



Zum Steigalmonitoring in der Kluvensieker Schleuse 2007 bis 2019

JÖRG SCHIMMLER

Der Aalaufstieg in der Kluvensieker Schleuse des historischen Eiderkanals wurde im Rahmen des von der EU, dem Land Schleswig-Holstein, dem Landessportfischerverband und den Mitgliedern der Hegegemeinschaft Gewässersystem Nord-Ostsee-Kanal geförderten Steigalmonitorings seit 2007 kontrolliert¹. Der Aufstieg schwankt in Anzahl und Größenzusammensetzung. Als Bestimmungsgrößen für die Anzahl der Aufsteiger kommen das Jahr, die Wassertemperatur und die Mondphasen in Betracht.

Eine speziell konstruierte Aalfalle wird in der ehemaligen Kluvensieker Schleuse (seit 1893 außer Betrieb) seit 2007 zur Kontrolle des Aalaufstiegs eingesetzt. Der Abfluss des oberhalb der Schleuse gelegenen Kanalabschnitts erfolgte bis zur Schleusenrestaurierung im Jahre 2012 vollständig, danach zum größten Teil über die Freischleuse². Der Betrieb der Aalfalle, die Kontrolle und Protokollierung der Fänge und der Begleitumstände wird durch Mitglieder des Norddeutschen Anglervereins e.V. Kiel nun schon seit dreizehn Jahren geleistet.

In der Aalfalle wird über eine elektrisch betriebene Pumpe Wasser in eine mit Bürsten versehene schräge Fläche geleitet. Dem dadurch gegebenen Lockstrom folgen die aufstiegsbereiten Aale. Die ihnen angebotene vermeintliche Aufstiegsmöglichkeit endet direkt in einem Fangbehälter.

¹Die Zuschüsse aus EU-Mitteln wurden nur bis einschließlich 2018 gewährt.

²Eine Schleusenkammer, die lediglich der Wasserhaltung im ehemaligen Eiderkanal diente.

Während der Zeit von Ende März bis Oktober³ wurde die Falle betrieben und in kurzen Abständen kontrolliert. Die Längen der Aale im Fangbehälter wurden einzeln gemessen und in Kontrollformularen notiert. Zusätzlich wurden Lufttemperatur, Wassertemperatur und Wetterbedingungen festgehalten. Die Aale wurden anschließend oberhalb der Schleuse wieder ausgesetzt. Einige wurden zur Kontrolle, ob sie zum unsichtbar markierten⁴ Aalbesatz des Nord-Ostsee-Kanals gehören, für die entsprechende Untersuchung eingefroren.

Anzahl der kontrollierten Aale

In den Jahren 2007 bis 2019 wurde in der Kluvensieker Schleuse der Aufstieg von 2374 Aalen erfasst. Die Anzahl der Aale in den verschiedenen Jahren hängt auch von der Anzahl der Betriebstage der Aalfalle ab. Daher ist es sinnvoll, die Anzahl pro Betriebstag zu vergleichen. Während in 2007, 2008 und 2014 deutlich weniger als ein Aal pro Betriebstag in die Falle geriet, waren es in den anderen Jahren deutlich mehr.

Die Anzahl der Aufsteiger, die Zahl der Betriebstage und die mittlere Anzahl der Aale je Betriebstag zeigt die folgende Tabelle.

2007	30.03.-17.08.	147	49	0,33
2008	31.03.-29.07.	121	42	0,35
2009	04.04.-19.07.	107	112	1,05
2010	03.04.-01.08.	121	160	1,32
2011	29.03.-26.07.	119	211	1,77
2012	05.04.-08.08.	126	164	1,30
2013	15.04.-08.09.	147	179	1,22
2014	14.03.-27.09.	198	117	0,59
2015	28.03.-26.09.	150	176	0,85
2016	01.04.-27.10.	231	210	1,10
2017	10.04.-10.11.	195	215	0,91
2018	12.05.-12.10.	329	154	2,14
2019	12.05.-03.10.	435	145	3,00

Längenverteilung der Aufsteiger

Von Interesse ist die Längenverteilung der Aufsteiger und die Frage, ob es signifikante Unterschiede in den verschiedenen Jahren gibt. Längendaten liegen zwischen 4 cm und

³Dieser Zeitraum wurde nicht in jedem Jahr ausgeschöpft.

⁴Mit Alizarinrot.

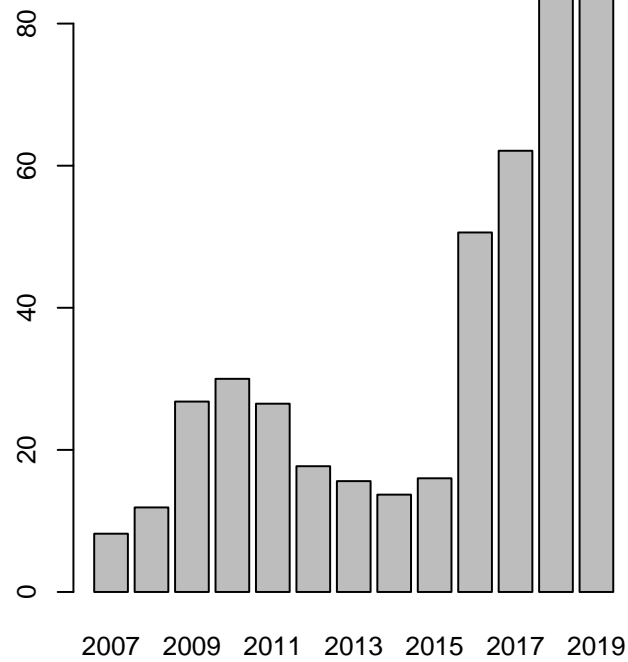


Abbildung 1: Prozentualer Anteil der Aale bis 15 cm

56 cm für 2374 Aale vor. Die Längen 11, 16 und 20 cm markieren die Quartile, das arithmetische Mittel ist 16,66 cm. Die Verteilung ist linkssteil.

Die Häufigkeit der Aufsteiger und ihre Längenverteilung in den Jahren 2007 bis 2019 ist in folgender Tabelle dargestellt:

Anzahl und Länge der Aufsteiger

Jahr	≤ 15	16 – 20	21 – 25	26 – 30	> 30	Summen	Mittel
2007	4	6	9	9	21	49	28,69
2008	5	13	10	2	12	42	24,02
2009	30	40	24	5	13	112	20,24
2010	48	50	24	28	10	160	20,21
2011	56	83	28	24	20	211	20,70
2012	29	73	33	16	13	164	20,52
2013	28	76	38	29	8	179	20,75
2014	16	49	25	15	12	117	20,91
2015	24	81	26	14	5	150	19,39
2016	117	64	29	14	7	231	15,68
2017	121	41	20	20	3	195	14,71
2018	300	13	8	4	4	329	10,40
2019	397	31	5	2	0	435	11,33
Summen	769	556	247	151	121	2374	16,66

In den Jahren 2007 und 2008 ist nicht nur die Gesamtzahl der erfassten Fische wesentlich geringer als in den Folgejahren, sondern der Anteil der Aale über 30 cm beträgt das Drei- bis Fünffache ihres Anteils in der gesamten Stichprobe. Eine homogene Längenverteilung für die dreizehn Fangjahre ist nach Prüfung mit dem χ^2 -Test mit hoher Sicherheit auszuschließen. Die mittleren Längen waren in den ersten beiden Jahren mit deutlich über 20 cm am größten, lagen bis 2015 bei 20 cm sind 2018 vergangenen auf 10,4 cm zurück gegangen, weil der Anteil der Aale bis 15 cm stark gestiegen ist. Diese Entwicklung ist im Jahre 2019 bei nochmals stark gestiegener Gesamtzahl wiederum bestätigt.

Besondere Beachtung verdienen die Längenverteilungen kleiner Aale.

Anzahl und Anteil der Aufsteiger bis 15 cm

Jahr	$N \leq 8$	$8 < N \leq 10$	$10 < N \leq 15$	Summen	Anteil in %
2007	1	0	3	4	8,2
2008	1	0	4	5	11,9
2009	2	3	25	30	26,8
2010	1	1	46	48	30,0
2011	0	3	33	56	26,5
2012	0	3	26	29	17,7
2013	1	1	26	28	15,6
2014	3	3	10	16	13,7
2015	3	1	20	24	16,0
2016	40	34	43	117	50,6
2017	22	33	66	121	62,1
2018	125	101	74	300	91,2
2019	44	159	194	397	91,3
Summen	199	183	396	778	

Bemerkenswert ist die Entwicklung der Längenverteilung. In den Jahren 2007 bis 2015 belief sich der Anteil der Aale bis 15 cm zwischen 8 und 16 %. In 2016 und 2017 wuchs der Anteil auf über 50 % und in den Jahren 2018 und 2019 auf 91 %.

Auffällig ist die außerordentlich geringe Anzahl von Aalen bis 8 cm Länge in den Jahren 2007 bis 2015. In diesen neun Jahren wurden in Kluvensiek von 1184 Aalen nur 12 Fische⁵ festgestellt. Nur 27 Aale bis 10 cm Länge wurden in den ersten neun Jahren verzeichnet. Das sind etwa 2 % der registrierten Aufsteiger. Für 2016 bis 2018 ist die starke Zunahme des Anteils von kleinen Aalen bemerkenswert. In 2016 wurden von 231 Aalen insgesamt 101 Aale, also knapp 44 %, bis 10 cm festgestellt, während in den Vorjahren jeweils unter 6 % Aale dieser Größe in die Falle liefen. In 2017 betrug dieser Anteil 28 %, in 2018 rund 69 % und in 2019 rund 47 %.

Ob in dem Fangbehälter Kannibalismus auftrat, ist nicht bekannt. Gegebenenfalls würde dadurch die Zahl registrierter kleiner Aale verfälscht.

Zu den deutlichen Veränderungen der Längenverteilungen ist anzumerken, dass es für den Aal seit Juli 2014 eine weitere Möglichkeit gibt, selbständig den Kanalabschnitt oberhalb der Schleuse zu erreichen. Welchen Einfluss dieser Sachverhalt auf die Längenverteilung in der Falle hat, ist ungeklärt. Durch Befischung wurde geklärt, dass diese Aufstiegshilfe

⁵Im Aalaufstieg vom Nord-Ostsee-Kanal in den Achterwehler Schiffahrtskanal bei Strohbrück wurden in den Jahren 2007 bis 2011 nur 2 von 3526 Aalen unter 8 cm festgestellt.

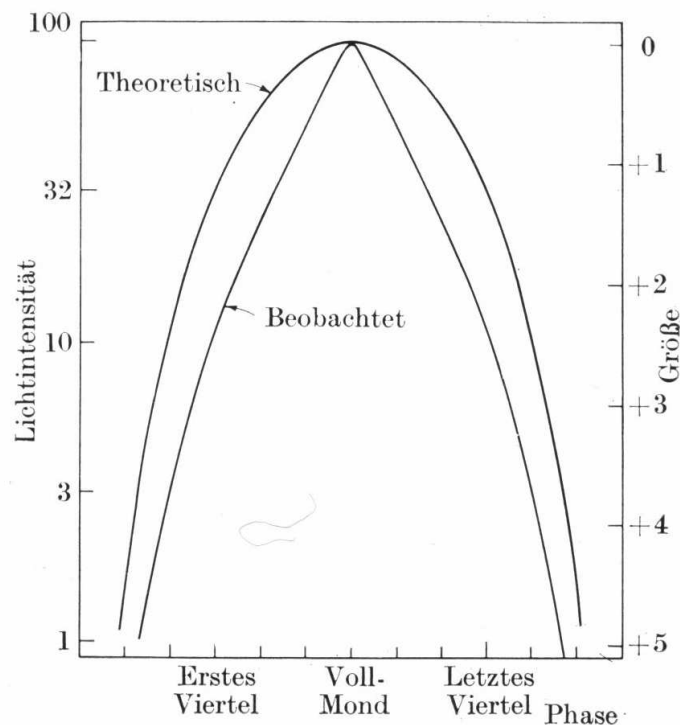


Abbildung 2: Helligkeitswechsel des Mondes mit der Phase nach Struve

von Aalen angenommen wird. Die Zunahme kleiner Aufsteiger könnte auf verstärktem Besatz des Nord-Ostsee-Kanals mit vorgestreckten Aalen zurück gehen.

Der Einfluss von Temperatur und Helligkeit auf die Aufstiegszahlen

Bei Kontrolle des Fangbehälters wurden Luft- und Wassertemperatur gemessen, leider nicht immer. Von der Lufttemperatur liegen die meisten Messwerte vor. Die Witterung wurde verbal formuliert festgehalten, wie es die Kontrollformulare vorsehen. Es soll die Hypothese überprüft werden, dass die Anzahl der aufsteigenden Aale von Temperatur und Helligkeit der Nacht abhängen.

Die Helligkeit der Nacht hängt von der Wolkenbedeckung und der Mondphase ab. Der Helligkeitswechsel des Mondes in Prozent der Helligkeit des Vollmondes wird durch die Struktur der Mondoberfläche beeinflusst. Es wurde deswegen für diese Untersuchung eine Beziehung der beobachteten Lichtintensität in Abhängigkeit von der Mondphase verwendet⁶. Auf- und Untergangszeiten sowie jahreszeitlich veränderliche Einfallswinkel des Mondlichts wurden nicht berücksichtigt.

⁶Vergleiche Abbildung 8.8 in [1, S. 119].

Um die verbal notierten Wolkenbedeckungen in die Rechnung einbeziehen zu können, wurden die Angaben über Wolken, Nebel und Regen in eine Skala mit Werten von Eins bis Vier übertragen. Gewisse Willkürlichkeiten wurden dabei in Kauf genommen. Beispielsweise wurde „bedeckt“ und „Regen“ mit 1, „bewölkt, Regen“ mit 2, „bewölkt“ mit 3 und die Bezeichnungen „sonnig“ und „heiter“ beide mit 4 für die Variable *Himmel* kodiert. Weiterhin wird recht willkürlich unterstellt, dass die Bedeckung mit Wolken und die Helligkeit des Mondes die Nachthelligkeit im gleichen Maße bestimmen. Die Prozentwerte der Helligkeit des Mondes wurden durch den Faktor $\frac{1}{25}$ auf den Bereich 0 bis 4 gebracht und im Folgenden als Variable *Mondphase* bezeichnet. Die Summe von *Himmel* und *Mondphase* ergibt die Variable *Helle*, die Werte zwischen 1 und 8 annimmt.

Die Variablenwerte für Lufttemperatur und Nachthelligkeit wurden nur zum Kontrollzeitpunkt erhoben. Wegen der Autokorrelation dieser Zeitreihen haben sie doch Aussagekraft für den vorangegangenen Fangzeitraum.

Als erste Prüfung, ob die Anzahl der Aale in der Falle überhaupt durch Lufttemperatur und Helligkeit der Nacht wenigstens teilweise erklärt wird, wurde eine lineare Regression berechnet⁷. Danach ergibt sich die Gleichung

$$\text{Anzahl} = -0.71970 + 0.24952 * T.\text{Luft} - 0.19041 * \text{Helle} + \text{Fehler}$$

Die Regressionsgleichung wurde für Lufttemperaturen zwischen 6 und 34,7 Grad und Nachthelligkeit zwischen 1 und 8 ermittelt. Die Gleichung außerhalb dieses Bereichs ist ohne Bedeutung. Sie „erklärt“ durch das Bestimmtheitsmaß von gut 6 % der Unterschiede in den Anzahlen der Aale in der Falle. Die Abweichungen der beobachteten Aufsteigerzahlen von den durch die Regressionsfläche erwarteten sind mit einer Streuung von 4.702 recht hoch und erklären das geringe Bestimmtheitsmaß der Regression.

Der Regressionskoeffizient 0.24952 für Lufttemperatur ist mit einer äußerst geringen Irrtumswahrscheinlichkeit von Null verschieden. Der Regressionskoeffizient von -0.19041 für die Nachthelligkeit ist auf dem 5 %-Niveau signifikant. Ihr Einfluss ist damit nicht überzeugend abgesichert.

Diese Gleichung kann wie folgt gedeutet werden: Steigt die Lufttemperatur um 4,0 Grad, wird ein zusätzlicher Aal in der Falle erwartet. Bei Neumond und bedecktem Himmel ist bei gleicher Temperatur gegenüber einer Nacht mit klarem Himmel und Vollmond ist ein zusätzlicher Aal zu erwarten. Während der (positive) Einfluss der Temperatur hoch signifikant ist, liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit für den (negativen) Einfluss der Nachthelligkeit bei 5 %. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass jedenfalls die Lufttemperatur und mit Einschränkungen die Nachthelligkeit für die Stärke des Aalaufstiegs bedeutsam sind.

⁷Es wurde die Statistiksoftware R benutzt.[2].

Literatur

- [1] STRUVE, OTTO: *Astronomie. Einführung in ihre Grundlagen*. Walter de Gruyter, Berlin, 1963.
- [2] VENABLES, W.N. SCHMITH, D.M. R DEVELOPMENT CORE TEAM: *An Introduction to R*, 2001.