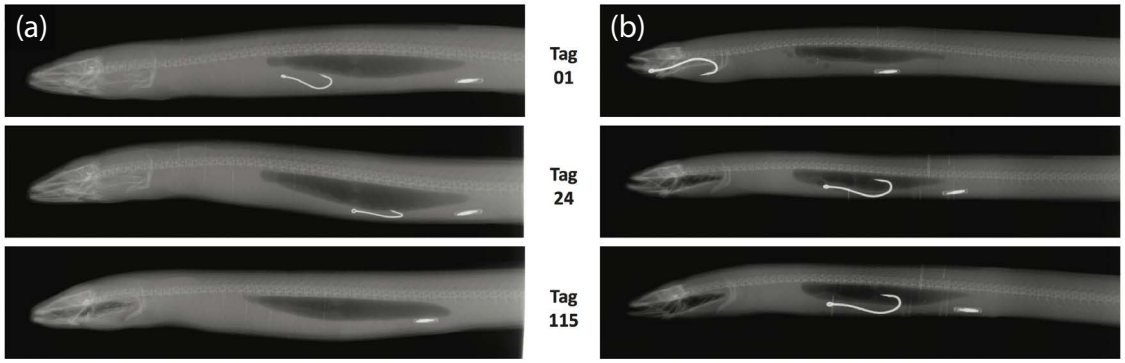

Abb. 3: Laterale Röntgenaufnahmen von zwei Aalen mit tief geschluckten Haken 1, 24 und 115 Tage nach dem Fang. Aal a konnte den Haken zwischen Tag 24 und 115 ausscheiden, wohingegen der Haken in Aal b nur tiefer in den Magen gewandert ist. Auf den Aufnahmen ist zusätzlich der hinter der Schwimmblase liegende, weiß erscheinende PIT-Tag zu erkennen (Abbildungen aus WELTERSBACH et al., 2016 entnommen, lizenziert unter CC-BY 4.0)

Die meisten Haken (71,4 %) wurden innerhalb der ersten 24 Tage der Hälterung ausgestoßen. Trotz der regelmäßigen Röntgenintervalle konnte der eigentliche Ausstoßungsmechanismus nicht direkt beobachtet werden. Ein Aal hatte den Haken innerhalb von zwei Stunden ausgestoßen. Zudem wurde während keiner der Röntgenuntersuchungen ein Haken im Bereich des Darms gefunden. Daher ist davon auszugehen, dass die Haken in den meisten Fällen über den Schlund ausgewürgt wurden. Die vorab vermutete Hakenkorrosion spielte für den Hakenausstoßungsmechanismus nur eine untergeordnete Rolle, da die Korrosionsraten für die verwendeten Haken unter den gegebenen Bedingungen eher gering waren (WELTERSBACH et al., 2016).

Die Sterblichkeitsraten nach der 163-tägigen Hälterungsperiode betrugen in Abhängigkeit der Versuchsgruppen zwischen 27 und 50 %, wobei kein signifikanter Unterschied zwischen den Sterblichkeitsraten für die verschiedenen Hakentypen festgestellt werden konnte. Aufgrund einer fehlenden Kontrollgruppe konnte keine Differenzierung der beobachteten Gesamtsterblichkeit hinsichtlich der angelbedingten Mortalität und anderen haltungsbedingten Sterblichkeitsfaktoren vorgenommen werden.

Die Nekropsie der gestorbenen Aale zeigte, dass die Haken in den meisten Fällen (77 %) den Magen oder Oesophagus durchstochen hatten, wodurch Löcher und Risse unterschiedlicher Größe entstanden (Abb. 4). Durch die Verletzungen kam es in vielen Fällen zu inneren Blutungen und dem Austritt von Magensaft in die Bauchhöhle, was vermutlich durch die daran gebundenen Sekundäreffekte letztlich den Tod der Aale zur Folge hatte (WELTERSBACH et al., 2016).

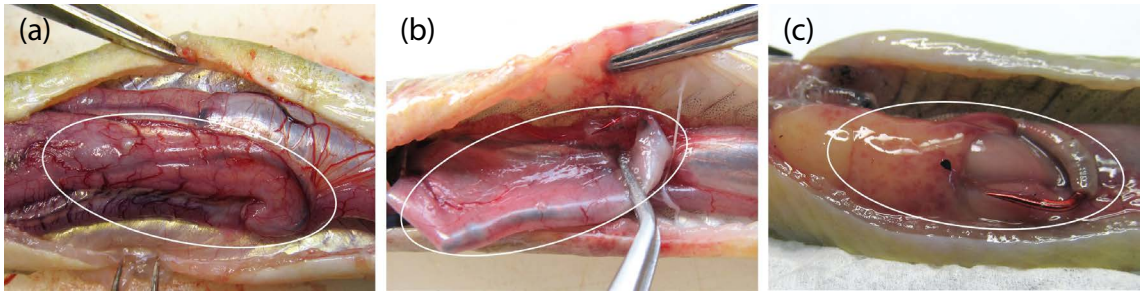

Abb. 4: Hakenpositionen und Hakenverletzungen von drei Aalen aus der Röntgenstudie, die den Haken tief geschluckt hatten. Aal a zeigt eine Entzündung des Magens durch den Haken; bei Aal b und c haben die Haken die Magenwand durchstochen (Abbildungen aus WELTERSBACH et al. (2016) entnommen, lizenziert unter CC-BY 4.0)

Fazit

Mittels des Zusammenschlusses mehrerer Institute und einem überregionalen Anglerverband sowie der Einbeziehung von freiwilligen Anglern konnte eine Kombination von laborgebundenen Arbeiten und praxisnaher Datenerfassung gewährleistet werden. Auf Basis dieser Kooperation wurde abgesichert, dass die Ergebnisse und die daraus abzuleitenden Empfehlungen auf möglichst praxisnahen Bedingungen beruhen.

Die Relevanz der bearbeiteten Fragestellungen wird durch die Ergebnisse der Angeltagebuchstudie bestätigt, mit der das Aalanglerverhalten unter realen Bedingungen dokumentiert wurde. Gemäß der Angeltagebuchstudie bestanden keine signifikanten Unterschiede in den realisierten Fängen von entnahmefähigen Aalen in Abhängigkeit des Hakentyps bzw. der Hakengröße. Die Fanggröße scheint jedoch von der Hakengröße beeinflusst zu sein, wobei im Durchschnitt größere Aale mit größeren Haken gefangen wurden. Die Nutzung von kleinen Haken (Größe 6) führte daher zu einer Rückwurfrate von 61 % der gefangenen Aale. Bei Kreishaken (Größe 6) lag die Rücksetzrate bei rund 50 %, wohingegen die Nutzung von großen Haken (Größe 1) zu einem geringeren Anteil (23 %) an zurückgesetzten Aalen führte. Von einer ähnlich hohen Rücksetzrate wie für den großen Hakentyp berichten DOROW und ARLINGHAUS (2008) basierend auf einer 1-jährigen Angeltagebuchstudie in Mecklenburg-Vorpommern. Mit Blick auf die Ergebnisse der Angeltagebuchstudie zeigt sich also deutlich, dass Angler durch die Wahl der richtigen Hakengröße selektiv auf größere (maßige) Aale angeln können und somit den Fang von untermaßigen Aalen, die zurückgesetzt werden müssen, verringern können.

Mit dem Zurücksetzen untermaßiger Aale ist die Hoffnung verbunden, dass die Aale vom Fangen-und-Zurücksetzen keine letalen Schäden davontragen. Basierend auf den Ergebnissen der Röntgenstudie ist davon auszugehen, dass Aale mit einer Länge von bis zu 50 cm nur in der Lage sind, kleinere tief geschluckte Haken auszustoßen. Ebenso zeigte sich, dass nach 163 Tagen Hälterung nur 41 % der mit kleinen Haken (Größe 6) gefangenen Aale den tief geschluckten Haken ausgestoßen hatten. Mit zunehmender Länge nahm die Ausstoßungswahrscheinlichkeit bei dem kleinen Hakentyp zu. Ein Ausstoßen der größeren verwendeten Haken konnte innerhalb der Röntgenstudie nicht beobachtet werden (WELTERSBACH et al., 2016). Die relativ geringe Hakenausstoßungsrate und die Abhängigkeit von der Hakengröße lassen sich vermutlich mit der relativ geringen Größe des Magens im Verhältnis zum Haken beim Aal erklären. Studien mit anderen Fischarten haben gezeigt, dass Fische den Haken für die Ausstoßung im Magen drehen müssen (MCGRATH et al., 2009, 2011a). Die Drehung größerer Haken ist vermutlich im Aalmagen nicht möglich. Somit konnte gezeigt werden, dass Aale nur im begrenzten Umfang tief geschluckte Haken wieder ausstoßen, was die Vermutung vieler Angler, dass Aale tief geschluckte Haken grundsätzlich ausstoßen können, widerlegt.

Trotzdem könnten sich die Hakenausstoßungsraten bei der Verwendung anderer Hakenformen und -materialien oder z. B. bei Aalen, die im Salz- oder Brackwasser gefangen werden, von den aktuellen Studienergebnissen unterscheiden (MCGRATH et al., 2011b). Außerdem ist die Ausstoßwahrscheinlichkeit bei Aalen, die im Maul gehakt sind, vermutlich deutlich höher, da die Aale mehr Möglichkeiten haben, den Haken mechanisch aus dem Maul zu hebeln.

Weiterhin ist davon auszugehen, dass es bei einem Verbleib des Hakens im Aal zu Beeinträchtigungen bei der Nahrungsaufnahme und Verdauung kommt bzw. der Haken zu inneren Verletzungen oder Infektionen führen kann (vgl. Abb. 4; BORUCINSKA et al., 2002; BROADHURST et al., 2007; MARGENAU, 2007; MCGRATH et al., 2011a, 2014). Falls der Haken im Aal verbleibt, kann zudem eine zusätzliche Mortalität über den Beobachtungszeitraum von 163 Tagen hinaus nicht ausgeschlossen werden. Ferner liegt die Vermutung nahe, dass der Grad der Beeinträchtigung mit der Größe des Hakens in Relation zur Fischlänge ansteigt (ROBERT et al., 2012). Die in der Röntgenstudie ermittelten Sterblichkeitsraten können allerdings nicht als absolute Sterblichkeitsraten für das Bestandsmanagement genutzt werden, da aufgrund der fehlenden Kontrollgruppe der Effekt der Hälterung und der regelmäßigen Röntgenuntersuchungen auf die Sterblichkeit nicht quantifiziert werden konnte.

Gesetzlich besteht die Verpflichtung, untermaßige Aale zurücksetzen. Ausgehend von den bisherigen Ergebnissen kann mit der Wahl geeigneter Angelmethoden und -geräte der Fang von untermaßigen Aalen reduziert werden, um generell die aufgezeigten Effekte des Fangens-und-Zurücksetzens auf untermaßige Aale einzuschränken. Beispielsweise kann über die Nutzung möglichst großer Haken (>11 mm Hakenbogenbreite) erreicht werden, dass die Wahrscheinlichkeit des Fangs untermaßiger Aale minimiert wird. Jedoch ist die Wahl der Hakengröße von der jeweiligen Angelsituation abhängig und obliegt weiterhin den Vorlieben und Erfahrungen des einzelnen Aalanglers. Da Aale, die den Haken tief geschluckt haben, geringere Überlebenschancen als im Maul gehakte Aale haben, sollten Angler außerdem den Anhieb nach einem Biss möglichst frühzeitig setzen. Für eine frühzeitige Erkennung eines Bisses sollten geeignete Bissanzeiger verwendet und ein direkter Köderkontakt mittels gespannter Angelschnur gewährleistet sein (SCHILL, 1996, GRIXTI et al., 2007). Ebenso kann durch die Wahl des Köders (Ködergröße und -art) die Fanggröße von Aalen beeinflusst werden (TESCH, 2003). Außerdem sollte eine ausreichend starke Vorfachschnur gewählt werden, um den Abriss von gehakten Aalen zu verhindern.

Ausblick

Bisherige Studien (MUONEKE und CHILDRESS, 1994; BARTHOLOMEW und BOHNSACK 2005; ARLINGHAUS et al., 2007; COOKE und WILDE, 2007; HÜHN und ARLINGHAUS, 2011) zeigen, dass vor allem die Hakposition und das Handling während des Fangen- und Zurücksetzvorgangs Einfluss auf die Überlebensraten geangelter und zurückgesetzter Fische haben. Hohe Überlebensraten bestehen demnach bei Fischen, die im Bereich des Maules gehakt wurden und nur geringe Hakverletzungen zeigen. Bei tief geschluckten, großen Haken wirkt sich zudem der Versuch, den Haken zu lösen, negativ auf die Überlebensrate aus. Vermutlich werden durch den Hakenlösevorgang zusätzliche Verletzungen herbeigeführt, in dessen Folge der Fisch sterben kann (BUTCHER et al., 2007; FOBERT et al., 2009; GRIXTI et al., 2010). Dieser Effekt ist bei größeren Haken höher einzuschätzen.

Inwieweit diese Mechanismen auch beim Fangen-und-Zurücksetzen von Aalen zutreffend sind, wurde innerhalb eines Teichexperiments im Jahr 2015 untersucht (Abb. 5). Zentrale Untersuchungsfragen waren dabei (1) die Ermittlung der Überlebensraten geangelter und zurückgesetzter Aale unter praxisnahen Bedingungen, (2) die Identifizierung von Faktoren, die das Überleben beeinflussen, und (3) die Erfassung nicht letaler Auswirkungen des Fangens-und-Zurücksetzens auf den Aal. Im Gegensatz zur Röntgenstudie wurde für die Absicherung der Belastbarkeit der Ergebnisse ein Versuchsdesign entwickelt, welches eine Trennung der durch das Angeln verursachten Mortalität von anderen versuchsbedingten Faktoren (z. B. der Mortalität bedingt durch das Markieren) sowie der natürlichen Mortalität erlaubt (POLLOCK und PINE, 2007).

Das Angelexperiment wurde in einer Teichanlage in Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt. Insgesamt wurden für den Versuch über 300 Gelbaale mit PIT-Tags vorab individuell markiert, bevor diese nach einer Eingewöhnungsphase gezielt beangelt wurden. Um den Angelvorgang realistisch zu simulieren, wurden typische Aalangelmethoden (Naturköderangeln in Grundnähe mit Posen- oder Grundbleimontagen) und für das Aalangeln typische Angelgeräte verwendet. Als Haken wurde ein häufig genutzter Naturköderhaken in Größe 6 und Größe 1 verwendet. Neben dem Fangzeitpunkt wurden die Dauer der Luftexposition bis zum Zurücksetzen und die Wassertemperatur protokolliert. Für jeden geangelten Aal wurde zusätzlich der Name des Anglers, die Hakengröße, Hakenposition und das Auftreten von Wundblutungen notiert. Bei der Hakenposition wurde zwischen flach gehakten Aalen (Haken saß in der Lippe, im Kiefer oder in der Maulhöhle) und Fischen, die den Haken tief geschluckt hatten (Haken saß in den Kiemen oder dahinter inklusive Oesophagus und Magen), unterschieden. In Hinblick eines möglichen Einflusses des Handlings wurde festgehalten, ob versucht wurde, den Haken zu lösen und wenn ja, ob der Haken gelöst werden konnte oder ob die Schnur (möglichst nahe am Maul) abgeschnitten wurde. Nach der Datenaufnahme wurden die geangelten Aale in einen nicht beangelten Hälterteich gesetzt. Nach einer Zeitspanne von rund 50 Tagen (variiert in Abhängigkeit des Fangzeitpunkts des Aals) wurden die Aale abgefischt und eingehend untersucht. Aufbauend auf diesen Daten kann eine differenzierte Betrachtung der an den Teichversuch gebundenen Untersuchungsfragen erfolgen. Eine vollständige Publikation der Ergebnisse des Teichversuchs ist für Mitte 2017 geplant.

Abb. 5: Versuchsablauf des Teichexperiments, bei dem vorab markierte Aale gezielt beangelt wurden

Nur das Zusammenspiel aller drei Studien erlaubt eine belastbare Bewertung der Überlebensraten von geangelten Aalen. Daher kann nur basierend auf den Ergebnissen aller drei Teilstudien (Teichexperiment, Angeltagebuchstudie und Röntgenstudie) abschließend ein umfassendes Bild über die möglichen Effekte des Fangens-und-Zurücksetzens auf die in der Angelfischerei geangelten Aale erstellt werden. Gleichzeitig sind dabei praxisnahe Empfehlungen abzuleiten, die den Einfluss des Fangens-und-Zurücksetzens von Aalen minimieren.

Danksagung

Marc Simon Weltersbach und Harry V. Strehlow wurden durch das EU-Fischereidatenerhebungsprogramm (DCF) ko-finanziert. Keno Ferter und die Röntgenstudie wurden von der Universität Bergen und dem Touristen Angelprojekt („Kartlegging av turistfiske") im Rahmen des Küstenzonen Ökosystem Forschungsprogramms am Institut für Meeresforschung in Bergen (IMR) finanziert. Malte Dorow wurde durch Landesmittel MV und Mittel der Europäischen Union finanziert. Das Angelzubehör für die Tagebuchstudie wurde vom niederländischen „Nachhaltigen Aalfonds" (DUPAN) finanziert. Zuletzt wollen wir uns ganz herzlich bei allen freiwilligen Anglern für ihre Mithilfe bei der Datenerhebung während der Angeltagebuchstudie bedanken.

Literatur

ARLINGHAUS, R. (2004): Angelfischerei in Deutschland – eine soziale und ökonomische Analyse. Berichte des IGB, 160 S.

ARLINGHAUS, R.; COOKE, S. J.; LYMAN, J.; POLICANSKY, D.; SCHWAB, A.; SUSKI, C.; SUTTON, S. G. und THORSTAD, E. B. (2007): Understanding the complexity of catch-and-release in recreational fishing: an integrative synthesis of global knowledge from historical, ethical, social, and biological perspectives. Review in Fisheries Science 15, 75–167

BARTHOLOMEW, A. und BOHNSACK, J. A. (2005): A review of catch-and-release angling mortality with implications for no-take reserves. Reviews in Fish Biology and Fisheries 15, 129–154

BORUCINSKA, J.; KOHLER, N.; NATANSON, L. und SKOMAL, G. (2002): Pathology associated with retained fishing hooks in blue sharks, *Prionace glauca* (L.), with implications for their conservation. Journal of Fish Diseases 25, 515–521

BROADHURST, M. K.; BUTCHER, P. A.; BRAND, C. P. und PORTER, M. (2007): Ingestion and ejection of hooks: effects on long-term health and mortality of angler-caught yellowfin bream *Acanthopagrus australis*. Diseases of Aquatic Organisms 74, 27–36

BUTCHER, P.A.; BROADHURST, M. K.; REYNOLDS, D.; REID, D. D. und GRAY, C.A. (2007): Release method and anatomical hook location: effects on short-term mortality of angler-caught *Acanthopagrus australis* and *Argyrosomus japonicus*. Diseases of Aquatic Organisms 74, 17–26

COOKE, S. J. und SUSKI, C.D. (2004): Are circle hooks an effective tool for conserving marine and freshwater recreational catch-and-release fisheries? Aquatic Conservation 14, 299–326

COOKE, S. J. und WILDE, G. R. (2007): The Fate of fish released by recreational anglers. in Kennelly, S. J. (Ed.): By-Catch Reduction in the World's Fisheries. Springer, The Netherlands, 181–234

COOKE, S. J.; NGUYEN, V. M.; MURCHIE, K. J.; DANYLCHUK, A. J. und SUSKI, C. D. (2012): Scientific and stakeholder perspectives on the use of circle hooks in recreational fisheries. Bulletin of Marine Science, 88, 395-410

DEKKER, W. (2008): Coming to grips with the eel stock slip-sliding away. in: Schechter, M. G. & Leonard, N. J. (Eds.): International Governance of Fisheries Ecosystems: Learning From the Past, Finding Solutions for the Future. American Fishery Society, Bethesda, Maryland, 335–355 pp.

DOROW, M. und ARLINGHAUS, R. (2008): Ermittlung der Aalentnahme durch die Angelfischerei in Binnen- und Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns. Endbericht, 150 pp.

DOROW, M. und ARLINGHAUS, R. (2009): Angelbegeisterung und anglerische Fischerträge in Binnen- und Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns unter besonderer Berücksichtigung des Aals *(Anguilla anguilla)*. Fischerei & Fischmarkt in MV 9, 36–46

DOROW, M. und ARLINGHAUS, R. (2011): A telephone-diary-mail approach to survey recreational fisheries on large geographic scales, with a note on annual landings estimates by anglers in northern Germany. in: Beard, T.D., Arlinghaus, R. & Sutton, S. G. (Eds): The angler in the environment: social, economic, biological and ethical dimensions. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 319–344 pp.

EC (2007). COUNCIL REGULATION (EC) No 1100/2007 of 18 September 2007 establishing measures for the recovery of the stock of European eel. Official Journal of the European Union L 248, 17–23

FEUNTEUN, E. (2002): Management and restoration of European eel population *(Anguilla anguilla)*: an impossible bargain. Ecological Engineering 18, 575–591

FERTER, K.; WELTERSBACH, M.S.; STREHLOW, H.V.; VØLSTAD, J.H.; ALÓS, J.; ARLINGHAUS, R.; ARMSTRONG, M.; DOROW, M.; DE GRAAF, M.; VAN DER HAMMEN, T.; HYDER, K.; LEVREL, H.; PAULRUD, A.; RADTKE, K.; ROCKLIN, D.; SPARREVOHN, C.R.; VEIGA, P. (2013): Unexpectedly high catch-and-release rates in European marine recreational fisheries: implications for science and management. ICES Journal of Marine Science 70, 1.319–1.329

FOBERT, E.; MEINING, P.; COLOTELO, A.; O'CONNOR, C. und COOKE, S.J. (2009): Cut the line or remove the hook? An evaluation of sublethal and lethal endpoints for deeply hooked bluegill. Fisheries Research 99, 38–46

GRIXTI, D.; CONRON, S.D. und Jones, P.L. (2007): The effect of hook/bait size and angling technique on the hooking location and the catch of recreationally caught black bream *Acanthopagrus butcheri*. Fisheries Research 84, 338–344

GRIXTI, D.; CONRON, S.D. und MORISON, A., (2010): Post-release survival of recreationally caught snapper, Pagrus auratus, in Port Phillip Bay, south-eastern Australia. Fisheries Management and Ecology 17, 1–9

HÜHN, D. und ARLINGHAUS, R. (2011): Determinants of hooking mortality in freshwater recreational fisheries: a quantitative meta-analysis. in Beard, T.D., Arlinghaus, R. und Sutton, S.G. (Eds.): The angler in the environment: social, economic, biological and ethical dimensions. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 141–170

ICES (2005): Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels. International Council for the Exploration of the Sea, Galway, Ireland, ICES Document cm 2005/I: 01, 38 pp.

ICES (2016): Report of the Working Group on Eel (WGEEL) – 15 – 22 September 2016, Cordoba, Spain, 104 pp.

KNIGHTS, B. (2003): A review of the possible impacts of long-term oceanic and climate changes and fishing mortality on recruitment of anguillid eels of the Northern Hemisphere. Science of the total Environment 310, 237–244

MARGENAU, T.L. (2007): Effects of angling with a single-hook and live bait on muskellunge survival. Environmental Biology of Fishes 79, 155–162

MCGRATH, S.P.; BUTCHER, P.A. und BROADHURST, M.K. (2009): Effects of salinity and anatomical hook location on the mortality and physiological response of angled-and-released sand whiting *Sillago ciliata*. Journal of Fish Biology 74, 220–234

MCGRATH, S.P.; BROADHURST, M.K.; BUTCHER, P.A. und CAIRNS, S.C. (2011a): Fate of three Australian teleosts after ingesting conventional and modified stainless- and carbon-steel hooks. ICES Journal of Marine Science 68, 2.114–2.122

MCGRATH, S.P.; BUTCHER, P.A.; BROADHURST, M.K. und CAIRNS, S.C. (2011b): Reviewing hook degradation to promote ejection after ingestion by marine fish. Marine & Freshwater Research 62, 1.237–1.247

MCGRATH, S.P.; REICHELT-BRUSHETT, A.J.; BUTCHER, P.A. und CAIRNS, S.C. (2014): Absorption of metals in mulloway *(Argyrosomus japonicus)* after ingesting nickel-plated carbon-steel hooks. Marine Environmental Research 99, 188–197

MILLER, M. J.; FEUNTEUN, E. und TSUKAMOTO, K. (2016): Did a „perfect storm“ of oceanic changes and continental anthropogenic impacts cause northern hemisphere anguillid recruitment reductions? ICES Journal of Marine Science 73, 43–56

MUONEKE, M. I. und CHILDRESS, W. M. (1994): Hooking mortality: a review for recreational fisheries. Review in Fisheries Sciences 2, 123–156

PAWSON, M. G.; TINGLEY, D.; PADDA, G. und GLENN, H. (2007): Final Report: EU contract FISH/2004/011 on „Sport Fisheries“ (or Marine Recreational Fisheries) in the EU, prepared for The European Commission Directorate-General for Fisheries, Report C2362, Cefas, Lowestoft, 242 pp.

POLLOCK, K. H. und PINE, W. E. (2007): The design and analysis of field studies to estimate catch-and-release mortality. Fisheries Management and Ecology 14, 123–130

ROBERT, J. J.; LAROCQUE, S. M.; COOKE, S. J. (2012): Influence of hook size and style on short-term survival of deeply hooked bluegills. North American Journal of Fisheries Management 32, 869–874

SCHILL, D. J. (1996): Hooking mortality of bait-caught rainbow trout in an Idaho trout stream and a hatchery: implications for special-regulation management. North American Journal of Fisheries Management 16, 348–356

STEIN, J. A.; SHULTZ, A. D.; COOKE, S. J.; DANYLCHUK, A. J.; HAYWARD, K. und SUSKI, C. D. (2012): The influence of hook size, type, and location on hook retention and survival of angled bonefish *(Albula vulpes)*. Fisheries Research 113, 147–152

TESCH, F.-W. (2003): The eel, 3rd Ed. Blackwell Science Ltd, Oxford, U.K., 408 S.

VAN DER HAMMEN, T.; DE GRAAF, M. und LYLE, J. M. (2015): Estimating catches of marine and freshwater recreational fisheries in the Netherlands using an online panel survey. ICES Journal of Marine Science 73, 441–450

WELTERSBACH, M. S.; FERTER, K.; SAMBRAUS, F. und STREHLOW, H. V. (2016): Hook shedding and post-release fate of deep-hooked European eel. Biological Conservation 199, 16–24