



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 2018

Gemeinsamer Abschlussbericht

Herbrum (März 2018 – August 2018)
Bollingerfähr (Mai 2018 – September 2018)



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.)
B. Eng. Tobias Pelz (

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 Deuling (FV Meppen e.V.)

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 März 2018 – August 2018“ und „Glas- und Steigalmonitoring am Standort Bollingerfähr/Ems - Zeitraum Mai 2018 - September 2018“ zusammen.

Zitiervorschlag: Salva, J., Pelz, T., Poll, K.-H., Wilkens, H.-J., Zaudtke, B., Deuling, H., Diekmann, M. 2018. Glas- und Steigaalaufstieg an der Ems an den Stauwehren Herbrum und Bollingerfähr im Jahr 2018. 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.

Titelbild:

Ansicht des Tidewehres Herbrum (großes Bild), Steigaale (oberes kl. Bild), Kontrolle der Uferbereiche (unteres kl. Bild) (Quelle: jeweils Landesfischereiverband Weser-Ems).

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Untersuchungsgebiet	1
1.2	Veranlassung.....	1
2	Material und Methoden	3
2.1	Monitoring am Tidewehr Herbrum.....	4
2.1.1	Tidewehr Herbrum, Fischaufstiegsanlage und Aalfangrinne	4
2.1.2	Arbeitsziele	4
2.1.3	Aalfang und Datenerhebung bei Herbrum	5
2.2	Monitoring am Stauwehr Bollingerfähr	6
2.2.1	Stauwehr Bollingerfähr und Fischaufstiegsanlage	6
2.2.2	Arbeitsziele	6
2.2.3	Aalfang und Datenerhebung bei Bollingerfähr	6
3	Ergebnisse	8
3.1	Monitoring am Tidewehr Herbrum.....	8
3.2	Monitoring am Stauwehr Bollingerfähr	11
4	Diskussion	18
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 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
5.1.5	Gibt es Hinweise auf tote Aale im Schlick?	23
5.2	Steigaaalmonitoring Bollingerfähr	23
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 Wanderoute 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).

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; Diekmann, 2017).

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.

Seit 2013 wird der Aufstieg am Stauwehr Bollingerfähr sowie seit 2014 am Tidewehr Herbrum untersucht (LFV Weser–Ems, 2013; Salva *et al.*, 2014; 2015; 2016; 2017). Am Tidewehr Herbrum erfolgte der Aufstieg in den Jahren 2013 bis 2017 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; 2016, 2017).

Parallel war 2016 unter Einbezug beider Standorte ein Fang-Markierungs-Wiederauffang-Experiment durchgeführt worden, das der Beurteilung des mengenmäßigen Aalaufstiegs in der Ems dienen soll (Simon *et al.*, 2016). Hierzu wurden 2016 zunächst bei Herbrum aufsteigende Glasaale markiert und ins Oberwasser gesetzt. Eine systematische Untersuchung von Stichproben bei Bollingerfähr aufsteigender Aale auf Vorliegen der Farbmarkierung erfolgte ebenfalls, nach der etwa 90.000 Glasaale 2016 das Tidewehr überstiegen haben. Die Ergebnisse deuteten aber auch darauf hin, dass ein größerer Teil der 2016 am Tidewehr aufgestiegenen Glasaale das Stauwehr Bollingerfähr nicht überwunden hat. Zudem zeigte die Altersbestimmung, dass die Aale ein relativ geringes Wachstum aufweisen (Simon *et al.*, 2016). Daher wurden auch 2017 Stichproben von bei Bollingerfähr aufsteigenden Aalen auf das Vorliegen der Farbmarkierung aus 2016 untersucht. Die Untersuchungen zeigten nun, dass 2016 etwa 110.000 Aale das Tidewehr überwunden haben, wobei allerdings ein größerer Anteil erst 2017 den Aufstieg bei Bollingerfähr versuchte (Simon *et al.*, 2017).

Tabelle 1: Übersicht über die im Rahmen des Monitorings 2013 bis 2017 am Tidewehr Herbrum und Stauwehr Bollingerfähr nachgewiesenen Jungaale. Details sind den jeweiligen Abschlussberichten (LFV Weser–Ems 2013; Salva et al., 2014; 2015; 2016, 2017) zu entnehmen.

Jahr	Herbrum			Bollingerfähr			
	Aale ≤10 cm	Aale >10 cm	Sichtungen	Zeitraum der Untersuchung (Aufstiegsschwerpunkt)	Aale ≤10 cm	Aale >10 cm	Zeitraum der Untersuchung (Aufstiegsschwerpunkt)
2013	Kein Monitoring		Schätzung 150 kg (~500.000)	- (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)
2016	1.569	0	systematisch; <2014	Apr–Aug (Apr–Mai)	1.320	3.496	Mai–Sep (Jun–Jul)
2017	1.430	0	systematisch; <2014	Apr–Juli (Apr–Mai)	1.918	2.012	Mai–Sep (Mai/Jun/Jul)

*) : 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 2018 die Untersuchungen zum Steigaalaufkommen am Tidewehr Herbrum und am Stauwehr Bollingerfähr wiederholt. Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Untersuchung des Glas– und Steigaalaufkommens im Jahr 2018 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 vier 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 (LFV Weser-Ems 2013; Salva *et al.*, 2014; 2015; 2016, 2017).

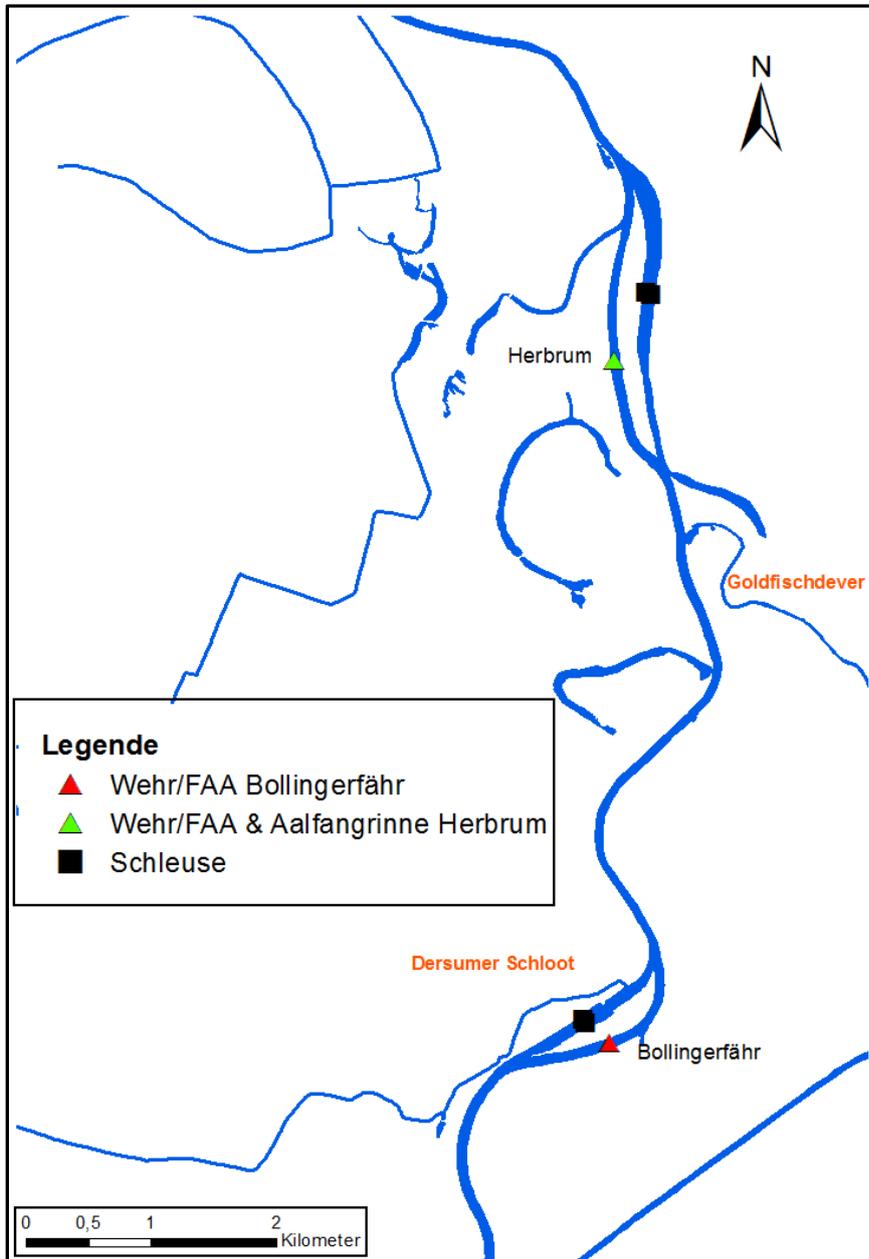


Abbildung 1: Lage der Monitoringstandorte an den beiden Emswehren Herbrum und Bollingerfähr (Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2018 , LGLN).

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; 2016; 2017).

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 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 2: Blick flussabwärts auf die Fischaufstiegsanlage am Tidewehr Herbrum und die parallel dazu verlaufende Aalfangrinne (rechts) 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 und Sichtbeobachtungen zum Aufstieg (Häufigkeitskategorien)?
- Ggf.: Gibt es Hinweise auf eine Gefährdung der Aale durch Verschlickung?

2.1.3 Aalfang und Datenerhebung bei Herbrum

Die Erfassung aufsteigender Aale am Tidewehr Herbrum erfolgte analog der Untersuchung in den 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; 2016, 2017). Zudem werden die Fischaufstiegsanlage (FAA) mit der Aalfangrinne und das Wehr zeitweise überstaut, so dass aufsteigende Aale mit dem auflaufenden Wasser über das Wehr aufsteigen können, wobei sie nicht erfasst werden können. Zum Einsatz kam ein Aquarienkescher der Abmessungen 25 x 17 cm. Die Beprobung erfolgte je Untersuchungsperiode größtenteils in 7 Tagen um die Springtiden herum, lediglich in der letzten Untersuchungsperiode betrug der Aufwand nur 4 Tage. Insgesamt erstreckten sich die Untersuchungen auf 74 Kontrolltage im 151 Tage umfassenden Zeitraum vom 14.03. bis zum 11.08.2018, wobei zwischen Mitte März und Anfang August (14.03. – 11.08.2018) 11 Untersuchungsperioden liegen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Übersicht über die 11 Untersuchungsperioden (römische Zahlen) mit den jeweiligen Kontrolltagen und die Springtiden. Im Untersuchungszeitraum vom 14.03. bis zum 11.08.2018 liegen 11 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)	14.03.	20.03.	17.03.	N
II (8–14)	28.03.	03.04.	31.03.	V
III (15–21)	13.04.	19.04.	16.04.	N
IV (22–28)	27.04.	03.05.	30.04.	V
V (29–35)	12.05.	18.05.	15.05.	N
VI (36–42)	27.05.	02.06.	29.05.	V
VII (43–49)	11.06.	17.06.	13.06.	N
VIII (50–56)	25.06.	01.07.	28.06.	V
IX (57–63)	10.07.	16.07.	13.07.	N
X (64–70)	24.07.	30.07.	27.07.	V
XI (71–74)	08.08.	11.08.	11.08.	N

Die Durchführung der Handzüge (Hols) während eines Kescherzuges entspricht der Vorgehensweise im Vorjahr (Salva *et al.*, 2017). 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.*, 2017). 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; 2016, 2017).

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 seit dem Jahr 2016 nicht mehr vom Wasser- und Schifffahrtsamt für den Standort erfasst und können daher nicht aufgenommen werden. Die gefangenen Aale wurden im Oberwasser des Tidewehres Herbrum ausgesetzt.

Ergänzend zur Erfassung des Glasaalaufkommens wurde wie bereits 2017 der Frage nachgegangen, inwieweit die Verschlickung dahingehend eine Auswirkung auf die Glas- und Steigaale haben könnte, als dass sich tagsüber im Uferbereich versteckende Aale durch Schlickablagerungen beeinträchtigt oder getötet werden. Hierzu wurde eine definierte Strecke (10 m) im Uferbereich tagsüber zu den Zeiten des verstärkten Glasaalaufkommens nach Aalen abgesucht, indem eine festgelegte Zahl von Wasserbausteinen (jeweils 10 Stück) umgedreht und visuell nach Aalen geschaut wurde. 2017 waren keine toten Aale festgestellt worden. Auch 2018 wurde diese Untersuchung wiederholt, um die o. g. Fragestellung näher zu beleuchten.

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; 2016). 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 2018 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).

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; 2016; 2017). Alle gefangenen Aale wurden im Oberwasser des Stauwehres Bollingerfähr wieder ausgesetzt.



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

3 Ergebnisse

3.1 Monitoring am Tidewehr Herbrum

Das Monitoring zum Glas- und Steigaalaufstieg am Wehrstandort Herbrum begann am 14.03.2018 bei 7,4 °C Wassertemperatur im Wehrunterwasser (Vorjahr 25.03.2017 bei 9,7 °C Wassertemperatur). Über den gesamten Untersuchungszeitraum von 151 Tagen (14.03. – 11.08.2018) konnten an insgesamt 74 Kontrolltagen mittels Kescherzügen 2.089 Aale zwischen 6 und 10 cm nachgewiesen werden. Im Gegensatz zum Vorjahr konnten 2018 keine Aale im März 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 14.03. – 11.08.2018.

Monat	März	April	Mai	Juni	Juli	August	2018
Kontrolltage	11	14	15	15	15	4	74
Anzahl Aale							gesamt
bis 10 cm	–	805	1.128	56	83	17	2.089
größer 10 cm	–	–	–	–	–	–	–
gesamt	–	805	1.128	56	83	17	2.089

Details zu den nachgewiesenen Glas- und Steigaalen sind in Tabelle 4 dargestellt. In den ersten beiden Untersuchungsperioden (14. – 20.03. und 28.03. – 03.04.) konnten keine Glasaale nachgewiesen werden. Erst Mitte April wurden in der 3. Untersuchungsperiode (13. – 19.04.) die ersten 263 Glasaale gefangen. Ein Sichtnachweis konnte in dieser Zeit noch nicht erbracht werden (Tabelle 5). Während dieser 3. Untersuchungsperiode betrug der Aalfang im Mittel 9 Tiere je Kescherzug (Maximum 65 Aale) und etwa 38 Tiere je Kontrolltag (Tabelle 4). In Periode IV (27.04. – 03.05.) wurden deutlich höhere Fänge verzeichnet (709 Aale). Hier lag der durchschnittliche Fang je Kescherzug bei etwa 25 Aalen (Maximum 139) und bei durchschnittlich 101 Tieren je Kontrolltag (Maximum 280). In der Zeit vom 12.05. – 18.05. (Periode V) stiegen die Fänge nochmals an und lagen je Kescherzug bei etwa 31 und je Kontrolltag bei 123 Individuen im Mittel. Maximal wurden bis zu 299 Aale je Kontrolltag gefangen. Während dieser Zeit konnten mit insgesamt 862 Stück die höchsten Fänge verzeichnet werden. Erst in Periode VI (27.05. – 02.06.) waren die Fänge rückläufig (129 Aale) und lagen im Mittel bei etwa 6 Tieren je Kescherzug (Maximum 20 Aale). In Periode VII (11. – 17.06.) gingen die Fänge dann nochmals deutlich zurück (10 Aale), so dass im Maximum lediglich 3 Tiere je Kontrolltag nachgewiesen werden konnten. Obwohl in Periode VIII (25.06. – 01.07.) die Aalfänge nochmals leicht anstiegen (21 Aale) konnten die Aufstiegsnachweise der Vormonate nicht wieder erreicht werden. Etwa ab Mitte Juli (Periode IX) fielen die Zahlen dann wieder ab. Lediglich 10 Aale konnten im Zeitraum vom 10. – 16.07. festgestellt werden. Erst gegen Ende Juli (24. – 30.07.) stiegen die Fangzahlen wieder leicht an (68 Aale), so dass etwa 3 Aale je Kescherzug in Periode X gefangen werden konnten. In der letzten Untersuchungsperiode (08. – 11.08) gingen die Fänge dann wieder zurück, so dass im Mittel lediglich ein Aal je Kescherzug gefangen werden konnte (Tabelle 4).

Tabelle 4: Verteilung aller mittels nächtlicher Kescherzüge über die 11 Untersuchungsperioden in der Aalfangrinne nachgewiesenen Aale bis 10 cm Länge (N = 2.089). 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	14.03.	20.03.	28	7	0	–	–	–
II	28.03.	03.04.	28	7	0	–	–	–
III	13.04.	19.04.	28	7	263	9,4 (0–65)	37,6 (0–94)	9,4 (0–23,5)
IV	27.04.	03.05.	28	7	709	25,3 (2–139)	101,3 (30–280)	25,3 (7,5–70)
V	12.05.	18.05.	28	7	862	30,8 (0–116)	123,1 (3–299)	30,8 (0,8–74,8)
VI	27.05.	02.06.	21	7	129	6,1 (1–20)	18,4 (10–42)	6,1 (3,3–14)
VII	11.06.	17.06.	21	7	10	0,5 (0–3)	1,4 (0–3)	0,5 (0–1)
VIII	25.06.	01.07.	21	7	21	1 (0–8)	3 (0–8)	1 (0–2,7)
IX	10.07.	16.07.	21	7	10	0,5 (0–2)	1,4 (0–3)	0,5 (0–1)
X	24.07.	30.07.	21	7	68	3,2 (0–15)	9,7 (0–19)	3,2 (0–6,3)
XI	08.08.	11.08.	12	4	17	1,4 (0–6)	4,3 (1–8)	1,4 (0,3–2,7)

Die Sichtbeobachtungen konnten aufgrund der starken Trübung der Ems nicht im Wehrunterwasser erfolgen, sondern nur innerhalb der Fischtreppe. Sie bestätigen grundsätzlich die Ergebnisse der Kescherzüge (Tabelle 5). Es konnten jedoch zu keinem Zeitraum viele Aale in der Fischtreppe beobachtet werden.

Tabelle 5: Ergebnisse der Sichtbeobachtungen zum Glas- und Steigaalaufkommen in der Fischtreppe des Tidewehres Herbrum im Jahr 2018 (im Unterwasser des Wehres waren aufgrund der Trübung keine Beobachtungen möglich).

Periode	Datum	Sichtbeobachtungen
I	14.03.– 20.03.	keine
II	28.03. – 03.04.	keine
III	13.04. – 19.04.	keine
IV	27.04. – 03.05.	wenige
V	12.05. – 18.05.	wenige
VI	27.05. – 02.06.	wenige
VII	11.06. – 17.06.	wenige
VIII	25.06. – 01.07.	keine
IX	10.07. – 16.07.	keine
X	24.07. – 30.07.	wenige
XI	08.08. – 11.08.	keine

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). Diese Längensklasse machte auch bei der Untersuchung im Vorjahr den Hauptteil im Fang aus.

Bei den nachgewiesenen Aalen handelte es sich größtenteils um unpigmentierte Aale (1.897 Tiere). Der Anteil an pigmentierten Aalen (192 Individuen) am Gesamtfang (2.089 Aale) machte damit etwa 9,2 % aus. Im Vergleich zum Vorjahr (1.430 Aale insgesamt, davon 0,07 % pigmentiert) war der Anteil an pigmentierten Aalen deutlich erhöht.

Der letzte Glasaalnachweis am Tidewehr Herbrum im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfolgte am 10.08.2018.

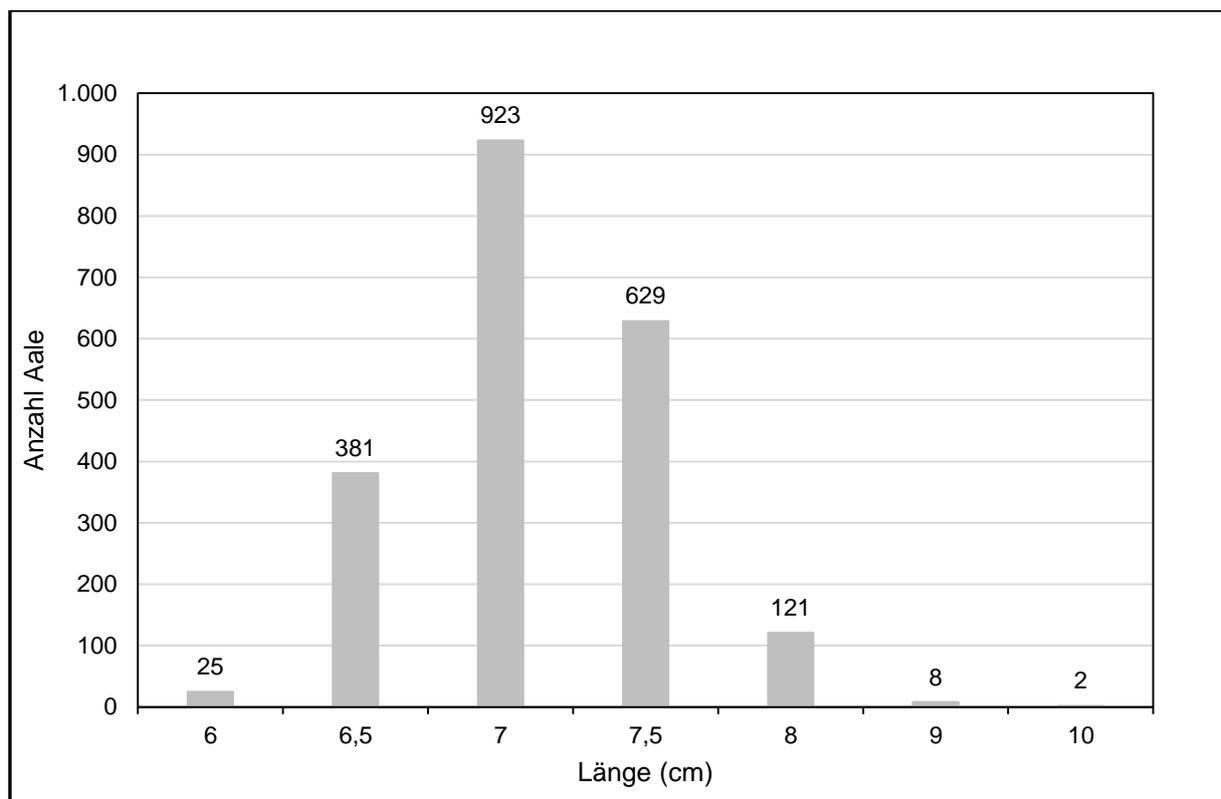


Abbildung 4: Längenhäufigkeitsverteilung ausgezählter Individuen bis 10 cm Länge am Tidewehr Herbrum (N = 2.089).

In den folgenden Abschnitten werden die abiotischen Parameter betrachtet (vgl. Kapitel 2.1.3 und Kapitel 7.1, Anhang Herbrum 1). Der Aalaufstieg am Standort Herbrum verlief im Vergleich zu den Vorjahren (Tabelle 1) auf einem etwas höheren Niveau. Mit insgesamt 2.089 Aalen war der Aufstieg jedoch nach wie vor gering und konnte bei weitem nicht an die im Jahr 2013 beobachtete und auf 150 kg geschätzte Menge (entspricht etwa 500.000 Stück) anknüpfen.

Im Jahr 2014 waren drei deutliche Peaks in den Aufstiegszahlen erkennbar (Salva *et al.*, 2014). Im Jahr 2015 konnte dagegen lediglich ein geringfügiger Anstieg in den Aufstiegszahlen für Anfang Mai beobachtet werden. Der Aalaufstieg der Jahre 2016 und 2017 war wiederum durch jeweils drei Peaks gekennzeichnet, die sich im Jahr 2016 auf Mitte April, Anfang und Ende Mai bzw. im Jahr 2017 auf Anfang und Ende April sowie die erste Maihälfte verteilen. Auch 2018 konnten wiederum drei deutliche Aufstiegspeaks verzeichnet

werden, die sich auf Mitte und Ende April sowie auf die erste Maihälfte verteilen. Für die übrigen Zeiträume sind keine merklichen Veränderungen im Aufstieg ersichtlich (Abbildung 5).

Eine Relation zum Verlauf der Wassertemperatur des Unterwassers (Abbildung 5) wird nicht zweifelsfrei deutlich, allerdings folgen die Aufstiegszahlen in Periode III, IV und V zeitweise den Verlaufskurven der Wassertemperatur. Die vorliegenden Untersuchungen begannen bei 7,4 °C Wassertemperatur. Aufgrund des sehr kalten Frühjahrs 2018 lag die Wassertemperatur jedoch lange unter 10 °C (vgl. Anhang Herbrum 2). Im Vergleich zu 2017 (erster Aalnachweis am 25.03. bei 9,7 °C Wassertemperatur) wurden die ersten Glasaale im Jahr 2018 erst am 14.04 bei 12,8 °C Wassertemperatur nachgewiesen. Erst ein Tag zuvor lag die Wassertemperatur erstmals über 10 °C und damit in dem Bereich, ab der historisch der Beginn stärkerer Glasaalaufstiege bei Herbrum beschrieben wurde (Meyer-Waarden, 1952; Schmeidler, 1957).

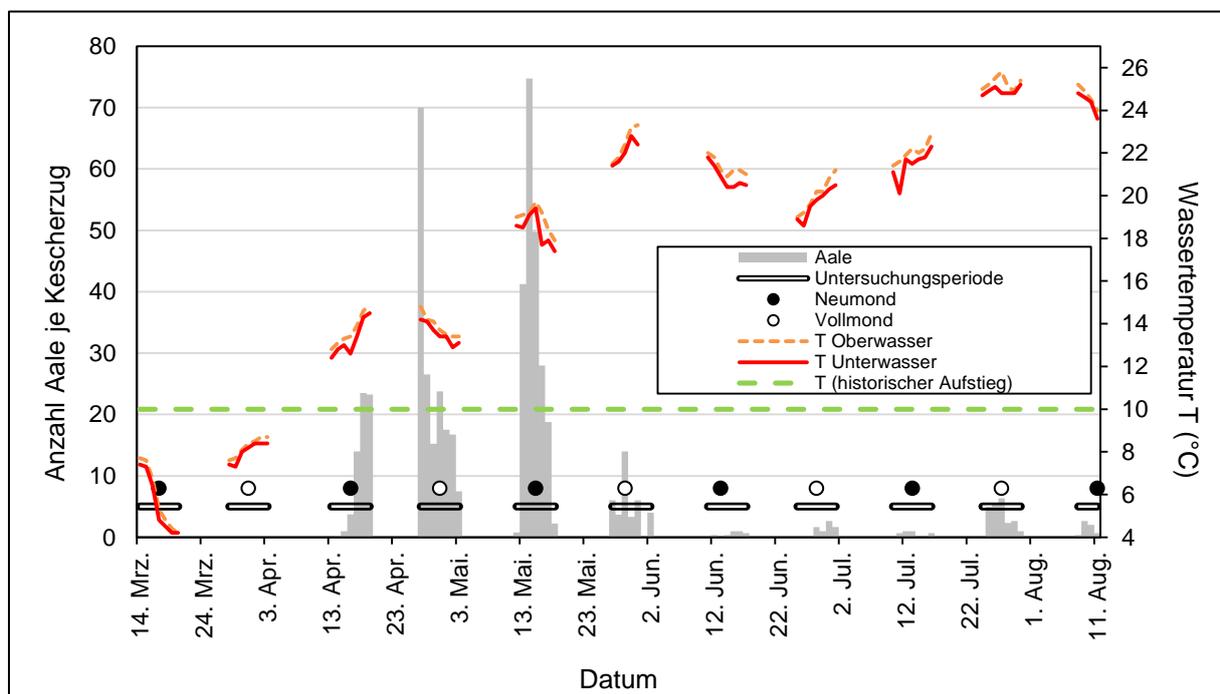


Abbildung 5: Aalaufstieg bei Herbrum (Aale je Kescherzug und Kontrolltag) sowie Temperaturverlauf in Ober- und Unterwasser, dazu Untersuchungsperioden und Mondphasen. Die Temperaturen von Ober- und Unterwasser liegen mit Ausnahme der ersten beiden Untersuchungsperioden, in denen keine Aale gefangen wurden, während des gesamten Untersuchungszeitraums über der für den historischen Aalaufstieg als relevant beschriebenen Temperatur von 10 °C (grüne Linie).

Insgesamt wurden 9 Begehungen des Uferbereichs unterhalb des Wehres durchgeführt und die definierte Streckenlänge (10 m) mit der vorgegebenen Zahl an Wasserbausteinen untersucht. Die stichprobenartige Untersuchung der Steinpackungen im Uferbereich führte zu keinem Nachweis von lebenden oder toten Glas- oder Steigaalen. 2018 war die festgestellte Verschlickung der Uferbereiche allerdings geringer als in den Jahren zuvor.

3.2 Monitoring am Stauwehr Bollingerfähr

Das Monitoring des Glas- und Steigaalaufstiegs in der Fischaufstiegsanlage am Stauwehr Bollingerfähr begann am 09.05.2018 bei 16,5 °C Wassertemperatur. Über den gesamten

Untersuchungszeitraum von 145 Tagen (09.05. – 30.09.2018) wurde die Aalleiter 120-mal gestellt, davon einmal tagsüber (Tabelle 6). Während dieser 120 Kontrolltage konnten insgesamt 11.210 Aale gefangen werden, von denen 5.294 Aale zwischen 6 und 10 cm und 5.916 Aale größer 10 cm Länge aufwiesen (Abbildung 6). Stichprobenartig wurden 4.313 Aale vermessen (Tabelle 7), von denen 1.927 Stück größer 10 cm Länge aufwiesen. Von den Aalen bis 10 cm Länge wurden 2.386 Stück vermessen; hiervon waren 347 Stück (14,5 %) unpigmentierte Glasaale, die ausschließlich im Mai und Juni gefangen wurden (Abbildung 7, Tabelle 6).

Tabelle 6: Während des Glas- und Steigalmonitorings am Stauwehr Bollingerfähr nachgewiesene Stückzahlen für den Fangzeitraum 09.05.–29.09.2018. Die Zahl unter den Monaten gibt die Anzahl der Kontrolltage an. Ein Kontrolltag umfasst jeweils die Zeit vom Stellen bis zum Heben der Aalleiter.

Monat	Mai	Juni	Juli	August	September	2018
Kontrolltage	18	25	29	31	17	120
(davon tagsüber)	(-)	(1)	(-)	(-)	(-)	(1)
Anzahl Aale						gesamt
bis 10 cm	330	3.668	505	672	119	5.294
größer 10 cm	498	4.735	235	350	98	5.916
gesamt	828	8.403	740	1.022	217	11.210
bis 10 cm, vermessen	330	760	505	672	119	2.386
davon Glasaal	214	133	0	0	0	347
größer 10 cm, vermessen	498	746	235	350	98	1.927
gesamt, vermessen	828	1.506	740	1.022	217	4.313

Tabelle 7: Unterproben und berechnete Stückzahlen für den Zeitraum 01.–07.06.2018.

Datum	Unterprobe			Gesamtfang	
	N Aale	Gewicht (g)	Ø-Gewicht (g)	Gesamtgewicht (g)	N Aale gesamt
01.06.2018	160	412	2,58	9.102	3.534
02.06.2018*	108	280	2,59	1.673	647
02.06.2018	136	296,35	2,18	4.750	2.178
03.06.2018	123	266,6	2,17	1.320	611
04.06.2018	89	222,2	2,50	478	251
05.06.2018	91	163,7	1,80	349	246
06.06.2018	94	160,05	1,70	273	202
07.06.2018	107	160	1,50	164	136

*) Die Aalleiter wurde am 2. Juni auch tagsüber gestellt.

Bis zum 30. Mai lagen die je Tag nachgewiesenen Stückzahlen für alle Größen zusammen zwischen etwa 20 und 60 Stück. Für Anfang Juni konnte ein verstärkter Aufstieg festgestellt werden (Tabelle 6, Abbildung 6), so dass die Gesamtzahl aufsteigender Aale im Zeitraum 01. – 07.06. über Unterproben ermittelt wurde (Tabelle 7). Demnach wurden im Zeitraum vom 31.05. bis 08.06. zwischen 97 und bis zu über 3.500 Aale nachgewiesen (Tabelle 7,

Abbildung 6). Im Wesentlichen fand der Aufstieg während der Nacht statt. Am 1. Juni konnten kleine Aale im Bereich der Fischaufstiegsanlage (vor der ersten Absperrung) beobachtet werden, weshalb die Aalleiter einmalig am 2. Juni tagsüber gestellt wurde, wobei 647 Aale nachgewiesen wurden. Am 8. Juni fielen die Aufstiegszahlen auf 102 Stück, um danach auf etwa 70–80 Stück und ab dem 13. Juni auf Werte von maximal etwa 60 Stück zu fallen. Ab dem 18. Juni wurden abnehmende Tagesfänge von häufig nur unter 10 Stück erreicht. Am 14. Juni war die Pumpe ausgefallen und wurde tags darauf ersetzt. Zwischen Anfang Juli und Mitte August erreichten die täglichen Gesamtaufstiegszahlen nochmal Werte im mittleren zweistelligen Bereich.

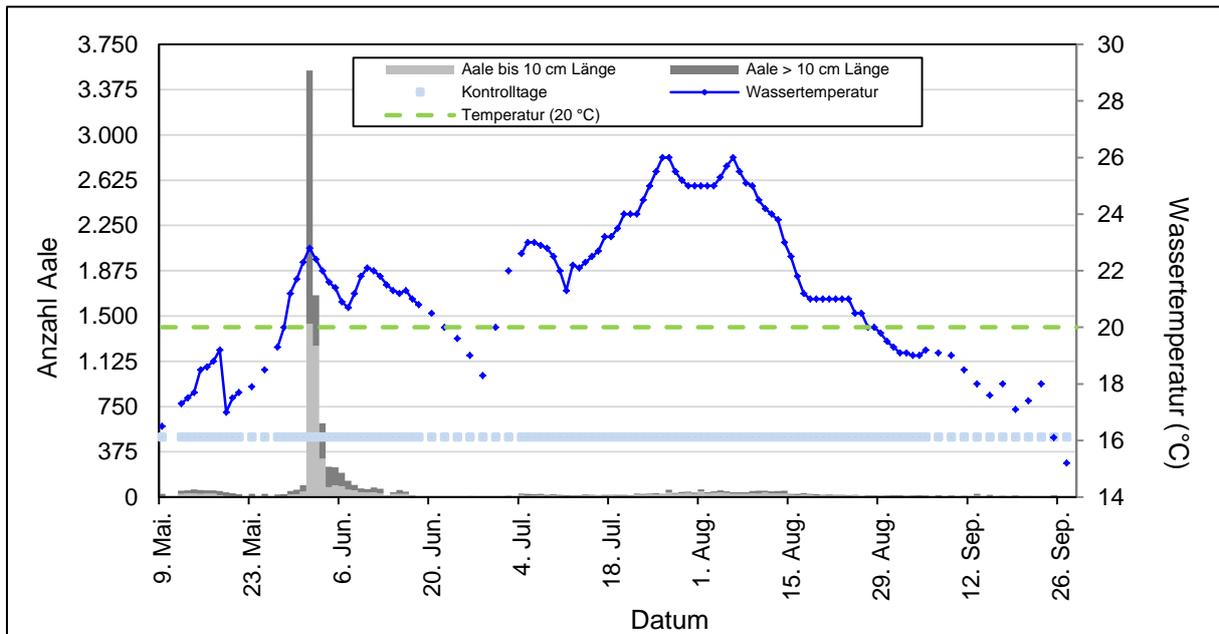


Abbildung 6: Nachweise von Aalen aller Größen am Stauwehr Bollingerfähr über den Untersuchungszeitraum vom 09.05 bis 29.09.2018 sowie die Kontrolltage, an denen Untersuchungen stattfanden. Am 02.06. wurde die Aalleiter einmalig auch tagsüber gestellt, für dieses Datum wurden die Tages- und Nachtfänge in der Abbildung addiert. Dargestellt sind zudem die Wassertemperatur sowie die Temperatur von 20 °C (grüne Linie) zur Veranschaulichung der Zunahme des Aufstiegs bei steigender Wassertemperatur (vgl. Abbildung 9).

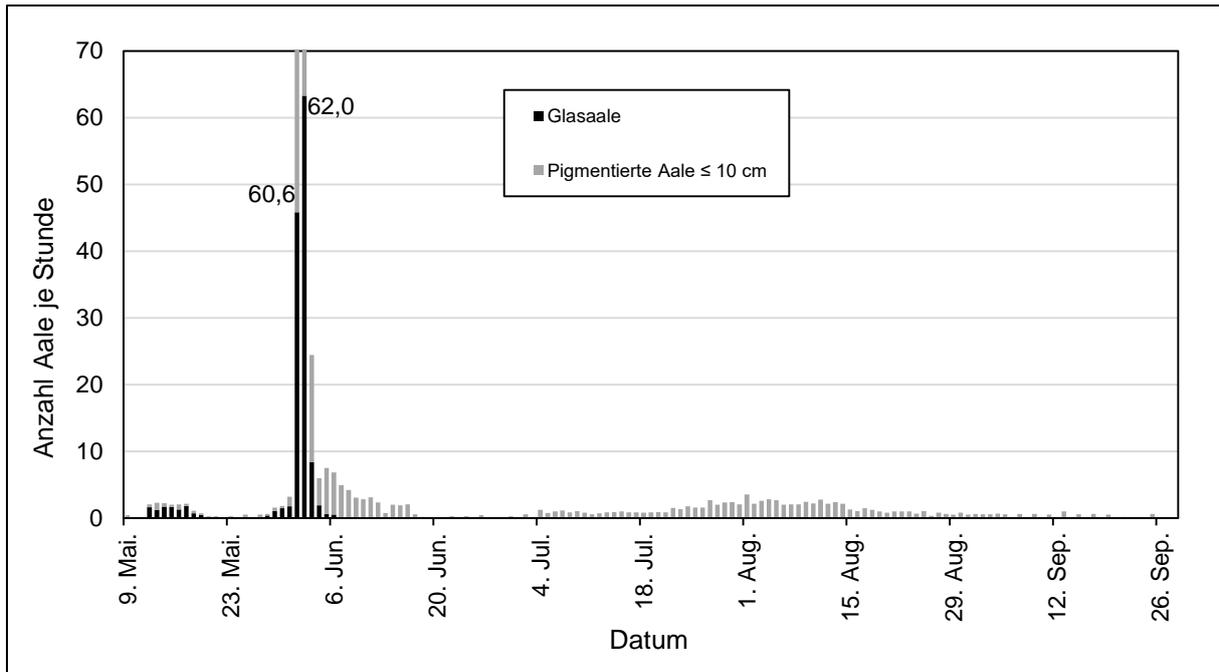


Abbildung 7: Nachweise von Aalen bis 10 cm Länge je Stunde am Stauwehr Bollingerfähr über den Untersuchungszeitraum vom 09.05 bis 29.09.2018 und Anteil der Glasaale. Dargestellt sind nur Kontrolltage, also Tage, an denen Untersuchungen erfolgten. Für den Zeitraum 01.06. – 07.06. wurden die Stückzahlen aus repräsentativen Unterproben ermittelt. Am 02.06. wurde die Aalleiter einmalig auch tagsüber gestellt, für dieses Datum wurden die Tages- und Nachtfänge in der Abbildung addiert.

Der starke Anstieg der Aufstiegszahlen Anfang Juni fiel mit einem starken Anstieg der Wassertemperatur zusammen, die hier erstmals 20 °C überschritt. Die Beobachtung, dass der Aufstieg mit einem Anstieg der Wassertemperatur bei Temperaturen ab 20 °C zunimmt, war bereits mehrfach in den Vorjahren erfolgt (vgl. unten).

Bezogen auf die jeweilige Dauer der Stellzeit der Aalleiter entsprachen die Fänge für Aale bis 10 cm Länge zumeist Werten von etwa 0,1 bis etwa 5 Aalen je Stunde und für Aale größer 10 cm Länge etwa 0,1 bis 7 Aalen je Stunde. In der Zeit des stärksten Aufstiegs dagegen (01. – 07.06., vgl. Abbildung 6) wurden höhere Werte erreicht: Einmalig stiegen am 1. Juni je Stunde über 100 Aale bis 10 cm Länge und mehr als 150 Aale über 10 cm Länge auf. Hierbei wurden je Stunde 45,9 pigmentierte Steigaale bis 10 cm Länge und 60,6 Glasaale je Stunde nachgewiesen (Abbildung 7).

Im Vergleich zu 2017 war 2018 der Aufstieg deutlich höher (5.294 Aale der Größenfraktion bis 10 cm Länge gegenüber 1.918 Stück). Die aufstiegsstärksten Jahre 2013 und 2014 hatten teilweise bis zu 300 Individuen pro Stunde (124 Tiere im Juli 2013) erbracht. Die aktuelle Untersuchung zeigt für 2018 maximale Fänge von etwa 260 Aale pro Stunde, die allerdings auf nur 2 Tage entfallen. Damit ist Anfang Juni 2018 der Aufstieg im Vergleich zu 2017 deutlich erhöht (nur etwa 15 Aale pro Stunde) und erreicht hier Werte aus den beiden bisher aufstiegsstärksten Jahren 2013 und 2014, in denen allerdings der Aufstieg deutlich stetiger erfolgte.

Wie die Längenhäufigkeitsverteilung zeigt (Abbildung 8), dominierten in der Fraktion der kleinen Aale Tiere mit einer Länge von 7,5 cm (987 Individuen), gefolgt von 8 cm (913 Stück)

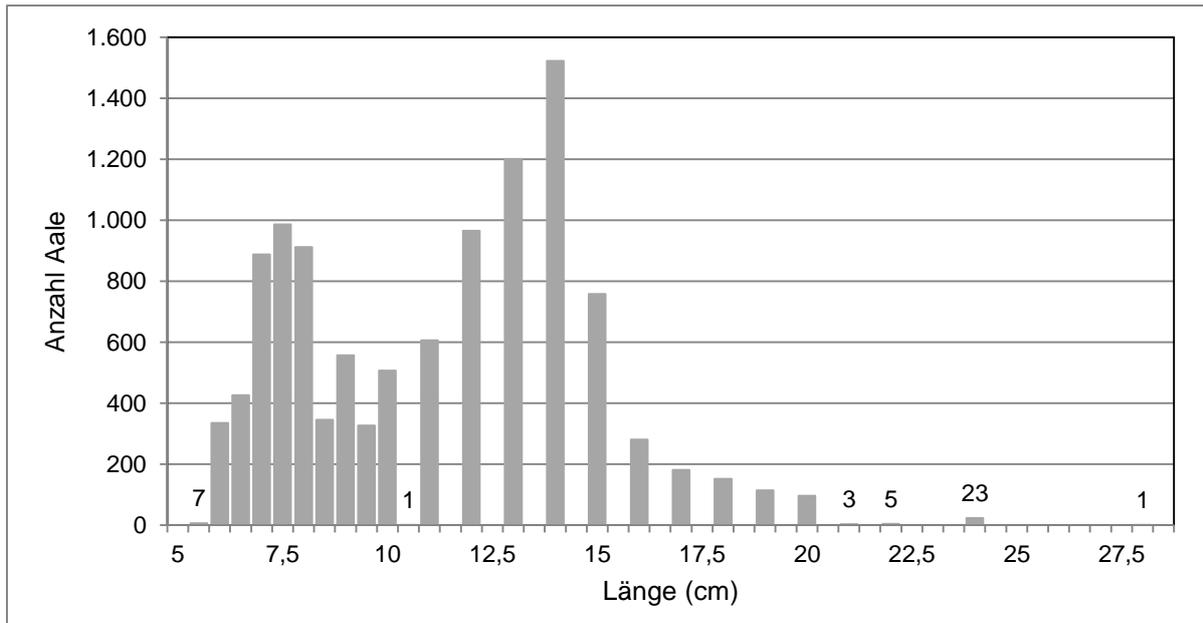


Abbildung 8: Längenhäufigkeitsverteilung der im Jahr 2018 am Stauwehr Bollingerfähr nachgewiesener Glas- und Steigaale (N = 11.210). Für den Zeitraum 01.06. – 07.06. wurden die Stückzahlen aus repräsentativen Unterproben ermittelt. Zu beachten ist, dass bis 10,5 cm die Länge in 0,5-cm-Klassen erfasst wurde und darüber in 1-cm-Klassen.

und 7 cm (888 Stück). 2017 dominierten Tiere von 7 cm den Fang, in den früheren Untersuchungen dagegen Tiere der Längenklasse von 8 cm (Salva *et al.*, 2014; 2015; 2016), wobei allerdings beispielsweise 2016 die Längenklasse von 7 cm bereits die zweitstärkste Gruppe war, die mit 20 Tieren nur unwesentlich unterhalb der Spitzenfraktion lag. In der Größenfraktion von Aalen über 10 cm Länge dominierte 2018 die Länge von 14 cm (1.523 Stück), die zusammen mit der Länge 13 cm (1.202 Stück) die stärksten Klassen bildete.

Die meisten der Aale bis 10 cm Gesamtlänge waren wie auch im Vorjahr bereits pigmentiert. Glasaale wurden vom 12.05.2018 bis zum 10.06.2018 nachgewiesen (Abbildung 7). 2017 dagegen wurden Glasaale bis Ende Juli und 2016 bis Mitte August festgestellt. Der diesjährige Nachweis erfolgte nahezu von Beginn an und vollzog sich in täglichen Stückzahlen von zumeist bis zu 25 Tieren. Allerdings wurden in den Tagen des starken Aufstiegs Zahlen von deutlich über 100 Tieren mit Spitzenwerten von über 600 bzw. 500 Stück am 1. und 2. Juni erreicht. Ab dem 5. Juni gingen die Glasaalfänge dann deutlich zurück.

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes wurden insgesamt 1.623 Glasaale nachgewiesen (im Vorjahr 438), was bezogen auf den Gesamtuntersuchungszeitraum einem Anteil von 31 % entspricht. Bezogen auf den Zeitraum des Glasaalaufstiegs (12.05 – 10.06.) und der hier nachgewiesenen Aale bis 10 cm Länge (3.759 Stück) liegt der Anteil der Glasaale sogar bei 43 %. Hiervon entfielen 120 Tiere (53 %) auf die Tageskontrolle am 2. Juni, bei der insgesamt 228 Aale bis 10 cm Länge nachgewiesen wurden.

Im Hinblick auf eine mögliche Abhängigkeit des Aalaufstiegs von den oben genannten abio-tischen Parametern (vgl. Kapitel 2.2.3 und Kapitel 7.2, Anhang Bollingerfähr 2) konnte den Standort Bollingerfähr, wie in den Vorjahren, mit Ausnahme der Temperatur kein Zusammenhang erkannt werden (Abbildung 6). Der Einfluss der Temperatur ist allerdings aufgrund des tatsächlichen, sehr hohen Aufstiegs Anfang Juni im weiteren

Verlauf kaum erkennbar (Abbildung 6); er wird deutlicher, wenn man die Fänge ohne die aus den repräsentativen Stichproben ermittelten Stückzahlen betrachtet (Abbildung 9)

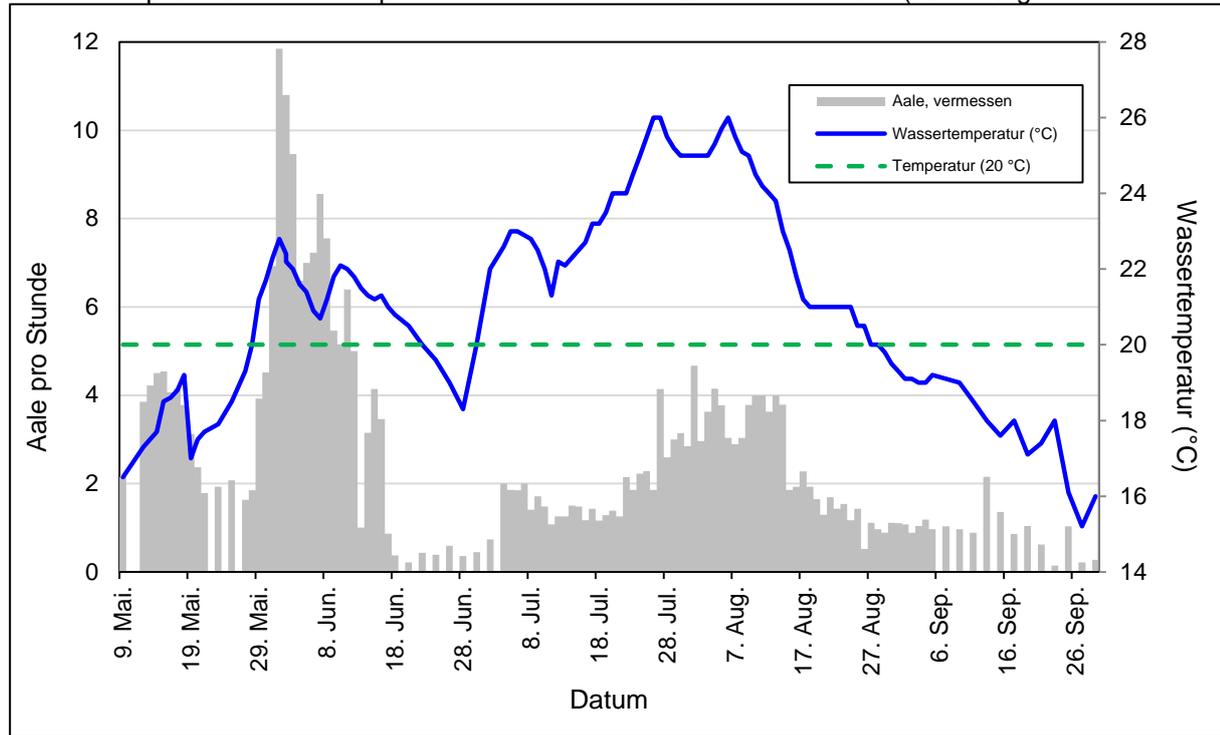


Abbildung 9).

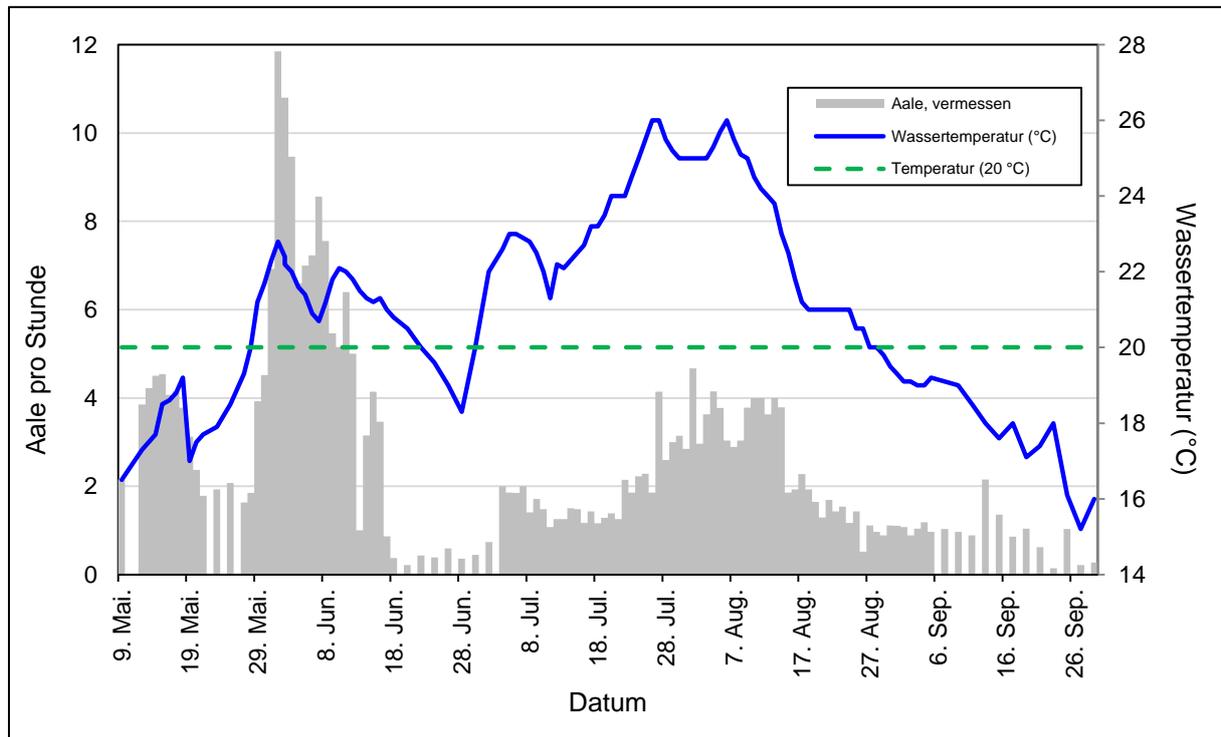


Abbildung 9: Aalaufstieg bei Bollingerfähr als Einheitsfang (Aale je Stunde) und Temperaturverlauf über den Untersuchungszeitraum. Die Darstellung stellt nicht die ermittelten Aufstiegszahlen (N = 11.210) dar sondern nur die tatsächlich vermessenen Tiere (N = 4.313, vgl. Tabelle 5), die über Unterproben ermittelten Stückzahlen sind hier nicht enthalten. Dargestellt sind nur Kontrolltage, also Tage, an denen Untersuchungen erfolgten. Bei Wassertemperaturen oberhalb von 20 °C (grüne Linie) wird ein Anstieg der Temperatur regelmäßig von einem erhöhten Aalaufstieg begleitet.

Das Aufstiegs geschehen war mit 11.210 Aalen deutlich größer als in den Jahren 2015–2017, jedoch merklich geringer als 2014 (Salva *et al.*, 2014; 2015; 2016; 2017). So betrug der maximale Tagesfang 2014 mehr als 4.000 Tiere. Der diesjährige Fang betrug maximal 3.534 Aale (01.06.2018). 2017 konnten dagegen maximal 227 Individuen (22.06.2017) nachgewiesen werden.

Zu keinem Zeitpunkt konnten 2018 kleine Aale im Schleusenbereich visuell erfasst werden. Der im Vergleich zum Vorjahr insgesamt erhöhte Aufstieg wurde wie auch in den Jahren 2015–2017 nicht durch das Auftreten von Aalen im Schleusenbereich begleitet.

4 Diskussion

Mit der vorliegenden Untersuchung fand zum sechsten Mal ein quantitatives Monitoring des Aufstiegs von Glas- und Steigaalen in der Ems am Standort Bollingerfähr und zum fünften 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 im April oder Mai am Tidewehr Herbrum das Aufkommen junger Steigaale am 6,4 km flussaufwärts liegenden Stauwehr Bollingerfähr anstieg. Im Jahr 2018 zeigte sich hier ein etwas anderer Verlauf: Eine erste intensivere Aufstiegsphase wurde bereits Mitte Mai registriert. Anfang Juni konnte ein sehr starker Anstieg im Aufstiegs geschehen am Wehr Bollingerfähr verzeichnet werden. Eine weitere intensivere Aufstiegsphase wurde Anfang August nachgewiesen, wobei das gesamte Aufstiegs geschehen letztlich von der zweiten Aufstiegsphase, insbesondere vom Aufstieg am 1. und 2. Juni, dominiert wurde.

Der zeitliche Schwerpunkt des Glasaalaufstiegs bei Herbrum entsprach 2018 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; 2016, 2017). 2018 wurden am Tidewehr Herbrum 2.089 Aale bis 10 cm Länge gefangen, wobei im Mittel 30,8 Aale je Kescherzug und Kontrolltag in der Untersuchungsperiode mit dem stärksten Aufstieg erzielt wurden (Periode V, 862 Aale in 7 Kontrolltagen, mit Fang an allen Kontrolltagen). Dies stellt gegenüber dem Vorjahr (1.430 Aale, im Mittel 21,1 Aale je Kescherzug und Kontrolltag in der Untersuchungsperiode mit dem stärksten Aufstieg, Periode IV, 591 Aale in 7 Kontrolltagen; Salva *et al.*, 2017) gefangen wurden, eine geringe Steigerung dar. Verglichen mit den Jahren 2016 (1.569 Aale, im Mittel 32,4 Aale je Kescherzug und Kontrolltag in der Untersuchungsperiode mit dem stärksten Aufstieg, Periode III, 1.093 Aale in 8 Kontrolltagen; Salva *et al.*, 2016) und 2015 (500 Aale, im Mittel 8,5 Aale je Kescherzug und Kontrolltag in der Untersuchungsperiode mit dem stärksten Aufstieg, Periode II, 367 Aale in 11 Kontrolltagen), war der Aufstieg 2018 damit der bisher zahlenmäßig stärkste im untersuchten Zeitraum.

Die Frequenz der Kontrolltage um die Springtiden war dabei vergleichbar mit den Untersuchungen der letzten Jahre und erstreckte sich, mit Ausnahme der letzten Untersuchungsperiode, auf 7 Tage um die jeweilige Springtide.

Im Hinblick auf Aalsichtungen im Wehrunterwasser von Herbrum ergab sich für die diesjährige Untersuchung ein divergentes Bild. Aufgrund der starken Trübung der Ems unterhalb des Wehres konnten Aalsichtungen nur an wenigen Tagen im Wehrunterwasser verzeichnet werden. Dagegen war die Sichtung aufsteigender Aale in der Fischtreppe an mehreren Tagen möglich, da die Speisung der Fischtreppe aus dem deutlich klareren Wehroberwasser erfolgt. Auch 2017 waren die Sichtverhältnisse aufgrund starker Trübung und Sturm schlecht, so dass keine Aale im Wehrunterwasser visuell erfasst werden konnten. In den vorausgehenden Jahren war dies zum Teil der Fall, so dass das Aufstiegs geschehen teilweise über die Sichtungen abgebildet werden konnte.

Damit ergaben sich auch 2018 keine Hinweise auf einen Massenaufstieg, wie er 2012 und 2013 mit jeweils geschätzten Mengen von 50 und 150 kg Glasaalen noch beobachtet werden konnte. Zu keinem Zeitpunkt konnten im Schleusenbereich aufsteigende Aale beobachtet

werden. Dies lässt sich ebenfalls mit einem nur geringen Gesamtaufstieg im Jahr 2018 in der Ems erklären.

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; 2016, 2017). Gleiches kann auch für das Jahr 2018 bestätigt werden. Auch hier wurden die Anstiege in den Aufstiegszahlen von Temperaturanstiegen oberhalb von 20 °C begleitet. Die deutlich gesteigerte Aufstiegsaktivität am Standort Bollingerfähr für Anfang Juni mag daher in dem durchschnittlich sehr warmen Jahr 2018 begründet liegen. Bereits im Mai wurden am Wehr Bollingerfähr Wassertemperaturen von oberhalb 22 °C gemessen.

Da seit 2016 keine Pegeldaten seitens des Wasser- und Schifffahrtamtes für Herbrum mehr erhoben wurden, kann hier nur die Betrachtung der Wassertemperatur erfolgen. Festgestellt werden konnte, dass Steigerungen in der Aufstiegsaktivität mit einer Erhöhung der Wassertemperatur zusammenfiel (z. B. Ende April/Mitte Mai 2018). Vor dem Hintergrund des auch 2018 weiterhin insgesamt geringen Aalaufkommens sind weitere Analysen zunächst nicht möglich.

Meyer-Waarden (1953) hatte eine geringfügig höhere Temperatur des auflaufenden Flutwassers als möglichen "Trigger" für Glasaale beschrieben, an dem sie früher die auflaufende Flut frühzeitig wahrnahmen. Während unserer Untersuchungen in den letzten Jahren konnten bisher keine Unterschiede in der Form eines 0,5 °C wärmeren Unterwassers in der Zeit des verstärkten Aufstiegs geschehens nachgewiesen werden (Salva *et al.*, 2015; 2016; 2017: Abbildung 5, Anhang Herbrum 2).

Die in der vorliegenden Untersuchung an beiden Standorten innerhalb der Größenfraktion bis 10 cm Gesamtlänge nachgewiesenen Längenklassen entsprechen den in der Literatur angegebenen Werten für Glas- und junge Steigaale (Tesch, 2003). In Herbrum wurden wie in den Vorjahren 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 7–8 cm dominierten. Eine weitergehende Betrachtung aus jüngerer Zeit findet sich bei Simon *et al.* (2016; 2017).

Der jeweils letzte Glasaal wurde in Bollingerfähr am 10.06.2018 und am Wehr Herbrum am 12.08.2018 (letzter Untersuchungstag) nachgewiesen. Das stärkste Glasaalaufkommen wurde in Bollingerfähr Anfang Juni und in Herbrum etwa 3–4 Wochen zuvor gegen Ende April und Mitte Mai nachgewiesen. Bei Bollingerfähr aufsteigende Glasaale sollten kurz zuvor bei Herbrum aufgestiegen sein. Das Auftreten von Glasaalen bei Bollingerfähr ist damit erklärbar, dass ein kleiner Teil der Aale zeitnah nach erfolgter Passage des Tidewehrs bei Herbrum auch bei Bollingerfähr aufsteigt (Salva *et al.*, 2015, 2016, 2017). Die Tatsache, dass 2018 der relative Anteil unpigmentierter Glasaale am Wehr Bollingerfähr mit 31 % im Vergleich zum Jahr 2015 (Glasaalanteil 7,76 %, Salva *et al.*, 2015) als dem aufstiegsschwächsten im betrachteten Untersuchungszeitraum um Faktor 4 erhöht ist, ist zudem ein Hinweis darauf, dass 2018 gegenüber 2015 vermehrt Glasaale einwandern. Ursprünglich war angenommen worden, dass der Großteil der am Tidewehr aufgestiegenen Glasaale nach Durchlaufen der Pigmentierung bei Bollingerfähr als pigmentierter Steigaal aufsteigt, was mit dem zeitlichen Abstand von etwa 2–3 Monaten plausibel erklärbar

erschien. Untersuchungen zur Quantifizierung des Steigaalaufstiegs im Jahr 2016 haben jedoch gezeigt, dass die Mehrzahl der Aale, die 2016 über das Tidewehr aufstiegen, teilweise erst im Folgejahr am Stauwehr Bollingerfähr aufstieg und somit deutlich länger als ursprünglich angenommen zwischen den Wehren verweilte (Simon *et al.*, 2016; 2017), so dass die bei Bollingerfähr aufsteigenden Aal offenbar mehrere Jahrgänge integrieren. Ein weiterer Befund der Altersuntersuchungen war, dass die Aale ein vergleichsweise schlechtes Wachstum aufwiesen (Simon *et al.*, 2016; 2017).

Nach wie vor haben sich die Kescherzüge in der Aalfangrinne am Tidewehr Herbrum als geeignet erwiesen, die aufsteigenden Glasaale nachzuweisen, wobei die Fänge grundsätzlich in Relation zu den Sichtbeobachtungen und damit vermutlich auch zur tatsächlichen Aufkommensstärke stehen. Es muss jedoch einschränkend erwähnt werden, dass die Ems unterhalb des Wehres häufig eine hohe Trübung aufwies. Jedoch konnten aufsteigende Aale mehrfach in der Fischtreppe beobachtet werden, so dass das Aufstiegsgeschehen darüber teilweise abgebildet werden konnte. Die Schwäche der Sichtbeobachtungen ist 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. Unabhängig davon ist jedoch die eingesetzte Methode der Kescherzüge weit davon entfernt, den Aalaufstieg quantitativ erfassen zu können. Hierzu erfolgten weitere Untersuchungen in den Jahren 2016 und 2017 (Simon *et al.*, 2016; 2017). Somit bleibt offen, in welchem Umfang Glasaale beispielsweise 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; Salva *et al.*, 2014; 2017).

Der mögliche Einfluss der Verschlickung unterhalb des Wehres bzw. der Fischaufstiegsanlage auf das Aufstiegsgeschehen wurde in den vergangenen Berichten bereits beleuchtet. So trat die Verschlickung im unteren Bereich der Aalrinne 2016 deutlich später und auch nicht in dem Ausmaß auf wie 2015, wo sie relativ früh einsetzte (ab dem 20.05.2015). Dagegen setzte 2017 die Verschlickung bereits Anfang Mai ein, so dass bereits am 08.05.2017 die Hälfte der Aalrinne von Schlick überlagert war. Inwieweit dies Auswirkungen auf eine aktive ufernahe Wanderung der Aale haben könnte, muss offen bleiben. Der stärkste Glasaalzug konnte 2015 und 2016 in der ersten Maihälfte beobachtet werden. Da die Verschlickung 2017 jedoch bereits Anfang Mai und bei einer gleichzeitig verstärkten Aufstiegsaktivität auftrat, ist eine grundsätzliche Beeinträchtigung des Aufstiegsgeschehens möglicherweise nicht gegeben. Für 2018 konnte grundsätzlich eine deutlich geringere Verschlickung als in den vorausgehenden Jahren beobachtet werden. Inwieweit dieser Zustand einen positiven Effekt auf das Aufstiegsgeschehen gehabt haben könnte, bleibt offen. Im Rahmen der Begehungen am Ufer konnten wie im Vorjahr keine Hinweise auf tote Aale im Schlick gefunden werden.

Auch wenn im Jahr 2018 in Herbrum 659 Aale mehr als 2017 gefangen wurden, so vollzog sich der Aufstieg insgesamt auf einem niedrigen Niveau. Hierfür spricht auch der eher geringe visuelle Nachweis aufstiegswilliger Aale in der Fischtreppe. Einschränkend ist zu ergänzen, dass der Fang von Glasaalen bei Herbrum nicht quantitativ erfolgen kann, weshalb versucht werden soll, zukünftig einen Index für die jährliche Rekrutierung abzuleiten. Damit aber sind weitere Aussagen derzeit nicht möglich. Allerdings wurde der

Aufstieg am Stauwehr Bollingerfähr zwei Jahre zuvor klar durch die größeren Aale dominiert, während 2017 die Stückzahlen der nachgewiesenen kleineren Aale die Vorjahreszahlen übertrafen. Für 2018 überwog die Zahl der großen Aale mit rund 5.900 Stück die der kleinen Aale (rund 5.300 Stück) geringfügig.

Rückblickend war der Aalaufstieg im betrachteten Untersuchungszeitraum 2013 und 2014 am höchsten und 2015 am niedrigsten. Da sowohl am Tidewehr Herbrum als auch am Stauwehr Bollingerfähr das Glas- und Steigaalaufkommen in den Jahren 2015 bis 2018 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 bis 2018 plausibel erklärbar. 2018 ist jedoch gegenüber den Jahren 2016 und 2017 das Aufkommen erhöht, wobei an 2 Tagen Aufstiegszahlen erreicht werden, die dem starken Aufstieg der Jahre 2013 und 2014 entsprechen.

Insgesamt wurde die Glasaalrekrutierung in Nordseezuflüssen für 2016, 2017 und 2018 mit 2,7 %, 1,6 % und 2,1 % vom Referenzzeitraum beziffert (ICES, 2016; 2017; 2018). Die weitergehenden Untersuchungen zur Quantifizierung des Aalaufstiegs ließen die Abschätzung zu, dass im Jahr 2016 gut 110.000 Glasaale in der Ems am Tidewehr aufgestiegen sind (Simon *et al.*, 2017). Dieser Wert bezieht nur diejenigen Aale ein, die 2016 am Tidewehr markiert wurden und 2016 und 2017 am Stauwehr Bollingerfähr aufstiegen. Bezogen auf die Annahmen zum historischen Aufstieg entspricht diese Zahl gut einem Prozent des historischen Aufkommens am Tidewehr, womit die Größenordnung recht gut mit dem Wert für Nordseezuflüsse insgesamt für 2016 korreliert.

5 Zusammenfassung und Empfehlungen

5.1 Glasaalmonitoring Herbrum

Zusammenfassend wird auf die Fragestellungen zur Durchführung eines Glas- und Steigaalmonitorings am Standort Herbrum mit der Methode definierter Kescherzüge eingegangen. Ergänzend erfolgten Sichtbeobachtungen und wurden Wasserbausteine auf im Schlick verendete Aale untersucht.

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

Der Aufstieg am Wehrstandort Herbrum erfolgte 2018 vom 14. April bis zum 11. August (an diesem Tag endete auftragsgemäß das Monitoring am Standort Herbrum). Der größte Teil der Aale wurde Ende April und Mitte Mai festgestellt. Im Vergleich zum Vorjahr verlief der Aufstieg etwa 3 Wochen später. Auch wenn der diesjährige Aufstieg im Vergleich zu 2017 später einsetzte, entspricht der Zeitraum des Aufstiegs bisherigen Ergebnissen und historischen Angaben.

5.1.2 Welche Größen an Jungaalen (Glas- und Steigaale) steigen auf bzw. sind nachweisbar?

Am Tidewehr Herbrum konnten insgesamt 2.089 Aale nachgewiesen werden, die der Größenfraktion bis 10 cm angehörten. Von diesen Tieren waren 192 Aale (9,2 %) bereits pigmentiert. Alle Aale wurden ausschließlich nachts mittels Kescherzügen gefangen. Bei den gefangenen Aalen dominierten Tiere mit einer Länge von 7 cm (923 Individuen), die Länge variierte zwischen 6 und 10 cm. 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 139 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 im Jahr 2018 nur unzureichend bestätigt werden. Die Trübung der Ems war oft sehr hoch, so dass das Aufstiegsgeschehen häufig nur durch Sichtbeobachtungen in der Fischtreppe abgebildet werden konnte.

5.1.5 Gibt es Hinweise auf tote Aale im Schlick?

Insgesamt wurden 9 Begehungen des Uferbereichs unterhalb des Wehres durchgeführt, wobei jeweils auf einer Strecke von 10 m Wasserbausteine auf tote Aale untersucht wurden. Die stichprobenartige Untersuchung der Steinpackungen im Uferbereich führte zu keinem Nachweis von lebenden oder toten Glas- und/oder Steigaalen. Die festgestellte Verschlickung war 2018 allerdings geringer als in den Vorjahren.

5.2 Steigalmonitoring Bollingerfähr

Zusammenfassend wird auf die Fragestellungen zur Durchführung eines Glas- und Steigalmonitorings am Standort Bollingerfähr 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 145 Tagen (09.05. – 30.09.2018) erfolgten 120 Kontrolltage (davon 119 nachts), an denen 5.294 Aale zwischen 5,5 und 10 cm und 5.916 Aale größer 10 cm Länge nachgewiesen werden konnten (vgl. Anhang). Innerhalb der Größenfraktion bis 10 cm Länge gehörten die meisten Glasaale als auch pigmentierte Aale der Längensklasse 7 cm an. Insgesamt wurden 1.623 Stück Glasaale nachgewiesen, was einem Anteil von 31 % der Aale bis 10 cm Länge entspricht.

5.2.2 Gegebenenfalls: Erfolgt der Aufstieg vornehmlich nachts oder tagsüber?

Im Jahr 2018 verlief der Aalaufstieg im Vergleich zu 2017 auf einem deutlich höheren Niveau, jedoch wurden nicht die Mengen registriert wie in den Jahren 2013 und 2014. Der Aufstieg vollzog sich im Wesentlichen während der Nacht. Lediglich Anfang Juni (01.06.2018) konnten tagsüber Aale im Bereich der unteren Absperrung gesichtet werden.

Das zusätzliche Stellen der Aalleiter am 02.06. während des Tages erbrachte einen Gesamtfang von 647 Aalen, von denen 228 Aale bis 10 cm Länge bei einem Glasaalanteil von 52,6 % (120 Stück) aufwiesen. 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, 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. (2017): 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 (*Anguilla anguilla*) throughout its natural range. In Report of the ICES Advisory Committee, 2016. ICES Advice on fishing opportunities, catch, and effort. Northeast Atlantic ICES Advice 2016 (<http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2016/2016/eel–eur.pdf>).
- ICES, 2017: European eel (*Anguilla anguilla*) throughout its natural range. In Report of the ICES Advisory Committee, 2017. ICES Advice on fishing opportunities, catch, and effort. Northeast Atlantic ICES Advice 2017 (<http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2017/2017/ele.2737.nea.pdf>).
- ICES, 2018: European eel (*Anguilla anguilla*) throughout its natural range. In Report of the ICES Advisory Committee, 2018. ICES Advice on fishing opportunities, catch, and effort. Northeast Atlantic ICES Advice 2018

(<http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Advice/2018/2018/ele.2737.nea.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, Suche mit "Aal", "Aalbewirtschaftungspläne", Zugriff am 29.10.2017.
- 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.
- 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.
- Salva, J., Poll, K.-H., Wilkens, H.-J., Zaudtke, B., Diekmann, M. (2016): 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.
- Salva, J., Poll, K.-H., Wilkens, H.-J., Zaudtke, B., Deuling, H., Diekmann, M. (2017): Glas- und Steigaalaufstieg an der Ems an den Stauwehren Herbrum und Bollingerfähr sowie in der Goldfischdever am Stauwehr Herbrum/Lehe im Jahr 2017. Gemeinsamer Abschlussbericht der Projekte: „Glas- und Steigaalmonitoring am

Standort Herbrum/Ems“, „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Bollingerfähr/Ems“ und „Glas- und Steigaalmonitoring am Standort Herbrum/Lehe/Goldfischdever, 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.
- Silberschneider, V., B. C. Pease & D. J. Booth (2001): A novel artificial habitat collection device for studying resettlement patterns in anguillid glass eels. Journal of Fish Biology 58: 1359–1370.
- 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.
- Simon, J.; Arlt, E.; Poll, K.–H.; Wilkens, H.–J. & Diekmann, M. (2017): Untersuchung von Steigaalen an der Ems (Stauwehr Bollingerfähr) auf Farbmarkierung der Otolithen. Abschlussbericht, Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam–Sacrow, im Auftrag des LAVES.
- 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.
- Winterwerp, J. C. (2011). Fine sediment transport by tidal asymmetry in the high-concentrated Ems River: indications for a regime shift in response to channel deepening. Ocean Dynamics 61(2–3): 203–215.

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
14.03.2018	0	0	0	15.05.2018	199	0	199
15.03.2018	0	0	0	16.05.2018	112	0	112
16.03.2018	0	0	0	17.05.2018	75	0	75
17.03.2018	0	0	0	18.05.2018	9	0	9
18.03.2018	0	0	0	27.05.2018	18	0	18
19.03.2018	0	0	0	28.05.2018	11	0	11
20.03.2018	0	0	0	29.05.2018	42	0	42
28.03.2018	0	0	0	30.05.2018	10	0	10
29.03.2018	0	0	0	31.05.2018	18	0	18
30.03.2018	0	0	0	01.06.2008	18	0	18
31.03.2018	0	0	0	02.06.2018	12	0	12
01.04.2018	0	0	0	11.06.2018	0	0	0
02.04.2018	0	0	0	12.06.2018	1	0	1
03.04.2018	0	0	0	13.06.2018	0	0	0
13.04.2018	0	0	0	14.06.2018	1	0	1
14.04.2018	1	0	1	15.06.2018	3	0	3
15.04.2018	4	0	4	16.06.2018	3	0	3
16.04.2018	15	0	15	17.06.2018	2	0	2
17.04.2018	56	0	56	25.06.2018	0	0	0
18.04.2018	94	0	94	26.05.2018	0	0	0
19.04.2018	93	0	93	27.06.2018	0	0	0
27.04.2018	280	0	280	28.06.2018	5	0	5
28.04.2018	106	0	106	29.06.2018	3	0	3
29.04.2018	61	0	61	30.06.2018	8	0	8
30.04.2018	95	0	95	01.07.2018	5	0	5
01.05.2018	70	0	70	10.07.2018	0	0	0
02.05.2018	67	0	67	11.07.2018	2	0	2
03.05.2018	30	0	30	12.07.2018	3	0	3
12.05.2018	3	0	3	13.07.2018	3	0	3
13.05.2018	165	0	165	14.07.2018	0	0	0
14.05.2018	299	0	299	15.07.2018	0	0	0

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 Oberwasser (°C)	T Unterwasser (°C)	Mond	Himmel	Windstärke
14.03.2018	0	4	0,0	0,6	7,7	7,4	A	wl	2
15.03.2018	0	4	0,0	2,7	7,6	7,3	A	wl	4
16.03.2018	0	4	0,0	-0,4	6,7	6,4	A	bw	4
17.03.2018	0	4	0,0	-3,4	5,3	4,8	N	wl	4
18.03.2018	0	4	0,0	-3	4,8	4,5	Z	wl	4
19.03.2018	0	4	0,0	-2	4,4	4,2	Z	wl	3
20.03.2018	0	4	0,0	-2	4,2	4,2	Z	wl	2
28.03.2018	0	4	0,0	5,2	7,6	7,4	Z	bd	3
29.03.2018	0	4	0,0	1,6	7,7	7,3	Z	wl	2
30.03.2018	0	4	0,0	6,4	8,1	8	Z	bd	3
31.03.2018	0	4	0,0	4,4	8,4	8,2	V	bd	2
01.04.2018	0	4	0,0	2,8	8,5	8,4	A	bw	2
02.04.2018	0	4	0,0	4,8	8,7	8,4	A	bd	2
03.04.2018	0	4	0,0	9	8,7	8,4	A	bd	3
13.04.2018	0	4	0,0	6,1	12,8	12,4	A	bd	4
14.04.2018	1	4	0,3	8,1	13,1	12,8	A	wl	1
15.04.2018	4	4	1,0	9	13,3	13	A	bd	1
16.04.2018	15	4	3,8	7,3	13,4	12,6	N	wl	1
17.04.2018	56	4	14,0	9,5	13,9	13,4	Z	wl	1
18.04.2018	94	4	23,5	10,8	14,6	14,3	Z	wl	1
19.04.2018	93	4	23,3	12,2	14,9	14,5	Z	wl	2
27.04.2018	280	4	70,0	8	14,8	14,2	Z	bw	2
28.04.2018	106	4	26,5	10,2	14,2	14,1	Z	bw	1
29.04.2018	61	4	15,3	9,7	14,1	13,7	Z	bw	3
30.04.2018	95	4	23,8	7,2	13,7	13,4	V	bw	6
01.05.2018	70	4	17,5	4,1	13,5	13,4	A	bd	5
02.05.2018	67	4	16,8	9,3	13,4	12,9	A	bd	4
03.05.2018	30	4	7,5	3,9	13,4	13,1	A	wl	2
12.05.2018	3	4	0,8	16,5	19	18,6	A	wl	3
13.05.2018	165	4	41,3	15,9	19,1	18,5	A	bw	4
14.05.2018	299	4	74,8	17,9	19,2	19,1	A	wl	3
15.05.2018	199	4	49,8	15,1	19,7	19,4	N	wl	3
16.05.2018	112	4	28,0	9,3	19,2	17,7	Z	wl	4
17.05.2018	75	4	18,8	9,4	18,4	17,9	Z	bd	4
18.05.2018	9	4	2,3	10,2	17,9	17,4	Z	bd	3
27.05.2018	18	3	6,0	17,8	21,5	21,4	Z	bd	3
28.05.2018	11	3	3,7	20,1	21,8	21,6	Z	wl	1

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 Oberwasser (°C)	T Unterwasser (°C)	Mond	Himmel	Windstärke
29.05.2018	42	3	14,0	18,3	22,4	22	V	bw	2
30.05.2018	10	3	3,3	20,4	23,2	22,8	a	wl	1
31.05.2018	18	3	6,0	18,2	23,3	22,4	a	bw	1
01.06.2008	18	3	6,0	15	23,2	23	a	bd	3
02.06.2018	12	3	4,0	13,5	22,8	22,6	a	bd	2
11.06.2018	0	3	0,0	20,5	22	21,8	a	wl	3
12.06.2018	1	3	0,3	13	21,8	21,4	a	bw	3
13.06.2018	0	3	0,0	12,8	21,2	20,9	N	bd	2
14.06.2018	1	3	0,3	14,5	20,9	20,4	z	bd	3
15.06.2018	3	3	1,0	14,1	21,2	20,4	z	bd	2
16.06.2018	3	3	1,0	13,5	21,2	20,6	z	bw	3
17.06.2018	2	3	0,7	12,5	21	20,5	z	bw	4
25.06.2018	0	3	0,0	13,5	19	18,9	z	bw	3
26.05.2018	0	3	0,0	11,6	19,2	18,6	z	wl	3
27.06.2018	0	3	0,0	15,4	19,6	19,5	z	wl	1
28.06.2018	5	3	1,7	14,1	20,2	19,8	V	wl	1
29.06.2018	3	3	1,0	15	20,2	20	a	wl	2
30.06.2018	8	3	2,7	15,6	20,8	20,3	a	wl	2
01.07.2018	5	3	1,7	14,5	21,2	20,5	a	wl	3
10.07.2018	0	3	0,0	14,1	21,4	21,1	a	bd	3
11.07.2018	2	3	0,7	16,5	21,6	20,1	a	bw	2
12.07.2018	3	3	1,0	14,8	21,9	21,7	a	bw	2
13.07.2018	3	3	1,0	13,7	22,2	21,5	N	bw	2
14.07.2018	0	3	0,0	12,9	22	21,7	z	wl	2
15.07.2018	0	3	0,0	14	22,2	21,8	z	wl	2
16.07.2018	2	3	0,7	16,7	22,9	22,3	z	wl	2
24.07.2018	0	3	0,0	21,5	25	24,7	z	bw	2
25.07.2018	15	3	5,0	21	25,2	24,9	z	bw	3
26.07.2018	16	3	5,3	21,3	25,5	25,1	z	bd	2
27.07.2018	19	3	6,3	21,4	25,8	24,8	V	bd	2
28.07.2018	7	3	2,3	13,2	25,1	24,8	a	bw	3
29.07.2018	8	3	2,7	17,6	24,9	24,8	a	bw	3
30.07.2018	3	3	1,0	20,2	25,4	25,2	a	bw	3
08.08.2018	1	3	0,3	25,6	25,2	24,8	a	bw	3
09.08.2018	8	3	2,7	20,2	24,9	24,6	a	bw	7
10.08.2018	6	3	2,0	14,2	24,5	24,4	a	bw	4
11.08.2018	2	3	0,7	13,1	24	23,6	N	bw	3

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.

Datum	Aale ≤ 10 cm	Aale > 10 cm	Aale gesamt	davon: Anzahl unpigmentierte Aale < 10cm	Datum	Aale ≤ 10 cm	Aale > 10 cm	Aale gesamt	davon: Anzahl unpigmentierte Aale < 10cm
09.05.2018	6	22	28	0	07.06.2018*	62	74	136*	2
12.05.2018	28	24	52	22	08.06.2018	57	45	109	3
13.05.2018	31	26	57	17	09.06.2018	40	31	71	2
14.05.2018	32	31	63	24	10.06.2018	37	30	67	0
15.05.2018	26	33	59	22	11.06.2018	39	41	80	0
16.05.2018	29	28	57	18	12.06.2018	33	37	70	0
17.05.2018	29	27	56	25	13.06.2018	10	3	13	0
18.05.2018	15	36	51	10	14.06.2018	26	15	41	0
19.05.2018	9	30	39	6	15.06.2018	27	31	58	0
20.05.2018	4	28	32	1	16.06.2018	27	18	45	0
21.05.2018	4	21	25	0	17.06.2018	9	4	13	0
23.05.2018	4	22	26	0	18.06.2018	3	2	5	0
25.05.2018	7	21	28	3	20.06.2018	1	2	3	0
27.05.2018	7	15	22	2	22.06.2018	4	2	6	0
28.05.2018	8	16	24	5	24.06.2018	4	1	5	0
29.05.2018	21	30	51	14	26.06.2018	6	2	8	0
30.05.2018	25	36	61	20	28.06.2018	3	2	5	0
31.05.2018	45	52	97	25	30.06.2018	4	2	6	0
01.06.2018*	1.437	2.097	3.534*	619	02.07.2018	9	2	11	0
02.06.2018*	228	419	647*	120	04.07.2018	18	11	29	0
02.06.2018*	1.025	1.153	2.178*	513	05.07.2018	11	15	26	0
03.06.2018*	318	293	611*	109	06.07.2018	14	11	25	0
04.06.2018*	81	170	251*	26	07.07.2018	16	11	27	0
05.06.2018*	98	148	246*	8	08.07.2018	12	7	19	0
06.06.2018*	89	113	202*	7	09.07.2018	15	9	24	0

*) : Zahlen inklusive berechneter Aalmengen

Anhang Bollingerfähr 1 (Fortsetzung): Übersicht Aal-Tagesfänge.

Datum	Aale ≤ 10 cm	Aale > 10 cm	Aale gesamt	davon: Anzahl unpigmentierte Aale < 10cm	Datum	Aale ≤ 10 cm	Aale > 10 cm	Aale gesamt	davon: Anzahl unpigmentierte Aale < 10cm
10.07.2018	11	9	20	0	04.08.2018	38	18	56	0
11.07.2018	8	7	15	0	05.08.2018	35	14	49	0
12.07.2018	10	7	17	0	06.08.2018	27	14	41	0
13.07.2018	12	5	17	0	07.08.2018	28	11	39	0
14.07.2018	13	8	21	0	08.08.2018	28	13	41	0
15.07.2018	14	6	20	0	09.08.2018	33	18	51	0
16.07.2018	13	4	17	0	10.08.2018	30	24	54	0
17.07.2018	12	8	20	0	11.08.2018	36	16	52	0
18.07.2018	13	5	18	0	12.08.2018	29	20	49	0
19.07.2018	12	6	18	0	13.08.2018	30	20	50	0
20.07.2018	12	6	18	0	14.08.2018	30	23	53	0
21.07.2018	12	5	17	0	15.08.2018	18	8	26	0
22.07.2018	21	8	29	0	16.08.2018	15	12	27	0
23.07.2018	19	7	26	0	17.08.2018	22	11	33	0
24.07.2018	24	6	30	0	18.08.2018	18	10	28	0
25.07.2018	22	10	32	0	19.08.2018	14	9	23	0
26.07.2018	22	4	26	0	20.08.2018	13	7	20	0
27.07.2018	39	21	60	0	21.08.2018	13	9	22	0
28.07.2018	27	8	35	0	22.08.2018	14	6	20	0
29.07.2018	33	9	42	0	23.08.2018	13	7	20	0
30.07.2018	34	10	44	0	24.08.2018	10	7	17	0
31.07.2018	27	10	37	0	25.08.2018	15	5	20	0
01.08.2018	48	15	63	0	26.08.2018	5	2	7	0
02.08.2018	29	11	40	0	27.08.2018	11	4	15	0

Anhang Bollingerfähr 1 (Fortsetzung): Übersicht Aal-Tagesfänge.

Datum	Aale ≤ 10 cm	Aale > 10 cm	Aale gesamt	davon: Anzahl unpigmentierte Aale < 10cm
28.08.2018	9	5	14	0
29.08.2018	7	5	12	0
30.08.2018	11	4	15	0
31.08.2018	8	8	16	0
01.09.2018	9	6	15	0
02.09.2018	8	4	12	0
03.09.2018	8	6	14	0
04.09.2018	9	7	16	0
05.09.2018	8	5	13	0
07.09.2018	9	6	15	0
09.09.2018	9	5	14	0
11.09.2018	7	5	12	0
13.09.2018	13	15	28	0
15.09.2018	8	11	19	0
17.09.2018	9	3	12	0
19.09.2018	7	7	14	0
21.09.2018	3	6	9	0
23.09.2018	1	1	2	0
25.09.2018	9	6	15	0
27.09.2018	1	2	3	0
29.09.2018	1	3	4	0

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
09.05.2018	28	13,0	2,2	17,9	16,5	a	he	2
12.05.2018	52	13,5	3,9	24	17,3	a	wl	2
13.05.2018	57	13,5	4,2	22,4	17,5	a	wl	3
14.05.2018	63	14,0	4,5	20,7	17,7	a	he	2
15.05.2018	59	13,0	4,5	21,4	18,5	N	bd	2
16.05.2018	57	14,0	4,1	22,2	18,6	z	he	2
17.05.2018	56	13,5	4,1	20,6	18,8	z	he	3
18.05.2018	51	13,5	3,8	22	19,2	z	wl	3
19.05.2018	39	12,5	3,1	20,1	17	z	he	2
20.05.2018	32	13,5	2,4	22,6	17,5	z	wl	2
21.05.2018	25	14,0	1,8	22,2	17,7	z	wl	2
23.05.2018	26	13,5	1,9	23,7	17,9	z	he	1
25.05.2018	28	13,5	2,1	24,6	18,5	z	he	3
27.05.2018	22	13,5	1,6	26,2	19,3	z	he	2
28.05.2018	24	13,0	1,8	25,2	20	z	bw	2
29.05.2018	51	13,0	3,9	24,7	21,2	V	he	2
30.05.2018	61	13,5	4,5	26,2	21,7	a	bw	1
31.05.2018	97	14,0	6,9	26,5	22,3	a	he	1
01.06.2018	3.534	13,5	11,9	19,4	22,8	a	bw	2
02.06.2018	647	10,0	10,8	17,2	22,4	a	he	2
02.06.2018	2.178	13,5	10,1	19,6	22,2	a	bw	2
03.06.2018	611	13,0	9,5	18,9	22	a	bd	2
04.06.2018	251	13,5	6,6	18,7	21,6	a	bd	3
05.06.2018	246	13,0	7,0	21,2	21,4	a	bw	2
06.06.2018	202	13,0	7,2	22,4	20,9	a	he	1
07.06.2018	136	12,5	8,6	22,6	20,7	a	he	1
08.06.2018	102	13,5	7,6	25,3	21,2	a	he	2
09.06.2018	71	13,0	5,5	24,3	21,8	a	bd	3
10.06.2018	67	13,0	5,2	19,8	22,1	a	he	2
11.06.2018	80	12,5	6,4	18,6	22	a	bw	2
12.06.2018	70	14,0	5,0	17,3	21,8	a	bd	3

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
13.06.2018	13	13,0	1,0	17,6	21,5	N	bd	3
14.06.2018	41	13,0	3,2	18,9	21,3	z	bd	4
15.06.2018	58	14,0	4,0	22,2	21,2	z	bw	3
16.06.2018	45	13,0	3,5	22,3	21,3	z	he	2
17.06.2018	13	15,0	0,9	19,2	21	z	bw	2
18.06.2018	5	13,5	0,4	18,8	20,8	z	dw	3
20.06.2018	3	14,0	0,2	23,8	20,5	z	he	4
22.06.2018	6	14,0	0,4	16,3	20	z	bd	4
24.06.2018	5	13,0	0,4	17,2	19,6	z	bd	4
26.06.2018	8	13,5	0,5	15,7	19	z	bw	3
28.06.2018	5	14,0	0,4	24,5	18,3	V	he	4
30.06.2018	6	13,5	0,4	25,3	20	a	he	3
02.07.2018	11	15,0	0,7	21	22	a	wl	3
04.07.2018	29	14,5	2,0	22,3	22,6	a	wl	3
05.07.2018	26	14,0	1,9	18	23	a	he	4
06.07.2018	25	13,5	1,9	18,5	23	a	he	3
07.07.2018	27	13,5	2,0	18	22,9	a	he	3
08.07.2018	19	13,5	1,4	19	22,8	a	he	4
09.07.2018	24	14,0	1,7	15	22,5	a	bd	3
10.07.2018	20	13,5	1,5	17	22	a	bw	4
11.07.2018	15	14,0	1,1	21	21,3	a	bw	4
12.07.2018	17	13,5	1,3	20,5	22,2	a	he	2
13.07.2018	17	13,5	1,3	22	22,1	N	he	3
14.07.2018	21	14,0	1,5	22,1	22,3	z	he	3
15.07.2018	20	13,5	1,5	25	22,5	z	he	2
16.07.2018	17	14,5	1,3	24	22,7	z	he	3
17.07.2018	20	14,0	1,4	23	23,2	z	he	4
18.07.2018	18	15,5	1,2	24	23,2	z	he	2
19.07.2018	18	14,0	1,3	22	23,5	z	bw	3
20.07.2018	18	13,0	1,4	22,5	24	z	he	3

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
21.07.2018	17	13,5	1,3	20	24	z	he	4
22.07.2018	29	13,5	2,1	22	24	z	he	3
23.07.2018	26	14,0	1,9	26	24,5	z	wl	2
24.07.2018	30	13,5	2,2	29	25	z	he	2
25.07.2018	32	14,0	2,3	26	25,5	z	he	4
26.07.2018	26	14,0	1,9	32	26	z	wl	4
27.07.2018	60	14,5	4,1	30	26	V	wl	4
28.07.2018	35	13,5	2,6	21	25,5	a	bw	2
29.07.2018	42	14,0	3,0	27	25,2	a	bw	4
30.07.2018	44	14,0	3,1	29	25	a	he	2
31.07.2018	37	13,0	2,8	25	25	a	he	4
01.08.2018	63	13,5	4,7	24	25	a	bw	2
02.08.2018	40	13,5	3,0	25	25	a	he	3
03.08.2018	49	13,5	3,6	27	25	a	he	3
04.08.2018	56	13,5	4,1	23	25,3	a	he	4
05.08.2018	49	13,0	3,8	21	25,7	a	he	3
06.08.2018	41	13,5	3,0	29	26	a	he	3
07.08.2018	39	13,5	2,9	24	25,5	a	wl	2
08.08.2018	41	13,5	3,0	21,2	25,1	a	bw	3
09.08.2018	51	13,5	3,8	20,4	25	a	bd	3
10.08.2018	54	13,5	4,0	18,4	24,5	a	bd	3
11.08.2018	52	13,0	4,0	20,7	24,2	N	bw	4
12.08.2018	49	13,5	3,6	22,4	24	z	bd	4
13.08.2018	50	12,5	4,0	19,8	23,8	z	bw	5
14.08.2018	53	14,0	3,8	20,2	23	z	bw	5
15.08.2018	26	14,0	1,9	21,2	22,5	z	bd	5
16.08.2018	27	14,0	1,9	22,4	21,8	z	he	4
17.08.2018	33	14,5	2,3	20,4	21,2	z	bw	3
18.08.2018	28	14,5	1,9	22	21	z	he	3
19.08.2018	23	14,0	1,6	20,4	21	z	he	5

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
20.08.2018	20	15,5	1,3	20	21	z	bw	2
21.08.2018	22	13,0	1,7	24	21	z	he	1
22.08.2018	20	14,0	1,4	25	21	z	he	2
23.08.2018	20	13,0	1,5	22	21	z	bd	4
24.08.2018	17	14,5	1,2	15	21	z	bd	4
25.08.2018	20	14,0	1,4	16	20,5	z	bd	4
26.08.2018	7	13,5	0,5	18	20,5	V	bd	3
27.08.2018	15	13,5	1,1	17	20	a	bw	4
28.08.2018	14	14,5	1,0	21	20	a	bd	1
29.08.2018	12	13,5	0,9	18	19,8	a	bd	3
30.08.2018	15	13,5	1,1	16	19,5	a	he	4
31.08.2018	16	14,5	1,1	16	19,3	a	he	3
01.09.2018	15	14,0	1,1	17	19,1	a	he	3
02.09.2018	12	13,5	0,9	20	19,1	a	he	4
03.09.2018	14	13,5	1,0	19,5	19	a	he	3
04.09.2018	16	13,5	1,2	20,5	19	a	he	3
05.09.2018	13	13,5	1,0	22,6	19,2	a	he	3
07.09.2018	15	14,5	1,0	20,4	19,1	a	he	3
09.09.2018	14	14,5	1,0	19,7	19	N	he	4
11.09.2018	12	13,5	0,9	21	18,5	z	bw	5
13.09.2018	28	13,0	2,2	19,4	18	z	he	4
15.09.2018	19	14,0	1,4	20,2	17,6	z	he	3
17.09.2018	12	14,0	0,9	21,2	18	z	he	3
19.09.2018	14	13,5	1,0	18	17,1	z	bd	4
21.09.2018	9	14,5	0,6	21	17,4	z	he	4
23.09.2018	2	14,0	0,1	12	18	z	bd	4
25.09.2018	15	14,5	1,0	11	16,1	V	he	1
27.09.2018	3	14,0	0,2	16	15,2	a	bw	4
29.09.2018	4	14,5	0,3	12	16	a	bw	3

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
a	Abnehmend
n	Neumond
v	Vollmond
z	Zunehmend