



Sportfischerverband im
Landesfischereiverband
Weser-Ems e.V.

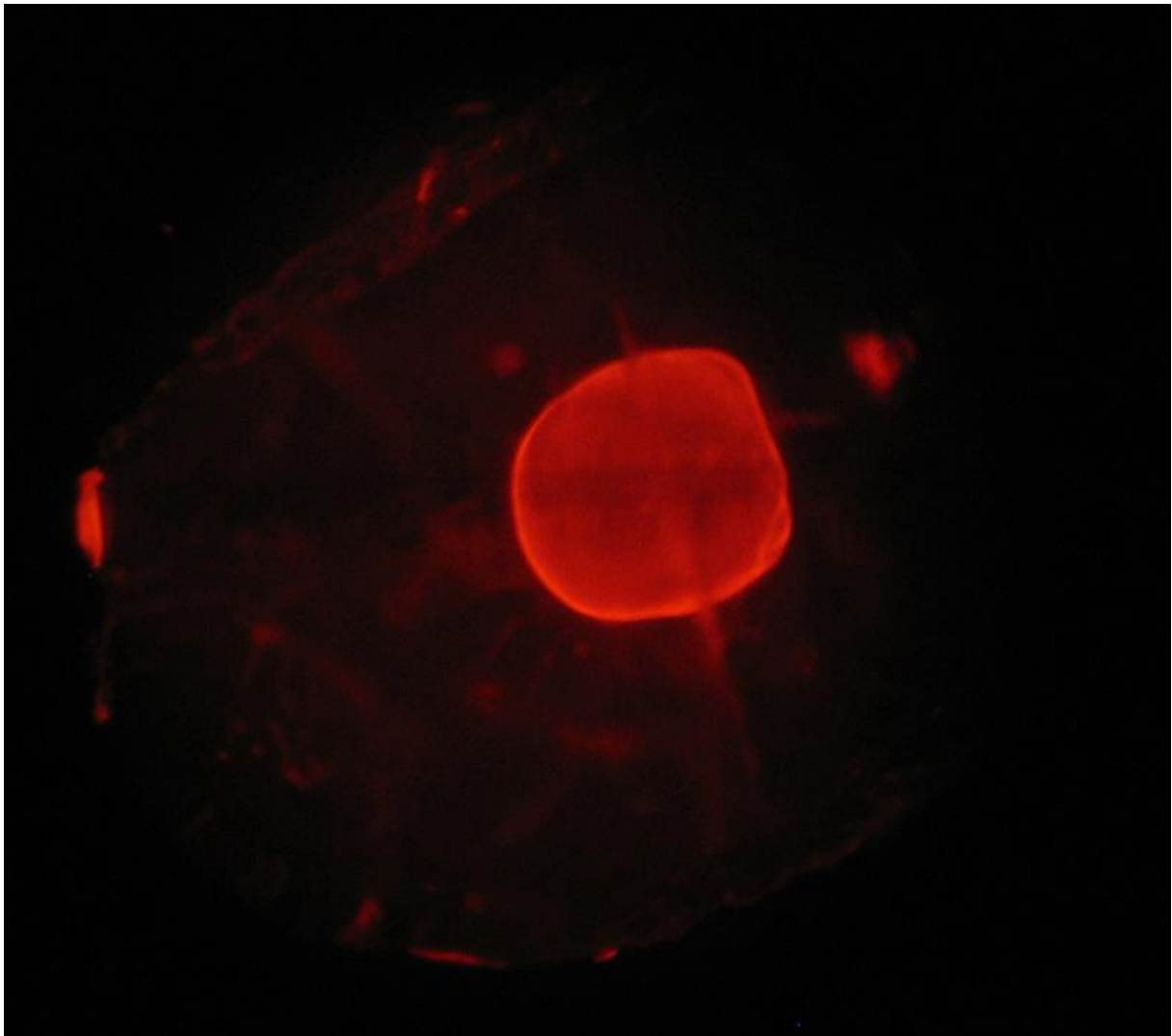


Niedersächsisches Landesamt
für Verbraucherschutz und
Lebensmittelsicherheit

Untersuchung von Steigaalen an der Ems (Stauwehr Bollingerfähr) auf Farbmarkierung der Otolithen

Abschlussbericht

Stauwehr Bollingerfähr (Mai – Juli 2017)



Niedersachsen

Auftragnehmer

Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow
Im Königswald 2
14469 Potsdam

Bearbeitung:

Dipl.-Agrar-Ing. Dr. Janek Simon (Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam Sacrow)

unter Mitarbeit von:

CBTA Eva Arlt (Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam Sacrow)

Karl-Heinz Poll (ASV Dörpen e.V.)

Hermann-Josef Wilkens (ASV Dörpen e.V.)

Auftraggeber

Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
-Dezernat Binnenfischerei-
Eintrachtweg 19
30173 Hannover

Zitiervorschlag: Simon, J.; Arlt, E.; Poll, K.-H.; Wilkens, H.-J. & Diekmann, M. 2017.
Untersuchung von Steigaalen an der Ems (Stauwehr Bollingerfähr) auf Farbmarkierung der
Otolithen. Abschlussbericht Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow, im Auftrag des
LAVES.

Titelbild:

Otolith eines mittels Alizarinrot S markierten Aals in der Dunkelkammer unter dem
Epifluoreszenzmikroskop betrachtet (Quelle: Janek Simon).

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Aufgabenstellung.....	5
2.1	Ausgangslage und Vorüberlegungen	5
2.2	Arbeitsziele	7
3	Material und Methoden.....	8
3.1	Probenahme der aufsteigenden Aale	8
3.2	Untersuchung der Stichproben.....	8
3.3	Datenauswertung	10
4	Ergebnisse	12
5	Diskussion.....	18
6	Zusammenfassung, Methodenkritik und Empfehlungen	22
7	Literaturverzeichnis	26
8	Anhang.....	8-I
8.1	Anhang – Untersuchungen am Stauwehr Bollingerfähr	8-I

Abkürzungsverzeichnis

FEG	Flusseinzugsgebiet
ICES	Internationaler Rat für Meeresforschung
EU	Europäische Union
VO	Verordnung
ARS	Alizarinrot S
STST	selektiver Tidenstromtransport

1 Einleitung

Nach Einschätzung des Internationalen Rates für Meeresforschung (ICES) ist die Größe des Bestandes des Europäischen Aales (*Anguilla anguilla*) seit etwa 30 Jahren stark rückläufig (ICES, 2015). Die Ursachen, die zum Rückgang des Aalbestandes geführt haben, konnten bis heute nicht geklärt werden. Sie liegen wahrscheinlich in der ozeanischen sowie in der kontinentalen Lebensphase des Aals und haben regional eine unterschiedliche Bedeutung (z. B. Moriarty & Dekker, 1997; Kirk, 2003; Knösche *et al.*, 2004; Knights, 2003; Kettle & Haines, 2006; Friedland *et al.*, 2007; Bonhommeau *et al.*, 2008; Dekker, 2009; Miller *et al.*, 2009; ICES, 2010; Geeraerts & Belpaire, 2011).

Bereits im Jahr 1999 gab der Rückgang sowohl hinsichtlich der Menge der an den europäischen Küsten ankommenden Glasaale als auch der dokumentierten Gelb- und Blankaalfänge Anlass zu der Bewertung, dass sich der Bestand des Europäischen Aals „außerhalb sicherer biologischer Grenzen“ bewegt (ICES, 1999). Diese Einschätzung führte schließlich zur Verabschiedung der „Verordnung des Rates mit Maßnahmen zur Wiederauffüllung des Bestandes des Europäischen Aals“ (EU-Aalverordnung (VO (EG) 1100/2007), EU, 2007). Das Ziel der Verordnung besteht in einer Erhöhung des Bestandes an geschlechtsreifen abwandernden Aalen als Grundlage für einen Wiederanstieg der Reproduktion und damit letztlich der Vergrößerung des Gesamtbestandes.

Alle Mitgliedsstaaten mit Aalfischerei stehen seitdem vor der Herausforderung, durch geeignete Maßnahmen den europäischen Aalbestand zu stabilisieren und gleichzeitig eine nachhaltige fischereiliche Nutzung zu gewährleisten. Die EU-Aalverordnung verpflichtet die Länder, Aalbewirtschaftungspläne für Flusseinzugsgebiete (FEG) aufzustellen und ggf. Managementmaßnahmen zu ergreifen, die gewährleisten, dass jährlich mindestens 40 % der ursprünglichen Biomasse an Blankaalen erfolgreich ins Meer abwandern oder zukünftig abwandern werden. Dabei ist die Zielabwanderungsrate von 40 % in Relation zu der besten historischen Schätzung der ursprünglichen Blankaalabwanderungsmenge im jeweiligen Flusseinzugsgebiet zu sehen, die existierte, als der Aalbestand noch nicht durch den Menschen beeinflusst wurde. Wird dieses von der Aalverordnung vorgegebene Ziel nicht erreicht, droht eine Reduzierung des Fischereiaufwandes um 50 %.

Sowohl zur Ableitung von Maßnahmen zur Erhöhung der Blankaalabwanderung aus einem FEG gemäß EU-Aalverordnung als auch für die Einschätzung und Bewertung der Aalbestandsdynamik im FEG ist eine Modellierung der Süßwasser-Lebensphase der Aale eine grundlegende Voraussetzung. Für die Modellierung der Aalbestandsdynamik im FEG ist wiederum eine Quantifizierung verschiedener Populationsparameter im jeweiligen FEG wie die Anzahl besetzter bzw. natürlich eingewanderter Aale und das Wachstum der Aale erforderlich, um möglichst realistische Schätzungen erzielen zu können.

Untersuchungen in den letzten Jahren zeigten, dass im Einzugsgebiet der Ems noch ein natürlicher Aalaufstieg von zumindest mehreren tausend Tieren pro Jahr vorhanden ist (Salva *et al.*, 2013, 2014, 2015). Wie groß der Umfang des natürlichen Aalaufstiegs tatsächlich ist, ist allerdings bislang unbekannt. Für eine valide Modellierung des Aalbestandes im FEG Ems und die Differenzierung der Effekte des natürlichen Aalaufstiegs bzw. des Aalbesatzes auf den Aalbestand ist daher eine möglichst präzise Abschätzung der Steigaaleinwanderung in der Ems essenziell und Gegenstand der hier vorgestellten Untersuchungen.

2 Aufgabenstellung

Im Rahmen des seit mehreren Jahren laufenden Monitorings des natürlichen Aufstiegs von Glas- und Steigaalen sollten die an der Ems aufsteigenden Mengen quantifiziert werden.

2.1 Ausgangslage und Vorüberlegungen

Etwa 110 km oberhalb der Emsmündung besteht mit dem Tidewehr bei Herbrum (oberhalb von Papenburg) ein erstes Wanderhindernis für die aus dem Meer in die Ems aufsteigenden Aale. Das Wehr ist mit einer Fischaufstiegsanlage und einer Aalfangrinne ausgestattet. Genauere Angaben zur Lage und Beschaffenheit des Wehrstandortes, der Fischaufstiegsanlage und der Aalfangrinne können Salva *et al.* (2014) entnommen werden. An diesem Wehr steht die frühere Glasaalfangstation des Deutschen Fischereiverbandes, die bis Ende des letzten Jahrhunderts betrieben wurde (Meyer, 1951; Köbke, 1955; Schmeidler, 1963; Salva *et al.*, 2014; Diekmann, 2017).

Der Zeitraum des Glasaalaufstieges bei Herbrum hat sich von April bis Mai im Zeitraum 1935 – 1956 auf April bis Juli Ende der 1950er Jahre erweitert (Schmeidler, 1963). Nach aktuellen Untersuchungen erfolgt er überwiegend im Zeitraum April und Mai (Zaudtke & Salva, 2008; Salva *et al.*, 2014, 2015, 2016). Die Aale steigen mit der nächtlichen Tide auf und können hierbei gefangen werden. Im Jahr 2008 wurden bei Herbrum mit einer Aalleiter insgesamt 4.434 Aale gefangen (Zaudtke & Salva, 2008). Bei den gefangenen Aalen handelte es sich fast ausschließlich um Glasaale (4.320 Stück). Nur 28 Exemplare waren mit 10–15 cm deutlich größer und bereits vollständig pigmentiert.

Eine zuverlässige Quantifizierung des Aalaufstieges ist jedoch am Wehr Herbrum aufgrund der Emsvertiefung im Unterwasser, die wiederum zu einer Verstärkung des Tideeinflusses und erheblichen Verschlickungsproblemen geführt hat, nicht möglich (das Wehr ist zeitweise völlig überflutet). Ein quantitativer Fang kann dagegen am Stauwehr Bollingerfähr durchgeführt werden.

Etwa 6,4 km flussaufwärts von Herbrum befindet sich bei Bollingerfähr das nächste Stauwehr, welches ebenfalls mit einer Fischaufstiegsanlage ausgestattet ist. Genauere Angaben zur Lage und Beschaffenheit des Wehrstandortes und der Fischaufstiegsanlage können Salva *et al.* (2013, 2014) entnommen werden. Der Steigaalaufstieg erfolgt an diesem Standort nach bisheriger Kenntnis vor allem von Juni bis August bei Wassertemperaturen von über 20 °C (Salva *et al.*, 2013, 2014). Am Wehr befindet sich auf der rechten Seite eine Fischaufstiegsanlage mit definiertem Einlaufquerschnitt. In dieser wurde eine Steigaalfalle in Form einer Aalleiter eingerichtet, die einen quantitativen Fang von Steigaalen ermöglicht, da das Wehr nur bei Hochwasserereignissen überströmt wird (Salva *et al.*, 2013, 2014, 2015). Zwischen beiden Wehren liegen jedoch zwei abgehende Nebenflüsse (Dersumer Schloot und Goldfischdever) sowie einige Altarme und Gräben. Außerdem gibt es an beiden Wehren jeweils parallel zur Ems einen Schleusenkanal, über den ebenfalls Aale aufsteigen können (Schmeidler, 1963; Salva *et al.*, 2014). Ein Monitoring des Aalaufstiegs am Schleusenkanal scheint mit vertretbarem Aufwand allerdings nicht durchführbar (M. Diekmann, LAVES, mdl. Mitteilung).

Zur Quantifizierung aufsteigender Aale eignet sich besonders die Durchführung eines Fang-Markierungs-Wiederfang-Experimentes an einem für die Aale unüberwindbaren Wanderhindernis. Aufgrund der oben genannten Gegebenheiten ist das Tidewehr Herbrum für eine derartige Untersuchung allerdings ungeeignet. Deshalb sollten im Rahmen des

Steigaalmonitorings am Wehr Herbrum zunächst möglichst viele aufsteigende Aale in der Aalfangrinne gefangen werden, um diese zu markieren und dann oberhalb des Wehres wieder auszusetzen. Der Wiederfang der markierten Aale sollte wiederum im Rahmen des Steigaalmonitorings am nächsten Wehr bei Bollingerfähr erfolgen. Da während des Untersuchungszeitraumes ein natürlicher Aufstieg auch von unmarkierten Aalen stattfindet, sollten in den quantitativen Fängen sowohl unmarkierte als auch markierte Aale vertreten sein. Unter den vereinfachenden Annahmen, dass die markierten Aale beim späteren Wiederfang am Wehr Bollingerfähr mit gleicher Wahrscheinlichkeit wie unmarkierte gefangen werden und innerhalb der aufsteigenden Aale gleichverteilt sind, lässt sich über den Anteil markierter Aale im Fang und deren Hochrechnung auf den erfassten Gesamtfang der Gesamtaufstieg in der Ems quantifizieren. Die Untersuchung einer repräsentativen Stichprobe der Fänge am Stauwehr Bollingerfähr sollte somit eine Quantifizierung des Jungaalaufstiegs in der Ems über den Anteil markierter (Wiederfang) und unmarkierter Aale im Fang ermöglichen.

Die Quantifizierung des Steigaalaufstiegs in der Ems ist wesentlich davon abhängig, dass ein hinreichender Teil der aufsteigenden Aale sowohl bei der Markierung als auch beim Wiederfang erfasst wird, der repräsentativ für den gesamten Aalaufstieg ist. Unter der Annahme, dass die Anzahl aufsteigender Aale am Wehr Bollingerfähr wie im Jahr 2014 ca. 40.000 Stück beträgt (Salva *et al.*, 2014), müssten von diesen mindestens 10 % (4.000 Stück) am Wehr Herbrum gefangen, markiert und wieder ausgesetzt werden (Robson & Regier, 1964). Danach müssten aus dem Aufstieg bzw. Gesamtfang am Wehr Bollingerfähr rund 500 Aale randomisiert beprobt werden, um eine verlässliche Berechnung des Steigaalaufkommens durchführen zu können (Robson & Regier, 1964). Zu beachten ist aber, dass der bisherige jährliche Steigaalfang sehr stark schwankte (Zaudtke & Salva, 2008; Salva *et al.*, 2013, 2014, 2015, 2016). Weiterhin zeigte der Aufstieg am Wehr Bollingerfähr 2013 zwei Peaks und 2014 nur einen Peak (Salva *et al.*, 2013, 2014), wohingegen 2015 das Aufstiegsgeschehen insgesamt sehr schwach war und keine weiteren Aussagen erlaubt. Das Aufstiegsgeschehen kann daher im Vorfeld nicht genau prognostiziert werden. Bei entsprechend stärkerem Aufstieg als angenommen müsste die Anzahl markierter und beprobter Aale entsprechend höher sein.

Die Beprobung von Aalen auf Markierung mit Alizarinrot S (ARS) erfordert das Töten der zu untersuchenden Tiere und ist zudem vergleichsweise arbeitsaufwändig (Herauspräparieren und Schleifen der Otolithen, Auswertung am Fluoreszenzmikroskop etc.). Daher scheint es sinnvoll und zugleich am effektivsten, die Beprobung am Stauwehr Bollingerfähr auf Zeiten erhöhten Steigaalaufkommens zu begrenzen, um einerseits mit hoher Wahrscheinlichkeit möglichst viele markierte Aale mit der Stichprobe zu erfassen, andererseits aber auch die Zahl der zu untersuchenden Tiere nicht unnötig zu erhöhen. Am Stauwehr Bollingerfähr ist nach den Erfahrungen aus den Jahren 2013 – 2016 ein erhöhter Aufstieg vor allem dann zu erwarten, wenn die Wassertemperaturen 20 °C erreichen und weiter ansteigen, was bisher im Zeitraum Ende Juni bis August der Fall war (Salva *et al.*, 2013, 2014, 2015, 2016).

Im Jahr 2016 wurde das Fang-Markierungs-Wiederfang-Experiment durchgeführt. Hierbei wurden am Tidewehr Herbrum von Ende April bis Ende Mai ca. 5.700 Glasaale gefangen, mit Alizarinrot S markiert und oberhalb des Tidewehrs wieder ausgesetzt (Simon *et al.*, 2016). Am Stauwehr Bollingerfähr erfolgte im gleichen Jahr die Untersuchung von repräsentativen Stichproben der im Zeitraum Juni bis Ende September gefangenen Steigaale bis 10 cm Körperlänge auf das Vorliegen einer Farbmarkierung mit ARS. Die auf

dieser Basis nach dem Lincoln-Petersen-Schätzverfahren (Settele *et al.*, 1998) geschätzte Populationsgröße der im Jahr 2016 über das Tidewehr Herbrum in die Ems eingewanderten Steigaale betrug rund 91.000 Stück (Simon *et al.*, 2016). Bei den Untersuchungen wurde anhand der Altersbestimmung festgestellt, dass sich die Größengruppe bis 10 cm Körperlänge aus Tieren der Altersgruppen 0+ und 1+ zusammensetzt. Offenbar steigen nicht alle über das Wehr Herbrum aufsteigenden Aale im gleichen Jahr auch noch über das Wehr Bollingerfähr weiter auf. Der Anteil nicht im gleichen Jahr weiter aufsteigender Aale ist daher nicht vernachlässigbar (Simon *et al.*, 2016). Daraus resultieren die folgenden offenen Fragen:

1. Kann die Hypothese, ein Teil der 2016 über das Tidewehr aufgestiegenen Aale steigen nicht im selben Jahr über das nächste Wehr (Bollingerfähr) auf, bestätigt werden und wie viele dieser Aale steigen 2017 am Wehr Bollingerfähr auf?
2. Lässt sich der Glasaalaufstieg am Tidewehr 2016 präzisieren?
3. Ist die generelle Methodik beim Steigaalmonitoring in der Ems, speziell die Größenklasseneinteilung, ggf. anzupassen?

Um diese Fragen zu klären, erfolgte die Untersuchung von repräsentativen Stichproben von im Jahr 2017 am Wehr Bollingerfähr aufsteigenden Aalen auf das Vorliegen einer Farbmarkierung mit ARS aus dem Jahr 2016.

Die Arbeiten zum Monitoring des natürlichen Aufstiegs von Glas- und Steigaalen am Tidewehr Herbrum und am Stauwehr Bollingerfähr im Jahr 2017 sind Gegenstand einer anderen Arbeit (Salva *et al.*, 2017).

2.2 Arbeitsziele

Wie in den Vorjahren erfolgte von Mai bis Oktober ein Steigaalmonitoring am Stauwehr Bollingerfähr. Von den im Rahmen des Monitorings gefangenen Steigaalen ≤ 15 cm Länge waren repräsentative Stichproben auf das Vorliegen einer Farbmarkierung mit Alizarinrot S zu untersuchen. Die anschließende Quantifizierung des Aalaufstiegs in der Ems erfolgte über die relativen Anteile markierter und unmarkierter Aale in der untersuchten Gesamtstichprobe am Wehr Bollingerfähr und der Gesamtzahl am Wehr Herbrum markierter Aale. Besondere Umstände (z. B. Hochwasser, sonstiges) waren zu dokumentieren und hierbei ggf. zu berücksichtigen.

Arbeitsziele:

Die Arbeiten sollten schwerpunktmäßig folgenden Aspekt berücksichtigen: Es sollten über den Zeitraum des erhöhten Steigaalaufstiegs am Stauwehr Bollingerfähr regelmäßige Stichproben der aufsteigenden Aale genommen werden, wobei die Untersuchung der Otolithen von etwa 500 Steigaalen vorzusehen war.

Folgende Methoden sollten zur Anwendung kommen:

- Gefangene Steigaale wurden auf eine vorliegende Markierung der Otolithen mit Alizarinrot S untersucht.
- Dabei werden die im Rahmen des Monitorings gefangenen Aale ≤ 15 cm Länge beprobt (Stichproben). Hierzu waren dem Auftragnehmer für das Steigaalmonitoring eindeutige Vorgaben zum Ziehen der Stichproben zu machen.
- Im Rahmen der Untersuchung der Stichproben erfolgte auch die Auswertung (Anzahl der Aale, Länge) und die Zuordnung zum Tag der Probenahme.

3 Material und Methoden

3.1 Probenahme der aufsteigenden Aale

Am Wehr Bollingerfähr wurden in den Zeiten verstärkter Aufstiegsaktivität Stichproben der aufsteigenden Aale für Untersuchungen auf eine vorliegende Markierung der Otolithen mit Alizarinrot S entnommen. Die Probenahmen erfolgten im Zeitraum von Ende Mai bis Ende Juli an insgesamt 10 Probetagen. Aus dem Tagesgesamtfang wurden zuerst die großen Aale (>15 cm Körperlänge) aussortiert. Wenn die verbliebene Gesamtindividuenanzahl dann noch über 100 lag, erfolgte anschließend die Entnahme einer repräsentativen Stichprobe wie folgt: Der Gesamtfang wurde mit einem Kescher durchmischt. Anschließend wurde mit dem Kescher eine Probe von ca. 50 Tieren entnommen. Waren in der entnommenen Probe mindestens 50 Tiere oder etwas mehr, dann wurde die Probe weiter verwendet. Beinhaltete die Probe weniger als 50 Tiere oder deutlich über 50 Tiere, wurde der Kescherinhalt wieder zurück zur Gesamtmenge gegeben, noch mal durchmischt und ein neuer Probenzug durchgeführt.

Erst nach der Entnahme der Stichproben für Untersuchungen auf eine vorliegende Markierung der Otolithen mit Alizarinrot S wurde eine Unterstichprobe für das reguläre Monitoring genommen, vermessen sowie gewogen und zusammen mit den noch übrigen Aalen oberhalb des Wehres Bollingerfähr wieder ausgesetzt.

Lag die Gesamtindividuenanzahl der Aale ≤ 15 cm Körperlänge im Fang unter 100 Tieren, wurden alle Tiere für das Monitoring vermessen und gewogen und alle pigmentierten Aale von 7,5–15 cm Körperlänge als Stichprobe für die Untersuchungen auf eine vorliegende Markierung der Otolithen mit Alizarinrot S entnommen.

Die entnommenen Aale wurden tierschutzgerecht getötet (Tricaine Methansulfonat (MS 222), 0,015%ige Lösung, gepuffert mit NaHCO_3 (0,024%)). Anschließend erfolgte die direkte Überführung der Aale in eine Gefriertüte, die mit möglichst wenig Luft zugebunden und mit dem Fangdatum beschriftet wurde. Abschließend wurde die Probe nach vergleichbarem Prozedere nochmals verpackt, wiederum beschriftet und bis zur Durchführung weiterer Untersuchungen bei -18°C gelagert.

3.2 Untersuchung repräsentativer Stichproben

Vor Durchführung weiterführender Untersuchungen wurden die Aale zunächst aufgetaut. Anschließend wurde die Körperlänge auf 1 mm genau und das Körpergewicht auf 0,01 g genau bestimmt und in Anlehnung an Simon (2013) unter Verwendung von Korrekturfaktoren auf das lebende Tier zurückgerechnet. Allen Aalen wurden unter Zuhilfenahme eines Binokulars (Leica MZ 125, Fa. Leica Microscopy Systems Ltd, Heerbrugg, Schweiz) die Otolithen (Sagittae) entnommen (Abbildung 1). Anschließend wurden diese gereinigt und auf einem Objektträger in Klarwachs (Mounting Wax Crystalbond 590 Amber, Fa. Buehler®) eingebettet. Das anschließende Schleifen der Otolithen bis zum Zentrum erfolgte auf einer ebenen Unterlage aus Plastik mit einer Serie Schleifpapier der Körnung 400, 600 sowie 1000 Gritt (ca. 22, 15 und 5 μm) und anschließend in zähflüssiger Mikropolitur (Micropolish II, 0,3 μm , Fa. Buehler Abbildung 2). Dann wurde das Präparat mit Hilfe von Faserpolitur (Microcloth with adhesive, Fa. Buehler®) gereinigt. Abschließend wurden die so präparierten Otolithen unter einem Lichtmikroskop bei 125facher Vergrößerung betrachtet, um mittels

eines Filterblockes (Anregungsfilter 515 – 560 nm, Teilerspiegel 580 nm, Sperrfilter 590 nm) festzustellen, ob die Aale mit Alizarinrot S markiert waren (Abbildung 3).



Abbildung 1: Entnahme der Otolithen aus den wiedergefangenen Steigaalen unter dem Binokular

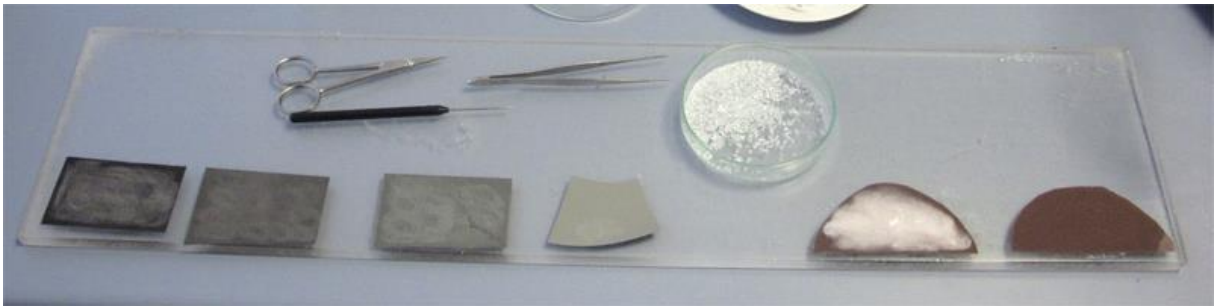


Abbildung 2: Anordnung des Schleifpapiers (links) und der Faserpolitur mit Mikropolitur (rechts) auf der Arbeitsplatte

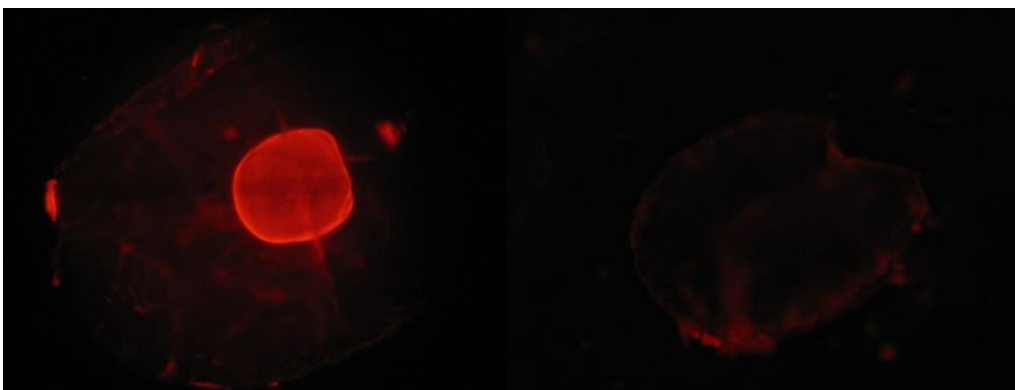


Abbildung 3: Otolithen eines mittels Alizarinrot S markierten (links) sowie eines unmarkierten (rechts) Aals

Die Altersbestimmung erfolgte, ebenfalls anhand der präparierten Otolithen, unter dem Lichtmikroskop (LEITZ Laborlux S, Fa. Ernst Leitz Wetzlar GmbH, Germany) bei 125facher Gesamtvergrößerung. Es wurden nur die sogenannten „Süßwasserringe“ des Otolithen gezählt (Ehrenbaum & Marukawa 1914, Moriarty 1975) und das Alter in Kontinentaljahren (sog. „Süßwasserjahren“) angegeben. Die genaue Dauer der Ozeanwanderung der Larven

ist noch nicht bekannt. Die Altersgruppeneinteilung erfolgte nach Ehrenbaum & Marukawa (1914).

Für die Berechnung des Zuwachses der Steigaale in den ersten Süßwasserjahren erfolgte eine Längen- bzw. Wachstumsrückberechnung anhand der Otolithen von 100 zufällig ausgewählten Steigaalen der Altersgruppe 2+. Dabei wurde der Abstand zwischen den einzelnen Winterringen der Otolithen unter dem Lichtmikroskop mit Hilfe eines Okularmikrometers (Fa. Ernst Leitz Wetzlar GmbH, Germany) bei 125facher Vergrößerung vermessen (Messgenauigkeit $\pm 11,11 \mu\text{m}$). Die Wachstumsrückberechnung (Längenrückberechnung) erfolgte nach der Formel von Berg (1988):

$$\ln = (\text{On} : \text{Og}) \times \lg$$

Dabei entspricht

ln der Aalgesamtlänge zur Zeit der Bildung des Winterrings n,

lg der Aalgesamtlänge zum Zeitpunkt der Otolithenentnahme,

On dem Otolithenradius zum Winterring n in ventraler Ebene und

Og dem Otolithengesamtradius in ventraler Ebene.

3.3 Datenauswertung

Die Schätzung der Bestandsgröße aufsteigender Aale in der Ems wurde nach dem von Bailey (1951, 1952) korrigierten Lincoln-Petersen-Schätzverfahren (Settele *et al.* 1998) vorgenommen.

Bei der Lincoln-Petersen-Methode handelt es sich um ein einfaches Schätzverfahren nach folgendem Prinzip: Eine Anzahl von Tieren wird zufällig aus der zu schätzenden Population herausgefangen, markiert und wieder ausgesetzt. Nach Durchmischung mit der Gesamtpopulation werden per Zufallsstichprobe Tiere gefangen (Wiederfang) und darin die Anzahl sowie das Verhältnis von markierten und unmarkierten Tieren bestimmt. Die zu schätzende Populationsgröße N berechnet sich dann nach der Formel

$$N = \frac{M \times (C + 1)}{(R + 1)}$$

Dabei entspricht

M der Anzahl der markierten Tiere,

C der Gesamtanzahl der Tiere im Wiederfang und

R der Anzahl markierter Tiere im Wiederfang.

Für die Anwendbarkeit dieser Schätzmethode müssen allerdings einige Grundvoraussetzungen erfüllt sein:

1. Die Population ist geschlossen, d. h. es findet keine Zu- oder Abwanderung statt.
2. Für die Markierung und den Wiederfang werden Fanggeräte mit vergleichbarer Selektivität in Bezug auf die Fischart und das abzuschätzende Größenspektrum eingesetzt.

3. Die Wahrscheinlichkeit, gefangen zu werden, ist für alle Individuen der zu schätzenden Population gleich groß und die Fängigkeit markierter Tiere unterscheidet sich nicht von der Fängigkeit unmarkierter Tiere.
4. Die Markierung ist eindeutig erkennbar, geht nicht verloren und führt zu keinen Verhaltensänderungen, Schädigungen oder gar zum Tod der markierten Tiere.
5. Die markierten Tiere vermischen sich bis zum Wiederfang vollständig mit der unmarkierten Population.

Um einerseits die für einen Markierung-Wiederfang-Versuch von Steigaaalen in der Ems erforderlichen, großen Fangmengen realisieren und andererseits die genannten Grundvoraussetzungen für die Anwendung der Lincoln-Petersen-Schätzmethode bestmöglich erfüllen zu können, wurde das oben beschriebene Versuchsdesign gewählt.

4 Ergebnisse

Im Rahmen des Steigaalmonitorings am Wehr Bollingerfähr wurden im Zeitraum Ende Mai bis Ende Juli 2017 an zehn Probetagen Stichproben von 38 bis 97 Steigaalen pro Tag entnommen (Tabelle 1). Die Probenahme erfolgte dabei jeweils in Zeiten verstärkter Aufstiegsaktivität Ende Mai, Juni und Juli (Abbildung 4).

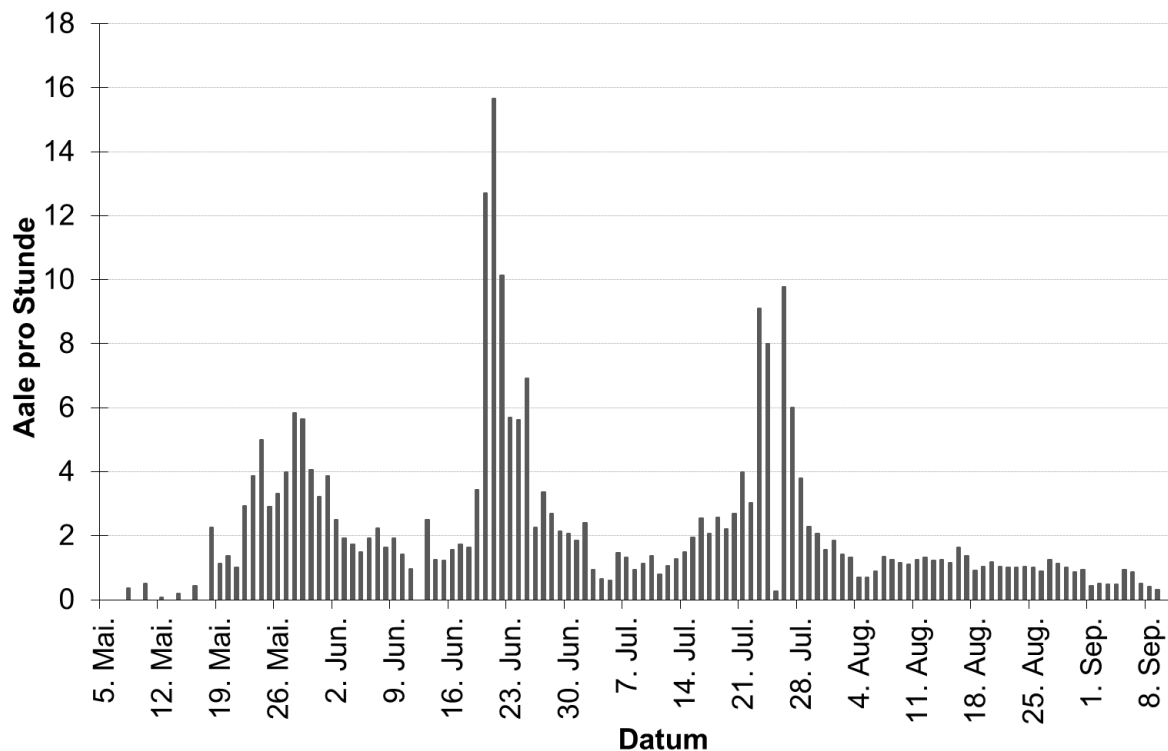


Abbildung 4: Aalaufstieg am Wehr Bollingerfähr als Einheitsfang (Aale je Stunde) über den Untersuchungszeitraum im Jahr 2017 (Salva *et al.*, 2017)

Aufgrund des im Vergleich zu den Jahren 2013 und 2014 vergleichsweise geringen Aalaufstieges wurden keine Fänge von über 100 pigmentierten Aalen ≤ 15 cm Körperlänge pro Tag registriert. Deshalb erfolgte bei allen Probenahmen die Entnahme aller pigmentierten Aale zwischen ca. 7,5 – 15,0 cm Körperlänge aus dem Gesamtfang. Insgesamt wurden 661 Steigaale im Längenspektrum 6,9 – 16,2 cm für die Kontrolle auf eine vorhandene Markierung mit Alizarinrot S entnommen und untersucht (Abbildung 5). Die untersuchten Aale hatten eine durchschnittliche Körperlänge von 12,2 cm und eine durchschnittliche Körpermasse von 2,7 g (Tabelle 1).

Die Altersbestimmung anhand der Otolithen (Abbildung 6) ergab, dass in den Stichproben Aale der Altersgruppen 0+ bis 3+ vertreten waren (Abbildung 5).

Tabelle 1: Anzahl am Standort Bollingerfähr gefangener und für die Bestandsschätzung untersuchter Steigaale, aufgeschlüsselt nach Probenahmedatum

Probenahmedatum	Anzahl	Mittlere Körperlänge (cm)	Mittlere Körpermasse (g)
24.05.2017	66	12,3	2,7
31.05.2017	39	12,1	2,6
20.06.2017	59	12,5	2,7
21.06.2017	97	12,1	2,7
22.06.2017	77	11,7	2,6
27.06.2017	38	12,9	3,4
23.07.2017	79	11,3	2,2
24.07.2017	69	12,2	2,8
26.07.2017	82	12,7	3,0
27.07.2017	55	12,3	2,7
Gesamt	661	12,2	2,7

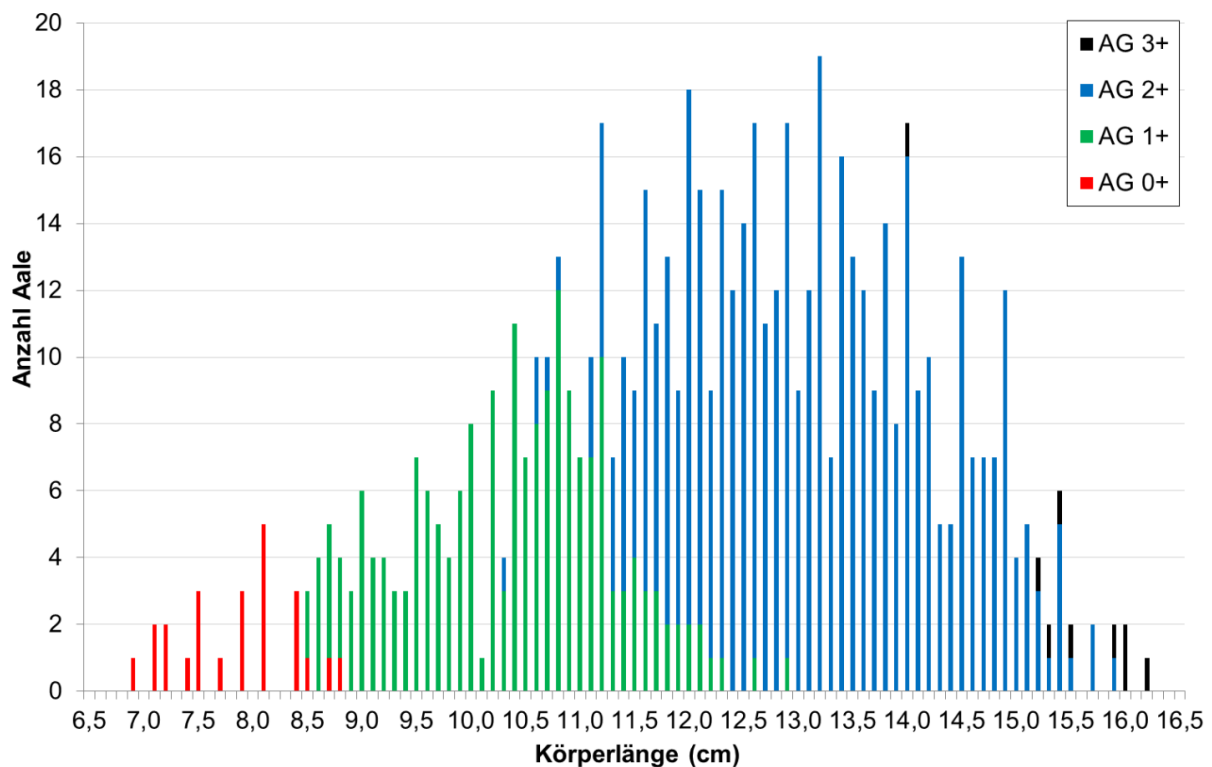


Abbildung 5: Längen-Häufigkeits-Verteilung aller am Wehr Bollingerfähr im Jahr 2017 untersuchten, pigmentierten Steigaale (N = 661) sowie deren Altersgruppenzuordnung, bestimmt anhand der Otolithen. Zu beachten ist, dass die x-Achse bei 6,5 cm beginnt und die Größengruppeneinteilung 0,5 cm *below* (d. h. es wurde abgerundet, z. B. Größenklasse 6,5 cm umfasst alle Individuen zwischen 6,5 – 6,99 cm) erfolgte.

Bei zwei Aalen (0,3 %) konnte kein Alter bestimmt werden, da die Otolithen degeneriert und damit nicht lesbar waren. Von allen untersuchten Aalen gehörten 4 % der Altersgruppe 0+, 29 % der Altersgruppe 1+, 66 % der Altersgruppe 2+ und 1 % der Altersgruppe 3+ an (Tabelle 2). In allen Proben war die Anteilsverteilung der einzelnen Altersgruppen identisch

d. h. es dominierte immer die Altersgruppe 2+ gefolgt von der Altersgruppe 1+. Steigaale der Altersgruppe 1+ waren durchschnittlich 10,4 cm lang (Spanne 8,5 – 12,9 cm, Tabelle 2). Für die weitere Auswertung und Bestandsschätzung wurden nur untersuchte Aale der Altersgruppe 1+ berücksichtigt.

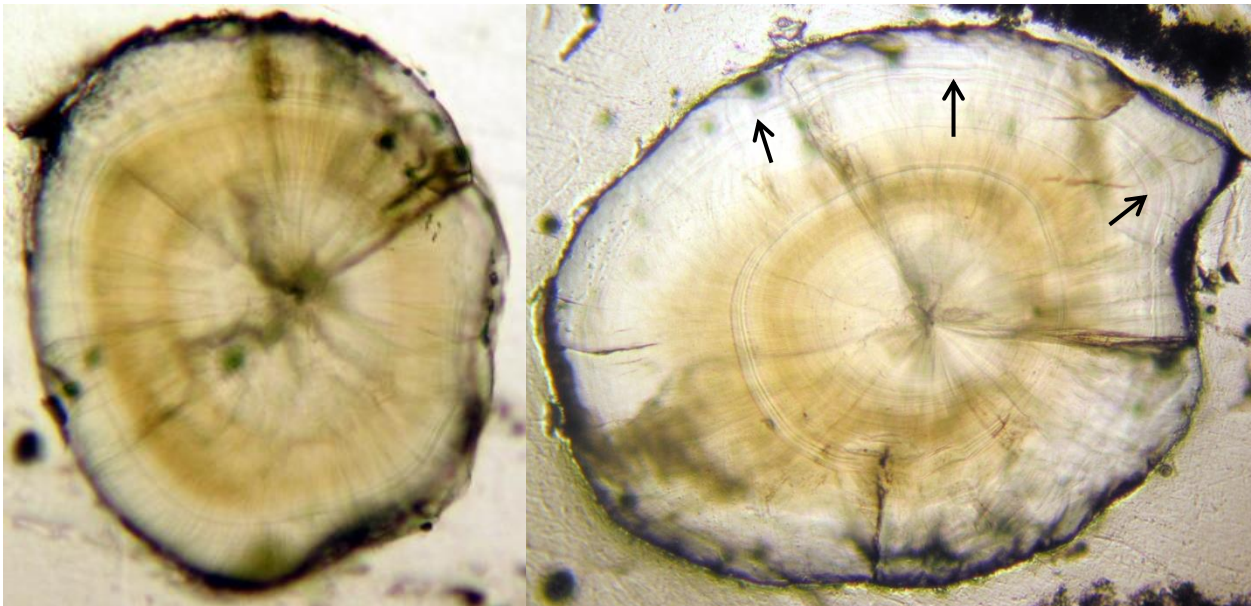


Abbildung 6: Otolithen eines Steigaales von 7,2 cm Körperlänge der Altersgruppe 0+ (links) und eines Steigaales von 9,7 cm Körperlänge der Altersgruppe 1+ (rechts, Pfeile zeigen auf 1. Wintering) unter dem Mikroskop bei 120facher (links) und 100facher (rechts) Gesamtvergrößerung und Durchlicht betrachtet.

Tabelle 2: Anzahl am Standort Bollingerfähr gefangener und für die Bestandsschätzung untersuchter Steigaale, aufgeschlüsselt nach Altersgruppen

Altersgruppe	Anzahl	Körperlänge (cm) Mittelwert (Spanne von–bis)	Körpermasse (g) Mittelwert (Spanne von–bis)
0+	24	7,9 (6,9 – 8,8)	0,5 (0,1 – 1,0)
1+	193	10,4 (8,5 – 12,9)	1,6 (0,7 – 2,9)
2+	433	13,1 (10,3 – 15,9)	3,3 (1,5 – 6,3)
3+	9	15,5 (14,0 – 16,2)	5,5 (4,1 – 7,2)
n. b.	2		
Gesamt	661		

Die durch Wachstumsrückberechnung ermittelten Längen der Steigaale als Glasaal lagen zwischen 5,9 und 8,5 cm (Mittelwert 7,1 cm). Der berechnete mittlere jährliche Zuwachs der Steigaale lag im ersten Süßwasserjahr bei 3,0 cm (Spanne 2,0 – 3,7 cm) und im zweiten Süßwasserjahr bei 2,3 cm (Spanne 0,6 – 3,2 cm).

Die Anzahl der an den zehn Probenahmetagen gefangenen markierten Steigaale variierte zwischen null und zwei Tieren (Tabelle 3). Im Verhältnis zu der Gesamtzahl am Wehr Herbrum markierter Aale entsprach dies Wiederfangraten von null bis 0,03 % pro untersuchter Stichprobe. In allen Fällen war die Markierung eindeutig erkennbar.

Tabelle 3: Anzahl am Standort Bollingerfähr gefangener untersuchter Steigaale der Altersgruppe 1+, aufgeschlüsselt nach Probenahmedatum

Probenahmedatum	Anzahl	Davon Anzahl markiert mit ARS	Wiederfangrate (%)
24.05.2017	4		0,00
31.05.2017	9	1	0,02
20.06.2017	10		0,00
21.06.2017	24	2	0,03
22.06.2017	34	2	0,03
27.06.2017	10		0,00
23.07.2017	36	1	0,02
24.07.2017	24	1	0,02
26.07.2017	22	1	0,02
27.07.2017	20	1	0,02
Gesamt	193	9	0,16

Die durchschnittliche Körperlänge der wiedergefangenen markierten Steigaale betrug 10,3 cm (Spanne 9,0 – 11,2 cm) (Abbildung 7).

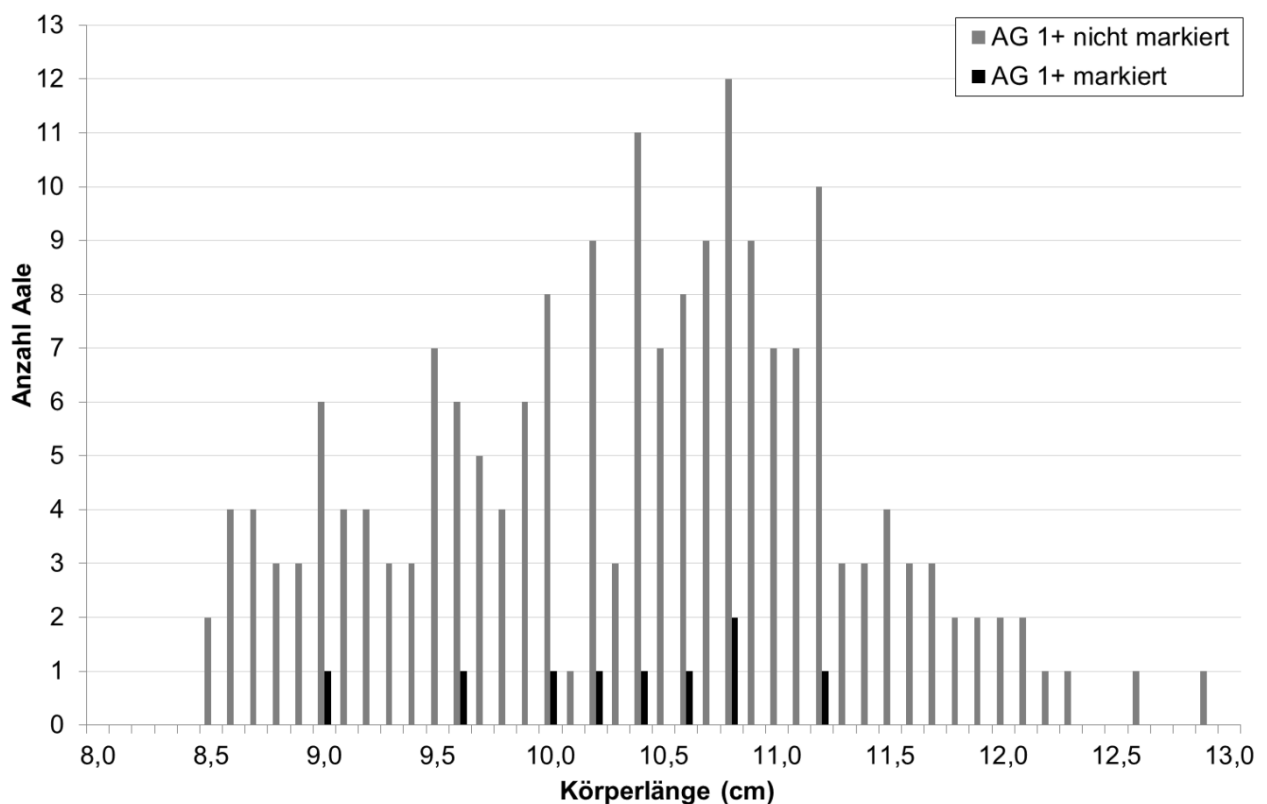


Abbildung 7: Längen-Häufigkeits-Verteilung der am Wehr Bollingerfähr im Jahr 2017 untersuchten Steigaale der Altersgruppe 1+ (graue Balken, N = 193) sowie der wiedergefangenen markierten Tiere (schwarze Balken, N = 9). Zu beachten ist, dass die x-Achse bei 8,0 cm beginnt.

Von den 661 untersuchten Steigaalen gehörten insgesamt nur 193 Steigaale zur Altersgruppe 1+, von denen wiederum 9 Aale eine Markierung mit ARS aufwiesen (Tabelle 3).

Die auf dieser Basis nach dem Lincoln-Petersen-Schätzverfahren festgestellte Populationsgröße der im Jahr 2016 am Tidewehr Herbrum in die Ems eingewanderten Steigaale beträgt somit 110.580 Stück. Die Standardabweichung der Schätzung beträgt 32.470 Individuen ($\pm 29\%$), der Variationskoeffizient 0,29 und das 0,95-Konfidenzintervall 63.642 Individuen ($\pm 58\%$). Das 0,95-Konfidenzintervall ist dabei ein Maß für die Schätzgenauigkeit und gibt an, in welchem Bereich sich die reale Bestandsgröße mit 5%iger Irrtumswahrscheinlichkeit bewegt. Im vorliegenden Fall lag demnach die reale Bestandsgröße der im Jahr 2016 am Wehr Herbrum in die Ems eingewanderten Glasaale zwischen 46.938 und 174.222 Individuen. Die Schätzung gilt entsprechend des Längenbereiches markierter Steigaale nur für Individuen bis 8,2 cm Körperlänge.

Im Jahr 2016 waren die am Wehr Bollingerfähr registrierten Steigaale der markierten Altersgruppe 0+ durchschnittlich 7,8 cm lang (Spanne 6,8 – 8,7 cm) (Simon *et al.*, 2016). Nach der Längen-Häufigkeitsverteilung der am Wehr Bollingerfähr registrierten Steigaale (Abbildung 8) wurden insgesamt rund 800 aufsteigende Aale dieser Altersgruppe im Jahr 2016 beobachtet.

Steigaale der markierten Altersgruppe 1+ waren im Jahr 2017 durchschnittlich 10,4 cm lang (Spanne 8,5 – 12,9 cm, Tabelle 2). Nach der Längen-Häufigkeitsverteilung der am Wehr Bollingerfähr registrierten Steigaale (Abbildung 9) wurden insgesamt ca. 1.600 aufsteigende Aale dieser Altersgruppe im Jahr 2017 beobachtet. Ausgehend von einem Gesamtaufstieg über das Tidewehr Herbrum im Jahr 2016 von ca. 100.000 Glasaalen sind ca. 0,8 % dieser Aale im gleichen Jahr und 1,6 % erst ein Jahr später über das Wehr Bollingerfähr aufgestiegen.

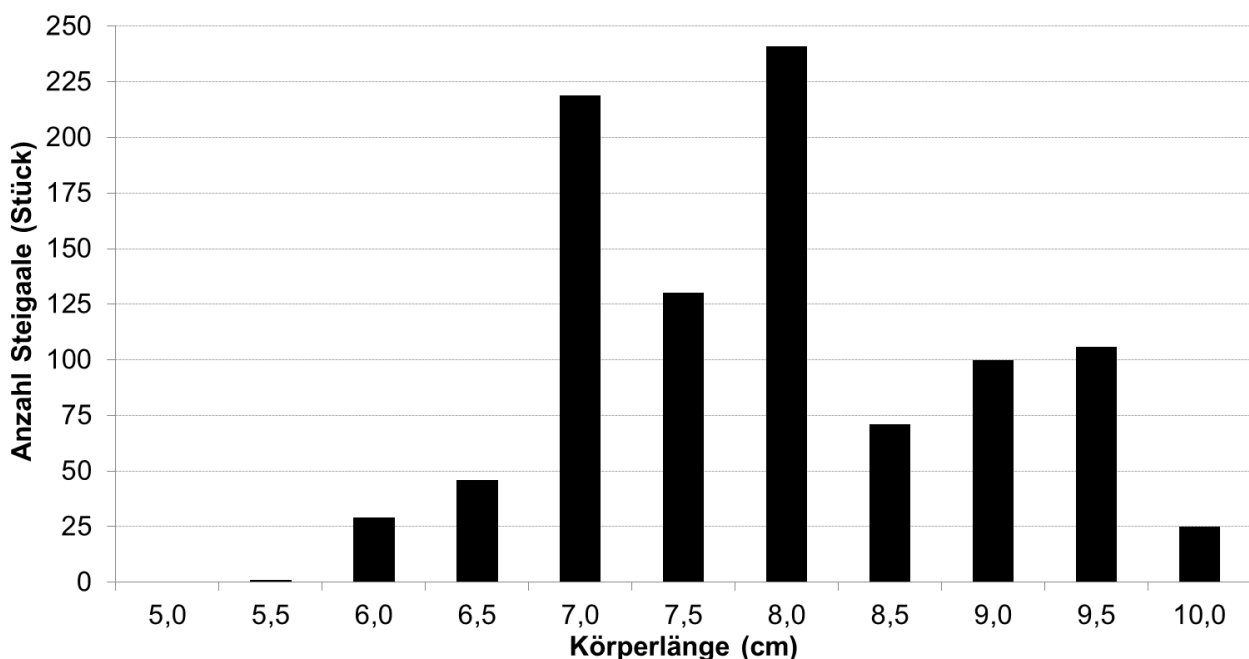


Abbildung 8: Längen-Häufigkeits-Verteilung der am Wehr Bollingerfähr im Jahr 2016 gefangenen Steigaale (aus Salva *et al.*, 2016). Zu beachten ist, dass die x-Achse bei 5,0 cm beginnt.

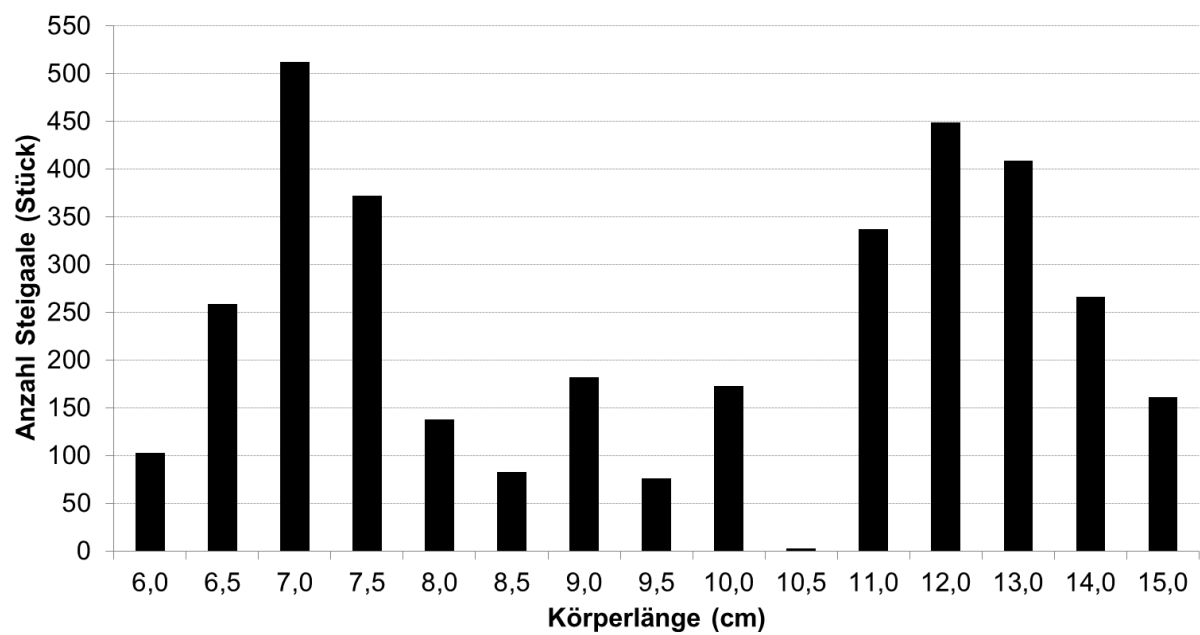


Abbildung 9: Längen-Häufigkeits-Verteilung der am Wehr Bollingerfähr im Jahr 2017 gefangenen Steigaale (Salva *et al.*, 2017). Zu beachten ist, dass die x-Achse bei 6,0 cm beginnt.

5 Diskussion

Die aus den Wiederfängen 2017 errechnete Gesamtmenge der im Jahr 2016 am Tidewehr Herbrum in die Ems eingewanderten Steigaale von rund 111.000 Stück erscheint im Vergleich zu den im Rahmen des Monitorings in den vergangenen Jahren insgesamt gefangenen Glasaalmengen von 524 bis 5.700 Stück (Zaudtke & Salva, 2008; Salva *et al.*, 2014, 2015, 2016, 2017) sehr hoch. Ein quantitativer Fang aufsteigender Aale ist aber am Wehr Herbrum vor allem aufgrund des Tideeinflusses nicht möglich. Das Wehr ist zu Zeiten der Springtiden und damit in der Zeit des verstärkten Aalaufstieges zeitweise völlig überflutet. In diesen Zeiten kann eine große Anzahl von Steigaalen das Wehr ungehindert mit der Flut passieren, ohne die Aalfangrinne nutzen zu müssen, mit der das Monitoring durchgeführt wird. Andererseits ist die berechnete Bestandsgröße nicht als unrealistisch zu betrachten. In den Jahren 2013 – 2017 wurden am Wehr Bollingerfähr zwischen 1.500 bis über 40.000 Steigaale pro Jahr registriert (Salva *et al.*, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017). Zwischen beiden Wehren liegen ca. 6,4 km Flussstrecke, zwei einmündende Gewässer und einige Altarme und Gräben. Außerdem gibt es an beiden Wehren parallel zur Ems einen Schleusenkanal. Zumindest im Schleusenkanal bei Bollingerfähr wurden aufsteigende Aale beobachtet (Salva *et al.*, 2014). Somit ist anzunehmen, dass die am Wehr Bollingerfähr registrierten Steigaale nicht den Gesamtaufstieg am Tidewehr Herbrum widerspiegeln. Früher wurden am Wehr Herbrum mit ein bis neun Millionen Glasaalen deutlich höhere Stückzahlen gefangen im Vergleich zu der hier mittels Bestandsschätzung berechneten Stückzahlen (Meyer, 1951; Schmeidler, 1963). Letztendlich stimmt die für 2016 ermittelte Anzahl von 111.000 aufgestiegenen Aalen von der Größenordnung her recht gut mit der bereits im Vorjahr ermittelten Anzahl von 91.000 Steigaalen überein (Simon *et al.*, 2016). Damit entspricht das 2016 beobachtete Steigaalaufkommen am Wehr Herbrum ca. 1 % des in der Zeit von 1960 – 1980 beobachteten durchschnittlichen jährlichen Aufstieges von im Mittel ca. 9,5 Mio. Glasaalen (Aalmanagementplan für das FEG der Ems; LAVES & BRA, 2008).

Durch die Untersuchungen wurde die Vermutung bestätigt, dass nicht alle über das Wehr Herbrum aufgestiegenen Aale im gleichen Jahr auch noch über das Wehr Bollingerfähr weiter aufsteigen. Salva *et al.* (2013, 2014, 2015) hatten angenommen, dass über das Wehr Herbrum aufsteigende Aale zwei Monate später auch über das Wehr Bollingerfähr weiter aufsteigen. Der Anteil nicht im gleichen Jahr weiter aufsteigender Aale ist dabei nicht unbedeutend (Simon *et al.*, 2016). Dies wurde durch die vorliegenden Untersuchungen bestätigt. Im Jahr 2017 stiegen doppelt so viele der 2016 über das Tidewehr aufgestiegenen Glasaale über das Wehr Bollingerfähr auf wie 2016.

Die Altersbestimmungen an den Steigaalen zeigen, dass die Aale sogar bis zu drei Jahre in dem Bereich zwischen den beiden Wehren verbleiben, bevor sie das nächste Wehr überwinden. Am Tidewehr Herbrum ist der Anteil ein bis drei Jahre alter Steigaale, die über das Wehr aufsteigen, meist vernachlässigbar. So stiegen in den letzten Jahren am Tidewehr überwiegend unpigmentierte Glasaale mit einer Körperlänge von 6,5 – 7,5 cm auf (Zaudtke & Salva, 2008; Salva *et al.*, 2014, 2015, 2016). Bereits pigmentierte Steigaale von unter 10 cm Körperlänge waren nur mit Anteilen von 0,07 – 12,03 % im Fang vertreten.

Ausgehend von einem Gesamtaufstieg über das Wehr Herbrum im Jahr 2016 von rund 100.000 Glasaalen ist der noch im gleichen Jahr und im Jahr 2017 beobachtete weitere Aufstieg von Aalen über das Wehr Bollingerfähr mit ca. 0,8 % und 1,6 % als sehr gering

einzustufen. Über den Verbleib der übrigen Aale kann aufgrund fehlender Daten derzeit nur spekuliert werden. Die restlichen im Jahr 2016 über das Wehr Herbrum aufgestiegenen Glasaale sind möglicherweise in die einmündenden Nebengewässer und Altarme eingewandert oder über den Schleusenkanal weiter aufgestiegen. Im Jahr 2017 erfolgten an der Goldfischdever wöchentlich Untersuchungen des Jungaalaufstiegs (Salva *et al.*, 2017). Hierbei konnte im Zeitraum von Mai bis September die Einwanderung von Jungaalen in die Goldfischdever dokumentiert werden, von denen etwa ein Drittel der Größenfraktion bis 10 cm Länge zugeordnet werden konnte. Der quantitative Aalaufstieg in die Goldfischdever ist damit allerdings nicht zu bewerten.

Aufgrund der hohen Bestandsdichte an Aalen zwischen den beiden Emswehren (Daten des LAVES zur WRRL, Mosch pers. Mitteilung) kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass ein großer Teil höheren Mortalitäten unterliegt (z. B. Kannibalismus, Habitat- und Nahrungsmangel). Weiterhin denkbar wäre, dass die Aale erst in den nächsten Jahren über das Wehr Bollingerfähr aufsteigen werden oder deutlich länger, unter Umständen sogar bis zum Eintritt der Geschlechtsreife, zwischen den beiden Wehren verbleiben.

Bei den untersuchten pigmentierten Steigaalen bis 15 cm Körperlänge dominierte die Altersgruppe 2+ deutlich. Möglicherweise steigt der überwiegende Teil der Steigaale nicht vor dem dritten Süßwasserjahr am Wehr Bollingerfähr auf. Dies kann derzeit aber nur für das betrachtete Untersuchungsjahr angenommen werden und hängt dann vielleicht auch vom Populationsdruck (Imbert *et al.*, 2010) und damit von der Anzahl der in den Vorjahren und in diesem Jahr (2017) neu über das Wehr Herbrum aufgestiegenen Aale ab. Für andere Faktoren (physiko-chemische Parameter, sonstige Umweltbedingungen etc.) erscheint ebenfalls ein Einfluss auf die Dynamik des lokalen Aalbestands denkbar, was jedoch derzeit nur spekulativ betrachtet werden kann und deshalb hier nicht weiter erörtert wird.

In Übereinstimmung mit früheren Beobachtungen deutet dieser Befund auf eine etappenweise Einwanderung der Steigaale in die Flüsse über mehrere Jahre hinweg hin (Walter, 1910; Ehrenbaum, 1930, Simon *et al.*, 2006). Möglicherweise werden die Aale zwischen den beiden Wehren erst durch die aus der Emsmündung nachdrängenden Tiere zur Wiederaufnahme der Wandertätigkeit veranlasst. Imbert *et al.* (2010) gehen dagegen davon aus, dass ältere residente Aale nicht von jüngeren „Nachrückern“ zur Wiederaufnahme der Migration veranlasst werden. Stattdessen wandern Aale aus nachfolgenden Jahrgängen so lange stromauf, bis sie ein geeignetes und noch nicht zu stark belegtes Habitat gefunden haben.

Bei der Wachstumsrückberechnung anhand der Otolithen von 100 Steigaalen der Altersgruppe 2+ wurden auch die Längen der Aale für den Zeitpunkt errechnet, zu dem sie als Glasaale (im Alter von Null Kontinentaljahren) den europäischen Kontinent erreichten. Die Werte lagen im Mittel bei 7,1 cm (Spannweite 5,9–8,5 cm). Sie stimmen mit der in der Natur beobachteten Größe der Glasaale bei Ankunft an der europäischen Küste von durchschnittlich 7 cm (Spannweite 5,4–9,2 cm) recht gut überein (Lübbert, 1911; Dekker *et al.*, 1998).

Die Wachstumsrückberechnung ergab weiterhin, dass die Steigaale im ersten Süßwasserjahr durchschnittlich nur 3,0 cm und im zweiten Jahr durchschnittlich nur 2,3 cm gewachsen waren. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Simon *et al.* (2016), der nachweisen konnte, dass die markierten Aale 2016 im Zeitraum zwischen Markierung (Ende

April bis Ende Mai) und Wiederfang (Ende Juni bis Anfang August) im Durchschnitt nur 1,0 cm gewachsen waren, was einen vergleichsweise geringen Zuwachs darstellt. In Norddeutschland sind deutlich höhere Wachstumsraten im ersten Kontinentaljahr die Regel. So fand z. B. Simon (2007) in sechs norddeutschen Seen, dass die Aale mit Zuwachsraten von 6,1 bis 8,5 cm ihre Ausgangsgröße im ersten Kontinentaljahr praktisch verdoppelten. In der Havel, einem Nebenfluss der Elbe, wiesen weibliche Aale im ersten Kontinentaljahr einen durchschnittlichen Zuwachs von 7,1 cm und männliche Aale von 5,3 cm auf (Brämick *et al.*, 2016). Ein vergleichbar schlechtes Wachstum von Glasaalen mit durchschnittlich 2,3 cm bzw. 3,3 cm im ersten Kontinentaljahr nach dem Besatz fanden Simon *et al.* (2013) dagegen in zwei kleinen abgeschlossenen Seen. In den beiden Seen war bereits ein hoher Bestand an kleinen Aalen vorhanden. Mittels Elektrofischung des Uferbereiches wurden auf 100 m Uferstrecke 11,1 bzw. 21,5 Aale nachgewiesen (Simon *et al.*, 2013). Oberhalb des Tidewehres Herbrum wurden bei Elektrofischungen im Rahmen des WRRL-Monitorings in Niedersachsen entlang des Uferbereiches mit 92,3 Aalen pro 100 m Uferlinie noch deutlich höhere Aaldichten als bei Simon *et al.* (2013) in den Seen nachgewiesen (Daten des LAVES zur WRRL, Mosch, pers. Mitteilung).

Die an der Mündung der Ems ankommenden Glasaale steigen bei nächtlicher Flut insbesondere in der Zeit um Neumond und Vollmond auf, wenn die Wassertemperatur über 10 °C beträgt (Salva *et al.*, 2013, 2014). Die einwandernden Glasaale nutzen dabei das mit der Flut landeinwärts strömende Wasser beim sogenannten selektiven Tidenstromtransport (STST) aus. Sobald die Flut ihren Scheitelpunkt erreicht hat und sich die landeinwärts gerichtete Strömung abschwächt, wandern die Aale auch aktiv in Ufernähe aufwärts. Sobald die Tide kentert und zum Stillstand kommt, bricht auch der aktive Glasaalaufstieg ab. Nun verstecken sich die Glasaale in Grundnähe (Harrison *et al.*, 2014). Dort warten sie, bis die nächste Flut kommt, um weiter stromauf zu wandern. Zu den Springtiden (um Vollmond und Neumond) ist der Glasaalaufstieg besonders intensiv (Salva *et al.*, 2013, 2014). So erfolgt die Einwanderung unter Ausnutzung des STST bis der Bereich des Tideeinflusses im Fluss verlassen ist. Oberhalb der Flutstromgrenze wandern die Glasaale ausschließlich aktiv weiter stromauf (Tesch, 1965; Harrison *et al.*, 2014).

Etwa 110 km oberhalb der Emsmündung befindet sich das Tidewehr Herbrum, das am heutigen Standort seit 1961 das ursprünglich bereits im Jahr 1899 errichtete Tidewehr ersetzt (Schmeidler, 1963; Tesch, 1965). Durch das Wehr ist in den weiter stromaufwärts gelegenen Flussabschnitten praktisch kein Tideeinfluss mehr vorhanden, das Wehr stellt heute die obere Flutstromgrenze dar. Das heißt, die über das Wehr Herbrum aufsteigenden Aale müssen vom passiven zum aktiven Wanderungsverhalten wechseln. Etwa 6,4 km oberhalb von Herbrum liegt das Wehr Bollingerfähr. Um diese Strecke aktiv zu durchwandern, benötigt die Mehrzahl der Tiere mindestens zwei bis drei Monate bis zu mehreren Jahren. Die Staustufe Bollingerfähr können die Steigaale nur aktiv über den Fischpass am Wehr oder über die Schleuse passieren. Im Bereich zwischen den beiden Wehren kommt es also anscheinend zu einer Konzentration aufsteigender Aale. Die hohe Bestandsdichte führt möglicherweise – dann wahrscheinlich bedingt durch die nur begrenzte Habitatkapazität (so sind kaum noch Überschwemmungsflächen vorhanden) – zu einem geringen Wachstum der Steigaale.

Die errechnete Anzahl der im Jahr 2016 am Tidewehr Herbrum in die Ems eingewanderten Steigaale von um die 100.000 Stück ist deutlich höher als in anderen deutschen Flüssen. So registrierten Fladung *et al.* (2012) im Rahmen eines Steigaalmonitorings im

Mündungsbereich der Havel (Gnevsdorf) im Zeitraum 2005 – 2009 etwa 20.800 – 43.200 Steigaale. Für 2005, dem Jahr mit dem höchsten Steigaalaufkommen in der Havel, wurde anhand der gewonnenen Daten von einem Gesamtaufstieg von ca. 70.000 Steigaalen in die Havel ausgegangen (Simon *et al.*, 2006), wobei nicht zwischen natürlich eingewanderten und besetzten Aalen unterschieden werden konnte. In anderen Nebenflüssen der Elbe waren die Steigaalfänge mit mehreren hundert bis 1.500 Stück noch geringer und im Ostsee-einzugsgebiet scheint der Steigaalaufstieg in den letzten Jahren praktisch zum Erliegen gekommen zu sein (Simon *et al.*, 2006). Zu beachten ist allerdings, dass die genannten Nebenflüsse der Elbe grundsätzlich weiter im Binnenland liegen und somit – wie auch beim Ostsee-einzugsgebiet – im Vergleich zum Tidewehr Herbrum eine größere Entfernung zur Nordsee und zum Atlantik besteht. Allein hierdurch bedingt sind – von methodischen Unterschieden einmal abgesehen – geringere Steigaalfänge zu erwarten. Weiterhin bezeichnete Meyer-Waarden (1953) den Aalaufstieg in der Ems zwar auch als stark schwankend, aber im Vergleich zu anderen deutschen Flüssen als regelmäßiger und stetiger.

6 Zusammenfassung, Methodenkritik und Empfehlungen

Am Wehr Bollingerfähr wurden 2017 im Zeitraum Ende Mai bis Ende Juli an 10 Probetagen insgesamt 661 Steigaale im Längenspektrum 6,9 – 16,2 cm für eine Altersbestimmung und die Kontrolle auf eine vorhandene Markierung mit Alizarinrot S entnommen und untersucht. Von diesen gehörten nur 193 Steigaale zur Altersgruppe 1+, von denen wiederum 9 Aale eine Markierung aufwiesen. Die auf dieser Basis nach der Lincoln-Petersen-Methode geschätzte Populationsgröße der im Jahr 2016 am Tidewehr Herbrum in die Ems eingewanderten Steigaale beträgt rund 111.000 Stück. Damit entsprach der Steigaalaufstieg am Tidewehr Herbrum im Jahr 2016 ca. 1 % des in der Zeit von 1960 – 1980 an diesem Standort nachgewiesenen Glasaalaufkommens. Die Wachstumsrückberechnung anhand der Otolithen ergab, dass der mittlere jährliche Zuwachs der Steigaale im ersten Süßwasserjahr bei 3,0 cm und im zweiten Süßwasserjahr bei 2,3 cm lag. Das Wachstum der Steigaale in der Ems zwischen den beiden Wehren ist damit im Vergleich zu anderen norddeutschen Gewässern als gering einzustufen, was offenbar mit einer hohen Aalbestandsdichte einhergeht und vielleicht auf eine begrenzte Habitatkapazität zurück zu führen ist.

Eine Bestandsgrößenschätzung aufsteigender Aale ist in einem Gewässer wie der Ems angesichts der Gewässergröße sowie der vorgenannten Probleme (Hochwasser, Tide) schwierig. Insbesondere die vorgenommene Bestandsgrößenschätzung bedarf aufgrund verschiedener methodischer Schwierigkeiten einer kritischen Reflektion. Für die Anwendung der Lincoln-Petersen-Schätzmethode muss eine Reihe von Bedingungen erfüllt sein, deren Nichtbeachtung zu einem ungenauen oder falschen Schätzergebnis führen kann:

1. Geschlossenheit der Population

Dies bedeutet, dass keine Reproduktion bzw. Sterblichkeit auftritt sowie keine Zu- oder Abwanderung erfolgt. Dass zwischenzeitlich eine Reproduktion erfolgt ist, kann aufgrund der besonderen Fortpflanzungsbiologie des Europäischen Aals (Ablaichen nur in der Sargassosee) ausgeschlossen werden. Durch den für Markierungs-Wiederfang-Experimente vergleichsweise langen Zeitraum zwischen Markierung (Ende April bis Ende Mai) und Wiederfang (Ende Mai bis Ende Juli ein Jahr später) sind mit hoher Wahrscheinlichkeit Verluste durch Prädation, Erschöpfung usw. bei den Steigaalen aufgetreten. Es wird davon ausgegangen, dass markierte und unmarkierte Tiere davon gleichermaßen betroffen waren. Durch die Bestandsschätzung wurde allerdings nicht der aktuelle Bestand bzw. Aufstieg am Wehr Bollingerfähr (nach den Verlusten), sondern der Bestand zum Zeitpunkt der Markierung – also beim Aufstieg am Tidewehr Herbrum vor den Verlusten – berechnet. Eine Abwanderung von Steigaalen zurück über das Wehr Herbrum kann prinzipiell nicht ausgeschlossen werden, wird aber als vernachlässigbar gering eingeschätzt. Ein anderer Teil der Steigaale ist mit hoher Wahrscheinlichkeit in der ca. 6,4 km langen Flussstrecke zwischen den beiden Wehren verblieben, in eines der einmündenden Nebengewässer oder in Altarme eingewandert oder über den parallel zur Ems verlaufenden Schleusenkanal aufgestiegen. Im Rahmen der Untersuchung wird davon ausgegangen, dass dies auf markierte und unmarkierte Tiere in gleichem Maße zutrifft und somit keinen Einfluss auf die Bestandsschätzung hat.

2. Einsatz von Fanggeräten mit vergleichbarer Selektivität und Fängigkeit

Aus methodischen Gründen (Fangstellen) musste für den Fang und den Wiederfang der Steigaale auf unterschiedliche Fanggeräte zurückgegriffen werden. In der Fischerei wird zwischen aktiven und passiven Fanggeräten unterschieden. Der aktiv eingesetzte Kescher bei den Kescherzügen in der Aalfangrinne am Tidewehr Herbrum weist grundsätzlich eine andere Fängigkeit und Selektivität auf als die passiv eingesetzte Aalleiter am Wehr Bollingerfähr. Unabhängig davon fangen beide Fanggeräte aber aufgrund ihrer Einsatzorte (Aalfangrinne) bzw. Konstruktion (Aalleiter) nur aufstiegswillige, aktive Glas- und Steigaale bei ihrer Wanderung. Beide Fanggeräte greifen jedoch aufgrund der verwendeten geringen Maschenweite ($< 1 \text{ mm}$) (Kescher) bzw. Lochgröße (Auffangbehälter der Aalleiter) das relevante Größenspektrum ab (von der kleinsten Größenfraktion aufsteigender Glasaale bis zu größeren pigmentierten Steigaalen). Aus diesen Gründen wird vereinfachend angenommen, dass es bezogen auf die aufstiegswilligen Glas- und Steigaale keine Unterschiede in der Selektivität und Fängigkeit zwischen den beiden Fanggeräten bzw. an den Standorten gibt.

3. Unschädlichkeit, Beständigkeit und Erkennbarkeit der Markierung

Die Markierung der gefangenen Steigaale erfolgte durch Anfärben der Otolithen mit dem Fluoreszenzfarbstoff Alizarinrot S. Diese Methode ermöglicht eine Massenmarkierung und hat sich für die Wiedererkennung von eingesetzten Aalen und deren Unterscheidung von Aalen des Altbestandes in natürlichen Gewässern bewährt (z. B. Simon *et al.*, 2013; Simon & Dörner, 2014). Die Kennzeichnungsmethode führt zu keiner markierungsbedingten Mortalität oder Wachstumsbeeinträchtigungen und ist auch noch nach Jahren bei 100 % der markierten Aale eindeutig zu erkennen (Simon & Dörner, 2005; Simon *et al.*, 2009; Simon unveröffentlichte Daten). So fanden z. B. Caraguel *et al.* (2015) sieben Monate nach dem Besatz von nach gleicher Methode markierten Glasaalen keine Veränderung in der Abundanz, dem Wachstum und der Kondition zwischen markierten und unmarkierten Glasaalen in einem Sumpfgebiet bei eindeutiger Erkennbarkeit der Markierung. Ob der Farbstoff zu Verhaltensänderungen, wie z. B. der Aktivität und der „Aufstiegswilligkeit“, führt, wie er von anderen nach der Markierung leicht narkotisch wirkenden Markierungsfarbstoffen wie z.B. Neutralrot und Bismarckbraun berichtet wurde (Briand *et al.*, 2005), wurde bisher noch nicht untersucht. Aufgrund dessen, dass ARS in der angewendeten Konzentration nicht narkotisch auf die Aale wirkt, der oben genannten Erfahrungen mit dem Farbstoff und der vorliegenden Ergebnisse wird aber davon ausgegangen, dass er keinen Einfluss auf das Verhalten der markierten Tiere hat.

Unabhängig davon könnten sowohl die Markierung als auch das Handling zu erhöhten Verlusten führen, wenn die Fische bereits vor der Markierung geschwächt waren, z. B. durch eine zu lange Hälterung, Krankheiten oder ungünstige Hälterungsbedingungen. Dies kann später zu höheren Verlusten bei den markierten als bei den nicht markierten Glasaalen führen, was einen erheblichen Einfluss auf die Genauigkeit der Schätzung hätte. Eine Überschätzung des Bestandes wäre die Folge.

4. Vollständige Durchmischung der markierten Tiere mit der unmarkierten Population

Eine vollständige Durchmischung der markierten und unmarkierten Steigaale in der Ems oberhalb von Herbrum bis zum Wiederfang am Wehr Bollingerfähr war durch die methodische Vorgehensweise zu erwarten und ist nach unseren Ergebnissen auch weitestgehend erfolgt.

Unbekannt ist aber, ob die Steigaale beim weiteren Aufstieg in die Ems die Seite im Fluss wechseln, d. h. durch die Hauptströmung schwimmen können. Die markierten Steigaale wurden oberhalb des Wehres Herbrum auf der rechten Uferseite ausgesetzt. Der Fischpass am Wehr Bollingerfähr, in dem die Steigalrinne installiert ist, liegt ebenfalls auf der rechten Seite. Wenn die Steigaale die Flussseite nicht wechseln können, würde dies bedeuten, dass sich die markierten Steigaale nur mit den an der rechten Uferseite aufsteigenden unmarkierten Steigaalen durchmischt haben, nicht aber mit den an der linken Uferseite aufsteigenden unmarkierten Aalen. Die an der linken Uferseite weiter aufsteigenden unmarkierten Aale können die Staustufe Bollingerfähr über die auf der gleichen Uferseite liegende Schleuse passieren, was auch bereits beobachtet wurde (Salva *et al.* 2014). In der Konsequenz würde es zu einer Unterschätzung des Gesamtaufstieges an Aalen kommen können, da dann der Aalaufstieg an der linken Uferseite überhaupt nicht erfasst würde. Ob die Steigaale die Flussseite wechseln können, könnte überprüft werden, indem zwei gleich große Gruppen an Steigaalen mit zwei verschiedenen Markierungen markiert und dann die eine Gruppe auf der linken und die andere Gruppe auf der rechten Seite ausgesetzt wird. Sind Aale beider Gruppen im Fang am Wehr Bollingerfähr vertreten, wäre damit nachgewiesen, dass sie die Seite wechseln können.

Fazit

Im Fazit unterliegt die durchgeführte Bestandsschätzung einer generell hohen Schätzungenauigkeit, die auch durch die geringe Wiederfangrate bedingt ist. Für eine deutlich verbesserte Schätzgenauigkeit wäre die Markierung einer größeren Zahl von Steigaalen (ca. 10.000 Stück) erforderlich. Zusätzlich wird die Schätzgenauigkeit möglicherweise noch durch die nicht bekannte Mortalität infolge der niedrigen Sauerstoffkonzentration in der Hälterung der Glasaale und dem Markierungsstress am 11.05.2016 (Simon *et al.*, 2016) sowie die noch offene Frage einer vollständigen Durchmischung mit den unmarkierten Aalen (Wechsel der Uferseite, Anteil Abwanderung in Nebengewässer) verstärkt.

Die Altersbestimmung bzw. Sichtbarkeit der Kontinentalringe ist bei Aalen mit schlechtem Wachstum schwierig, da der Winterring erst dann deutlich sichtbar wird, wenn schon ein gewisser Zuwachs in der aktuellen Vegetationsperiode erzielt wurde. Begünstigt durch das vergleichsweise geringe Wachstum kann es daher sein, dass untersuchte unmarkierte Aale der Altersgruppe 1+ zugeordnet wurden, obwohl sie eigentlich schon ein Jahr älter sind. Infolgedessen ist evtl. mit einer zu hohen Anzahl unmarkierter Tiere gerechnet worden, was tendenziell zu einer Überschätzung des Bestandes führt.

Wie bereits unter den Abschnitten 4 und 5 dargestellt und diskutiert gehörten die untersuchten Steigaale den Altersgruppen 0+ bis 3+ an. Sie scheinen teilweise nach Passage des Wehres Herbrum längere Zeit im darüber liegenden Flussabschnitt bis zum Wehr Bollingerfähr zu verweilen. Ein nicht unbedeutender Teil der Steigaale verbleibt dabei

ein Jahr und noch länger in diesem Flussabschnitt, bevor ein weiterer Aufstieg über das Wehr Bollingerfähr Richtung Binnenland erfolgt.

Insgesamt hat sich jedoch die von Simon *et al.* (2016) verwendete Methodik als geeignet für eine valide Quantifizierung des Steigaalaufstieges in der Ems erwiesen. Durch die erfolgte Altersbestimmung kann zukünftig zudem eine bessere Eingrenzung der für die Untersuchungen zu sammelnden Längenklassen an Steigaalen erfolgen. Weiterhin ist beim Steigaalmonitoring am Wehr Bollingerfähr zu berücksichtigen, dass sich die dort in einem Jahr aufsteigenden Aale offenbar aus den in mehreren Vorjahren über das Tidewehr Herbrum aufgestiegenen Aalen zusammensetzen.

Letztlich sollte das Fang-Markierungs-Wiederfang-Experiment in den nächsten Jahren wiederholt werden. Nur so kann die Datengrundlage geschaffen werden, um aus den standardisierten Kescherzügen einen aufwandsbezogenen Index für das Glasaalaufkommen am Tidewehr Herbrum zu entwickeln. Zudem könnten sich aus einem weiteren Fang-Wiederfang-Experiment auch Hinweise für eine rückwirkende Bewertung der vorliegenden Ergebnisse, v. a. mit Blick auf eine möglicherweise handhabungsbedingte erhöhte Sterblichkeit, und daraus resultierende Unsicherheiten ergeben. Für die Hälterung der Aale vom Fang bis zur Markierung müssten natürlich Vorkehrungen getroffen werden, um Vorkommnisse wie das einmalige Sauerstoffdefizit zukünftig sicher auszuschließen.

7 Literaturverzeichnis

- Bailey, N.T.J. (1951): On estimating the size of mobile populations from recapture data. *Biometrika* 38, 293-306.
- Bailey, N.T.J. (1952): Improvements in the interpretation of recapture data. *Journal of Animal Ecology* 21, 120-127.
- Berg, R. (1988): Der Aal im Bodensee. Reihe: Ökologie & Landwirtschaft. Verlag J. Margraf, Gaimersheim, 246 S.
- Bonhommeau, S.; Chassot, E.; Planque, B.; Rivot, E.; Knap, A.H. & Le Pape, O. (2008): Impact of climate on eel populations of the Northern Hemisphere. *Marine Ecology Progress Series* 373, 71–80.
- Brämick, U.; Fladung, E., & Simon, J. (2016): Stocking is essential to meet the silver eel escapement target in a river system with currently low natural recruitment. *ICES Journal of Marine Science* 73, 91–100.
- Briand, C.; Fatin, D.; Feunteun, E. & Fontenelle, G. (2005): Estimating the stock of glass eels in an estuary by mark-recapture experiments using vital dyes. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* 378-379, 23-46.
- Caraguel, J.-M.; Charrier, F.; Mazel, V. & Feunteun, E. (2015): Mass marking of stocked European glass eels (*Anguilla anguilla*) with alizarin red S. *Ecology of Freshwater Fish* 24, 435–442.
- Dekker, W. (2009): A conceptual management framework for the restoration of the declining European eel stock. In: Casselman, J.M. & Cairns, D.K. (Hrsg.) *Eels at the Edge. Science, Status and Conservation Concerns*. American Fisheries Society Symposium 58, 3–19.
- Dekker, W.; Van Os, B. & Van Willigen, J. (1998): Minimal and maximal size of eel. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* 349, 195–197.
- Diekmann, M. (2017): Glasaalbewirtschaftung und Aalbesatz in Deutschland im 20. Jahrhundert. In: Dorow, M. (Hrsg.) *Aalmanagement*. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Heft 58, 7 - 18.
- Ehrenbaum, E (1930): Der Flußaal. *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas*, Band IIIA, 159-217.
- Ehrenbaum, E. & Marukawa, H. (1914): Über Altersbestimmung und Wachstum beim Aal. *Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften* 14, 89–127.
- EU (2007): Verordnung EG Nr. 1100/2007 des Rates vom 18. September 2007 mit Maßnahmen zur Wiederauffüllung des Bestands des Europäischen Aals.. *Amtsblatt der Europäischen Union* L 248, 17–23.
- Fladung, E.; Simon, J.; Brämick, U.; Doering-Arjes, P.; Stein, F.; Wolf, P.; Weichler, F.; Kolew, J. & Hannemann, N. (2012): Quantifizierung der Sterblichkeit von Aalen in deutschen Binnengewässern am Beispiel der Havel. Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow., Projektabschlussbericht, Potsdam, 135 S.
- Friedland, K.D.; Miller, M.J. & Knights, B. (2007): Oceanic changes in the Sargasso Sea and declines in recruitment of the European eel. *ICES Journal of Marine Science* 64, 519–530.

- Geeraerts, C. & Belpaire, C. (2011): The effects of contaminants in European eel: a review. *Ecotoxicology* 19, 239–266.
- Harrison, A.J.; Walker, A.M.; Pinder, A.C.; Briand, C. & Aprahamian M.W. (2014): A review of glass eel migratory behaviour, sampling techniques and abundance estimates in estuaries: implications for assessing recruitment, local production and exploitation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 24, 967–983.
- ICES (1999): ICES cooperative research report No. 229. Report of the ICES Advisory Committee on Fisheries Management 1998, part 2. 446 S.
- ICES (2010): Report of the 2009 Session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels. Göteborg, Sweden, 7–11 September 2009. EIFAC Occasional Paper. No. 45. ICES CM 2009/ACOM: 15. Rome, FAO/Copenhagen, 117 S.
- ICES (2015): Report of the Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eel (WGEEL). Antalya, Turkey, 24 November – 2 December 2015. ICES CM 2015/ACOM: 18, 130 S.
- Imbert, H., Labonne, J., Rigaud, C. & Lambert, P. (2010): Resident and migratory tactics in freshwater European eels are size-dependent. *Freshwater Biology* 55, 1483–1493.
- Kettle, A.J. & Haines, K. (2006): How does the European eel (*Anguilla anguilla*) retain its population structure during its larval migration across the North Atlantic Ocean? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63, 90–106.
- Kirk, R.S. (2003): The impact of *Anguillicola crassus* on European eels. *Fisheries Management and Ecology* 10, 385–394.
- 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.
- Knösche, R.; Schreckenbach, K.; Simon, J.; Eichhorn, T.; Pietrock, M. & Thürmer, C. (2004): Aalwirtschaft in Brandenburg. Entwicklung der Aalbestände, Schadfaktoren und nachhaltige Aalwirtschaft. Schriftenreihe des Institutes für Binnenfischerei e.V. ,15, Potsdam-Sacrow. 75 S.
- Köbke, C. (1955): Die Aalbrutfangstation in Herbrum an der Ems. *Der Fischwirt* 5, 326–328.
- LAVES & BRA (2008): Aalbewirtschaftungsplan für das Flusseinzugsgebiet der Ems. In: D.B.B.A. Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (Hrsg.) www.portal-fischerei.de: Fischerei in Deutschland. Portal des Bundes und der Länder.
- Lübbert, H. (1911): Weitere Messungen von nordischen Glasaalen. *Allgemeine Fischerei-Zeitung* 36, 214–217.
- Meyer, P.F. (1951): Die Aalbrutfangstation Herbrum in Oldenburg – ein wichtiger Faktor in der Aalwirtschaft des Bundesgebietes. *Der Fischwirt* 1, 207–212.
- Meyer-Waarden, P.F. (1953): Bericht über den Glasaalaufstieg in Ems, Weser, Hunte, Eider und Schwentine im Jahr 1952. Bundesanstalt für Fischerei, im Auftrag des Bundesernährungsministeriums, 10 Seiten und 3 Anhänge.
- Miller, M.J.; Kimura, S.; Friedland, K.D.; Knights, B.; Kim, H.; Jellyman, D.J & Tsukamoto, K. (2009): Review of ocean-atmospheric factors in the Atlantic and Pacific oceans

- influencing spawning and recruitment of anguillid eels. In: Haro, A.; Avery, T.; Beal, K.; Cooper, J.; Cunjak, R.; Dadswell, M.; Klauda, R.; Moffitt, C.; Rulifson R. & Smith K. (Hrsg.) Challenges for diadromous fishes in a dynamic global environment. Bethesda: American Fisheries Society Symposium 69, 231–249.
- Moriarty, C. (1975): Report of the EIFAC workshop on age determination of eels. Montpellier 13. – 16. May 1975, EIFAC/76/3, FAO, Rome.
- Moriarty, C. & Dekker W. (1997): Management of the European eel. Fisheries Bulletin Dublin 15, 167 S.
- Robson, D.S. & Regier, H.A. (1964): Sample Size in Petersen Mark-Recapture Experiments. Transactions of the American Fisheries Society 93, 215-226.
- Salva, J.; Poll, K.-H.; Wilkens, H.-J. & Diekmann, M. (2013): Monitoring des Glas- und Steigaalaufkommens in der niedersächsischen Ems am Stauwehr Bollingerfähr/Ems, Zeitraum April 2013 – Oktober 2013. Sportfischerverband im Landesfischereiverband Weser-Ems, Abschlussbericht im Auftrag des LAVES, Dez. Binnenfischerei – Fischereikundlicher Dienst (Hannover), 32 S.
- Salva, J.; Bröring, H.; Poll, K.-H.; Wilkens, H.-J.; Zaudtke, B. & Diekmann, M. (2014): Glas- und Steigaalaufstieg an der Ems an den Stauwehren Herbrum und Bollingerfähr im Jahr 2014. Gemeinsamer Abschlussbericht der Projekte: „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Herbrum/Ems“ und „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Bollingerfähr/Ems“, Landesfischereiverband Weser-Ems - Sportfischerverband, im Auftrag des LAVES 53 S.
- Salva, J.; Poll, K.-H.; Wilkens, H.-J.; Zaudtke, B. & Diekmann, M. (2015): Glas- und Steigaalaufstieg an der Ems an den Stauwehren Herbrum und Bollingerfähr im Jahr 2015. Gemeinsamer Abschlussbericht der Projekte: „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Herbrum/Ems“ und „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Bollingerfähr/Ems“, Landesfischereiverband Weser-Ems – Sportfischerverband, im Auftrag des LAVES, 36 S.
- Salva, J., Poll, K.-H., Wilkens, H.-J., Zaudtke, B., Deuling, H. & Diekmann, M. (2016): Glas- und Steigaalaufstieg an der Ems an den Stauwehren Herbrum und Bollingerfähr im Jahr 2016. Gemeinsamer Abschlussbericht der Projekte: „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Herbrum/Ems“ und „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Bollingerfähr/Ems“, Landesfischereiverband Weser-Ems - Sportfischerverband, im Auftrag des LAVES, 26 S.
- Salva, J., Poll, K.-H., Wilkens, H.-J., Zaudtke, B., Deuling, H. & Diekmann, M. (2017): Glas- und Steigaalaufstieg an der Ems an den Stauwehren Herbrum und Bollingerfähr im Jahr 2016. Gemeinsamer Abschlussbericht der Projekte: „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Herbrum/Ems“ und „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Bollingerfähr/Ems“, Landesfischereiverband Weser-Ems - Sportfischerverband, im Auftrag des LAVES.
- Schmeidler, E. (1963): Beobachtungen über die mengenmäßige Entwicklung und den zeitlichen Ablauf des Glasaalaufstieges in der Ems bei Herbrum von 1950 bis 1962. Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 7, 84-86.

- Settele, J.; Feldmann, R.; Henle, K.; Kockelke, K. & Poethke, H.-J. (1998): Populationsgrößenschätzung bei Tieren. Naturschutz und Landschaftsplanung, 30, 174-181.
- Simon, J. (2007): Age, growth, and condition of European eel (*Anguilla anguilla*) from six lakes in the River Havel system (Germany). ICES Journal of Marine Science 64, 1414–1422
- Simon, J. (2013): A correction factor for the shrinkage of total length and weight of European eels during freezing. Journal of Applied Ichthyology 29, 909-911.
- Simon, J. & Dörner, H. (2005): Marking the European eel with oxytetracycline, alizarin red and coded wire tags: an evaluation of methods. Journal of Fish Biology 67, 1486-1491.
- Simon, J. & Dörner, H. (2014): Survival and growth of European eels stocked as glass and farm sourced eels in five lakes in the first years after stocking. Ecology of Freshwater Fish 23, 40–48.
- Simon, J.; Fladung, E. & Schaarschmidt, T. (2006): Steigaalmonitoring in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2005. Fischer & Teichwirt 57, 452-455.
- Simon, J., Dörner, H. & Richter, C. (2009): Growth and mortality of European glass eel *Anguilla anguilla* marked with oxytetracycline and alizarin red. Journal of Fish Biology 74, 289-295.
- Simon, J.; Dörner, H.; Scott, R. D.; Schreckenbach, K. & Knösche, R. (2013): Comparison of growth and condition of European eels stocked as glass and farm sourced eels in lakes in the first 4 years after stocking. Journal of Applied Ichthyology 29, 323–330.
- Simon, J.; Zaudtke, B.; Poll, K.-H.; Wilkens, H.-J.; Deuling, H. & Diekmann, M. (2016): Quantifizierung des Glas- und Steigaalaufkommens an der Ems im Jahr 2016. Gemeinsamer Abschlussbericht der Projekte: „Markierung von Steigaalen an der Ems (Herbrum)“ und „Untersuchung von Steigaalen an der Ems (Bollingerfähr) auf Farbmarkierung der Otolithen“, Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow, im Auftrag des LAVES, 33 S.
- Tesch, F.-W. (1965): Verhalten der Glasaale (*Anguilla anguilla*) bei ihrer Wanderung in den Ästuarien deutscher Nordseeflüsse. Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen 12, 404-419.
- Walter, E. (1910): Der Flußaal, eine biologische und fischwirtschaftliche Monographie. Verlag J. Neumann, Neudamm. 346 S.
- Zaudtke, B. & Salva, J. (2008): Monitoring des natürlichen Aufstiegs von Glas- und Steigaalen am Stauwehr Herbrum vor dem Hintergrund des EU-Aktionsplans zum Schutz des Aals. Sportfischerverband im Landesfischereiverband Weser-Ems, Abschlussbericht im Auftrag des LAVES, Dez. Binnenfischerei – Fischereikundlicher Dienst (Hannover), 23 S. unveröffentlicht.

8 Anhang

8.1 Anhang – Untersuchungen am Stauwehr Bollingerfähr

Übersicht der untersuchten Stichproben an Steigaalen

Proben-Nr.:	Fangdatum	Fanglänge [cm]	Fangmasse [g]	Markiert mit ARS?	Alter (Jahre)	Bemerkungen
EB370	31.05.2017	10,3	1,5	0	1+	
EB371	31.05.2017	11,6	2,2	0	2+	
EB372	31.05.2017	13,5	2,6	0	2+	an 3 Stellen fast durchgetrennt
EB373	31.05.2017	14,5	5,0	0	2+	halbiert
EB374	31.05.2017	12,6	3,4	0	2+	
EB375	31.05.2017	12,8	3,3	0	2+	
EB376	31.05.2017	9,0	0,9	0	1+	
EB377	31.05.2017	10,0	1,5	1	1+	
EB378	31.05.2017	12,8	3,1	0	2+	
EB379	31.05.2017	14,1	3,7	0	2+	
EB380	31.05.2017	13,2	3,1	0	2+	
EB381	31.05.2017	13,0	3,6	0	2+	
EB382	31.05.2017	13,8	3,5	0	2+	
EB383	31.05.2017	12,3	2,8	0	2+	
EB384	31.05.2017	14,1	3,7	0	2+	
EB385	31.05.2017	10,6	1,7	0	2+	
EB386	31.05.2017	8,8	0,9	0	1+	
EB387	31.05.2017	9,5	1,1	0	1+	
EB388	31.05.2017	14,0	3,7	0	2+	
EB389	31.05.2017	13,4	3,7	0	2+	
EB390	31.05.2017	13,4	3,4	0	2+	
EB391	31.05.2017	12,0	2,2	0	2+	
EB392	31.05.2017	10,2	1,5	0	1+	
EB393	31.05.2017	11,0	1,9	0	1+	Schwanz fast abgetrennt
EB394	31.05.2017	12,9	2,8	0	2+	
EB395	31.05.2017	10,9	1,5	0	1+	
EB396	31.05.2017	13,6	3,5	0	2+	
EB397	31.05.2017	12,2	2,0	0	2+	
EB398	31.05.2017	11,7	2,2	0	2+	
EB399	31.05.2017	11,4	2,1	0	2+	
EB400	31.05.2017	12,0	2,7	0	2+	
EB401	31.05.2017	13,2	3,3	0	2+	
EB402	31.05.2017	11,2	2,0	0	2+	
EB403	31.05.2017	13,1	2,9	0	2+	
EB404	31.05.2017	11,3	2,2	0	2+	
EB405	31.05.2017	9,4	1,0	0	1+	
EB406	31.05.2017	13,4	3,7	0	2+	

EB407	31.05.2017					nur Vorderkörper vorhanden
EB408	31.05.2017					nur Hinterkörper vorhanden
EB409	21.06.2017	14,9	4,3	0	2+	
EB410	21.06.2017	11,7	2,6	0	2+	
EB411	21.06.2017	13,2	3,3	0	2+	
EB412	21.06.2017	12,8	2,6	0	2+	
EB413	21.06.2017	12,9	2,8	0	2+	
EB414	21.06.2017	11,6	2,6	0	2+	
EB415	21.06.2017	8,1	0,7	0	0+	
EB416	21.06.2017	10,2	1,6	0	1+	
EB417	21.06.2017	14,5	5,2	0	2+	
EB418	21.06.2017	13,8	3,6	0	2+	
EB419	21.06.2017	12,5	3,1	0	2+	
EB420	21.06.2017	12,9	2,6	0	2+	
EB421	21.06.2017	14,0	4,7	0	2+	
EB422	21.06.2017	10,4	1,5	0	1+	
EB423	21.06.2017	12,7	3,0	0	2+	
EB424	21.06.2017	13,2	3,3	0	2+	
EB425	21.06.2017	10,3	1,7	0	2+	
EB426	21.06.2017	13,8	4,8	0	2+	
EB427	21.06.2017	7,2	0,5	0	0+	
EB428	21.06.2017	14,9	4,8	0	2+	
EB429	21.06.2017	12,4	3,3	0	2+	
EB430	21.06.2017	13,4	3,6	0	2+	
EB431	21.06.2017	13,5	3,7	0	2+	
EB432	21.06.2017	15,3	5,4	0	3+	
EB433	21.06.2017	9,1	1,0	0	1+	
EB434	21.06.2017	11,4	2,0	0	2+	
EB435	21.06.2017	12,3	2,7	0	2+	
EB436	21.06.2017	11,6	2,2	0	2+	
EB437	21.06.2017	11,2	2,2	0	1+	
EB438	21.06.2017	13,5	3,9	0	2+	
EB439	21.06.2017	10,9	2,0	0	1+	
EB440	21.06.2017	7,1	0,3	0	0+	
EB441	21.06.2017	11,8	2,6	0	2+	
EB442	21.06.2017	11,1	2,2	0	1+	
EB443	21.06.2017	13,1	3,4	0	2+	
EB444	21.06.2017	14,1	3,7	0	2+	
EB445	21.06.2017	8,7	0,8	0	1+	
EB446	21.06.2017	13,3	3,3	0	2+	
EB447	21.06.2017	12,8	2,9	0	2+	
EB448	21.06.2017	12,1	2,1	0	2+	
EB449	21.06.2017	13,9	3,3	0	2+	
EB450	21.06.2017	14,6	5,0	0	2+	
EB451	21.06.2017	10,7	1,5	0	1+	

EB452	21.06.2017	14,1	3,7	0	2+	
EB453	21.06.2017	14,7	3,7	0	2+	
EB454	21.06.2017	13,7	3,3	0	2+	
EB455	21.06.2017	13,6	4,2	0	2+	
EB456	21.06.2017	13,2	2,8	0	2+	
EB457	21.06.2017	14,8	4,5	0	2+	
EB458	21.06.2017	12,8	3,8	0	2+	
EB459	21.06.2017	12,6	3,0	0	2+	
EB460	21.06.2017	11,8	2,3	0	2+	
EB461	21.06.2017	13,3	2,7	0	2+	
EB462	21.06.2017	12,2	2,3	0	2+	
EB463	21.06.2017	14,2	3,7	0	2+	
EB464	21.06.2017	14,0	4,1	0	3+	
EB465	21.06.2017	10,8	1,7	0	1+	
EB466	21.06.2017	13,9	3,8	0	2+	
EB467	21.06.2017	15,4	5,6	0	3+	
EB468	21.06.2017	11,8	2,1	0	2+	
EB469	21.06.2017	14,5	4,2	0	2+	
EB470	21.06.2017	13,4	3,4	0	2+	
EB471	21.06.2017	14,4	4,5	0	2+	
EB472	21.06.2017	9,5	1,1	0	1+	
EB473	21.06.2017	12,3	2,4	0	2+	
EB474	21.06.2017	12,3	2,6	0	2+	
EB475	21.06.2017	9,8	1,3	0	1+	
EB476	21.06.2017	12,8	2,9	0	2+	
EB477	21.06.2017	11,2	1,9	0	2+	
EB478	21.06.2017	12,7	2,2	0	2+	
EB479	21.06.2017	10,6	1,7	1	1+	
EB480	21.06.2017	11,5	2,1	0	2+	
EB481	21.06.2017	11,6	2,1	0	2+	
EB482	21.06.2017	12,1	2,4	0	2+	
EB483	21.06.2017	15,2	5,3	0	2+	
EB484	21.06.2017	10,2	1,3	0	1+	
EB485	21.06.2017	11,2	2,1	0	1+	
EB486	21.06.2017	9,7	1,4	0	1+	
EB487	21.06.2017	10,8	1,7	0	1+	
EB488	21.06.2017	10,4	1,7	1	1+	
EB489	21.06.2017	8,1	0,7	0	0+	
EB490	21.06.2017	9,7	1,3	0	1+	
EB491	21.06.2017	9,0	1,0	0	1+	
EB492	21.06.2017	12,9	3,3	0	2+	
EB493	21.06.2017	12,4	2,0	0	2+	
EB494	21.06.2017	11,5	2,1	0	2+	
EB495	21.06.2017	10,0	1,4	0	1+	
EB496	21.06.2017	13,0	3,6	0	2+	

EB497	21.06.2017	11,1	1,7	0	2+	
EB498	21.06.2017	10,5	1,7	0	1+	
EB499	21.06.2017	10,6	1,4	0	1+	
EB500	21.06.2017	11,4	2,0	0	2+	
EB501	21.06.2017	10,4	1,5	0	1+	
EB502	21.06.2017	11,2	2,1	0	1+	
EB503	21.06.2017	11,6	2,4	0	2+	
EB504	21.06.2017	11,8	1,7	0	2+	
EB505	21.06.2017	14,9	5,1	0	2+	
EB506	20.06.2017	10,3	1,4	0	1+	
EB507	20.06.2017	11,1	1,6	0	2+	
EB508	20.06.2017	12,4	2,6	0	2+	
EB509	20.06.2017	11,7	2,1	0	2+	
EB510	20.06.2017	13,3	3,5	0	2+	
EB511	20.06.2017	13,6	3,3	0	2+	
EB512	20.06.2017	12,9	2,8	0	2+	
EB513	20.06.2017	11,0	1,7	0	1+	
EB514	20.06.2017	12,0	2,1	0	2+	
EB515	20.06.2017	9,7	1,0	0	1+	
EB516	20.06.2017	11,8	2,1	0	2+	
EB517	20.06.2017	10,2	1,5	0	1+	
EB518	20.06.2017	14,5	3,9	0	2+	
EB519	20.06.2017	15,2	5,4	0	3+	
EB520	20.06.2017	14,8	4,2	0	2+	
EB521	20.06.2017	12,6	2,6	0	2+	
EB522	20.06.2017	11,9	1,9	0	2+	
EB523	20.06.2017	12,3	2,2	0	2+	
EB524	20.06.2017	9,8	0,9	0	1+	
EB525	20.06.2017	11,8	2,0	0	2+	
EB526	20.06.2017	11,9	1,9	0	2+	
EB527	20.06.2017	9,5	0,9	0	1+	
EB528	20.06.2017	12,4	2,6	0	2+	
EB529	20.06.2017	13,8	3,5	0	2+	
EB530	20.06.2017	15,4	5,4	0	2+	
EB531	20.06.2017	10,8	1,5	0	2+	
EB532	20.06.2017	12,4	2,2	0	2+	
EB533	20.06.2017	10,7	1,5	0	1+	
EB534	20.06.2017	10,4	1,4	0	1+	
EB535	20.06.2017	12,5	2,2	0	2+	
EB536	20.06.2017	13,4	3,1	0	2+	
EB537	20.06.2017	11,4	1,6	0	2+	
EB538	20.06.2017	12,9	2,7	0	2+	
EB539	20.06.2017	7,9	0,4	0	0+	
EB540	20.06.2017	13,7	3,5	0	2+	
EB541	20.06.2017	13,8	2,9	0	2+	

EB542	20.06.2017	6,9	0,1	0	0+	
EB543	20.06.2017	14,6	4,2	0	2+	
EB544	20.06.2017	14,0	4,1	0	2+	
EB545	20.06.2017	14,0	3,1	0	2+	
EB546	20.06.2017	13,7	3,7	0	2+	
EB547	20.06.2017	14,0	3,6	0	2+	
EB548	20.06.2017	12,6	2,2	0	2+	
EB549	20.06.2017	13,8	3,9	0	2+	
EB550	20.06.2017	9,2	0,9	0	1+	
EB551	20.06.2017	12,0	2,2	0	2+	
EB552	20.06.2017	13,4	3,5	0	2+	
EB553	20.06.2017	10,4	1,3	0	1+	
EB554	20.06.2017	16,0	5,5	0	3+	
EB555	20.06.2017	12,1	2,0	0	2+	
EB556	20.06.2017	12,7	2,7	0	2+	
EB557	20.06.2017	14,2	4,3	0	2+	
EB558	20.06.2017	12,5	2,4	0	2+	
EB559	20.06.2017	12,9	3,3	0	2+	
EB560	20.06.2017	12,6	2,6	0	2+	
EB561	20.06.2017	15,5	4,8	0	3+	
EB562	20.06.2017	14,7	4,5	0	2+	
EB563	20.06.2017	15,0	6,3	0	2+	
EB564	20.06.2017	12,0	2,6	0	2+	
EB565	24.07.2017	13,5	3,6	0	2+	
EB566	24.07.2017	11,2	2,0	0	1+	
EB567	24.07.2017	12,6	2,9	0	2+	
EB568	24.07.2017	11,4	2,4	0	1+	
EB569	24.07.2017	14,0	4,1	0	2+	
EB570	24.07.2017	15,9	5,2	0	3+	
EB571	24.07.2017	11,5	2,3	0	1+	
EB572	24.07.2017	13,8	4,1	0	2+	
EB573	24.07.2017	8,6	0,9	0	1+	
EB574	24.07.2017	13,5	3,1	0	2+	
EB575	24.07.2017	13,3	3,0	0	2+	
EB576	24.07.2017	14,9	4,7	0	2+	
EB577	24.07.2017	12,2	2,1	0	2+	
EB578	24.07.2017	13,2	2,4	0	2+	
EB579	24.07.2017	14,5	4,7	0	2+	
EB580	24.07.2017	14,5	5,0	0	2+	
EB581	24.07.2017	13,4	4,2	0	2+	
EB582	24.07.2017	15,3	5,9	0	2+	
EB583	24.07.2017	12,9	3,5	0	2+	
EB584	24.07.2017	12,0	2,6	0	2+	
EB585	24.07.2017	8,1	0,7	0	0+	
EB586	24.07.2017	15,2	5,6	0	2+	

EB587	24.07.2017	11,6	2,4	0	1+	
EB588	24.07.2017	15,5	5,2	0	2+	
EB589	24.07.2017	14,9	4,7	0	2+	
EB590	24.07.2017	12,5	2,8	0	2+	
EB591	24.07.2017	12,7	2,9	0	2+	
EB592	24.07.2017	8,7	0,7	0	1+	
EB593	24.07.2017	7,5	0,4	0	0+	
EB594	24.07.2017	15,0	4,8	0	2+	
EB595	24.07.2017	14,3	3,9	0	2+	
EB596	24.07.2017	13,1	3,4	0	2+	
EB597	24.07.2017	12,6	3,1	0	2+	
EB598	24.07.2017	14,5	4,4	0	2+	
EB599	24.07.2017	11,1	1,7	0	1+	
EB600	24.07.2017	13,3	3,5	0	2+	
EB601	24.07.2017	12,1	2,7	0	2+	
EB602	24.07.2017	10,6	1,9	0	1+	
EB603	24.07.2017	12,4	2,8	0	2+	
EB604	24.07.2017	10,0	1,4	0	1+	
EB605	24.07.2017	11,1	2,1	0	1+	
EB606	24.07.2017	8,7	0,8	0	1+	
EB607	24.07.2017	10,1	1,4	0	1+	
EB608	24.07.2017	9,9	1,5	0	1+	
EB609	24.07.2017	12,6	2,8	0	2+	
EB610	24.07.2017	13,9	3,9	0	2+	
EB611	24.07.2017	14,2	4,3	0	2+	
EB612	24.07.2017	10,2	1,4	1	1+	
EB613	24.07.2017	9,0	0,9	0	1+	
EB614	24.07.2017	14,2	4,1	0	2+	
EB615	24.07.2017	9,5	1,1	0	1+	
EB616	24.07.2017	14,4	3,8	0	2+	
EB617	24.07.2017	14,9	5,3	0	2+	
EB618	24.07.2017	15,4	6,1	0	2+	
EB619	24.07.2017	7,9	0,7	0	0+	
EB620	24.07.2017	11,7	2,1	0	2+	
EB621	24.07.2017	8,5	0,8	0	0+	
EB622	24.07.2017	11,7	2,2	0	1+	
EB623	24.07.2017	12,1	2,3	0	1+	
EB624	24.07.2017	12,0	2,8	0	2+	
EB625	24.07.2017	11,5	2,2	0	1+	
EB626	24.07.2017	10,7	1,5	0	1+	
EB627	24.07.2017	11,6	2,2	0	2+	
EB628	24.07.2017	9,5	1,1	0	1+	
EB629	24.07.2017	8,9	0,8	0	1+	
EB630	24.07.2017	14,5	3,7	0	2+	
EB631	24.07.2017	10,2	1,4	0	1+	

EB632	24.07.2017	12,7	3,1	0	2+	
EB633	24.07.2017	10,4	1,5	0	1+	
EB634	27.06.2017	13,6	3,7	0	2+	
EB635	27.06.2017	14,7	5,4	0	2+	
EB636	27.06.2017	12,6	2,9	0	1+	
EB637	27.06.2017	10,8	2,1	0	1+	
EB638	27.06.2017	10,4	1,6	0	1+	
EB639	27.06.2017	11,9	2,3	0	1+	
EB640	27.06.2017	11,0	2,1	0	1+	
EB641	27.06.2017	11,4	2,1	0	1+	
EB642	27.06.2017	12,5	2,9	0	2+	
EB643	27.06.2017	12,0	2,8	0	2+	
EB644	27.06.2017	16,0	7,2	0	3+	
EB645	27.06.2017	15,7	6,2	0	2+	
EB646	27.06.2017	12,5	2,6	0	2+	
EB647	27.06.2017	11,8	2,2	0	2+	
EB648	27.06.2017	12,7	3,0	0	2+	
EB649	27.06.2017	10,0	1,3	0	1+	
EB650	27.06.2017	14,6	5,3	0	2+	
EB651	27.06.2017	10,5	1,9	0	1+	
EB652	27.06.2017	12,4	3,0	0	2+	
EB653	27.06.2017	9,9	1,5	0	1+	
EB654	27.06.2017	13,1	3,4	0	2+	
EB655	27.06.2017	13,2	4,1	0	2+	
EB656	27.06.2017	13,2	3,3	0	2+	
EB657	27.06.2017	14,7	4,4	0	2+	
EB658	27.06.2017	16,2	6,3	0	3+	
EB659	27.06.2017	14,1	4,6	0	2+	
EB660	27.06.2017	13,0	3,3	0	2+	
EB661	27.06.2017	11,8	2,7	0	2+	
EB662	27.06.2017	13,7	3,5	0	2+	
EB663	27.06.2017	12,3	2,8	0	2+	
EB664	27.06.2017	14,9	4,5	0	2+	
EB665	27.06.2017	12,7	3,1	0	2+	
EB666	27.06.2017	12,1	3,0	0	2+	
EB667	27.06.2017	12,1	2,4	0	2+	
EB668	27.06.2017	12,4	3,3	0	2+	
EB669	27.06.2017	12,9	2,9	0	1+	
EB670	27.06.2017	15,1	5,1	0	2+	
EB671	27.06.2017	13,8	4,3	0	2+	
EB672	22.06.2017	9,4	1,0	0	1+	
EB673	22.06.2017	10,5	1,6	0	1+	
EB674	22.06.2017	9,1	0,9	0	1+	
EB675	22.06.2017	9,2	1,1	0	1+	
EB676	22.06.2017	14,0	3,8	0	2+	

EB677	22.06.2017	11,4	2,0	0	2+	
EB678	22.06.2017	11,6	2,1	0	2+	
EB679	22.06.2017	10,6	1,7	0	1+	
EB680	22.06.2017	12,9	3,0	0	2+	
EB681	22.06.2017	11,1	2,0	0	2+	
EB682	22.06.2017	12,0	2,4	0	2+	
EB683	22.06.2017	13,7	3,6	0	2+	
EB684	22.06.2017	14,4	4,8	0	2+	
EB685	22.06.2017	12,5	2,4	0	2+	
EB686	22.06.2017	9,3	1,1	0	1+	
EB687	22.06.2017	10,4	1,6	0	1+	
EB688	22.06.2017	13,0	4,3	0	2+	
EB689	22.06.2017	13,2	3,0	0	2+	
EB690	22.06.2017	10,8	1,7	1	1+	
EB691	22.06.2017	12,7	2,3	0	2+	
EB692	22.06.2017	13,2	3,8	0	2+	
EB693	22.06.2017	11,9	2,1	0	2+	
EB694	22.06.2017	8,5	0,8	0	1+	
EB695	22.06.2017	10,0	1,4	0	1+	
EB696	22.06.2017	14,5	3,8	0	2+	Verletzung Bauchflosse
EB697	22.06.2017	14,1	3,6	0	2+	
EB698	22.06.2017	10,9	1,4	0	1+	
EB699	22.06.2017	12,3	2,6	0	2+	
EB700	22.06.2017	15,4	5,7	0	2+	
EB701	22.06.2017	8,9	1,0	0	1+	
EB702	22.06.2017	10,8	1,7	0	1+	
EB703	22.06.2017	11,0	1,7	0	1+	
EB704	22.06.2017	9,2	1,0	0	1+	
EB705	22.06.2017	14,8	4,6	0	2+	
EB706	22.06.2017	13,6	4,2	0	2+	
EB707	22.06.2017	9,0	0,9	1	1+	Verpilzung linker Kiemendeckel
EB708	22.06.2017	13,8	4,4	0	2+	
EB709	22.06.2017	8,9	1,0	0	1+	
EB710	22.06.2017	9,6	1,1	0	1+	
EB711	22.06.2017	10,2	1,3	0	1+	
EB712	22.06.2017	14,0	4,3	0	2+	
EB713	22.06.2017	9,1	1,1	0	1+	
EB714	22.06.2017	13,2	3,3	0	2+	
EB715	22.06.2017	13,1	3,4	0	2+	
EB716	22.06.2017	13,9	3,6	0	2+	
EB717	22.06.2017	8,8	0,9	0	1+	
EB718	22.06.2017	10,6	1,6	0	1+	
EB719	22.06.2017	9,2	1,0	0	1+	
EB720	22.06.2017	10,9	1,9	0	1+	
EB721	22.06.2017	13,1	3,4	0	2+	

EB722	22.06.2017	9,6	1,3	0	1+	
EB723	22.06.2017	8,8	1,1	0	1+	
EB724	22.06.2017	12,4	2,9	0	2+	
EB725	22.06.2017	13,0	3,1	0	2+	
EB726	22.06.2017	14,2	4,1	0	2+	
EB727	22.06.2017	9,3	1,0	0	1+	
EB728	22.06.2017	14,6	5,5	0	2+	
EB729	22.06.2017	14,2	5,2	0	2+	
EB730	22.06.2017	9,0	0,9	0	1+	
EB731	22.06.2017	13,8	4,6	0	2+	
EB732	22.06.2017	12,2	3,1	0	2+	
EB733	22.06.2017	10,9	1,9	0	1+	
EB734	22.06.2017	13,9	4,3	0	2+	
EB735	22.06.2017	11,2	1,9	0	1+	
EB736	22.06.2017	14,3	3,9	0	2+	
EB737	22.06.2017	13,1	3,3	0	2+	
EB738	22.06.2017	10,8	1,9	0	1+	
EB739	22.06.2017	14,1	3,9	0	2+	
EB740	22.06.2017	12,6	3,0	0	2+	
EB741	22.06.2017	12,5	3,0	0	2+	
EB742	22.06.2017	11,9	2,9	0	2+	
EB743	22.06.2017	12,3	2,9	0	2+	
EB744	22.06.2017	10,5	1,7	0	1+	
EB745	22.06.2017	9,6	1,1	0	1+	
EB746	22.06.2017	15,2	6,3	0	2+	
EB747	22.06.2017	11,2	1,9	0	2+	
EB748	22.06.2017	9,8	1,6	0	1+	
EB749	23.07.2017	12,1	2,0	0	2+	
EB750	23.07.2017	11,5	2,2	0	2+	
EB751	23.07.2017	11,7	2,2	0	2+	
EB752	23.07.2017	12,1	2,8	0	2+	
EB753	23.07.2017	12,6	2,9	0	2+	
EB754	23.07.2017	10,5	1,9	0	1+	
EB755	23.07.2017	9,1	0,9	0	1+	
EB756	23.07.2017	11,3	2,2	0	1+	
EB757	23.07.2017	12,8	3,0	0	2+	
EB758	23.07.2017	11,2	1,6	0	1+	
EB759	23.07.2017	11,5	2,3	0	2+	
EB760	23.07.2017	12,9	3,5	0	2+	
EB761	23.07.2017	11,6	2,1	0	2+	
EB762	23.07.2017	14,3	5,0	0	2+	
EB763	23.07.2017	12,9	3,1	0	2+	
EB764	23.07.2017	11,8	2,7	0	1+	
EB765	23.07.2017	12,8	3,1	0	2+	
EB766	23.07.2017	8,6	0,9	0	1+	

EB767	23.07.2017	10,2	1,6	0	1+	
EB768	23.07.2017	8,6	0,8	0	1+	
EB769	23.07.2017	13,2	3,8	0	2+	
EB770	23.07.2017	13,0	3,4	0	2+	
EB771	23.07.2017	14,9	5,4	0	2+	
EB772	23.07.2017	11,5	2,4	0	1+	
EB773	23.07.2017	12,2	2,7	0	2+	
EB774	23.07.2017	12,0	2,1	0	1+	
EB775	23.07.2017	11,6	2,2	0	2+	
EB776	23.07.2017	10,8	1,6	0	1+	
EB777	23.07.2017	12,2	2,7	0	2+	
EB778	23.07.2017	9,8	1,3	0	1+	
EB779	23.07.2017	12,0	3,0	0	2+	
EB780	23.07.2017	8,4	0,8	0	0+	
EB781	23.07.2017	10,8	1,3	0	1+	
EB782	23.07.2017	13,1	3,6	0	2+	
EB783	23.07.2017	11,6	2,6	0	2+	
EB784	23.07.2017	8,4	0,8	0	0+	
EB785	23.07.2017	8,6	0,8	0	1+	
EB786	23.07.2017	11,8	2,2	0	2+	
EB787	23.07.2017	11,4	2,4	0	1+	
EB788	23.07.2017	9,5	1,3	0	1+	
EB789	23.07.2017	11,3	2,1	0	2+	
EB790	23.07.2017	9,9	1,3	0	1+	
EB791	23.07.2017	10,7	1,9	0	1+	
EB792	23.07.2017	12,6	2,6	0	2+	
EB793	23.07.2017	14,0	4,3	0	2+	
EB794	23.07.2017	11,5	2,1	0	2+	
EB795	23.07.2017	12,3	2,3	0	2+	
EB796	23.07.2017	13,5	3,6	0	2+	
EB797	23.07.2017	9,0	1,0	0	1+	
EB798	23.07.2017	11,1	1,7	0	1+	
EB799	23.07.2017	10,4	1,5	0	1+	
EB800	23.07.2017	12,9	3,0	0	2+	
EB801	23.07.2017	12,6	3,5	0	2+	
EB802	23.07.2017	10,7	1,6	0	1+	
EB803	23.07.2017	12,8	3,3	0	2+	
EB804	23.07.2017	13,1	3,1	0	2+	
EB805	23.07.2017	11,3	2,1	0	1+	
EB806	23.07.2017	13,6	3,7	0	2+	
EB807	23.07.2017	11,2	2,1	1	1+	
EB808	23.07.2017	10,7	2,0	0	1+	
EB809	23.07.2017	8,7	0,9	0	1+	
EB810	23.07.2017	9,7	1,1	0	1+	
EB811	23.07.2017	11,7	1,9	0	2+	

EB812	23.07.2017	9,7	1,3	0	1+	
EB813	23.07.2017	11,1	2,1	0	1+	
EB814	23.07.2017	9,9	1,4	0	1+	
EB815	23.07.2017	11,3	2,2	0	1+	
EB816	23.07.2017	10,2	1,7	0	1+	
EB817	23.07.2017	8,4	0,7	0	0+	
EB818	23.07.2017	13,7	3,0	0	2+	
EB819	23.07.2017	12,2	2,4	0	2+	
EB820	23.07.2017	9,3	1,1	0	1+	
EB821	23.07.2017	8,5	0,9	0	1+	
EB822	23.07.2017	13,6	3,0	0	2+	
EB823	23.07.2017	8,1	0,7	0	0+	
EB824	23.07.2017	10,5	2,1	0	1+	
EB825	23.07.2017	12,7	2,9	0	2+	
EB826	23.07.2017	11,1	1,6	0	1+	
EB827	23.07.2017	12,3	2,6	0	2+	
EB828	26.07.2017	10,4	1,6	0	1+	
EB829	26.07.2017	10,8	1,9	0	1+	
EB830	26.07.2017	14,6	4,2	0	2+	
EB831	26.07.2017	10,5	1,5	0	1+	
EB832	26.07.2017	12,0	2,7	0	2+	
EB833	26.07.2017	14,4	5,2	0	2+	
EB834	26.07.2017	13,5	3,0	0	2+	
EB835	26.07.2017	10,8	1,7	1	1+	
EB836	26.07.2017	13,4	3,8	0	2+	
EB837	26.07.2017	13,2	3,1	0	2+	
EB838	26.07.2017	12,3	3,0	0	2+	
EB839	26.07.2017	12,9	2,9	0	2+	
EB840	26.07.2017	14,2	3,5	0	2+	
EB841	26.07.2017	12,8	3,3	0	2+	
EB842	26.07.2017	14,5	5,3	0	2+	
EB843	26.07.2017	11,9	2,1	0	2+	
EB844	26.07.2017	12,3	2,9	0	2+	
EB845	26.07.2017	8,1	0,7	0	0+	
EB846	26.07.2017	15,9	4,4	0	2+	
EB847	26.07.2017	15,0	4,3	0	2+	
EB848	26.07.2017	12,0	2,6	0	2+	
EB849	26.07.2017	12,6	3,4	0	2+	
EB850	26.07.2017	12,0	2,2	0	1+	
EB851	26.07.2017	13,6	4,3	0	2+	
EB852	26.07.2017	13,8	3,6	0	2+	
EB853	26.07.2017	13,2	3,1	0	2+	
EB854	26.07.2017	10,6	1,9	0	1+	
EB855	26.07.2017	15,4	4,6	0	2+	
EB856	26.07.2017	14,2	4,7	0	2+	

EB857	26.07.2017	15,1	4,3	0	2+	
EB858	26.07.2017	15,7	5,3	0	2+	
EB859	26.07.2017	13,4	3,4	0	2+	
EB860	26.07.2017	12,1	2,7	0	2+	
EB861	26.07.2017	11,1	1,5	0	1+	
EB862	26.07.2017	12,4	2,4	0	2+	
EB863	26.07.2017	13,8	3,8	0	2+	
EB864	26.07.2017	10,7	1,6	0	1+	
EB865	26.07.2017	12,4	2,4	0	2+	
EB866	26.07.2017	11,9	2,3	0	1+	
EB867	26.07.2017	9,4	1,0	0	1+	
EB868	26.07.2017	10,7	1,6	0	1+	
EB869	26.07.2017	12,9	3,0	0	2+	
EB870	26.07.2017	13,6	3,8	0	2+	
EB871	26.07.2017	14,5	4,2	0	2+	
EB872	26.07.2017	12,5	2,8	0	2+	
EB873	26.07.2017	13,3	3,6	0	2+	
EB874	26.07.2017	11,8	2,3	0	1+	
EB875	26.07.2017	15,1	4,6	0	2+	
EB876	26.07.2017	13,6	3,4	0	2+	
EB877	26.07.2017	13,5	3,3	0	2+	
EB878	26.07.2017	14,6	4,6	0	2+	
EB879	26.07.2017	13,2	3,3	0	2+	
EB880	26.07.2017	11,2	2,2	0	1+	
EB881	26.07.2017	11,5	1,7	0	1+	
EB882	26.07.2017	13,9	4,2	0	2+	
EB883	26.07.2017	14,2	3,9	0	2+	
EB884	26.07.2017	12,4	2,7	0	2+	
EB885	26.07.2017	11,0	1,7	0	1+	
EB886	26.07.2017	13,7	3,7	0	2+	
EB887	26.07.2017	11,2	2,1	0	1+	
EB888	26.07.2017	14,5	4,7	0	2+	
EB889	26.07.2017	14,8	4,3	0	2+	
EB890	26.07.2017	12,5	2,9	0	2+	
EB891	26.07.2017	14,0	4,4	0	2+	
EB892	26.07.2017	12,5	2,9	0	2+	
EB893	26.07.2017	10,9	1,7	0	1+	
EB894	26.07.2017	13,4	2,6	0	2+	
EB895	26.07.2017	11,7	2,3	0	1+	
EB896	26.07.2017	12,8	2,7	0	2+	
EB897	26.07.2017	13,2	3,6	0	2+	
EB898	26.07.2017	13,5	3,6	0	2+	
EB899	26.07.2017	11,8	2,3	0	2+	
EB900	26.07.2017	14,0	3,5	0	2+	
EB901	26.07.2017	11,2	1,5	0	2+	

EB902	26.07.2017	13,9	3,8	0	2+	
EB903	26.07.2017	11,9	2,6	0	2+	
EB904	26.07.2017	10,6	1,6	0	1+	
EB905	26.07.2017	11,2	1,9	0	1+	
EB906	26.07.2017	10,3	1,5	0	1+	
EB907	26.07.2017	11,6	2,2	0	1+	
EB908	26.07.2017	12,6	2,8	0	2+	
EB909	26.07.2017	13,4	4,2	0	2+	
EB910	27.07.2017	12,1	3,1	0	2+	
EB911	27.07.2017	13,2	3,3	0	2+	
EB912	27.07.2017	12,9	3,1	0	2+	
EB913	27.07.2017	8,8	1,0	0	0+	
EB914	27.07.2017	12,0	2,4	0	2+	
EB915	27.07.2017	13,8	3,9	0	2+	
EB916	27.07.2017	9,5	1,1	0	1+	
EB917	27.07.2017	10,4	1,6	0	1+	
EB918	27.07.2017	13,0	3,3	0	2+	
EB919	27.07.2017	13,4	3,3	0	2+	
EB920	27.07.2017	13,7	3,9	0	2+	
EB921	27.07.2017	13,4	3,7	0	2+	
EB922	27.07.2017	9,6	1,1	1	1+	
EB923	27.07.2017	10,9	1,5	0	1+	
EB924	27.07.2017	12,6	2,9	0	2+	
EB925	27.07.2017	13,1	3,5	0	2+	
EB926	27.07.2017	14,1	4,1	0	2+	
EB927	27.07.2017	9,9	1,1	0	1+	
EB928	27.07.2017	11,7	2,2	0	1+	
EB929	27.07.2017	14,8	4,5	0	2+	
EB930	27.07.2017	11,0	1,9	0	1+	
EB931	27.07.2017	11,7	2,3	0	2+	
EB932	27.07.2017	14,5	4,4	0	2+	
EB933	27.07.2017	14,8	5,0	0	2+	
EB934	27.07.2017	10,8	1,5	0	1+	
EB935	27.07.2017	10,7	2,0	0	1+	
EB936	27.07.2017	8,7	0,8	0	0+	
EB937	27.07.2017	10,9	1,9	0	1+	
EB938	27.07.2017	10,6	1,6	0	1+	
EB939	27.07.2017	13,5	3,9	0	2+	
EB940	27.07.2017	15,4	5,1	0	2+	
EB941	27.07.2017	11,7	2,0	0	2+	
EB942	27.07.2017	12,2	2,2	0	1+	
EB943	27.07.2017	12,2	2,2	0	2+	
EB944	27.07.2017	14,0	3,4	0	2+	
EB945	27.07.2017	14,7	3,9	0	2+	
EB946	27.07.2017	14,8	4,2	0	2+	

EB947	27.07.2017	9,6	1,0	0	1+	
EB948	27.07.2017	9,6	1,5	0	1+	
EB949	27.07.2017	9,9	1,3	0	1+	
EB950	27.07.2017	12,3	2,3	0	2+	
EB951	27.07.2017	13,4	2,9	0	2+	
EB952	27.07.2017	13,0	2,4	0	2+	Abschürfung hinteres Drittel
EB953	27.07.2017	10,0	1,4	0	1+	
EB954	27.07.2017	11,6	1,7	0	1+	
EB955	27.07.2017	14,3	4,3	0	2+	
EB956	27.07.2017	12,1	1,9	0	2+	
EB957	27.07.2017	15,0	4,8	0	2+	
EB958	27.07.2017	11,0	1,7	0	1+	
EB959	27.07.2017	12,1	2,6	0	1+	
EB960	27.07.2017	12,7	2,8	0	2+	
EB961	27.07.2017	13,4	3,1	0	2+	
EB962	27.07.2017	12,3	2,3	0	1+	
EB963	27.07.2017	14,6	5,3	0	2+	
EB964	27.07.2017	12,5	3,0	0	2+	
EB965	24.05.2017	7,7	0,4	0	0+	
EB966	24.05.2017	7,1	0,3	0	0+	
EB967	24.05.2017	7,5	0,4	0	0+	
EB968	24.05.2017	7,2	0,4	0	0+	
EB969	24.05.2017	11,2	1,7	0	2+	
EB970	24.05.2017	12,9	2,8	0	2+	
EB971	24.05.2017	12,7	3,1	0	2+	
EB972	24.05.2017	13,2	4,4	0	2+	
EB973	24.05.2017	11,6	1,9	0	2+	
EB974	24.05.2017	10,7	1,5	0	2+	
EB975	24.05.2017	13,8	3,6	0	2+	
EB976	24.05.2017	12,1	2,0	0	2+	
EB977	24.05.2017	14,2	3,8	0	2+	
EB978	24.05.2017	10,8	1,6	0	1+	
EB979	24.05.2017	14,9	4,7	0	2+	
EB980	24.05.2017	10,0	1,4	0	1+	
EB981	24.05.2017	11,2	2,0	0	2+	
EB982	24.05.2017	14,0	3,3	0	2+	
EB983	24.05.2017	14,4	4,2	0	2+	
EB984	24.05.2017	14,7	4,1	0	2+	
EB985	24.05.2017	13,6	3,4	0	2+	
EB986	24.05.2017	14,0	3,4	0	2+	
EB987	24.05.2017	10,0	1,5	0	1+	
EB988	24.05.2017	12,5	3,0	0	2+	
EB989	24.05.2017	7,5	0,3	0	0+	
EB990	24.05.2017	7,4	0,4	0	0+	
EB991	24.05.2017	13,1	3,0	0	2+	

EB992	24.05.2017	13,6	3,8	0	2+	
EB993	24.05.2017	14,0	3,5	0	2+	
EB994	24.05.2017	13,9	3,6	0	2+	
EB995	24.05.2017	13,5	3,5	0	2+	
EB996	24.05.2017	13,3	3,3	0	2+	
EB997	24.05.2017	13,2	3,3	0	2+	
EB998	24.05.2017	12,5	2,4	0	2+	
EB999	24.05.2017	11,3	2,0	0	2+	
EB1000	24.05.2017	13,1	3,5	0	2+	
EB1001	24.05.2017	13,5	2,8	0	2+	
EB1002	24.05.2017	13,5	2,9	0	2+	
EB1003	24.05.2017	14,0	3,8	0	2+	
EB1004	24.05.2017	14,9	4,7	0	2+	
EB1005	24.05.2017	15,1	4,7	0	2+	
EB1006	24.05.2017	10,6	1,6	0	2+	
EB1007	24.05.2017	11,2	1,9	0	2+	
EB1008	24.05.2017	11,6	1,5	0	2+	
EB1009	24.05.2017	7,9	0,4	0	0+	
EB1010	24.05.2017	12,6	2,6	0	2+	
EB1011	24.05.2017	14,3	4,6	0	2+	
EB1012	24.05.2017	11,4	2,0	0	2+	
EB1013	24.05.2017	12,0	2,2	0	2+	
EB1014	24.05.2017	11,4	2,1	0	2+	
EB1015	24.05.2017	15,1	4,1	0	2+	
EB1016	24.05.2017	13,7	3,5	0	2+	
EB1017	24.05.2017	11,3	1,9	0	2+	
EB1018	24.05.2017	12,3	2,3	0	2+	
EB1019	24.05.2017	14,9	4,4	0	2+	
EB1020	24.05.2017	11,8	2,0	0	2+	
EB1021	24.05.2017	12,0	2,3	0	2+	
EB1022	24.05.2017	12,1	2,4	0	2+	
EB1023	24.05.2017	11,9	2,3	0	2+	
EB1024	24.05.2017	12,8	2,8	0	2+	
EB1025	24.05.2017	12,0	2,2	0	2+	
EB1026	24.05.2017	13,0	3,3	0	2+	
EB1027	24.05.2017	14,1	4,2	0	2+	
EB1028	24.05.2017	14,7	3,9	0	2+	
EB1029	24.05.2017	14,9	3,9	0	2+	
EB1030	24.05.2017	10,9	1,7	0	1+	halbiert