



Sportfischerverband im
Landesfischereiverband
Weser-Ems e.V.



Niedersächsisches Landesamt
für Verbraucherschutz und
Lebensmittelsicherheit

Glas- und Steigaalaufstieg in der Ems an den Stauwehren Herbrum und Bollingerfähr im Jahr 2014

Gemeinsamer Abschlussbericht

Herbrum (März 2014 – Juli 2014)
Bollingerfähr (Mai 2014 – Oktober 2014)



Niedersachsen

Auftragnehmer

Sportfischerverband im Landesfischereiverband Weser-Ems e. V.
Mars - La -Tour- Str. 6
26121 Oldenburg

Bearbeitung:

Dipl.-Biol. Dr. Jens Salva (Sportfischerverband im Landesfischereiverband Weser-Ems e.V.)
am Stauwehr Bollingerfähr unter Mitarbeit von:

Karl-Heinz Poll (ASV Dörpen e.V.)

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

am Tidewehr Herbrum unter Mitarbeit von:

Bodo Zaudtke (Verbandsgewässerwart)

Hermann Bröring (SFV Aschendorf)

Auftraggeber

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

Der vorliegende Abschlussbericht fasst die Ergebnisse der Projekte „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Herbrum/Ems - Zeitraum März 2014 – Juli 2014“ (LFV Weser-Ems, 2014a) und „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Bollingerfähr/Ems - Zeitraum Mai 2014 – Oktober 2014“ (LFV Weser-Ems, 2014b) zusammen.

<p>Zitiervorschlag: Salva, J., Bröring, H., Poll, K.-H., Wilkens, H.-J., Zaudtke, B., Diekmann, M. 2014. Glas- und Steigaalauftieg 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.</p>
--

Titelbild: Oben: In der Aalfangrinne des Tidewehres Herbrum aufsteigende Glasaale (Quelle: LAVES).

Unten: Ergebnis eines Kontrolltages am Stauwehr Bollingerfähr - Steigaale im Auffangbehälter der Aalleiter (Quelle: Landesfischereiverband Weser-Ems).

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Untersuchungsgebiet	1
1.2	Veranlassung	3
2	Material und Methoden.....	5
2.1	Monitoring am Standort Herbrum	6
2.1.1	Tidewehr Herbrum, Fischaufstiegsanlage und Aalfangrinne.....	6
2.1.2	Arbeitsziele	8
2.1.3	Aalfang und Datenerhebung bei Herbrum	9
2.2	Monitoring am Standort Bollingerfähr	16
2.2.1	Stauwehr Bollingerfähr und Fischaufstiegsanlage	16
2.2.2	Arbeitsziele	18
2.2.3	Aalfang und Datenerhebung bei Bollingerfähr	18
3	Ergebnisse	23
3.1	Monitoring am Tidewehr Herbrum	23
3.2	Monitoring am Stauwehr Bollingerfähr.....	31
4	Diskussion.....	36
5	Zusammenfassung und Empfehlungen	47
5.1	Glasaalmonitoring Herbrum.....	47
5.2	Steigaaalmonitoring Bollingerfähr.....	49
6	Literaturverzeichnis	51
7	Anhang.....	7-I
7.1	Anhang – Untersuchungen am Tidewehr Herbrum.....	7-I
7.2	Anhang – Untersuchungen am Stauwehr Bollingerfähr	7-V

1 Einleitung

1.1 Untersuchungsgebiet

Die Ems entspringt bei Schloß Holte-Stukenbrock in Nordrhein-Westfalen, fließt bei Rheine nach Niedersachsen und mündet bei Emden in den Dollart und letztlich in die Nordsee. Die Ems ist rund 370 km lang und überwindet fast 130 Höhenmeter. Teile des Dollart und der Tideems liegen in den Niederlanden. Die Ems hat eine überregionale Bedeutung als Wanderroute für die Fischfauna und damit im Besonderen für Langdistanzwanderfische sowie die anadromen Neunaugenarten. Das Flussgebiet der Ems weist innerhalb Deutschlands dementsprechend nahezu ausschließlich Gewässer auf, die dem Aallebensraum gemäß Art. 2 der VO (EG) 1100/2007 zuzuordnen sind (Abbildung 1; Aalbewirtschaftungsplan für das Flusseinzugsgebiet der Ems; LAVES & Bezirksregierung Arnsberg, 2008; www.portal-fischerei.de).

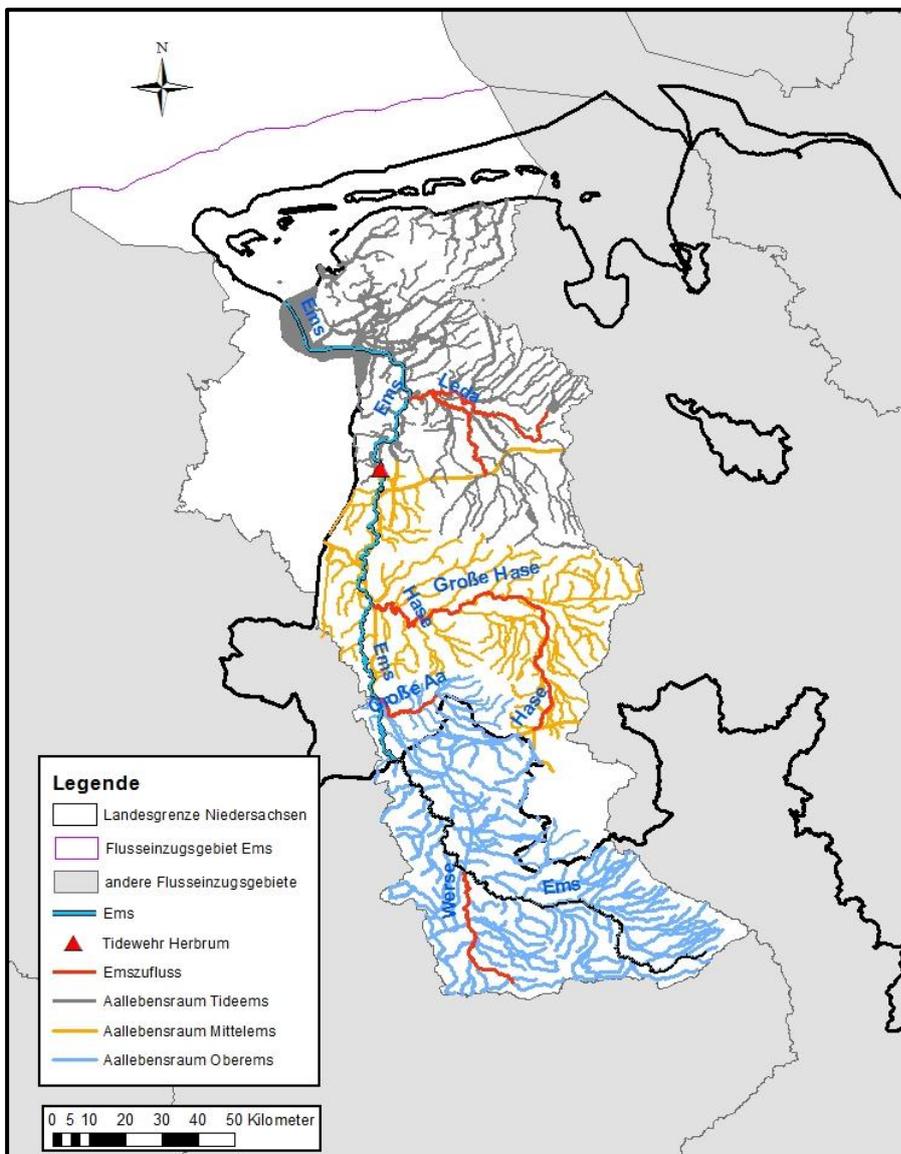


Abbildung 1: Gewässer des Aallebensraums im deutschen Teil der Flussgebietseinheit Ems (Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2014 LGLN).

Die Bedeutung der Ems für den Aal zeigt sich nicht zuletzt auch in der Geschichte des Glasaalfangs bei Herbrum, wo ab Ende der 1920er Jahre und bis etwa Anfang der 1990er Jahre der Fang von Glasaalen für Besatzzwecke erfolgte (Baer *et al.*, 2011; LFV Weser-Ems, 2013).

In Deutschland hatte man bereits zu Beginn des letzten Jahrhunderts nach Standorten zum Glasaalfang gesucht, dessen wirtschaftliche Bedeutung allerdings erst später deutlich wurde (Köbke, 1955). So erfolgte 1908 erstmals eine systematische Beobachtung des Glasaalzuzugs in den kurzen Küstenzuflüssen, die direkt in die Nordsee und den Jadebusen entwässern (Köbke, 1955), womit jedoch im Gebiet der Ems der Standort Herbrum noch nicht einbezogen worden war (Eichelbaum, 1924; Henking, 1924). Ebenfalls seit 1908 war bereits vom Deutschen Fischereiverein die Glasaalfangstation Epney am englischen Fluss Severn betrieben worden (Ehrenbaum, 1929; Köbke, 1955; Meyer, 1951). Diese stand jedoch mit Ausbruch des 1. Weltkrieges und bis 1923 nicht zur Verfügung. Dementsprechend gelangte der Glasaalzuzug in deutschen Flüssen nun vermehrt in den Fokus des Interesses (Ehrenbaum, 1929; Eichelbaum, 1924; Henking, 1924).

In Herbrum waren zum ersten Mal 1916 Glasaale gefangen worden und systematische Beobachtungen des Glasaalaufstiegs erfolgten ab 1921 am Weserwehr Hemelingen und ab 1924 bei Herbrum (Köbke, 1955; Meyer, 1951). Der Versand von bei Herbrum und Hemelingen gefangenen Glasaalen über größere Strecken wurde jeweils ab 1929 genehmigt. Erst mit dem endgültigen Wegfall Epneys im 2. Weltkrieg erlangte Herbrum besondere Bedeutung, da hier der Glasaalzuzug offenbar regelmäßiger und stetiger war als an der Weser und den anderen deutschen Flüssen (Meyer, 1951; Baer *et al.*, 2011).

Der Glasaalfang war auch von baulichen Anpassungen zur Verbesserung der Fangbedingungen am Standort Herbrum gekennzeichnet. Eine Aalbrutfangstelle wurde erstmals 1926 in Herbrum eingerichtet und 1929 zu einer festen Station ausgebaut (Meyer, 1951). Der Deutsche Fischereiverband (DFV), vor 1949 Deutscher Fischereiverein, betrieb die Fangstation etwa ab 1940. Im Jahr 1952 war am alten Wehr bei Herbrum eine Aalfangtreppe gebaut worden, die den Fang der Glasaale erleichtern sollte (Schmeidler, 1963). Mit der Begradigung der Ems und dem Bau des neuen Wehres 1961 wurde die Aalfangstation am neuen Wehr errichtet. Heute verläuft parallel zur Fischaufstiegsanlage (FAA), die an der rechten Uferseite liegt, eine Aalfangrinne. Wenn die aufstiegswilligen Glasaale sich unterhalb des Wehres mit der ansteigenden Tide sammeln, konnten sie früher zunächst mit großen Keschern im Unterwasser gefangen werden. Mit zunehmendem Wasserstand jedoch wandern die Aale auch in der FAA und der 25 cm breiten Rinne hoch, wo sie mit entsprechend kleinen Keschern ebenfalls gefangen werden konnten.

Die Fänge bei Herbrum lagen zwischen 1940 und 1980 zumeist zwischen mehreren hundert Kilogramm und bis zu über 5 t pro Jahr. Legt man den Fängen ein durchschnittliches Gewicht von 0,3 g je Glasaal zugrunde, ergeben sich Stückzahlen von jährlich über 8 Millionen im Durchschnitt der Jahre 1940 bis 1980 (Abbildung 2).

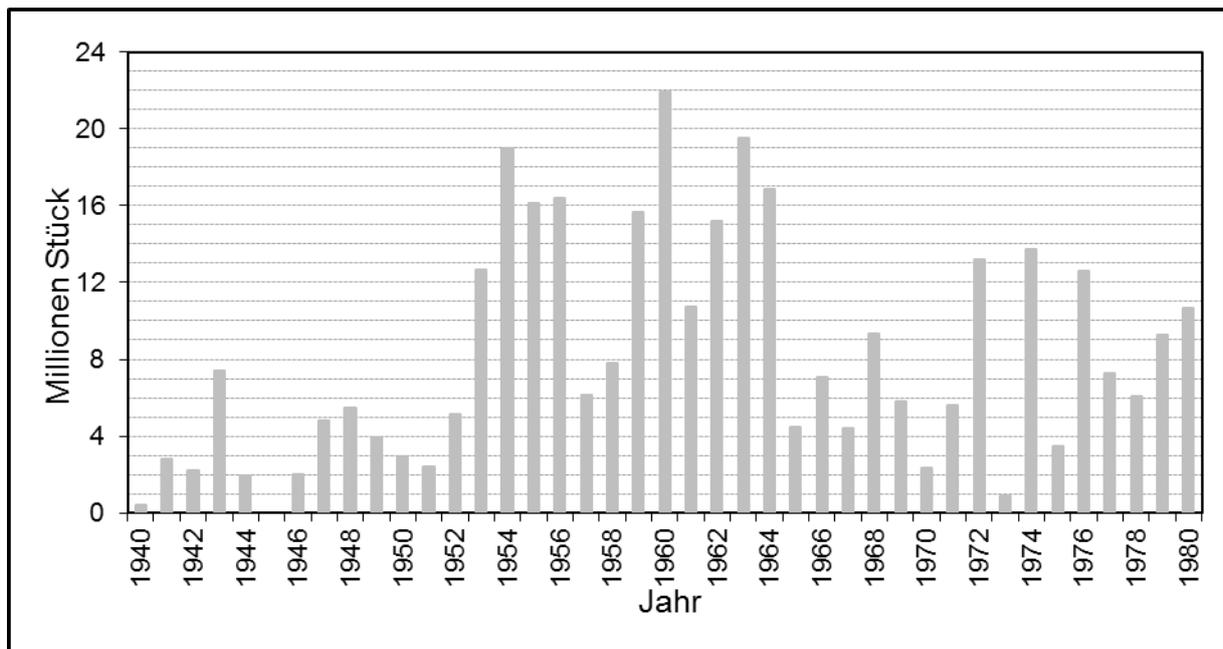


Abbildung 2: Glasaalfänge an der Ems (Station Herbrum) von 1940 bis 1980. Vorliegende Angaben zum Glasaalfang (in kg) sind auf Basis eines angenommenen Schnittgewichtes von 0,3 g in Stückzahlen umgerechnet worden. Daten: LAVES (für 1943 korrigiert nach Meyer, 1951). Abbildung nach Baer *et al.*, 2011.

Die Glasaalfänge gingen allerdings nach 1980 zunehmend bis auf wenige Kilogramm Ende des letzten Jahrhunderts und letztlich auch auf Nullfänge zurück (LAVES & Bezirksregierung Arnsberg, 2008). Infolge der Emsvertiefung haben sich zugleich die Fangbedingungen verschlechtert, so dass der Zeitraum, in dem gefischt werden kann, sich heutzutage aufgrund des gegenüber früher höher und schneller auflaufenden Wassers deutlich verringert hat. Sogar in Jahren mit Nullfängen konnten immer wieder Glasaale dabei beobachtet werden, wie sie das Wehr mit der auflaufenden Tide überwunden haben. Nullfänge sind daher nicht mit dem völligen Ausbleiben von Glasaalen gleichzusetzen. Seitdem erfolgt lediglich ein unregelmäßiges Beobachten des Aufstiegs durch die angrenzenden Fischereivereine, so dass keine verlässlichen Angaben zum aktuellen Aalaufstieg vorliegen.

1.2 Veranlassung

Mit Inkrafttreten der VO (EG) 1100/2007 waren von den Mitgliedstaaten Aalbewirtschaftungspläne vorzulegen. Die Arbeiten zu den Aalbewirtschaftungsplänen umfassen auch Bilanzierungen zu den Aalbeständen in den deutschen Flussgebieten. Hier gehen neben natürlichen und anthropogenen Sterblichkeitsfaktoren unter anderem auch Daten zur natürlichen Rekrutierung und zum Besatz in ein Bestandsmodell ein. Da Kenntnislücken durch Annahmen geschlossen werden mussten, ist aber eine Validierung der Eingangsdaten erforderlich. Hierbei steht auch das aktuelle natürliche Glas- und Steigaalaufkommen in den deutschen Flussgebieten im Fokus, das bisher auf Basis der europaweiten Entwicklung des Glasaalaufkommens abgeschätzt wird. Die Ems ist hier insofern von besonderer Bedeutung, als dass aus der Zeit des kommerziellen Glasaalfangs Daten vorliegen, die eine Einschätzung des historischen Glasaalaufkommens erlauben.

Um sich der Frage des aktuellen Glasaalaufkommens in der Ems zu nähern, war 2008 ein Monitoring durch das LAVES am Standort Herbrum beauftragt worden, bei dem aufsteigende

Aale zunächst mittels Glasaalkollektoren und einer Aalleiter erfasst wurden (LFV Weser-Ems, 2008). Aufgrund der Tideverhältnisse am Stauwehr Herbrum infolge der Emsvertiefung eignet sich der Standort Herbrum jedoch nur eingeschränkt für ein Monitoring des Glas- und Steigaalaufkommens. So bedingt die hoch auflaufende Tide, dass stationäre Fanggeräte wie Aalleitern, die grundsätzlich zur quantitativen Erfassung des Aalaufstiegs über einen bestimmten Zeitraum geeignet sind, nur in kleinen Zeitfenstern eingesetzt werden können. Glasaalkollektoren wiederum bieten den Aalen einen Unterschlupf, halten Aale jedoch nicht zurück, so dass sie nur für einen qualitativen Nachweis hinreichend sind, aber keine Aussage zum mengenmäßigen Aufstieg über einen bestimmten Zeitraum erlauben. Zudem verschlickten die zunächst eingesetzten Glasaalkollektoren, weshalb eigens Substratkörbe entwickelt wurden, mit denen die Untersuchungen fortgeführt werden konnten (LFV Weser-Ems, 2008). Letztlich ließen die Ergebnisse eine Beurteilung des quantitativen Aufkommens von Glas- und Steigaalen in der Ems im Jahr 2008 nicht zu.

Daher war 2013 erstmals am Wehr Bollingerfähr, welches ca. 6,4 km flussaufwärts von Herbrum liegt und nicht tidebeeinflusst ist, das Glas- und Steigaalaufkommen mittels einer Aalleiter untersucht worden (LFV Weser-Ems, 2013). Zwischen dem 19. April und dem 5. November 2013 wurden annähernd 15.000 Jungaale am Wehr Bollingerfähr gefangen. Das Steigaalaufkommen war zuerst im Juni erhöht und am höchsten im Juli, wobei zu Zeiten hohen Steigaalaufkommens die Aale auch an der Aalleiter vorbei gelangten und damit nicht erfasst werden konnten. Im Mai 2013 wurden am Wehr Herbrum größere Mengen Glasaale beobachtet, deren Menge auf etwa 3 Zentner geschätzt wurde und die damit deutlich über der bei Bollingerfähr gefangenen Menge lag (LFV Weser-Ems, 2013).

Herbrum stellt das erste Hindernis für aus dem Meer aufsteigende Glasaale dar, die hier im Gegensatz zu Bollingerfähr offenbar konzentriert in einem vergleichsweise engen Zeitrahmen aufsteigen. Daher sollte auch Herbrum in die Beobachtungen unbedingt einbezogen werden. Vor diesem Hintergrund wurde 2014 das Monitoring des quantitativen Glas- und Steigaalaufkommens in der niedersächsischen Ems am Stauwehr Bollingerfähr wiederholt, wobei gegenüber 2013 Anpassungen erfolgten, die das Umgehen der Aalleiter durch Jungaale verhindern sollten. Zugleich wurde bei Herbrum geprüft, inwieweit sich hier eine Methodik für die zukünftige standardisierte Erfassung der dort aufsteigenden Glasaale etablieren lässt.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Untersuchung des Glas- und Steigaalaufkommens am Stauwehr Bollingerfähr sowie zur Erfassung des Glas- und Steigaalaufstiegs am Tidewehr Herbrum im Jahr 2014 zusammen.

2 Material und Methoden

Die vorliegenden Untersuchungen des Glas- und Steigaalaufkommens konzentrieren sich zum einen auf das Tidewehr bei Herbrum als das erste Wanderhindernis für aus dem Meer aufsteigende Glasaale sowie zum anderen auf das 6,4 km flussaufwärts liegende Wehr bei Bollingerfähr (Abbildung 3). Um sich der Frage des quantitativen Glasaalaufkommens an der Ems zu nähern, soll am Standort Herbrum zunächst ein aufwandsbezogener Index erarbeitet werden, der zukünftig eine vergleichende Beschreibung des jährlichen Glasaalaufkommens bei einem vergleichsweise geringen Fischereiaufwand ermöglicht. Da dieser Index jedoch keine Quantifizierung der insgesamt in der Ems aufsteigenden Glas- und Steigaale erlauben wird, soll am oberhalb liegenden Wehr Bollingerfähr die regelmäßige Quantifizierung des Steigaalaufkommens erfolgen. Zur Beantwortung der gesetzten Arbeitsziele war der Sportfischerverband im Landesfischereiverband Weser-Ems e.V. durch das Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (Dezernat Binnenfischerei) beauftragt worden.

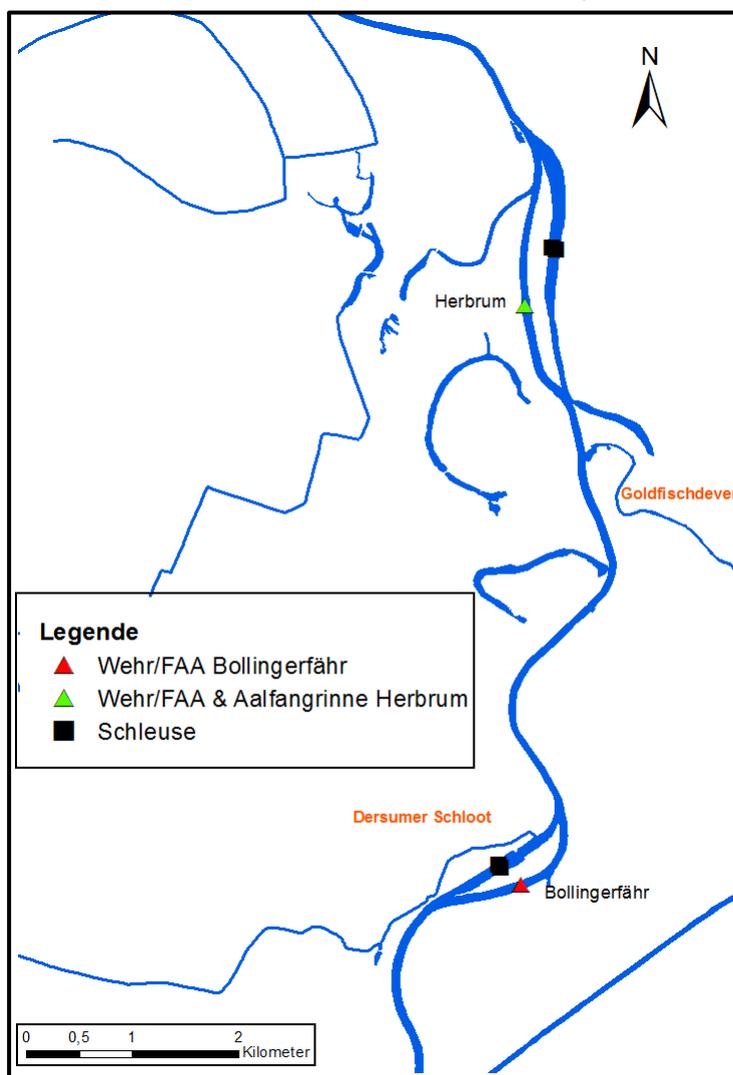


Abbildung 3: Lage der Monitoringstandorte an den Fischaufstiegsanlagen (FAA) der beiden Wehre Herbrum und Bollingerfähr. Dargestellt sind ferner die Schleusenkanäle und die beiden zwischen den Wehren einmündenden Seitengewässer Dersumer Schloot und Goldfischdever (Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2014 LGLN).

2.1 Monitoring am Standort Herbrum

2.1.1 Tidewehr Herbrum, Fischaufstiegsanlage und Aalfangrinne

Die allgemeine Lage des Tidewehres Herbrum ist in Abbildung 3 und die detaillierte Lage der Fischaufstiegsanlage (FAA) in Abbildung 4 und Abbildung 5 dargestellt.

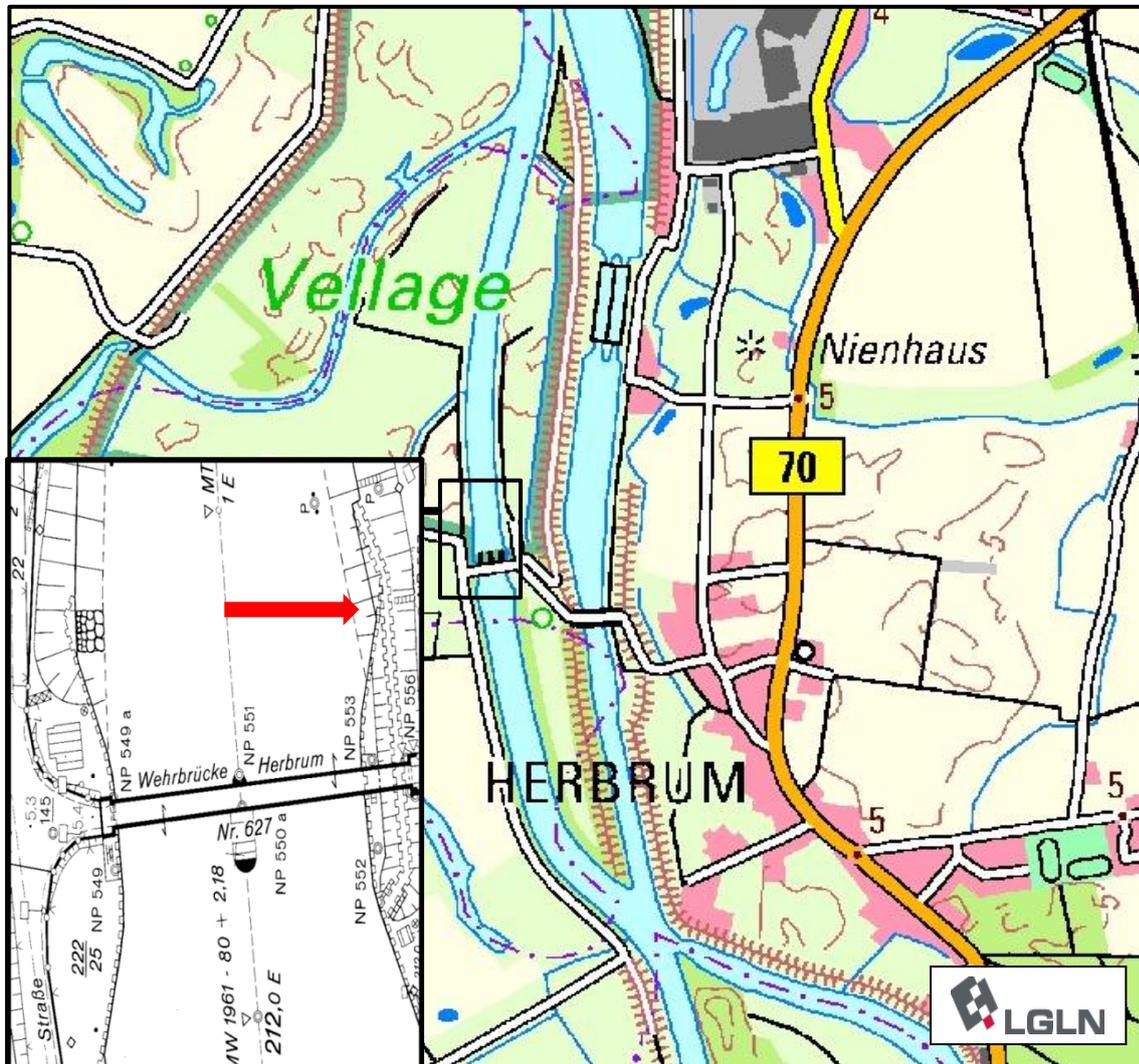


Abbildung 4: Standort Herbrum. Der Pfeil im Kartenausschnitt zeigt die Lage der Fischaufstiegsanlage auf der rechten Uferseite an (Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2014 LGLN).

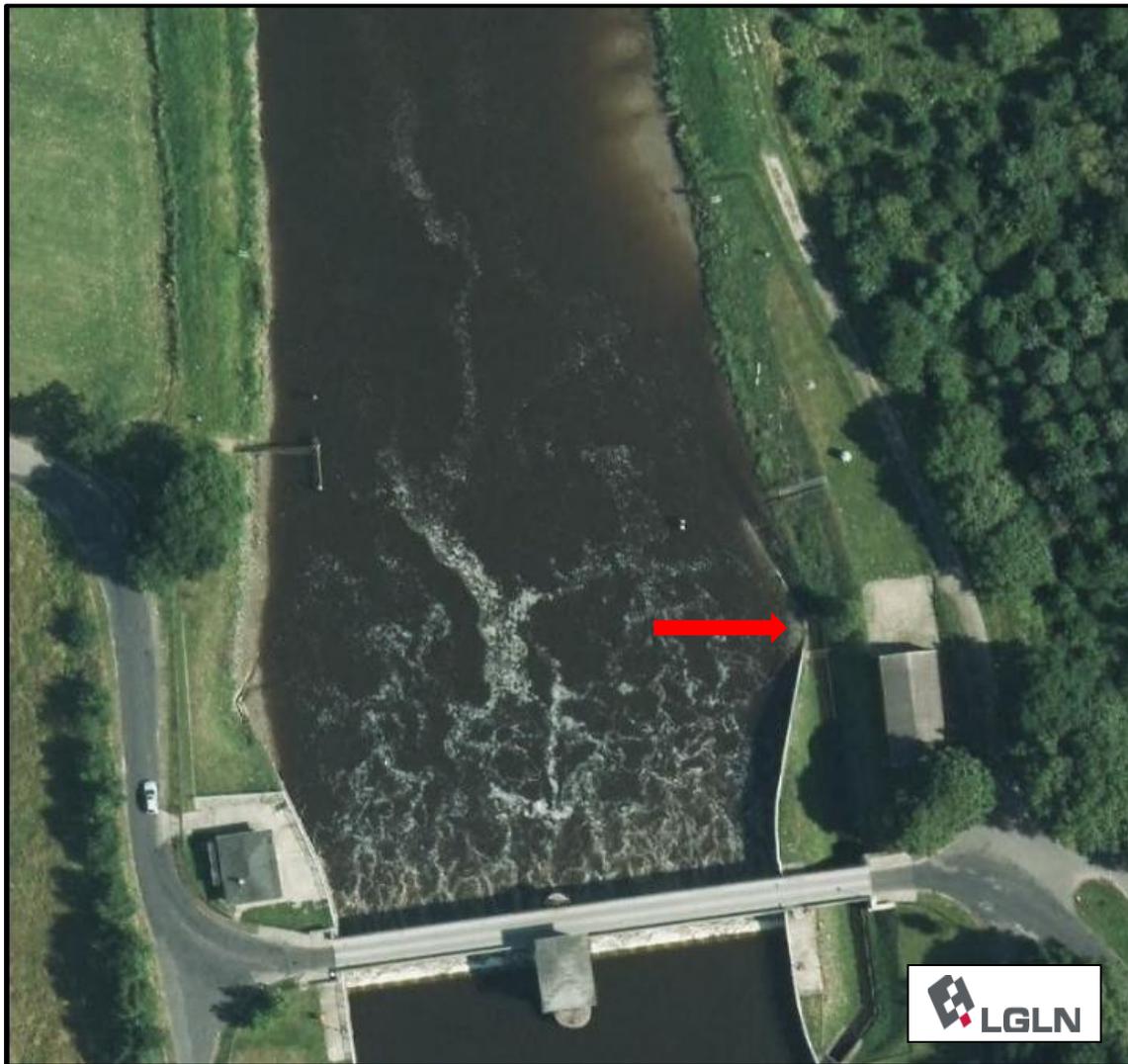


Abbildung 5: Aufsicht auf das Tidewehr Herbrum und die Fischaufstiegsanlage (FAA) an der rechten Uferseite. Der Pfeil markiert den Bereich, bis zu dem die FAA vom Unterwasser her ansteigt (vgl. Abbildung 6) (Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2014 LGLN).

Parallel zur FAA verläuft die Aalfangrinne (Abbildung 6), die dem gezielten Fang aufsteigender Glasaale unterhalb des Wehres Herbrum diene. Die Aalfangrinne und die FAA steigen vom Unterwasser her an und verlaufen dann waagrecht am Wehr vorbei bis zum Oberwasser. Mit der auflaufenden Tide werden FAA, Aalfangrinne und bei entsprechendem Wasserstand regelmäßig auch das Wehr überströmt.



Abbildung 6: Fischaufstiegsanlage (FAA) und Aalfangrinne unterhalb des Tidewehres Herbrum bei auflaufender Tide. Blick in Richtung flussaufwärts. Das linke Bild entstand 18 Minuten vor dem rechten (Quelle: jeweils LAVES). Links: Die FAA und die daneben verlaufende Aalfangrinne sind erkennbar. Rechts: Bei Tidehochwasser werden die FAA mit der daneben verlaufenden Aalfangrinne sowie regelmäßig auch das Wehr (im Hintergrund) überflutet. Bei solchen Bedingungen können die aufsteigenden Aale das Wehr passieren und sind im Bereich der FAA nicht mehr quantitativ fangbar. Der rote Pfeil (links) zeigt, bis wohin FAA und Aalfangrinne vom Unterwasser ansteigen, um danach waagrecht bis zum Oberwasser zu verlaufen. Die blauen Pfeile markieren den Bereich, in dem einmalig in der Nacht vom 29. auf den 30. April 2014 eine detaillierte Beobachtung des Glasaalaufstiegs im waagrechteten Abschnitt der Aalfangrinne erfolgte.

2.1.2 Arbeitsziele

Mit der Untersuchung zum Glas- und Steigaalaufstieg am Standort Herbrum sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Lassen sich mit standardisierten Kescherzügen Glasaale derart fangen, dass ein aufwandsbezogener Wert (CPUE; z. B. Aale je Kescherzug) für jeden Kontrolltag erhalten werden kann?
- In welchen Monaten (Zeitfenster) im Jahr erfolgt der Aufstieg?
- Welche Größen an Jungaalen (Glas- und Steigaale) steigen auf?
- Welche Mengen je Kescherzug sind zu erwarten?
- Sind 7 Kontrolltage um eine Springtide herum ausreichend für die Erarbeitung eines Index oder gibt es Hinweise darauf, dass ein anderes Verteilungsmuster (weniger oder mehr Tage, anderer Zeitraum) sinnvoll ist?

- Ggf.: Welche Relation gibt es zwischen Fängen mittels Kescherzügen und Sichtbeobachtungen zum Aufstieg (Häufigkeitskategorien)?

2.1.3 Aalfang und Datenerhebung bei Herbrum

Aufgrund der derzeitigen Tideverhältnisse sind die Möglichkeiten für ein Monitoring des Glas- und Steigaalaufkommens am Standort Herbrum eingeschränkt. So bedingt die hoch auflaufende Tide, dass stationäre Fanggeräte wie herkömmliche Aalleitern, die die quantitative Erfassung des Aalaufstiegs über einen bestimmten Zeitraum erlauben könnten, bereits nach wenigen Stunden vom auflaufenden Wasser überspült werden und geborgen werden müssen. Zudem werden die Fischaufstiegsanlage (FAA) mit der Aalfangrinne und sogar das Wehr zeitweise überstaut, so dass eine quantitative Beprobung über einen längeren Zeitraum nicht nur methodisch unmöglich ist, sondern aufsteigende Aale mit dem auflaufenden Wasser über das Wehr aufsteigen können, wobei sie nicht erfasst werden können. Zur Etablierung eines aufwandsbezogenen Index für den Glas- und Steigaalaufstieg am Standort Herbrum wurde für 2014 entschieden, Glas- und Steigaale mit definierten Kescherzügen in der Aalfangrinne zu fangen.

Die Aalfangrinne ist in weiten Teilen mit Reisig gefüllt, da dieses Jungaalen den Aufstieg erleichtern soll. Für den Fang muss das Reisig zuvor entfernt werden.

Der Aalaufstieg in Herbrum erfolgt gemäß Erfahrungen der ortsansässigen Fischereivereine ausschließlich nachts und vor allem zwischen April und Juni. Insbesondere um die Springtiden herum wird ein verstärkter Aufstieg verzeichnet. Aus diesem Grund sollen die zu standardisierenden Kescherzüge nachts in regelmäßigen Abständen in den Tagen um eine Springtide durchgeführt werden. Historisch ist der Aufstieg bei Herbrum von April bis Mai oder Juni und gelegentlich bis Juli beschrieben (Schmeidler, 1963). Daher soll der Untersuchungszeitraum zwischen Ende März und Ende Juli liegen, womit insgesamt 9 Springtiden umfasst werden. Bei der vorliegenden Untersuchung wurde davon ausgegangen, dass ein Untersuchungsaufwand von 7 Tagen um eine Springtide ausreichend ist, um das Aufstiegs-geschehen beschreiben zu können und beispielsweise auch stärkere Aalzüge zu erfassen. Die Aufteilung der Beprobungstage erfolgte in der Weise, dass die Springtide in der Mitte eines jeden Untersuchungszeitraumes von 7 Tagen liegt. Insgesamt erstreckten sich die Untersuchungen auf 63 Kontrolltage im 125 Tage umfassenden Zeitraum vom 27.03. bis zum 29.07.2014 (Tabelle 1).

Bei einem "Kescherzug" fischt 1 Person einmal mit einem Aquarienkescher (Öffnungsmaße 20 x 15 cm) von unten nach oben in der 25 cm breiten Aalrinne (Innenmaß). Dabei sollen mit dem Kescher Handzüge (Hols) von ca. einem halben bis maximal einem Meter gemacht werden.

Tabelle 1: Übersicht über die 9 Untersuchungsperioden (römische Zahlen) zu jeweils 7 Kontrolltagen und die Springtiden. Im Untersuchungszeitraum vom 27.03. bis zum 29.07.2014 liegen 9 Springtiden, um die herum je eine Untersuchungsperiode liegt.

Untersuchungsperiode (Nr. Kontrolltag)	Datum von	Datum bis	Tag der Springtide	V = Vollmond, N = Neumond
I (1-7)	27.03.	02.04.	30.03.	N
II (8-14)	12.04.	18.04.	15.04.	V
III (5-21)	26.04.	02.05.	29.04.	N
IV (22-28)	11.05.	17.05.	14.05.	V
V (29-35)	25.05.	31.05.	28.05.	N
VI (36-42)	10.06.	16.06.	13.06.	V
VII (43-49)	24.06.	30.06.	27.06.	N
VIII (50-56)	09.07.	15.07.	12.07.	V
IX (57-63)	23.07.	29.07.	26.07.	N

In der Aalrinne wird der Kescher maximal bis über das Handgelenk eingetaucht (Abbildung 7), da in größerer Tiefe eine Befischung mittels Handkescher nicht mehr sinnvoll machbar scheint. Würde der Kescher deutlich tiefer als bis über das Handgelenk eingetaucht, wäre der Staudruck zu groß und ein effektiver Fang nicht mehr möglich. Größere Kescher bzw. solche mit längeren Stielen lassen sich dagegen in der Aalfangrinne nicht mehr gut führen und bergen zudem ein Verletzungsrisiko für Glasaale beim Fang, zumal die Sichttiefe begrenzt ist.



Abbildung 7: Demonstration eines Handzuges (Hol) mit dem Aquarienkescher. Der Fang der Glas- und Steigaale erfolgte nachts mittels Kescherzügen in der Aalfangrinne bei auflaufender Tide. Die je Kescherzug mit Holz befischbare Strecke der Aalfangrinne war einheitlich 2 m lang (Quelle: Landesfischereiverband Weser-Ems & LAVES).

Die Zahl der Handzüge (Hols) während eines Kescherzuges hängt von der tatsächlich befischbaren Strecke der Aalrinne ab, die wiederum von der Wassertiefe limitiert wird und mit der Wasserlinie endet. Während aller Kescherzüge betrug die Länge der befischbaren Strecke der Aalfangrinne bei auflaufendem Wasser unverändert 2 Meter. Bei einer ersten probeweisen Befischung wurde diese Strecke mit 5 Hols beprobt, was einer durchschnittlichen Länge von 40 cm befischte Strecke je Hol entspricht.

Die Lage der je Kescherzug befischten Strecke wird ebenfalls vom auflaufenden Wasser bestimmt: Der erste Kescherzug beginnt bei jeder Tide, wenn das auflaufende Wasser in der Aalrinne auf Höhe einer hier vom Ufer heranführenden Treppe steht (Abbildung 8).



Abbildung 8: Aalfangrinne bei Tidemittelwasser, Blick in Richtung Unterwasser. Kescherzüge erfolgen in dem Abschnitt der Aalfangrinne, die vom Unterwasser her ansteigt. Am Startpunkt (roter Pfeil) wird mit den Hols begonnen, sobald der Wasserstand diesen Punkt erreicht hat. Auf Höhe dieser Position verläuft eine Treppe vom Ufer zur FAA (rechts hinten im Bild). Wenige Meter bevor das auflaufende Wasser den Bereich erreicht, ab dem FAA und Aalfangrinne waagrecht zum Oberwasser verlaufen (schwarzer Pfeil, vgl. Abbildung 6), enden die Kescherzüge (Quelle: Landesfischereiverband Weser-Ems).

Wenn der Wasserstand kurz vor Erreichen des waagrecht weiter verlaufenden Abschnitts der Aalrinne steht (Abbildung 8), wird aufgrund bisheriger Erfahrungen erwartet, dass aufsteigende Aale die Rinne verlassen und nun mit der Tide außerhalb von der Aalfangrinne und dem Fischpass das Wehr zu passieren versuchen. Sobald der Wasserstand ca. 2 Meter vor diesem Punkt ist, endet die Beprobung mittels Kescherzügen während einer Tide. Alle Aale, die während aller Hols eines Kescherzuges gefangen werden, werden zusammen in einem Behälter gesammelt und ausgewertet. Die Länge der je Kescherzug befischten Strecke blieb über den gesamten Untersuchungsverlauf konstant (2 m), die Dauer eines Kescherzuges umfasste immer etwa 3 Minuten. Daher wird die Anzahl der Aale je Kescher-

zug betrachtet. Für fangtägliche Betrachtungen wird die Anzahl der gefangenen Aale über alle Kescherzüge eines Kontrolltages zusammengefasst.

Zunächst sollte der zeitliche Abstand zwischen 2 Kescherzügen 30 Minuten betragen, da befürchtet wurde, dass bei der Beprobung nachfolgende Aale gestört und somit die Fänge der weiteren Kescherzüge beeinträchtigt wären. Hieraus resultierten bis zu 3 Kescherzüge je Tide. Dieses Szenario wurde bis zum 12.05.2014 beibehalten. Im Laufe der Zeit stellte sich jedoch heraus, dass die Tide immer wieder zu schnell auflief, so dass regelmäßig weniger als 3 Kescherzüge in der Aalrinne durchgeführt werden konnten. Ursache hierfür ist, dass die Dauer der Tide z. B. auch durch die Windrichtung beeinflusst wird. Bei Sturm, wie am 14.04., lief die Tide schneller auf. Bei erhöhter Wasserführung der Ems, wie am 11.05., verzögerte sich der Zeitpunkt des Auflaufens, wobei der Anstieg des Wassers dann umso schneller verlief. Letztlich konnte an diesen beiden Tagen sogar nur 1 Kescherzug realisiert werden, da die Aalfangrinne nach weniger als 30 Minuten bereits überspült wurde. In der Nacht vom 29. auf den 30.04. konnten etwa 5 Minuten nach dem 2. standardisierten Kescherzug, der 18 Glasaale erbrachte, ca. 50 Glasaale in der Aalfangrinne gekeschert werden, die nicht gewertet wurden, da dieser Fang nicht standardisiert erfolgte. Auch wenn dieser Einzelfund keine weitergehende Beurteilung erlaubt, deutet er doch an, dass keine anhaltende Scheuchwirkung der Kescherzüge auf wenige Minuten später nachfolgende Aale bestehen muss. Weitere standardisierte Kescherzüge waren aufgrund der auflaufenden Tide nicht mehr möglich. Damit aber wurde deutlich, dass die im Abstand von 30 Minuten standardisiert erfolgenden Kescherzüge insgesamt vermutlich nicht engmaschig genug lagen, um den tatsächlichen Aufstieg sicher abzubilden. Die Betontrennwand zwischen Aalfangrinne und FAA war zudem stellenweise kaputt, so dass hier kein repräsentativer Fang möglich war, da die Aale von der Aalfangrinne in die FAA wandern bzw. hier dem Kescher ausweichen konnten. Damit aber war die Strecke der Aalfangrinne, in der standardisierte Kescherzüge erfolgen konnten, insgesamt begrenzt. Letztlich konnten hier bei schnell auflaufender Flut regelmäßig nur weniger als 3 Kescherzüge pro Tide durchgeführt werden.

Vor diesem Hintergrund wurde ab dem 13.05.2014 das Szenario geändert: Anstelle des zeitlichen Intervalls erfolgte die Befischung von nun an nach einem räumlichen Bezug. Der befischte Abschnitt der Aalfangrinne wurde in regelmäßigen Abständen von 5 m dann beprobt, wenn das auflaufende Wasser die entsprechenden Position erreicht hatte, woraus sich 4 Fixpositionen auf einer Gesamtstrecke von 15 m ergaben. So konnte unabhängig von der Dauer der auflaufenden Tide zunächst eine gleichbleibende Zahl von in der Regel 4 Kescherzügen durchgeführt werden. Der zeitliche Abstand zwischen den Kescherzügen lag nun je nach Geschwindigkeit des auflaufenden Wassers bei etwa 10 bis 15 Minuten. Dieser Modus wurde bis zum Ende des Monitorings am 29.07.2014 beibehalten. Weniger als 4 Kescherzüge ergaben sich dann, wenn die Tide teilweise oder ganz auf den Tag entfiel, da bei Helligkeit keine Glasaale in der Aalfangrinne aufsteigen und dementsprechend nicht zu fangen waren. An einigen Tagen fielen beide aufeinander folgenden Fluttiden auf den Zeitraum zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, hier ergaben sich Tage ohne Kescherzüge.

Zu früheren Zeiten des historischen Glasaalfanges war die Beobachtung des Aufstiegsgeschehens wichtig, um den konzentrierten Aufstieg größerer Mengen (sogenannte Glasaalzüge) rechtzeitig zu bemerken und letztlich auch den Fang und die Weiterverteilung kurz-

fristig organisieren zu können. Auch in Jahren mit Nullfängen waren regelmäßig Glasaale dabei beobachtet worden, wie sie mit der aufsteigenden Tide das Wehr überwand. In den letzten Jahren war zumindest eine visuelle Kontrolle am Wehr erfolgt. Im Jahr 2012 wurde die Menge aufsteigender Glasaale auf 1 Zentner und damit erstmals wieder höher eingeschätzt. 2013 war sogar eine relativ große Menge Glasaale von geschätzt 3 Zentnern vor dem Wehr gesehen worden. Daher wurde 2014 die gesamte Wehranlage immer auch intensiven Sichtbeobachtungen unterzogen, um evtl. an der Fischaufstiegsanlage bzw. an der Aalfangrinne vorbeiziehende Glasaale zu erfassen und so beurteilen zu können, ob die in der Aalfangrinne erzielten Fänge dem visuellen Eindruck vom Glasaalaufkommen entsprechen. In der Dunkelheit wurde hierzu mit einer Taschenlampe der Wehr- und Uferbereich abgeleuchtet. Die Glasaalbeobachtungen wurden in 4 Häufigkeitskategorien eingeteilt:

- 1= keine
- 2 = wenige/einzelne
- 3 = viele Aale
- 4 = Glasaalzug (konzentrierte Massenansammlungen).

In der Nacht vom 29.04 auf den 30.04. wurde zudem der Aufstieg im waagerechten, nicht mehr mit Kescherzügen beprobten Abschnitt der Aalfangrinne dokumentiert (Abbildung 6). In Ergänzung der Kescherzüge war ferner eruiert worden, ob sich ggf. mit einer Aalleiter nicht doch aufsteigende Aale in der Aalfangrinne fangen ließen. Hierzu wurde versuchsweise einmalig am 17.05.2014 eine am Standort vorhandene Aalleiter im oberen, ansteigenden Bereich der Aalfangrinne gestellt. Die Aalleiter war aus Holz gefertigt und mit Reisig angefüllt (Abbildung 9).



Abbildung 9: Am 17.05. wurde einmalig im oberen Abschnitt der Rinne eine mit Reisig befüllte Aalleiter gestellt (Quelle: Landesfischereiverband Weser-Ems).

Am 28.06.2014, als der Glasaalaufstieg schon weitgehend beendet war, wurde in Vorbereitung zukünftiger, ergänzender Untersuchungen (vgl. Diskussion) probeweise eine andere Aalleiter installiert, die vom Institut für Binnenfischerei Potsdam-Sacrow e. V. zur Verfügung gestellt worden war. Diese Aalleiter besteht aus GFK, ist mit Bürstenplatten ausgelegt und könnte bei zukünftigen Untersuchungen derart installiert werden, dass sie bei auflaufendem Wasser überspült werden kann, was die aufwändige Bergung bei jeder Tide entbehrlich macht (Abbildung 30). Die obere Fixposition der Kescherzüge wies einen genügenden Abstand zum Stellplatz der Aalleitern auf, so dass die übrige Untersuchung nicht beeinträchtigt wurde.

Mit gefangenen Glas- und Steigaalen wurde wie folgt verfahren:

Alle Aale, die während eines Kescherzuges gefangen wurden, wurden einzeln auf 0,5 cm *below* vermessen und gewogen. Ein Kescherzug umfasst dabei alle für die Befischung einer etwa 2 m langen Strecke der Aalfangrinne (siehe oben) erforderlichen Hols. Grundsätzlich sollten Aale von mehr als 10 cm Gesamtlänge vorab getrennt werden. Die Längenmessung erfolgte mit Hilfe eines eigens konstruierten Messrohres (Abbildung 5).



Abbildung 10: Längenmessung an einem Glasaal. Die Messung erfolgte mittels eines dafür konstruierten Messrohres. Im Anschluss daran erfolgte die Wägung (Quelle: Landesfischereiverband Weser-Ems).

Bei Massenfängen von mehr als 100 Tieren wurde der Fang randomisiert beprobt. Hierzu wurde der Tagesfang (nach Trennung ggf. gefangener Aale von mehr als 10 cm Länge) gewogen, gut durchmischt und eine Kescherprobe von ca. 100 Tieren gezogen. Bei dieser Unterprobe wurden die Länge und das Gewicht aller Tiere einzeln bestimmt. Danach erfolgten die Wägung der gesamten Unterprobe und die Ermittlung des mittleren Stückgewichts. Über das Gesamtgewicht des Tagesfangs und das aus der Unterprobe ermittelte mittlere Stückgewicht wurde die Stückzahl des Gesamtfangs errechnet.

Während der Erfassung von aufsteigenden Aalen wurden auch weitere Begleitdaten aufgenommen. Hierzu zählten:

- Zeit von Beginn und Ende des Kescherzuges (Datum und Uhrzeit)
- Dauer der jeweiligen Tag- und Nachtphase (auch für Kontrollen, ob der Aufstieg nachts oder tagsüber erfolgt)
- Wassertemperatur / Lufttemperatur
- Abflussdaten (Pegel Herbrum)
- Nipp- und Springtide
- Mondphase
- Wetter (Bewölkung, Niederschlag etc.)

Die Tabelle Anhang Herbrum 2 (Kapitel 7.1) enthält eine Übersicht über die genannten Begleitparameter während des Untersuchungszeitraumes. Die Temperatur des Unterwassers wurde im Rahmen der Kontrolltage gemessen, Daten zur Temperatur des Oberwassers wurden vom NLWKN zur Verfügung gestellt.

2.2 Monitoring am Standort Bollingerfähr

2.2.1 Stauwehr Bollingerfähr und Fischaufstiegsanlage

Die allgemeine Lage des Stauwehres Bollingerfähr ist in Abbildung 3 und die detaillierte Lage der Fischaufstiegsanlage in Abbildung 11 und Abbildung 12 dargestellt. Auf der rechten Uferseite befindet sich ein alter Beckenpass (Abbildung 13), der im Jahr 2006 unter Mitarbeit des Landesfischereiverbandes Weser-Ems nach dem „Wiegnerischen Prinzip“ ertüchtigt wurde. Hintergrund dieser Umgestaltung war die mangelnde Funktionsfähigkeit der Anlage aufgrund fehlender Leitströmung sowie Versatz. Die Anordnung der Störsteine in der Fischaufstiegsanlage (FAA) während dieser Umgestaltung sowie die geflutete Anlage und ihr unterwasserseitiger Anschluss an die Ems sind in Abbildung 13 zu sehen.



Abbildung 11: Standort Bollingerfähr und Lage der Fischaufstiegsanlage (Pfeil) (Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2014 LGLN).



Abbildung 12: Aufsicht auf das Wehr Bollingerfähr und die Fischeaufstiegsanlage (unten im Bild)
 (Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und
 Katasterverwaltung, © 2014 LGLN).



Abbildung 13: Die Fischeaufstiegsanlage (FAA) am Wehr Bollingerfähr. Links: FAA während der
 Ertüchtigung. Rechts: Unterwasserseitiger Anschluss der FAA Bollingerfähr bei
 mittlerem Emsabfluss (Quelle: jeweils Landesfischereiverband Weser-Ems).

Funktionskontrollen zum Aufstieg von anadromen Neunaugen in den Jahren 2009, 2011 und 2013 (LFV Weser-Ems, 2010; 2012; 2014c) sowie das Steigalmonitoring 2013 (LFV Weser-Ems, 2013) belegen die grundsätzliche Eignung des Standortes zum Monitoring von Wanderfischarten, die bei der Passage der FAA erfasst werden können.

2.2.2 Arbeitsziele

Mit der Untersuchung zum Glas- und Steigaalaufstieg am Standort Bollingerfähr im Jahr 2014 sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Kann der Steigaalfang in der FAA Bollingerfähr mittels Aalleiter dahingehend optimiert werden, dass das im Vorjahr beobachtete Umgehen der Aalleiter durch aufsteigenden Aale vermieden wird? Hierzu soll der unterwasserseitige Dammbalkenverschluss in Höhe der Aalleiter abgedichtet werden.
- Lässt sich die Beaufschlagung der Fischaufstiegsanlage mit Wasser erhöhen und damit hinsichtlich einer Lockwirkung auf aufsteigende Aale ggf. verbessern? Hierzu wird eine regelbare Zudotation am oberwasserseitigen Dammbalkenverschluss installiert.
- Welche Größen und Mengen an Jungaalen (Glas- und Steigaale) steigen im untersuchten Zeitfenster auf?
- Gegebenenfalls: Erfolgt der Aufstieg vornehmlich nachts oder tagsüber?

2.2.3 Aalfang und Datenerhebung bei Bollingerfähr

Der quantitative Nachweis aufsteigender Glas- und Steigaale erfolgte wie im Vorjahr mittels einer Aalleiter, die eigens für die Untersuchungen hergestellt worden war (siehe unten). Eine Aalleiter kann Aalen den Aufstieg an Wanderhindernissen ermöglichen und zum selektiven Fang von Jungaalen eingesetzt werden, wenn sie mit einer Fangvorrichtung versehen wird und der Aufstieg den Aalen ansonsten verwehrt ist. Der Einsatz der Aalleiter am Wehr Bollingerfähr erfolgte in der Fischaufstiegsanlage (FAA), da die verstellbaren Wehrfelder nicht für die Installation in Frage kommen. Um innerhalb der FAA den Aalaufstieg mit der Aalleiter quantitativ erfassen zu können, muss die Anlage für den Fischwechsel flussauf während der Zeit des Aalfanges abgesperrt und somit aufstiegswilligen Aalen der weitere Weg flussauf versperrt werden. Zugleich muss jedoch auch eine Leitströmung in Richtung Ems ausgebildet werden, damit aufsteigende Aale den Weg in die FAA und zur Aalleiter finden.

Daher muss die Absperrung so erfolgen, dass ein Teil des Wassers durch die FAA fließt, um die gewünschte Leitströmung auszubilden, und gleichzeitig ein wirksames Hindernis entsteht, an dem die Aalleiter zur quantitativen Erfassung aufstiegswilliger Glas- und Steigaale installiert werden kann. Weiterhin muss die Absperrung leicht zu öffnen sein, um in der Zeit ohne Aalfang die FAA wieder mit der erforderlichen Wassermenge zu beaufschlagen, so dass der Fischaufstieg gewährleistet ist.

Hierzu war bereits 2013 wie folgt verfahren worden: Am oberseitigen Ausstieg wurden in die vorhandenen seitlichen Aussparungen Dammbalken gesetzt, die mit Hilfe von Spanngurten miteinander fixiert wurden, so dass sie wie ein Schott mit Hilfe eines Flaschenzuges, welcher an dem über den Fischpass verlaufenden Steg befestigt wurde, in vertikaler Richtung auf- und abgelassen werden konnten (Abbildung 14 rechts).

Der erforderliche Bodenschluss wurde durch einen Dammbalken erreicht, der bereits während der Umbaumaßnahme des Fischweges in die FAA eingelassen worden war. Dadurch war der Fischweg abgesperrt. Die zwischen den einzelnen Dammbalken vorhandenen Spalten lassen einen gewissen Wasserdurchsatz zu, der 2013 für die Erzeugung der Leitströmung genutzt worden war. Ergänzend wurde 2014 eine Öffnung (Maße: 16x16cm) in die Dammbalken geschnitten und mit einem Schieber versehen, so dass eine Erhöhung der Wasserdotation nun flexibel möglich war (Abbildung 14 links). An dieser Absperrung konnte jedoch aufgrund der Lage der Störsteine innerhalb der FAA die Aalleiter selbst nicht installiert werden. Daher erfolgte (wie 2013) die Errichtung einer weiteren Absperrung zur Installation der Aalleiter 15,5 m unterhalb der oberwasserseitigen Absperrung (Abbildung 15).



Abbildung 14: Die oberseitige Absperrung des Fischweges (rechts) wurde mit einer Aussparung (links) versehen, die über einen Schieber regelbar war, um die Fischaufstiegsanlage (FAA) flexibel mit mehr Wasser beaufschlagen zu können und damit die Lockwirkung evtl. zu verbessern. Der Pfeil zeigt die Position der Aussparung an (das rechte Bild entstand bereits 2013, also vor Anfertigung der Aussparung) (Quelle: jeweils Landesfischereiverband Weser-Ems).

Hierzu wurden wie bereits 2013 Dammbalken verwendet, welche wiederum in dort vorhandene seitliche Aussparungen eingesetzt wurden. Im Gegensatz zu der oberwasserseitigen Absperrung sollte hier kein Wasserdurchsatz durch evtl. Spalten erfolgen, der aufstiegswilligen Glas- und Steigaalen die Aufwanderung an der Aalleiter vorbei ermöglicht hätte. Die Dammbalken wurden daher plan aufeinander gesetzt und seitlich mit Holzkeilen verkantet. Zusätzlich wurde noch ein Sand-Kiesgemisch vor die Absperrung eingebracht um auch bodennah eine Abdichtung zu erreichen. Die so installierte Absperrung führte zum Überfall des Wassers an dieser Stelle (Überfallhöhe 0,27 m), so dass sich stromab die gewünschte Leitströmung ausbilden konnte und gleichzeitig die notwendige Barriere aufgebaut wurde, die den weiteren Aufstieg der Jungaale verhindern sollte.

Zusätzlich wurde darauf geachtet, dass zwischen den im Fischweg positionierten Störsteinen und der Absperrung, an der die Aalleiter installiert wurde, kein direkter Kontakt besteht, um Aalen keine Möglichkeit zu geben, an der Aalleiter vorbei zu gelangen und somit hier Aale zu „verlieren“. Auch die seitlichen Betonwände im Bereich der Barriere wurden wie im Vorjahr

gesäubert. Da bei der Untersuchung im Jahre 2013 zahlreiche Aale die seitlichen Wände der FAA erklommen und so den unterwasserseitigen Dammbalkenverschluss umgangen hatten (LFV Weser-Ems, 2013), wurde 2014 hier beidseitig ein Winkelprofil (Maße: 0,7 x 4,0 x 2,0 x 1,5 cm) angebracht (Abbildung 15).



Abbildung 15: Aalleiter in Fangposition mit Auffangbehälter und Wasserversorgung (links). Winkelprofile (rechts) wurden beidseitig auf Höhe des Dammbalkenverschlusses an der Wand der Fischaufstiegsanlage angebracht; die Pfeile im linken Bild zeigen die Positionen der Winkelprofile in der Fischaufstiegsanlage an (Quelle: jeweils Landesfischereiverband Weser-Ems).

Um eine gute Positionierung an der Absperrung zu erreichen, wurde die Fangeinrichtung mit Hilfe von zwei Traversen über dem Fischweg installiert. So konnte eine Optimierung des Einstiegs in die Aalleiter sichergestellt werden. Der Einstieg wurde unmittelbar hinter der Barriere in die Mitte des Fischweges gelegt. Durch die im Fischpass liegenden Wasserbausteine konnte der Abfluss für diesen Bereich so gesteuert werden, dass sich eine annähernd gleichmäßige und langsame Strömung ausbildete.

Die verwendete Aalleiter war von Herrn Christian Köthke, Ringstraße 8 in 29475 Gorleben, für das Steigalmonitoring am Stauwehr Bollingerfähr im Jahr 2013 hergestellt worden. Sie bestand aus Aluminium und hatte die Abmessungen 2,0 m x 0,35 m x 0,17 m (L x B x H). Der Boden der Leiter war mit einem Teppich aus Kunstfaserborsten ausgekleidet (Länge 2,2 m, Abstand der Borsten etwa 8 mm), der nach unten etwas über die Aalleiter hinaus ins Wasser ragte, was aufsteigenden Jungaalen das Erklimmen der Aalleiter erleichtern sollte. Die Aalleiter wurde mit einer Teichpumpe mit 114 l/min Förderleistung beaufschlagt. Am oberen Ende der Leiter wurde das Wasser durch mehrere Düsen gepresst, um eine gleichmäßige Benetzung der Rinne zu gewährleisten. Gleichzeitig wurden die Düsen so eingestellt, dass ein Teil des Wassers über die Kante in Richtung des Auffangbehälters abgeleitet wurde, um Aale, die über den Borstenbelag in den oberen Bereich der Aalleiter gelangt sind, in den Behälter zu spülen (LFV Weser-Ems, 2013).

Mit gefangenen Glas- und Steigaalen wurde wie folgt verfahren:

Alle Aale, die während eines Kontrolltages gefangen wurden, wurden einzeln auf 0,5 cm *below* vermessen und gewogen (ein Kontrolltag umfasst die Zeitspanne zwischen Stellen und Heben der Aalleiter). Dabei wurden Aale von mehr als 10 cm Länge vorab getrennt. Die Längenmessung erfolgte mit Hilfe eines eigens konstruierten Messrohres (Abbildung 16).



Abbildung 16: Längenmessung an einem Steigaal. Die Messung erfolgte mittels eines dafür konstruierten Messrohres (Quelle: Landesfischereiverband Weser-Ems).

Bei Massenfängen von mehr als 100 Tieren wurde der Fang randomisiert beprobt. Vorab erfolgte die Separation von Aalen über 10 cm Gesamtlänge. Anschließend wurde der Tagesfang gewogen, gut durchmischt und eine Kescherprobe von ca. 100 Tieren gezogen. Bei dieser Unterprobe wurden die Länge und das Gewicht aller Tiere einzeln bestimmt. Danach erfolgte die Wägung der gesamten Unterprobe. Über das Gesamtgewicht des Tagesfangs und das aus der Unterprobe ermittelte mittlere Stückgewicht wurde die Stückzahl des Gesamtfangs errechnet.

Neben der Untersuchung des Aufstiegs mittels Aalleiter erfolgten regelmäßige Sichtbeobachtungen am Wehr und im Schleusenbereich.

Während der Erfassung von aufsteigenden Aalen wurden auch weitere Begleitdaten aufgenommen. Hierzu zählten:

- Stellzeit (Datum und Uhrzeit)
- Dauer der jeweiligen Tag- und Nachtphase (auch für Kontrollen, ob der Aufstieg nachts oder tagsüber erfolgt)
- Wassertemperatur / Lufttemperatur
- Abflussdaten (Pegel Bollingerfähr)

- Nipp- und Springtide
- Mondphase
- Wetter (Bewölkung, Niederschlag etc.)

Die Tabelle Anhang Bollingerfähr 2 (Kapitel 7.2) enthält eine Übersicht über die genannten Begleitparameter während des Untersuchungszeitraumes.

3 Ergebnisse

3.1 Monitoring am Tidewehr Herbrum

Das Monitoring zum Glas- und Steigaalaufstieg am Wehrstandort Herbrum begann am 27.03.2014 bei 9,6 °C Wassertemperatur (Wehrunterwasser). Über den gesamten Untersuchungszeitraum von 125 Tagen (27.03.-29.07.2014) konnten an insgesamt 63 Kontrolltagen (Tabelle 2) mittels Kescherzügen 1.759 Aale zwischen 6 und 11 cm nachgewiesen werden, von denen lediglich 1 Aal der größeren Fraktion angehörte. Mittels Aalleiter wurde nur ein weiterer Aal gefangen, der ebenfalls der größeren Fraktion angehörte. Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die monatliche Verteilung der nachgewiesenen Glas- und Steigaale.

Tabelle 2: Während des Glas- und Steigaalmonitorings am Wehr Herbrum mittels Kescherzügen und Aalleiter nachgewiesene Stückzahlen für den Fangzeitraum 27.03. – 29.07.2014.

Monat Kontrolltage	März 5	April 14	Mai 16	Juni 14	Juli 14	2014 63
Anzahl Aale						gesamt
bis 10 cm	0	1.198	509	45	6	1.758
größer 10 cm	0	0	2*	0	0	2*
gesamt	0	1.198	511	38	6	1.760

*) : Ein Aal wurde mittels Aalleiter gefangen.

Die ersten Aale wurden mit dem Beginn der Untersuchungsperiode II nachgewiesen (12.-18.04., Tabelle 3), in der insgesamt 360 Stück, im Mittel 20 Aale je Kescherzug (Maximum 61 Aale) und 51 Aale je Fangtag (Maximum 142 Aale) gefangen wurden. In der Periode III (26.04.-02.05.) wurden 905 Aale gefangen, wobei hier mit im Mittel fast 57 Aalen je Kescherzug (Maximum 543 Aale) bzw. 129 Aalen je Fangtag (Maximum 581 Aale) die höchsten Zahlen festgestellt wurden.

Kescherzüge mit Nullfängen, die in allen Untersuchungsperioden auftraten, kamen ab Periode IV (11.-17.05.) vermehrt auf. Insgesamt wurden in Periode IV noch 373 Aale nachgewiesen, was hinsichtlich des absoluten Fanges etwa Periode II entspricht. Allerdings erfolgte innerhalb von Periode IV, ab dem 13.05., die Umstellung der Kescherzüge von einem zeitlichen Abstand zu 4 Fixpositionen, so dass sich ein verändertes Probenahmedesign und letztlich eine höhere Zahl von Kescherzügen in Periode IV ergibt. Hieraus resultieren im Mittel Zahlen von fast 16 Aalen je Kescherzug (Maximum 73 Aale) und 53 Aalen je Tag (Maximum 167 Aale).

Bis Ende Mai (Periode V, im Mittel annähernd 11 Aale je Fangtag) und teilweise Mitte Juni (Periode VI, im Mittel 6 Aale je Fangtag) wurden noch regelmäßig Aale nachgewiesen. Die Fangzahlen je Kescherzug erreichten jedoch nicht mehr die Höhe der vorangegangenen Untersuchungsperioden, sondern fielen bis auf Einzelexemplare ab. Nach Mitte Juni (Perioden VII und VIII) traten neben Einzelfängen zunehmend Nullfänge hervor.

Tabelle 3: Verteilung aller mittels Kescherzügen in der Aalfangrinne nachgewiesenen Aale bis 10 cm Länge (N = 1.758) über die 9 Untersuchungsperioden. Dargestellt sind die Zahl der Kescherzüge und die je Kescherzug, je Fangtag sowie je Kescherzug und Fangtag gefangenen Aale. Kontrolltage mit Kescherzügen: Innerhalb der Perioden VI bis IX fielen einzelne Tiden auf den hellen Tag, bei dem kein Aufstieg erfolgte und daher keine Kescherzüge durchgeführt wurden. Bis 12.05. bestand ein einheitlicher zeitlicher Abstand von 30 Minuten zwischen den Kescherzügen, ab dem 13.05. wurde an 4 Fixpositionen gefischt, solange der Wasserstand diese bei Dunkelheit erreichte.

Untersuchungsperiode						Aale je Kescherzug	Aale je Fangtag	Aale je Kescherzug und Fangtag
Nr.	Datum von	Datum bis	Anzahl der Kescherzüge	Kontrolltage mit Kescherzügen	Anzahl Aale	Mittelwert (Minimum-Maximum)		
I	27.03.	02.04.	21	7	0	-	-	-
II	12.04.	18.04.	18	7	360	20 (0-61)	51,4 (4-142)	18,7 (3-47)
III	26.04.	02.05.	16	7	905	56,6 (0-543)	129,3 (9-581)	60,4 (5-291)
IV	11.05.	17.05.	24	7	373	15,5 (0-73)	53,3 (0-167)	14,3 (0-42)
V	25.05.	31.05.	28	7	76	2,7 (0-19)	10,9 (0-23)	2,9 (0-6)
VI	10.06.	16.06.	21	6	36	1,6 (0-11)	6 (0-12)	2,6 (0-11)
VII	24.06.	30.06.	13	6	2	0,2 (0-2)	0,3 (0-2)	0,1 (0-1)
VIII	09.07.	15.07.	10	5	6	0,6 (0-3)	1,2 (0-3)	0,6 (0-2)
IX	23.07.	29.07.	10	6	0	-	-	-

Ausschließlich Nullfänge gab es in den Perioden I und IX. In den Perioden II und III gab es keine Tage mit Nullfängen, in den Perioden IV, V und VI gab es jeweils 1 Tag. In Periode VII gab es nur 1 Tag ohne Nullfänge und in Periode VIII 3 Tage.

Die Sichtbeobachtungen bestätigen grundsätzlich die Ergebnisse der Kescherzüge (Tabelle 4). Am 26.04. und 27.04., an denen die höchsten Fänge erzielt wurden, konnte zugleich auch visuell das stärkste Glasaalaufkommen im Unterwasser des Tidewehres bestätigt werden. Während der gesamten Untersuchungskampagne konnten allerdings keine Massensammlungen wie im Vorjahr beobachtet werden. Die im Rahmen von Sichtbeobachtungen erfolgten Aalnachweise nahmen im Verlauf der Untersuchungen ebenfalls stark ab.

Insgesamt lassen die Sichtbeobachtungen erwartungsgemäß keine scharfe Darstellung schwächerer Aufstiegsereignisse zu.

Tabelle 4: Ergebnisse der Sichtbeobachtungen zum Glas- und Steigaalaufkommen im Unterwasser des Wehres Herbrum.

Periode	Datum	Sichtbeobachtungen
I	27.03.- 02.04.	keine
II	12.- 18.04.	wenige
III	26.-27.04. 28.04.-02.05.	viele wenige
IV	11.05. 12.-17.05.	keine wenige
V	25.05. 26.-31.05.	keine wenige
VI	10.-11.06. 12.-15.06. 16.06.	wenige keine wenige
VII	24.- 30.06.	keine
VIII	09.- 15.07.	keine
IX	23.- 29.07.	keine

In der Nacht vom 29.04. auf den 30.04. wurde die Dynamik des weiteren Aufstiegs im waagrecht verlaufenden Bereich von Aalfangrinne und FAA, in dem keine Beprobung mittels standardisierter Kescherzüge mehr erfolgt, dokumentiert (Abbildung 6, Seite 8). In diesem Bereich war das Reisig in der Aalfangrinne belassen worden. Gegen 01:00 Uhr hatte die Flut den geraden Abschnitt von FAA und Aalfangrinne fast erreicht, das Wasser drang jetzt bereits in den waagerechten Bereich vor. Ziemlich genau zu diesem Zeitpunkt tauchten auch die ersten Glasaale im waagerechten Abschnitt der Aalfangrinne auf (Abbildung 17).



Abbildung 17: Um 01:00 Uhr dringt das Wasser mit der auflaufenden Tide in den waagerechten Bereich der Aalfangrinne vor (im Bild von links). Erste Glasaale sind zu sehen (Pfeil) (Quelle: LAVES).



Abbildung 18: Zwischen 01:02 und 01:05 Uhr drängen mehr und mehr Glasaale die Aalfangrinne hinauf (Quelle: LAVES).



Abbildung 19: Die Betontrennwand zwischen Aalfangrinne (links) und FAA (rechts) ist an einer Stelle kaputt, hier drängen die Glasaale aus der Aalfangrinne in die FAA (Quelle: LAVES).

Zwischen 01:02 und 01:03 Uhr stieg das Glasaalaufkommen in der Aalfangrinne an, um bis etwa 01:05 Uhr anzuhalten (Abbildung 18). Dabei überwand die Glasaale im waagerechten Abschnitt ein Loch in der Betontrennwand zwischen Aalfangrinne und FAA und drangen in die FAA ein (Abbildung 19). Ähnliche Beschädigungen der Betontrennwand finden sich auch im ansteigenden Abschnitt von FAA und Aalfangrinne.

Ab 01:06 Uhr stiegen die Glasaale nun nicht mehr in der Aalfangrinne auf sondern schwammen etwa 1 Minute lang in der Rinne hin und her (Abbildung 20).

Ab 01:07 Uhr waren keine aufsteigenden Aale mehr in der Aalfangrinne zu sehen, dagegen tauchten Glasaale jetzt in der FAA auf. Eine Quantifizierung oder weitergehende Beobachtung in FAA oder der Ems selbst war aufgrund der Trübung und Tiefe nicht möglich. Die Beobachtungen zeigen, dass die Glasaale mit der auflaufenden Tide gerichtet aufsteigen. Da keine entsprechenden Messungen erfolgten, kann hinsichtlich der Strömungsverhältnisse in der Aalfangrinne nur spekuliert werden. Wahrscheinlich ist, dass das aufsteigende Wasser die Strömung des in der Aalfangrinne abfließenden Oberwassers überlagerte sodass den sich rheotaktisch orientierenden Glasaalen nun abrupt der Stimulus fehlte.



Abbildung 20: Um 01:06 Uhr endet der gerichtete Aufstieg abrupt, die Glasaale schwimmen nicht mehr flussaufwärts sondern in der Aalfangrinne hin und her (Quelle: LAVES).

Wie die Längenhäufigkeitsverteilung für die mittels Kescherzügen über den gesamten Untersuchungszeitraum gefangenen Aale zeigt, dominierten in der Fraktion der kleinen Aale Tiere mit einer Länge von 7 cm (Abbildung 21). Der überwiegende Teil aller Aale bis 10 cm Länge bestand aus Glasaalen. Nur 22 Aale (1,25 %) der Fraktion bis 10 cm Länge und die einzigen beiden Aale größer 10 cm Länge waren bereits pigmentierte Steigaale. Letztere wurden am 13. und 18.05. gefangen.

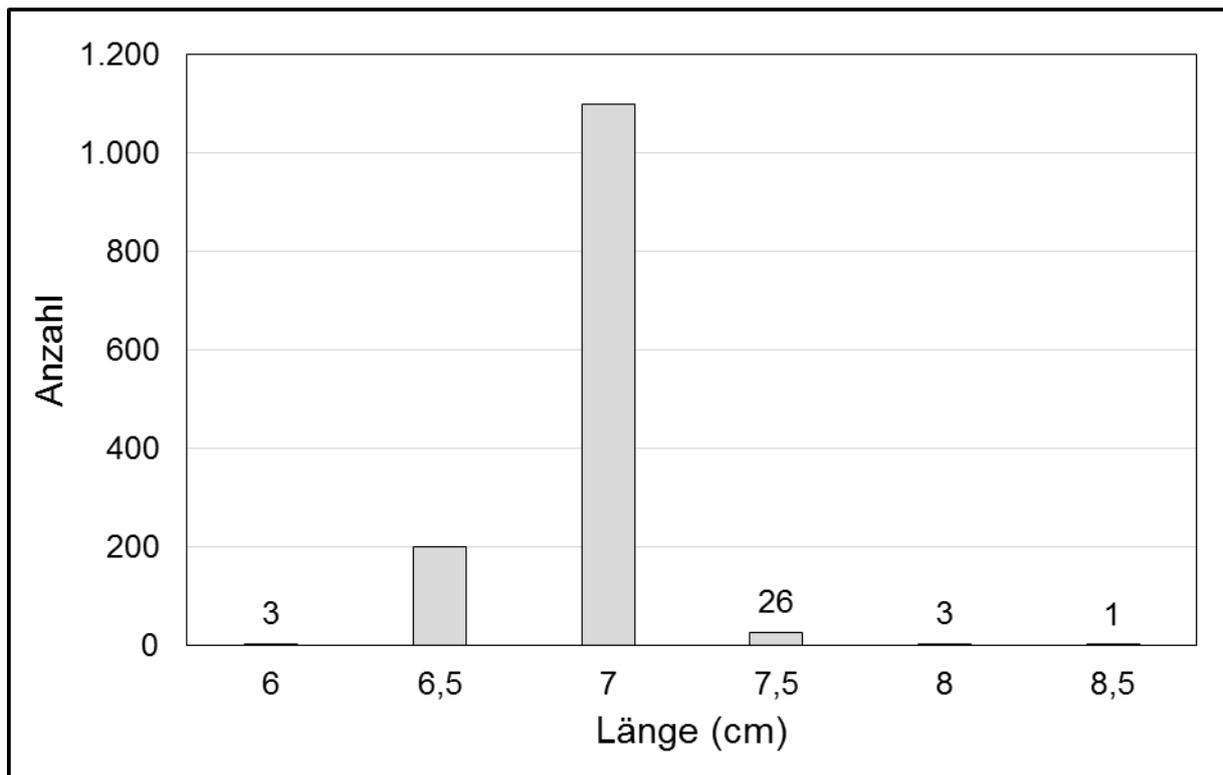


Abbildung 21: Längenhäufigkeitsverteilung ausgezählter Individuen bis 10 cm Länge am Stauwehr Herbrum (N = 1.332).

Innerhalb der kleineren Größenfraktion wurden die ersten pigmentierten Steigaale am 28.05. und die letzten am 26.06.2014 nachgewiesen. Der letzte Glasaalnachweis im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfolgte am 14.07., allerdings wurden etwa ab dem 13.06. nur noch Einzelfänge erzielt.

Im Folgenden werden abiotische Parameter betrachtet (vgl. Kapitel 2.1.3 und Kapitel 7.1, Tabelle Anhang Herbrum 2). Der Aufstieg am Standort Herbrum wies 3 Peaks auf, von denen 2 Peaks im April (Perioden II und III) und 1 Peak im Mai (Periode IV) auftraten (12.-13.04., 26.-28.04. und 15.05.). Der Verlauf der 3 Peaks zeigt keine Beziehung zum Verlauf der Wassertemperatur des Oberwassers (Abbildung 22). Eine Relation zum Verlauf der Wassertemperatur des Unterwassers (Abbildung 22) oder zum Tidenhöchststand des Unterwasser (Abbildung 23) wird zwar nicht zweifelsfrei deutlich, allerdings folgen die Aufstiegszahlen in Periode II bis IV etwa den Verlaufskurven beider Parameter.

Historisch ist der Beginn stärkerer Glasaalaufstiege für Unterwassertemperaturen ab 10 °C und mehr beschrieben (Meyer, 1951). Die vorliegenden Untersuchungen begannen bei 9,6-10 °C Wassertemperatur, die ersten Aale wurden erst mit Beginn der Untersuchungsperiode II bei 12,7 °C gefangen. Zwischen den ersten beiden Perioden erfolgte vom 03.04. bis zum 11.04.2014 kein Fang, so dass offen bleiben muss, an welchem Tag in diesem Zeitraum und ab welcher Temperatur die ersten Aale tatsächlich auftauchten.

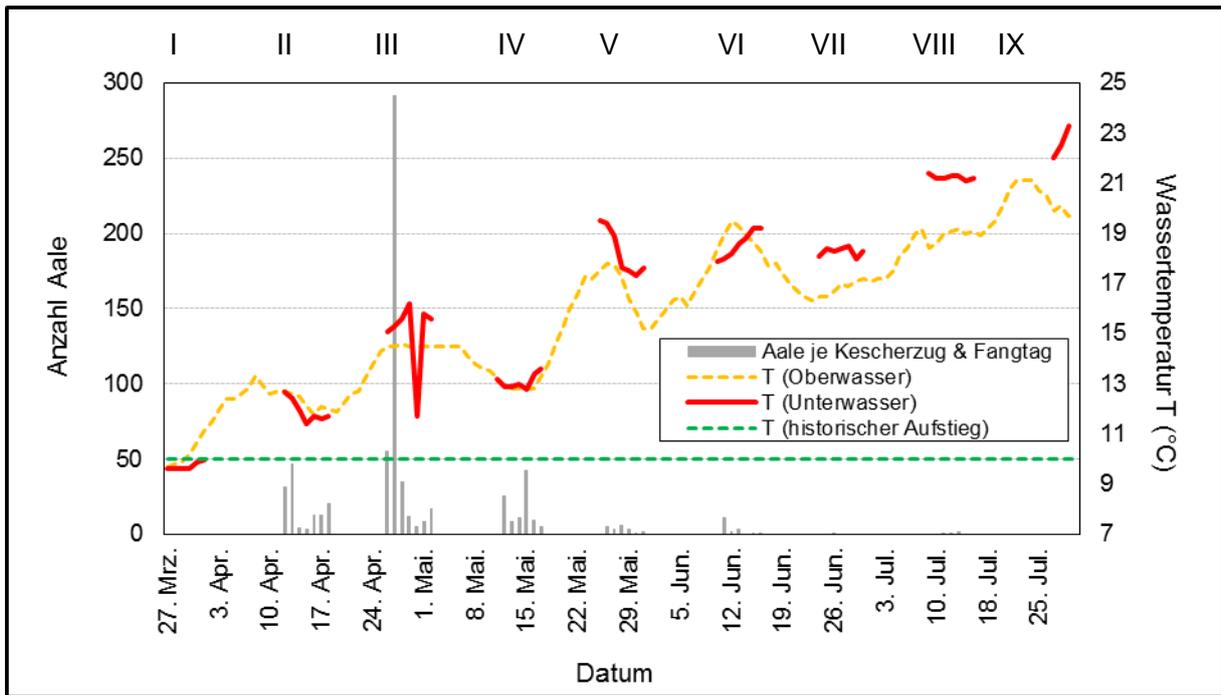


Abbildung 22: Aalaufstieg bei Herbrum (Aale je Kescherzug und Fangtag) sowie Temperaturverlauf (Unter- und Oberwasser) über den Untersuchungszeitraum (27.03.-29.07.2014). Die römischen Ziffern bezeichnen die 9 Untersuchungsperioden von jeweils 7 Kontrolltagen. Die Unterwassertemperaturen liegen ab dem 12.04. (Periode II) oberhalb von 10 °C (grüne Linie) als der für den historischen Aufstieg beschriebenen Mindesttemperatur, ab der früher ein nennenswerter Aalaufstieg erfolgte (Schmeidler, 1963).

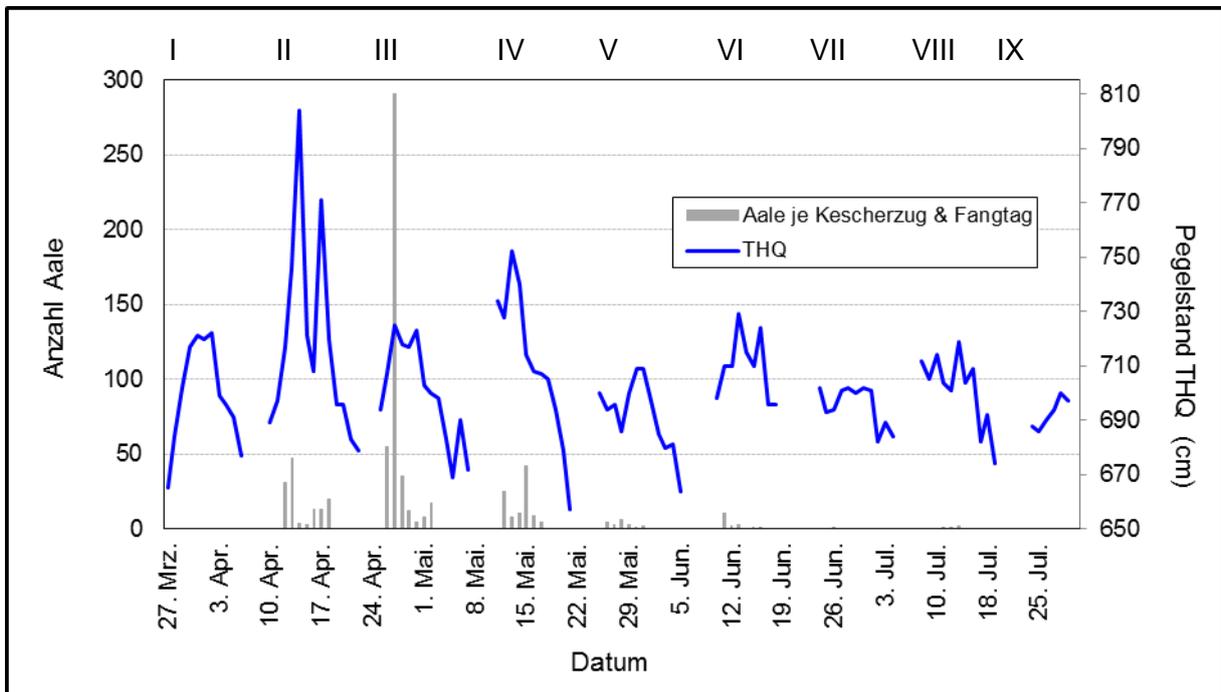


Abbildung 23: Aalaufstieg bei Herbrum (Aale je Kescherzug und Fangtag) und Verlauf des maximalen Tidenhöchststandes THQ (Unterwasser) über den Untersuchungszeitraum (27.03.-29.07.2014). Die römischen Ziffern bezeichnen die 9 Untersuchungsperioden von jeweils 7 Kontrolltagen.

3.2 Monitoring am Stauwehr Bollingerfähr

Das Monitoring des Glas- und Steigaalaufstiegs in der Fischaufstiegsanlage am Stauwehr Bollingerfähr begann am 27.05.2014 bei 17 °C Wassertemperatur. Über den gesamten Untersuchungszeitraum von 139 Tagen (27.05. bis 12.10.2014) wurde die Aalleiter 120-mal nachts und 4-mal tagsüber gestellt (Tabelle 5). Während dieser 124 Kontrolltage konnten 43.371 Aale zwischen 5 und 23 cm Länge nachgewiesen werden.

Tabelle 5: Während des Glas- und Steigaalmonitorings am Stauwehr Bollingerfähr nachgewiesene Stückzahlen für den Fangzeitraum 27.05.-12.10.2014. Die Zahl gibt die Anzahl der Kontrolltage an, in Klammern ist die Zahl der hierbei tagsüber erfolgten Untersuchungen aufgeführt. 1 Kontrolltag umfasst jeweils die Zeit vom Stellen bis zum Heben der Aalleiter.

Monat Kontrolltage	Mai 5	Juni 32	Juli 32	August 32	September 19	Oktober 4	2014 124
(tagsüber)	(0)	(2)	(1)	(1)	(0)	(0)	(4)
Anzahl Aale							Gesamt
bis 10 cm	146	780	22.633	19.095	51	2	42.707
größer 10 cm	37	156	285	145	36	5	664
Gesamt	183	936	22.918	19.240	87	7	43.371

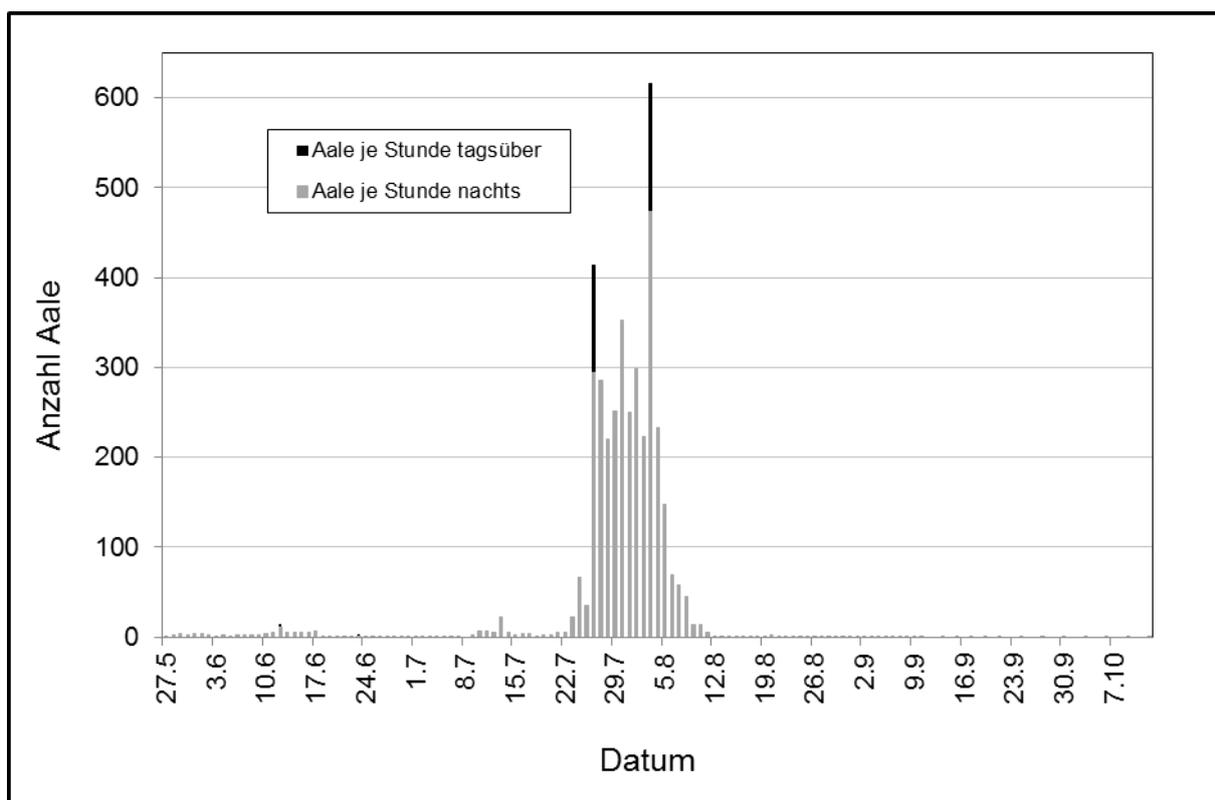


Abbildung 24: Verteilung der Steigaalnachweise am Stauwehr Bollingerfähr über den Untersuchungszeitraum vom 27.05. bis 12.10.2014. Dargestellt sind Tages- und Nachtfänge.

Der Anteil an Aalen bis 10 cm Länge betrug 98,5 % (42.707 Tiere). Im Wesentlichen fand der Aufstieg während der Nacht statt, allerdings erfolgten nur 4 Kontrollen tagsüber (Tabelle 5). In der Zeit zwischen dem 23.07. und 10.08.2014 konnte eine Phase verstärkter Aufstiegs-

aktivität nachgewiesen werden, in der zeitweise mehr als 300 Tiere pro Stunde festgestellt wurden (30.07. und 03.08.). Innerhalb dieses Zeitraums verstärkter Aktivität wurden am 26.07. und 03.08. auch tagsüber erhöhte Aalzahlen nachgewiesen, die allerdings unterhalb der Nachtfänge in dieser Zeit lagen (Abbildung 24).



Abbildung 25: Steigaale (Pfeil) erklimmen die Seitenwand der Fischaufstiegsanlage, können jedoch das Winkelprofil nicht überwinden. Damit bleiben sie auf der dem Unterwasser zugewandten Seite des Dammbalkenverschlusses, von der sie nur über die Aalleiter flussaufwärts gelangen können (Quelle: Landesfischereiverband Weser-Ems).

Im Bereich der Aalleiter konnte im Gegensatz zum Vorjahr dokumentiert werden, dass aufsteigende Aale den Dammbalkenverschluss nicht überwinden konnten (Abbildung 25). Durch die Anbringung der Winkelprofile konnte ein seitlicher Aufstieg der Steigaale an den Betonwänden und damit ein Umgehen der Aalleiter offenbar wirksam verhindert werden.

Wie die Längenhäufigkeitsverteilung zeigt (Abbildung 26), dominierten in der Fraktion der kleinen Aale Tiere mit einer Länge von 8 cm. Diese Längenklasse trat auch im Fangzeitraum 2013 am häufigsten auf. Daneben gab es 2014 einen weiteren Peak bei Tieren einer Länge von 6 cm, der 2013 nicht so deutlich hervortrat (LFV Weser-Ems, 2013).

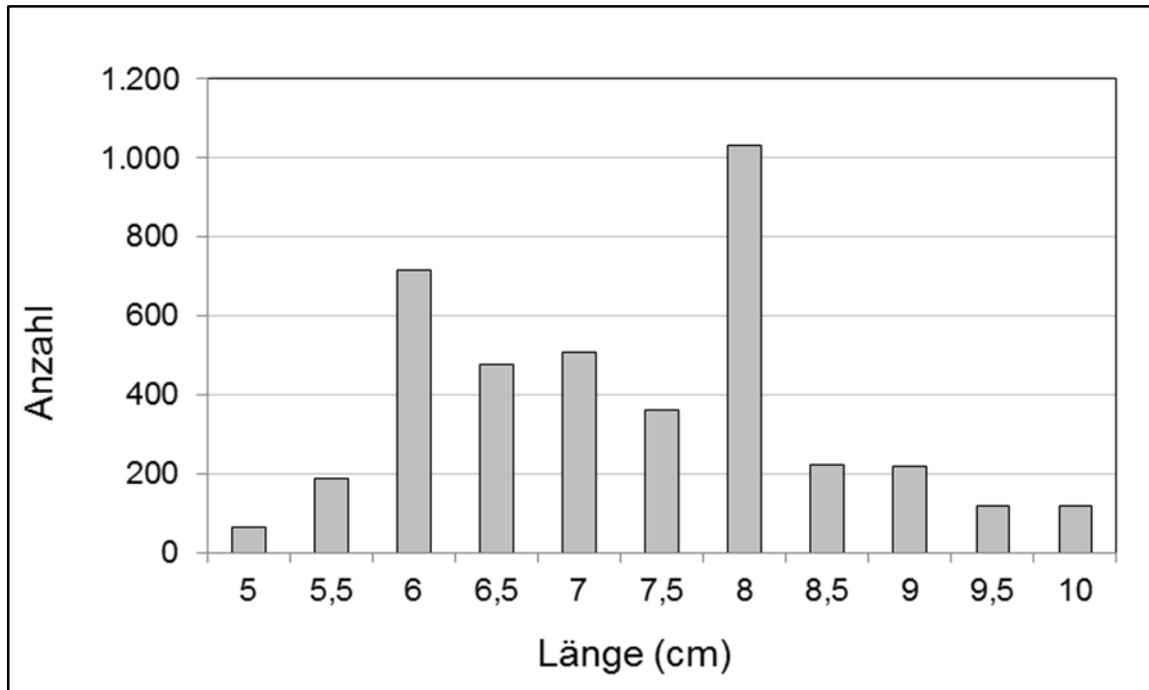


Abbildung 26: Längenhäufigkeitsverteilung ausgezählter Individuen bis 10 cm Länge am Stauwehr Bollingerfähr (N = 4.008).

Die meisten der Aale bis 10 cm Gesamtlänge und alle Aale über 10 cm Gesamtlänge waren bereits pigmentiert. Unpigmentierte Glasaale traten nur vom Beginn des Monitorings am 27.05. bis zum 17.06.2014 im Fang auf (Abbildung 27), wobei es sich insgesamt um 95 Stück handelte, was 0,22 % aller Aale bis 10 cm Länge entspricht.

In diesem Zeitraum erreichten Glasaale einen Anteil am Tagesfang von Aalen bis 10 cm Länge zwischen 3 und 83 % bei Gesamtfangzahlen von 6 bis 94 Stück. Am 12.06. erfolgte auch tagsüber ein Fang von Glasaalen, wobei der Fang für alle Größen nachts mit etwa 11,6 Aalen je Stunde deutlich über dem tagsüber erzielten Ergebnis von etwa 3,4 Aalen je Stunde lag. Der Anteil der Glasaale am Fang von Aalen bis 10 cm Länge war mit 6,7 % tagsüber gegenüber dem des Nachtfangs mit 6,9 % praktisch unverändert (Abbildung 27).

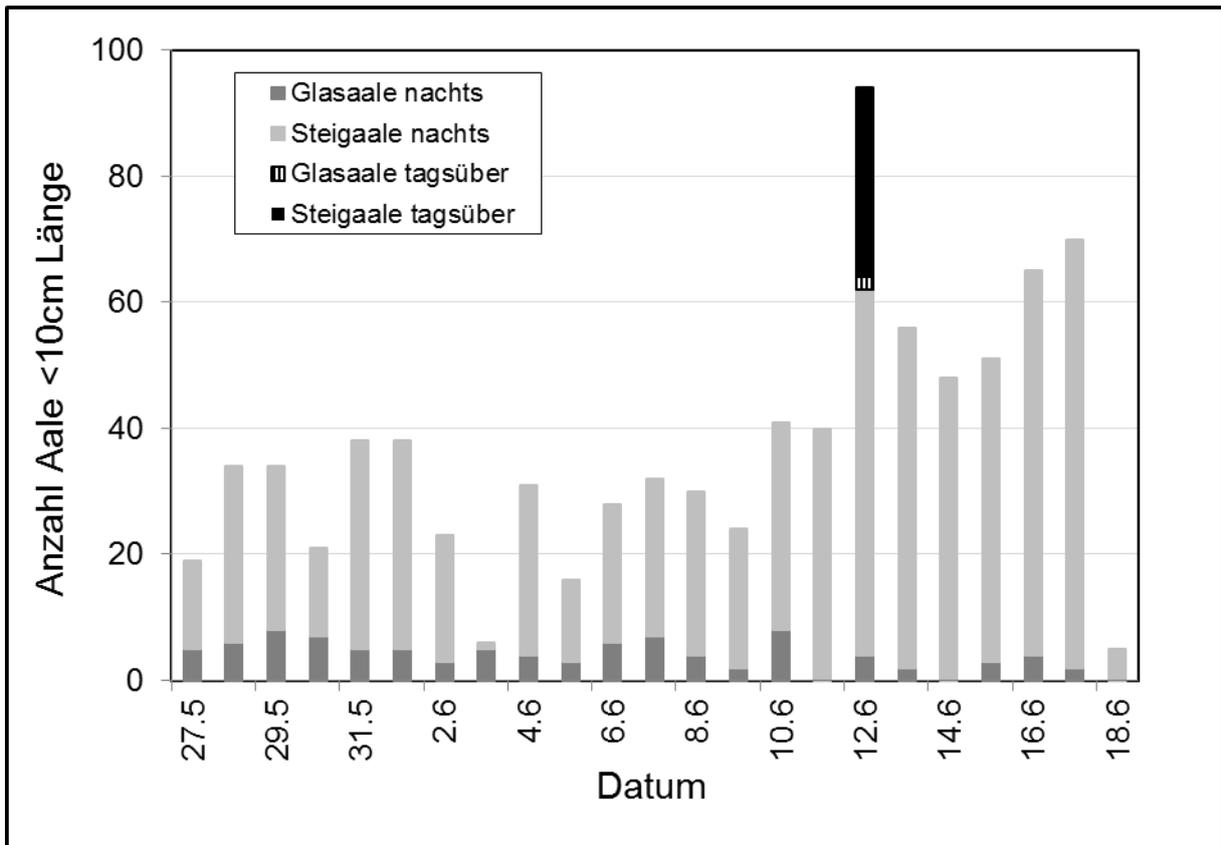


Abbildung 27: Während des Steigaalmonitorings 2014 am Stauwehr Bollingerfähr nachgewiesene Glasaale. Glasaale traten nur vom 27.05. bis zum 17.06.2014 im Fang auf. In diesem Zeitraum erfolgte einmalig am 12.06. auch tagsüber ein Fang.

Bei der Fraktion größer 10 cm zeichnete sich tendenziell mit zunehmender Länge der Individuen eine Abnahme in der Häufigkeit ab (Abbildung 28).

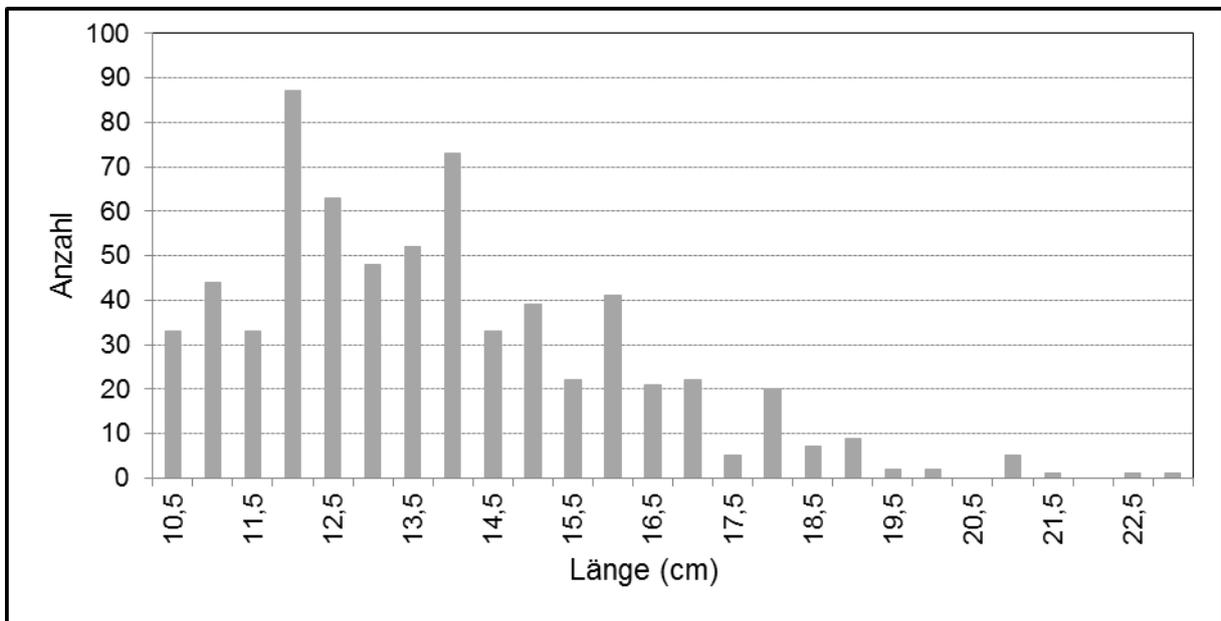


Abbildung 28: Längenhäufigkeitsverteilung ausgezählter Steigaale größer 10 cm Länge am Stauwehr Bollingerfähr (N = 664).

In Hinblick auf eine mögliche Abhängigkeit des Aalaufstiegs von den oben genannten abiotischen Parametern (vgl. Kapitel 2.2.3 und Kapitel 7.2, Anhang Bollingerfähr 2) konnte für den Standort Bollingerfähr wie im Vorjahr mit Ausnahme der Temperatur kein Zusammenhang erkannt werden. Hingegen ließ sich bei Temperaturen ab 20 °C eine gesteigerte Aufstiegsaktivität vor allem dann beobachten, wenn die Wassertemperatur weiter anstieg (Abbildung 29). Insbesondere die Temperaturanstiege Ende Juli auf bis zu 24,1 °C Wassertemperatur wurden von einer merklichen Zunahme der Aufstiegszahlen begleitet, wobei der Aufstieg auch bei einem geringfügigen Abfall der Temperatur auf 21,1 °C anhielt. Teilweise lagen die Fänge pro Kontrolltag nun bei mehr als 4.000 Tieren. Die Monate Juli und August zeichneten sich insgesamt durch die höchsten Aufstiegszahlen aus. Die diesjährige Untersuchung bestätigte im Wesentlichen die Ergebnisse aus dem Vorjahr. 2013 konnten die höchsten Aufstiegszahlen im Juli festgestellt werden, wenn es bei Wassertemperaturen von 20 °C zu einem Temperaturanstieg kam, wobei der Aufstieg deutlicher mit Temperaturanstiegen zusammenfiel (LFV Weser-Ems, 2013).

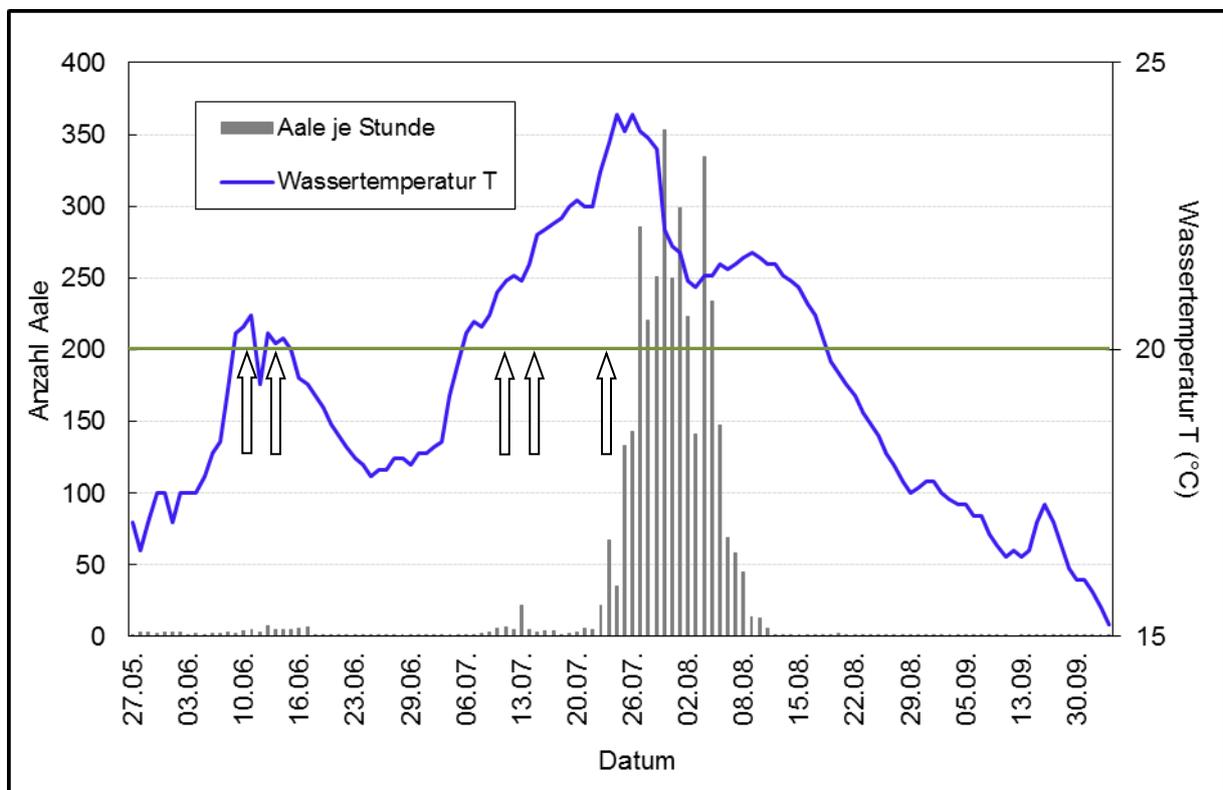


Abbildung 29: Aalaufstieg bei Bollingerfähr als Einheitsfang (Aale je Stunde) und Temperaturverlauf über den Untersuchungszeitraum (27.05.-12.10.2014). Bei Wassertemperaturen oberhalb von 20 °C (grüne Linie) wird ein Anstieg der Temperatur regelmäßig von einem erhöhten Aalaufstieg begleitet (Pfeile).

Am 27.07. und am 04.08.2014 waren bei Kontrollen im Schleusenbereich aufsteigende kleine Aale in den Steinschüttungen zu sehen. Dies lässt den Schluss zu, dass auch eine unbekannte Menge an Aalen durch den Schleusenkanal bzw. im Rahmen von Schleusungen aufgestiegen ist.

4 Diskussion

Mit der vorliegenden Untersuchung fand zum zweiten Mal ein quantitatives Monitoring des Aufstiegs von Glas- und Steigaalen in der Ems am Standort Bollingerfähr statt. Zugleich erfolgten Arbeiten zur Entwicklung eines aufwandsbezogenen Index für die Erfassung des relativen Glasaalaufkommens bei Herbrum.

Im Vorjahr war die Beobachtung gemacht worden, dass etwa 2 Monate nach dem Auftreten einer großen Menge Glasaale am 6,4 km flussabwärts liegenden Wehr Herbrum, die auf etwa 3 Zentner geschätzt worden war und die damit rechnerisch etwa einer halben Million Glasaale entsprechen würde, das Aufkommen junger Steigaale in Bollingerfähr anstieg. Die höchsten Zahlen waren im Juli 2013 bei Bollingerfähr messbar, wobei die aufsteigenden Aale in großer Zahl den unterwasserseitigen Dammbalkenverschluss überwandern und der Erfassung entgingen, so dass die Zahl von rund 14.800 Stück gefangenen Jungaalen sicherlich unter der Zahl der tatsächlich aufgestiegenen Aale zurückgeblieben ist. Letztlich ließen sich die bei Herbrum beobachteten Mengen nicht bei Bollingerfähr bestätigen, wobei die Ursachen sowohl für die mengenmäßige als auch zeitliche Differenz des Aufstiegsgeschehens an beiden Standorten zunächst spekulativ bleiben (LFV Weser-Ems, 2013).

Die Auswertung der Fangdaten am Standort Herbrum 2014 zeigt über den Untersuchungszeitraum, dass der Aalaufstieg deutliche Maxima in den Monaten April und Mai aufweist und sich auf geringem Niveau bis in den Juli erstreckt. Im Vorjahr waren erhöhte Glasaalmengen bei Herbrum im Mai beobachtet worden. Die in den beiden Jahren beobachteten Aufstiegschwerpunkte entsprechen damit sowohl dem bereits 2008 beobachteten Zeitraum für den Glasaalaufstieg (LFV Weser-Ems, 2008) als auch dem historisch maßgeblichen Zeitraum für den Aufstieg bei Herbrum (siehe unten).

Die Auswertung der Fangdaten am Standort Bollingerfähr 2014 zeigt über den Untersuchungszeitraum für den Aalaufstieg deutliche Maxima im Monat Juli und Anfang August. Ansonsten vollzog sich der übrige Aufstieg auf geringerem Niveau und relativ gleichmäßig verteilt von Beginn der Untersuchung bis zum Ende. Lediglich im Juni gab es noch eine geringfügige Erhöhung über mehrere Tage. Dieses Ergebnis entspricht in etwa dem des Vorjahres, wo neben einem Peak im Juni der Hauptaufstieg im Juli erfolgte.

Dass der Aufstieg von Jungaalen sich nicht auf das Frühjahr beschränkt sondern auch Maxima beispielsweise im Juli aufweisen kann, wurde für die Havel (Simon *et. al.*, 2005) und die Ems bei Herbrum (Schmeidler, 1957; 1963) berichtet. Der Aufstieg kann sich auch bis in den Herbst hinein erstrecken wie für Siele der Nordseeküste beschrieben (Köbke, 1955). Dessen ungeachtet lässt sich für den historischen Glasaalaufstieg bei Herbrum zusammenfassen, dass dieser vornehmlich im Zeitraum April bis Juni erfolgte und gelegentlich bis in den Juli hinein verlief (Schmeidler, 1957; 1963).

Der Vergleich der 2014 gemachten Sichtbeobachtungen mit den Ergebnissen der Kescherzüge in der Aalfangrinne zeigt grundsätzlich eine plausible Übereinstimmung dahingehend, dass zur Zeit der höchsten Fangzahlen auch die meisten Aale im Unterwasser des Wehres beobachtet wurden. Der Aalaufstieg am Herbrumer Wehr erreichte im Jahr 2014 nicht die Menge wie 2013. Der Aufstieg vollzog sich jedoch über einen längeren Zeitraum, wobei aller-

dings 2013 bei Herbrum nur Sichtbeobachtungen erfolgten, die dieser Einschätzung zugrunde gelegt werden können.

Obwohl die Strecke zwischen Herbrum und Bollingerfähr nur 6,4 km beträgt (Abbildung 3), konnte für den Großteil der Aale in beiden Jahren kein zeitnaher Weiterzug über diese Distanz festgestellt werden. Erst etwa 2 Monate nach dem Auftreten erhöhter Glasaalzahlen am Herbrumer Wehr konnte auch am Wehr Bollingerfähr eine deutliche Zunahme der Aufstiegsaktivität verzeichnet werden.

Entgegen dem Vorjahr konnten jedoch 2014 in der Zeit hoher Aufstiegsaktivität am Wehrstandort Bollingerfähr (Juli und August) bei Kontrollen im Schleusenbereich aufsteigende kleine Aale in den Steinschüttungen gesichtet werden. Dies ist ein Hinweis darauf, dass auch über den Schleusenkanal ein Aufstieg erfolgt ist. Dass Schleusen von Glasaalen angenommen werden, wurde bereits von Kühling (1958) beschrieben. Auch erfolgte der historische Fang von Glasaalen in der Ems bei Herbrum zumindest bis zur Begradigung im Jahr 1961 sowohl am Wehr als auch an der Schleuse (Schmeidler, 1963). Grundsätzlich ist heute der Aufstieg über Schleusenkanäle an beiden Wehren vorbei möglich (Abbildung 3, Seite 5). Die Sichtung der Aale in der Schleuse Bollingerfähr, die zeitlich mit dem stark ansteigenden Fang Ende Juli in der Fischaufstiegsanlage zusammenfällt, erhärtet die bereits im Vorjahr angestrebte Vermutung (LFV Weser-Ems, 2013), dass die aufsteigenden Aale etwa 2 Monate in dem nur etwa 6,4 km langen Bereich der Ems zwischen den beiden Wehren verblieben. Wäre der Aufstieg dagegen von vorneherein quantitativ über die Schleusenkanäle erfolgt, hätte es vermutlich später keinen konzentrierten Aufstieg mehr am Wehr gegeben, zumindest nicht ohne dass zuvor bei Beobachtungsgängen an den Schleusen hier Glasaale aufgefallen wären. Inwieweit die Tiere jedoch möglicherweise versucht haben, zumindest zeitweilig in Seitengewässer vorzudringen, und ob hierin etwa die Ursache für eine Verzögerung des Aufstiegs zwischen den beiden Standorten zu suchen ist, bleibt auch 2014 unklar.

In Hinblick auf den Einfluss abiotischer Faktoren auf die Wanderaktivität von Jungaalen liegen Hinweise für einen möglichen Einfluss der Wassertemperatur am Wehr Bollingerfähr aus 2013 (LFV Weser-Ems, 2013) und 2014 vor, wenn auch der Einfluss in diesem Jahr nicht so klar hervortrat wie im Vorjahr. Ein Einfluss sowohl der Unterwassertemperatur als auch des Unterwasserpegels am Wehr Herbrum ist nicht ganz eindeutig. Inwieweit demnach am Tidewehr Herbrum diese Faktoren tatsächlich von Bedeutung für den Glasaalaufstieg sind, muss zunächst offen bleiben, ein Einfluss auf den Aalaufstieg ist aber für beide Faktoren beschrieben.

Meyer-Waarden (1953) geht nach Beobachtungen zum Glasaalaufstieg an mehreren Standorten in Deutschland im Jahr 1952 eingehender auf abiotische Faktoren und ihre mögliche Bedeutung für den Aufstieg ein. Nach ihm besitzen Mondphase (im Sinne einer Lunarperiodizität), Bewölkung, Wind, Windrichtung und Salzgehalt keinen maßgeblichen Einfluss, allerdings verläuft der wesentliche Glasaalaufstieg nahezu ausschließlich nachts. Meyer-Waarden (1953) bezweifelt zunächst einen Einfluss der Wassertemperatur auf den Beginn der Glasaaleinwanderung, was er darauf stützt, dass 1952 in der Ems aufsteigende Glasaalschwärme drei Zonen sprunghafter Temperaturzunahmen ohne weiteres durchwandert haben. Vielmehr hängt der Glasaalzuzug maßgeblich von der Strömung und hier insbeson-

dere der Tide ab, wobei an der Ems in Nächten mit großen Fangerträgen der Fang etwa 2-3 Stunden vor Tidenhochwasser beginnt und dann sehr schnell nach dem Hochwasser endet. (Meyer-Waarden, 1953). Einen grundsätzlichen Einfluss der Wassertemperatur auf den Glasaalaufstieg sieht der Autor dagegen - neben der Strömung - darin, dass das abströmende Wasser 0,5 °C kälter als das Flutwasser ist. Somit könnte die geringfügig höhere Temperatur des auflaufenden Flutwassers der mögliche "Trigger" für Glasaale sein, an dem sie die auflaufende Flut frühzeitig wahrnehmen.

An dieser Stelle ist jedoch hervorzuheben, dass der von Meyer-Waarden (1953) benannte Temperaturunterschied in der Form eines 0,5 °C wärmeren Unterwassers 2014 nicht bestätigt werden konnte (Abbildung 22, Seite 30). Die Ursache hierfür kann allerdings auch methodisch bedingt sein, da während der Probenahme nur die Unterwassertemperaturen gemessen und den zur Verfügung gestellten Oberwassertemperaturen später gegenüber gestellt wurden. So könnte beispielsweise durch die Verwendung verschiedener Thermometer und daraus resultierender geringfügiger Messunterschiede oder aber auch durch die Auswahl der Messpunkte eine von Meyer-Waarden (1953) abweichende Beobachtung hinsichtlich der Wassertemperatur resultieren.

Vor diesem Hintergrund erscheint es plausibel, dass der Tideeinfluss hauptverantwortlich für den in beiden Jahren an den beiden Wehren beobachteten Unterschied in der Aufstiegsdynamik ist. Der Aufstieg am tidebeeinflussten Wehr Herbrum ist dadurch charakterisiert, dass die aufsteigenden Glasaale den Aufstieg mit den Tiden konzentriert in einem vergleichsweise engen Zeitrahmen versuchen. Dagegen müssen die Tiere am Wehr Bollingerfähr ohne Tideeinfluss aktiv flussaufwärts wandern, was offenbar verstärkt bei höheren Temperaturen bzw. Temperaturanstiegen und damit später im Jahr erfolgt. Gerade dieser letzte Punkt konnte bei der diesjährigen Untersuchung am Standort Bollingerfähr erneut festgestellt werden.

Die in der vorliegenden Untersuchung an beiden Standorten innerhalb der Größenklasse unter 10 cm Gesamtlänge nachgewiesenen Längenklassen entsprechen den in der Literatur angegebenen Werten für Glas- und junge Steigaale (Tesch, 2003). In Herbrum tauchen vor allem Glasaale auf, während der Anteil pigmentierter Jungaale mit 1,25 % gering ist. Größere Steigaale in Längen über 10 cm wurden praktisch gar nicht nachgewiesen. In Bollingerfähr dagegen tauchen fast ausschließlich pigmentierte Steigaale auf, während unpigmentierte Glasaale mit einem Anteil von nur 0,22 % und nur in der ersten Zeit des betrachteten Zeitraums festgestellt werden konnten. Außerdem sind in Bollingerfähr auch deutlich größere und damit ältere Steigaale nachweisbar. Die Dynamik im Auftreten der Glasaale und Steigaale an beiden Standorten ist plausibel: In Herbrum tauchen zuerst Glasaale auf. Bei etwas später aufsteigenden Aalen hat teilweise die Pigmentierung eingesetzt, so dass in Herbrum über den Untersuchungszeitraum letztlich auch einige wenige pigmentierte Steigaale nachweisbar sind. In Bollingerfähr können zwar bereits ab April (LFV Weser-Ems, 2013) erste Glasaale auftauchen, die vermutlich das Tidewehr Herbrum kurz zuvor überwunden haben. Das Gros der bei Herbrum aufsteigenden Glasaale verbringt jedoch etwa 2 Monate zwischen den beiden Wehren und durchläuft während dieser Periode die Pigmentierung, bevor dann der Aufstieg bei Bollingerfähr als Steigaal erfolgt. Inwieweit die größeren bei Bollingerfähr aufsteigenden Aale, die wenigstens ein oder

mehrere Jahre älter sind als die Glasaale und frisch pigmentierten Steigaale, entsprechend lange zwischen den Wehren verblieben oder zu anderen als den hier untersuchten Zeiten bei Herbrum aufstiegen und daher im Rahmen des vorliegenden Monitorings am Standort Herbrum nicht erfasst wurden, muss offen bleiben. Auch eine tendenzielle Abnahme der Anteile größerer Aale im Fang ließe sich durch die Veränderung des Verhaltens mit zunehmender Größe und der damit verbundenen demersalen Lebensweise grundsätzlich erklären (Tesch, 2003).

Die gegenüber 2013 erhöhten Fänge bei Bollingerfähr können sicher auf die verbesserte Fangmethode zurückgeführt werden, da 2014 ein Umgehen der Aalleiter durch aufsteigende Aale offenbar wirksam verhindert werden konnte. Inwieweit jedoch die zusätzliche Beaufschlagung der FAA mit Wasser gegenüber 2013 die Fangbedingungen verbessert hat, kann ohne eine systematische, vergleichende Studie nicht gesagt werden. Grundsätzlich könnte auch eine weitere Öffnung angebracht und damit die Wasserzudotation weiter erhöht werden. Da aber eine durch das Wasser- und Schifffahrtsamt durch erhöhtes Aufstauen des Oberwassers zeitweise (14.06.-24.06.) verursachte zusätzliche Beaufschlagung augenscheinlich nicht zu verstärkter Aufstiegsaktivität führte, ergeben sich keine Hinweise auf eine derzeitige ungenügende Beaufschlagung der FAA oder der Aalleiter.

Am Tidewehr Herbrum haben sich die Kescherzüge in der Aalfangrinne als geeignet erwiesen, die aufsteigenden Glasaale nachzuweisen, wobei die Fänge grundsätzlich in Relation zu den Sichtbeobachtungen und damit vermutlich auch zur tatsächlichen Aufkommensstärke stehen. Die Schwäche der Sichtbeobachtungen ist dagegen in der Erfassung und Differenzierung geringerer Aufstiegs Mengen zu sehen. Andererseits erfolgen Kescherzüge nur bei nachts auflaufendem Wasser, woraus eine Frequenz von maximal 4 Kescherzügen je Tide resultiert. Hier wird die Gefahr gesehen, das tatsächliche Aufstiegs geschehen mit dem bisherigen Aufwand noch nicht sicher abbilden zu können. Daher soll zukünftig versucht werden, den Glasaalnachweis am Tidewehr Herbrum methodisch zu erweitern. Die am Standort vorhandene Aalleiter erscheint auch für eine ergänzende Erfassung der Glasaale zusätzlich zu den Kescherzügen ungeeignet. Grundsätzlich sind jedoch Aalleitern sehr flexibel an die jeweiligen Standortverhältnisse anpassbar (Baldwin *et al.*, ohne Jahr; Haro, 2013; Piper *et al.*, 2012; Solomon & Beach, 2004). Daher sollte zukünftig geprüft werden, inwieweit im oberen, ansteigenden Abschnitt der Aalfangrinne zusätzlich eine Aalleiter fest zu positionieren ist, so dass diese nicht bei Flut geborgen werden muss sondern überspült werden kann. Dieses Vorgehen wäre auch vor dem Hintergrund der Arbeitssicherheit und Arbeitserleichterung anzustreben, da nun während des nächtlichen Monitorings nur noch der Auffangbehälter geborgen werden müsste. Zu diesem Zweck war bereits in diesem Jahr, allerdings zu einem Zeitpunkt, als kein nennenswerter Glasaalaufstieg mehr erfolgte, eine Aalleiter vom Institut für Binnenfischerei Potsdam-Sacrow bezogen und probeweise in der Aalfangrinne installiert worden, um zu eruieren, ob eine derartige Installation am Standort grundsätzlich möglich ist (Abbildung 30).



Abbildung 30: Am 28.06. wurde einmalig eine Aalleiter gestellt, die in zukünftigen Untersuchungen ergänzend zu Kescherzügen eingesetzt werden soll. Die Installation ist flutstabil, das heißt, die Aalleiter ist fest montiert und kann vom auflaufenden Wasser überspült werden ohne vorher geborgen werden zu müssen (Quelle: Landesfischereiverband Weser-Ems).

2013 war europaweit von einem erhöhten Glasaalaufkommen berichtet worden, das 2014 sogar als noch besser beschrieben wurde (Dorow & Reckordt, 2014; SEG, 2014). Dagegen ließ sich ein gegenüber 2013 erhöhtes Glasaalaufkommen an der Ems bei Herbrum nicht zeigen. Auch wenn die Kontrolltage immer wieder mehrtägige Lücken in der Beprobung ließen, so ist doch als sicher anzunehmen, dass zumindest bei regelmäßigen Besuchen der ortsansässigen Vereine, die über die eigentlichen Kontrollen hinaus erfolgten, Massensammlungen von Glasaalen außerhalb der Kontrolltage bemerkt worden wären. So war 2012 das Aufkommen von Glasaalen bei Herbrum auf der Basis von Sichtbeobachtungen mit etwa 1 Zentner und 2013 mit etwa 3 Zentnern geschätzt worden, was gegenüber dem Zeitraum bis 2011 einen deutlichen Anstieg darstellte. Damit könnte der 2014 bei Herbrum beobachtete Aufstieg darauf hinweisen, dass in der Ems im Gegensatz zu vielen anderen Flussgebieten Europas im Jahr 2014 das Glasaalaufkommen nicht erhöht war. Zur eingehenderen Beurteilung dieser Frage muss jedoch zunächst das Verhalten aufsteigender Aale betrachtet werden.

Die zunächst weidenblattförmigen Aallarven metamorphosieren im Bereich des Kontinental-schelfs zum Glasaal, um anschließend Küstengewässer und Flussmündungen zu besiedeln. Beim Einschwimmen in Ästuar nutzen sie zunächst den selektiven Tidenstromtransport (STST), der im Wesentlichen ein Wechsel zwischen strömungsgetriebener Aufwärtswande-

rung bei Flut und Verharren in Bodennähe bei Ebbe darstellt. Mit Erreichen der oberen Tidegrenze wechseln sie zu einem konstanten Schwimmen gegen die Strömung, um Gewässerabschnitte weiter flussaufwärts zu erreichen (Edeline *et al.*, 2007). Das Wanderverhalten von Glasaalen im Tidebereich ist von Harrison *et al.* (2014) schematisch zusammengefasst worden (Tabelle 6). Die Autoren unterscheiden den passiven Transport mit der aufsteigenden Tide (STST) und den aktiven Aufstieg im oberen Ästuarbereich. Bei Flut lassen sich demnach Glasaale in der gesamten Wassersäule passiv mit der auflaufenden Tide flussaufwärts tragen (STST), wobei die Wanderung zugleich den stärksten Umfang erreicht. Mit dem Kentern der Fluttide, also bei Tidehöchststand und beginnender Ebbe, wenn das Wasser kurze Zeit stagniert und beginnt wieder flussabwärts zu strömen, wandern die Glasaale im Uferbereich aktiv gegen die zunächst noch schwache Strömung. Wenn die Ebbströmung dagegen weiter zunimmt, unterbrechen die Glasaale den Aufstieg und verweilen in Bodennähe. Die aktive Wanderung dürfte mit der Ausbildung der historisch beschriebenen „Glasaalbänder“ im Uferbereich korrespondieren (unten).

Tabelle 6: Phasen des Glasaalaufstiegs in oberen Ästuaren, schematisiert (nach Harrison *et al.*, 2014). STST: selektiver Tidenstromtransport.

Tide	Richtung und Stärke der Strömung	Verhalten der Glasaale	Richtung und Umfang der Wanderung
Flut	Stark flussaufwärts	Passiver Aufstieg (STST): Glasaale sind über die Wassersäule verteilt und werden von der Strömung getragen.	Stark flussaufwärts
Kentern der Flut/Gleichstand/beginnende Ebbe	keine/schwach bis mäßig flussabwärts	Aktiver Aufstieg: Glasaale schwimmen in Ufernähe aktiv flussaufwärts. Historisches Auftreten von „Glasaalbändern“.	Flussaufwärts
Ebbe	Stark flussabwärts	Glasaale bleiben am oder im Substrat bzw. in Grundnähe.	Keine

Sofern das vereinfachte Schema seine Gültigkeit hat, scheint während des passiven Aufstiegs ein quantitativer Fang nur bei entsprechenden Glasaalmengen sinnvoll (derartige Verhältnisse könnten denen beim Fang von Glasaalen mit kleinen Zugnetzen vom Boot entsprechen, wie dies in einigen Flussmündungen Frankreichs erfolgt (Tesch, 2003)). Nach diesem Schema dürfte dagegen ein quantitativer Fang in der Aalfangrinne bzw. vom Ufer beim aktiven Aufstieg möglich sein, wenn die Glasaale konzentriert in Ufernähe flussaufwärts ziehen und dabei auch im Bereich der FAA und der Aalfangrinne aufsteigen. Allerdings ist der Aufstieg bei Flut über den STST nach Harrison *et al.* (2014) die Phase des Aufstiegs, die den größten Umfang erreicht, in der also die meisten Aale aufsteigen. Damit aber erscheint es grundsätzlich möglich, dass 2014 in Herbrum größere Glasaalmengen über den STST passiv über die gesamte Gewässerbreite flussaufwärts gewandert sind. Solange dabei kein aktiver Aufstieg im Uferbereich in größerem Umfang erfolgte bzw. keine größeren ufernahen Massenansammlungen im Bereich der FAA und der Aalfangrinne auftraten, könnte dieser Aufstieg also beim vorliegenden Monitoring in der Aalfangrinne und bei Sichtbeobachtungen am Ufer nicht erfassbar gewesen sein.

Bei Tideniedrigwasser konnte vor dem Einstieg in die FAA und die Aalfangrinne eine große Schlickablagerung beobachtet werden (Abbildung 31). Es erscheint theoretisch denkbar,

dass diese aufgrund ihrer Ausdehnung und Position aktiv aufsteigende Aale bei einer zunächst ufernahen Wanderung ab- und damit an FAA und Aalfangrinne vorbei gelenkt haben könnte. In der Folge könnte dann der quantitative Glasaalaufstieg bei entsprechenden Wasserständen im Rahmen des STST vor allem passiv oder auch aktiv über das Wehr erfolgt sein. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wäre dann aber der tatsächliche Umfang des Aalaufstiegs gar nicht bemerkt worden, da die Aale an FAA und Aalfangrinne bereits vorbei gewesen wären.



Abbildung 31: Einstieg in die Fischeaufstiegsanlage (FAA) und die Aalfangrinne des Tidewehres Herbrum bei Tideniedrigwasser. Große Schlickablagerungen liegen vor dem Einstieg. Diese könnten theoretisch aufsteigende Glasaale an FAA und Aalfangrinne vorbei gelenkt haben (Quelle: LAVES).

Inwieweit Schlick im Bereich des Tidewehres Herbrum in der heutigen Zeit den Glasaalaufstieg insgesamt bzw. in der FAA und der Aalfangrinne beeinflusst oder aber dessen Erfassung beeinträchtigt, kann letztlich nur spekulativ betrachtet werden. Zu Zeiten des historischen Glasaalfangs war im Bereich des Tidewehres noch keine Verschlickung zu beobachten, wie ältere Fotos für den Beginn der 1990er Jahre belegen (Abbildung 32).

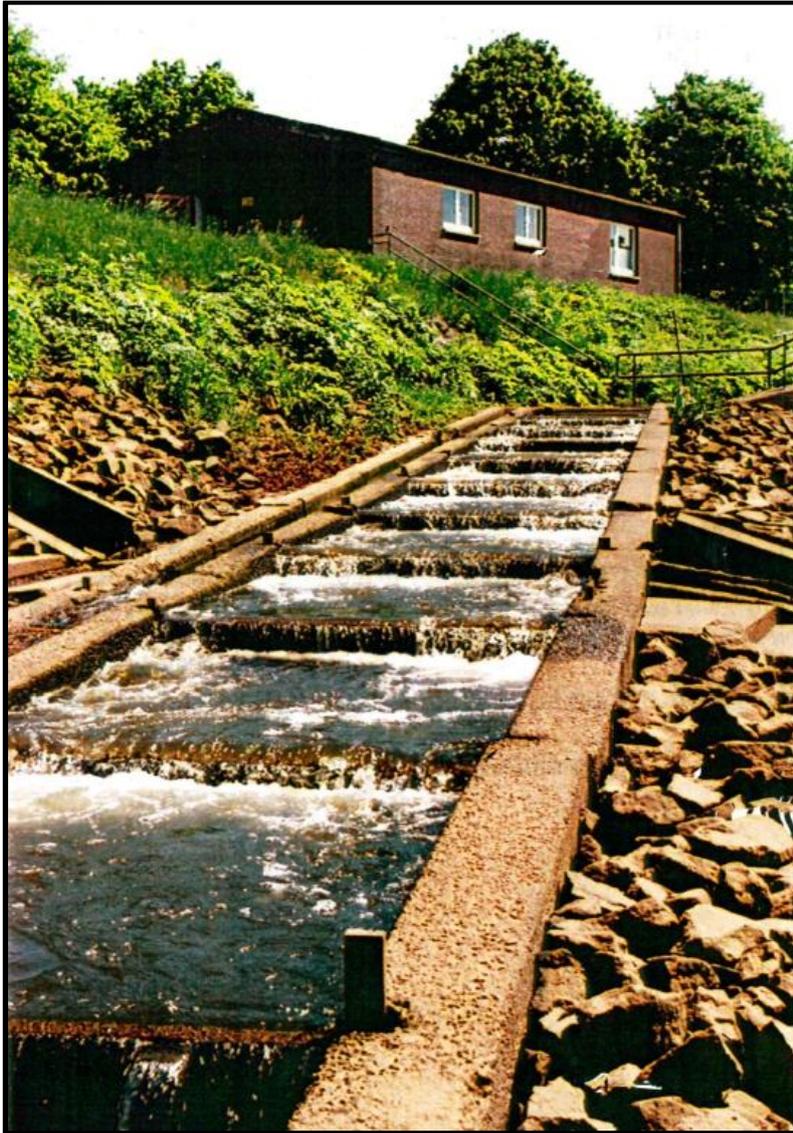


Abbildung 32: FAA und Aalfangrinne (links im Bild) am Tidewehr Herbrum zu Beginn der 1990er Jahre. Blick von Unterwasser. Bei Tideniedrigwasser sind keine Schlickansammlungen sichtbar (Quelle: LFA Mecklenburg-Vorpommern).

Die schematisierte Darstellung nach Harrison *et al.* (2014) ist andererseits auch eine Vereinfachung. So konnte bei der einmaligen Beobachtung des nächtlichen Aufstiegs im waagerechten Abschnitt der Aalfangrinne klar gezeigt werden, dass die Aale auf sehr kleiner zeitlicher und räumlicher Ebene (über nur wenige Minuten in der 25 cm breiten Aalfangrinne) mit der Strömung gezielt aktiv aufsteigen. Bereits nach wenigen Minuten brach diese aktive Wanderung ab, wobei allerdings danach noch Glasaale in der FAA beobachtet werden konnten. Die Beobachtung legt nahe, dass der Aufstieg innerhalb der Aalfangrinne solange mit dem auflaufenden Wasser erfolgte, wie zugleich von oberhalb eine Gegenströmung auftrat. Demnach schwammen die Glasaale vermutlich mit dem in der Aalfangrinne aufsteigenden Unterwasser und zugleich gegen die Strömung des abwärts fließenden Oberwassers. Der für die positiv rheotaktisch gesteuerte Aufwärtswanderung bedeutende Stimulus des abfließenden Oberwassers brach allerdings mit dem fortschreitenden Anstieg

des Tidehochwassers ab. Kleinräumige Strömungsmessungen fanden nicht statt, so dass eine detailliertere Analyse unterbleiben muss.

Demnach verläuft der Aalaufstieg bis zum Tidewehr Herbrum passiv sowie am Wehr oder der FAA und der Aalfangrinne zumindest zeitweise aktiv und zugleich vornehmlich nachts, während er oberhalb von Herbrum bzw. am Stauwehr Bollingerfähr ausschließlich aktiv und bei entsprechendem Steigaalaufkommen auch tagsüber verläuft.

Es liegen auch Beschreibungen zum historischen Aufstiegs geschehen im Ästuarbereich von Flüssen vor, von denen die Arbeiten von Tesch (1965) und Gascuel (1986) im Folgenden näher betrachtet werden.

Tesch (1965) vergleicht eigene Beobachtungen zum Aalaufstieg im Jahr 1965 an der Elbe mit früheren Untersuchungsergebnissen aus dem niederländischen Küstengebiet, aus Elbe, Weser und Ems sowie dem englischen Severn. Danach werden im Mündungsgebiet die Glasaale zunächst noch durch den Flutstrom und damit passiv transportiert. Allerdings ist für Tesch problematisch, wie Glasaale das Kentern des Flutstroms rechtzeitig wahrnehmen, da im Gegensatz zum Kentern des Ebbstroms keine chemischen Veränderungen im umgebenden Wasser auftreten (auch die Strömung nehmen sie als im Wasser treibende „Teilchen“ nicht unmittelbar wahr). Der Autor vermutet, dass die Aale bereits im Bereich der äußeren Ästuarare einen endogenen Rhythmus entwickeln, denn im oberen Bereich der Ästuarare weichen sie dem Ebbstrom in der Regel rechtzeitig zum Gewässergrund hin aus womit ein Verdriften seewärts verhindert wird. Der Ebbstrom kann bei Glasaalen grundsätzlich schon Rheotaxis hervorrufen. Im oberen Tidebereich wandern dann die Aale bei Ebbe – soweit die Strömung dieses zulässt - flussaufwärts gegen den Strom, was in unmittelbarer Ufernähe erfolgt (Tesch, 1965). Diese Darstellung entspricht zunächst dem Schema von Harrison *et al.* (2014). Tesch (1965) geht weiterhin auch darauf ein, dass früher verschiedentlich im oberen Tidebereich an der Oberfläche wandernde Glasaalschwärme beschrieben wurden, die in der Regel auch vormittags und damit tagsüber gewandert sind, was mit dem Fehlen einer negativen Phototaxis in diesem Stadium einhergeht. Letztlich wurden in den 3 deutschen Flussgebieten in unterschiedlicher Häufigkeit ufernah wandernde Glasaalbänder immer wieder beschrieben, wobei Glasaale tagsüber oberflächennah dem Uferverlauf vor allem dann folgten, wenn im oberen Flutstrombereich Ebbe herrschte (Tesch, 1965). Meyer-Waarden (1953) hatte hingegen berichtet, dass in der Ems der Glasaalaufstieg vornehmlich nachts erfolgt. Tesch (1965) greift diese augenscheinliche Diskrepanz auf und weist darauf hin, dass in älteren Berichten zum Glasaalaufstieg, z. B. 1928, glaubhaft von Glasaalbändern in der Ems am helllichten Tag berichtet wird (Leich, 1929, zitiert in Tesch, 1965), wohingegen später für die Ems ausschließlich ein nächtlicher Glasaalaufstieg beschrieben wird (Meyer und Kühl, 1952/1953, zitiert in Tesch, 1965; vgl. Meyer-Waarden, 1953). Diesen Unterschied führt Tesch unter Betrachtung der Lage der Flutstromgrenze in den beiden Jahren 1928 und 1965 darauf zurück, dass sich der Emsabschnitt, *„auf dem die Brut durch den Flutstrom bei Nacht flussaufwärts getrieben wird, wesentlich weiter landeinwärts verlagert. Herbrum liegt heute in diesem Abschnitt. 1928 dagegen lag das Wehr an einer Strecke, wo die Brut am Ufer unter der Oberfläche und schon bei Tageslicht wanderte“* (Tesch, 1965). Die zwischenzeitlich erfolgten Veränderungen infolge der Emsvertiefung dürften die Verlagerung der

ursprünglichen Flutobergrenze der Tideems bis zum Stauwehr gegenüber 1965 noch weiter manifestiert haben. Nach Tesch (1965) zeigen Glasaale im tidebeeinflussten Bereich einen Wechsel von positiver und negativer Rheotaxis, aber keine negative Phototaxis. Diese Situation prägt das Verhalten der Aale bis oberhalb der Flutstromgrenze. Weiter flussaufwärts zeigen dann die Aale nur noch positive Rheotaxis und negative Phototaxis. Demnach ist der stärkste Glasaalaufstieg im Rahmen der passiven Wanderung bei Mitternachtshochwasser zu erwarten, wobei er sich bei entsprechendem Glasaalaufkommen auch Stunden und Tage darüber hinaus erstrecken kann. Ein aktiver, gebündelter und oberflächennaher Glasaalaufstieg, der auch am Tage erfolgen kann, wäre nach Tesch (1965) bei Elbe und Weser bis etwa 30 km oberhalb der natürlichen Flutobergrenze zu erwarten, d. h. oberhalb dieser Bereiche treten gebündelte Glasaalzüge nicht mehr auf. Für die Ems ist aufgrund des bereits 1899 errichteten Tidewehres dieser Punkt – auch für die Situation im Jahr 1928 – nicht bekannt, der Autor vermutet ihn aber auf bis zu etwa 25 km oberhalb des Wehres bei Herbrum (Tesch, 1965). Für 1965 nimmt er an, dass „*erste Anzeichen von Oberflächenwanderung bei Tageslicht bei Herbrum oder theoretisch etwas oberhalb davon zu erkennen sein*“ müssten (Tesch, 1965).

Gascuel (1986) hat den Glasaalaufstieg zwischen November 1981 und April 1984 im 16 km langen Ästuar des Sèvre Niortaise, einem 158 km langen Atlantikzufluss im Westen Frankreichs, beschrieben. Die bei Tidehochwasser von der Flut erfasste Flussstrecke nimmt mit der Entfernung zur Mündung ab (Gascuel, 1986). Der Mechanismus des STST (vom Autor als „*flow-carried migration*“ bezeichnet) führt zu einer Konzentration der Glasaale im oberen Bereich der jeweils aufsteigenden Tide mit jedem Tidezyklus wie folgt: Nach jeder Phase des (passiven) Aufstiegs verweilen die Aale beim Eintritt der Ebbe am Grund und suchen mit Eintritt der Flut wieder die Wassersäule auf, was sie mit jedem Tidezyklus weiter landeinwärts bringt (Gascuel, 1986). Die höchsten Dichten treten auf, wenn die Geschwindigkeit der aufsteigenden Tide nachlässt, so dass sich die Aale am landeinwärts gerichteten Bereich der jeweiligen auflaufenden Tide konzentrieren; Gascuel (1986) prägt hierfür den Begriff „*trapping area*“. Die *trapping area* wandert mit den Tiden ebenfalls flussaufwärts. Am Sèvre Niortaise erreicht das Tidehochwasser nur bei Springtide einen Damm, ansonsten endet der vom Tidehochwasser erfasste Bereich weiter unterhalb. Sobald die Aale auch zur aktiven Migration wechseln, lässt sich die Glasaaldichte nicht mehr mit hydrodynamischen Faktoren allein erklären (Gascuel, 1986). Letztlich konzentrieren sich die Glasaale unterhalb des Damms, wo in einer 1984 errichteten Aalleiter ein signifikanter Glasaalaufstieg zu beobachten ist.

Die heutige Flutstromgrenze in der Ems wird durch das Tidewehr Herbrum manifestiert. Das Wehr dürfte den Bereich, in dem der Aalaufstieg im Rahmen des STST mit der aufsteigenden Tide in der gesamten Wassersäule möglich ist, weitgehend beenden, d. h. ab hier sollte mit Ausnahme der Tiden, die das Wehr entsprechend überfluten, allein ein aktiver Aufstieg zu erwarten sein. Im Bereich der Aalfangrinne bei Herbrum konnten 2014 aktiv nachts mit dem auflaufenden Wasser aufsteigende Aale nachgewiesen werden. Ein quantitativer passiver Aufstieg mit dem Tidenstrom (STST) über das Wehr, bei dem eine Erfassung in der Aalfangrinne nicht möglich war, erscheint allerdings ebenfalls denkbar. Hinweise auf Massen-

sammlungen in Ufernähe, wie sie 2013 (und in geringerem Ausmaß 2012) beobachtet wurden, ergaben sich 2014 nicht. Somit könnte ein gegenüber 2013 erhöhter Aufstieg dann unbemerkt geblieben sein, soweit im Bereich der FAA oder der Aalfangrinne keine ufernahen Massenansammlungen aktiv aufsteigender Aale wie im Vorjahr aufgetreten sind. Gut 6 km flussaufwärts erfolgte über 2 Monate später am Wehr Bollingerfähr der Aufstieg der Jungaale, der zu Zeiten starken Aufkommens auch tagsüber beobachtet wurde, wenn auch in geringerem Umfang als nachts. Damit entspricht die Situation am Wehr Bollingerfähr – von der Verzögerung gegenüber Herbrum einmal abgesehen – der von Tesch (1965) beschriebenen Art des aktiven Aufstiegs von Glasaalen auch am Tage im Bereich bis oberhalb der Flutstromgrenze. Dieses Stadium des Aufstiegs, das durch positive Rheotaxis sowie teilweise das Fehlen einer negativen Phototaxis geprägt ist, wäre somit nicht nur räumlich (bis oberhalb der Flutstromgrenze bzw. des Tidewehres) sondern auch zeitlich (über 2 Monate bzw. bis über die Pigmentierung zum Steigaal hinaus) erhalten worden.

5 Zusammenfassung und Empfehlungen

5.1 Glasaalmonitoring Herbrum

Zusammenfassend wird auf die aufgeworfenen Fragestellungen zur Durchführung eines Glas- und Steigaalmonitorings am Standort Herbrum mit der Methode definierter Kescherzüge eingegangen.

1. Lassen sich mit standardisierten Kescherzügen Glasaale derart fangen, dass ein aufwandsbezogener Wert (CPUE; z.B. Aale je Kescherzug) für jeden Kontrolltag erhalten werden kann?

Mit der vorliegenden Untersuchung konnte gezeigt werden, dass es möglich ist, die Aufstiegsintensität der Glasaale mit Hilfe definierter Kescherzüge aufwandsbezogen abzubilden (z. B. Aale je Kescherzug und Fangtag). Die Durchführung der einzelnen Hols ist in gleicher Form gut reproduzierbar. Wie die Praxis gezeigt hat war es sinnvoller, von dem zeitlich festgelegten Intervall (Kescherzug alle 30 min) auf ein metrisches Maß (Kescherzüge alle 5 m bei derzeit 4 Fixpositionen) umzusteigen. Ggf. wären weitere Fixpositionen einzubeziehen um das Probenahmeraster feinmaschiger gestalten zu können. Allerdings wies die Betonwand zwischen Aalfangrinne und Fischaufstiegsanlage an mehreren Stellen Beschädigungen auf, die Kescherzüge in diesem Bereich vereitelt haben, so dass letztlich die beprobte Strecke der Aalfangrinne begrenzt war. Inzwischen ist die Reparatur erfolgt, was hinsichtlich zukünftiger Beprobungen als Verbesserung einzustufen ist. Inwieweit jedoch die befischbare Strecke der Aalfangrinne tatsächlich vergrößert bzw. die Zahl der Fixpunkte und damit Hols je Kescherzug erhöht werden kann, muss geprüft werden.

2. In welchen Monaten (Zeitfenster) im Jahr erfolgt der Aufstieg?

Der Aufstieg erfolgte im Wesentlichen in den Monaten April und Mai. Ein Vergleich mit der Untersuchung aus dem Jahr 2008 (LFV Weser-Ems) ergab, dass das maximale Glasaalaufkommen 2014 (26./27.04.) fast tagesgenau mit dem Maximum von 2008 (25./26.04.) zusammenfällt. Historisch sind Maxima für den Glasaalaufstieg bei Herbrum vor allem im April und Mai bis Juni beschrieben, ebenso eine gelegentliche Ausdehnung bis Juli.

3. Welche Größen an Jungaalen (Glas- und Steigaale) steigen auf?

Die nachgewiesenen Aale variierten in ihrer Größe zwischen 6 und 11 cm. Insgesamt konnten 1.760 Aale gefangen werden, davon 1.759 mittels Kescherzügen. Von diesen gehörten 1.758 Tiere der Größenfraktion bis 10 cm Gesamtlänge an, innerhalb derer die meisten Aale der Längensklasse 7 cm zuzuordnen waren. Innerhalb der Tiere bis 10 cm Gesamtlänge waren nur 22 Stück (1,25 %) pigmentierte Steigaale. Die in der vorliegenden Untersuchung gefundenen Größenklassen entsprechen den in der Literatur angegebenen Werten für Glas- und junge Steigaale (Tesch, 2003).

4. Welche Mengen je Kescherzug sind zu erwarten?

Die Mengen je Kescherzug variierten erwartungsgemäß stark und lagen zwischen Einzeltieren und mehreren Hundert Individuen, wobei das Maximum bei einmalig über 500 Glasaalen in einem einzigen Kescherzug lag.

5. Sind 7 Kontrolltage um eine Springtide herum ausreichend für einen Index oder gibt es Hinweise darauf, dass ein anderes Verteilungsmuster (weniger oder mehr Tage) sinnvoll ist?

Grundsätzlich wird der gewählte Modus als geeignet angesehen und hat sich in der Praxis bewährt. Allerdings bleibt damit der Zeitraum zwischen diesen Fenstern völlig unbeprobte und kann derzeit nur beispielsweise mittels Sichtbeobachtungen abgedeckt werden. Zudem muss angemerkt werden, dass eine Beprobung an den Tagen nicht durchgeführt wurde, an denen die Tiden auf den helllichten Tag entfielen, da bei Helligkeit kein Aalaufstieg in der Aalfangrinne erfolgt. Aus diesen Gründen wird für zukünftige Untersuchungen eine Verschiebung der Kontrolltage empfohlen. Alternativ zur Beprobung in den Tagen um Springtiden herum könnte beispielsweise in regelmäßigen Abständen von z. B. 2 Tagen bei auflaufender Tide beprobt werden.

6. Ggf.: Welche Relation gibt es zwischen Fängen mittels Kescherzügen und Beobachtungen zum Aufstieg (Häufigkeitskategorien)?

Das Aufstiegs geschehen, das mit den Kescherzügen abgebildet wurde, konnte durch die Sichtbeobachtungen im Unterwasser des Tidewehres zum Zeitpunkt des stärksten Glasaalaufkommens am 26. und 27.04.2014 bestätigt werden. An diesen Tagen wurden gleichermaßen mehr Aale als sonst im Wehrunterwasser gesichtet als auch deutlich mehr Aale in den Kescherzügen verzeichnet. Dies ist ein Hinweis auf die grundsätzliche Eignung der Methode. Allerdings sind Phasen mit geringem Glasaalaufkommen durch Sichtbeobachtungen nicht sicher abzubilden.

7. Empfehlungen für ein zukünftiges Glasaalmonitoring bei Herbrum

- Standardisierte Kescherzüge an mehreren Fixpositionen in der Aalfangrinne erscheinen grundsätzlich für die Ermittlung eines aufwandsbezogenen Index des Glasaalaufkommens geeignet.
- Die Reparatur der Trennwand zwischen Aalfangrinne und FAA könnte die Realisierung weiterer Positionen (derzeit 4) ermöglichen.
- Um den Aufstiegszeitraum engmaschiger abzubilden, wäre evtl. eine Beprobung beispielsweise alle 2 Tage anzustreben, wobei die Probenahme nachts bei auflaufender Tide erfolgen sollte.
- Eine methodische Erweiterung ist durch den Einsatz einer längeren Aalleiter - parallel zu den Kescherzügen - vorgesehen, die bei Tidehochwasser überspült werden kann und deshalb nicht bei jeder Tide aufwändig geborgen werden muss.
- Weiters ist über den Einsatz größerer Handkescher im Wehrunterwasser nachzudenken. Letztere könnten entgegen der Aalleiter oder der Kescherzüge grundsätzlich auf beiden Uferseiten eingesetzt werden. Eine Standardisierung könnte über die Zeit oder das befischte Volumen erfolgen.

5.2 Steigalmonitoring Bollingerfähr

Zusammenfassend wird auf die aufgeworfenen Fragestellungen zur Eignung des Standortes Bollingerfähr zur Durchführung eines Glas- und Steigalmonitorings eingegangen.

1. Kann der Steigaalfang in der FAA Bollingerfähr mittels Aalleiter optimiert werden?

Durch die Anbringung der seitlichen Winkelprofile konnte die quantitative Erfassung deutlich verbessert werden. Zu keiner Zeit konnte beobachtet werden, dass aufstiegswillige Aale diese Barriere überwandern. Somit konnte während der Zeit, in der die Aalleiter fängig stand, auch nur diese für den Aufstieg der Steigaale in der FAA genutzt werden.

2. Lässt sich die Beaufschlagung der Fischaufstiegsanlage mit Wasser hinsichtlich einer Lockwirkung auf aufsteigende Aale verbessern?

Die Durchflussmenge konnte gegenüber 2013 mit Hilfe der zusätzlichen Wasserdotation gesteigert werden. Die Frage der Bedeutung der Zusatzdotation könnte nur im Rahmen entsprechend vergleichender Studien bearbeitet werden. Eine durch das Wasser- und Schiffsamt durch erhöhtes Aufstauen des Oberwassers zeitweise (14.06.-24.06.) verursachte zusätzliche Beaufschlagung führte augenscheinlich nicht zu verstärkter Aufstiegsaktivität. Damit gibt es auch keine Hinweise auf eine unzureichende Wasserdotation oder negative Auswirkungen. Für ein zukünftiges Monitoring wird der Einbau einer zweiten Öffnung geprüft.

3. Welche Größen und Mengen an Jungaalen (Glas- und Steigaale) steigen im untersuchten Zeitfenster auf?

Die nachgewiesenen Aale variierten in ihrer Größe zwischen 5 und 23 cm. Insgesamt konnten 43.371 Aale gefangen werden. Von diesen gehörten 42.707 Tiere der Größenfraktion bis 10 cm Gesamtlänge an, innerhalb derer die meisten Aale der Längensklasse 8 cm zuzuordnen waren, daneben gab es einen Peak bei Tieren einer Länge von 6 cm. Insgesamt waren von den Aalen bis 10 cm Länge nur 95 Stück unpigmentierte Glasaale (0,22 %).

4. Erfolgt der Aufstieg vornehmlich nachts oder tagsüber?

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde die Aalleiter an insgesamt vier Kontrolltagen gezielt über den Tag gestellt. Diese Vorgehensweise diente zum einen zum „Herantasten“ an den Aufstiegszeitraum und zum anderen zum quantitativen Fangen größerer Individuenzahlen zu Zeiten verstärkter Aufstiegsintensität. Letzteres betraf im Wesentlichen den Zeitraum Ende Juli und Anfang August. Zu dieser Zeit konnte ein starker Aufstieg auch während der Tagesphase festgestellt werden. Dies spiegelte sich nicht nur in den absoluten Fangzahlen wider, sondern – wie bereits im Vorjahr - auch im Auftreten zahlreicher Aale an den Wandungen des Fischpasses sowie an der Wasseroberfläche. Abgesehen von dieser Zeit des verstärkten Aufstiegs beschränkte sich die Aufstiegsaktivität vornehmlich auf die Nachtstunden.

5. Empfehlungen für ein zukünftiges Steigalmonitoring bei Bollingerfähr

- Nachdem gegenüber 2013 eine Überwindung der Dammbalken und damit der Aalleiter durch Steigaale nicht mehr beobachtet werden konnte, scheint der Steigaalfang weitgehend optimiert. Daher wird für ein weiteres Monitoring kein grundlegender Änderungsbedarf mehr gesehen.
- Die Schaffung einer weiteren Öffnung im Dammbalkenverschluss zur weiteren Erhöhung der Wasserdotation der FAA wurde aufgeworfen. Da derzeit keine

Hinweise auf eine ungenügende Wasserdotation in der jetzigen Konstellation vorliegen, wird dies als nicht erforderlich erachtet. Vielmehr sollte zukünftig mit gegenüber 2014 weitgehend unveränderten Bedingungen weiter gearbeitet werden.

- Der Fokus richtet sich auf die Planung eines Fang-Markierungs-Wiederauffang-Experiments, um letztlich die Menge der in der Ems aufsteigenden Aale auch quantifizieren zu können.
- Weitere Untersuchungen, wie beispielsweise zum möglichen Aufstieg in Seitengewässer hinein, oder eine engmaschigere Beprobung auch am Tage, können zwar zukünftig angedacht werden, diese sind aber derzeit nicht als prioritär anzusehen.

6 Literaturverzeichnis

- Baer, J., Brämick, U., Diekmann, M., Karl, H., Ubl, C. & Wysujack, K. (2011): Fischereiliche Bewirtschaftung des Aals in Deutschland. Rahmenbedingungen, Status und Wege zur Nachhaltigkeit. Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e. V. Heft 16.
- Baldwin, L., R. Wright, S. Chadwick, A. Don, K. Nash, J. Lyons, M. Hart, J. Hateley, S. Arvuthnot, B. Bayliss & P. Sibley (ohne Jahr): Monitoring elver and eel populations, Environment Agency: 1-34. The Eel Manual- GEHO0211BTMY-E-E. Internet: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/297344/geho0411btqf-e-e.pdf, Zugriff am 12.02.2015).
- Dorow, M. & M. Reckordt (2014): Erhöhtes Aufkommen von aufsteigenden Aalen im Farpener Bach. Fischerei und Fischmarkt in M-V 14(3): 37-38.
- Edeline, E., L. Beaulaton, R. Le Barh & P. Elie (2007): Dispersal in metamorphosing juvenile eel *Anguilla anguilla*. Marine Ecology Progress Series 344: 213-218.
- Ehrenbaum, E. (1929): Der Flußaal *Anguilla vulgaris* Turt. Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas 3(4): 1-217.
- Eichelbaum, E. (1924): Das Auftreten der Aalbrut an der deutschen Küste und ihre erste Nahrungsaufnahme. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen 15(2): 1-26.
- Gascuel, D. (1986): Flow-carried and active swimming migration of the glass eel (*Anguilla anguilla*) in the tidal area of a small estuary on the French Atlantic coast. Helgoländer Meeresuntersuchungen 40(3): 321-326.
- Haro, A. (2013). Proceedings of a Workshop on American Eel Passage Technologies. Gloucester, Massachusetts, Atlantic States Marine Fisheries Commission: 1-39.
- Harrison, A., A. Walker, A. Pinder, C. Briand & M. Aprahamian (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, doi: 10.1007/s11160-014-9356-8.
- Henking (1924): Das Auftreten der Aalbrut an der deutschen Nordseeküste nach dem Kriege. Nachschrift zu Eichelbaum (1924). Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen 15(2): 26-28.
- Köbke, C. (1955): Die Aalbrutfangstation in Herbrum an der Ems. Der Fischwirt 11: 326-328.
- Kühling, E.-A. (1958): Aalwanderungen und ihre Bedeutung für das Huntegebiet. In: Fisch des Jahres 1995 (VDSF). – Offenbach.
- LAVES & Bezirksregierung Arnsberg (2008): Aalbewirtschaftungsplan für das Flusseinzugsgebiet der Ems, Internet: www.portal-fischerei.de, → „Aalbewirtschaftungspläne“, Zugriff am 23.02.2015.
- LFV Weser-Ems (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), unveröffentlicht.
- LFV Weser-Ems (2010): Neunaugen-Aufstiegsmonitoring an Fischwegen in Niedersachsen. Standort Bollingerfähr/Ems, Zeitraum November 2009 – Juni 2010. Sportfischerverband im Landesfischereiverband Weser-Ems, Abschlussbericht zum FFH-Fischmonitoring im Auftrag des LAVES, Dez. Binnenfischerei – Fischereikundlicher Dienst (Hannover), unveröffentlicht.
- LFV Weser-Ems (2012): Neunaugen-Aufstiegsmonitoring an Fischwegen in Niedersachsen. Standort Bollingerfähr/Ems, Zeitraum November 2011 – Juni 2012. Sportfischerverband im Landesfischereiverband Weser-Ems, Abschlussbericht zum FFH-Fischmonitoring im Auftrag des LAVES, Dez. Binnenfischerei – Fischereikundlicher Dienst (Hannover), unveröffentlicht.
- LFV Weser-Ems (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), (<http://www.laves.niedersachsen.de/download/99082>).
- LFV Weser-Ems (2014a): Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Herbrum/Ems - Zeitraum März 2014 – Juli 2014. Sportfischerverband im Landesfischereiverband Weser-Ems, Abschlussbericht im Auftrag des LAVES, Dez. Binnenfischerei – Fischereikundlicher Dienst (Hannover), zusammengefasst in vorliegendem gemeinsamen Abschlussbericht.
- LFV Weser-Ems (2014b): Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Bollingerfähr/Ems - Zeitraum Mai 2014 – Oktober 2014. Sportfischerverband im Landesfischereiverband Weser-Ems, Abschlussbericht im Auftrag des LAVES, Dez. Binnenfischerei – Fischereikundlicher Dienst (Hannover), zusammengefasst in vorliegendem gemeinsamen Abschlussbericht.
- LFV Weser-Ems (2014c): Neunaugen-Aufstiegsmonitoring an Fischwegen in Niedersachsen. Standort Bollingerfähr/Ems, Zeitraum November 2013 – Mai 2014. Sportfischerverband im Landesfischereiverband Weser-Ems, Abschlussbericht zum FFH-Fischmonitoring im Auftrag des LAVES, Dez. Binnenfischerei – Fischereikundlicher Dienst (Hannover), unveröffentlicht.
- Meyer, P. F. (1951): Die Aalbrutfangstation Herbrum in Oldenburg – ein wichtiger Faktor in der Aalwirtschaft des Bundesgebietes. *Der Fischwirt* 1(8): 207-212.
- Meyer-Waarden, P. F. (1953): Bericht über den Glasaalaufstieg in Ems, Weser, Hunte, Eider und Schwentine im Jahr 1952. Bundesanstalt für Fischerei, 10 Seiten und 3 Anhänge, im Auftrag des Bundesernährungsministeriums.
- Piper, A. T., R. M. Wright & P. S. Kemp (2012): The influence of attraction flow on upstream passage of European eel (*Anguilla anguilla*) at intertidal barriers. *Ecological Engineering* 44: 329-336.
- Schmeidler, E. (1957): Entwicklung des Glasaalaufstiegs in der Ems, seine zeitliche Begrenzung und die auf ihn wirkende Wassertemperatur. *Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften* 6(1-7): 141-144.

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(4): 84-86.

Simon J., Fladung E. & Schaarschmidt T. (2006): Steigalmonitoring in Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2005. Fischer & Teichwirt 57(12), 452-455.

SEG (2014): Record glass eel runs again this year. Sustainable Eel Group, Internet: <http://europeaneel.com/2014/03/25/record-glass-eel-runs-again-this-year/>, letzter Zugriff am 29.06.2015.

Solomon, D. J. & M. H. Beach (2004): Manual for provision of upstream migration facilities for Eel and Elver. Bristol, UK, Environment Agency: 1-69.

Tesch, F.-W. (1965): Verhalten der Glasaale (*Anguilla anguilla*) bei ihrer Wanderung in den Ästuarien deutscher Nordseeflüsse. Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen 12(4): 404-419.

Tesch, F.-W. (2003). The Eel. Oxford, Blackwell Science.

7 Anhang

7.1 Anhang – Untersuchungen am Tidewehr Herbrum

Anhang Herbrum 1: Übersicht Aal-Tagesfänge, Zahlen inklusive berechneter Aalmengen.

Datum	Aale ≤10 cm	Aale >10 cm	gesamt	Datum	Aale ≤10 cm	Aale >10 cm	gesamt
27.03.2014	0	0	0	29.05.2014	11	0	11
28.03.2014	0	0	0	30.05.2014	4	0	4
29.03.2014	0	0	0	31.05.2014	7	0	7
30.03.2014	0	0	0	10.06.2014	0	0	0
31.03.2014	0	0	0	11.06.2014	11	0	11
01.04.2014	0	0	0	12.06.2014	6	0	6
02.04.2014	0	0	0	13.06.2014	12	0	12
12.04.2014	92	0	92	14.06.2014	0	0	0
13.04.2014	142	0	142	15.06.2014	2	0	2
14.04.2014	4	0	4	16.06.2014	5	0	5
15.04.2014	10	0	10	24.06.2014	0	0	0
16.04.2014	38	0	38	25.06.2014	0	0	0
17.04.2014	25	0	25	26.06.2014	2	0	2
18.04.2014	59	0	59	27.06.2014	0	0	0
26.04.2014	165	0	165	28.06.2014	0	0	0
27.04.2014	581	0	581	29.06.2014	0	0	0
28.04.2014	69	0	69	30.06.2014	0	0	0
29.04.2014	23	0	23	09.07.2014	0	0	0
30.04.2014	9	0	9	10.07.2004	0	0	0
01.05.2014	25	0	25	11.07.2014	2	0	2
02.05.2014	33	0	33	13.07.2014	1	0	1
11.05.2014	0	0	0	14.07.2014	3	0	3
12.05.2014	75	0	75	15.07.2014	0	0	0
13.05.2014	31	1	31	16.07.2014	0	0	0
14.05.2014	45	0	45	23.07.2014	0	0	0
15.05.2014	167	0	167	24.07.2014	0	0	0
16.05.2014	34	0	34	25.07.2014	0	0	0
17.05.2014	21	0	21	26.07.2014	0	0	0
25.05.2014	0	0	0	27.07.2014	0	0	0
26.05.2014	19	0	19	28.07.2014	0	0	0
27.05.2014	12	0	12	29.07.2014	0	0	0
28.05.2014	23	0	23				

Anhang Herbrum 2: Übersicht Aalfänge in Bezug zu weiteren abiotischen Parametern sowie in Relation zum Aufwand.

Datum	Aale gesamt	Kescherzüge	Aale/Kescherzug	Luft (°C)	T Wasser (°C)	Mond	Himmel	Windstärke	Pegel (cm)
									Unterwasser
27.03.2014	0	3	0	4	9,6	a1	bd	6	664
28.03.2014	0	3	0	4	9,6	a1	bd	5	684
29.03.2014	0	3	0	5	9,6	a1	wl	4	701
30.03.2014	0	3	0	6	9,6	N	bd	3	679
31.03.2014.	0	3	0	8	9,9	z1	bd	3	717
01.04.2014	0	3	0	8	10	z1	bd	4	721
02.04.2014	0	3	0	4	10	z1	wl	3	720
12.04.2014	92	3	31	10,6	12,7	z3	bd	3	716
13.04.2014	142	3	47	8,9	12,4	z3	bd	5	745
14.04.2014	4	1	4	5,3	11,9	z3	bw	8	786
15.04.2014	10	3	3	2,4	11,4	V	wl	3	800
16.04.2014	38	3	13	8,2	11,7	a3	wl	3	719
17.04.2014	25	2	13	7	11,6	a3	bw	6	708
18.04.2014	59	3	20	8	11,7	a3	wl	5	770
26.04.2014	165	3	55	12,9	15,1	a1	bw	3	706
27.04.2014	581	2	291	11,9	15,3	a1	bd	2	725
28.04.2014	69	2	35	12,4	15,6	a1	wl	3	698
29.04.2014	23	2	12	13,5	16,2	N	wl	2	718
30.04.2014	9	2	5	11,8	11,7	z1	bd	3	717
01.05.2014	25	3	8	9,0	15,8	z1	bd	2	723
02.05.2014	33	2	17	8,5	15,6	z1	wl	2	703
11.05.2014	0	1	0	10,7	13,2	z3	bw	7	733
12.05.2014	75	3	25	9,9	12,9	z3	bw	5	726
13.05.2014	31	4	8	8,3	12,9	z3	wl	4	752
14.05.2014	45	4	11	8,2	13	V	bw	3	726
15.05.2014	167	4	42	7,7	12,8	a3	wl	3	743
16.05.2014	34	4	9	8,5	13,4	a3	bd	3	714
17.05.2014	21	4	5	9	13,6	a3	bw	2	708
25.05.2014	0	4	0	19	19,5	a1	wl	3	699
26.05.2014	19	4	5	17,4	19,4	a1	bw	7	693
27.05.2014	12	4	3	12,6	18,9	a1	bw	6	693
28.05.2014	23	4	6	9,7	17,6	N	bw	4	680

Anhang - Herbrum 2 (Fortsetzung): Übersicht Aalfänge in Bezug zu weiteren abiotischen Parametern sowie in Relation zum Aufwand.

Datum	Aale gesamt	Keschertzüge	Aale/Keschertzug	Luft (°C)	T Wasser (°C)	Mond	Himmel	Windstärke	Pegel (cm)
									Unterwasser
29.05.2014	11	4	3	8,2	17,5	z1	bw	4	682
30.05.2014	4	4	1	8,5	17,3	z1	bd	4	696
31.05.2014	7	4	2	9,1	17,6	z1	wl	5	706
10.06.2014**	0	0	0	22	17,9	z3	bw	4	697
11.06.2014	11	1	11	15	18	z3	wl	4	708
12.06.2014	6	4	2	12	18,2	z3	bd	3	708
13.06.2014	12	4	3	10	18,6	V	wl	3	722
14.06.2014	0	4	0	10	18,8	a3	wl	3	726
15.06.2014	2	4	1	15	19,2	a3	bd	4	712
16.06.2014	5	4	1	14,8	19,2	a3	wl	4	707
24.06.2014**	0	0	0	14,6	18,1	a1	bw	4	699
25.06.2014	0	1	0	13,2	18,4	a1	bw	3	691
26.06.2014	2	4	1	13,4	18,3	a1	bw	3	692
27.06.2014	0	2	0	14,6	18,4	N	bd	3	705
28.06.2014	0	2	0	12	18,5	z1	bd	4	699
29.06.2014	0	2	0	12,8	18	z1	wl	3	699
30.06.2014	0	2	0	12,5	18,3	z1	wl	3	697
09.07.2014**	0	0	0	21	21,4	z3	bd	3	701
10.07.2014**	0	0	0	21,2	21,2	z3	bd	2	713
11.07.2014	2	2	1	20,1	21,2	z3	wl	2	705
13.07.2014	1	2	1	15,9	21,3	V	bd	3	702
14.07.2014	3	2	2	14,8	21,3	a3	bd	3	702
15.07.2014	0	2	0	14,3	21,1	a3	wl	3	718
16.07.2014	0	2	0	14,5	21,2	a3	wl	3	702
23.07.2014**	0	0	0	17	20,5	a1	wl	5	690
24.07.2014	0	2	0	17	Keine Daten	a1	wl	5	688
25.07.2014	0	2	0	19,5	21	a1	wl	4	689
26.07.2014	0	2	0	19	Keine Daten	N	bw	4	698
27.07.2014	0	2	0	18,5	22	z1	bw	2	694
28.07.2014	0	2	0	20,5	22,5	z1	bw	2	700
29.07.2014	0	2	0	18,5	23,3	z1	bw	3	696

** keine Keschertzüge, da es noch zu hell war

Anhang Herbrum 3: Legende der Abkürzungen.

KBz Himmel	Beschreibung
bd	bedeckt
bw	bewölkt (> 50 % Bewölkung)
he	heiter (< 50 % Bewölkung)
wl	wolkenlos
KBz Mond	Beschreibung
a1	Abnehmend 1/4
a2	Abnehmend 2/4
a3	Abnehmend 3/4
n	Neumond
v	Vollmond
z1	Zunehmend 1/4
z2	Zunehmend 1/2
z3	Zunehmend 3/4

7.2 Anhang – Untersuchungen am Stauwehr Bollingerfähr

Anhang Bollingerfähr 1: Übersicht Aal-Tagesfänge, Zahlen inklusive berechneter Aalmengen.

Datum	Aale ≤ 10 cm	Aale > 10 cm	gesamt	Datum	Aale ≤ 10 cm	Aale > 10 cm	gesamt	Datum	Aale ≤ 10 cm	Aale > 10 cm	gesamt
27.05.2014	19	3	22	24.06.2014	5	1	6	24.07.2014	755	17	772
28.05.2014	34	6	40	25.06.2014	4	2	6	25.07.2014	406	15	421
29.05.2014	34	9	43	26.06.2014	2	3	5	26.07.2014	1449	19	1468
30.05.2014	21	9	30	27.06.2014	6	3	9	26.07.2014	1771	14	1785
31.05.2014	38	10	48	28.06.2014	10	1	11	27.07.2014	3699	16	3715
01.06.2014	38	14	52	29.06.2014	14	3	17	28.07.2014	2520	19	2539
02.06.2014	23	16	39	30.06.2014	6	4	10	29.07.2014	3119	18	3137
03.06.2014	6	0	6	01.07.2014	12	4	16	30.07.2014	4398	13	4411
04.06.2014	31	5	36	02.07.2014	12	2	14	31.07.2014	3356	17	3373
05.06.2014	16	4	20	03.07.2014	10	3	13	01.08.2014	3867	16	3883
06.06.2014	28	4	32	04.07.2014	8	2	10	02.08.2014	2772	16	2788
07.06.2014	32	6	38	05.07.2014	9	3	12	03.08.2014	1470	8	1478
08.06.2014	30	4	34	06.07.2014	5	3	8	03.08.2014	3500	14	3514
09.06.2014	24	4	28	07.07.2014	12	4	16	04.08.2014	2791	13	2804
10.06.2014	41	5	46	08.07.2014	24	5	29	05.08.2014	1915	7	1922
11.06.2014	40	8	48	09.07.2014	31	4	35	06.08.2014	860	8	868
12.06.2014	32	9	41	10.07.2014	70	6	76	07.08.2014	687	10	697
12.06.2014	62	7	69	11.07.2014	69	8	77	08.08.2014	601	9	610
13.06.2014	56	5	61	12.07.2014	58	11	69	09.08.2014	199	6	205
14.06.2014	48	8	56	13.07.2014	269	19	298	10.08.2014	161	3	164
15.06.2014	51	6	57	14.07.2014	56	7	63	11.08.2014	67	2	69
16.06.2014	65	8	73	15.07.2014	32	5	37	12.08.2014	10	2	12
17.06.2014	70	10	80	16.07.2014	41	6	47	13.08.2014	14	3	17
18.06.2014	5	2	7	17.07.2014	36	5	41	14.08.2014	15	1	16
19.06.2014	7	3	10	18.07.2014	19	3	22	15.08.2014	18	2	20
20.06.2014	4	1	5	19.07.2014	30	6	36	16.08.2014	16	3	19
21.06.2014	6	3	9	20.07.2014	27	4	31	17.08.2014	5	1	6
22.06.2014	9	4	13	21.07.2014	51	8	59	18.08.2014	9	0	9
23.06.2014	2	0	2	22.07.2014	42	11	53	19.08.2014	13	2	15
23.06.2014	7	3	10	23.07.2014	251	13	262	20.08.2014	19	3	22

Anhang - Bollingerfähr 1 (Fortsetzung): Übersicht Aal-Tagesfänge, Zahlen inklusive berechneter Aalmengen.

Datum	Aale ≤ 10 cm	Aale > 10 cm	gesamt	Datum	Aale ≤ 10 cm	Aale > 10 cm	gesamt
21.08.2014	13	3	16	30.09.2014	0	2	2
22.08.2014	4	0	4	03.10.2014	1	2	3
23.08.2014	6	1	7	06.10.2014	1	0	1
24.08.2014	7	1	8	09.10.2014	0	2	2
25.08.2014	4	1	5	12.10.2014	0	1	1
26.08.2014	6	2	8				
27.08.2014	3	0	3				
28.08.2014	8	2	10				
29.08.2014	5	0	5				
30.08.2014	4	1	5				
31.08.2014	2	0	2				
01.09.2014	3	2	5				
02.09.2014	5	3	8				
03.09.2014	4	3	7				
04.09.2014	3	2	5				
05.09.2014	5	1	6				
06.09.2014	8	4	12				
07.09.2014	6	2	8				
08.09.2014	3	1	4				
09.09.2014	1	1	2				
10.09.2014	1	0	1				
11.09.2014	0	0	0				
13.09.2014	1	1	2				
15.09.2014	2	1	3				
17.09.2014	5	2	7				
19.09.2014	3	2	5				
21.09.2014	1	2	3				
24.09.2014	0	4	4				
27.09.2014	0	3	3				

Anhang Bollingerfähr 2: Übersicht Aalfänge in Bezug zu weiteren abiotischen Parametern sowie in Relation zum Zeitaufwand.

Datum	Aale gesamt	Zeit (Std.)	Aale/Std.	Luft (°C)	T Wasser (°C)	Mond	Himmel	Windstärke	Pegel (cm)	
									Oberwasser	Unterwasser
27.05.2014	22	18	1,2	10,5	17	a3	bw	3	381	210
28.05.2014	40	14	2,9	9,5	16,5	a3	bw	2	384	215
29.05.2014	43	13,5	3,2	11,5	17		bw	2	383	222
30.05.2014	30	13	2,3	12	17,5	n	bw	2	386	237
31.05.2014	48	14,5	3,3	13	17,5	n	he	2	380	239
01.06.2014	52	16,5	3,2	16,3	17	n	bw	2	386	220
02.06.2014	39	13,5	2,9	16	17,5	n	bw	2	378	213
03.06.2014	6	14	0,4	19	17,5	n	bw	2	387	219
04.06.2014	36	14	2,6	18	17,5	n	bw	2	382	207
05.06.2014	20	13,5	1,5	19,2	17,8	n	bw	2	368	210
06.06.2014	32	14	2,3	19,4	18,2	z1	he	3	381	215
07.06.2014	38	15	2,5	21,6	18,4	z1	he	2	383	214
08.06.2014	34	12	2,8	23,3	19,3	z2	bw	2	379	210
09.06.2014	28	11,5	2,4	22,5	20,3	z2	wl	2	387	213
10.06.2014	46	11,5	4	22,3	20,4	z2	he	2	387	216
11.06.2014	48	10,5	4,6	20,9	20,6	z3	bd	2	383	230
12.06.2014*	41	12	3,4	17,6	19,4	z3	wl	2	382	227
12.06.2014	69	9,5	7,3	25,2	20,3	v	wl	2	380	214
13.06.2014	61	11,5	5,3	14,5	20,1	v	bw	2	373	211
14.06.2014	56	12	4,7	16,3	20,2	v	he	2	388	217
15.06.2014	57	12,5	4,6	15,8	20	v	bw	2	395	224
16.06.2014	73	12,5	5,8	17,1	19,5	v	bw	2	399	206
17.06.2014	80	12,5	6,4	16,8	19,4	v	bd	3	402	210
18.06.2014	7	11,5	0,6	16,7	19,2	v	bw	3	402	210
19.06.2014	10	11,5	0,9	17,2	19	v	bd	3	402	216
20.06.2014	5	12,5	0,4	16,6	18,7	v	bd	3	401	216
21.06.2014	9	12,5	0,7	16,3	18,5	a1	bd	2	402	208
22.06.2014	13	14	0,9	16,2	18,3	a1	bd	2	402	216
23.06.2014*	2	10,5	0,2	15,8	18,1	a2	bw	2	402	205
23.06.2014	10	13	0,8	17,4	18	a2	bw	2	381	195
24.06.2014	6	13,5	0,4	16,5	17,8	a3	bd	2	381	211

*Fang tagsüber

Anhang - Bollingerfähr 2 (Fortsetzung): Übersicht Aalfänge in Bezug zu weiteren abiotischen Parametern sowie in Relation zum Zeitaufwand.

Datum	Aale gesamt	Zeit (Std.)	Aale/Std.	Luft (°C)	T Wasser (°C)	Mond	Himmel	Windstärke	Pegel (cm)	
									Oberwasser	Unterwasser
25.06.2014	6	12	0,5	18,4	17,9	a3	he	2	380	208
26.06.2014	5	14,5	0,3	19,1	17,9	a3	bw	2	380	208
27.06.2014	9	12,5	0,7	18,7	18,1	n	he	1	380	210
28.06.2014	11	13,5	0,8	17	18,1	n	bw	1	380	204
29.06.2014	17	13	1,3	16,4	18	n	bd	2	380	211
30.06.2014	10	11	0,9	16,8	18,2	n	bw	2	384	212
01.07.2014	16	11,5	1,4	18,7	18,2	n	he	2	386	218
02.07.2014	14	11	1,3	17,9	18,3	n	he	2	382	204
03.07.2014	13	12,5	1	20,7	18,4	n	he	3	378	212
04.07.2014	10	13,5	0,7	23,2	19,2	n	he	2	381	212
05.07.2014	12	14,5	0,8	22,4	19,8	z1	bw	3	383	211
06.07.2014	8	11,5	0,7	23,6	20,3	z1	bw	2	382	215
07.07.2014	16	13	1,2	22,2	20,5	z2	he	2	381	215
08.08.2014	29	11,5	2,5	16,1	20,4	z2	rn	2	387	212
09.07.2014	35	11,5	3	23,4	20,6	z2	he	2	378	204
10.07.2014	76	12,5	6	22,8	21	z3	bw	2	378	204
11.07.2014	77	12	6,4	23,2	21,2	z3	he	2	386	224
12.07.2014	69	13,5	5,1	24,1	21,3	z3	he	2	386	222
13.07.2014	298	13,5	22,1	20,8	21,2	v	bw	1	386	224
14.07.2014	63	12,5	5	22	21,5	v	he	1	382	220
15.07.2014	37	12,5	3	23,2	22	v	he	2	380	220
16.07.2014	47	11	4,3	23,2	22,1	v	he	1	380	213
17.07.2014	41	11	3,7	22,8	22,2	v	he	1	378	212
18.07.2014	22	13,5	1,6	23,9	22,3	v	he	1	380	210
19.07.2014	36	14	2,6	24,4	22,5	v	he	1	380	216
20.07.2014	31	10	3,1	27,4	22,6	a1	bw	2	Keine Daten	
21.07.2014	59	11	5,4	26,3	22,5	a1	wl	3	384	208
22.07.2014	53	11,5	4,6	24,6	22,5	a1	wl	2	388	205
23.07.2014	262	12	21,8	26,2	23,1	a2	wl	3	382	213
24.07.2014	772	11,5	67,1	24,5	23,6	a2	wl	3	382	214
25.07.2014	421	12	35,1	26,7	24,1	a3	wl	2	382	214

*Fang tagsüber

Anhang - Bollingerfähr 2 (Fortsetzung): Übersicht Aalfänge in Bezug zu weiteren abiotischen Parametern sowie in Relation zum Zeitaufwand.

Datum	Aale gesamt	Zeit (Std.)	Aale/Std.	Luft (°C)	T Wasser (°C)	Mond	Himmel	Windstärke	Pegel (cm)	
									Oberwasser	Unterwasser
26.07.2014*	1468	11	133,5	17,4	23,8	a3	he	2	382	212
26.07.2014	1785	12,5	142,8	23,4	24,1	n	he	2	378	220
27.07.2014	3715	13	285,8	24,1	23,8	n	wl	2	384	216
28.07.2014	2539	11,5	220,8	23,6	23,7	n	wl	2	384	218
29.07.2014	3137	12,5	251	22,4	23,5	n	he	2	384	214
30.07.2014	4411	12,5	352,9	22	22,1	n	bw	2	377	233
31.07.2014	3373	13,5	249,9	23,2	21,8	n	he	1	387	223
01.08.2014	3883	13	298,7	22,2	21,7	n	he	2	384	240
02.08.2014	2788	12,5	223	23,4	21,2	n	he	2	385	243
03.08.2014*	1478	10,5	140,8	14,2	21,1	n	wl	2	384	254
03.08.2014	3514	10,5	334,7	22	21,3	z1	he	2	383	236
04.08.2014	2804	12	233,7	21,9	21,3	z1	bw	2	380	220
05.08.2014	1922	13	147,8	22,7	21,5	z2	he	2	378	205
06.08.2014	868	12,5	69,4	23	21,4	z2	he	2	390	221
07.08.2014	697	12	58,1	21,2	21,5	z2	bd	2	379	224
08.08.2014	610	13,5	45,2	20,4	21,6	z3	bw	3	381	222
09.08.2014	205	15	13,7	21,4	21,7	z3	bw	3	378	208
10.08.2014	164	12,5	13,1	20,2	21,6	v	bw	3	377	209
11.08.2014	69	12,5	5,5	21,3	21,5	v	bw	2	383	213
12.08.2014	12	12,5	1	19,8	21,5	v	he	2	380	216
13.08.2014	17	13	1,3	19,4	21,3	v	bw	2	380	208
14.08.2014	16	13	1,2	19,2	21,2	v	bd	2	385	219
15.08.2014	20	13,5	1,5	16,3	21,1	v	bd	2	Keine Daten	
16.08.2014	19	14	1,4	15,8	20,8	v	bd	3	382	208
17.08.2014	6	13,5	0,4	16,2	20,6	a1	bd	3	380	215
18.08.2014	9	13	0,7	16,1	20,2	a1	bw	3	382	224
19.08.2014	15	13	1,2	16	19,8	a2	bw	2	383	224
20.08.2014	22	12,5	1,8	16,4	19,6	a2	bw	2	381	210
21.08.2014	16	13	1,2	16,8	19,4	a2	bd	2	386	218
22.08.2014	4	12,5	0,3	13,3	19,2	a3	bw	2	387	218
23.08.2014	7	15,5	0,5	17,2	18,9	a3	bw	2	381	212

*Fang tagsüber

Anhang - Bollingerfähr 2 (Fortsetzung): Übersicht Aalfänge in Bezug zu weiteren abiotischen Parametern sowie in Relation zum Zeitaufwand.

Datum	Aale gesamt	Zeit (Std.)	Aale/Std.	Luft (°C)	T Wasser (°C)	Mond	Himmel	Windstärke	Pegel (cm)	
									Oberwasser	Unterwasser
24.08.2014	8	13	0,6	17,4	18,7	a3	he	2	382	212
25.08.2014	5	12,5	0,4	19,4	18,5	n	bw	2	384	213
26.08.2014	8	13	0,6	22,1	18,2	n	wl	2	384	214
27.08.2014	3	12,5	0,2	23,2	18	n	wl	1	382	217
28.08.2014	10	12,5	0,8	20,6	17,7	n	bw	1	378	215
29.08.2014	5	13,5	0,4	19,4	17,5	n	bw	2	371	209
30.08.2014	5	14,5	0,3	19,8	17,6	n	bw	2	371	194
31.08.2014	2	12	0,2	20,2	17,7	n	he	2	384	206
01.09.2014	5	13	0,4	20,5	17,7	n	bw	1	384	218
02.09.2014	8	13	0,6	21,3	17,5	n	he	2	381	218
03.09.2014	7	13	0,5	20,7	17,4	z1	he	2	384	218
04.09.2014	5	12,5	0,4	22,5	17,3	z1	wl	1	381	210
05.09.2014	6	14	0,4	24,2	17,3	z2	he	1	380	205
06.09.2014	12	15	0,8	22,4	17,1	z2	he	1	380	204
07.09.2014	8	13	0,6	21,4	17,1	z3	he	1	381	205
08.09.2014	4	12,5	0,3	19,6	16,8	z3	he	1	383	207
09.09.2014	2	13	0,2	17,7	16,6	z3	bw	1	368	214
10.09.2014	1	13	0,1	17,5	16,4	v	bd	1	373	214
11.09.2014	0	13,5	0	18,1	16,5	v	he	2	373	214
13.09.2014	2	14	0,1	20,5	16,4	v	he	1	380	208
15.09.2014	3	13,5	0,2	19,9	16,5	v	d	1	383	210
17.09.2014	7	13	0,5	23,8	17	a1	he	2	382	211
19.09.2014	5	14	0,4	23	17,3	a1	he	2	382	218
21.09.2014	3	14,5	0,2	16,5	17	a2	bw	2	384	218
24.09.2014	4	13,5	0,3	14,7	16,6	a3	bd	2	385	272
27.09.2014	3	14,5	0,2	17,6	16,2	n	bd	2	381	212
30.09.2014	2	13	0,2	19,3	16	n	he	3	381	218
03.10.2014	3	13	0,2	19,6	16	z1	he	2	380	219
06.10.2014	1	13,5	0,1	16,5	15,8	z3	bd	2	380	212
09.10.2014	2	13,5	0,1	15,8	15,5	v	bd	1	386	222
12.10.2014	1	13,5	0,1	14,7	15,2	v	bw	1	387	223

*Fang tagsüber

Anhang Bollingerfähr 3: Legende der Abkürzungen

KBz Luft	Beschreibung
d	dunstig
kl	Klar
n	Nebel
rn	Regen nieseln
rs	Regen stark
s	Schauer
KBz Himmel	Beschreibung
bd	bedeckt
bw	bewölkt (> 50 % Bewölkung)
he	heiter (< 50 % Bewölkung)
wl	wolkenlos
KBz Mond	Beschreibung
a1	Abnehmend 1/4
a2	Abnehmend 2/4
a3	Abnehmend 3/4
n	Neumond
v	Vollmond
z1	Zunehmend 1/4
z2	Zunehmend 1/2
z3	Zunehmend 3/4