Überprüfung der Fischbestände im Leybuchter Verbindungskanal und im Leyhörner Binnentief nach einem massiven Fischsterben

Verfasser:

Dr. Thomas Klefoth
Anglerverband Niedersachsen e.V.
Mail: t.klefoth@av-nds.de
Tel: 0511 357 266 20 / 0160 979 35 162

Unter Mitarbeit von Eric Jibben, Bezirksfischereiverband für Ostfriesland e.V., Mail: ejibben@gmx.de, Tel: 0152 274 50 317 **und** Hilko Nieland, Bezirksfischereiverband für Ostfriesland e.V., Mail: hilko.nieland1@ewe.net, Tel: 01525 673 93 61.

Inhalt

Anlass und Zielsetzung 2
Durchführung und Methodik der Fischbestandserhebung 4
Ergebnisse und Diskussion 6
Ausblick und weiteres Vorgehen 14
Literatur 15

Anlass und Zielsetzung

Ende Juli 2018 kam es im historischen Hafen Greetsiel, im Leyhörner Binnentief und im Verbindungskanal in Richtung der Stadt Norden zu einem massiven Fischsterben. Zunächst waren vorrangig adulte Brassen betroffen, welche sich in großen Stückzahlen vor den Süßwassereinläufen im Greetsieler Hafen sammelten und, sofern möglich, von Ehrenamtlichen des Bezirksfischereiverbands für Ostfriesland e.V. (BVO) und des Greetsieler Fischereivereins e.V. geborgen und in die angrenzenden Kanäle umgesetzt wurden (Fotos 1 + 2). Die Biomasse der umgesetzten Fische wurde von den Vereinsvertretern auf 5 – 8 Tonnen geschätzt. Bereits tot aufgefundene Fische wurden entsorgt. Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) nahm am 03.08.2018 Messungen der Wasserchemie vor und identifizierte einen ungewöhnlich hohen Salzgehalt in den Greetsieler Gewässern als Ursache für das Fischsterben. Es wurden Leitwerte bis über 25 Millisiemens festgestellt. Umgerechnet entspricht dies rund 15 Gramm Salz je Liter Wasser, bzw. ungefähr dem Salzgehalt der westlichen Ostsee.

Knapp zwei Wochen nach dem Brassensterben kam es zu erhöhten Mortalitäten der dominanten Raubfische im Gewässer. Tausende tote Zander aller Größenklassen sowie Barsche wurden am Ufer angetrieben (Foto 3). Gleichzeitig war der Salzgehalt des Gewässers nach sporadischen Messungen des Anglerverbandes Niedersachsen e.V. (AVN) am 09.08.2018 unverändert hoch und teilweise sogar noch gestiegen (bis 30 mS an der Wasseroberfläche). Berufsfischer schätzten die Gesamtbiomasse der sichtbar verendeten und am Ufer angetriebenen Fische (Brassen, Zander und Weitere) auf insgesamt rund 30 Tonnen.

Ziel der Fischbestandserhebung im Leybuchter Verbindungskanal und im Leyhörner Binnentief vom 13.12.2018 – 14.12.2018 war es, den aktuellen Zustand des Fischbestandes gut vier Monate nach dem Fischsterben zu ermitteln und

herauszufinden, ob sich die Umweltbedingungen für den Fischbestand bereits verbessert haben. Darauf basierend soll im Zusammenspiel der Fischereiberechtigten (BVO, Greetsieler Fischereiverein) und dem AVN ein zukünftiger Bewirtschaftungsplan zum Wiederaufbau der Fischbestände erarbeitet werden.

Foto 1: Mehrere Tonnen Brassen verendeten im Zuge des Fischsterbens in den Greetsieler Gewässern.

Foto 2: Zunächst überlebende Brassen sammelten sich vor dem Sieltor in Greetsiel und wurden von den ehrenamtlichen Helfern in die umliegenden Kanäle umgesetzt.

Foto 3: Knapp zwei Wochen nach den Brassen starben auch die Zander in sehr hohen Stückzahlen.

Durchführung und Methodik der Fischbestandserhebung

In der Nacht vom 13.12.2018 auf den 14.12.2018 wurden von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang zwölf benthische (auf dem Boden aufliegende) Multimaschen-Kiemennetze mit einer Gesamtlänge von jeweils 50 m gestellt und auf der gesamten Gewässerstrecke verteilt (Abbildung 1). Die eingesetzten Kiemennetze folgten dem CEN-Standard für Fischbestandserhebungen im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EN 14757) unter Hinzunahme von vier großen Maschenweiten, wie von Smejkal et al. (2015) empfohlen, um auch größere Individuen repräsentativ abbilden zu können. Die Multimaschennetze setzten sich aus 16 verschiedenen Maschengrößen von 5 mm bis 135 mm zusammen. Ziel dieser Befischung war es, analog zu Methoden der Fischbestandserhebungen im Rahmen der EU-Wasserrahmenrichtlinie, möglichst standardisiert und repräsentativ die Fischartenzusammensetzung der Gewässer in Greetsiel zu erheben. Die gefangenen Fische wurden unmittelbar nach dem Heben der Netze auf ihre Art bestimmt und der Gesamtfang je Art gezählt und gewogen um die relative Bestandszusammensetzung in Bezug auf Stückzahlen und Biomasse zu ermitteln. Auf individuelles Vermessen der Fische wurde weitestgehend verzichtet, da der Fang fast ausschließlich aus einer Art mit geringer Längenvarianz bestand (siehe Ergebnisse).

Am Vormittag des 14.12.2018 wurde zusätzlich ein Schleppnetzzug auf einer Länge von 1.200 Meter mit dem Krabbenkutter Odysseus durchgeführt. Der Kutter verfügt über zwei parallel fischbare Grundschleppnetze mit einer Öffnung von jeweils ca. 6 x 2 Metern, welche parallel auf Steuerbord und Backbord gefischt werden. Die befischte Strecke schloss sich direkt an das nord- westliche Ende der Stellnetzfischerei in Richtung Nordsee an und endete auf Höhe des Naturschutzgebietes Leyhörn (Abbildung 1). Die mittels Schleppnetzfischerei gefangenen Fische wurden nach Art getrennt und ausgezählt, bzw. bei Massenvorkommen geschätzt und schnellstmöglich wieder zurückgesetzt um die Überlebenswahrscheinlichkeit der Tiere zu maximieren.

Da keine Referenzdaten von vor dem Fischsterben vorlagen, wurden die Entnahmestatistiken der Angler im BVO aus den Jahren 2004 – 2011 zum Vergleich der Artenzusammensetzung herangezogen.

Parallel zur Stellnetzfischerei wurden die Temperatur sowie die Leitfähigkeit an den zwölf Stellnetzpositionen und mittig der durch Schleppnetzfischerei zurückgelegten Strecke individuell von der Wasseroberfläche bis zum Gewässergrund (dort wo das benthische Netz auflag) in Meterschritten gemessen. Zum Einsatz kam dabei eine Multiparameter Handsonde (Multi 3410; WTW, Xylem Analytics, Weilheim, Deutschland) mit passenden elektronischen Sensoren (TetraCon 925-P; WTW, Xylem Analytics, Weilheim, Deutschland). Aufgrund eines Defekts am Verbindungskabel der Handsonde konnten die Messungen am Tag der Befischung nicht abgeschlossen werden und wurden am 19.12.2018 wiederholt. Diese Messwerte im zeitlichen Abstand von sechs Tagen unterschieden sich nicht voneinander, sodass im Folgenden nur die Ergebnisse der Erhebungen am 19.12.2018 vorgestellt werden.

Die erhobenen Leitwertmessungen wurden analog zur „Berechnung des Brackwasser-Salzgehalts an der Elbe" (Tabelle 3 in Bergemann 2005) in den jeweiligen Salzgehalt des Wassers (PSU) umgerechnet. PSU ist eine dimensionslose Einheit des Salzgehalts im Wasser. Ein PSU entspricht dabei einem Gramm Salz je Liter Wasser. Beispielsweise liegt der Salzgehalt der Nordsee bei 35 (PSU), dies entspricht 35 Gramm je Liter Wasser bzw. 3,5 %. Das Ostseewasser an der Küste Schleswig-Holsteins weist einen Salzgehalt von 15 bis 18 auf.

Abbildung 1: Stellnetz- und Schleppnetzpositionen der Fischbestandserhebung vom 13.12.2018 – 14.12.2018 sowie gleichzeitige Messpunkte der vertikalen Leitfähigkeitsprofile vom 19.12.2018. Rote Tropfen entsprechen den Positionen der Multimaschenstellnetze, der rote Strich symbolisiert die Strecke der Schleppnetzfischerei.

Ergebnisse und Diskussion

Die Stellzeit der Multimaschennetze betrug durchschnittlich 19 Stunden. Insgesamt zwölf Fischarten konnten mit dieser Fischereitechnik nachgewiesen werden, wobei die Nordseesprotte (*Sprattus sprattus*) die mit Abstand häufigste Fischart war (Tabelle 1; Abbildung 2; Foto 4). In Bezug auf die Biomasseverteilung steuerten Brassen (*Abramis brama*) die größte Biomasse zum Fangergebnis bei, gefolgt von der Nordseesprotte (Tabelle 1; Abbildung 3). Alle anderen durch Stellnetzfischerei nachgewiesenen Arten beruhten auf Einzelfängen von maximal neun Individuen (Tabelle 1). Die Brassen wiesen eine Länge von 91 mm – 600 mm auf und wurden mit den Netzen 1 – 7 erbeutet. Dies deutet darauf hin, dass Einzeltiere fast aller Größenklassen dieser Art das Fischsterben überlebt haben und grundsätzlich das Potential zur Wiederbesiedelung des Gewässers vorhanden ist. Die Arten Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*), Güster (*Blicca bjoerkna*) und Zander (*Sander lucioperca*) wurden ausschließlich auf dem ersten Stellnetz, am Übergang zum Norder Tief und in der geringsten gemessenen Salzkonzentration des Gewässers

nachgewiesen (Tabelle 2). Ein einzelnes Rotauge (*Rutilus rutilus*) wurde auf Stellnetznummer 10 bei hohen Salzkonzentrationen gefangen. 3-stachlige Stichlinge (*Gasterosteus aculeatus*) und 9-stachlige Stichlinge (*Pungitius pungitius*) kamen in sehr geringen Zahlen auf der gesamten Befischungsstrecke vor. Mit Ausnahme von Netz 1 war die Nordseesprotte auf allen Stellnetzen die dominierende Art und der Stint (*Osmerus eperlanus*) konnte ebenfalls auf der gesamten Befischungsstrecke in Einzelfängen nachgewiesen werden. Die Strandgrundel (*Pomatoschistus microps*) wurde ausschließlich auf den Netzen 10 – 12 gefangen und damit in einem relativ salzhaltigem Milieu von bis zu >14 PSU (Tabelle 2). Ein einzelner Blankaal (*Anguilla anguilla*) von 70 cm Länge wurde ebenfalls nachgewiesen und schnellstmöglich wieder zurückgesetzt. Neben den genannten Fischarten wurden mit den Multimaschennetzen zudem 554 Gramm Wollhandkrabben (*Eriocheir sinensis*) und 1196 Gramm Strandkrabben (*Carcinus maenas*) gefangen.

Tabelle 1: Gesamtfangergebnis der Stellnetzfischerei vom 13.12.2018 – 14.12.2018 unter Verwendung von 12 Multimaschenstellnetzen.

Fischart	**Wissenschaftl. Bezeichnung**	**Menge (Stk.)**	**Biomasse (g)**
3st. Stichling	*Gasterosteus aculeatus*	9	10,4
9st. Stichling	*Pungitius pungitius*	1	0,9
Aal	*Anguilla anguilla*	1	unbekannt
Brasse	*Abramis brama*	12	8518,2
Flussbarsch	*Perca fluviatilis*	4	176,3
Güster	*Blicca bjoerkna*	2	321,0
Kaulbarsch	*Gymnocephalus cernua*	1	21,2
Nordseesprotte	*Sprattus sprattus*	1128	6634,0
Rotauge	*Rutilus rutilus*	1	36,0
Stint	*Osmerus eperlanus*	8	208,0
Strandgrundel	*Pomatoschistus microps*	8	8,5
Zander	*Sander lucioperca*	1	7,8

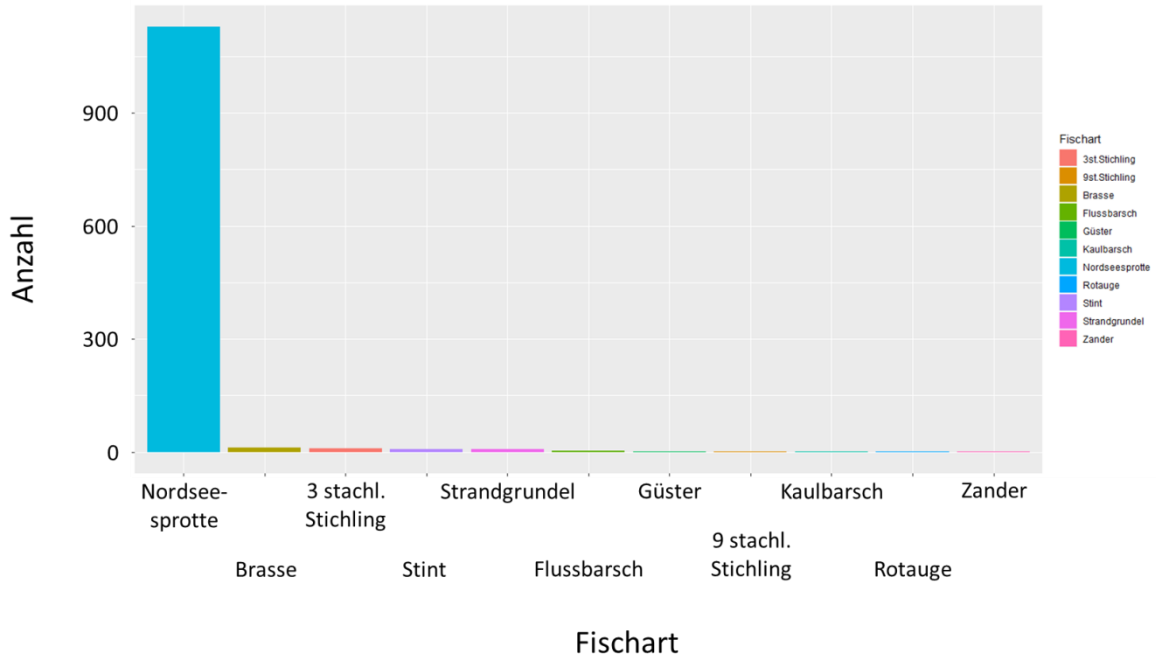

Abbildung 2: Summiertes Fangergebnis (Anzahl Fische) aller eingesetzten Multimaschenstellnetze vom 13.12.2018 – 14.12.2018. Ein einzelner Blankaal wurde unmittelbar zurückgesetzt und nicht berücksichtigt.

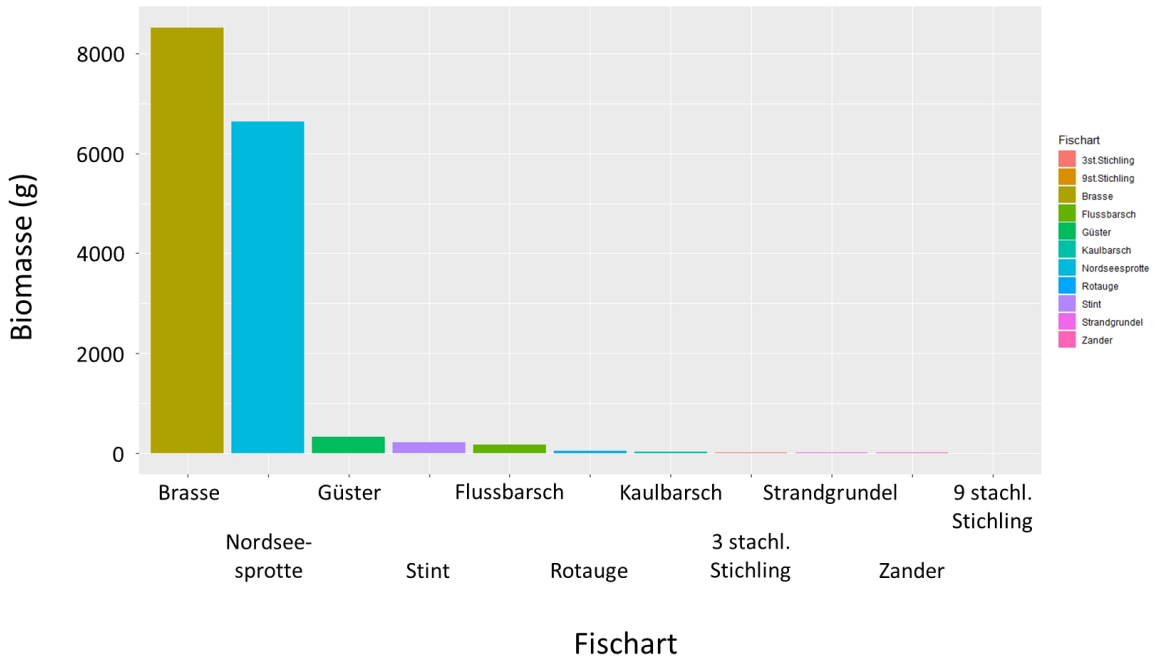

Abbildung 3: Summiertes Fangergebnis (Gesamtbiomasse in Gramm) aller eingesetzten Multimaschenstellnetze vom 13.12.2018 – 14.08.2018. Ein einzelner Blankaal wurde unmittelbar zurückgesetzt und nicht berücksichtigt.

Foto 4: Die am häufigsten vorkommende Fischart in den Greetsieler Gewässern im Dezember 2018 war die Nordseesprotte.

Tabelle 2: Leitwerte (mS), Temperaturen (°C) und Salzgehalte (PSU – entspricht g / L) an der Oberfläche und am Grund der gestellten Multimaschennetze sowie mittig des Schleppnetzzuges am 19.12.2018. Die Positionen der Messungen können Abbildung 1 entnommen werden.

Netz #	Leitwert Oberfläche (mS)	Temp. Oberfläche (°C)	Salzgehalt Oberfläche (PSU)	Leitwert Grund (mS)	Tiefe Grund (m)	Temp. Grund (°C)	Salzgehalt Grund (PSU)
1	2,32	2,9	0,37	3,58	2,2	3,0	1,21
2	3,75	3,1	1,33	3,78	1,8	3,1	1,35
3	4,34	2,9	1,72	15,87	2,5	5,4	9,45
4	5,46	2,9	2,47	14,58	2,3	5,1	8,58
5	5,81	2,9	2,71	14,74	2,5	5,1	8,69
6	6,91	2,9	3,44	14,91	2,3	5,1	8,80
7	7,38	2,9	3,76	15,27	2,3	5,1	9,05
8	8,17	3,1	4,29	14,95	2,2	4,8	8,83
9	8,18	3,0	4,30	13,67	2,0	3,9	7,97
10	7,01	3,0	3,51	9,25	1,3	3,0	5,01
11	8,32	3,0	4,39	10,68	1,2	3,1	5,97
12	8,31	3,0	4,38	24,1	4,5	6,0	14,96
Schleppnetz	8,63	3,1	4,60	15,42	2,5	3,6	9,15

Bei der Schleppnetzfischerei wurden insgesamt sechs Fischarten nachgewiesen. Erneut dominierten Nordseesprotten mit geschätzten 6.000 – 8.000 Individuen. Alle anderen Fänge basierten auf wenigen Einzeltieren (Tabelle 3). Dies waren Aal, Giebel (*Carassius gibelio*), Flunder (*Platichthys flesus*), Stint und Zander. Das Fangergebnis der Stellnetzfischerei wurde somit durch den Schleppnetzzug bestätigt und durch zwei weitere Artenvorkommen ergänzt (Giebel und Flunder). Der adulte Giebel hatte eine geschätzte Gesamtlänge von 40 cm, die Flundern maßen maximal 20 cm, der Aal 30 cm und der gefangene Zander wies eine Gesamtlänge von 35 cm auf. Alle durch den Schleppnetzzug gefangenen Fische wurden schnellstmöglich wieder zurückgesetzt um deren Überlebenswahrscheinlichkeit zu maximieren.

Tabelle 3: Gesamtfangergebnis der Schleppnetzfischerei vom 14.12.2018 bei einer befischten Strecke von 1.200 Metern.

Fischart	**Wissenschaftl. Bezeichnung**	**Menge (Stk.)**
Aal	*Anguilla anguilla*	1
Giebel	*Carassius gibelio*	1
Flunder	*Platichthys flesus*	8
Nordseesprotte	*Sprattus sprattus*	6.000 – 8.000
Stint	*Osmerus eperlanus*	6
Zander	*Sander lucioperca*	1

Zusammengefasst wurden insgesamt 14 Fischarten in dem Gewässer nachgewiesen, wobei mit Ausnahme der Nordseesprotten nur Einzeltiere vorkamen. Somit war die Gesamtbiomasse der Fische von marinen Arten dominiert. Trotz der sehr hohen Salzgehalte im August und auch zum Messzeitpunkt im Dezember konnten allerdings einige wenige Individuen der ehemaligen Hauptfischarten Zander und Brasse überleben. Diese ehemaligen Hauptfischarten ergeben sich aus den Erfahrungen der Gewässerbewirtschafter des BVO und des Greetsieler Fischereivereins sowie den Entnahmemengen der beangelten Fischarten aus den Jahren 2004 – 2011 und sind aufsummiert in Tabelle 4 zusammengefasst. Eine solche Entnahmestatistik ist nicht repräsentativ für den eigentlichen Fischbestand, da Angler selektiv nur bestimmte Fischarten fangen und die Statistik keine ungewollten und untermaßigen Fische erfasst, allerdings gibt es eine hinreichende Korrelation zwischen den durch Angler erbeuteten Fischen und dem tatsächlichen Bestand der betreffenden Arten (Arlinghaus et al. 2016), sodass die Entnahmestatistik zumindest als Indikator genutzt werden kann, in welchem relativen Verhältnis die Arten Aal, Brasse, Flussbarsch, Hecht, Karpfen, Schleie und Zander bis zum Sommer 2018 vorkamen.

Tabelle 4: Summiertes Fangergebnis der Angler des BVO im Leybuchter Verbindungskanal und im Leyhörner Binnentief aus den Jahren 2004 – 2011.

Fischart	Summierte Entnahme (Anzahl)	Relativer Anteil %
Aal	4417	46,7
Brasse	1073	11,3
Flussbarsch	330	3,5
Hecht	150	1,6
Karpfen	39	0,4
Schleie	18	0,2
Zander	3439	36,3
Gesamt	**9466**	**100**

Die dargestellten Anglerfänge verdeutlichen die starke Veränderung der Fischbestandszusammensetzung nach dem Eindringen großer Mengen Salzwasser in das Gewässer. Von allen gelisteten Fischarten, welche in den vergangenen Jahren teilweise in größeren Mengen erbeutet wurden, sind nur noch Einzeltiere im Gewässer verblieben. Marine Arten wie die Nordseesprotte oder der Stint kommen in der Entnahmestatistik gar nicht vor. Gleiches gilt für Plattfische wie die Flunder, obwohl diese Art aufgrund ihrer Lebensgeschichte grundsätzlich einen sehr großen Salzgradienten abdeckt. Hecht, Karpfen und Schlei wurden nicht mehr nachgewiesen, ehemals dominante Raubfischarten wie der Zander konnten nur mit zwei Individuen gefangen werden. Brassen wurden ebenfalls nur sehr vereinzelt gefangen, allerdings wurden von dieser Art mehrere Größenklassen erbeutet. Da die Stellnetz- und Schleppnetzfischerei nicht repräsentativ für den Aal angesehen werden kann, insbesondere in den Wintermonaten, der Aal zudem ausgesprochen tolerant gegenüber hohen Salzgehalten ist (vgl. Tabelle 5) und keine toten Aale beobachtet werden konnten, wird aktuell davon ausgegangen, dass der vormals hohe Aalbestand (vgl. Tabelle 4) dem Gewässer grundsätzlich erhalten geblieben ist.

Direkt nach dem ersten Brassensterben Ende Juli 2018 unternahm das NLWKN Messungen der Leitfähigkeit an mehreren Stellen des Gewässers und stellte Leitwerte bis zu 25,8 mS im Hafen von Greetsiel fest, was einem PSU von 16,11 entspricht und den bekannten Maximalwert repräsentiert. Da kein vertikales Profil der Wasserparameter erstellt wurde, der Salzgehalt von der Oberfläche bis zum Boden aber ansteigt (Tabelle 2) und auch in den Folgetagen (und potentiell Folgewochen) weiterhin Salzwasser eingeströmt ist, sind die hier angenommenen Maximalwerte vermutlich geringer als die tatsächlichen Maximalwerte, denen die Fische ausgesetzt

waren und können somit als Minimalexposition zum Zeitpunkt des Fischsterbens angesehen werden.

Es ist davon auszugehen, dass diese hohen Salzgehalte das Fischsterben herbeigeführt haben und die anhaltend hohen Werte den starken Verlust der vorkommenden Süßwasserfischarten erklären. Die aus der Literatur bekannten Toleranzwerte der heimischen und im betreffenden Gewässer vorkommenden Süßwasserfischarten sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Auch wenn keine exakten Werte zum Einsetzen von Sterblichkeiten vorliegen und kumulative Effekte wie Temperaturstress (26 °C zum Zeitpunkt des Fischsterbens) oder dichteabhängige Stressoren weiteren Einfluss gehabt haben können, so wird dennoch deutlich, dass die hohen Salzgehalte für viele der betroffenen Fischarten über den üblichen Toleranzen lagen. Am Beispiel des Zanders wird zudem die Vermutung unterstützt, dass die tatsächlichen Salzgehalte im Gewässer im Laufe des August 2018 deutlich höher lagen als bei den unmittelbaren Messungen zum Zeitpunkt des Brassensterbens. Nach Experimenten von Brown et al. (2001) können Zander abrupte Anstiege des Salzgehalts bis zu einer Salinität von 33 kurzfristig ohne Sterblichkeiten überstehen, verenden allerdings wenn diese hohen Konzentrationen längerfristig anhalten. Dennoch ist bis zu einem Salzgehalt von 26 g / L (Nordseewasser entspricht 35 g / L) ein längerfristiges Überleben möglich (Tabelle 5), sodass der Salzgehalt zum Zeitpunkt des Zandersterbens vermutlich höher lag. Die bevorzugte bodennahe Lebensweise des Zanders könnte sich weiter negativ ausgewirkt haben, da der Salzgehalt von der Wasseroberfläche bis zum Grund ansteigt (Tabelle 2).

Selbst wenn die Werte unterhalb der maximal bekannten Toleranzwerte sinken, so ist ein langfristiger Fortbestand der Populationen nicht unbedingt sichergestellt. Denn bereits bei deutlich geringeren Salzkonzentrationen können erste Sterblichkeiten auftreten und die Eientwicklung, Eibefruchtung und Larvenentwicklung kann gestört werden oder ganz aussetzen (Tabelle 5 und Literatur darin). Für den Wiederaufbau der Fischbestände in den Greetsieler Gewässern ist es daher zunächst notwendig, eine Normalisierung der Salzgehalte abzuwarten.

Tabelle 5: Toleranzen der in den Greetsieler Gewässern vorkommenden Süß- und Salzwasserfischarten gegenüber ansteigenden Salinitäten und der minimal nachgewiesenen Exposition zum Zeitpunkt des Fischsterbens im August 2018.

Fischart	Max. bekannte Salztoleranz	Min. Exposition in Greetsiel	Quellen
3st. Stichling	30	16,11	Neumann 2016
9st. Stichling	~20	16,11	Nelson 1968
Aal	Keine Einschränkung	16,11	Wilson et al. 2004
Brasse (juvenil)	5	16,11	Backiel & Zawisza 1968
Brasse (adult)	12,9	16,11	Backiel & Zawisza 1968
Flussbarsch (juvenil)	9,6	16,11	Bein & Ribi, 1994; Neumann 2016
Flussbarsch (adult)	8	16,11	Craig, 2000; Neumann 2016
Giebel	3	16,11	Neumann 2016
Hecht (juvenil)	bis 13	16,11	Jacobsen et al. 2007; Jørgensen et al. 2010; Wolfram et al. 2014;
Hecht (adult)	18	16,11	Dahl 1961 (ref. in Jacobsen et al. 2007)
Nordseesprotte	Untergrenze: 4, keine Obergrenze	16,11	Whitehead 1985; Limborg et al. 2009
Rotauge (juvenil)	<4	16,11	Härmä et al. 2008
Rotauge (adult)	>8	16,11	Wolfram et al. 2014
Schleie	12 – 18,5	16,11	Brylińska et al. 1999; Wolfram et al. 2014; Neumann 2016
Zander (juvenil)	4 – 10 (normalerweise <4,5)	16,11	Tanasijcuk & Vonokov 1955 (ref in Lappalainen et al. 2003); Klinkhardt & Winkler 1989; Lappalainen & Lehtonen 1995
Zander (adult)	Sterblichkeit bei >26 wenn dauerhaft aber 29 – 33 kurzzeitig möglich	16,11	Brown et al. 2001

Ausblick und weiteres Vorgehen

Mit den Niederschlägen im November / Dezember 2018, ersten Sielvorgängen und einem kleinen aber kontinuierlichen Süßwassereinstrom aus dem Norder Tief haben sich die Salzgehalte bereits leicht reduziert. Dieser Prozess wird sich voraussichtlich weiter fortsetzen, sofern sich die Niederschlagsmengen nicht erneut weit unterhalb der üblichen Werte bewegen. Dies ist die Voraussetzung für einen natürlichen Wiederaufbau der Fischbestände, denn insbesondere juvenile Fische der ortsüblichen Arten sind deutlich weniger tolerant gegenüber hohen Salzgehalten als die Elterntiere. Wie aus Tabelle 5 und der darin zitierten Literatur hervorgeht, sind Salzgehalte von < 4 (bzw. 4 g / L) optimal um einen maximalen Laicherfolg die Fische zu garantieren. Insbesondere die ehemaligen Hauptfischarten Brasse, Rotauge und Zander benötigen diese reduzierten Salzgehalte für eine erfolgreiche Reproduktion. Am Übergang zum Norder Tief sind diese reduzierten Salzgehalte bereits in der gesamten Wassersäule gegeben, sodass bis zum Laichzeitpunkt im Frühjahr 2019 bereits ausreichend Lebensräume für eine erfolgreiche Befruchtung und Ei- und Larvenentwicklung vorhanden sein könnten.

Das grundsätzlich nährstoffreiche Gewässer bietet den (Jung)Fischen gute Lebens- und Wachstumsbedingungen mit hohen Dichten an Zooplankton und benthischer Nahrung. Durch die aktuell stark reduzierte inter- und intraspezifische Konkurrenz sowie einem erheblich reduzierten Kannibalismus der Raubfische kann in den Folgejahren von einer überdurchschnittlich hohen Überlebenswahrscheinlichkeit mit gleichzeitig hohen Wachstumsraten der Larven ausgegangen werden. Insbesondere der Zander wird dabei teilweise vom Laicherfolg der karpfenartigen Fische wie Brasse und Rotauge abhängig sein. Bereits wenige Wochen nach dem Schlupf stellen diese Fische ihre Nahrung von Zooplankton auf Fische um. Das Vorhandensein der Brassen- und Rotaugenbrut in möglichst hohen Dichten fördert dabei die Entwicklung der Zander. Die aktuell zahlreichen Nordseesprotten werden als Nahrung voraussichtlich nicht mehr oder nur in geringen Mengen zur Verfügung stehen, da diese Fische bei einer Salinität von unter 4 keine geeigneten Lebensbedingungen mehr vorfinden, der Zander aber erst unterhalb dieser Werte erfolgreich reproduziert (Tabelle 5).

Der Wiederaufbau der Fischbestände wird maßgeblich von den verbleibenden Elterntieren abhängig sein. Ein erfolgreicher Besatz mit ortsfremden Fischen aus Teichzuchten oder Aquakultur erscheint unrealistisch, da das Gewässer sehr groß ist und die käuflichen Fische in der Regel nicht an erhöhte Salzgehalte angepasst sind. Dagegen kann der Elterntierbestand möglicherweise effektiv durch ein Umsetzen großer Tiere aus den umliegenden Gewässern gefördert werden, da diese Fische lokal

an die existierenden Umweltbedingungen angepasst sind und keine größeren Kosten entstehen würden. Gezielte Hegefischen in den umliegenden Kanal- und Grabensystemen mit dem Ziel, Laichtiere zur Bestandsstützung umzusetzen, können demzufolge hilfreich sein.

Weiterhin ist geplant, den Fischbestand und die Fischbestandsentwicklung sowie die Entwicklung der Umweltparameter auch in den kommenden Jahren zu evaluieren und zu dokumentieren. So kann der Nutzen der getroffenen Maßnahmen überprüft werden. Zudem sind vergleichbare Fischsterben auch in Zukunft nicht auszuschließen, sodass eine gute Dokumentation der Fischbestandsentwicklung und der abiotischen Parameter im Zeitverlauf wesentliche Erkenntnisse für die fischereiliche Bewirtschaftung in der Zukunft liefern kann.

Literatur

Arlinghaus, R., Pagel, T., Hühn, D., & Rapp, T. (2016). Einheitsfanganalysen als praxisnahes Hilfsmittel zur Abschätzung der Fischbestandsentwicklung in Binnengewässern. *Fischerei & Fischmarkt in Mecklenburg-Vorpommern*, *2*, 30-41.

Backiel, T., & Zawisza, J. (1968). Synopsis of biology data on the bream *Abramis brama* (Linnaeus 1758). *FAO Fish. Synopsis*, *36*, 1-116.

Bein, R., & Ribi, G. (1994). Effects of larval density and salinity on the development of perch larvae (*Perca fluviatilis* L.). *Aquatic Sciences*, *56*(2), 97-105.

Bergemann, M. (2005). Berechnung des Salzgehaltes der Elbe. *Wassergütestelle Elbe*, 1-8.

Brown, J. A., Moore, W. M., & Quabius, E. S. (2001). Physiological effects of saline waters on zander. *Journal of Fish Biology*, *59*(6), 1544-1555.

Brylińska, M., Bryliński, E. & Bnińska, M. (1999): *Tinca tinca* (Linnaeus 1758). In: *The Freshwater Fishes of Europe*. Cyprinidae 2 Part I Rhodeus to Capoeta. Editor P. M. Bănărescu. Aula –Verlag, S.225-304

Craig, F. J. (2000). Percid fishes: systematics, ecology and exploitation. Blackwell Science Ltd., Oxford.

Dahl, J. (1961). Age and growth of Danish and Swedish brackish water pikes. *Ferskvandsfiskeribladet*, *59*, 34-38.

Härmä, M., Lappalainen, A., & Urho, L. (2008). Reproduction areas of roach (*Rutilus rutilus*) in the northern Baltic Sea: potential effects of climate change. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *65*(12), 2678-2688.

Jacobsen, L., Skov, C., Koed, A., & Berg, S. (2007). Short-term salinity tolerance of northern pike, *Esox lucius*, fry, related to temperature and size. *Fisheries Management and Ecology*, *14*(5), 303-308.

Jørgensen, A. T., Hansen, B. W., Vismann, B., Jacobsen, L., Skov, C., Berg, S., & Bekkevold, D. (2010). High salinity tolerance in eggs and fry of a brackish *Esox lucius* population. *Fisheries Management and Ecology*, *17*(6), 554-560.

Klinkhardt, M. B., & Winkler, H. M. (1989). Einfluß der Salinität auf die Befruchtungs- und Entwicklungsfähigkeit der Eier von vier Süßwasserfischarten Plötz (*Rutilus rutilus*), Barsch (*Perca fluviatilis*), Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) und Zander (*Stizostedion lucioperca*). *Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock*, *38*, 23-30.

Lappalainen, J., & Lehtonen, H. (1995, January). Year-class strength of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.) in relation to environmental factors in a shallow Baltic Bay. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 411-419). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.

Lappalainen, J., Dörner, H., & Wysujack, K. (2003). Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.))–a review. *Ecology of Freshwater Fish*, *12*(2), 95-106.

Limborg, M. T., Pedersen, J. S., Hemmer-Hansen, J., Tomkiewicz, J., & Bekkevold, D. (2009). Genetic population structure of European sprat *Sprattus sprattus*: differentiation across a steep environmental gradient in a small pelagic fish. *Marine ecology progress series*, *379*, 213-224.

Nelson, J. S. (1968). Salinity tolerance of brook sticklebacks, Culaea inconstans, freshwater ninespine sticklebacks, *Pungitius pungitius*, and freshwater fourspine sticklebacks, *Apeltes quadracus*. *Canadian Journal of Zoology*, *46*(4), 663-667.

Neumann, M. (2016). Planfeststellungsverfahren A 20 Nord-West Umfahrung Hamburg Abschnitt Landesgrenze Niedersachsen/Schleswig-Holstein bis B 431, Datensammlung zur Salz- bzw. Chloridtoleranz von Süßwasserfischen für den Fachbeitrag zur Wasserrahmenrichtlinie zur Vereinbarkeit des Vorhabens mit den Bewirtschaftungszielen nach §§ 27 und 47 WHG im Hinblick auf den geplanten Neubau der A20. Kiel, 1-16.

Šmejkal, M., Ricard, D., Prchalová, M., Říha, M., Muška, M., Blabolil, P. et al. (2015). Biomass and abundance biases in European standard gillnet sampling. *PloS one*, *10*(3), e0122437.

Tanasijcuk, V. S., & Vonokov, I. K. (1955). Vlijanija vody raznoj solenosti na spermu, ikru, licinok i mal'kov *sudaka Lucioperca lucioperca* (Linné). *Vopr. ichtiol*, *5*, 39-4. (in Russisch).

Whitehead, P. J. P., & Nelson, G. J. (1988). *Clupeoid fishes of the world: An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies, and wolfherrings*. Food & Agriculture Org.

Wilson, J. M., Antunes, J. C., Bouça, P. D., & Coimbra, J. (2004). Osmoregulatory plasticity of the glass eel of *Anguilla anguilla*: freshwater entry and changes in branchial ion-transport protein expression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *61*(3), 432-442.

Wolfram, G. (2014). Chlorid-Studie. Auswirkungen von Chlorid auf die aquatische Flora und Fauna, mit besonderer Berücksichtigung der Biologischen Qualitätselemente im Sinne der EU-WRRL. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, Österreich.