



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 2016**

## **Gemeinsamer Abschlussbericht**

Herbrum (April 2016 – August 2016)  
Bollingerfähr (Mai 2016 – September 2016)



**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 Tidwehr Herbrum unter Mitarbeit von:

Bodo Zaudtke (Verbandsgewässerwart)

Hermann Deuling (FV Meppen)

**Auftraggeber**

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

Der vorliegende Abschlussbericht fasst die Ergebnisse der Projekte „Glas- und Steigalmonitoring am Standort Herbrum/Ems – Zeitraum April 2016 – August 2016“ und „Glas- und Steigalmonitoring am Standort Bollingerfähr/Ems – Zeitraum Mai 2016 – Oktober 2016“ zusammen.

<p>Zitiervorschlag: Salva, J., Poll, K.-H., Wilkens, H.-J., Zaudtke, B., Deuling, H., Diekmann, M. 2016. Glas- und Steigalaufstieg an der Ems an den Stauwehren Herbrum und Bollingerfähr im Jahr 2016. Gemeinsamer Abschlussbericht der Projekte: „Glas- und Steigalmonitoring am Standort Herbrum/Ems“ und „Glas- und Steigalmonitoring am Standort Bollingerfähr/Ems“, Landesfischereiverband Weser-Ems - Sportfischerverband, im Auftrag des LAVES.</p>
---

**Titelbild:**

Aalleiter in der Fischaufstiegsanlage Bollingerfähr (großes Bild), Aalrinne am Herbrumer Tidwehr (kl. Bild) (Quelle: jeweils Landesfischereiverband Weser-Ems).

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Untersuchungsgebiet .....	1
1.2	Veranlassung .....	2
2	Material und Methoden.....	4
2.1	Monitoring am Tidewehr Herbrum .....	5
2.1.1	Tidewehr Herbrum, Fischaufstiegsanlage und Aalfangrinne.....	5
2.1.2	Arbeitsziele .....	5
2.1.3	Aalfang und Datenerhebung bei Herbrum .....	6
2.2	Monitoring am Stauwehr Bollingerfähr.....	7
2.2.1	Stauwehr Bollingerfähr und Fischaufstiegsanlage .....	7
2.2.2	Arbeitsziele .....	7
2.2.3	Aalfang und Datenerhebung bei Bollingerfähr .....	7
3	Ergebnisse .....	9
3.1	Monitoring am Tidewehr Herbrum .....	9
3.2	Monitoring am Stauwehr Bollingerfähr.....	13
4	Diskussion.....	17
5	Zusammenfassung und Empfehlungen .....	22
5.1	Glasaalmonitoring Herbrum.....	22
5.1.1	In welchen Monaten (Zeitfenster) im Jahr erfolgt der Aufstieg? .....	22
5.1.2	Welche Größen an Jungaalen (Glas- und Steigaale) steigen auf bzw. sind mit den einzelnen Methoden nachweisbar? .....	22
5.1.3	Welche Mengen je Kescherzug sind zu erwarten? .....	22
5.1.4	Welche Relation gibt es zwischen Fängen mittels Kescherzügen und Sichtbeobachtungen zum Aufstieg (Häufigkeitskategorien)? .....	22
5.2	Steigaalmonitoring Bollingerfähr.....	22
5.2.1	Welche Größen und Mengen an Jungaalen (Glas- und Steigaale) steigen im untersuchten Zeitfenster auf? .....	23
5.2.2	Gegebenenfalls: Erfolgt der Aufstieg vornehmlich nachts oder tagsüber? .....	23
6	Literaturverzeichnis .....	24
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 (Aalbewirtschaftungsplan für das Flusseinzugsgebiet der Ems; LAVES & Bezirksregierung Arnsberg, 2008; [www.portal-fischerei.de](http://www.portal-fischerei.de)).

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; Salva *et al.*, 2014; 2015; Diekmann, *im Druck*).

Vom Deutschen Fischereiverein war bereits seit 1908 die Glasaalfangstation Epney am englischen Fluss Severn betrieben worden, die jedoch mit dem Ausbruch des 2. Weltkrieges verloren ging. Herbrum, wo ab 1924 der Fang sowie ab 1929 der Versand von Glasaalen erfolgte, erlangte nun besondere Bedeutung (Ehrenbaum, 1929; Meyer, 1951; Köbke, 1955; Wiehr, 1966; Baer *et al.*, 2011; Salva *et al.*, 2014; Diekmann, *im Druck*). Erst 1965, als Glasaale aus Frankreich für Besatzmaßnahmen in Deutschland zunehmend verfügbar wurden (Wiehr, 1966; Dekker & Beaulaton, 2016), trat die Bedeutung des Glasaalfangs bei Herbrum wieder etwas zurück.

Der Glasaalfang war auch von baulichen Anpassungen am Standort Herbrum zur Verbesserung der Fangbedingungen gekennzeichnet (vgl. Wiehr, 1966; Salva *et al.*, 2014). 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 Aalfangrinne 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 Tonnen pro Jahr. 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

Die Arbeiten zu den Aalbewirtschaftungsplänen gemäß VO (EG) 1100/2007 umfassen auch Bilanzierungen zu den Aalbeständen in den deutschen Flussgebieten. Hier gehen auch Daten zur natürlichen Rekrutierung und zum Besatz in ein Bestandsmodell ein. Während die aktuellen Besatzvorgänge detailliert erfasst werden, ist das aktuelle natürliche Glas- und Steigaalaufkommen in den deutschen Flussgebieten nicht genau bekannt. 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). Das Tidewehr bei Herbrum stellt das erste Hindernis für aus dem Meer aufsteigende Glasaale dar, das sich aufgrund der Tideverhältnisse jedoch nur eingeschränkt für ein Monitoring des Glas- und Steigaalaufkommens eignet. Bedingt durch die Emsvertiefung läuft die Tide gegenüber früher höher und schneller auf, sodass stationäre Fanggeräte wie Aalleitern, die grundsätzlich zur quantitativen Erfassung des Aalaufstiegs über einen bestimmten Zeitraum geeignet sind, nur in kleinen Zeitfenstern eingesetzt werden können und somit keine Aussage über größere Zeiträume erlauben (Baldwin, ohne Jahr; Solomon & Beach, 2004; Haro, 2013; Salva *et al.*, 2014; 2015). Glasaalkollektoren wiederum erlauben ebenfalls keine Aussage zum mengenmäßigen Aufstieg über einen bestimmten Zeitraum. Zudem verschickten sie schnell, weshalb im Rahmen einer methodischen Optimierung 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 Stauwehr Bollingerfähr, welches ca. 6,4 km flussaufwärts von Herbrum liegt und nicht tidebeeinflusst ist, das Glas- und Steigaalaufkommen in der Fischaufstiegsanlage mittels einer Aalleiter untersucht worden (LFV Weser-Ems, 2013), wobei annähernd 15.000 Jungaale gefangen wurden. Zu Zeiten starken Aufstiegs gelangten die Aale auch an der Aalleiter vorbei und konnten damit nicht erfasst werden. Am Tidewehr Herbrum wurden 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; Tabelle 1). Im Gegensatz zu Bollingerfähr steigen Glasaale bei Herbrum offenbar konzentriert in einem vergleichsweise engen Zeitrahmen auf.

Daher wurde ab 2014 auch das Tidewehr Herbrum in regelmäßige Beobachtungen einbezogen. Hierzu wird der Aalaufstieg mittels standardisierter Kescherzüge in der Aalfangrinne verfolgt, zugleich erfolgen Sichtbeobachtungen. Am Stauwehr Bollingerfähr konnte die Aalleiter gegen ein Umgehen durch aufsteigende Aale abgedichtet werden, so dass hier der Fang mittels Aalleiter fortgeführt wird.

Am Tidewehr Herbrum erfolgte der Aufstieg in den Jahren 2013 bis 2015 vor allem im April und Mai, während er am Stauwehr Bollingerfähr im Zeitraum Ende Juni/Juli und August am stärksten war (Tabelle 1; LFV Weser-Ems 2013; Salva *et al.*, 2014; 2015).

Tabelle 1: Übersicht über die im Rahmen des Monitorings 2013 bis 2015 am Tidewehr Herbrum und Stauwehr Bollingerfähr nachgewiesenen Jungaale. Details sind den jeweiligen Abschlussberichten (LFV Weser-Ems 2013; Salva *et al.*, 2014; 2015) zu entnehmen.

Jahr	Herbrum			Bollingerfähr			
	Aale ≤10 cm	Aale >10 cm	Sichtungen	Zeitraum der Untersuchung (Aufstiegs-schwerpunkt)	Aale ≤10 cm	Aale >10 cm	Zeitraum der Untersuchung (Aufstiegs-schwerpunkt)
2013*	Kein Monitoring		Schätzung 150 kg	- (Mai)	13.617*	1.185	Apr–Okt (Jun/Jul–Aug)
2014	1.758	2	systematisch; <2013	Mär–Juli (Apr–Mai)	42.707	664	Mai–Okt (Jul–Aug)
2015	524	0	systematisch; <2014	Apr–Juli (Apr–Mai)	875	613	Mai–Okt (Jun/Jul–Aug)

\*) Im Jahr 2013 konnte eine größere, nicht näher bestimmbare Anzahl Steigaale die Aalleiter umgehen, so dass die Höhe des tatsächlichen Steigaalaufkommens unbekannt ist.

Vor diesem Hintergrund wurden 2016 die Untersuchungen zum Steigaalaufkommen am Tidewehr Herbrum und am Stauwehr Bollingerfähr wiederholt. Parallel wurde 2016 unter Einbezug beider Standorte ein Fang-Markierungs-Wiederauffang-Experiment durchgeführt. Hierzu wurden bei Herbrum aufsteigende Glasaaale, die im Rahmen der vorliegenden Studie als auch darüber hinaus gefangen wurden, markiert und ins Oberwasser gesetzt, während eine systematische Untersuchung von Stichproben bei Bollingerfähr aufsteigender Aale auf Vorliegen der Farbmarkierung untersucht wurden. Die Ergebnisse dienen der Beurteilung des mengenmäßigen Aalaufstiegs in der Ems und werden an anderer Stelle dargestellt (Simon *et al.*, 2016).

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Untersuchung des Glas- und Steigaalaufkommens im Jahr 2016 am Tidewehr Herbrum mittels standardisierter Kescherzüge und am Stauwehr Bollingerfähr mittels Aalleiter 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 1). Wie in den beiden Vorjahren wurde am Tidewehr Herbrum die Erfassung aufsteigender Glasaale mittels Handkescher in der Aalfangrinne zur Entwicklung eines aufwandsbezogenen Index verfolgt, während parallel am Stauwehr Bollingerfähr die quantitative Untersuchung aufsteigender Aale mittels Aalleiter nach bewährtem Muster erfolgte (Salva *et al.*, 2014; 2015).

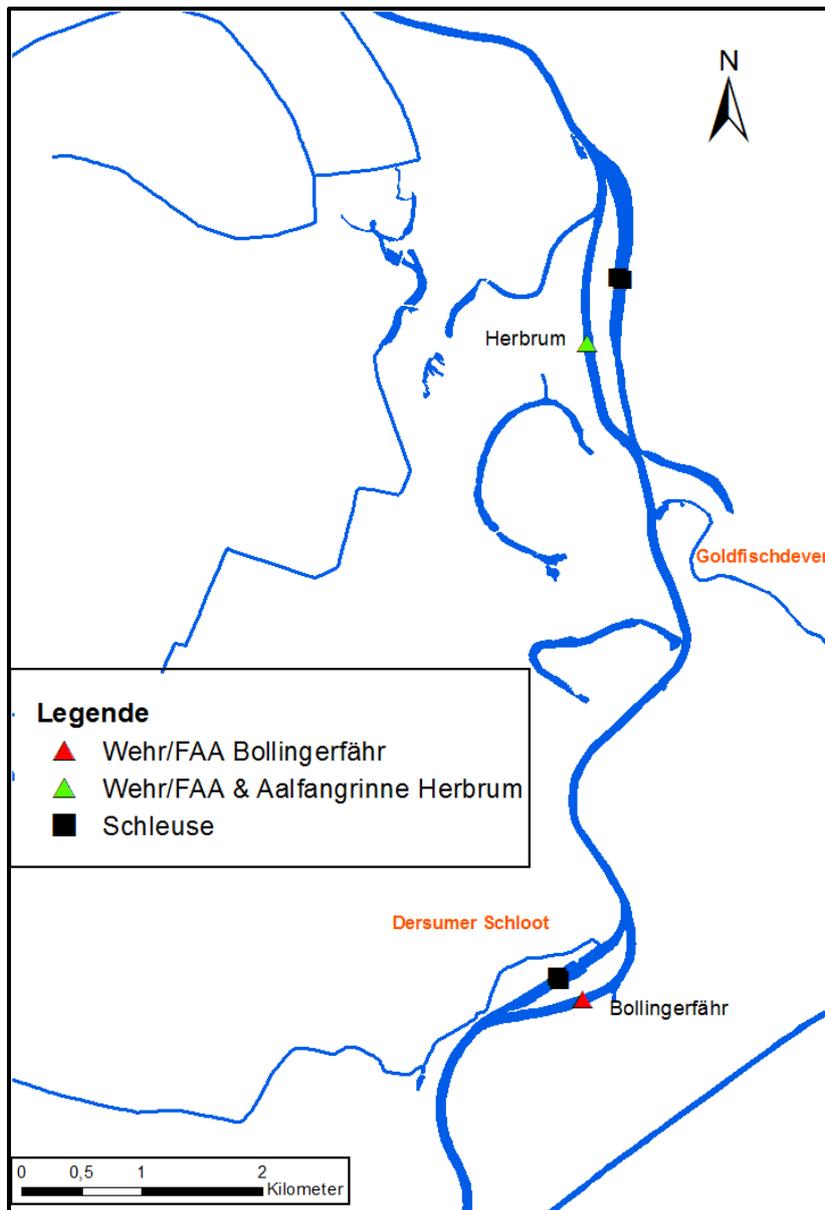


Abbildung 1: Lage der Monitoringstandorte an den Fischeaufstiegsanlagen (FAA) der beiden Wehre Herbrum und Bollingerfähr. Dargestellt sind ferner die Schleusenkanäle und die beiden zwischen den Wehren einmündenden Seitengewässer Dersumer Schloot und Goldfischdever (Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2016 LGLN).

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.

## **2.1 Monitoring am Tidewehr Herbrum**

### **2.1.1 Tidewehr Herbrum, Fischaufstiegsanlage und Aalfangrinne**

Die allgemeine Lage des Tidewehres Herbrum ist in Abbildung 1 und die detaillierte Lage der Fischaufstiegsanlage (FAA) in vorangegangenen Berichten dargestellt (Salva *et al.*, 2014; 2015).

Parallel zur FAA verläuft die Aalfangrinne (Abbildung 2), die dem gezielten Fang aufsteigender Glasaale unterhalb des Wehres Herbrum diene. Die Aalfangrinne und die FAA steigen vom Unterwasser heran 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 2: Blick flussabwärts auf die Fischaufstiegsanlage am Tidewehr Herbrum und die parallel dazu verlaufende Aalfangrinne bei Niedrigwasser (Quelle: Landesfischereiverband Weser-Ems).

### **2.1.2 Arbeitsziele**

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

- In welchen Monaten (Zeitfenster) im Jahr erfolgt der Aufstieg?
- Welche Größen an Jungaalen (Glas- und Steigaale) steigen auf bzw. sind mit den einzelnen Methoden nachweisbar?
- Welche Mengen je Kescherzug sind zu erwarten?

- Welche Relation gibt es zwischen Fängen mittels Kescherzügen, der Aalleiter und Sichtbeobachtungen zum Aufstieg (Häufigkeitskategorien)?

### 2.1.3 Aalfang und Datenerhebung bei Herbrum

Die Erfassung aufsteigender Aale am Tidewehr Herbrum erfolgte analog der Untersuchung in den beiden Vorjahren mit Hilfe standardisierter Kescherzüge, da die derzeitigen Tideverhältnisse den Einsatz von Aalleitern, mit denen die quantitative Erfassung des Aalaufstiegs über einen bestimmten Zeitraum andernfalls möglich ist, nicht erlauben (Salva *et al.*, 2014; 2015). Zum Einsatz kam ein Aquarienkescher der Abmessungen 25 x 17 cm. Zudem werden die Fischaufstiegsanlage (FAA) mit der Aalfangrinne und sogar das Wehr zeitweise überstaut, so dass aufsteigende Aale mit dem auflaufenden Wasser über das Wehr aufsteigen können, wobei sie nicht erfasst werden können. Die Beprobung erfolgte je Untersuchungsperiode zunächst in 7 Tagen um die Springtiden herum, wurde aber im Mai um 1 bis 2 Tage verlängert. Mit im Jahresverlauf fortschreitender Tageslänge jedoch fielen zunehmend die Tiden auf den Tag, woraus kürzere Perioden resultierten. Insgesamt erstreckten sich die Untersuchungen auf 60 Kontrolltage im 135 Tage umfassenden Zeitraum vom 04.04. bis zum 16.08.2016, wobei zwischen Anfang April und Ende Juli (04.04. – 24.07.2016) 8 Untersuchungsperioden liegen, die um eine Untersuchung über 3 Tage Mitte August (Periode IX, 16. – 18.08.; Tabelle 2) ergänzt wurden.

Tabelle 2: Übersicht über die 9 Untersuchungsperioden (römische Zahlen) mit den jeweiligen Kontrolltagen und die Springtiden. Im Untersuchungszeitraum vom 04.04. bis zum 24.07.2016 liegen 8 Springtiden, um die herum je eine Untersuchungsperiode liegt, darüber hinaus wurde Mitte August eine weitere Springtide (18.08.2016) als Zusatz beprobt.

Untersuchungsperiode (Nr. Kontrolltag)	Datum von	Datum bis	Tag Springtide	der Vollmond N=Neumond
I (1–7)	04.04.	10.04.	07.04.	N
II (8–14)	19.04.	25.04.	22.04.	V
III (15–22)	03.05.	10.05.	06.05.	N
IV (23–31)	18.05.	26.05.	21.05.	V
V (32–33)	05.06.	06.06.	05.06.	N
VI (34–41)	17.06.	24.06.	20.06.	V
VII (42–49)	01.07.	08.07.	04.07.	N
VIII (50–57)	17.07.	24.07.	20.07.	V
IX (58–60)	16.08.	18.08.	18.08.	V

Die Durchführung der Handzüge (Hols) während eines Kescherzuges entspricht der Vorgehensweise im Vorjahr (Salva *et al.*, 2015). Während aller Kescherzüge betrug die Länge der befischbaren Strecke der Aalfangrinne bei auflaufendem Wasser unverändert 2 Meter und die Dauer etwa 3 Minuten. Wie im Vorjahr wurden während einer Tide an bis zu 4 Fixpositionen Kescherzüge in der Aalfangrinne durchgeführt, woraus eine Maximalzahl von 4 Kescherzügen je Tide resultiert (Salva *et al.*, 2015). Zudem wurde wie in den Vorjahren die gesamte Wehranlage immer auch intensiven Sichtbeobachtungen unterzogen, wobei die Glasaalbeobachtungen in 4 Häufigkeitskategorien eingeteilt wurden (Salva *et al.*, 2014; 2015).

Erfasste abiotische Daten umfassen Luft- und Wassertemperatur (Unter- und Oberwasser, °C), Mondphase, Bewölkungsgrad, Niederschlags- und Windverhältnisse (vgl. Kapitel 7.1,

Anhang Herbrum 2). Pegeldata werden im Jahr 2016 nicht mehr vom Wasser- und Schifffahrtsamt für den Standort erfasst und können daher nicht aufgenommen werden.

Die gefangenen Aale wurden im Rahmen der parallel durchgeführten Fang-Markierungs-Wiederfang-Studie im Oberwasser des Tidewehres Herbrum ausgesetzt (Simon *et al.*, 2016).

## **2.2 Monitoring am Stauwehr Bollingerfähr**

### **2.2.1 Stauwehr Bollingerfähr und Fischaufstiegsanlage**

Die allgemeine Lage des Stauwehres Bollingerfähr ist in Abbildung 1 und die detaillierte Lage der Fischaufstiegsanlage in bisherigen Berichten dargestellt (LFV Weser-Ems, 2013; Salva *et al.*, 2014; 2015). Auf der rechten Uferseite befindet sich ein alter Beckenpass, der im Jahr 2006 unter Mitarbeit des Landesfischereiverbandes Weser-Ems ertüchtigt wurde.

### **2.2.2 Arbeitsziele**

Mit der Untersuchung zum Glas- und Steigaalaufstieg am Standort Bollingerfähr im Jahr 2016 sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- 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 in den Vorjahren mit Hilfe einer Aalleiter (Abbildung 3), die 2013 eigens für die Untersuchungen hergestellt worden war und die innerhalb der FAA eingesetzt wird. Die zur Installation erforderlichen temporären Umbauten innerhalb der Fischaufstiegsanlage entsprachen den Maßnahmen ab 2014 (Salva *et al.*, 2014; 2015).



Abbildung 3: Aalleiter in der FAA am Stauwehr Bollingerfähr (Quelle: LAVES).

Erfasste abiotische Daten umfassen Luft- und Wassertemperatur (°C), Mondphase, Bewölkungsgrad, Niederschlags- und Windverhältnisse (vgl. Kapitel 7.2, Anhang Bollingerfähr 2). Biotische Daten umfassen die Anzahl sowie die Größe der nachgewiesenen aufsteigenden Aale bis 10 cm Länge sowie die Anzahl aufsteigender größerer Aale (Salva *et al.*, 2015). Alle gefangenen Aale wurden im Oberwasser des Stauwehres Bollingerfähr wieder ausgesetzt.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Monitoring am Tidewehr Herbrum

Das Monitoring zum Glas- und Steigaalaufstieg am Wehrstandort Herbrum begann am 04.04.2016 bei 11,4 °C Wassertemperatur (Wehrunterwasser). Über den gesamten Untersuchungszeitraum von 135 Tagen (04.04. – 16.08.2016) konnten an insgesamt 60 Kontrolltagen mittels Kescherzügen 1.569 Aale zwischen 6 und 10 cm nachgewiesen werden.

Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die monatliche Verteilung der nachgewiesenen Glas- und Steigaale.

Tabelle 3: Während des Glas- und Steigaalmonitorings am Tidewehr Herbrum insgesamt mittels Kescherzügen nachgewiesene Stückzahlen für den Fangzeitraum 04.04. – 16.08.2016.

Monat Kontrolltage	April 14	Mai 17	Juni 10	Juli 16	August 3	2016 60
Anzahl Aale						gesamt
bis 10 cm	206	1.333	15	15	0	1.569
größer 10 cm	0	0	0	0	0	0
gesamt	206	1.333	15	15	0	1.569

Die ersten Aale wurden bereits in der ersten Untersuchungsperiode nachgewiesen (04. – 10.04., Tabelle 4), in der insgesamt 41 Stück, im Mittel 1,5 Aale je Kescherzug (Maximum 10 Aale) und rund 6 Aale je Kontrolltag (Maximum 14 Aale) gefangen wurden. In Periode II (19.04. – 25.04.) wurden 165 Aale gefangen, wobei hier im Mittel fast 6 Aale je Kescherzug (Maximum 31 Aale) bzw. 17 Aale je Kontrolltag (Maximum 60 Aale) nachgewiesen werden konnten. In Untersuchungsperiode III (03.05. – 10.05.) traten mit insgesamt 1.093 Aalen die höchsten Fänge auf. Durchschnittlich wurden 34 Aale je Kescherzug (Maximum 104 Individuen) und annähernd 137 Aale pro Tag (Maximum 238 Stück) gefangen. In Periode IV (18.05. – 26.05.) wurden noch 240 aufsteigende Aale festgestellt, wobei der Fang mit im Mittel annähernd 7 Tieren je Kescherzug (Maximum 47 Aale) und annähernd 27 Aalen je Fangtag (Maximum 93 Stück) deutlich niedriger als in Periode III lag. Ab Juni 2016 (Periode V, 05.06. – 06.06.) konnten nur noch vereinzelt aufsteigende Aale im Fang verzeichnet werden (Maximum 11 Tiere pro Kontrolltag). Auch in den nachfolgenden Untersuchungsperioden (Periode VI bis IX) traten, wenn überhaupt, nur noch Einzelfänge auf. So wurden in den Untersuchungszeiträumen 17.06. – 24.06. und 16.08. – 18.08. (Perioden VI und IX) gar keine Fänge mehr verzeichnet.

Tabelle 4: Verteilung aller mittels nächtlicher Kescherzüge über die 9 Untersuchungsperioden in der Aalfangrinne nachgewiesenen Aale bis 10 cm Länge (N = 1.569). Dargestellt sind die Zahl der Kescherzüge und die je Kescherzug, je Kontrolltag sowie je Kescherzug und Kontrolltag gefangenen Aale.

Untersuchungsperiode						Aale je Kescherzug	Aale je Kontrolltag	Aale je Kescherzug und Kontrolltag
Nr.	Datum von	Datum bis	Anzahl der Kescherzüge	Kontrolltage mit Kescherzügen	Anzahl Aale	Mittelwert: (Minimum-Maximum):		
I	04.04.	10.04.	28	7	41	1,5 (0–10)	5,9 (0–14)	1,5 (0–3,5)
II	19.04.	25.04.	28	7	165	5,9 (0–31)	17,3 (2–60)	4,3 (0,5–15,0)
III	03.05.	10.05.	32	8	1.093	34,2 (0–104)	136,6 (0–238)	34,2 (0–59,5)
IV	18.05.	26.05.	36	9	240	6,7 (0–47)	26,7 (0–93)	6,6 (0–23,3)
V	05.06.	06.06.	8	2	15	1,9 (0–5)	7,5 (4–11)	1,9 (1–2,8)
VI	17.06.	24.06.	32	8	0	0	0	0
VII	01.07.	08.07.	24	8	9	0,4 (0–3)	1,1 (0–3)	0,4 (0–1,0)
VIII	17.07.	24.07.	24	8	6	0,3 (0–2)	0,8 (0–2)	0,3 (0–0,7)
IX	16.08.	18.08.	9	3	0	0	0	0

Die Sichtbeobachtungen bestätigen grundsätzlich die Ergebnisse der Kescherzüge (Tabelle 5), wobei Aale nur innerhalb der Untersuchungsperiode III vermerkt wurden, in der auch die stärksten Fänge erfolgten. Hierbei wurden an den Tagen mit den höchsten Fängen (06.05. bis 10.05.) auch vermehrt Aale im Unterwasser visuell erfasst.

Tabelle 5: Ergebnisse der Sichtbeobachtungen zum Glas- und Steigaalaufkommen im Unterwasser des Wehres Herbrum im Jahr 2016.

Periode	Datum	Sichtbeobachtungen
I	04.04.–10.04	keine
II	19.04.–25.04.	keine
III	03.05.–05.05. 06.05.–07.05. 08.05.–10.05.	keine viele wenige
IV	18.05.–26.05.	keine
V	05.06.–06.06.	keine
VI	17.06.–24.06.	keine
VII	01.07.–08.07.	keine
VIII	17.07.–24.07.	keine
IX	16.08.–18.08.	keine

Während der gesamten Untersuchungskampagne konnten allerdings keine Massenansammlungen wie beispielsweise im Jahr 2013 (LFV Weser-Ems, 2013) 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 5).

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 4). Der überwiegende Teil aller Aale bis 10 cm Länge bestand aus Glasaalen. Nur 2 Aale (0,13 %) der Fraktion bis 10 cm Länge waren bereits pigmentierte Steigaale, die zugleich mit einer Länge von 10 cm die beiden größten Tiere repräsentierten. Der Nachweis dieser beiden Aale erfolgte am 19.04. bzw. 06.05.2016.

Der letzte Glasaalnachweis im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfolgte am 24.07.

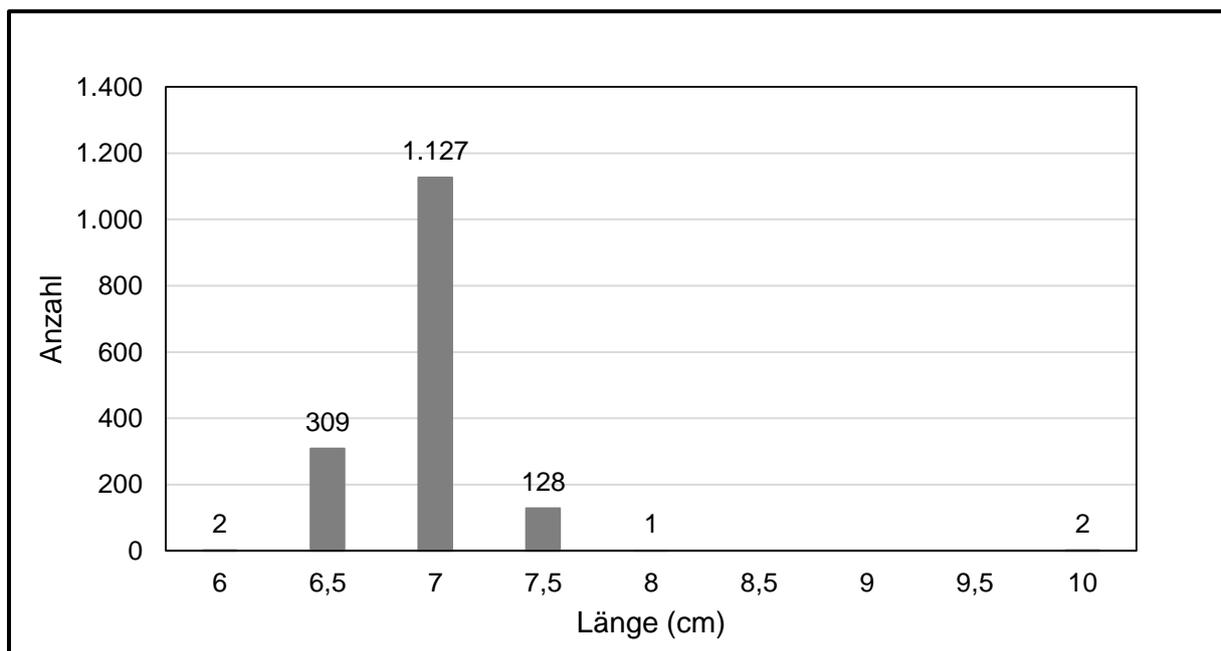


Abbildung 4: Längenhäufigkeitsverteilung ausgezählter Individuen bis 10 cm Länge am Stauwehr Herbrum (N = 1.569).

Im Folgenden werden abiotische Parameter betrachtet (vgl. Kapitel 2.1.3 und Kapitel 7.1, Anhang Herbrum 2). Der Aufstieg am Standort Herbrum war im Vergleich zum Vorjahr (516 Aale) erhöht, erfolgte aber weiterhin auf einem niedrigen Niveau. Während im Jahr 2014 noch drei deutliche Peaks in den Aufstiegszahlen erkennbar waren (Salva *et al.*, 2014), war im Jahr 2015 lediglich ein geringfügiger Anstieg in den Aufstiegszahlen für Anfang Mai erkennbar. Der diesjährige Aufstieg war wiederum durch drei Peaks gekennzeichnet, die sich auf Mitte April, Anfang und Ende Mai verteilten (Abbildung 5). Für die übrigen Zeiträume sind keine merklichen Veränderungen im Aufstieg ersichtlich.

Eine Relation zum Verlauf der Wassertemperatur des Unterwassers (Abbildung 5) wird nicht zweifelsfrei deutlich, allerdings folgen die Aufstiegszahlen in Periode III und IV zeitweise den Verlaufskurven der Wassertemperatur.

Die vorliegenden Untersuchungen begannen bei 11,4 °C Wassertemperatur, die ersten Aale wurden bereits am 06.04. bei 10,9 °C Wassertemperatur gefangen. Damit bewegten sich die

Temperaturen des Unterwassers immer oberhalb von 10 °C als der Mindesttemperatur, ab der historisch der Beginn stärkerer Glasaalaufstiege bei Herbrum beschrieben wurde (Meyer-Waarden, 1952; Schmeidler, 1957).

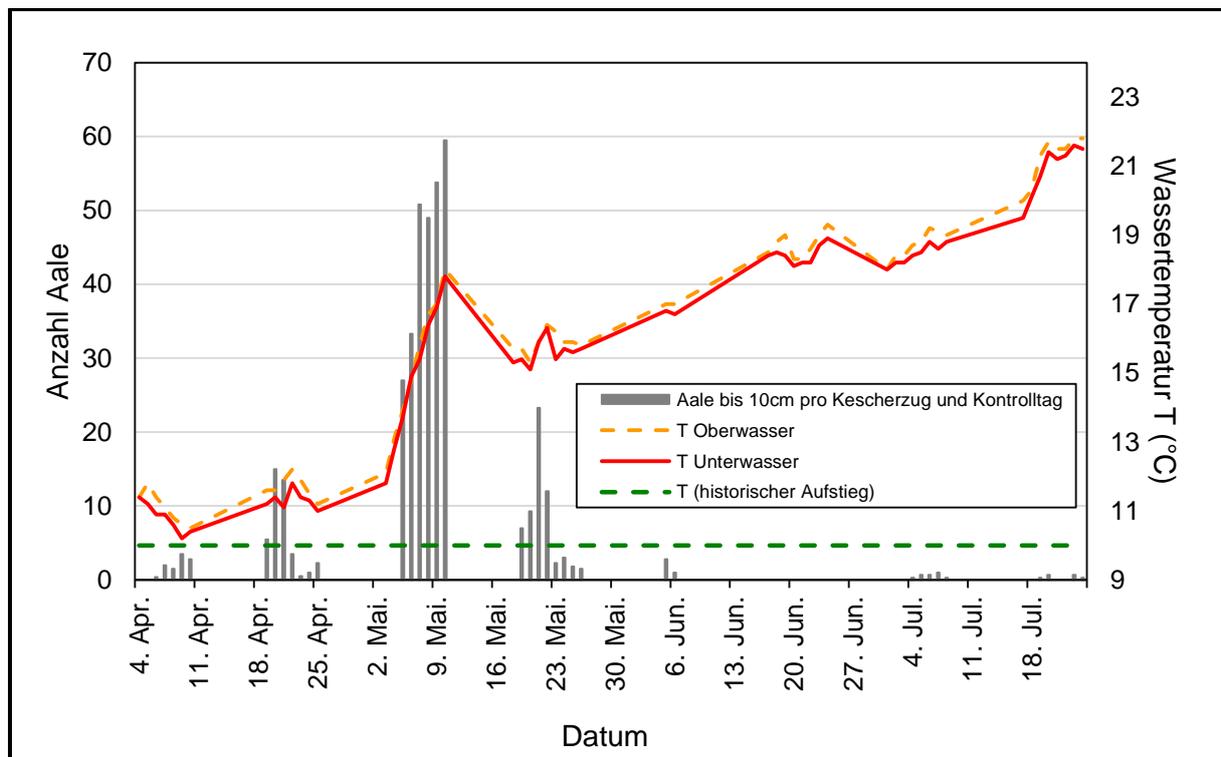


Abbildung 5: Aalaufstieg bei Herbrum (Aale je Kescherzug und Kontrolltag) sowie Temperaturverlauf. Die Temperaturen von Ober- und Unterwasser liegen im gesamten Untersuchungszeitraum über der für den historischen Aalaufstieg als relevant beschriebenen Temperatur von 10 °C (grüne Linie).

(Unter- und Oberwasser) über den Untersuchungszeitraum (04.04 – 24.07.). Die Unterwassertemperaturen lagen von Beginn der Untersuchung (04.04.) oberhalb von 10 °C (grüne Linie, Abbildung 5) als der für den historischen Aufstieg beschriebenen Mindesttemperatur, ab der früher ein nennenswerter Aalaufstieg erfolgte (Schmeidler, 1963).

### 3.2 Monitoring am Stauwehr Bollingerfähr

Das Monitoring des Glas- und Steigaalaufstiegs in der Fischaufstiegsanlage am Stauwehr Bollingerfähr begann am 10.05.2016 bei 17,5 °C Wassertemperatur. Über den gesamten Untersuchungszeitraum von 139 Tagen (10.05. – 25.09.2016) wurde die Aalleiter 102-mal gestellt (Tabelle 6). Während dieser 102 Kontrolltage konnten 968 Aale zwischen 5,5 und 10 cm und 3.479 Aale größer 10 cm Länge nachgewiesen werden. Hiervon entfiel im Juni ein Kontrolltag auf den helllichten Tag, bei dem 116 Aale nachgewiesen wurden (davon waren 13 Aale kleiner 10 cm). Vom 25. bis 27.06.2016 war der untere Dammbalkenverschluss in Höhe der Aalleiter infolge eines erhöhten Niederschlages überstaut und konnte von den Aalen überwunden werden. Zumindest am 25.06. wurden Aale unterhalb des oberen Dammbalkenverschlusses beobachtet, so dass zumindest einmalig Jungaale an der Aalleiter vorbei gelangen konnten.

Tabelle 6: Während des Glas- und Steigaalmonitorings am Stauwehr Bollingerfähr nachgewiesene Stückzahlen für den Fangzeitraum 10.05.–25.09.2016. Die Zahl gibt die Anzahl der Kontrolltage an. Ein Kontrolltag umfasst jeweils die Zeit vom Stellen bis zum Heben der Aalleiter.

Monat Kontrolltage	Mai 13	Juni 29	Juli 31	August 18	September 10	2016 101
(tagsüber)	(0)	(1)	(0)	(0)	(0)	(1)
Anzahl Aale						Gesamt
bis 10 cm	86	731	335	134	34	1.320
größer 10 cm	162	2.541	638	114	41	3.496
Gesamt	248	3.272	973	248	75	4.816

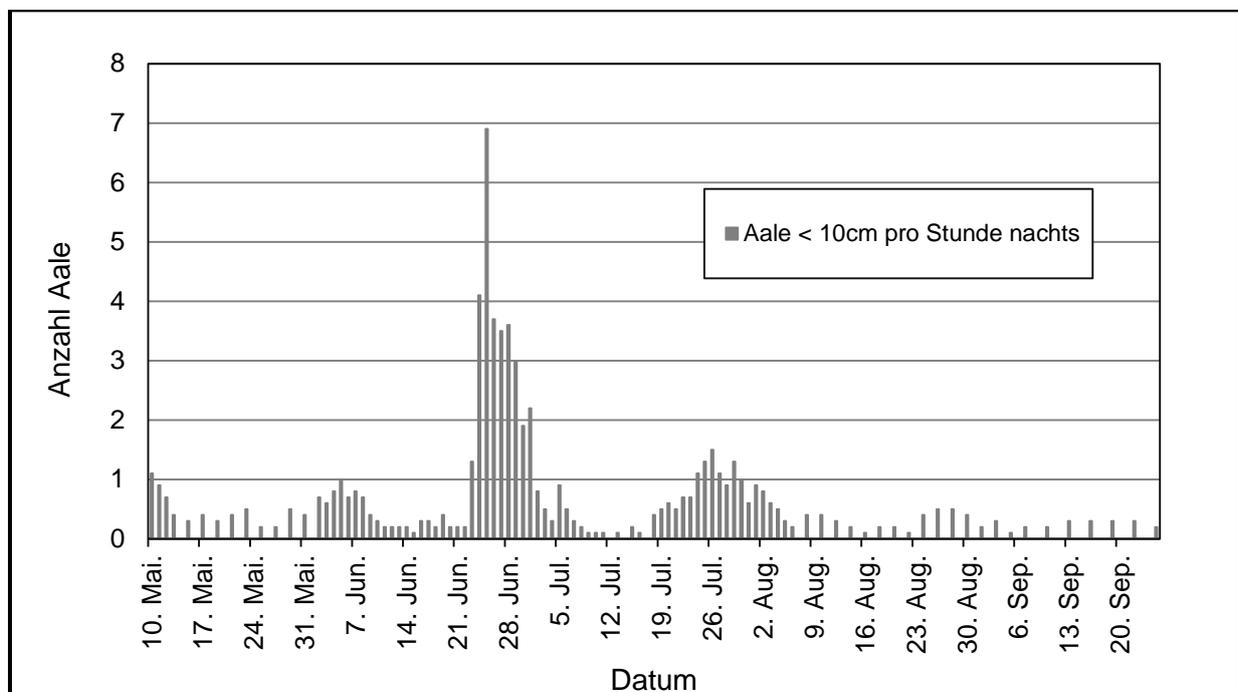


Abbildung 6: Verteilung der Nachweise von Steigaalen bis 10 cm Länge am Stauwehr Bollingerfähr über den Untersuchungszeitraum vom 10.05 bis 25.09.2016 (N = 1.307). Dargestellt sind die Nachtfänge.

Der Anteil an Aalen bis 10 cm Länge betrug 21,8 % (968 Tiere). Im Wesentlichen fand der Aufstieg während der Nacht statt. Tagsüber wurde nur ein geringer Aufstieg beobachtet. Lediglich nach dem erhöhten Niederschlagsereignis am 25.06.2016 konnten zahlreiche Tiere tagsüber vor der oberen Absperrung (untere Absperrung wurde überflutet!) in der Fischaufstiegsanlage am 26.06.2016 gesichtet werden.

Im Vergleich zur Untersuchung im Vorjahr war der Aufstieg von Aalen der kleineren Größenfraktion geringfügig erhöht (968 zu 876 Stück), jedoch deutlich geringer als der Aufstieg 2013 oder 2014. Lag der Aufstieg im Juli/August 2014 bei teilweise bis zu 300 Individuen pro Stunde, so konnten im diesjährigen Untersuchungszeitraum maximale Fänge von etwa 3–4 Aalen/Stunde (einmalig 7 Stück/Stunde) verzeichnet werden (Abbildung 6).

Wie die Längenhäufigkeitsverteilung zeigt (Abbildung 7), dominierten in der Fraktion der kleinen Aale erneut Tiere mit einer Länge von 8 cm (238 Individuen). Diese Längenklasse war auch bei den vorherigen Untersuchungen der Jahre 2013–2015 die dominierende Fraktion. Bei der diesjährigen Untersuchung hatten jedoch auch die Tiere mit einer Körperlänge von 7 cm mit 218 Stück einen vergleichbar hohen Anteil.

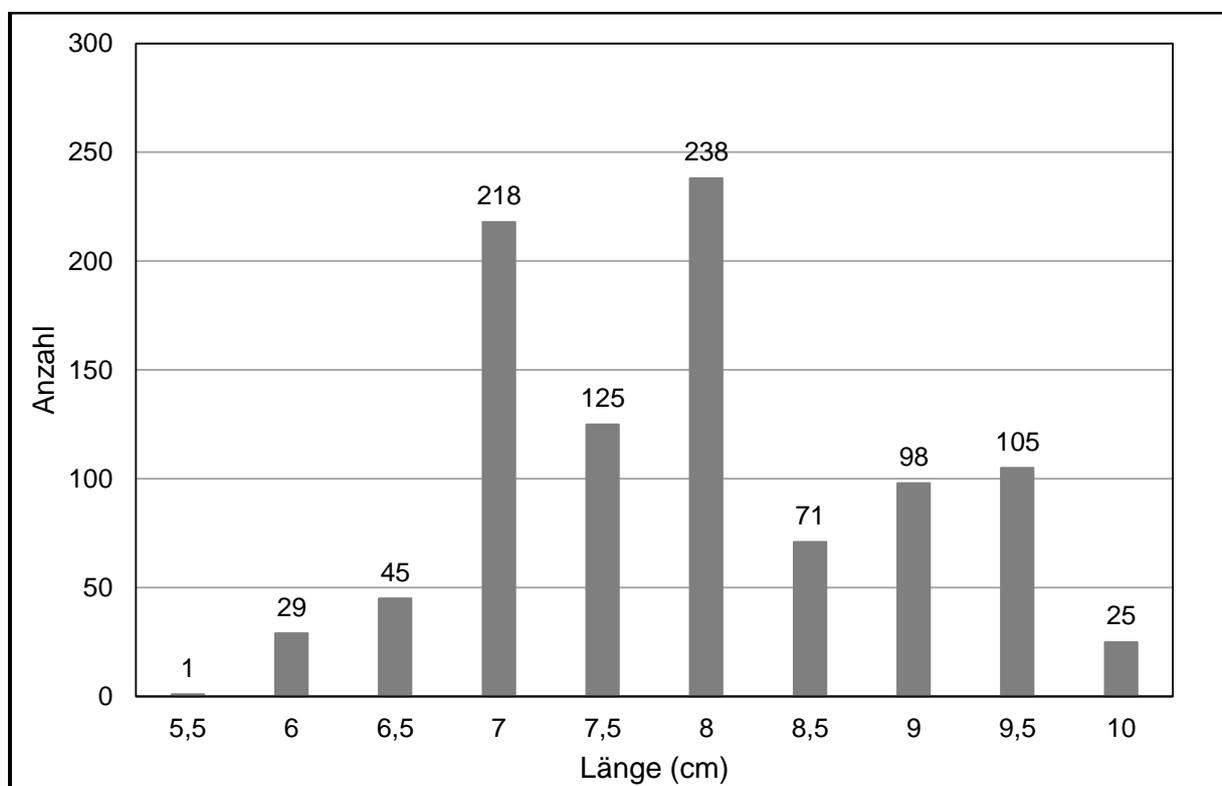


Abbildung 7: Längenhäufigkeitsverteilung ausgezählter Individuen (Nachtfänge) bis 10 cm Länge am Stauwehr Bollingerfähr (N = 955).

Die meisten der Aale bis 10 cm Gesamtlänge und alle Aale über 10 cm Gesamtlänge waren bereits pigmentiert. Unpigmentierte Glasaale wurden von Beginn des Monitorings bis Mitte August nachgewiesen, wobei sie zunächst nur vereinzelt vom 10.05. bis zum 08.06.2016 im Fang auftraten (Abbildung 8). Zwischen dem 09.06. und 22.06. wurden keine Glasaale nachgewiesen, am 23.06. trat 1 Glasaal im Fang auf. Vom 24.06. – 01.07. erfolgte ein verstärkter Glasaalaufstieg mit bis zu 32 Individuen pro Kontrolltag. Ab dem 02.07. gingen die Glasaalfänge wieder deutlich zurück und es konnten nur noch Einzeltiere erfasst werden. Am 15.08. wurde letztmalig ein unpigmentierter Aal festgestellt. Während des gesamten Untersuchungszeitraumes wurden insgesamt 294 unpigmentierte Glasaale nachgewiesen.

Hiervon entfielen 2 Tiere auf die Tageskontrolle am 27.06.2016. Verglichen mit den Vorjahren 2014 und 2015 (95 bzw. 68 Individuen) war die Zahl unpigmentierter Tiere merklich höher. Prozentual lag der relative Anteil der Glasaale mit 30,37 % an der Gesamtzahl der Tiere bis 10 cm damit deutlich höher als 2015 (7,76%).

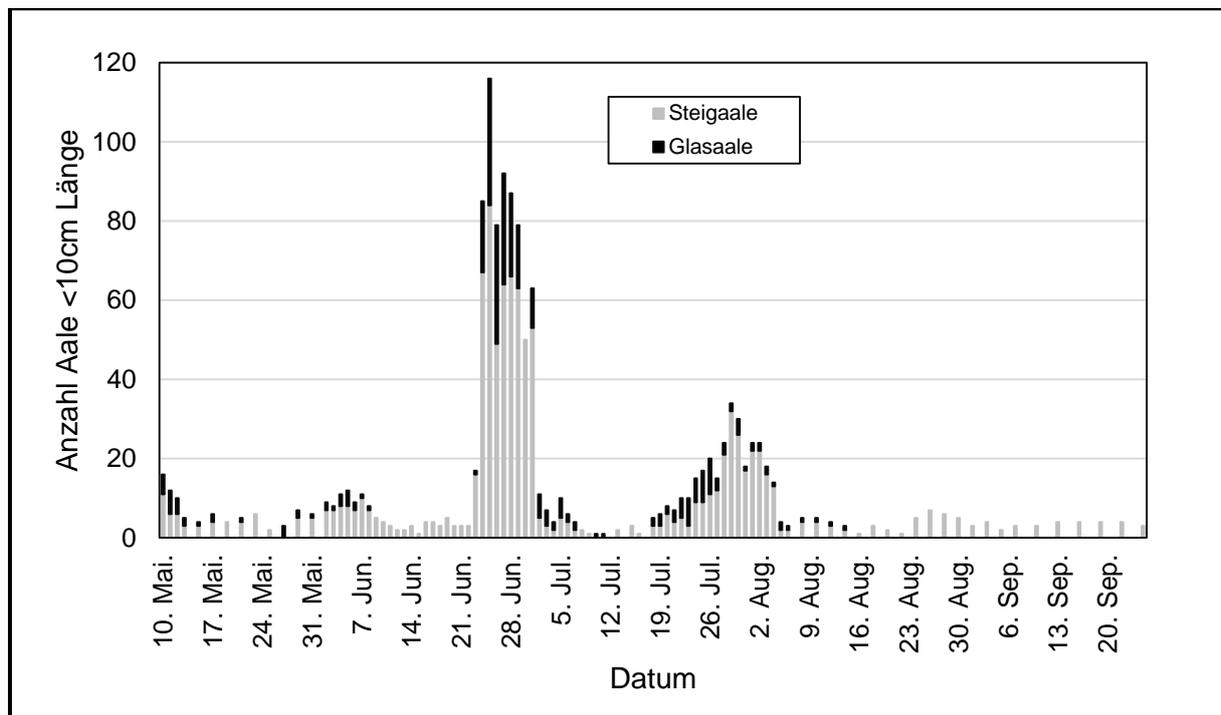


Abbildung 8: Verteilung der während des Steigaalmonitorings 2016 am Stauwehr Bollingerfähr nachgewiesene Glas- und Steigaale unter 10 cm Länge (ausgewertete Stichprobengröße (N = 1.307). Glasaale traten vom 10.05. bis zum 15.08.2016 (mit einer Unterbrechung vom 09.06. bis zum 22.06.) im Fang auf.

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 in den Vorjahren, mit Ausnahme der Temperatur kein Zusammenhang erkannt werden. Hingegen ließ sich bei Temperaturen ab 20 °C eine erhöhte Aufstiegsaktivität vor allem dann beobachten, wenn die Wassertemperatur weiter anstieg (Abbildung 9). Insbesondere die Temperaturanstiege Anfang und Ende Juni sowie Ende Juli auf bis zu 22,8 °C Wassertemperatur (22.07.2016) wurden von einer Zunahme der Aufstiegszahlen begleitet, wenn auch das Aufstiegs geschehen insgesamt auf einem niedrigen Niveau blieb. So war der Aufstieg insgesamt deutlich geringer als 2014 (Salva *et al.*, 2014), jedoch etwas erhöht im Vergleich zum Jahr 2015 (Salva *et al.*, 2015). So betrug der Tagesfang 2014 mehr als 4.000 Tiere. 2015 konnten maximal 77 Aale festgestellt werden. Der diesjährige Fang betrug dagegen maximal 406 Individuen (25.06.2016).

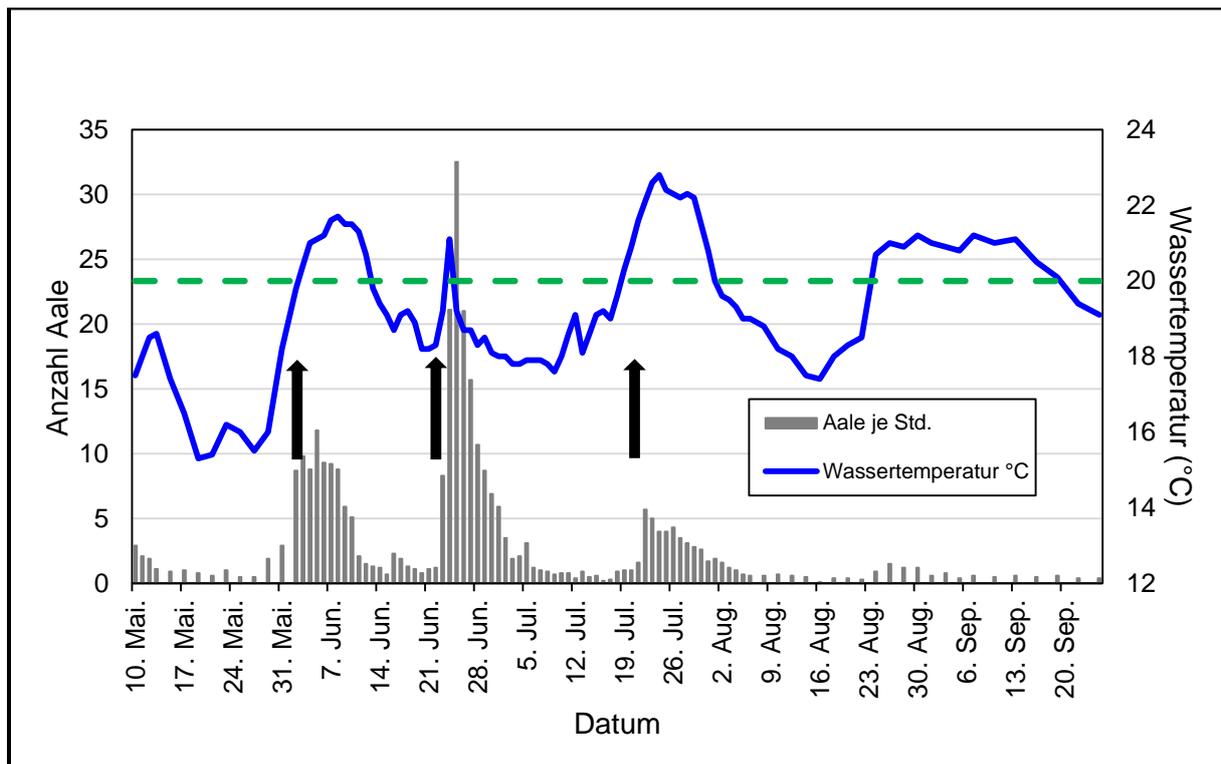


Abbildung 9: Aalaufstieg bei Bollingerfähr als Einheitsfang (Aale je Stunde) und Temperaturverlauf über den Untersuchungszeitraum). Bei Wassertemperaturen oberhalb von 20 °C (grüne Linie) wird ein Anstieg der Temperatur regelmäßig von einem erhöhten Aalaufstieg begleitet (Pfeile).

Zu keinem Zeitpunkt konnten kleine Aale im Schleusenbereich visuell erfasst werden. Der insgesamt geringe Aufstieg im Jahr 2016 wurde wie auch im Vorjahr nicht durch das Auftreten von Aalen im Schleusenbereich begleitet.

## 4 Diskussion

Mit der vorliegenden Untersuchung fand zum vierten Mal ein quantitatives Monitoring des Aufstiegs von Glas- und Steigaalen in der Ems am Standort Bollingerfähr und zum dritten Mal eine Erfassung des Glasaalaufkommens am Standort Herbrum mit dem Ziel statt, die Grundlagen für die Erstellung eines aufwandsbezogenen Index zu schaffen.

In den Vorjahren war die Beobachtung gemacht worden, dass etwa 2–3 Monate nach dem Auftreten erhöhter Mengen Glasaale am Tidewehr Herbrum das Aufkommen junger Steigaale am 6,4 km flussabwärts liegenden Stauwehr Bollingerfähr anstieg. Diese Beobachtung konnte 2016 grundsätzlich wieder bestätigt werden. Am Tidewehr Herbrum war der Aalaufstieg 2016 in den Monaten April und Mai, am Stauwehr Bollingerfähr dagegen in den Monaten Juni und Juli erhöht.

2016 vollzog sich der Aufstieg, wie im Vorjahr, auf einem geringen Niveau. Zwar waren die Aufstiegszahlen 2016 gegenüber 2015 etwas erhöht, doch lagen die Ergebnisse weit hinter den Fängen der Jahre 2013 und 2014 zurück. Die Zahlen aufsteigender Aale bis 10 cm Länge, die in den Vorjahren noch am Standort Bollingerfähr festgestellt werden konnten (annähernd 15.000 Stück zzgl. einer unbekanntem Anzahl, die die Aalleiter umgingen, 2013 und annähernd 43.000 Stück 2014), waren 2015 mit 875 Stück deutlich unterschritten worden (Salva *et al.*, 2015) und lagen 2016 mit 968 Stück in einer vergleichbar niedrigen Größenordnung.

Der diesjährige Aufstieg von Aalen größer 10 cm Länge am Stauwehr Bollingerfähr war dagegen im Vergleich zu den Vorjahren mit 3.479 Stück deutlich erhöht (1.185 Stück 2013, 664 Stück 2014 und 613 Stück 2015). Wahrscheinlich haben sich diese Tiere also aus den Vorjahren mit höherem Aufkommen rekrutiert.

Der zeitliche Schwerpunkt des Glasaalaufstiegs bei Herbrum entsprach damit sowohl historisch belegten Zeiträumen (Schmeidler, 1957; 1963) als auch denen der Untersuchungen aus den Vorjahren (LFV Weser-Ems, 2008; 2013; Salva *et al.*, 2014; 2015).

Am Tidewehr Herbrum wurden 2016 1.569 Aale unter 10 cm Länge gefangen, wobei im Mittel 34,2 Aale je Kescherzug und Kontrolltag in der Untersuchungsperiode mit dem stärksten Aufstieg erzielt wurden (Periode III, 1.093 Aale in 8 Kontrolltagen, davon erfolgte ein Fang nur an 6 Kontrolltagen; Tabelle 3). Dies stellt gegenüber dem Vorjahr, in dem rund 500 Aale unter 10 cm Länge (im Mittel 8,5 Aale je Kescherzug und Kontrolltag in der Untersuchungsperiode mit dem stärksten Aufstieg, Periode II, 367 Aale in 11 Kontrolltagen; Salva *et al.*, 2015) gefangen wurden, eine Steigerung dar und lag insgesamt in einer ähnlichen Größenordnung wie 2014 (1.750 Aale). Die Frequenz der Kontrolltage um die Springtiden war dabei vergleichbar mit 2014, erstreckte sich aber auf maximal 9 Tage wohingegen die Frequenz 2015 bis zu 11 Tage betrug.

Der Vergleich der 2016 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 gemäß den Sichtbeobachtungen im Jahr 2016 bei weitem nicht die Menge wie 2014 oder gar 2013. Ein derart geringes Aufstiegs geschehen ließ sich mittels Sichtbeobachtungen nicht weiter differenzieren.

Zu keinem Zeitpunkt konnten im Schleusenbereich aufsteigende Aale beobachtet werden. Dies lässt sich ebenfalls mit einem nur geringen Gesamtaufstieg in der Ems 2016 erklären. Grundsätzlich ist Aalen der Aufstieg über Schleusenkanäle an beiden Wehren vorbei möglich (Abbildung 1, Seite 4). 2014 konnten dementsprechend Aale im Schleusenkanal nachgewiesen werden.

Im Hinblick auf den Einfluss abiotischer Faktoren auf die Wanderaktivität von Jungaalen bestätigen die diesjährigen Beobachtungen weitgehend die Befunde aus den Vorjahren. Am Stauwehr Bollingerfähr zeigt der Aalaufstieg grundsätzlich eine positive Korrelation mit der Wassertemperatur (LFV Weser-Ems, 2013; Salva *et al.*, 2014; 2015). 2015 trat der Einfluss nicht so klar hervor wie in den beiden Vorjahren, was vermutlich auch durch die insgesamt geringen Aufstiegszahlen bedingt ist. Dagegen konnte dieser Zusammenhang 2016 – trotz ebenfalls geringem Aufstiegsniveau – besser nachvollzogen werden. So wird der Anstieg in den Aufstiegszahlen im Juni und Juli immer durch Temperaturanstiege oberhalb der 20°C-Marke begleitet (Abbildung 9).

Ein Einfluss sowohl der Unterwassertemperatur als auch des Unterwasserpegels auf den Aalaufstieg am Tidewehr Herbrum war in der Vergangenheit weniger eindeutig. Nur in der Periode mit dem stärksten Aalaufkommen war der Aufstieg 2014 und 2015 sowohl mit dem Pegelstand als auch mit der Wassertemperatur des Unterwassers dahingehend positiv korreliert, dass der Aufstieg – auf geringem Niveau – mit beiden Parametern anstieg. Da 2016 keine Pegeldata seitens des Wasser- und Schifffahrtamtes für Herbrum mehr erhoben wurden, kann die Betrachtung nur bezüglich der Wassertemperatur erfolgen. Festgestellt werden konnte, dass das stärkste Aufstiegs geschehen mit einem Temperaturanstieg zusammenfiel. Vor dem Hintergrund des 2016 weiterhin insgesamt geringen Aalaufkommens sind weitere Analysen zunächst nicht möglich.

Meyer-Waarden (1953) sieht einen grundsätzlichen Einfluss der Wassertemperatur auf den historischen Glasaalaufstieg darin begründet, dass das abströmende Wasser 0,5 °C kälter als das Flutwasser ist (Salva *et al.*, 2014; 2015). Demnach könnte die geringfügig höhere Temperatur des auflaufenden Flutwassers der mögliche "Trigger" für Glasaale sein, an dem sie früher die auflaufende Flut frühzeitig wahrnahmen. 2014 konnte der von Meyer-Waarden (1953) benannte Temperaturunterschied in der Form eines 0,5 °C wärmeren Unterwassers nicht bestätigt werden, was allerdings vermutlich methodisch bedingt war (Salva *et al.*, 2014). Vor diesem Hintergrund war 2015 und 2016 die Temperatur von Ober- und Unterwasser am Tidewehr Herbrum gleichermaßen gemessen worden, wobei Unterschiede in der Form eines 0,5 °C wärmeren Unterwassers in der Zeit des verstärkten Aufstiegs geschehens nicht nachzuweisen waren (2015: Salva *et al.*, 2015; 2016: Abbildung 5, Anhang Herbrum 2).

Vor diesem Hintergrund erscheint es plausibel, dass allein der Tideeinfluss verantwortlich für den in den letzten Jahren an den beiden Wehren beobachteten Unterschied in der Aufstiegsdynamik ist. Am tidebeeinflussten Wehr Herbrum ist der Aufstieg dadurch charakterisiert, dass die aufsteigenden Glasaale den Aufstieg mit den Tiden konzentriert in einem vergleichsweise engen Zeitrahmen versuchen, was vor allem im Rahmen des selektiven Tidenstromtransportes erfolgt (Tesch, 1965; Gascuel, 1986; Harrison *et al.*, 2014; Salva *et al.*, 2014). Dagegen müssen die Tiere am Wehr Bollingerfähr ohne Tideeinfluss aktiv flussaufwärts wandern, was offenbar vor allem verstärkt bei höheren Temperaturen bzw. Temperaturanstiegen und damit später im Jahr erfolgt. Auch wenn sich 2016 aufgrund des insgesamt niedrigen Aufstiegs die Unterschiede im Bereich von nur wenigen Individuen

bewegen und damit diese Beobachtung nicht so deutlich wird, so zeigen die Zeiträume verstärkter Aufstiegsaktivität eine gute Übereinstimmung mit den Vorjahren.

Die in der vorliegenden Untersuchung an beiden Standorten innerhalb der Größenklasse bis 10 cm Gesamtlänge nachgewiesenen Längenklassen entsprechen den in der Literatur angegebenen Werten für Glas- und junge Steigaale (Tesch, 2003). In Herbrum wurden vor allem Glasaale nachgewiesen, die von Tieren einer Länge von 7 cm dominiert wurden. In Bollingerfähr wurden dagegen vornehmlich pigmentierte Steigaale gefangen, wobei innerhalb der kleinen Größenfraktion Tiere einer Länge von 8 cm dominierten. Eine weitergehende Betrachtung findet sich bei Simon *et al.* (2016).

Der jeweils letzte Glasaal wurde in Bollingerfähr am 15.08.2016 und etwa einen Monat zuvor am Tidewehr Herbrum festgestellt. Das stärkste Glasaalaufkommen wurde in Bollingerfähr Ende Juni und etwa 6 Wochen zuvor am Tidewehr Herbrum nachgewiesen. Bei Bollingerfähr aufsteigende Glasaale müssen kurz zuvor bei Herbrum aufgestiegen sein. Die Tatsache, dass der relative Anteil unpigmentierter Glasaale am Wehr Bollingerfähr im Vergleich zum Vorjahr um den Faktor 4 erhöht ist, ist ein Indiz für den zeitnahen Weiterzug eines gewissen Anteils aufstiegswilliger Aale. Hiermit wird die im letzten Bericht postulierte These gestützt, dass ein kleiner Teil der Aale zeitnah nach erfolgter Passage des Tidewehrs bei Herbrum bis nach Bollingerfähr und darüber hinaus weiter aufsteigt (Salva *et al.*, 2015), ohne etwa 2–3 Monate im Raum zwischen den beiden Wehren zu verweilen. Das stärkere Aufstiegs geschehen der Jahre 2013 und 2014, das durch den etwa 2–3 Monate verzögerten Aufstieg größerer Mengen pigmentierter Aale am Stauwehr Bollingerfähr gekennzeichnet war, könnte einen auf niedrigem Niveau erfolgenden unmittelbaren Aufstieg auch bei Bollingerfähr überlagert haben.

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. Damit aber wird deutlich, dass sich die an einem Standort aufsteigenden Aale in ihrer Aufstiegsdynamik ebenfalls stark unterscheiden können. Das Gros der bei Herbrum aufsteigenden Glasaale verbringt etwa 2–3 Monate zwischen den beiden Wehren und durchläuft während dieser Periode die Pigmentierung, bevor dann der Aufstieg bei Bollingerfähr als Steigaal erfolgt. Darüber hinaus steigen auch einige wenige Aale nach dem Aufstieg bei Herbrum zeitnah bei Bollingerfähr auf.

In einer Studie zum individuellen Aufstiegsverhalten an Glasaalen konnte gezeigt werden, dass sich Aale hinsichtlich ihrer Bereitschaft aufzusteigen unterscheiden und dass diejenigen Aale, die eine größere Bereitschaft zum Aufstieg haben, am weitesten flussaufwärts gelangen (Podgorniak *et al.*, 2016).

In Bollingerfähr waren auch immer deutlich größere und damit ältere Steigaale nachweisbar während diese am Tidewehr Herbrum mit den eingesetzten Methoden nicht nachgewiesen wurden. Inwieweit die größeren 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 bzw. 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).

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. Offen bleibt, in welchem Umfang Glasaale mit der Tide übers Wehr getragen werden bzw. inwieweit ein passiver Transport (ggf. gekoppelt mit aktivem Aufstieg) am Wehr und damit oberhalb der FAA und der Aalfangrinne erfolgt (Harrison *et al.*, 2014). Das Wehr dürfte zumeist als obere Flutstromgrenze fungieren bis zu der ein passiver Transport maximal erfolgt, möglicherweise mit Ausnahme der Situationen, in denen die höchsten Springtiden das Wehr überstauen (Salva *et al.*, 2014). Die Schwäche der Sichtbeobachtungen ist dagegen in der Erfassung und Differenzierung geringerer Aufstiegs Mengen zu sehen. Auch dürften große Glasaalmengen bzw. Massenansammlungen nur auffallen, wenn sie im Uferbereich konzentriert wandern, was nur bei bestimmten Strömungssituationen der Fall ist (Harrison *et al.*, 2014) und zugleich erfordert, dass Trübung und andere Faktoren ein Erkennen ermöglichen. Andererseits erfolgen Kescherzüge vor allem bei nachts auflaufendem Wasser, woraus eine Frequenz von maximal 4 Kescherzügen je Tide resultiert. Mehr Kescherzüge wären nur möglich, wenn die Untersuchungen über einen größeren Bereich des ansteigenden Abschnittes der Aalfangrinne erfolgen könnten, was nur flussabwärts möglich wäre. Da dieser Bereich im Verlauf der Untersuchungen aber von zunehmender Verschlickung betroffen ist, wurde aus Gründen der Arbeitssicherheit darauf verzichtet. Im Jahr 2015 war die Beprobungshäufigkeit am Tidewehr Herbrum gegenüber 2014 dahingehend angepasst worden, dass nicht mehr einheitlich in einem jeweils siebentägigen Rhythmus um die Springtiden im Untersuchungszeitraum beprobt werden sollte, sondern die Kontrolltage wurden so ausgerichtet, dass möglichst viele Tiden während der Nacht erfasst wurden (Salva *et al.*, 2015). Unabhängig davon ist jedoch die eingesetzte Methode der Kescherzüge weit davon entfernt, den Aalaufstieg quantitativ erfassen zu können. Für 2016 waren zunächst wieder wie 2014 an 7 Tagen, allerdings bereits im Mai an 8 und 9 Tagen und später noch weniger Tage um eine Springtide herum, beprobt worden. Unabhängig davon sank in allen 3 Jahren mit voranschreitendem Jahresverlauf die Zahl der bei nachts auflaufendem Wasser möglichen Kescherzüge, da die Tiden zunehmend auf den Tag entfielen.

Da mit den vorliegenden Methoden nach wie vor keine quantitative Erfassung durchgeführt werden kann, bleibt jedoch zunächst offen, wie groß die tatsächliche Menge am Tidewehr aufsteigender Aale ist. Hierzu erfolgten weitere Untersuchungen (Simon *et al.*, 2016).

Die Verschlickung im unteren Bereich der Aalrinne trat 2016 deutlich später und auch nicht in diesem Ausmaß auf (Abbildung 17) wie 2015, wo sie relativ früh einsetzte (ab dem 20.05.2015). Erst am 01.07.2016 wies der untere Abschnitt der Aalfangrinne in größerem Ausmaß Verschlickungen auf; in wieweit diese Auswirkungen auf eine aktive ufernahe Wanderung der Aale haben könnten, muss offen bleiben. Der stärkste Glasaalzug konnte 2015 und 2016 in der ersten Maihälfte beobachtet werden. Da die Verschlickung 2016 jedoch deutlich später auftrat, ist eine Beeinträchtigung bis Anfang Juli und damit im für den Glasaalaufstieg bei Herbrum höchstwahrscheinlich relevanten Zeitraum von April bis Mai kaum wahrscheinlich.

Da sowohl am Tidewehr Herbrum als auch am Stauwehr Bollingerfähr das Glas- und Steigaalaufkommen in den Jahren 2015 und 2016 gegenüber den Jahren 2013 und 2014

deutlich vermindert war, ist dies nur mit einer insgesamt deutlich niedrigeren Rekrutierung in der Ems in den Jahren 2015 und 2016 plausibel erklärbar. Insgesamt ist die Glasaalrekrutierung in Europa weiterhin niedrig (ICES, 2016). Auch 2016 spiegeln die Aufstiegszahlen diese europaweite Situation wider.



Abbildung 10: FAA und Aalfangrinne am Tidewehr Herbrum am 11.05.2016. 2016 waren im Vergleich zum Vorjahr deutlich weniger Schlickablagerungen im unteren Bereich der FAA zu verzeichnen (Quelle: Zaudtke, Landesfischereiverband Weser-Ems).

Das mengenmäßige Aufkommen von Jungaalen in der Ems ist Gegenstand eines Fang-Markierungs-Wiederfang-Experiment, in dessen Rahmen eine erste Abschätzung der Zahl der am Tidewehr Herbrum im Jahr 2016 aufgestiegenen Glasaale erfolgte (Simon *et al.*, 2016).

## **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.

#### **5.1.1 In welchen Monaten (Zeitfenster) im Jahr erfolgt der Aufstieg?**

Der Aufstieg am Wehrstandort Herbrum erfolgte 2016 vom 06. April bis zum 25. Juli. Der größte Teil der Aale wurde Anfang Mai registriert. Damit entspricht der Zeitraum des Aufstiegs bisherigen Ergebnissen und historischen Angaben.

#### **5.1.2 Welche Größen an Jungaalen (Glas- und Steigaale) steigen auf bzw. sind mit den einzelnen Methoden nachweisbar?**

Am Tidewehr Herbrum konnten insgesamt 1.569 Aale nachgewiesen werden, die der Größenfraktion bis 10 cm angehörten. Alle Aale wurden ausschließlich nachts mittels Kescherzügen gefangen. Bei den gefangenen Aalen dominierten Tiere mit einer Länge von 7 cm (1.127 Individuen), die Länge variierte zwischen 6 und 10 cm. Hiervon waren 2 Stück (0,13 %) pigmentierte Steigaale. Die in der vorliegenden Untersuchung gefundenen Größenklassen entsprechen den in der Literatur angegebenen Werten für Glas- und junge Steigaale (Tesch, 2003).

#### **5.1.3 Welche Mengen je Kescherzug sind zu erwarten?**

Der verwendete Handkescher kann sehr gut durch die Aalrinne geführt werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass Aale seitlich zwischen Kescher und Wand der Aalrinne entweichen ist gering. Dementsprechend hängt die zu fangende Menge stark von der Menge der zur Zeit der Hols der Kescherzüge in der Aalfangrinne aufsteigenden Aale ab. Je nachdem ob nur wenige oder viele Tiere die Aalrinne aktiv aufwärts wandern, variieren die Mengen je Kescherzug. In der vorliegenden Untersuchung wurden zwischen 0 und 104 Tiere gefangen.

#### **5.1.4 Welche Relation gibt es zwischen Fängen mittels Kescherzügen und Sichtbeobachtungen zum Aufstieg (Häufigkeitskategorien)?**

Das Aufstiegsgeschehen, das mit den Kescherzügen abgebildet wurde, konnte durch die Sichtbeobachtungen im Unterwasser des Tidewehres zum Zeitpunkt des verstärkten Glasaalaufkommens bestätigt werden (05.05. – 10.05.). An diesen Tagen wurden gleichermaßen mehr Aale als sonst im Wehrunterwasser gesichtet als auch 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.

### **5.2 Steigaalmonitoring Bollingerfähr**

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

### **5.2.1 Welche Größen und Mengen an Jungaalen (Glas- und Steigaale) steigen im untersuchten Zeitfenster auf?**

Über den gesamten Untersuchungszeitraum von 139 Tagen (10.05. – 25.09.2016) erfolgten 102 Kontrolltage (davon 101 nachts), an denen 968 Aale zwischen 5,5 und 10 cm und 3.479 Aale größer 10 cm Länge nachgewiesen werden konnten. Innerhalb der Größenfraktion bis 10 cm Länge gehörten die meisten Aale der Längenkategorie 8 cm an, daneben gab es einen Peak bei Tieren einer Länge von 7 cm. Insgesamt waren von den Aalen bis 10 cm Länge 294 Stück unpigmentierte Glasaale (30,37 %). Auch im Vorjahr dominierte die Längenkategorie von 8 cm. Allerdings gab es hier einen zweiten Peak bei 9 cm.

### **5.2.2 Gegebenenfalls: Erfolgt der Aufstieg vornehmlich nachts oder tagsüber?**

Im Jahr 2016 verlief der Aalaufstieg wie im Vorjahr auf einem niedrigen aber im Vergleich etwas höheren Niveau. Der Aufstieg vollzog sich im Wesentlichen während der Nacht. Lediglich nach einem Starkregenereignis am 25.06.2016 konnten einen Tag später viele Aale unter der oberen Absperrung gesichtet werden. Die Beobachtung an der zweiten Absperrung ist darauf zurückzuführen, dass diese aufgrund erhöhter Abflüsse überflutet worden war. Das zusätzliche Stellen der Aalleiter am 27.06. während des Tages erbrachte einen Gesamtfang von 116 Aalen. Zu keinem früheren oder späteren Zeitpunkt wurden tagsüber Aale in der Fischaufstiegsanlage und nie im Schleusen- bzw. Wehrbereich gesichtet.

## 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. Arvbuthnot, 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](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/297344/geho0411btqf-e-e.pdf), Zugriff am 12.02.2015).
- Dekker, W. & L. Beaulaton (2016): Faire mieux que la nature? The history of eel restocking in Europe. *Environment and History* 22: 255-300.
- Diekmann, M. (im Druck): Glasaalbewirtschaftung und Aalbesatz in Deutschland im 20. Jahrhundert. *Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Rostock*, Heft 58.
- Dorow, M. & M. Reckordt (2014): Erhöhtes Aufkommen von aufsteigenden Aalen im Farpener Bach. *Fischerei und Fischmarkt in M-V* 14(3): 37-38.
- Ehrenbaum, E. (1929): Der Flußaal *Anguilla vulgaris* Turt. *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas* 3(4): 1-217.
- 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* 24(4): 967-983.
- ICES, 2016: European eel. *In Report of the ICES Advisory Committee, 2016*. ICES Advice 2016 (<http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2016/2016/eel-eur.pdf>)
- Köbke, C. (1955): Die Aalbrutfangstation in Herbrum an der Ems. *Der Fischwirt* 11: 326-328.
- LAVES & Bezirksregierung Arnsberg (2008): Aalbewirtschaftungsplan für das Flusseinzugsgebiet der Ems, Internet: [www.portal-fischerei.de](http://www.portal-fischerei.de), Suche mit "Aal", "Aalbewirtschaftungspläne", Zugriff am 30.11.2016.
- 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 (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>).
- 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.
- Podgorniak, T., S. Blanchet, E. De Oliveira, F. Daverat & F. Pierron (2016): To boldly climb: behavioural and cognitive differences in migrating European glass eels. 10.1098/rsos.150665. *Royal Society Open Science* 3(1).
- Salva, J., Bröring, H., Poll, K.-H., Wilkens, H.-J., Zaudtke, B., Diekmann, M. (2014): Glas- und Steigaalaufstieg an der Ems an den Stauwehren Herbrum und Bollingerfähr im Jahr 2014. Gemeinsamer Abschlussbericht der Projekte: „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Herbrum/Ems“ und „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Bollingerfähr/Ems“, Landesfischereiverband Weser-Ems – Sportfischerverband, im Auftrag des LAVES.
- Salva, J., Poll, K.-H., Wilkens, H.-J., Zaudtke, B., Diekmann, M. (2015): Glas- und Steigaalaufstieg an der Ems an den Stauwehren Herbrum und Bollingerfähr im Jahr 2015. Gemeinsamer Abschlussbericht der Projekte: „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Herbrum/Ems“ und „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Bollingerfähr/Ems“, Landesfischereiverband Weser-Ems – Sportfischerverband, im Auftrag des LAVES.
- 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.
- 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.
- Simon, J.; Zaudtke, B.; Poll, K.-H.; Wilkens, H.-J.; Deuling, H., Diekmann, M. (2016): Quantifizierung des Glas- und Steigaalaufkommens an der Ems im Jahr 2016. Gemeinsamer Abschlussbericht der Projekte: „Markierung von Steigaalen an der Ems (Herbrum)“ und „Untersuchung von Steigaalen an der Ems (Bollingerfähr) auf Farbmarkierung der Otolithen“, Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow, im Auftrag des LAVES.
- 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.

Wiehr, H. (1966): Beschaffung von Aalbrut und Satzaalen in der Bundesrepublik. Archiv für Fischereiwissenschaft 16 (1. Beiheft): 467-473.

## 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
04.04.2016	0	0	0	05.06.2016	11	0	11
05.04.2016	0	0	0	06.06.2016	4	0	4
06.04.2016	2	0	2	17.06.2016	0	0	0
07.04.2016	8	0	8	18.06.2016	0	0	0
08.04.2016	6	0	6	19.06.2016	0	0	0
09.04.2016	14	0	14	20.06.2016	0	0	0
10.04.2016	11	0	11	21.06.2016	0	0	0
19.04.2016	22	0	22	22.06.2016	0	0	0
20.04.2016	60	0	60	23.06.2016	0	0	0
21.04.2016	54	0	54	24.06.2016	0	0	0
22.04.2016	14	0	14	01.07.2016	0	0	0
23.04.2016	2	0	2	02.07.2016	0	0	0
24.04.2016	4	0	4	03.07.2016	0	0	0
25.04.2016	9	0	9	04.07.2016	1	0	1
03.05.2016	0	0	0	05.07.2016	2	0	2
04.05.2016	0	0	0	06.07.2016	2	0	2
05.05.2016	108	0	108	07.07.2016	3	0	3
06.05.2016	133	0	133	08.07.2016	1	0	1
07.05.2016	203	0	203	17.07.2016	0	0	0
08.05.2016	196	0	196	18.07.2016	0	0	0
09.05.2016	215	0	215	19.07.2016	1	0	1
10.05.2016	238	0	238	20.07.2016	2	0	2
18.05.2016	0	0	0	21.07.2016	0	0	0
19.05.2016	28	0	28	22.07.2016	0	0	0
20.05.2016	37	0	37	23.07.2016	2	0	2
21.05.2016	93	0	93	24.07.2016	1	0	1
22.05.2016	48	0	48	16.08.2016	0	0	0
23.05.2016	9	0	9	17.08.2016	0	0	0
24.05.2016	12	0	12	18.08.2016	0	0	0
25.05.2016	7	0	7				
26.05.2016	6	0	6				

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
04.04.2016	0	4	0	7,5	11,4	A	kl	3
05.04.2016	0	4	0	8	11,2	A	kl	2
06.04.2016	2	4	0	7	10,9	A	rs	5
07.04.2016	8	4	2	6	10,9	N	rn	3
08.04.2016	6	4	2	6	10,6	Z	rn	2
09.04.2016	14	4	4	8	10,2	Z	kl	2
10.04.2016	11	4	3	7	10,4	Z	kl	2
19.04.2016	22	4	6	5	11,2	Z	kl	4
20.04.2016	60	4	15	2,6	11,4	Z	kl	2
21.04.2016	54	4	14	4,3	11,1	Z	kl	2
22.04.2016	14	4	4	3,2	11,8	V	kl	2
23.04.2016	2	4	1	2,2	11,4	A	rn	3
24.04.2016	4	4	1	1,5	11,3	A	kl	4
25.04.2016	9	4	2	1,5	11	A	s	4
03.05.2016	0	4	0	7,5	11,8	A	kl	3
04.05.2016	0	4	0	7,3	12,8	A	kl	2
05.05.2016	108	4	27	8,9	13,7	A	kl	2
06.05.2016	133	4	33	14	14,9	N	kl	2
07.05.2016	203	4	51	17	15,4	Z	kl	3
08.05.2016	196	4	49	12,8	16,4	Z	kl	4
09.05.2016	215	4	54	11,6	16,9	Z	kl	5
10.05.2016	238	4	60	13,9	17,8	Z	kl	4
18.05.2016	0	4	0	11	15,3	Z	kl	4
19.05.2016	28	4	7	13,4	15,4	Z	rs	4
20.05.2016	37	4	9	11,9	15,1	Z	rs	2
21.05.2016	93	4	23	15,4	15,9	V	kl	2
22.05.2016	48	4	12	14	16,3	A	rn	2
23.05.2016	9	4	2	10,2	15,4	A	rs	7
24.05.2016	12	4	3	9,9	15,7	A	rn	3
25.05.2016	7	4	2	10,1	15,6	A	s	2
26.05.2016	6	4	2	11,5	15,7	A	n	2

Anhang - Herbrum 2 (Fortsetzung): 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
05.06.2016	11	4	3	14	16,8	N	kl	3
06.06.2016	4	4	1	15,5	16,7	Z	kl	3
17.06.2016	0	4	0	15	18,4	Z	kl	2
18.06.2016	0	4	0	14	18,5	Z	kl	3
19.06.2016	0	4	0	10,7	18,4	Z	kl	2
20.06.2016	0	4	0	15,2	18,1	V	rn	5
21.06.2016	0	4	0	15	18,2	A	kl	4
22.06.2016	0	4	0	16	18,2	A	kl	4
23.06.2016	0	4	0	18,5	18,7	A	rs	5
24.06.2016	0	4	0	16,2	18,9	A	rn	4
01.07.2016	0	3	0	12	18	A	rn	4
02.07.2016	0	3	0	11,5	18,2	A	rn	4
03.07.2016	0	3	0	14	18,2	A	rn	3
04.07.2016	1	3	0	15,2	18,4	N	kl	3
05.07.2016	2	3	1	12,5	18,5	Z	s	4
06.07.2016	2	3	1	11,8	11,8	Z	kl	4
07.07.2016	3	3	1	13,5	18,6	Z	kl	3
08.07.2016	1	3	0	13,5	18,8	Z	rn	4
17.07.2016	0	3	0	16	19,5	Z	kl	3
18.07.2016	0	3	0	15,3	20,1	Z	kl	2
19.07.2016	1	3	0	17,6	20,7	Z	kl	2
20.07.2016	2	3	1	19,8	21,4	V	kl	3
21.07.2016	0	3	0	18,5	21,2	A	rn	3
22.07.2016	0	3	0	15	21,3	A	rn	2
23.07.2016	2	3	1	15,5	21,6	A	kl	2
24.07.2016	1	3	0	14,5	21,5	A	kl	3
16.08.2016	0	3	0	12,6		Z	kl	2
17.08.2016	0	3	0	12,5	17,8	Z	kl	3
18.08.2016	0	3	0	13		Z	kl	2

Anhang Herbrum 3: Legende der Abkürzungen.

KBz Himmel	Beschreibung
bd	bedeckt
bw	bewölkt (> 50 % Bewölkung)
he	heiter (< 50 % Bewölkung)
wl	wolkenlos
KBz Mond	Beschreibung
a	Abnehmend
n	Neumond
v	Vollmond
z	Zunehmend

## 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
10.05.2016	16	24	40	27.06.2016	52	184	236	05.08.2016	4	5	9
11.05.2016	12	18	30	28.06.2016	48	96	144	06.08.2016	3	4	7
12.05.2016	10	17	27	29.06.2016	44	82	126	08.08.2016	5	3	8
13.05.2016	5	11	16	30.06.2016	26	67	93	10.08.2016	5	5	10
15.05.2016	4	8	12	01.07.2016	33	56	89	12.08.2016	4	5	9
17.05.2016	6	7	13	02.07.2016	11	36	47	14.08.2016	3	4	7
19.05.2016	4	7	11	03.07.2016	7	20	27	16.08.2016	1	1	2
21.05.2016	5	4	9	04.07.2016	4	21	25	18.08.2016	3	2	5
23.05.2016	6	6	12	05.07.2016	10	26	36	20.08.2016	2	3	5
25.05.2016	2	4	6	06.07.2016	6	9	15	22.08.2016	1	3	4
27.05.2016	3	4	7	07.07.2016	4	8	12	24.08.2016	5	8	13
29.05.2016	7	18	25	08.07.2016	2	9	11	26.08.2016	7	12	19
31.05.2016	6	34	40	09.07.2016	1	7	8	28.08.2016	6	9	15
02.06.2016	9	104	113	10.07.2016	1	9	10	30.08.2016	5	11	16
03.06.2016	8	124	132	11.07.2016	1	10	11	01.09.2016	3	5	8
04.06.2016	11	112	123	12.07.2016	0	6	6	03.09.2016	4	6	10
05.06.2016	12	135	147	13.07.2016	2	10	12	05.09.2016	2	4	6
06.06.2016	9	116	125	14.07.2016	0	6	6	07.09.2016	3	6	9
07.06.2016	11	109	120	15.07.2016	3	5	8	10.09.2016	3	4	7
08.06.2016	8	98	106	16.07.2016	1	2	3	13.09.2016	4	4	8
09.06.2016	5	72	77	17.07.2016	0	4	4	16.09.2016	4	3	7
10.06.2016	4	67	71	18.07.2016	5	7	12	19.09.2016	4	4	8
11.06.2016	3	26	29	19.07.2016	6	7	13	22.09.2016	4	2	6
12.06.2016	2	18	20	20.07.2016	8	5	13	25.09.2016	3	3	6
13.06.2016	2	15	17	21.07.2016	7	14	21				
14.06.2016	3	12	15	22.07.2016	10	67	77				
15.06.2016	1	8	9	23.07.2016	10	60	70				
16.06.2016	4	27	31	24.07.2016	15	41	56				
17.06.2016	4	23	27	25.07.2016	17	35	52				
18.06.2016	3	17	20	26.07.2016	20	38	58				
19.06.2016	5	9	14	27.07.2016	15	34	49				
20.06.2016	3	8	11	28.07.2016	12	28	40				
21.06.2016	3	13	16	29.07.2016	17	21	38				
22.06.2016	3	14	17	30.07.2016	15	22	37				
23.06.2016	17	91	108	31.07.2016	9	15	24				
24.06.2016	57	238	295	01.08.2016	12	14	26				
25.06.2016	86	320	406	02.08.2016	12	11	23				
26.06.2016	46	216	262	03.08.2016	9	8	17				
27.06.2016	13	103	116	04.08.2016	7	6	13				

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
10.05.2016	40	14	2,9	23,5	17,5	n	he	2
11.05.2016	30	14	2,1	24	18	n	he	2
12.05.2016	27	14	1,9	22,5	18,5	n	he	3
13.05.2016	16	14	1,1	24,6	18,6	z1	he	2
15.05.2016	12	13,5	0,9	17,8	17,4	z2	bd	2
17.05.2016	13	13,5	1	15,6	16,5	z2	he	2
19.05.2016	11	13,5	0,8	19,7	15,3	z3	he	3
21.05.2016	9	14	0,6	22	15,4	v	he	3
23.05.2016	12	12	1	13	16,2	v	bd	2
25.05.2016	6	12,5	0,5	13,5	16	v	bd	2
27.05.2016	7	13,5	0,5	14	15,5	v	bd	2
29.05.2016	25	13	1,9	17,3	16	a1	bd	2
31.05.2016	40	14	2,9	27	18,2	a1	he	1
02.06.2016	113	13	8,7	18,3	19,8	a2	he	1
03.06.2016	132	13,5	9,8	26,6	20,4	a2	he	3
04.06.2016	123	14	8,8	27,4	21	a2	he	2
05.06.2016	147	12,5	11,8	23,1	21,1	a3	he	2
06.06.2016	125	13,5	9,3	25	21,2	n	bw	2
07.06.2016	120	13	9,2	23,5	21,6	n	he	2
08.06.2016	106	12	8,8	23,4	21,7	n	he	2
09.06.2016	77	13	5,9	20,2	21,5	n	he	2
10.06.2016	71	14	5,1	18,4	21,5	n	bd	1
11.06.2016	29	13,5	2,1	19,8	21,3	n	bd	1
12.06.2016	20	13	1,5	19,3	20,7	n	bd	1
13.06.2016	17	13	1,3	18,5	19,8	z1	he	2
14.06.2016	15	13	1,2	19,2	19,4	z1	bd	1
15.06.2016	9	13	0,7	18,8	19,1	z2	re	2
16.06.2016	31	13,5	2,3	17,4	18,7	z2	bd	1
17.06.2016	27	14	1,9	18,2	19,1	z2	bw	1
18.06.2016	20	15	1,3	17,4	19,2	z3	bd	2
19.06.2016	14	13	1,1	17,2	18,9	z3	he	2

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
20.06.2016	11	13,5	0,8	17	18,2	v	bd	3
21.06.2016	16	14	1,1	21,0	18,2	v	bw	2
22.06.2016	17	14	1,2	23	18,3	v	he	2
23.06.2016	108	13	8,3	26	19,2	v	bd	3
24.06.2016	295	14	21,1	23	21,1	v	bd	3
25.06.2016	406	12,5	32,5	19	19,2	v	bd	3
26.06.2016	262	12,5	21	18	18,7	v	bw	2
27.06.2016	116	12,5	9,3	14,8	18,5	v	bd	1
27.06.2016	236	15	15,7	21,3	18,7	v	bw	2
28.06.2016	144	13,5	10,7	21,3	18,3	v	bw	2
29.06.2016	126	14,5	8,7	20,5	18,5	a1	he	3
30.06.2016	93	13,5	6,9	19,4	18,1	a1	bd	2
01.07.2016	89	15	5,9	18	18	a2	bd	2
02.07.2016	47	13,5	3,5	16,2	18	a2	bw	3
03.07.2016	27	14	1,9	17,1	17,8	a3	bw	3
04.07.2016	25	12	2,1	20	17,8	a3	he	1
05.07.2016	36	11,5	3,1	16,1	17,9	a3	bd	5
06.07.2016	15	12,5	1,2	17	17,9	n	bw	4
07.07.2016	12	12,5	1	21	17,9	n	bw	3
08.07.2016	11	12	0,9	19	17,8	n	bd	5
09.07.2016	8	12	0,7	20	17,6	n	bd	3
10.07.2016	10	13	0,8	20	18	n	bw	4
11.07.2016	11	14	0,8	18	18,6	n	bd	4
12.07.2016	6	14	0,4	18	19,1	n	bd	2
13.07.2016	12	14	0,9	15	18,1	n	bd	3
14.07.2016	6	13	0,5	14	18,6	z1	bd	4
15.07.2016	8	13,5	0,6	21	19,1	z1	he	3
16.07.2016	3	14	0,2	20	19,2	z2	he	2
17.07.2016	4	14	0,3	21	19	z2	he	3
18.07.2016	12	13	0,9	24	19,6	z3	he	2
19.07.2016	13	13	1	29	20,3	z3	he	2

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
20.07.2016	13	12,5	1	28	20,9	v	he	1
21.07.2016	21	13	1,6	27	21,6	v	he	2
22.07.2016	77	13,5	5,7	23,4	22,1	v	s	1
23.07.2016	70	14	5	25,1	22,6	v	he	1
24.07.2016	56	14	4	25	22,8	v	he	1
25.07.2016	52	13	4	23,2	22,4	v	he	1
26.07.2016	58	13,5	4,3	24,4	22,3	v	he	2
27.07.2016	49	14	3,5	23,2	22,2	a1	bd	2
28.07.2016	40	13	3,1	23,6	22,3	a1	bw	1
29.07.2016	38	13,5	2,8	20,5	22,2	a1	bd	1
30.07.2016	37	14,5	2,6	22,2	21,5	a2	bd	2
31.07.2016	24	14,5	1,7	21	20,8	a2	bw	2
01.08.2016	26	14	1,9	18	20	a2	bw	3
02.08.2016	23	14,5	1,6	18	19,6	a3	bw	2
03.08.2016	17	14	1,2	19	19,5	a3	bw	4
04.08.2016	13	13	1	20	19,3	n	bw	4
05.08.2016	9	12,5	0,7	19	19	n	bw	4
06.08.2016	7	12,5	0,6	22	19	n	he	2
08.08.2016	8	13	0,6	21	18,8	n	he	3
10.08.2016	10	13,5	0,7	16	18,2	n	bd	2
12.08.2016	9	14,5	0,6	20	18	z1	bw	2
14.08.2016	7	13	0,5	20,5	17,5	z1	he	2
16.08.2016	2	14	0,1	19,5	17,4	z2	he	2
18.08.2016	5	13	0,4	20,5	18	z3	he	3
20.08.2016	5	13	0,4	19,8	18,3	v	bd	2
22.08.2016	4	14	0,3	19,9	18,5	v	bd	3
24.08.2016	13	14	0,9	24	20,7	v	wl	2
26.08.2016	19	13	1,5	22	21	a1	wl	3
28.08.2016	15	13	1,2	21	20,9	a1	wl	3
30.08.2016	16	13,5	1,2	23	21,2	a2	wl	2
01.09.2016	8	13,5	0,6	20,2	21	a3	he	2

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
03.09.2016	10	13	0,8	21,1	20,9	n	he	2
05.09.2016	6	13,5	0,4	18,5	20,8	n	bw	3
07.09.2016	9	14	0,6	21,3	21,2	n	wl	2
10.09.2016	7	14	0,5	20,4	21	z1	bw	2
13.09.2016	8	14,5	0,6	21,3	21,1	z2	wl	1
16.09.2016	7	13	0,5	18,5	20,5	z3	bw	2
19.09.2016	8	13	0,6	18,2	20,1	v	he	2
22.09.2016	6	13,5	0,4	18,3	19,4	v	he	2
25.09.2016	6	13,5	0,4	19,2	19,1	v	he	1

### 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