

# Zeitliche und räumliche Verteilung von Fintenlaichprodukten in der Tideelbe

Untersuchung 2015

---



**Auftraggeber:**  
WSA Hamburg  
Hamburg

**Juli 2016**

---

Auftraggeber: WSA Hamburg  
Hamburg

---

Titel: Zeitliche und räumliche Verteilung von Fintenlaichprodukten in der  
Tideelbe  
  
Untersuchung 2015

---

Auftragnehmer: BIOCONSULT  
Schuchardt & Scholle GbR

Reeder-Bischoff-Str. 54  
28757 Bremen  
Telefon 0421 · 620 71 08  
Telefax 0421 · 620 71 09

Klenkendorf 5  
27442 Gnarrenburg  
Telefon 04764 · 92 10 50  
Telefax 04764 · 92 10 52

Internet [www.bioconsult.de](http://www.bioconsult.de)  
eMail [info@bioconsult.de](mailto:info@bioconsult.de)

---

Bearbeiter: Jörg Scholle  
Sandra Schulze  
Pelle Schlösser  
Tim Bildstein  
Alke Huber

---

Datum: Juli 2016

# Inhalt

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Anlass und Zielsetzung .....</b>	<b>15</b>
<b>2. Betrachtungsraum .....</b>	<b>17</b>
<b>3. Methodik .....</b>	<b>21</b>
3.1 Probenahme Laichprodukte: Konzeption und Durchführung .....	21
3.1.1 Quertransekte bei km 643 und km 651 .....	21
3.1.2 Längstransekt km 630 – km 680 .....	24
3.1.3 Auswertung .....	25
3.1.4 Hamenfänge .....	28
3.1.5 Zooplanktonuntersuchung .....	28
<b>4. Ergebnisse .....</b>	<b>30</b>
4.1 Abiotische Rahmenparameter .....	30
4.2 Untersuchung Quertransekte .....	38
4.2.1 Finteneier .....	39
4.2.1.1 Eistadien .....	39
4.2.1.2 Verpilzungsrate .....	40
4.2.1.3 Zeitliche Verteilungsmuster .....	41
4.2.1.4 Räumliche Verteilung der Eidichten .....	46
4.2.2 Fintenlarven .....	50
4.2.2.1 Larvenstadien .....	50
4.2.2.2 Zeitliche Verteilungsmuster .....	52
4.2.2.3 Räumliche Verteilung .....	56
4.3 Untersuchung Längstransekt .....	60
4.3.1 Finteneier .....	61
4.3.2 Fintenlarven .....	65
<b>5. Hamenfänge .....</b>	<b>70</b>
5.1 Frühjahr (adulte Finten) .....	70
5.2 Sommer (juvenile Finten) .....	70
5.2.1 Ergebnisse .....	70
<b>6. Zusammenfassung und Kurzvergleich mit den Ergebnissen aus den Vorjahren (Ei- und Larvenfänge) .....</b>	<b>73</b>
<b>7. Einflussfaktoren .....</b>	<b>80</b>
7.1 Abiotische Faktoren .....	80
7.2 Biotische Faktoren .....	85
7.2.1 Nahrungsangebot .....	85
7.2.2 Fressfeinde/Nahrungskonkurrenz .....	89
7.3 Zusammenfassung Einflussfaktoren .....	91
<b>8. Gesamtfazit .....</b>	<b>93</b>
<b>Literatur .....</b>	<b>95</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>98</b>

**Abbildungen und Tabellen**

Abb. 1:	Übersicht über den Betrachtungsraum von Elb-km 630 – km 680 (gelbe Linie). Lage der Messstellen im Längsschnitt (orange Hauptstrom, grün Nebeneiben); Lage der Messstellen bei den Quertransekten km 643 und km 651 (rot), Lage der Hamenfangstationen (lila Quadrate) .....	18
Abb. 2:	Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1_nord - QT 4_süd) bei km 643, inkl. Hahnöfer Nebeneibe (QT 5). .....	22
Abb. 3:	Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1 - QT 4) bei km 651. ....	22
Abb. 4:	Untersuchungszeitpunkte während der Tidephasen, schematische Darstellung. ....	23
Abb. 5:	Darstellung des Untersuchungsbereichs „Längsschnitt“ von km 630 – km 680. 25	
Abb. 6:	Inhalt eines Ringnetzholts (Beispiel km 651), gespülte Probe zeigt einige Finteneier (Fintenei siehe Pfeil). und (Foto Mai 2015). ....	26
Abb. 7:	Oberwasserabfluss (Tagesmittelwerte m <sup>3</sup> /s) der Elbe (Pegel Neu Darchau) für den Zeitraum März – Juni 2015 (blau) sowie der Oberwasserabfluss der Jahre 2009 – 2014. ....	30
Abb. 8:	Entwicklung der Wassertemperatur (°C) bei km 643. ....	31
Abb. 9:	Entwicklung der Leitfähigkeit (ms/cm) bei km 643. ....	32
Abb. 10:	Entwicklung der Sauerstoffkonzentration (mg/l) bei km 643 im Zeitraum von Anfang April bis Ende Juni 2014. ....	33
Abb. 11:	Variabilität der oberflächennahen (Bild oben) und sohlnahen (Bild unten) Strömungsgeschwindigkeiten (cm/s) bei km 643 im Zeitraum vom 01.04. – 23.06.2015. ....	35
Abb. 12:	Entwicklung der Wassertemperaturen (Tagesmittel) im Frühjahr 2011 – 2015 in der Tideelbe. ....	36
Abb. 13:	Entwicklung der Sauerstoffgehalte (Tagesmittelwerte) im Frühjahr 2011 – 2015 in der Tideelbe. ....	37
Abb. 14:	Entwicklung der Leitfähigkeit (ms/cm) im Zeitraum April bis Juni 2011 – 2015 in der Tideelbe. Daten 2015 rosa hervorgehobene Linie. Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1. ....	37
Abb. 15:	Anteile (%) verpilzter Finteneier in der Tideelbe bei Quertransekt km 643 im Zeitraum vom Mitte April – Anfang Juni in den Jahren 2011 – 2015. Gestrichelte Linie: gleitender Mittelwert (2 Perioden). ....	41
Abb. 16:	Entwicklung der Finteneidichte in der Tideelbe bei km 643 im Zeitraum 21.04. bis 01.06.2015. ....	42
Abb. 17:	Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 643 44	
Abb. 18:	Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 651 (QT 1- QT 4). ....	45
Abb. 19:	Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum 21.04. – 01.06.2015 in der Tideelbe. ....	47

Abb. 20:	Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 651 vom 21.04. – 08.06.2015 in der Tideelbe. ....	48
Abb. 21:	Finteneidichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) in verschiedenen Tiefenzonen bei QT km 643 im Zeitraum vom 21.04. – 01.06.2014 in der Tideelbe.....	49
Abb. 22:	Finteneidichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) in verschiedenen Tiefenzonen des QT bei km 651 am 24.04. und 08.06.2015 in der Tideelbe. ....	49
Abb. 23:	Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Untersuchungszeitraum vom 21.04. – 01.06.2015 (Daten Quertransekt km 643) differenziert nach Entwicklungsstadien. ....	51
Abb. 24:	Entwicklung der Fintenlarvenanzahlen (Ind./m <sup>3</sup> ) in der Tideelbe bei QT km 643 vom 21.04. – 01.06.2015.....	52
Abb. 25:	Fintenlarvenanzahlen (Ind./100 m <sup>3</sup> ) in der Tideelbe bei QT km 651 vom 24.04. und 08.06.2014 (inkl. Daten aus dem „Düker-Projekt“ - BIOCONSULT 2015 s.a. Kap. 3).....	53
Abb. 26:	Anzahl Fintenlarven während verschiedener Tidephasen.....	54
Abb. 27:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 651 (QT 1- QT 4). ....	55
Abb. 28:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m <sup>3</sup> ) entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum 21.04. – 01.06.2015 in der Tideelbe. ....	56
Abb. 29:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m <sup>3</sup> ) entlang des Quertransekts in der Tideelbe bei km 651 am 24.04. und 08.06.2015 (inkl. Daten aus dem „Düker-Projekt“ - BIOCONSULT 2015 s.a. Kap. 3) ....	57
Abb. 30:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m <sup>3</sup> ) in verschiedenen Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 643 im Zeitraum vom 21.04. – 01.06.2015. ....	59
Abb. 31:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m <sup>3</sup> ) in verschiedenen Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 651 am 24.04. – 08.06.2015. (inkl. Daten aus dem „Düker-Projekt“ - BIOCONSULT 2015, s.a. Kap. 3) ....	59
Abb. 32:	Finteneidichten (Ind./100 m <sup>3</sup> auf Holebene) im Längsverlauf der Tideelbe (km 630 – km 680, linkes Bild) sowie in Nebenelben (rechtes Bild).....	61
Abb. 33:	Zeitlich und kleinräumige Variabilität der Finteneidichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) in der Tideelbe im Bereich von km 630 – km 680 (links) sowie in den Nebenelben (rechts). ....	63
Abb. 34:	Finteneidichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebenelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (28.04./29.04.2015). ....	64
Abb. 35:	Finteneidichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebenelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (12.05./13.05.2015). ....	64
Abb. 36:	Finteneidichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebenelben (NE)	

	Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (28./29.05.2015).....	65
Abb. 37:	Fintenlarvendichten/Hol (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Längsverlauf der Tideelbe (Bild links) sowie in den Nebelben (Bild rechts).Die Punkte veranschaulichen die Variabilität über die Zeit (28.04./29.04., 12.05./13.05., 28./29.05.2015) sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen). Hahn = Hahnöfer NE, Lühe = Lühesander NE, SchwTS = Schwarztonnensand, Pag = Pagensander NE, Glü = Glückstädter NE; . Daten 2015.....	66
Abb. 38:	Zeitlich und kleinräumige Variabilität der Fintenlarvendichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) in der Tideelbe im Bereich von km 630 – km 680 (links) sowie in den Nebelben (rechts) (Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand, Glückstädter NE).....	67
Abb. 39:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (28.04./29.04.2015). ....	68
Abb. 40:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (12.05./13.05.2015). ....	69
Abb. 41:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (28.05./29.05.2015). ....	69
Abb. 42:	Längenhäufigkeitsverteilung der Finten im August 2015.....	71
Abb. 43:	Fintenabundanz/Hol (alle AG,) an den Fangstationen Tinsdal (km 639), Lühesand (km 652), Glückstadt (km 671) sowie Brunsbüttel (km 690) in den Untersuchungsjahren 2013 bis 2015. ....	72
Abb. 44:	Fintenei- (links) und Larvenanzahlen (rechts) von 2011 – 2015 bei km 643 in der Tideelbe (zeitlich und räumlich gemittelte Daten bei QT 643).....	75
Abb. 45:	Fintenei- (links) und Larvenanzahlen (rechts) von 2011 – 2015 entlang des Abschnitts km 630 – km 680 inkl. der Nebelben (zeitlich und räumlich gemittelte Daten). ....	77
Abb. 46:	Entwicklung der Finteneidichte (Ind./100 m <sup>3</sup> , oben) und Larvendichte (Ind./100 m <sup>3</sup> , unten) bei km 643 in der Tideelbe im Zeitraum Mitte/Ende April – Anfang Juni der Jahre 2011 – 2015, differenziert nach Untersuchungsjahr (links). Bilder rechts: saisonaler Verlauf auf Grundlage des langjährigen Mittels (2011 – 2015). ....	78
Abb. 47:	Mittlere Fintenei- (Bild links) und Larvendichte (Bild rechts; Ind./100 m <sup>3</sup> ) entlang des Quertransekts bei km 643 für 2011 (Zeitraum 21.04. – 08.06.), 2012 (Zeitraum 24.04. – 06.06.), 2013 (25.05. – 04.06.), 2014 (16.04. – 04.06.) und 2015 (21.04. – 01.06.) in der Tideelbe.X-Achse von links nach rechts: Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4; HN = QT 5 Hahnöfer Nebelbe. ....	78

Abb. 48:	Unterhaltungsbaggerungen mittels Hopperbagger in der Tideelbe (km 639 – 660) im Zeitraum 2011 – 2015. ....	82
Abb. 49:	Unterhaltungsbaggerungen mittels Wasserinjektion in der Tideelbe (km 639 – 660) im Zeitraum 2011 – 2015 .....	82
Abb. 50:	Saisonale Verlauf der Anzahl Finteneier (FE) und Anzahl Fintenlarven (FL) in der Tideelbe auf der Datengrundlage QT 643 (dargestellt auf Halebene, nur Hols mit >0 Ind./100 m <sup>3</sup> ) und Zeitpunkte der Hopperbaggerungen (roter Strich) und WI-Baggerung (gelber Strich) im Abschnitt km 639 – km 660, Zeitraum 16.04. – 15.06.). ....	83
Abb. 51:	Entwicklung der Fintenlarvendichte (Bild oben) und zooplanktischer Gruppen (Rotatorien, unten rechts Crustacea-gesamt-inkl. Copepoden und Copepoden, unten links). ....	87
Abb. 52:	Mittlere Gesamtabundanz (Ind./h/80 m <sup>2</sup> ) von Stint und Kaulbarsch im Bereich der Tideelbe zwischen km 639 - km 650. ....	90
Tab. 1:	Charakterisierung der verschiedenen Eistadien (nach: WESTERNHAGEN 1970). ....	26
Tab. 2:	Übersicht über die 2015 durchgeführte Hamenfischerei (Zielart: Finte). ....	28
Tab. 3:	Sauerstoff-Tagesmittel (5minütl. Messwerte) differenziert nach oberflächennah und bodennah bei km 643, für den Zeitraum 01.04. – 30.06.2015. ....	34
Tab. 4:	Übersicht über auffällige, als „Ausreißer“ detektierte Werte (Ind./100 m <sup>3</sup> ). 39	
Tab. 5:	Entwicklungsstadien der Finteneier differenziert nach Fangdatum auf der Basis der Quertransektdaten bei km 643. K.N. = Kein Nachweis.....	39
Tab. 6:	Ergebnisse der ANOVA (post hoc Fisher LSD Test) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Finteneidichte) bei km 643 aus 2015. ....	42
Tab. 7:	Ergebnisse der ANOVA (post hoc Fisher LSD Test) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Finteneidichte) bei km 651 aus 2015. ....	43
Tab. 8:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage der saisonalen Daten km 643. ....	44
Tab. 9:	Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen) bei km 651.....	46
Tab. 10:	Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der QT- Daten bei km 643 aus 2015. ....	47
Tab. 11:	Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage der QT- Daten bei km 651 (2015). ....	48
Tab. 12:	Ergebnisse des parameterfreien Mann-Whitney-Tests. ....	50
Tab. 13:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Fintenlarven) bei km 643. ....	53
Tab. 14:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Fintenlarven) bei km 651. ....	54

Tab. 15:	Statistische Kennwerte (Ind./ 100 m <sup>3</sup> ) zum Vorkommen von Fintenlarven bei QT km 643 und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen). ....	55
Tab. 16:	Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m <sup>3</sup> ) bei QT km 651 und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen). ....	56
Tab. 17:	Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m <sup>3</sup> ) bei QT km643. ....	57
Tab. 18:	Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m <sup>3</sup> ) in der Tideelbe bei QT km 651. ....	58
Tab. 19:	Statistische Kennwerte und Ergebnis des parameterfreien Mann Whitney-Tests, zweiseitig. Auf Grundlage der saisonalen Daten, QT km 643 und QT km 651.....	60
Tab. 20:	Übersicht über als „Ausreißer“ detektierte Werte, Daten 2015. ....	60
Tab. 21:	Interannueller Vergleich (2011 – 2015) der mittleren Fintenei- (oben) und Larvendichte (unten). ....	76
Tab. 22:	Interannueller Vergleich (2011 – 2015) der mittleren Fintenei- (oben) und Larvendichte (unten). ....	77
Tab. 23:	Unterhaltungsbaggerungen (WI- und Hopperbagger) im Elbeabschnitt km 639 – km 660 im Zeitraum 15. April – 30. Juni der Jahre 2009 – 2015. Mit * gekennzeichnet sind die Baggermengen, die auf die Zeit entfallen in denen tatsächlich Finteneier präsent waren (Quelle Baggerdaten WSA Hamburg) .....	81
Tab. 24:	Statistische Kennwerte der Zooplankton Untersuchung in der Tideelbe bei km 643 (Daten 2015). ....	86
Tab. 25:	Ergebnisse der 2013 bis 2015 durchgeführten Zooplanktonuntersuchung differenziert nach Gruppen (Crustacea, Rotifera) bei km 643.....	88
Tab. 26:	Hamenbefischung an 4 Fangstationen (Tinsdal, Lühesand, Glückstadt, Brunsbüttel) im Sommer 2015: Artenspektrum.....	99

## Zusammenfassung

### Allgemeines und Ziel

Die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung hat den gesetzlichen Auftrag zur Unterhaltung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe. Um das Sedimentmanagement im Sinne der NATURA 2000-Belange optimieren zu können, bedarf es der genauen Kenntnis der von der Unterhaltung ausgehenden Auswirkungen auf die Finte.

Vor diesem Hintergrund wurde BioConsult Schuchardt & Scholle GbR vom WSA Hamburg beauftragt, eine bereits ab 2011 begonnene und ab 2015 weiter fortlaufende Untersuchung zur Erfassung von Finteneiern und Fintenlarven im Elbquerschnitt bei km 643 (Hauptlaichareal, inkl. Hahnöfer Nebenelbe) sowie orientierend auch im Längsverlauf der Elbe (km 630 – km 680, Hauptstrom und Nebenelben) durchzuführen. Wie bei den analogen Untersuchungen (2011-2014) war die Ermittlung der räumlichen (vertikal, Querschnitt, longitudinal – Tidephasen) und zeitlichen (saisonal) Verteilung der Fintenbruttdichte auch im Jahr 2015 Ziel der Untersuchung.

### Methodik

Im Zeitraum vom 21.04. – 01.06.2015 sind bei km 643 Untersuchungen zum Vorkommen von Fintenlaichprodukten über ein Quertransekt (QT) durchgeführt worden; damit wurde die Hauptreproduktionszeit der Finte zeitlich abgedeckt. Wie auch in den Vorjahren erfolgte im Jahr 2015 eine stichprobenhafte Untersuchung bei km 651 (QT 651). Im Mai/Juni 2015 erfolgte zudem bei km 651 eine methodisch identische Untersuchung im Rahmen eines Düker Rückbaus im Zeitraum 24.4. – 8.6.2015 (BIOCONSULT 2015). Die Daten wurden in der vorliegenden Arbeit ebenfalls berücksichtigt.

Insgesamt erfolgten bei QT km 643 acht Untersuchungskampagnen; bei jeder Kampagne sind 5 Stationen zu jeweils 4 Tidephasen beprobt worden. Um Hinweise auf die Vertikalverteilung der Fintenlaichprodukte zu erfassen, wurden 2 Tiefenzonen gleichzeitig untersucht. Die Untersuchung bei QT km 651 entsprach im Prinzip derjenigen bei km 643, allerdings fand bei km 651 nur eine zweimalige Beprobung am 05.05. und 15.05.2015 statt. Die Befischungsmethodik erfolgte analog zu den Vorjahren mittels Ringnetzen (50 cm Durchmesser, Maschenweite 500 µm), die vom Fischkutter aus an den festgelegten Stationen exponiert wurden. Im Untersuchungsjahr 2015 sind bei km 643 und km 651 insgesamt 384 Proben entnommen worden, sowie weitere 135 Proben bei km 651 aus der o.g. genannten Untersuchung zum Düker Rückbau.

Zusätzlich zur Quertransektuntersuchung wurden mit der analogen Methodik 2 x 9 Stationen (Nord- und Südseite der Tideelbe) sowie 2 x 5 Stationen in Nebenelben im Längsverlauf (LT) von km 630 – km 680 an 3 Terminen (28. April, 12. und 28. Mai) beprobt. Die Positionierung der Stationen entspricht derjenigen der Vorjahre. Insgesamt wurden im Rahmen der Längstransekuntersuchung 108 Proben entnommen.

Ergänzend zu den Ringnetzuntersuchungen wurden auch Hamenfänge durchgeführt. Diese erfolgten im August (04.08. – 09.08.2015) an 4 Positionen (Tinsdal, Lühesand, Glückstadt und Brunsbüttel). Die im Vorjahr bei Tinsdal und Lühesand durchgeführten Hamenfänge wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht durchgeführt, da im Jahr 2015 geeignete Daten aus dem WRRL-Fischmonitoring vorliegen (Übergangsgewässer).

## Ergebnisse

### *Abiotische Rahmenbedingungen*

Die Auswertung der abiotischen Rahmenbedingungen (bezogen auf die Dauermessstelle D1 bei Hanskalbsand) zeigt, dass die Wassertemperaturen 2015 im Untersuchungsgebiet bei QT km 643/651 ab etwa der 3. Aprilwoche 12 °C erreichten und bis Anfang Mai (ca. 13 - 14 °C) für die Jahreszeit eher kühl blieben. Im weiteren Verlauf der Untersuchung stiegen die Temperaturen auf etwa 18 °C. (Anfang Juni). Im Zeitraum von Anfang April bis Ende Mai 2015 lag der Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau) mit überwiegend < 500 m<sup>3</sup>/s niedrig. Die Leitfähigkeit erreichte von Anfang April bis etwa Ende Mai 2015 im Untersuchungsbereich bei km 643 Werte zwischen > 1.000 µs/cm bis > 1.200 µs/cm und lag damit in dieser Phase z.T. deutlich über den Werten der Vorjahre. Bis etwa Ende Mai sind günstige Sauerstoffgehalte um 6 mg/l verzeichnet worden und auch bis Ende Juni wurden überwiegend Gehalte von > 4 mg/l gemessen. Im Vergleich zu den Vorjahren war 2015 ein eher abflussärmeres Jahr, mit entsprechend höherer Leitfähigkeit. Die Sauerstoffgehalte waren im Untersuchungszeitraum im Vergleich überdurchschnittlich.

### *Fintenlaichprodukte*

Die Finteneizahlen lagen im Jahr 2015 wieder deutlich über denjenigen der Vorjahre (2013 und 2014). So sind bei QT km 643 im Gesamtmittel 240 Ind./100 m<sup>3</sup> erfasst worden. Einzelne Maximalwerte lagen bei > 10.000 Ind./100 m<sup>3</sup>. Wenngleich v.a. gegenüber dem bisherigen Allzeitminimum (12,9 Ind./100 m<sup>3</sup> in 2014) ein deutlicher Anstieg (Faktor > 15) verzeichnet wurde, konnten die sehr hohen Anzahlen aus dem Jahr 2011 (im Mittel 800 Ind./100 m<sup>3</sup>) noch nicht wieder erreicht werden.

Anders als für die Eidichte konnte 2015 zwar auch ein Anstieg der Larvendichte gegenüber dem Vorjahr verzeichnet werden, dieser war aber weniger deutlich ausgeprägt. Die mittlere Larvendichte (ca. 11 Ind./100 m<sup>3</sup>) lag weiterhin deutlich unter den Werten der bisher larvenreichsten Jahre 2011 und 2012 (375 Ind./100 m<sup>3</sup> bzw. 95 Ind./100 m<sup>3</sup>).

Im Längsverlauf der Tideelbe von km 630 – km 680 wurden 2015 in Hauptstrom und Nebeneiben Finteneidichten von durchschnittlich 58 Ind./100 m<sup>3</sup> im Hauptstrom und in den Nebeneiben ca. 5 Ind./100 m<sup>3</sup> dokumentiert. Die mittlere Larvendichte lag bei 4 Ind./100 m<sup>3</sup> (Hauptstrom) und 6,3 Ind./100 m<sup>3</sup> (Nebeneiben). Insgesamt wurden im Jahr 2015 wieder höhere Anzahlen als 2014, aber geringere Ei- und Larvenanzahlen als 2011 dokumentiert.

**Finteneier (Quertransekt)** wurden im Zeitraum von 21.04. – 04.06.2015 erfasst. Die Befunde zeigen, dass 2015 der Beginn der Laichtätigkeiten auf etwa Ende April datiert werden kann. Die erste umfangreiche Eiablage (gleichzeitig auch das Maximum) erfolgte Anfang Mai bei Wassertemperaturen um 13 °C. Zu diesem Zeitpunkt erreichten die mittleren Eidichten sowohl bei QT km 643 als auch bei QT km 651 etwa 600 – 800 Ind./100 m<sup>3</sup>. Im Verlauf der folgenden

Wochen gingen die Eidichten zurück. Anfang Juni lag die Eidichte erwartungsgemäß niedrig bei 4,2 Ind./100 m<sup>3</sup> (QT km 643).

Über den Flussquerschnitt war die Verteilung der Eier sehr variabel, so wurden wie bereits in den Vorjahren v.a. nahe Strommitte höhere Anzahlen erfasst. Möglicherweise besteht hier ein Zusammenhang mit lokalen Strömungsmustern. Hinsichtlich der Finteneidichte konnten zwischen Hauptstrom (QT km 643) und Hahnöfer Nebelbe im Jahr 2015 nur mäßige Unterschiede festgestellt werden.

Die auf Tidephasen bezogenen Ergebnisse 2015 unterstützen die Ergebnisse aus den Vorjahren, dass der Hauptreproduktionsbereich zwischen km 630 und km 650 lokalisiert werden kann. Ähnlich wie im Jahr 2014 wurden auch in 2015 höhere Anzahlen (bis zu > 300 Ind./m<sup>2</sup> im Mittel) oberhalb von km 640 erfasst.

Mit Blick auf die Vertikalverteilung der Finteneier zeigt jahresübergreifend ein stabiles Muster, insofern als bodennah die Dichte der Finteneier signifikant höher ist als oberflächennah.

Im Jahr 2015 lag die Verpilzungsrate der Finteneier im Mittel bei ca. 16 %, dies ist nach 2013 (>20 %) der zeithöchste Wert im bisherigen Untersuchungszeitraum. Die Gründe für die interannuell unterschiedlichen Verpilzungsraten sind offensichtlich. Denkbar ist jedoch ein Zusammenhang mit abiotischen Faktoren wie z.B. Wassertemperatur, Oberwasserabfluss, Leitfähigkeit.

**Finteneier (Längstransect: Hauptstrom, Nebelben):** Im Jahr 2015 wurden Finteneier innerhalb des Untersuchungsbereichs (km 630 – km 680) zwischen km 630 – km 660 nachgewiesen. Hier zeigte sich ein Gradient von innen (km 630 > 500 Ind./100 m<sup>3</sup>) nach außen (km 660 bis < 1 Ind./100 m<sup>3</sup>). Insgesamt lagen die Eidichten im Hauptstrom höher als in den Nebelben. Lokal wurden aber z.T. auch etwas höhere Dichten in den Nebelbe dokumentiert. Es ist zu beachten, dass die LT-Messstellen stichprobenhaft beprobt wurden, insofern können diese Ergebnisse zur räumlichen Verteilung nur eingeschränkt belastbar sein.

**Fintenlarven (Quertransect)** wurden im Zeitraum von 06.05. – 08.06.2015 erfasst. Ein zeitliches Maximum wurde bei km 643 und bei km 651 in diesem Jahr in der 3. Maiwoche verzeichnet. Die Larvendichte blieb auch zu diesem Zeitpunkt mit bis zu 65 Ind./100 m<sup>3</sup> (km 643) und 30 Ind./m<sup>3</sup> (km 651) insgesamt auf einem mäßigen - niedrigen Niveau. Im Flussquerschnitt war die Verteilung der Larven nur mäßig unterschiedlich (im Mittel 3,7 - 19,7 Ind./100 m<sup>3</sup>). In der Tendenz waren bei km 643 die Anzahlen der Larven in der nördlichen Stromhälfte höher als an den südlichen Stationen. Die Larvenanzahlen in der Hahnöfer Nebelbe (9 Ind./100 m<sup>3</sup>) nahmen eine Mittelstellung zwischen den Ergebnissen der nördlichen und den südlichen Stationen in der Stromelbe ein. Bei QT km 651 wurden keine deutlichen Unterschiede der Larvendichte über den Stromquerschnitt verzeichnet. Mit Blick auf die Vertikalverteilung der Fintenlarven zeigt sich ebenfalls ein jahresübergreifend ein stabiles Muster. Anders als für die Verteilung der Finteneier ermittelt, wurden Larven allerdings oberflächennah in deutlich höherer Dichte erfasst als bodennah.

**Fintenlarven (Längstransect: Hauptstrom, Nebelben):** Die Untersuchung über den Längsverlauf der Tideelbe zeigt, dass 2015 ab etwa Anfang Mai Fintenlarven innerhalb des

Untersuchungsbereichs (km 630 – km 680) nachgewiesen wurden. Allerdings gelang Anfang Mai nur ein einzelner Nachweis bei km 650. In der zweiten Maiwoche stieg die Larvendichte dann auf etwa 14,3 Ind./100 m<sup>3</sup> an. Die relativ höchsten Dichten entfallen auf den Abschnitt von km 650 – km 660, wobei die Unterschiede eher graduell waren. Unterschiede zwischen Nebelnelben (Gesamtmittel 5,4 Ind./100 m<sup>3</sup>) und Hauptstrom (Gesamtmittel 5,4 Ind./100 m<sup>3</sup>) sind nicht zu konstatieren. Lokal unterschiedlich konnten sowohl höhere Anzahlen im Hauptstrom oder in Nebelnelben verzeichnet werden.

### *Hamenfänge*

Fangdaten zu adulten Finten wurden vom NLWKN Stade (WRRL Fischmonitoring) zur Verfügung gestellt. Die im Übergangsgewässer durchgeführten Hamenfänge ergaben durchschnittlich ca. 21 Ind./h/80 m<sup>2</sup>; der Abundanzwert entspricht der Kategorie „gutes ökologisches Potenzial“ für diese Art (Finte, AG adult).

Juvenile Finten konnten im August 2015 an allen 4 Fangstationen erfasst werden. Die Fangzahlen variierten räumlich jedoch deutlich. So wurden die geringsten Anzahlen bei Tinsdal (1,2 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) und Glückstadt (1,3 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) ermittelt. Höhere Anzahlen sind analog zum Vorjahr bei Lühesand (5,2 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) sowie v.a. bei Brunsbüttel (29 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) verzeichnet worden.

Der interannuelle Vergleich zeigt, dass die Anfang August 2015 festgestellten Anzahlen juveniler Finten gering sind. So lagen die Anzahlen um etwa den Faktor 12 (Lühesand, Tinsdal und Glückstadt) bzw. Faktor 6 (Brunsbüttel) niedriger als in 2013; der Vergleich mit 2014 ergab in etwa gleiche Werte. Ob für 2015 eine insgesamt weniger erfolgreiche Rekrutierung anzunehmen ist, ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht belastbar zu klären. Denkbar ist auch, dass die Hauptabwanderung der juvenilen Finten schon früher (also vor dem Termin der Hamenbefischung) erfolgte. Allerdings erscheinen die Ergebnisse der Hamenbefischung vor dem Hintergrund der geringen Larvenzahlen plausibel.

### **Fazit**

Die im Jahr 2011 erstmalig durchgeführte Untersuchung zu den Fintenlaichprodukten in der Tideelbe hat ausgeprägte Muster auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Ebenen erkennbar werden lassen (saisonales Muster; Vertikalverteilung; Verteilung im Längsschnitt etc.). Gleichzeitig ist deutlich geworden, dass das Vorkommen von Fintenlaichprodukten in einem definierten Stromabschnitt einer hohen zeitlichen und räumlichen Variabilität unterliegt, die nur eingeschränkt durch Untersuchungen eines Jahres erfasst und eingeordnet werden kann. Besonders die interannuelle Variabilität ist aufgrund der Vielzahl von Einflussfaktoren (u.a. Reproduktionserfolg in den Vorjahren; Hydrologie; Witterung und Klima; anthropogene Faktoren) hoch und kann nur über wiederholte Untersuchungen eingeschätzt werden.

Die bisherigen Befunde der Jahre 2011 bis 2015 weisen darauf hin, dass die Laichtätigkeit im o.g. Abschnitt der Tideelbe vergleichsweise umfangreich war, aber quantitativ interannuell auch z.T. deutlich variieren kann. Der bis 2014 „kontinuierliche Rückgang“ der Ei- und Larvendichte setzte sich im Jahr 2015 nicht fort, da im Vergleich zum Jahr 2014 deutlich höhere Eidichten und allerdings nur etwas höhere Larvenzahlen dokumentiert wurden. Trotz der insgesamt

deutlichen quantitativen interannuellen Unterschiede waren räumliche und zeitliche Verteilungsmuster (vertikal, Querschnitt, Längsschnitt, zeitlich-saisonal) weitgehend gleichsinnig.

Gründe für die interannuell deutlichen quantitativen Unterschiede sind nicht abschließend zu benennen. Folgende Aspekte sind hier zu berücksichtigen:

- Der Beginn der Laichzeit ist stark von der Temperatur abhängig. So wurden z.B. in wärmeren Frühjahren Eizahlmaxima bereits Ende April festgestellt oder in kühleren erst mit Beginn der zweiten Maiwoche. Ob der Zeitpunkt der Temperaturerreichung, an dem der Laichbeginn ausgelöst wird, ein Faktor ist, der den Umfang Eiablage/Laichtier beeinflusst, ist hypothetisch und im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu klären.
- Kühle bzw. im Vergleich unterdurchschnittliche Wassertemperaturen während der Entwicklungsphase früher Larvenstadien (wie z.B. 2015 nur ca. 16 °C) könnte den Entwicklungserfolg dämpfen. Erkenntnisse, die einen solchen Zusammenhang belegen, liegen nicht vor.
- Bezogen auf den Untersuchungszeitraum sind bislang keine deutlichen Hinweise auf einen möglichen Faktor „pessimale Sauerstoffgehalte“ erkennbar. Während der Hauptlaichphase 2014 und insbesondere 2015 (Ende April – Mai) wurden keine ungünstigen Sauerstoffbedingungen dokumentiert. Geringe Sauerstoffgehalte traten im Untersuchungszeitraum v.a. im Sommer auf. Ein Einfluss auf die Eidichten bzw. auf frühe Larvenstadien, die im April bzw. Mai zu erwarten sind, war daher nicht wahrscheinlich.
- Hinweise auf im Jahr 2015 besonders hohe Verpilzungsraten (z.B. in Folge von Sauerstoffmangelsituationen) der Finteneier, die trotz höherer Eidichte die geringen Larvendichten begründen könnten, liegen nicht vor. Dennoch ist ein gewisser Einfluss nicht auszuschließen, da die Verpilzungsrate im interannuellen Vergleich leicht überdurchschnittlich war.
- Keine deutlichen Hinweise auf den Faktor Unterhaltungsbaggerungen mittels Hopperbagger während der Reproduktionszeit. Auf Hopperbaggerungen wurde im Untersuchungszeitraum weitgehend verzichtet. Unterhaltungsarbeiten mittels WI-Bagger erfolgten jedoch, z.T. auch während der Reproduktionszeit. Ein gewisser Einfluss auf Ei- und Larvendichte ist daher gegeben, dieser wird aber auf der vorliegenden Datenbasis nicht offensichtlich.
- Keine Hinweise auf besonders ungünstige Nahrungsbedingungen. Bei ausgeprägter interannueller Variabilität scheinen auch bisherige Minima der Planktondichte nicht auffällig gering, wobei aber im Jahr 2015 die Planktondichte v.a. während der frühen Larvalphase der Finten im Vergleich der letzten Jahre am geringsten ausfiel, so dass ein gewisser Einfluss für das Jahr 2015 nicht von vornherein auszuschließen ist. Allerdings gibt es keine langjährigen Vergleichswerte aus dem unmittelbaren Untersuchungsbereich, da Zooplanktonuntersuchungen im Rahmen des vorliegenden Monitorings erstmals 2013 durchgeführt wurden.

- Hinweise auf eine geringe Zahl einwandernder Laichtiere liegen nicht vor. Dies legen Ergebnisse, der im Mai durchgeführten Hamenfänge im Übergangsgewässer nahe. Im Mittel wurde mit 21 Ind./h/80 m<sup>2</sup> eine hohe Anzahl adulter Finten gefangen (Daten: NLWKN schriftl.).

Die bisherigen Befunde lassen vermuten, dass:

- die deutlichen quantitativen Unterschiede u.a. auch Ausdruck einer ‚normalen‘ interannuellen Variabilität sein können – also ein „multifaktorielles“ Zusammenspiel abiotischer und biotischer Rahmenbedingungen. Denkbar wäre in diesem Kontext ein Zusammenhang geringer Fintenbrutdichten mit u.U. temperaturbedingt unterschiedlichen biotischen Rahmenbedingungen (Nährtierentwicklung, Fressfeinde, Konkurrenz mit anderen Arten) und/oder mit weiteren bislang unbekanntem Faktoren.

Die Ergebnisse zeigen, dass v.a. eine zeitliche (interannuelle) Variabilität und deren Einflussgrößen (natürlich, anthropogen) nach wie vor nur eingeschränkt abgeschätzt werden können.

## 1. Anlass und Zielsetzung

Die Finte (*Alosa fallax*) zählt im Sinne der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie zu den Arten von gemeinschaftlichem Interesse für die Schutzgebiete ausgewiesen worden sind. Die Schutzgebiete umfassen große Teile aller Wattenmeerästuare, die als Reproduktions- und Aufwuchshabitat unverzichtbare ökologische Funktionen für die Fintenpopulation übernehmen. Ems und Eider sind derzeit für die Finte von untergeordneter Bedeutung, da hier aufgrund der ungünstigen abiotischen Rahmenbedingungen keine erfolgreiche Reproduktion der Art erfolgen kann. Neben dem Weserästuar hat v.a. die Elbe eine zentrale Bedeutung bezüglich der Finte. Allerdings wird der Erhaltungszustand der Finte auch in der Elbe, gemessen an einer historischen Situation, (noch) als ungünstig eingestuft, so dass Maßnahmen zur Entwicklung, zumindest aber zur Stabilisierung der Population erforderlich sind. Dieser „Handlungsbedarf“ wird im Rahmen des Integrierten Bewirtschaftungsplans (IBP; ARBEITSGRUPPE ELBEÄSTUAR 2011) aufgezeigt, in dem die Sicherung des Bestandes der Finte mit naturnaher Abundanz und Populationsstruktur als Ziel festgelegt wurde. Insbesondere für das Laichareal, das im Bereich des unteren Süßwasserabschnitts (Mühlenberger Loch bis ca. Lühesand) lokalisiert ist, wird eine Verbesserung des ökologischen Zustandes der Tideelbe angestrebt. Infolge der bestehenden und auch zukünftig intensiven anthropogenen Nutzung (z.B. Schifffahrt mit Unterhaltungserfordernis der Fahrrinne) ist das IBP-Ziel kurzfristig sehr wahrscheinlich nicht zu erreichen. Allerdings ist im IBP ein Bündel von Maßnahmen vorgesehen, das zu einer Stabilisierung bzw. zu einer Verbesserung der derzeitigen Situation beitragen kann. So ist für den Abschnitt Lühesand – Mühlenberger Loch u.a. folgendes aufgeführt:

*„Die Risiken lassen sich teilweise mindern, in dem sauerstoffreiche, strömungsgeschützte und nahrungsreiche Seitenräume für Fintenlarven erhalten werden. Das Sedimentmanagement wird optimiert, um Beeinträchtigungen in den relevanten Zeiträumen möglichst gering zu halten.“*

Die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung hat den gesetzlichen Auftrag zur Unterhaltung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe. Um das Sedimentmanagement im Sinne der NATURA 2000-Belange optimieren zu können, bedarf es der genauen Kenntnis der von der Unterhaltung ausgehenden Auswirkungen auf die Finte. Die bisherigen Kenntnisse deuten darauf hin, dass eine unmittelbare Gefährdung adulter Finten durch die Unterhaltung nicht besteht bzw. wohl eher gering ist. Es ist aber wahrscheinlich, dass ein Teil der Fintenlaichprodukte einer erhöhten Mortalität durch die im zentralen Reproduktionsareal auch während der Laichzeit erfolgenden Baggerarbeiten (Baggerung, Verbringung von Baggeregut) unterliegt. Unklar sind jedoch die Auswirkungen einer solchen Beeinträchtigung auf Populationsebene.

Eine belastbare Quantifizierung durch eine in situ-Messung einer durch die Unterhaltung bedingten möglichen Schädigung des Fintenbestandes ist methodisch nicht umsetzbar. Es erscheint aber auf der Grundlage einer geeigneten Datenbasis möglich, Hinweise für eine Optimierung der Unterhaltung zur Minimierung der Beeinträchtigungen abzuleiten und damit die im IBP festgelegten Ziele zu unterstützen. Hierzu ist es erforderlich, die noch bestehenden Wissensdefizite v.a. der (kleinskaligen) raumzeitlichen Verteilung der Laichprodukte (Finteneier,

Fintenlarven) im zentralen Reproduktionsareal zu verringern. Vor diesem Hintergrund wurde das schon 2011 begonnene Fintenmonitoring im Jahr 2015 unverändert fortgesetzt.

Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisdarstellung der aktuellen Untersuchung und einen kurzen zusammenfassenden Vergleich mit Ergebnissen aus den Vorjahren.

## 2. Betrachtungsraum

Der Betrachtungsraum umfasst das Elbästuar von km 630 (Süßwasserabschnitt) bis km 680 (Brunsbüttel, oligo-mesohalin) bzw. bis km 690 (Hamenfangstation). Der Fokus liegt dabei auf der Untersuchung von festgelegten Quertransekten bei km 643 sowie auch bei km 651 im unteren Abschnitt der Süßwasserzone. Die beiden Quertransekte befinden sich in einem Elbeabschnitt, der im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie zum Gewässertyp „Ströme der Marschen“ (Typ 22.3) zählt. Etwa ab Stade bis zur Mündung ins Wattenmeer ist das Elbästuar als Übergangsgewässer (Typ T1) klassifiziert (Abb. 1).

Der gesamte Betrachtungsraum ist Bestandteil verschiedener FFH-Gebiete (u.a. „Schleswig-holsteinisches Elbeästuar und angrenzende Flächen“ DE 2323-392, „Untere Elbe“ DE 2018-331 sowie Teile hamburgischer Gebiete „Rapfenschutzgebiet Hamburger Stromelbe“ DE 2424-303 und „Komplex NSG Neßsand und LSG Mühlenberger Loch“ DE 2424-302).

Abb. 1 zeigt eine Übersicht über den Betrachtungsraum und die Lage bzw. Position der verschiedenen Messstellen.

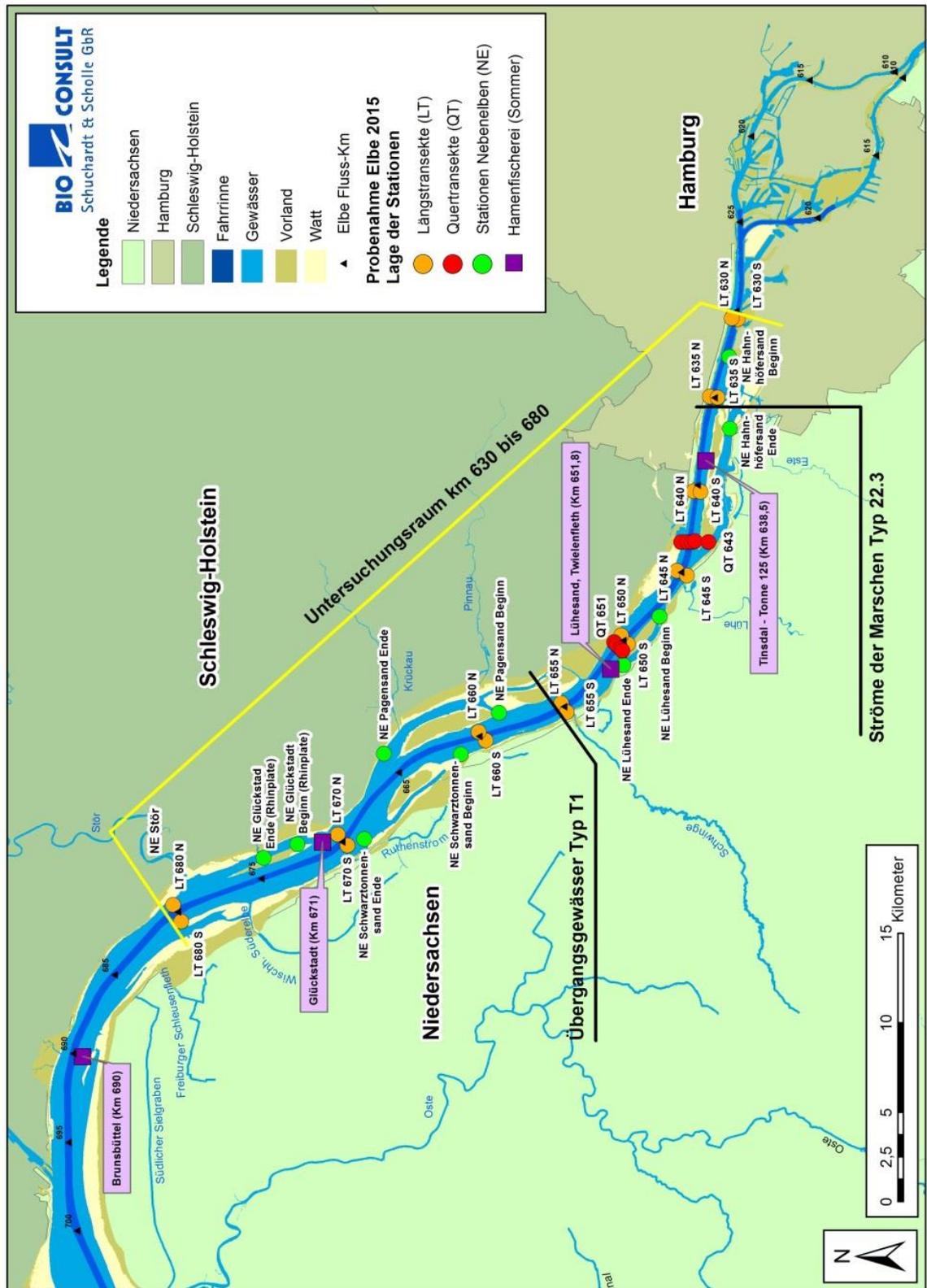


Abb. 1: Übersicht über den Betrachtungsraum von Elb-km 630 – km 680 (gelbe Linie). Lage der Messstellen im Längsschnitt (orange Hauptstrom, grün Nebelbeiben); Lage der Messstellen bei den Quertransekten km 643 und km 651 (rot), Lage der Hamenfischfangstationen (lila Quadrate)

Die Vorlandflächen, Watten, Nebenrinnen und Priele bilden zusammen mit der Stromrinne der Elbe ein komplexes, natürlicherweise stark veränderliches System von Lebensräumen, deren Grenzen heute durch bauliche Maßnahmen vielerorts festgelegt und in ihrer Ausdehnung reduziert sind (REISE 2005, SCHUCHARDT et al. 2007). Der überwiegende Teil der Flächen ist heute als Bestandteil des Natura 2000 Netzwerkes geschützt

Die Hydro- und Morphodynamik des Elbästuars wird wesentlich von der Tidedynamik im Zusammenwirken mit dem Oberwasser geprägt. Der Tidehub erhöht sich von 2,9 m in Cuxhaven auf 3,6 m in Hamburg-St.Pauli. Erst stromauf des Stromspaltungsgebietes Hamburg und damit auch außerhalb des für Seeschiffe ausgebauten Abschnitts sinkt der Tidehub bis auf 2,5 m am Tidewehr Geesthacht. Der Tidehub hat sich im Laufe der Zeit im inneren Ästuar durch bauliche Maßnahmen der Vergangenheit stark verändert; dabei hat auch die Trennung in energiereiche Stromrinne und sedimentative Seitenbereiche zugenommen (SCHUCHARDT 1995).

Charakteristikum des Ästuars sind der longitudinale Gradient der Salinität und seine starke Dynamik, der auch für die Biozönosen von entscheidender Bedeutung ist. Die Position der Brackwasserzone wird zum einen durch die Gezeiten geprägt und zum anderen ist für die Lage und Ausbildung der Brackwasserzone besonders der Oberwasserzufluss von Bedeutung. Gezeiten und Oberwasserdynamik führen insgesamt zu einer sehr großen Variabilität der Salinität im Raum. Die Lage der Brackwasserzone ist in der Elbe durch die baulichen Maßnahmen langfristig nach stromauf verlagert worden (z.B. BERGEMANN 1995, RIEDEL-LORJE et al. 1992, WGE 2003-2013); dieser Aspekt wird aber derzeit noch kontrovers diskutiert. Vereinfachend wird die Salinität unter biologischen Gesichtspunkten nach dem Venice-System klassifiziert. Dabei wird die limnische Zone mit Salinitäten  $< 0,5$  von der oligohalinen Zone (0,5 – 5), der mesohalinen Zone (5 – 18) und der polyhalinen Zone (18 – 30) unterschieden. Lage und Ausdehnung dieser Zonen im Ästuar sind sehr stark veränderlich. Im engen Zusammenhang mit dem Salinitätsgradienten steht Lage und Ausdehnung der ästuarinen Trübungszone, die mit dem oberen Bereich des Salzgradienten assoziiert ist (RIEDEL-LORJE et al. 1992).

Die Zusammensetzung der Sedimente im Sublitoral des Elbästuars wird v.a. durch die Strömungsgeschwindigkeiten geprägt. Im Fahrwasser, wo höhere Geschwindigkeiten vorherrschen, dominieren Mittelsande, während die strömungsärmeren Seitenräume hauptsächlich Feinsande aufweisen. In bestimmten Abschnitten der Fahrrinne treten auch erosionsfeste Kleilagen auf. Sowohl Grobsande als auch ältere Sedimente wie z.B. Geschiebemergel stehen nur örtlich an, das Gleiche gilt auch für Feinsande und Schlick. Auf strömungsberuhigten Wattbereichen, wie zum Beispiel dem Mühlenberger Loch, können jedoch auch Schlicke dominieren.

Die Sauerstoff-Konzentrationen in der Unterelbe sind seit den 1950er Jahren sehr gut dokumentiert ([www.arge-elbe.de](http://www.arge-elbe.de)). In den 1980er Jahren wurden über größere Strecken, insbesondere im limnischen Bereich unterhalb von Hamburg, Konzentrationen von  $< 3$  mg/l und z.T. auch  $< 1$  mg/l gemessen; seit den 1990er Jahren waren Konzentrationen unter 3 mg/l räumlich und zeitlich deutlich reduziert (WGE 2003-2013, KERNER 2007). Mit Beginn des 21. Jahrhunderts sind allerdings tendenziell wieder vermehrt saisonal Sauerstoffdefizite v.a. im hamburgischen Bereich der Tideelbe aber auch unterhalb Hamburgs dokumentiert worden (ARGE ELBE/FGG ELBE 2007). Solche Defizite traten v.a. allem im Hochsommer, lokal z.T. auch bereits im Frühsommer (Mai/Juni), auf. Im bisherigen Untersuchungszeitraum 2011 – 2015 ist

eine deutliche interannuelle Variabilität bezogen auf die Sauerstoffsituation zu verzeichnen. So wechselten sich Jahre mit ausgeprägter Mangelsituation (2011) mit Jahren eher unproblematischer Sauerstoffgehalte (2013 – 2015) in den Monaten April – Juni ab.

### **Situation der Finte in der Elbe**

In jüngerer Vergangenheit zeigen Untersuchungsergebnisse eine (beginnende) Zunahme der Bestände in der Elbe (WRRL-Daten). MAGATH & THIEL (2013) beschreiben für die Elbe eine signifikante Zunahme der Fintenabundanz seit Anfang der 90iger Jahre. Die im Rahmen des Monitorings ermittelten Ergebnisse unterstützen diesen Befund. Zudem zeigt sich anhand einer Analyse von Daten aus dem Jahr 2014, dass der Laichbestand eine ausgewogene Altersstruktur aufweist (THIEL et al. 2015). Bereits 2013 wurde der Gefährdungsstatus der Finte von THIEL et al. (2013) für den Nordseebereich von „stark gefährdet“ auf „Vorwarnliste“ zurückgestuft. In wie weit sich der Fintenbestand zukünftig auf einem hohen Niveau stabilisiert, ist derzeit noch nicht abzusehen. Es sei allerdings angemerkt, dass insbesondere die Wattenmeerästuare Ems und Eider als potenzielle Reproduktionsgebiete zur Entwicklung der Fintenpopulation derzeit keinen Beitrag leisten und sich der Fintenbestand im Bereich der deutschen Nordsee wohl ausschließlich aus Elbe und Weser rekrutiert. Daher sollte die Entwicklung des Fintenbestands bzw. der Rote Liste Status auch zukünftig kritisch überprüft werden.

Finten sind heute im Vergleich zur historischen Situation aber in allen Wattenmeerästuaren durch eine geringere Bestandsdichte gekennzeichnet (vgl. SCHOLLE 2011). Für die Weser verwies NOLTE (1976) auf die drastisch rückläufigen Fangzahlen nach 1955. Ab 1960 wurde sie in den Fangstatistiken gar nicht mehr aufgeführt (vgl. SCHUCHARDT et al. 1985). In der Ems ist der Fintenbestand heute nahezu erloschen. Die Eider scheint für die Finte heute offenbar ebenfalls unbedeutend.

## 3. Methodik

### 3.1 Probenahme Laichprodukte: Konzeption und Durchführung

Die 2015 durchgeführte Untersuchung basierte unverändert auf zwei konzeptionellen Ansätzen:

1. Raum-zeitlich kleinskalige Beprobungen von Finteneiern und Fintenlarven bei km 643 und km 651 über den Flussquerschnitt. Die Auswahl des Untersuchungsbereiches erfolgte vor dem Hintergrund der bekannten besonderen Bedeutung dieses Abschnitts als Reproduktionsareal der Finte.
2. Orientierende Untersuchungen im Längsverlauf der Tideelbe von km 630 – km 680. Die Beprobungen erfolgten dabei alle 5 – 10 km jeweils nördlich und südlich der Fahrrinne. Zusätzlich wurden Hahnöfer Nebelbe (NE), Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand sowie Glückstädter NE in die Untersuchung einbezogen.

#### 3.1.1 Quertransekte bei km 643 und km 651

Die Untersuchungen bei km 643 und 651 zielten auf die Identifizierung der zeitlichen und räumlichen Variabilität der Vorkommen der Fintenei- und -larvendichte (FEL) im Bereich des Laichareals auf verschiedenen Skalen.

##### **Zeitskala**

- ‚Kleinskalig‘ über eine Tide. Ziel ist die Ermittlung der Ei- und Larvendichte im Verlauf der Ebb- und Flutphase. Dazu wurden jeweils 4 Tidephasen (um Hochwasser, um Niedrigwasser, Flutstrom, Ebbstrom) beprobt (zur weiteren Erläuterung s. weiter unten). Die Daten lassen auch indirekt Rückschlüsse auf die räumliche Längsverteilung der FEL-Dichte in einem Wasserkörper von ca. 15 – 18 km zu (etwaiger Tideweg, vgl. BERGEMANN 1995).
- ‚Mittelskalig‘ über die Hauptreproduktionszeit (ca. Mitte April – Anfang Juni). Die Beprobungen wurden wöchentlich in der o.g. Reproduktionszeit durchgeführt. Die oben beschriebene kleinskalige Beprobung wurde zu 8 Terminen bei QT km 643 und an 2 Terminen bei QT km 651 in der Hauptlaichzeit durchgeführt (s.u. Untersuchungszeitraum). Für das Jahr 2015 konnte die Datenlage für das Transekt bei km 651 um weitere analog erhobene Daten (Düker Rückbau, BIOCONSULT 2015) ergänzt werden, so dass (einmalig) der Untersuchungsumfang demjenigen bei QT 643 entspricht.

##### **Raumskala**

- Verteilung der Laichprodukte über das Querprofil.
- Vertikalverteilung der Laichprodukte an jeder Querprofil-Station.

Das Querprofil QT 643 wird durch 4 Stationen im Hauptstrom (QT 1 – 4) sowie eine weitere Station in der Hahnöfer Nebenelbe (QT 5) repräsentiert (Abb. 2). Das Quertransekt km 651 umfasst 4 Stationen im Hauptstrom (Abb. 3). An jeder Station wurden 2 Tiefenstufen (oberflächennah, bodennah) beprobt.

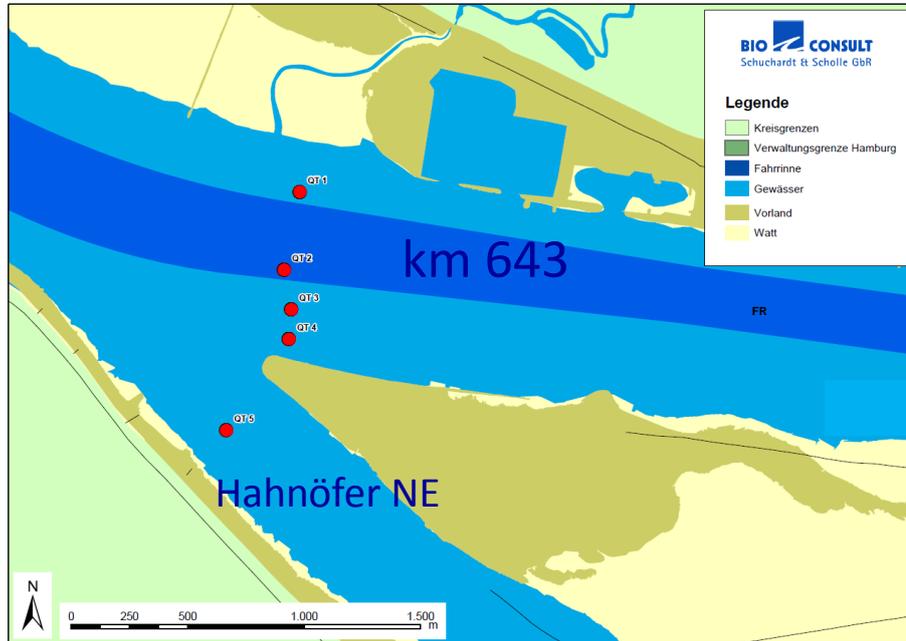


Abb. 2: Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1\_nord - QT 4\_süd) bei km 643, inkl. Hahnöfer Nebenelbe (QT 5).  
Dunkelblau = Fahrrinne.

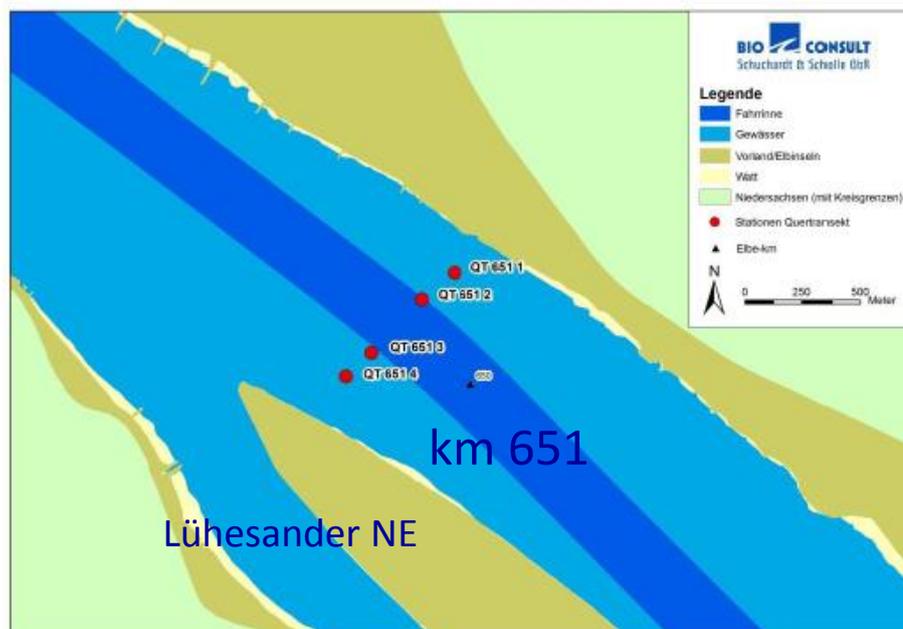


Abb. 3: Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1 - QT 4) bei km 651.  
Dunkelblau: Fahrrinne.

Die kleinräumige Positionierung der Probenahmestationen innerhalb des Quertransekts richtet sich weitgehend nach den schifffahrtspolizeilichen Vorgaben und ergibt sich wie folgt:

Radarlinie (Fahrrinnenmitte)	Entfernung von Radarlinie in Richtung Nord bzw. Süd				
	+200 m	-100 m	-300 m	-450 m	Hahnöfer NE
Messstellen bei QT km 643	QT 1	QT 2	QT 3	QT 4	QT 5
Messstellen bei QT km 651	QT 1	QT 2	QT 3	QT 4	

Die genauen Koordinaten der einzelnen Probenahmestationen sind dem Anhang zu entnehmen.

### Tidephasen

Die Betrachtungsebene „Tidephasen“ bezieht sich auf die Flut- und Ebbphase sowie auf das Tidehoch- und Tideniedrigwasser (s.o.). Flut- bzw. Ebbphase repräsentieren dabei die Situation um die jeweiligen Maxima der Tideniedrigwasser. Aufgrund der zu geringen Strömungen konnten unmittelbar zu Hoch- bzw. Niedrigwasser keine Proben entnommen werden, da es sich hier um eine passive Fangmethode handelt, d.h. die Beprobung erfolgte unter Nutzung der Tideniedrigwasser von einem festen Standort. Als Hoch- und Niedrigwasser werden daher die Phasen kurz vor oder nach dem Kenterpunkt der Tide definiert (Abb. 4).

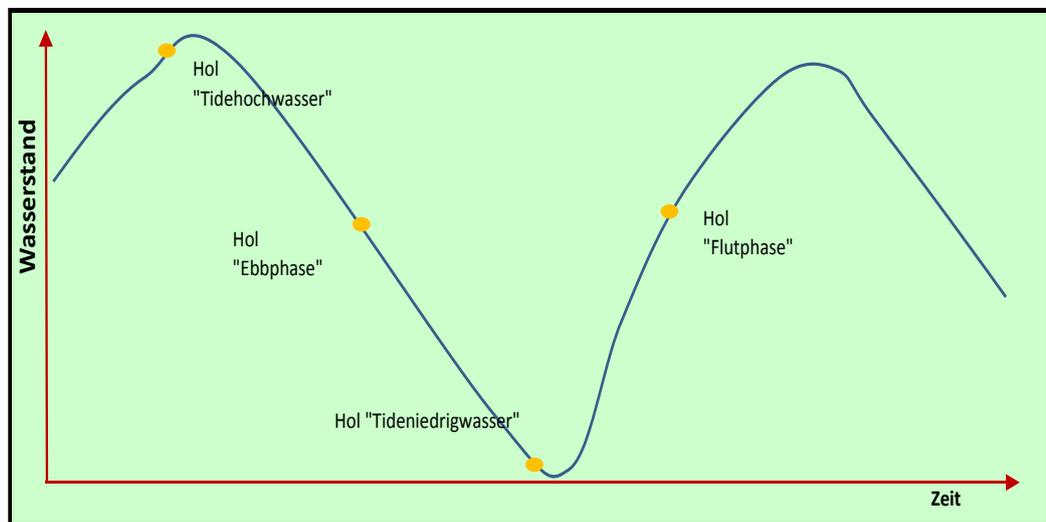


Abb. 4: Untersuchungszeitpunkte während der Tidephasen, schematische Darstellung.

### Untersuchungszeitraum

Die beauftragte Untersuchung erstreckte sich vom 21.04. – 01.06.2015; bezieht man die o.g. genannte Untersuchung zum Düker bei km 651 (BIOCONSULT 2015) mit ein, dann beziehen sich die Daten auf einen Zeitraum vom 21.4. – 8.6.2015. Insgesamt wurden wie in den Vorjahren bei km 643 (QT) acht Untersuchungskampagnen in mehr oder weniger wöchentlichen

Abständen durchgeführt. Das Quertransekt bei 651 ist im Verlauf des Mai zweimal bzw. inkl. der zusätzlichen Daten aus einem anderen Projekt insgesamt (Düker Rückbau, BIOCONSULT 2015) siebenmal beprobt worden.

Untersuchungen im Längsverlauf der Tideelbe wurden unverändert an 3 Terminen insgesamt 9 Positionen im Hauptstrom (km 630 – km 680) und in 5 Nebelben im April/Mai 2015 durchgeführt.

### **Erfassungsmethodik**

Die Beprobung erfolgte mit 2 vertikal angeordneten Ringnetzen. Generell wurde ein Netz 1 - 2 m unter der Wasseroberfläche und eines 1 - 2 m über dem Grund platziert. Um zu gewährleisten, dass die Netze durch die Strömung möglichst wenig auftreiben, ist am untersten Ringnetz ein Gewicht (ca. 60 kg) befestigt worden. Die Anordnung der Netze ermöglichte es, die vorgesehenen 2 Tiefenzonen gleichzeitig zu beproben.

Die Beprobungen sind wie in den Vorjahren von Bord des kommerziellen Hamenkutters LUISE (Eigner Eberhard Rübcke) durchgeführt worden.

### **Expositionsdauer und Anzahl der Hols**

Die Dauer eines Hols betrug jeweils ca. 5 min. Um eine Standardisierung der Rohdaten auf Ind./100 m<sup>3</sup> zu ermöglichen, wurde für jeden Hol das durchfilterte Wasservolumen ermittelt. Dies erfolgte durch die Installation eines Messflügels (Hydrobios) in der Mitte der Ringöffnung beider Netze. Im Frühjahr 2015 wurden über den Zeitraum von Mitte April bis Anfang Juni im Bereich der Quertransekte bei km 643 (320 Hols) und bei km 651 (64 + 136 Hols) also insgesamt 520 Hols ausgewertet.

## **3.1.2 Längstransekt km 630 – km 680**

Ergänzend zur Quertransektuntersuchung wurden mit der gleichen Erfassungsmethodik (s.o.) insgesamt 2 x 9 Stationen (Nord- und Südseite der Tideelbe) sowie 2 x 5 Stationen in Nebelben („Mündungsbereiche“ stromauf und stromab) im Längsverlauf von km 630 – km 690 beprobt.

Die Positionierung der Stationen erfolgte in 5 – 10 km Schritten, wobei jeweils sowohl nördlich als auch südlich der Fahrrinne eine Messstelle beprobt wurde. Mit Hahnöfer NE, Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand sowie Glückstädter NE wurden 5 Nebelben in die Untersuchung einbezogen. Die Lage der Messstellen ist Abb. 5 zu entnehmen.

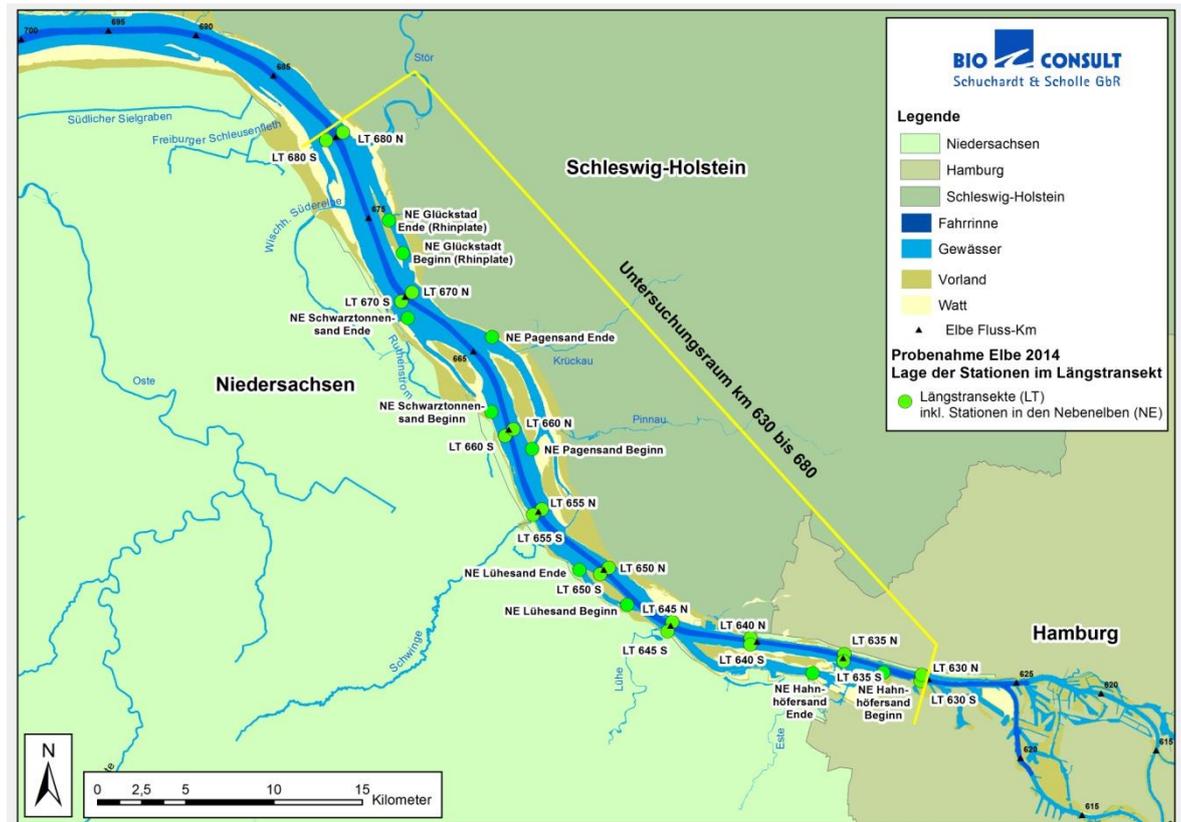


Abb. 5: Darstellung des Untersuchungsbereichs „Längsschnitt“ von km 630 – km 680. Lage der Längsschnitt-Stationen (grüne Punkte).

Die Längstransect-Stationen wurden in 2 Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) beprobt. Die Untersuchungen erfolgten unverändert an insgesamt 3 Terminen (Ende April, Mitte Mai, Ende Mai). Insgesamt wurden 168 Hols entnommen und ausgewertet.

### 3.1.3 Auswertung

#### Aufarbeitung der Ringnetzfänge

**Finteneier:** Das jeweilige Fangmaterial wurde über einem Sieb konzentriert und die Finteneier pro Hol komplett vor Ort gezählt. Mittels einer Stichprobe je Quertransect von maximal 20 Eiern wurden die Entwicklungsstadien der Finteneier entsprechend Tab. 1 bestimmt.

Die Bestimmung der Entwicklungsstadien der in Formol fixierten Finteneier erfolgte in Anlehnung an gängige Verfahren, die z.B. von WESTERNHAGEN (1970) ausführlich beschrieben wurden. Die Klassifizierung der Stadien wurde mit Hilfe eines Binokulars im Labor vorgenommen.

Tab. 1: Charakterisierung der verschiedenen Eistadien (nach: WESTERNHAGEN 1970).

Stadium	Beschreibung
Ia	Furchenstadien, Kalottenbildung, Keimscheibe linsenförmig
Ib	Gastrulation
II	Embryo bis 180° um den Dotter gewachsen - Primitivstadium - Kopf- und Augenblasen angelegt
III	Embryo umspannt 180-270° des Dotters - Augenlinsen abgeschnürt - Myomere deutlich abgesetzt
IV	Embryo am Hinterende vom Dotter gelöst - Herz schlägt - Schwanzbewegungen - Pigmente vorhanden - Flossensaum deutlich abgesetzt
V	Larvale Weiterentwicklung - Larve gestreckt, Dotter vorhanden - Beginn Mauldurchbruch



Abb. 6: Inhalt eines Ringnetzholzes (Beispiel km 651), gespülte Probe zeigt einige Finteneier (Fintenei siehe Pfeil) und (Foto Mai 2015).

Fintenlarven: Nach Aussortierung der Finteneier (Abb. 6) wurde der übrige Fang zur Konservierung in 96 %iges Ethanol überführt. Im Labor wurden die Fischlarven aus dem Probematerial aussortiert und bis zur erforderlichen taxonomischen Ebene (Artbestimmung Finte, Großtaxa der übrigen Arten nur nachrichtlich – im vorliegenden Bericht nicht dargestellt) bestimmt. Die taxonomische Ansprache erfolgte nach EHRENBAUM 1894, 1964, FRICKE 1987, KYLE & EHRENBAUM 1929, HASS 1969, MCGOWAN & BERRY 1983, RUSSELL 1976 und für einige Merkmale auch nach DIECKWISCH 1987.

Die Entwicklungsstadien der Larven wurden grob klassifiziert in: (A) Prolarven (Dottersackstadium), (B) frühe Larven (Dottersack nicht mehr vorhanden, embryonaler Flossensaum vorhanden, Flossenstrahlen noch nicht erkennbar) sowie in (C) spätere Larven: Flossenstrahlen erkennbar bis ausdifferenziert.

Ergänzend wurden stichprobenhaft **Mageninhaltsanalysen** bei Spätlarven der Finten durchgeführt. Die nicht repräsentative Untersuchung soll Hinweise darauf liefern, ob und welche Nahrung Fintenlarven aufgenommen haben. Auf eine eigene Darstellung der Befunde im Text wurde verzichtet. Die Ergebnisse sind aber dem Anhang 3 zu entnehmen.

Entnahme von Unterproben: Bei sehr umfangreichen Probevolumina war eine Komplettauswertung der Larvenproben nicht möglich. In solchen Fällen wurde das Material im Labor so weit möglich durchmischt und gewogen. Der Umfang der Unterprobe wurde über das Gewicht bestimmt. Aufgrund z.T. sehr hoher Probevolumina von bis zu > 100 g war das Verhältnis Gesamtprobe/Unterprobe allerdings nicht linear. In der Regel sind Proben < 5 g komplett ausgewertet worden. Insgesamt erfolgte bei ca. 30 % der Hols ( $N_{\text{ges}2015} = 688$ ) eine Auswertung über Unterproben.

### Statistische Auswertung

Mittels Varianzanalyse (ANOVA, Kruskal Wallis) wurde geprüft, ob die bei km 643 und km 651 zeitlich und räumlich unterschiedlichen Dichten der Fintenlaichprodukte statistisch signifikante Muster aufweisen. Es sei darauf hingewiesen, dass die Voraussetzung „homogene Varianzen“ aufgrund der impliziten saisonalen Variabilität der Daten meist nicht erfüllt war (Bartlett Test), so dass die ANOVA-Ergebnisse nur eingeschränkt belastbar sind (siehe Hinweis unten). Als post hoc Test, der dazu dient ermittelte signifikante Mittelwertunterschiede einzelnen Gruppen zuzuordnen, wurde die Least Significant Difference (LSD)-Methode genutzt.

Für den Vergleich von 2 Datengruppen (z.T. relevant im Rahmen der Längstransectuntersuchung) wurde der U-Test (Mann-Whitney) verwendet. Es handelt sich um ein parameterfreies Verfahren, das keine bestimmte Verteilungsform der Daten voraussetzt. **Hinweis:** *Ergänzend zur univariaten einfaktoriellen Varianzanalyse (post hoc Fisher LSD Test) wurde z.T. auch der parameterfreie H-Test (Kruskal Wallis) genutzt, falls die Voraussetzungen für die einfache Varianzanalyse nicht erfüllt waren. Wo sich die Ergebnisse auf den H-Test beziehen, ist dies im Text entsprechend vermerkt.*

**Hinweis zu Abbildungen.** *Bei logarithmischer Skalierung der Y-Achse werden für Standardabweichungen, Vertrauensintervalle etc. nur positive Abweichungen vom Mittelwert grafisch dargestellt, wenn die Höhe der Abweichungen größer als der Mittelwert ist*

### 3.1.4 Hamenfänge

Das WRRL-Fischmonitoring deckt saisonal nicht den Sommer ab, so dass auf der Grundlage vorhandener WRRL-Daten nur eingeschränkt Hinweise zur Abundanz der abwandernden jüngeren Finten des Jahrgangs (Altersgruppe 0+) zur Verfügung stehen. Entsprechend der Anordnung des Planfeststellungsbeschlusses soll diese Lücke geschlossen werden. Daher wurden im August wie bereits in den beiden Vorjahren auch im Jahr 2015 Hamenfänge an insgesamt 4 Fangpositionen durchgeführt. Tab. 2 zeigt eine Übersicht über Zeitpunkt und Umfang der Untersuchungen mittels Hamenfischerei.

Tab. 2: Übersicht über die 2015 durchgeführte Hamenfischerei (Zielart: Finte).

<b>Adulte, Subadulte und Juvenile</b>	<b>Frühjahr (Mai)</b>	<b>Sommer (Juli)</b>
Daten zur Einschätzung Bestandsentwicklung	Im Jahr 2015 nicht im Rahmen des vorliegenden Fintenmonitorings durchgeführt. Wurden 2015 im Rahmen des WRRL-Monitorings durchgeführt	3 x 2 Hamenfangtage an 3 Positionen; Lühesand, Glückstadt, Brunsbüttel sowie 1 Hamenfangtag bei Tinsdal
Altersgruppe	Adulte, Laicherbestand	Juvenile des Jahrgangs, Abwanderung

#### Methodik

Die Befischungen wurden mit dem kommerziellen Hamenkutter „OSTETAL“ (Eigner: Walter Zeeck) durchgeführt. Die Sommerbefischungen zur Erfassung der adulten Finten fanden in der Zeit vom 04.08. – 09.08.2015 statt. Die Lage der Hamenfangstationen ist Abb. 1 zu entnehmen.

Je Fangtag wurde ein Hol über die gesamte Ebb- sowie ein Hol über die gesamte Flutphase durchgeführt. Der eingesetzte Hamen war 13 m breit und in Abhängigkeit von der Wassertiefe max. 11 m hoch, die Netzmaschenweite im Steert betrug 10 mm. Die Dauer der Exposition variierte strömungsabhängig zwischen ca. 2,5 und 4 Stunden. Die Fangdaten werden auf Ind./h/80 m<sup>2</sup> sowie auf Ind./1 Mio. m<sup>3</sup> normalisiert.

### 3.1.5 Zooplanktonuntersuchung

Auf den Quertransekten bei km 643 und bei km 651 wurden je Kampagne (insgesamt 8 Kampagnen bei km 643 bzw. 2 Kampagnen bei km 651) 4 oberflächennahe Zooplanktonproben im Hauptstrom sowie eine oberflächennahe Probe in der Hahnöfer NE entnommen.

Die Zooplanktonprobenahme erfolgte parallel zur Ringnetzbeprobung (vgl. Kap. 3.1.1). Je Kampagne wurde an allen Stationen einmalig eine Schöpfprobe von 20 – 25 l oberflächennah entnommen.

Die Schöpfprobe wurde über einem 55 µm Planktonnetz filtriert und der Rückstand in ein 100 ml PE-Gefäß überführt, welches auf 50 ml mit Wasser aufgefüllt wurde. Der Inhalt wurde

mit 40 %-iger Formalstammlösung fixiert und bis zur Bearbeitung bei 4 °C dunkel gelagert. Insgesamt wurden 48 Einzelproben entnommen. Die taxonomische Bearbeitung der Planktonproben wurde durch die BfG Koblenz durchgeführt.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Abiotische Rahmenparameter

Die folgenden Daten zu den Parametern Wassertemperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoff und Strömungsgeschwindigkeit wurden vom WSA Hamburg zur Verfügung gestellt und beziehen sich auf die Dauermessstation D1 bei km 643 (Hanskalbsand). Ausgewertet wurden Daten vom 01.04. – 30.06.2015. Bei den Daten handelt es sich um 5-minütliche Messwerte.

#### Oberwasserabfluss

Im Zeitraum von April bis Ende Mai 2015 entsprach der Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau) in etwa demjenigen des Jahres 2011. Bis Ende Mai verringerte sich der Abfluss auf ca. 400 m<sup>3</sup>/s, ab etwa Ende Juni sanken die Werte sogar unter 400 m<sup>3</sup>/s. Im langjährigen Vergleich war auch das Jahr 2015 im o.g. Zeitraum durch einen unterdurchschnittlichen Oberwasserabfluss gekennzeichnet (Abb. 7).

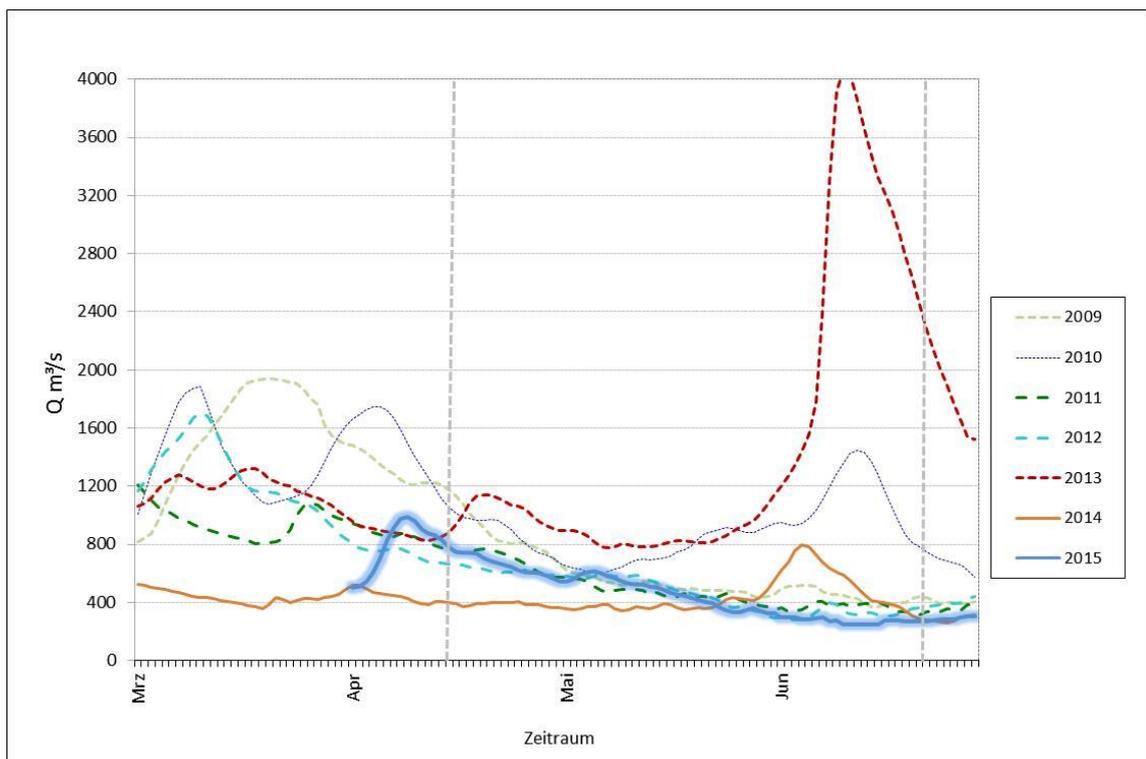


Abb. 7: Oberwasserabfluss (Tagesmittelwerte m<sup>3</sup>/s) der Elbe (Pegel Neu Darchau) für den Zeitraum März – Juni 2015 (blau) sowie der Oberwasserabfluss der Jahre 2009 – 2014. Graue Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung. (Daten BfG Koblenz, schriftl.).

## Wassertemperatur

Im Frühjahr 2015 lag die Wassertemperatur Mitte April um etwa 11 °C. Gegen Ende April/Anfang Mai stiegen die Werte auf etwa 16 °C an. Im Untersuchungszeitraum blieb die Wassertemperatur bis Ende Juni im Maximum unterhalb von 19 °C. Temperaturunterschiede zwischen Oberfläche und Gewässersohle waren gering (Abb. 8). Dies gilt auch im Hinblick auf die Tidephase. Die Unterschiede innerhalb eines Tages betragen z.B. Anfang bis Mitte April bei etwa 1 °C. Solche tageszeitlichen Unterschiede werden durch die „Spannweite“ der Temperaturganglinie veranschaulicht

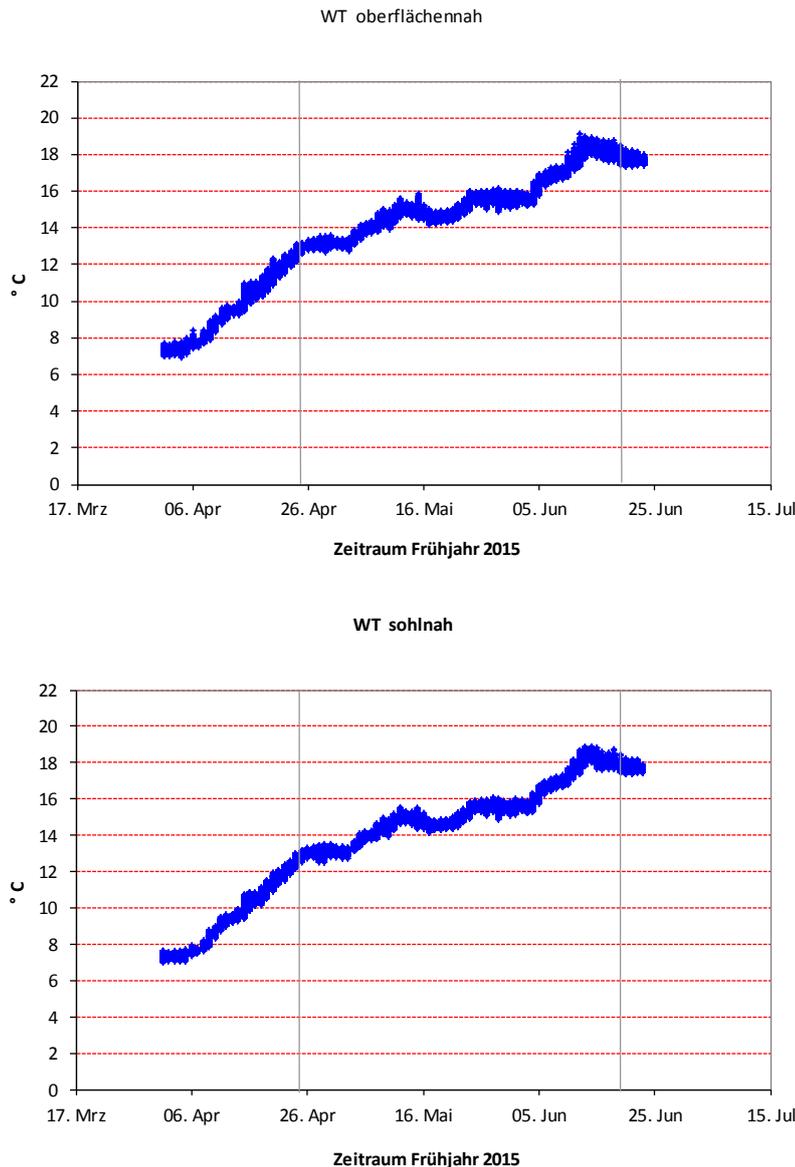


Abb. 8: Entwicklung der Wassertemperatur (°C) bei km 643.  
Bild: oben Temperaturen oberflächennah, Bild unten: Temperaturen bodennah. Graue Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung.  
Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1.

## Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeitswerte lagen von Anfang April bis etwa Ende Mai 2015 im Untersuchungsbe-  
reich bei km 643 im Bereich zwischen  $> 800 \mu\text{s}/\text{cm}$  bis  $> 1.000 \mu\text{s}/\text{cm}$  (Ende Juni Abb. 9).

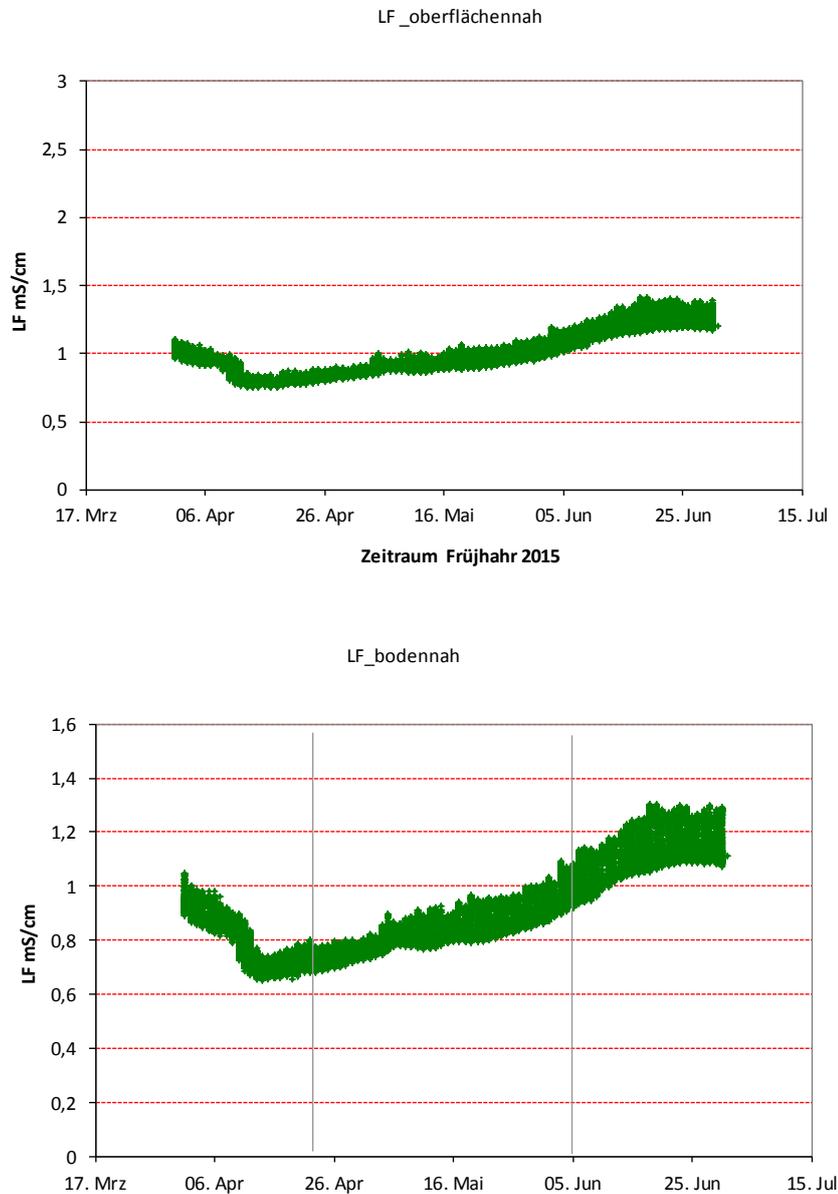


Abb. 9: Entwicklung der Leitfähigkeit (ms/cm) bei km 643.

Bild: oben Leitfähigkeit oberflächennah, Bild unten: bodennah. Graue Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung.

Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1.

Ab Ende Mai stieg die Leitfähigkeit auf  $> 1.200 \mu\text{m}$ , dieser Anstieg ist auf den gegen Ende Mai/Anfang Juni geringeren Oberwasserabfluss zurückzuführen. Generell ist der Parameter Leitfähigkeit und deren tidebedingte Spannweite eng mit dem Oberwasserabfluss der Elbe verbunden (s.u.).

Die oberflächennahen und bodennahen Leitfähigkeitswerte unterschieden sich vergleichsweise wenig voneinander (Abb. 9). Bezogen auf die Variabilität der Leitfähigkeit im Tideverlauf variierten die Leitfähigkeiten zwischen Tidehoch- und -niedrigwasser um bis zu ca. 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$  im Maximum. Mit abnehmendem Oberwasser ist die tidebedingte Amplitude insbesondere bodennah ausgeprägter. Solche tidebedingten Unterschiede werden durch die größere „Spannweite“ der Leitfähigkeitsganglinie im Juni veranschaulicht (Abb. 9).

### Sauerstoff

Im Zeitraum vom 01.04. – 30.06.2015 lagen die Sauerstoffgehalte im Tagesmittel zwischen ca. 9 mg/l (Mitte April) und 5,1 mg/l um Ende Juni. Bis etwa Anfang Mai war die Sauerstoffkonzentration von 7,8 mg/l (Mittel April), 6,1 mg/l (Mittel Mai) sowie 5,8 mg/l (Mittel Juni) leicht rückläufig. Gegen Ende Juni wurde an einzelnen Tagen auch 4 mg/l leicht unterschritten (Abb. 10).

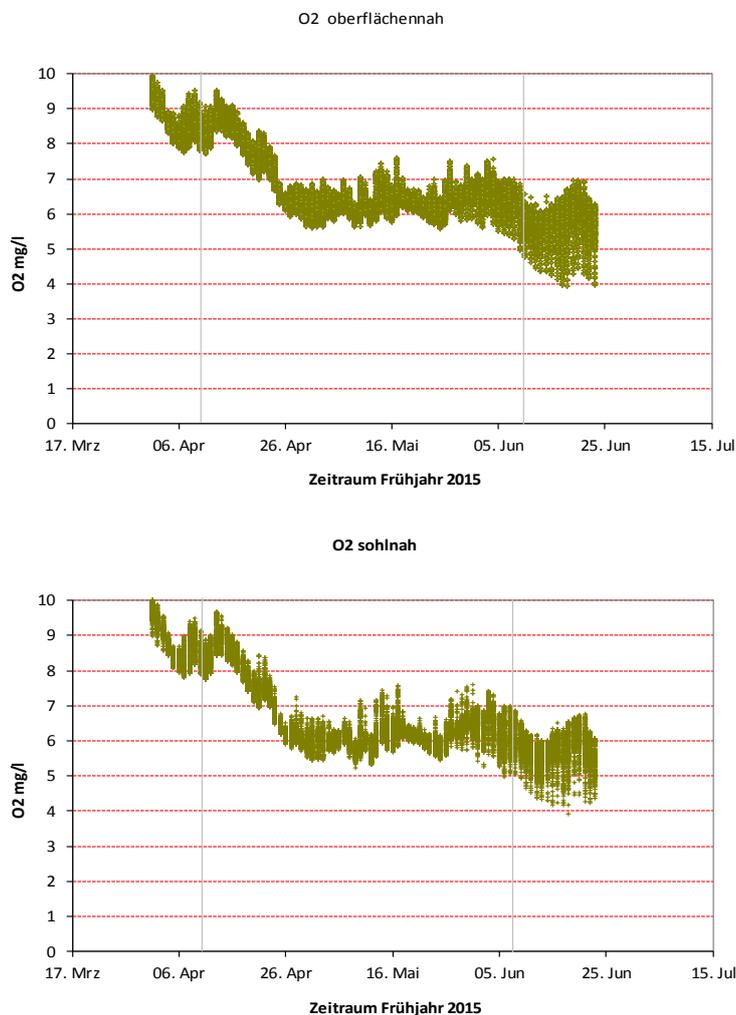


Abb. 10: Entwicklung der Sauerstoffkonzentration (mg/l) bei km 643 im Zeitraum von Anfang April bis Ende Juni 2014.

Bild oben: Sauerstoffgehalte oberflächennah, Bild unten: sohnah. Graue Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum. Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1.

Der Vergleich zwischen Oberfläche und Sohle ergab eher geringe O<sub>2</sub>-Unterschiede. So lag der Mittelwert (01.04. – 30.06.) oberflächennah bei 6,7 mg/l, der assoziierte bodennahe Messwert um ca. 6,6 mg/l (Tab. 3). Diese wenn auch geringen Unterschiede waren systematisch und daher statistisch signifikant (T-Test,  $p < 0,001$ ).

Tab. 3: Sauerstoff-Tagesmittel (5minütl. Messwerte) differenziert nach oberflächennah und bodennah bei km 643, für den Zeitraum 01.04. – 30.06.2015.  
Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1.

Variable:	O <sub>2</sub> [mg/l]	1.4. - 30.6.2015	D1 km 643		
Gruppiert nach:	Tiefe				
	N	Mittelwert	95%-Vertrauen	Std.Fehler	Std.Abw.
oberflächennah	26207	6,70	0,0134	0,0700	1,1060
sohlnah	26207	6,59	0,0143	0,0700	1,1803
<i>T-Test</i>					$p < 0,0001$

Für den Zeitraum April – Ende Juni 2015 ergeben sich insgesamt folgende Befunde:

- Vergleichsweise hohe Sauerstoffgehalte bis Anfang Juni
- Kurzfristige schwache Minima gegen Ende Juni
- Der Orientierungswert für eine Mindestkonzentration (3 mg/l) wird 2015 im Untersuchungszeitraum nicht unterschritten.

### Strömung

Die Strömungsgeschwindigkeiten variieren mit der Tidephase sowie saisonal (Abb. 11).  $V_{\max}$  Werte erreichten bis zu  $> 170$  cm/s (oberflächennah), wobei die Flutstromgeschwindigkeiten höher waren als die Ebbstromgeschwindigkeiten.

Gewisse Unterschiede zeigen sich auch im Vergleich der oberflächennahen und bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten. Oberflächennah wurden im Mittel höhere Werte ermittelt. So lag die mittlere Strömungsgeschwindigkeit (über beide Tidephasen) bezogen auf den Zeitraum 01.04. – 30.06.2015 oberflächennah bei 59,1 cm/s und bodennah bei 45,7 cm/s (Daten WSA Hamburg, 5-Minuten-Messwerte,  $N \geq 25.000$ ).

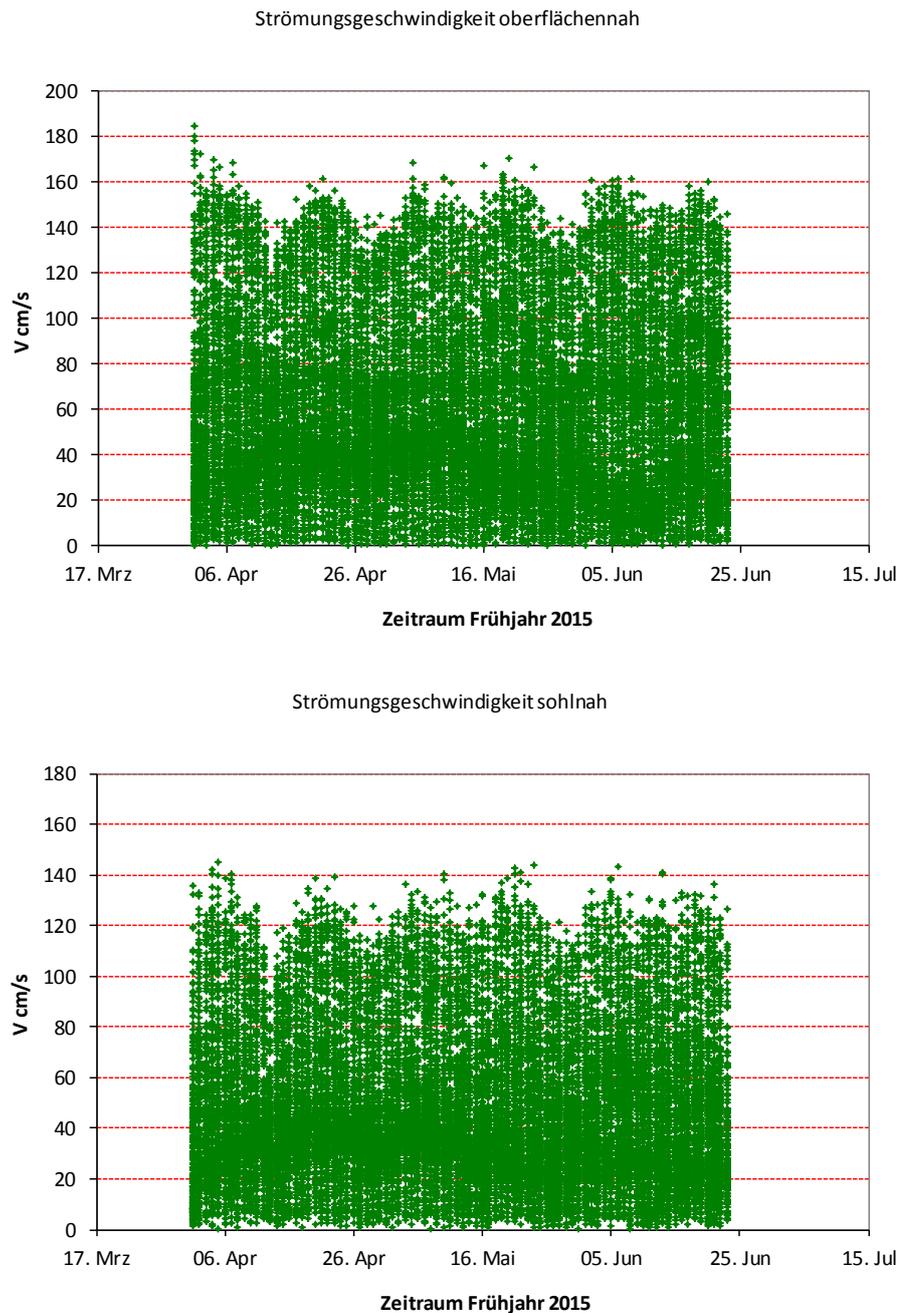


Abb. 11: Variabilität der oberflächennahen (Bild oben) und sohnahen (Bild unten) Strömungsgeschwindigkeiten (cm/s) bei km 643 im Zeitraum vom 01.04. – 23.06.2015. Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1.

### Vergleich mit den Vorjahren

Im Frühjahr sind i.d.R. die Abflussmaxima zu erwarten. Im März 2009 sowie auch 2010 lag die Abflussspitze bei ca. 1.800 m<sup>3</sup>/s (Abb. 7). In den Jahren 2005 bis 2009 variierten die Abflüsse zwischen Januar und Juni zwischen > 1.000 m<sup>3</sup>/s (frühes Frühjahr) und > 500 m<sup>3</sup>/s im Frühsommer. Ein besonderes Abflussjahr wurde 2013 mit durchschnittlich hohen Abflusswerten

und in Folge der Elbeflut im Frühsommer Anfang Juni verzeichnet: Abflussmaxima bis  $> 4.000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Insbesondere die Frühjahr 2014 und 2015 waren von unterdurchschnittlichen Oberwasserabflüssen geprägt (Abb. 7).

Die Wassertemperaturen im Frühjahr 2015 wiesen keine besonderen Auffälligkeiten auf. Die Temperaturentwicklung nahm im Vergleich zu den Vorjahren bis Anfang Mai eine Mittelstellung ein (Abb. 12). Ab Anfang Mai blieben die Temperaturen mit  $< 16 \text{ °C}$  tendenziell kühler (mit Ausnahme von 2013). Die Wassertemperaturen steuern den Beginn der Laichaktivitäten und können auch Einfluss auf die spätere Entwicklung der Finteneier und Larven haben. Zum einen ist die Temperatur ein wesentlicher Faktor, der den Beginn der Laichphase auslöst, zum anderen könnten z.B. kühle Temperaturen während der Entwicklungsphase von Finteneiern und Larven (Mai – Juni) dämpfend auf den Rekrutierungserfolg wirken.

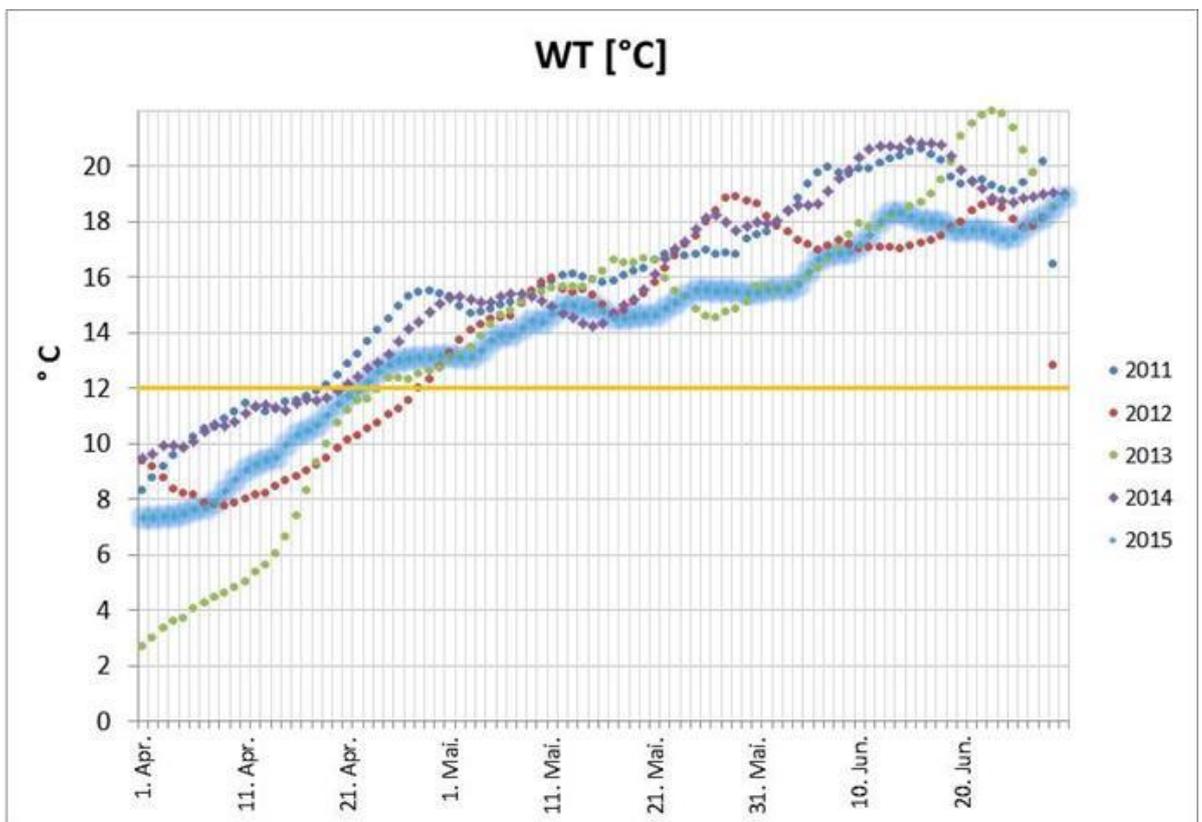


Abb. 12: Entwicklung der Wassertemperaturen (Tagesmittel) im Frühjahr 2011 – 2015 in der Tidelbe. Daten 2015 blau hervorgehobene Linie. Orange Linie etwaige Mindesttemperatur für die Eiablage. Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1.

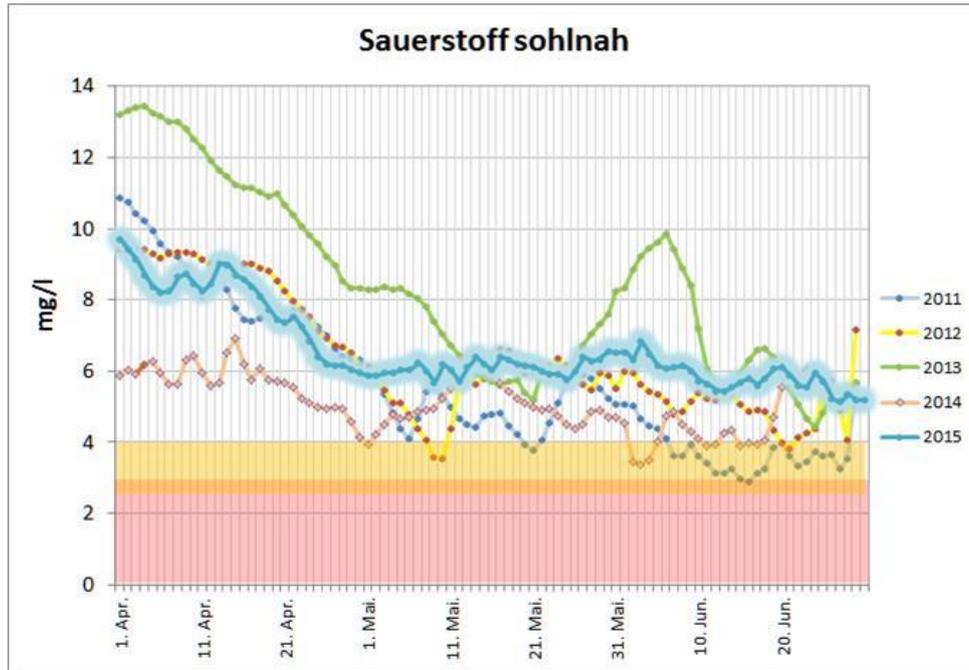


Abb. 13: Entwicklung der Sauerstoffgehalte (Tagesmittelwerte) im Frühjahr 2011 – 2015 in der Tideelbe. Orange Linie 3 mg/l. Daten 2015 blau hervorgehobene Linie. Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1.

Die Sauerstoffentwicklung im Frühjahr 2015 entsprach mit kontinuierlich rückläufigen Werten ab Anfang April bis Mai weitgehend dem Muster der Vorjahre. Anders als z.B. 2011 und 2012 traten im Untersuchungszeitraum 2015 bezogen auf das Tagesmittel keine Werte < 4 mg/l auf (Abb. 13).

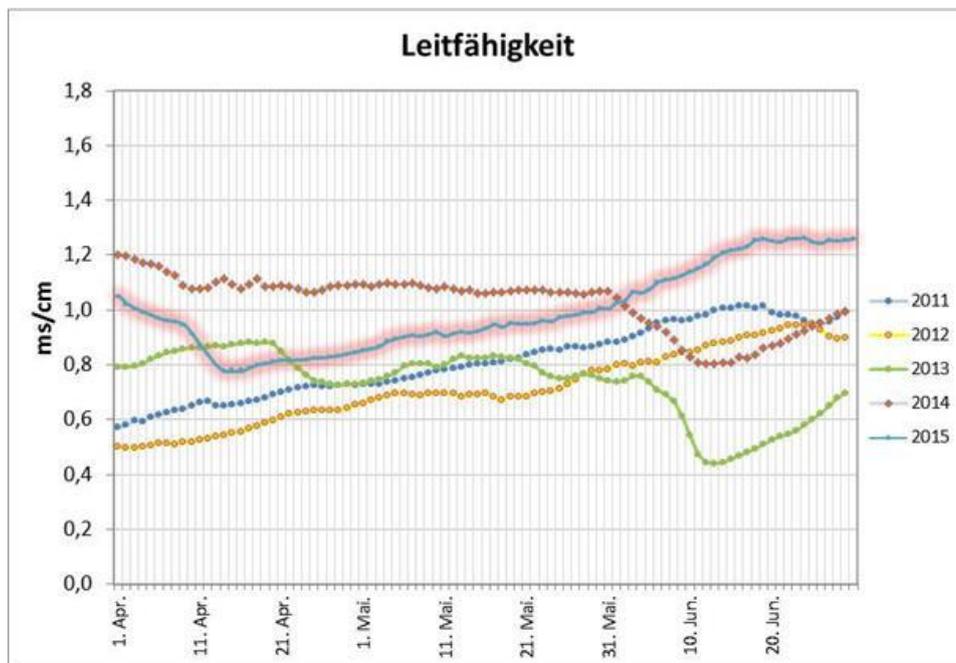


Abb. 14: Entwicklung der Leitfähigkeit (ms/cm) im Zeitraum April bis Juni 2011 – 2015 in der Tideelbe. Daten 2015 rosa hervorgehobene Linie. Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1..

Im interannuellen Vergleich zeigen sich z.T. Unterschiede mit Blick auf die Entwicklung der Leitfähigkeitswerte. Im Jahr 2015 war die Leitfähigkeit geringer als im Vorjahr, ab etwa Anfang Juni stiegen die Werte aber vergleichsweise deutlich und lagen zwischen etwa 0,2 – 0,7 ms/cm höher als in allen Vorjahren (Abb. 14).

Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass sich die abiotischen Rahmenbedingungen 2015 weitgehend in die interannuelle Amplitude einordnen. Dabei ist hervorzuheben, dass die Sauerstoffgehalte im Untersuchungszeitraum aus faunistischer Sicht unproblematisch waren. Im Jahresvergleich waren 2015 die Maitemperaturen eher kühl. Die Leitfähigkeitswerte insbesondere ab Anfang Juni waren überdurchschnittlich.

## 4.2 Untersuchung Quertransekte

Die Untersuchung bei km 643 sowie auch bei km 651 (inkl. zusätzlicher Daten) folgte einem dichten zeitlichen und räumlichen Probenahmeraster (s. Kap. 3.1.1). Die Ergebnisse beziehen sich auf

- die Reproduktionszeit der Finte,
- zeitlich kleinskalige Daten zur Verteilung der Fintenlaichprodukte auf Tidephasenebene,
- die Verteilung von Fintenlaichprodukten im Flussquerschnitt,
- die kleinskalige Vertikalverteilung der Fintenlaichprodukte.

**Hinweis:** An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass im Rahmen einer Vorprüfung der auf Ind./100 m<sup>3</sup> standardisierten Daten, diverse sehr hohe Ei- und Larvendichten als Ausreißer detektiert wurden (Ausreißer Test). Mögliche Fehlerquellen sind hier eine fehlerhafte Bestimmung des durchfilterten Wasservolumens oder u.U. auch ein unterprobenbedingter Umrechnungsfehler.

Tab. 4 zeigt eine Übersicht über auffällige Werte. Über einen Vergleich der durchfilterten Wasservolumina der jeweiligen Parallelproben einer Messstelle lassen sich u.U. Hinweise auf eine fehlerhafte Volumen-Messung ableiten. Auf dieser Betrachtungsebene sind für das Jahr 2015 überwiegend keine Auffälligkeiten zu verzeichnen. Die meisten als Ausreißer detektierten aufgeführten Werte basieren allerdings auf durchschnittlichen durchfilterten Wasservolumina. Die in Tab. 4 als „möglich“ bezeichneten Ausreißerwerte gehen zwar mit geringeren durchfilterten Volumina einher, eine Fehlmessung ist jedoch nicht eindeutig zu identifizieren. Da keine klaren Hinweise auf Fehlerquellen vorliegen, wurden die Ausreißerwerte im Rahmen der weiteren Auswertungen nicht ausgeschlossen.

Tab. 4: Übersicht über auffällige, als „Ausreißer“ detektierte Werte (Ind./100 m<sup>3</sup>).  
n\*Sigma = n-faches der Standardabweichung. Daten 2015 (inkl. zusätzliche Daten bei km 651 BIOCONSULT 2015)

Variable	QT km	Hol Nr.	Wert (Ind./100 m <sup>3</sup> )	n*Sigma	P	Messfehler
Eizahl	643	151	11419,7	9,3731	0,0000	kein Hinweis
Eizahl	643	171	9591,8	7,8405	0,0000	möglich
Eizahl	643	177	5220,3	4,1752	0,0074	kein Hinweis
Eizahl	643	245	5769,0	4,6353	0,0008	kein Hinweis
Eizahl	643	255	10565,3	8,6567	0,0000	möglich
Eizahl	651	147	5411,3	5,4794	0,0000	kein Hinweis
Eizahl	651	151	11141,4	11,4643	0,0000	kein Hinweis
Larvenzahl	643	204	780,8	13,4491	0,0000	kein Hinweis
Larvenzahl	643	223	520,0	8,8937	0,0000	möglich
Larvenzahl	651	49	118,0	3,7513	0,0270	kein Hinweis
Larvenzahl	651	53	197,4	6,4856	0,0000	kein Hinweis
Larvenzahl	651	59	173,9	5,6735	0,0000	kein Hinweis
Larvenzahl	651	63	195,3	6,4125	0,0000	kein Hinweis
Larvenzahl	651	60	162,0	5,2643	0,0000	möglich

## 4.2.1 Finteneier

Im Jahr 2015 wurden im Verlauf der Untersuchungszeit insgesamt in etwa 43 % (km 643) und ca. 32 % (km 651) der Hols Finteneier nachgewiesen. In der Hautphase der Reproduktionszeit (etwa Mitte Mai) lag die Nachweishäufigkeit bei km 643 bei > 60 % bzw. bei > 55 % (km 651).

### 4.2.1.1 Eistadien

Im Rahmen der Untersuchung wurden die Entwicklungsstadien der Eier über Stichproben ausgewertet. Insgesamt sind bei QT 643 etwa 600 Finteneier klassifiziert worden. Die Menge der ausgewerteten Finteneier/Untersuchungszeitpunkt war dabei unterschiedlich (Tab. 5). Die folgenden Ergebnisse basieren auf den Ergebnissen der Untersuchungen bei km 643.

Tab. 5: Entwicklungsstadien der Finteneier differenziert nach Fangdatum auf der Basis der Quertransektdaten bei km 643. K.N. = Kein Nachweis.  
Zur Definition der Stadien s. Kap. 3.1.3.

Stadium		21.04.2015	27.04.2015	30.04.2015	06.05.2015	11.05.2015	19.05.2015	26.05.2015	01.06.2015	Summe
Ib	noch keine FE vorhanden		62	208	63	51	70	33	35	522
II	noch keine FE vorhanden		4	19	9	12	6	5	5	60
III	noch keine FE vorhanden		0	7	4	7	2	2	3	25
IV/V	noch keine FE vorhanden		k. N.	k.N.						

Insgesamt entfiel der weitaus größte Anteil erwartungsgemäß auf frühe Entwicklungsstadien (Ia/Ib), d.h. auf Eier, die sich in einem noch wenig ausdifferenzierten Stadium befanden (Tab.

5). Der Anteil der frühen Eistadien lag in Abhängigkeit des Fangtermins bei ca. 0 – 86 %. Die höchsten Anteile der Stadien Ia/Ib wurden im Zeitraum Ende April (ca. 35 %) und Mitte Mai (11,5 %) registriert. Dieser Zeitraum spiegelt damit die Phase der umfangreichsten Laichaktivität im Jahr 2015 wider.

Der Befund, dass frühe Stadien (in unterschiedlicher Dichte) fast über die gesamte Untersuchungszeit festgestellt werden konnten, legt eine mehr oder weniger „kontinuierliche“ Eiablage über mehrere Wochen nahe. Es wird erkennbar, dass im Jahr 2015 Eiablagen sogar noch um Ende Mai erfolgt sind. Dass diese noch relativ umfangreich waren, deuten die Ergebnisse zu den Eidichten an (im Mittel > 400 Ind./100 m<sup>3</sup>).

Die Ergebnisse zeigen des Weiteren, dass die Anzahlen späterer Entwicklungsstadien geringer waren als der Anteil früher Stadien (Tab. 5). Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, dass im Rahmen der ausgewerteten Stichproben keine späten Entwicklungsstadien (IV und V) erfasst wurden. Gründe hierfür sind nicht offensichtlich. Aufgrund der kurzen Entwicklungsdauer der Eier ist ein auch zufallsbedingtes Ergebnis nicht gänzlich auszuschließen.

Die Auswertungen zur räumlichen und zeitlichen Verteilung der Finteneier (s. Kap. 4.2.1.43 ff) basieren auf der Gesamtzahl der Finteneier. Eine spezifische Auswertung auf Grundlage der Eistadien erfolgt im Rahmen der vorliegenden Studie nicht.

#### 4.2.1.2 Verpilzungsrate

Während im ersten Untersuchungsjahr 2011 der Anteil verpilzter, also nicht mehr entwicklungs-fähiger Finteneier bezogen auf die untersuchten Stichproben (Quertransekt & Längstransekt) mit insgesamt < 1 % marginal war, lag deren Anteil ab dem Untersuchungsjahr 2012 deutlich höher. Das Jahr 2013 wich insofern von den Vorjahren ab, als an den Quertransekten QT km 643 und QT km 651 auf der Grundlage der Stichproben ( $N_{\text{ges}} = 806$  Finteneier) die Verpilzungsrate der Finteneier mit insgesamt etwa 22 % bislang am höchsten lag. Im Jahr 2014 wurde eine Verpilzungsrate von ca. 10 % festgestellt; ausgewertet wurden etwa 688 Finteneier (Stichproben bei km 643 und km 651).

Im Jahr 2015 wurde eine Stichprobe von 1.175 Finteneier (km 643, km 651, Längstransekt-Daten) betrachtet, die Verpilzungsrate lag im Mittel bei ca. 16 % bei einer Spannweite von ca. 15 % (km 643, LT-Daten) und 22 % (km 651). Die im Jahr 2015 ermittelten Werte sind nach 2013 die zweithöchsten bezogen auf den bisherigen Untersuchungszeitraum.

Abb. 15 zeigt die bisherigen Jahresergebnisse am Beispiel der Daten des QT km 643. Insbesondere die Jahre 2011 und 2012 wiesen die geringsten Verpilzungsraten von Finteneiern auf. Die Gründe für die interannuell unterschiedlichen Verpilzungsraten sind im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu klären. Denkbar ist jedoch ein Zusammenhang mit abiotischen Faktoren wie z.B. Wassertemperaturen, Oberwasserabfluss, Leitfähigkeit etc.

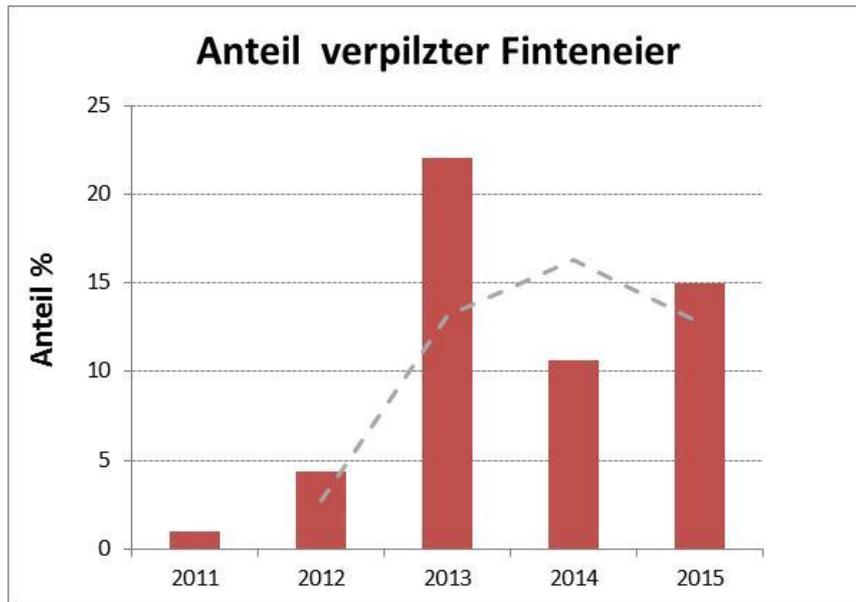


Abb. 15: Anteile (%) verpilzter Finteneier in der Tideelbe bei Quertransekt km 643 im Zeitraum vom Mitte April – Anfang Juni in den Jahren 2011 – 2015. Gestrichelte Linie: gleitender Mittelwert (2 Perioden).

### 4.2.1.3 Zeitliche Verteilungsmuster

#### Saisonal

Die Darstellung der saisonalen Entwicklung der Finteneierzahlen basiert auf den jeweiligen Mittelwerten der verschiedenen Untersuchungskampagnen aller QT-Stationen bei km 643 und auf den QT-Stationen bei km 651. Die Ergebnisse der Transekte werden getrennt dargestellt.

#### *Quertransekt km 643*

In der 3. Aprilwoche (21.04.) wurden noch keine Finteneier nachgewiesen (Abb. 16). Zu diesem Zeitpunkt lagen die Wassertemperaturen noch knapp unter 12 °C. Erste Laichaktivitäten erfolgten dann offenbar zeitnah, da am 27.04. Finteneier (Entwicklungsstadium I) in zunächst aber noch geringer Dichte (< 25 Ind./100 m<sup>3</sup>) erfasst wurden.

Ein deutlicher Anstieg der Eidichten wurde dann bis Anfang Mai verzeichnet. Bis gegen Ende Mai blieb die Eidichte auf einem vergleichsweise höherem Niveau, mit einem jahresinternen Maximum von 729 Ind./100 m<sup>3</sup> am 06. Mai.

Bei Wassertemperaturen < 16 °C konnten bis Anfang Juni regelmäßig Finteneier nachgewiesen werden, wobei Ende Mai mit > 400 Ind./100 m<sup>3</sup> noch einmal hohe Anzahlen erfasst wurden. Bereits eine Woche später sank die Eidichte auf lediglich 4,2 Ind./100 m<sup>3</sup> erwartungsgemäß deutlich ab (Abb. 16).

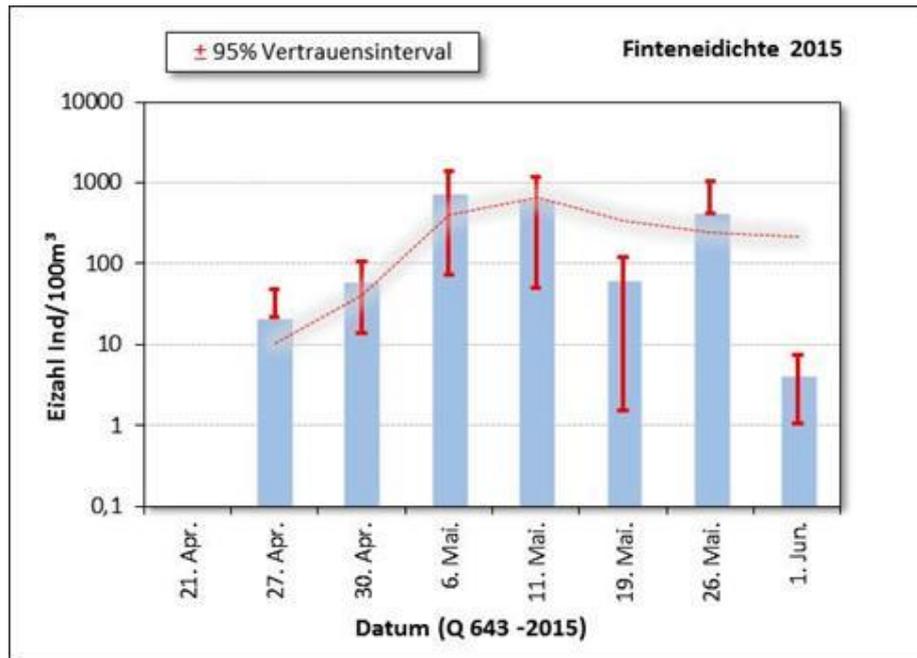


Abb. 16: Entwicklung der Finteneidichte in der Tideelbe bei km 643 im Zeitraum 21.04. bis 01.06.2015. (Linie: Gleitendes Mittel)

Der statistische Vergleich zeigt, dass sich der Zeitpunkt „Anfang Mai“ (06.05. und 11.05.) durch signifikant höhere Anzahlen mit Ausnahme vom 26.05. von den übrigen Untersuchungszeitpunkten unterscheidet (ANOVA  $p < 0.01$ ; Tab. 6). Die Ergebnisse legen nahe, dass eine höhere Laichaktivität im Bereich um etwa km 643 auf den Zeitraum Anfang Mai sowie eine zweite erhöhte Laichaktivität auf die letzte Maiwoche datiert werden kann. Ab Anfang Juni war die Laichphase offenbar nahezu abgeschlossen, die Eidichte lag am 01.06.2014 nur noch bei durchschnittlich 4 Ind./100 m<sup>3</sup>.

Tab. 6: Ergebnisse der ANOVA (post hoc Fisher LSD Test) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Finteneidichte) bei km 643 aus 2015.

QT 643 2015	21. Apr.	27. Apr.	30. Apr.	6. Mai.	11. Mai.	19. Mai.	26. Mai.	1. Jun.
WT °C (Tagesmittel)	11,8	13,0	13,2	13,9	14,7	14,8	15,6	15,5
O2 mg/l (Tagesmittel)	6,9	6,2	5,9	6,0	6,0	5,2	6,0	6,5
Mittelwert (Finteneidichte)	0,0	21,5	61,1	728,5*	621,4*	61,9	426,0	4,2
Std.Fehler	0,0	12,9	23,3	323,4	282,6	29,9	297,2	1,6
Std.Abweichung	0,0	81,7	147,4	2045,3	1787,6	188,9	1879,5	10,0
ANOVA(Eidichte)								$p < 0,01$
Bartlett								n.b.

### Quertransekt km 651

In Ergänzung zum Quertransekt bei km 643 ist auch im Jahr 2015 ein weiterer Quertransekt (km 651) untersucht worden. Die Untersuchung erfolgte hier an 2 Terminen (05.05. und 18.05.15). Wie oben bereits angemerkt, konnten zusätzlich weitere Daten aus einem anderen Projekt (BIOCONSULT 2015) genutzt werden, so dass für das Jahr 2015 Daten von insgesamt 7 Untersuchungsterminen vorliegen.

Bei QT km 651 wurde am 08. Mai mit durchschnittlich 834,7 Ind./100 m<sup>3</sup> die höchste Eidichte registriert, dies entsprach auch zeitlich in etwa dem Maximum (728 Ind./100 m<sup>3</sup>) bei km 643 (06. Mai).

Die Eidichte reduzierte sich ab etwa Mitte Mai auf nur noch < 10 Ind./100 m<sup>3</sup>. Am 08. Juni wurden keine Finteneier mehr erfasst (Tab. 7). Die Befunde ab der zweiten Maiwoche zeigen damit deutliche Unterschiede zwischen den Fangstationen km 651 und km 643. So wurden bei km 643 am 26.05., wie weiter oben dargestellt, noch hohe Eizahlen (426 Ind./100 m<sup>3</sup>) ermittelt, während die Dichten bei km 651 ab der 3. Maiwoche durchgängig gering waren (Tab. 7).

Ein möglicher Grund für die deutlichen Unterschiede wäre, dass eine späte Eiablage ausschließlich weiter stromauf um km 630 erfolgte. Der tidebezogene Fangzeitpunkt am 26.05. bei km 643 lässt diese Annahme insofern plausibel erscheinen, als hohe Zahlen während der Ebbphase bzw. um Niedrigwasser dokumentiert wurden. Auch unter Berücksichtigung des Tideweges waren die Finteneier am Folgetag (27.05.) bei km 651 aufgrund der Entfernung vermutlich nicht zu erfassen.

Tab. 7: Ergebnisse der ANOVA (post hoc Fisher LSD Test) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Finteneidichte) bei km 651 aus 2015.

QT 651 2015	24. Apr.	5. Mai.	8. Mai.	18. Mai.	27. Mai.	4. Jun.	8. Jun.
WT °C (Tagesmittel)	11,8	13,2	13,9	14,8	15,5	15,8	16,9
O2 mg/l (Tagesmittel)	6,9	6,0	6,0	6,3	6,4	6,5	6,1
Mittelwert (Finteneidichte)	0,03	184,1	834,7*	4,4	2,9	0,4	0,0
Std.Fehler	0,03	107,0	391,7	2,8	1,2	0,4	0,0
Std.Abweichung	0,2	605,5	2215,6	15,7	6,7	2,5	0,0
ANOVA(Eidichte)							<i>p</i> <0,01
Bartlett							<i>n.b.</i>

## Tidephasen

### Quertransekt km 643

Die Darstellung der tidebedingten Variabilität der Finteneidichten basiert auf den jeweiligen Mittelwerten der Untersuchungskampagnen und der QT-Stationen bei km 643.

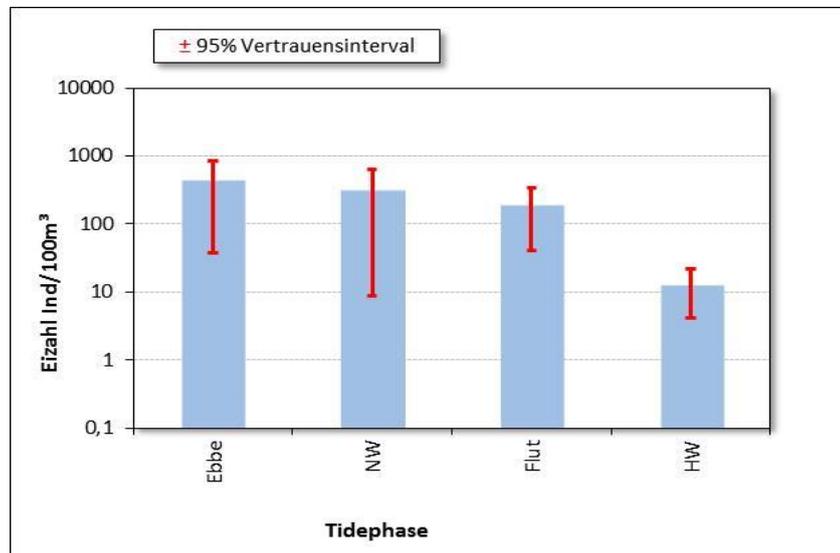


Abb. 17: Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 643

Daten 21.04. – 01.06.2015, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen. HW = Tidehochwasser, NW = Tideniedrigwasser.

Die Ergebnisse zeigen, dass Finteneier über die gesamte Tide erfasst werden konnten. Im Gesamtmittel (bezogen auf den Untersuchungszeitraum 21.04. – 01.06.2015) lagen die Eidichten während der Ebbphase bei 434 Ind./100 m<sup>3</sup> und waren damit im Vergleich der Tidephasen die höchsten. Auch um Tideniedrigwasser (322 Ind./100 m<sup>3</sup>) sowie während der Flutphase (193 Ind./100 m<sup>3</sup>) wurden noch hohe Anzahlen verzeichnet. Deutlich geringer waren dagegen die Fangergebnisse um Tidehochwasser (HW) mit lediglich 13 Ind./100 m<sup>3</sup> (Abb. 17, Tab. 8). Statistisch unterscheiden sich die Ergebnisse der Ebb- und Hochwasserphase. Aufgrund nicht homogener Varianzen der Daten ist das Ergebnis der ANOVA jedoch zweifelhaft, so dass ergänzend der parameterfreie H-Test angewendet wurde (Kruskal Wallis < 0.01, Tab. 8).

Tab. 8: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage der saisonalen Daten km 643. \* = signifikant unterschiedliche Eidichten. HW = Tidehochwasser, NW = Tideniedrigwasser

QT 643 Finteneidichte 2015	Ebbe	NW	Flut	HW
<b>N (Hols)</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
Mittelwert	434,3*	322,3	192,8	13,1
Std.Fehler	199,6	157,5	76,7	4,5
Std.Abweichung	1785,5	1408,5	686,1	40,0
Bartlett Test	p<0,01			
ANOVA (nicht zuverlässig, Bartlett)	p<0,1			
Kruskal Wallis	p<0,1			

Es ist zu berücksichtigen, dass der Betrachtungsebene „Tidephasen“ Gesamtmittelwerte (Untersuchungszeit, Quertransektstationen) zugrunde liegen. Bezogen auf einzelne Untersuchungstermine und/oder Stationen können daher gewisse Abweichungen möglich sein. Allerdings traten die höchsten Anzahlen zu fast jedem Untersuchungszeitpunkt während der Ebbphase auf, während um die Tidehochwasserphase die geringsten Anzahlen festgestellt wurden.

Die Minima bei QT km 643 um die Tidehochwasserphase lassen den Schluss zu, dass im stromab befindlichen Abschnitt um km 660 die Laichaktivität im Jahr 2015 geringer war als im Abschnitt von etwa km 635 – km 650. Die hohen Anzahlen während Ebb- und Tideniedrigwasserphase machen diese Annahme plausibel.

#### Quertransekt km 651

Abb. 18 veranschaulicht die tidebedingte Variabilität der Finteneidichten basierend auf den jeweiligen Mittelwerten der Untersuchungskampagnen (24.04. – 08.06.2015, Daten aus dem „Düker-Projekt“ sind hier einbezogen, s. Kap. 3) der QT-Stationen bei km 651. Analog zu km 643 konnten über den gesamten Tidezyklus Finteneier erfasst werden. Bei km 651 wurde um Tideniedrigwasser (NW), aber auch während der Flutphase (256 Ind./100 m<sup>3</sup> und 267 Ind./100 m<sup>3</sup>, Abb. 18, Tab. 9) die höchsten Eidichten nachgewiesen. Die geringste Eidichte wurde mit nur 3,8 Ind./100 m<sup>3</sup> um Tidehochwasser (HW) dokumentiert.

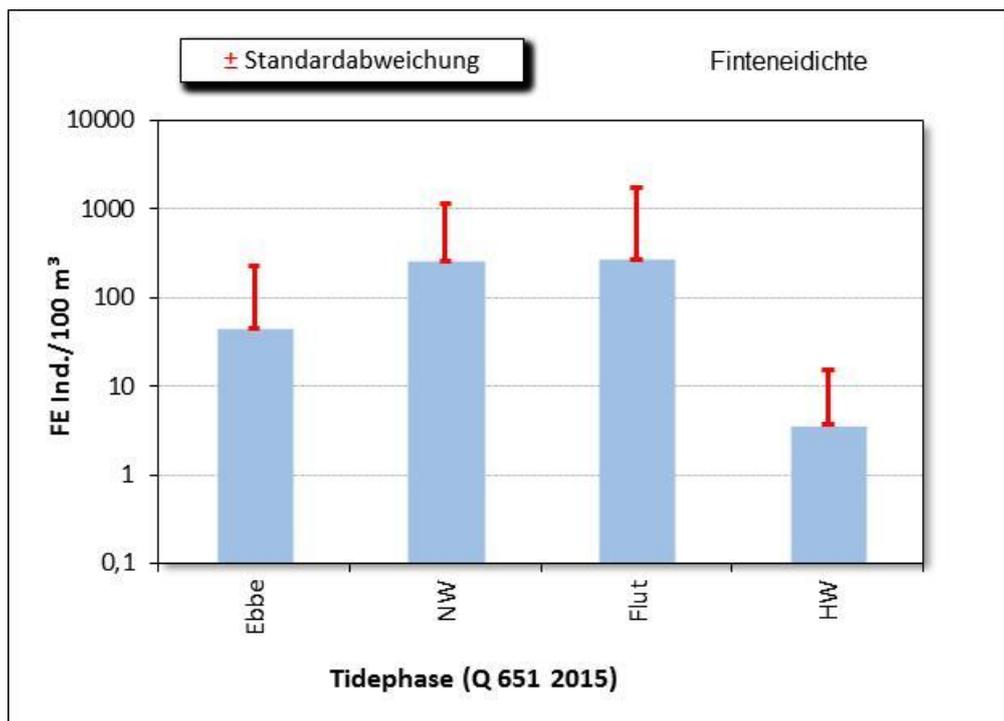


Abb. 18: Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 651 (QT 1- QT 4). Daten 24.4. – 8.6.2015, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen (inkl. Daten aus dem „Düker-Projekt“, s. BIOCONSULT 2015)

Aufgrund der Variabilität der Einzelergebnisse sind die oben dargestellten Unterschiede zwischen den Tidephasen statistisch nur schwach signifikant (Kruskal – Wallis,  $p = 0.09$ , Tab. 9).

Tab. 9: Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen) bei km 651.

QT 651 Finteneidichte 2015	Ebbe	NW	Flut	HW
<b>N (Hols)</b>	<b>66</b>	<b>48</b>	<b>66</b>	<b>48</b>
Mittelwert	45,3	256,8	267,3	3,8
Std.Fehler	22,7	130,5	179,5	1,6
Std.Abweichung	184,5	904,4	1458,5	11,2
Bartlett Test	p<0,01			
ANOVA (nicht zuverlässig, Bartlett)	p>0,1			
Kruskal Wallis	p=0,09			

Unter Berücksichtigung des Tideweges legen die hohen Werte um Niedrigwasser und während der Flutphase die Annahme nahe, dass der Bereich um km 643 und der Elbabschnitt im Bereich Lühesand (inkl. Nebelbe) als Reproduktionsareal sehr bedeutsam war. Die Daten aus 2015 deuten aber zudem darauf hin, dass Laichaktivitäten auch wohl etwas stromab von km 651 stattfanden. Die bei QT km 651 registrierten höheren Anzahlen während der Flutphase lassen diesen Schluss zu. Stromab von km 660 scheint im Jahr 2015 die Laichtätigkeit gering gewesen zu sein, die geringen Anzahlen bei km 651 um Tidehochwasser deuten darauf hin.

#### 4.2.1.4 Räumliche Verteilung der Eidichten

##### Querverteilung (Transekte QT km 643 und QT km 651)

Um ein räumliches Verteilungsmuster der Eier im Flussquerschnitt zu identifizieren, wurden alle Hols im Bereich des Quertransekts km 643 gruppiert nach den QT-Stationen (QT 1 – 5) ausgewertet. Die bei km 651 befindlichen Stationen (QT 1 – 4) wurden entsprechend gruppiert.

Es sei dabei angemerkt, dass diese räumliche Betrachtungsebene dabei zwangsläufig auch andere Betrachtungsebenen (saisonal, Tidephase, Tiefenzonierungen) einbezieht. Die Ergebnisse zeigen, dass die räumliche Verteilung der Finteneier sowohl bei km 643 als auch bei km 651 im Flussquerschnitt nicht homogen war (Abb. 19, Abb. 20).

Bei QT km 643 wurden höchsten Eidichten an den Stationen Mitte-N (518 Ind./100 m<sup>3</sup>; südl. Rand der Fahrrinne) und Mitte-S (187 Ind./100 m<sup>3</sup>) festgestellt. Die ufernäher gelegenen Stationen Nord und Süd (QT 1, QT 4, s. Abb. 2) wiesen im Jahr 2015 die geringsten Eidichten (37 Ind./100 m<sup>3</sup> bzw. 69 Ind./100 m<sup>3</sup>) auf. Die Hahnöfer Nebelbe erreichte mit durchschnittlich 392 Ind./100 m<sup>3</sup> den zweithöchsten Wert (Tab. 10).

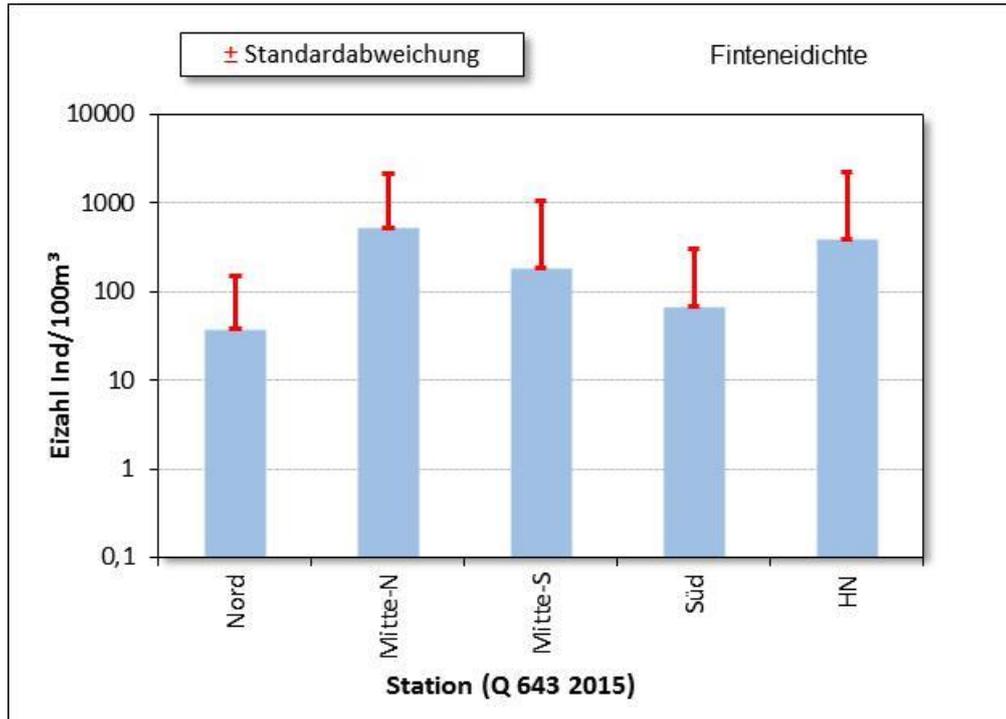


Abb. 19: Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum 21.04. – 01.06.2015 in der Tideelbe.

Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4; HN = QT 5, Hahnöfer Nebelbe

Die Ergebnisse zeigen, dass sich im Jahr 2015 die bei QT km 643 festgestellten Eidichten in Bezug auf den Stromquerschnitt räumlich unterscheiden. Wie in den Vorjahren war auch im Jahr 2015 die nördliche Station des QT km 643 durch die geringsten Anzahlen gekennzeichnet (Tab. 10). Aufgrund der stationsintern hohen Variabilität, die u.a. auch durch die normale saisonale Abundanzdynamik (s.o.) hervorgerufen wird, sind die räumlichen Unterschiede zwar deutlich, aber statistisch nicht signifikant (Tab. 10, Kruskal-Wallis  $p = 0,2$ ).

Tab. 10: Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der QT- Daten bei km 643 aus 2015.

QT 643 Eidichte 2015	Nord	Mitte-N	Mitte-S	Süd	HN
<b>N (Hols)</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
Mittelwert	37,4	517,6	187,1	69,0	391,8
Std.Fehler	14,1	208,1	108,6	30,1	231,5
Std.Abweichung	112,9	1664,6	869,1	240,4	1852,0
<i>Bartlett</i>	$p < 0,05$				
<i>ANOVA</i>	$p = 0,09$				
<i>Kruskal Wallis</i>	$p = 0,2$				

Die Ergebnisse bei QT km 651 zeigen geringere räumliche Unterschiede. Der geringste Wert wurde mit ca. 90,6 Ind./100 m³ im Bereich der südlichen Stromseite ermittelt (Abb. 20, Tab. 11).

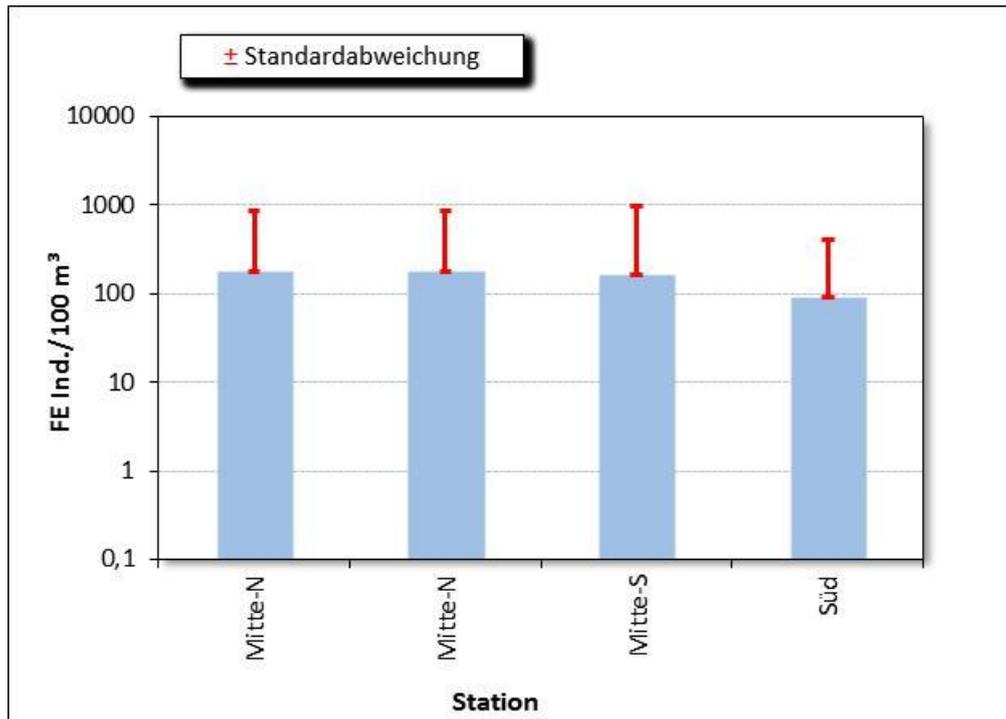


Abb. 20: Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 651 vom 21.04. – 08.06.2015 in der Tideelbe. Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4. (inkl. Daten aus dem „Düker-Projekt“, s. BIOCONSULT 2015)

Anders als bei km 643 sind die Unterschiede jedoch statistisch signifikant (Kruskal-Wallis  $p = 0,04$ ); dies betrifft die Station Süd (QT 4), die durch die geringsten Eidichten gekennzeichnet ist (s. o.).

Tab. 11: Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage der QT- Daten bei km 651 (2015).

QT 651 Finteneidichte 2015	Nord	Mitte-N	Mitte-S	Süd
N (Hols)	50	50	50	50
Mittelwert	226,2	175,7	164,4	90,6
Std.Fehler	222,8	94,4	115,5	45,0
Std.Abweichung	1575,2	667,6	816,6	318,5
Bartlett Test	$p < 0,01$			
ANOVA (nicht zuverlässig, Bartlett)	$p > 0,1$			
Kruskal Wallis	$p = 0,04$			

Gründe für die z.T. unterschiedlichen Verteilungen entlang der Quertransekte sind nicht unmittelbar ersichtlich. Da die planktischen Fischeier zu aktiven Ortwechseln nicht in der Lage sind, ist die räumliche Verteilung der Eier im Flussquerschnitt sehr wahrscheinlich überwiegend auf die lokalen Strömungen zurückzuführen. Nach Einzelbeobachtungen des konkreten Laichgeschehens (bei km 643) scheint die Eiabgabe, die in der oberen Wassersäule stattfindet, wohl eher in Richtung Strommitte zu erfolgen als in den Uferzonen. Nach Abgabe werden die Finteneier wohl durch Strömungen räumlich verteilt.

### Vertikalverteilung (Transekte QT km 643 und km 651)

Um Hinweise auf mögliche systematische Muster in der vertikalen Verteilung der Finteneier zu erhalten, wurden die Daten nach der vertikalen Hol-Position zusammengefasst und verglichen. Dabei beziehen sich die oberflächennahen Hols immer auf eine Wassertiefe von ca. 1,5 m. Die absolute Tiefe der Vertikalposition „unten“ variierte dabei mit der Position einer Quertransektstation sowie mit der Tidephase.

Die Finteneiverteilung zeigt gleichsinnig zu den Befunden aus den Vorjahren sowohl bei km 643 als auch bei km 651 einen deutlichen vertikalen Gradienten. In der unteren Wassersäule wurden bei km 643 und km 651 mittlere Eidichten von 463 Ind./100 m<sup>3</sup> bzw. 281 Ind./100 m<sup>3</sup> festgestellt. Die oberflächennahen mittleren Eidichten (17 und 9 Ind./100 m<sup>3</sup>) lagen jeweils um mehr als Faktor 20 niedriger als die bodennah erfassten Anzahlen (Abb. 21, Abb. 22).

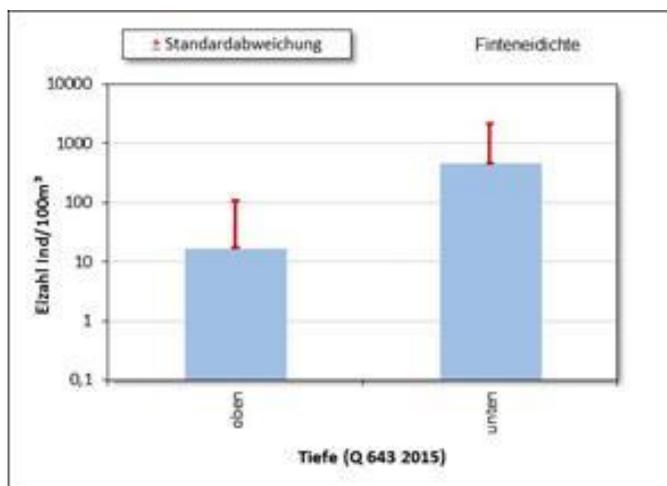


Abb. 21: Finteneidichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) in verschiedenen Tiefenzonen bei QT km 643 im Zeitraum vom 21.04. – 01.06.2014 in der Tideelbe.

Daten gemittelt über Messstellen (N = 5) und Untersuchungskampagnen.

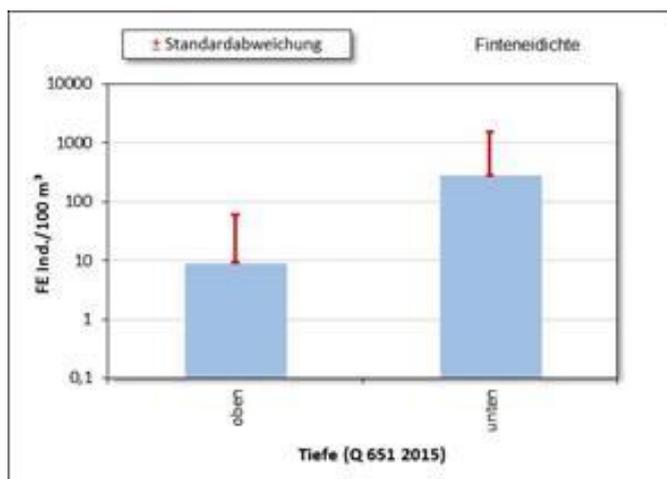


Abb. 22: Finteneidichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) in verschiedenen Tiefenzonen des QT bei km 651 am 24.04. und 08.06.2015 in der Tideelbe.

Daten 2015 über Messstellen (N = 4) und Untersuchungskampagnen (inkl. Daten aus dem „Düker-Projekt“, s. BIOCONSULT 2015, s.a. Kap. 3).

Der Unterschied der Eidichten zwischen „oberflächennah vs. bodennah“ ist jeweils statistisch signifikant ( $p < 0,001$ , Tab. 12).

Tab. 12: Ergebnisse des parameterfreien Mann-Whitney-Tests.  
Daten: Eidichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) bei km 643 und km 651 der Tideelbe, Daten 2015.

Eidichte vertikal	N	Ind./100 m <sup>3</sup>	Rangmittel	U	Z	P
km 643 oben	160	17,3	125,2	7146	-7,577653653	0,000000
km 643 untern	160	463,9	195,8	18454		
km 651 oben	96	9,1	81,4	3163	-4,496566751	0,00001
km 651 untern	96	281,5	111,6	6053		

## 4.2.2 Fintenlarven

### 4.2.2.1 Larvenstadien

In Rahmen der Untersuchung wurde stichprobenhaft eine grobe Einteilung der Entwicklungsstadien der Fintenlarven vorgenommen. Insgesamt sind drei Entwicklungsstadien (Dottersacklarve, Frühlarve, Spätere Larve) unterschieden worden (s. Kap. 3.1.3).

Die Ergebnisse zeigen, dass Dottersacklarven (sehr frühes Stadium) Anfang Mai bis Mitte Mai erfasst wurden. Frühlarven traten ab Mitte Mai bis Anfang Juni auf. Spätlarven wurden ab Ende Mai dokumentiert. Aufgrund der 2015 insgesamt geringen Larvendichte, die eine generell nicht zu vermeidende Fangzufälligkeit u.U. noch erhöht, ist die Aussagekraft bezogen auf das zeitliche Auftreten der verschiedenen Larvenstadien nur eingeschränkt aussagekräftig.

Insgesamt wurden 358 Fintenlarven ausgewertet. Wie bereits oben dargestellt, sind zu Beginn der „Larvenzeit“ (2015: ab Anfang Mai) vorwiegend Dottersackstadien registriert worden, wobei gegen Ende der Untersuchung Ende Mai/Anfang Juni die späteren Stadien überwogen.

Abb. 23 zeigt die Ergebnisse in einer zusammenfassenden Übersicht. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die Daten der Quertransektuntersuchungen bei km 643.

Es sei darauf hingewiesen, dass die nachfolgenden Auswertungen zur räumlichen und zeitlichen Verteilung der Fintenlarven (s. Kap. 4.2.2.2 und 4.2.2.3) auf der aggregierten Anzahl aller Entwicklungsstadien beruhen. Eine differenzierte Auswertung auf der Grundlage der Larvenstadien erfolgt im Rahmen der vorliegenden Studie nicht.

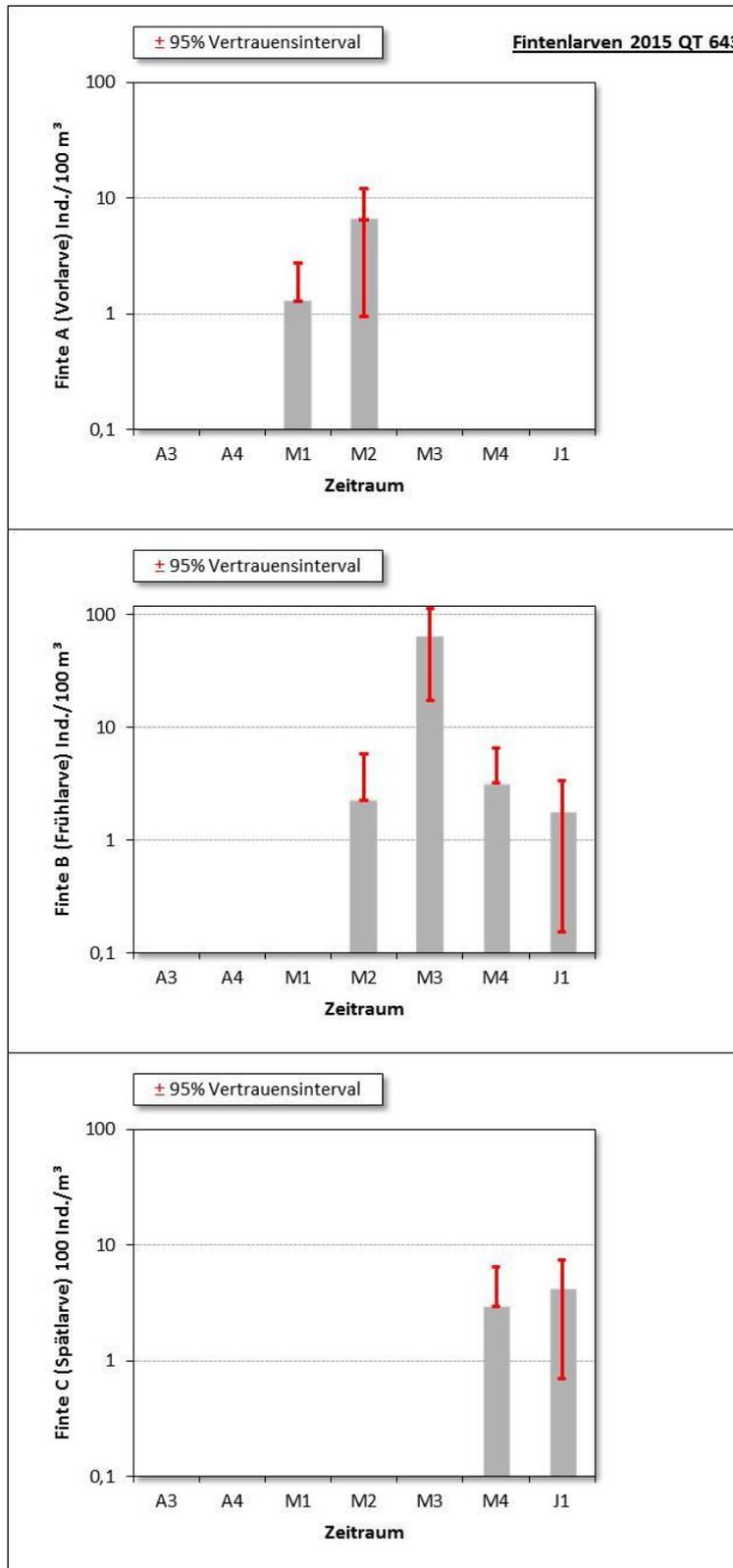


Abb. 23: Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Untersuchungszeitraum vom 21.04. – 01.06.2015 (Daten Quertransekt km 643) differenziert nach Entwicklungsstadien.

A = Dottersackstadium, B = Frühtarvenstadium, C = spätere Larvenstadien.

Der dargestellte Mittelwert integriert über zeitliche (Tidephase) und räumliche (vertikal, Querprofil) Daten.

Ausgewertete Larven, N = 358 Individuen. A3 = 3. Aprilwoche, ..., J1 = 1. Juniwoche.

#### 4.2.2.2 Zeitliche Verteilungsmuster

##### Saisonal

###### *Quertransekt km 643*

Die Darstellung der saisonalen Entwicklung der Fintenlarven basiert analog zur Auswertung der Finteneier auf den jeweiligen Mittelwerten der verschiedenen Untersuchungskampagnen aller QT-Stationen bei km 643. Fintenlarven wurden im Zeitraum von 6.05. – 01.06.2015 erfasst (Abb. 24). Die Ergebnisse zeigen, dass Fintenlarven 2015 erst Anfang Mai in nur sehr geringer Anzahl (im Mittel < 2 Ind./100 m<sup>3</sup>), erfasst wurden. Zu diesem Zeitpunkt lagen die Wassertemperaturen um 13 °C.

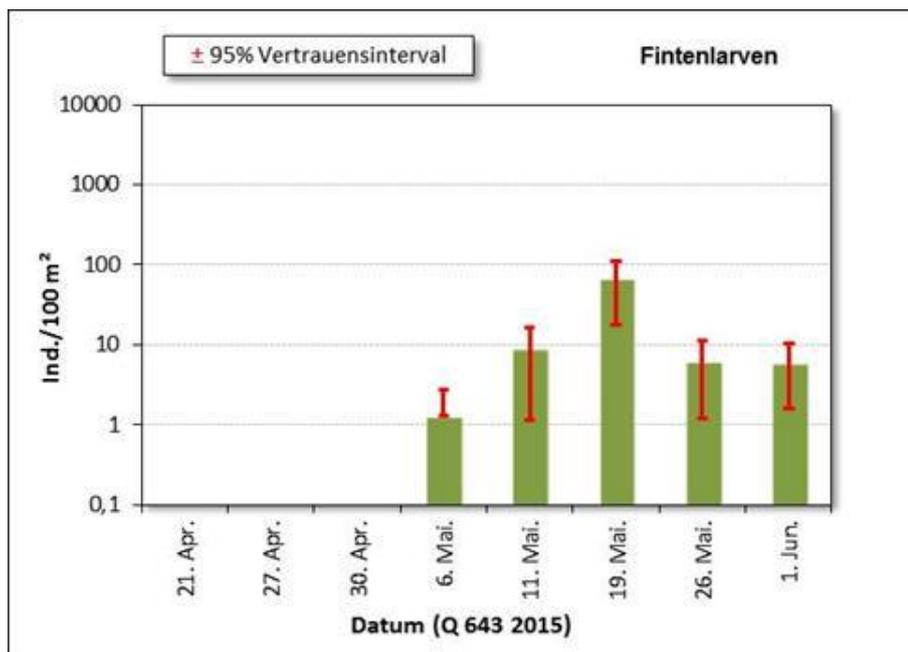


Abb. 24: Entwicklung der Fintenlarvenanzahlen (Ind./m<sup>3</sup>) in der Tideelbe bei QT km 643 vom 21.04. – 01.06.2015.

Ab der 2. Maiwoche stiegen die mittleren Anzahlen bis zu 65 Ind./100 m<sup>3</sup> zwar an, blieben insgesamt aber auf einem mäßig bis niedrigem Niveau (Abb. 24). Bei Wassertemperaturen um 15-16 °C herrschten gute Sauerstoffgehalte von im Tagesmittel > 5,5 mg/l vor. Kurzzeitig wurden ab etwa Mitte Juni Werte von 4 mg/l unterschritten. Sauerstoffgehalte von < 3 mg/l traten 2015 im Elbabschnitt um km 643 im Zeitraum bis Ende Juni nicht auf.

Der statistische Vergleich zeigt, dass sich der Zeitraum um Mitte Mai durch relativ höhere Larvendichten signifikant unterscheidet (Tab. 13). Insgesamt ist die Larvendichte im interannuellen Vergleich aber zu jedem Zeitpunkt als gering einzustufen (vgl. Kap. 6).

Tab. 13: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Fintenlarven) bei km 643.

QT 643 2015	21. Apr.	27. Apr.	30. Apr.	6. Mai.	11. Mai.	19. Mai.	26. Mai.	1. Jun.	
WT °C (Tagesmittel)	11,8	13,0	13,2	13,9	14,7	14,8	15,6	15,5	
O2 mg/l (Tagesmittel)	6,9	6,2	5,9	6,0	6,0	5,2	6,0	6,5	
Mittelwert (Fintenlarvendichte)	0,0	0,0	0,0	1,3	8,7	65,2	6,1	5,9	
Std.Abweichung	0,0	0,0	0,0	4,7	23,7	149,2	15,4	13,4	
ANOVA (Larven)									<i>p</i> <0,1
Bartlett(Varianzgleichheit)									<i>n.b.</i>
Kruskal Wallis									<i>p</i> <0,05

*Quertransekt km 651*

Für das Jahr 2015 standen anders als in den Vorjahren zusätzliche Daten für das QT km 651 zur Verfügung (s. Kap. 3), so dass Informationen aus dem Zeitraum vom 24.04. – 08.06.2015 vorliegen.

Analog zu den Ergebnissen bei QT km 643 konnten ab Anfang Mai (am 05.05.2015) erste Fintenlarven nachgewiesen werden. Die mittleren Anzahlen lagen zu diesem Zeitpunkt ebenfalls noch bei < 2 Ind./100 m<sup>3</sup> (05.05.). Die relativ höchsten Dichten wurden ab der zweiten bis dritten Maiwoche verzeichnet. Ab Ende Mai wurden auch bei QT km 651 nur noch geringe Fintenlarvenanzahlen erfasst (Abb. 25).

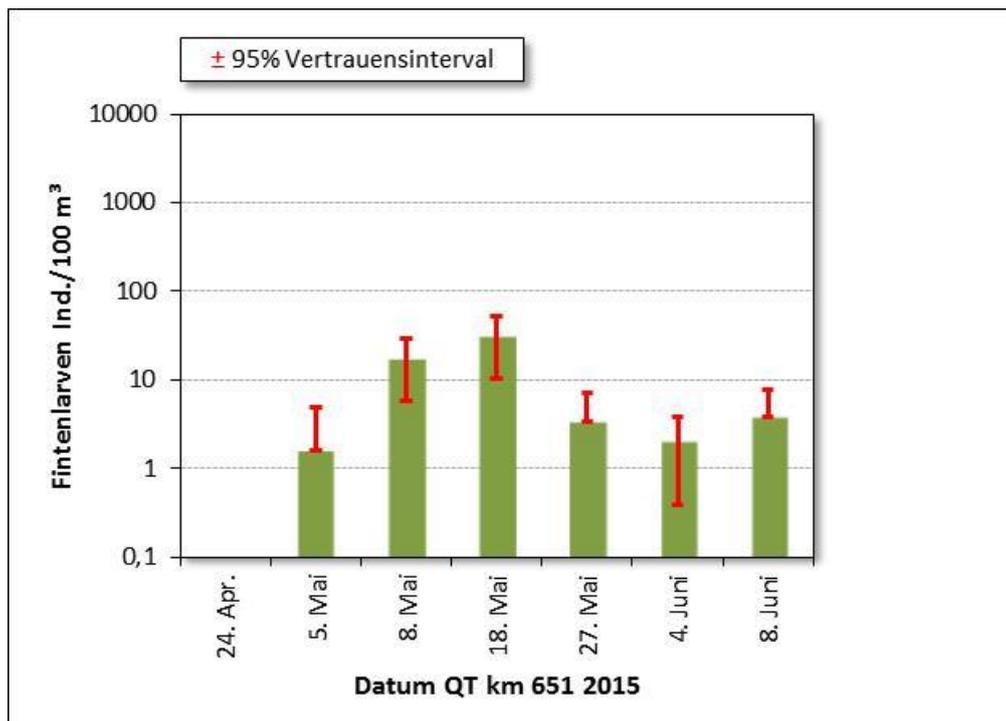


Abb. 25: Fintenlarvenanzahlen (Ind./100 m<sup>3</sup>) in der Tideelbe bei QT km 651 vom 24.04. und 08.06.2014 (inkl. Daten aus dem „Düker-Projekt“ - BIOCONSULT 2015 s.a. Kap. 3).

Der Zeitraum um Mitte Mai unterscheidet sich auf Grund der höheren Larvendichten signifikant von den übrigen Zeitpunkten (Tab. 14). Im Vergleich zum QT km 643 wurden bei km 651 insgesamt geringere Fintenlarvenanzahlen erfasst.

Tab. 14: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Fintenlarven) bei km 651.

QT 651 2015	24. Apr.	5. Mai	8. Mai	18. Mai	27. Mai	4. Juni	8. Jun.
WT °C (Tagesmittel)	11,8	13,0	13,2	13,9	14,7	14,8	15,5
O2 mg/l (Tagesmittel)	6,9	6,2	5,9	6,0	6,0	5,2	6,5
Mittelwert (Fintenlarvendichte)	0,0	1,6	17,5	31,0	3,4	2,1	3,8
Std.Fehler	0,0	1,6	5,8	10,2	1,8	0,8	1,7
Std.Abweichung	0,0	8,9	32,7	57,6	10,1	4,7	4,7
ANOVA (Larven)							$p < 0,05$
Bartlett (Varianzgleichheit)							n.b.
Kruskal Wallis							$p < 0,05$

**Tidephasen**

*Quertransekt km 643*

Die Betrachtungsebene „Tidephase“ bezieht sich auf die Flut- und Ebbphase sowie Tidehoch- und Tideniedrigwasser. Flut- bzw. Ebbphase repräsentieren dabei die Situation um die jeweiligen Maxima der Tideniedrigwasser. Hoch- und Niedrigwasser repräsentieren die Phase kurz vor oder nach dem Kenterpunkt der Tide (zur zeitlichen Abfolge der Beprobung während der Tidephasen s. Abb. 4). Die Darstellung der tidebedingten Variabilität der Fintenlarvenanzahlen basiert auf den jeweiligen Mittelwerten der Untersuchungskampagnen und der QT-Stationen bei km 643.

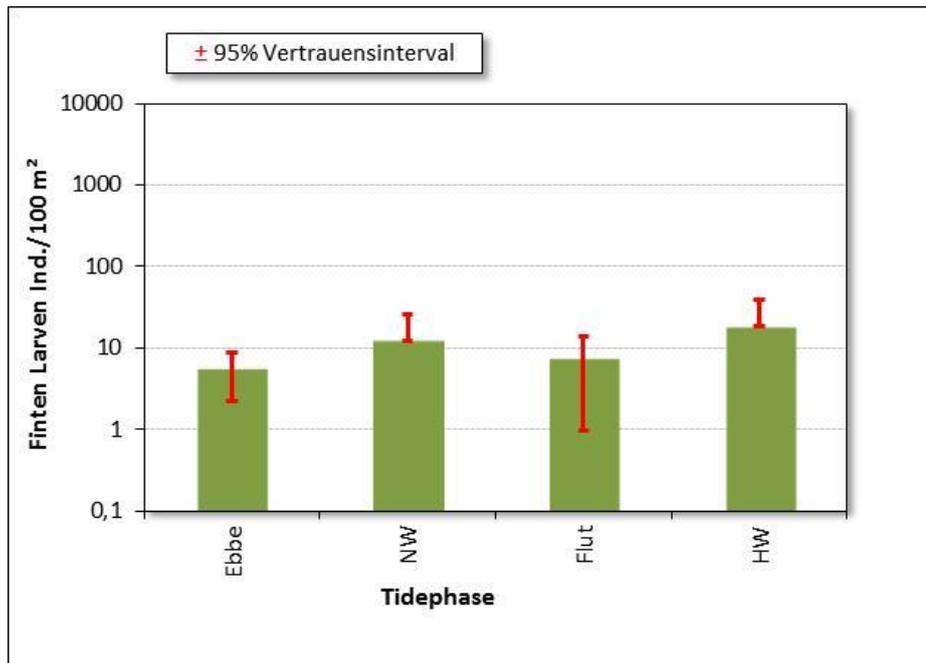


Abb. 26: Anzahl Fintenlarven während verschiedener Tidephasen. Daten 2015 Quertransekt bei km 643, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen. HW = Beprobung um Tidehochwasser, NW = um Tideniedrigwasser.

Fintenlarven konnten über den gesamten Tidezyklus erfasst werden (Abb. 26). Zwischen den Tidephasen wurden 2015 nur geringe Abundanzunterschiede festgestellt. Um Tideniedrigwasser und während Flut wurden die höchsten mittleren Larvendichten (bis zu 18,3 Ind./100 m³)

erfasst. Die festgestellten Unterschiede zwischen den Tidephasen sind statistisch nicht signifikant ( $p > 0,1$ , Tab. 15).

Tab. 15: Statistische Kennwerte (Ind./100 m<sup>3</sup>) zum Vorkommen von Fintenlarven bei QT km 643 und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen).  
 HW = Beprobung um Tidehochwasser, NW = um Tideniedrigwasser.

QT 643 Fintenlarven 2015	Ebbe	NW	Flut	HW
<b>N (Hols)</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
Mittelwert	5,6	12,3	7,5	18,3
Std.Abweichung	15,2	62,5	29,2	90,2
Bartlett Test	p<0,1			
ANOVA (nicht zuverlässig, Bartlett)	p=0,49			
Kruskal Wallis	p>0,1			

Es ist zu berücksichtigen, dass der Betrachtungsebene „Tidephasen“ Gesamtmittelwerte (Untersuchungszeit, Quertransektstationen) zugrunde liegen. Bezogen auf einzelne Untersuchungstermine und/oder Stationen können gewisse Abweichungen vom oben dargestellten Gesamtergebnis möglich sein.

*Quertransekt km 651*

Abb. 27 veranschaulicht die tidebedingte Variabilität der Fintenlarvendichten basierend auf den jeweiligen Mittelwerten der Untersuchungskampagnen (24.04. – 08.06.2015) bei km 651. Analog zu QT km 643 konnten über den gesamten Tidezyklus Fintenlarven erfasst werden. Um Tidehochwasser (HW) wurde bei QT km 651 ein schwaches, relatives Abundanz-Maximum (11,5 Ind./100 m<sup>3</sup>) festgestellt. Die geringste Larvendichte wurde mit 5,7 Ind./100 m<sup>3</sup> während der Ebbphase ermittelt (Abb. 27, Tab. 17).

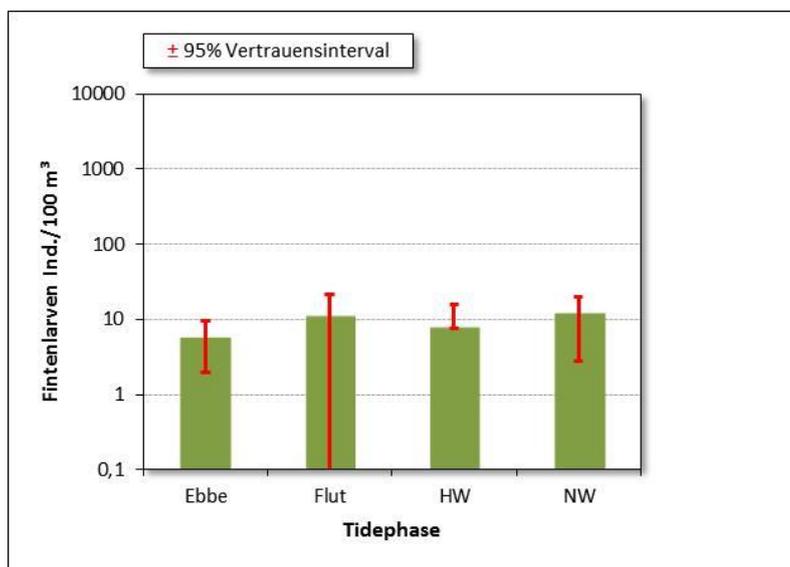


Abb. 27: Fintenlarvendichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) während verschiedener Tidephasen, Quertransekt bei km 651 (QT 1- QT 4).

Daten 24.04. – 08.06.2015, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen, (inkl. Daten aus dem „Düker-Projekt“ - BIOCONSULT 2015 s.a. Kap. 3).

Aufgrund der insgesamt eher geringen Unterschiede und der Variabilität der Einzelproben sind die festgestellten Unterschiede statistisch nicht signifikant (Kruskal Wallis  $p > 0,1$ , Tab. 16).

Tab. 16: Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m<sup>3</sup>) bei QT km 651 und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen).

QT 651 Fintenlarven 2015	Ebbe	NW	Flut	HW
N (Hols)	48	48	48	56
Mittelwert	5,7	10,9	7,6	11,5
Std.Abweichung	12,8	37,4	27,1	32,5
Bartlett Test	p<0,1			
ANOVA (nicht zuverlässig, Bartlett)	p=0,718			
Kruskal Wallis	p>0,1			

Bezogen auf einzelne Untersuchungstermine und/oder Stationen können gewisse Abweichungen vom oben dargestellten Gesamtergebnis möglich sein.

#### 4.2.2.3 Räumliche Verteilung

##### Querverteilung (Transekte QT km 643 und km 651)

Um ein räumliches Verteilungsmuster der Larven im Flussquerschnitt zu identifizieren, wurden alle Hols im Bereich der Quertransekte bei km 643 und km 651 gruppiert nach QT-Stationen ausgewertet. Es sei dabei angemerkt, dass diese räumliche Betrachtungsebene zwangsläufig andere Betrachtungsebenen (saisonal, Tidephase, Tiefenzonierungen) integriert. Die Ergebnisse zeigen, dass die räumliche Verteilung der Fintenlarven wie im Vorjahr auch 2015 im Flussquerschnitt nur mäßig unterschiedlich war (Abb. 28, Abb. 29).

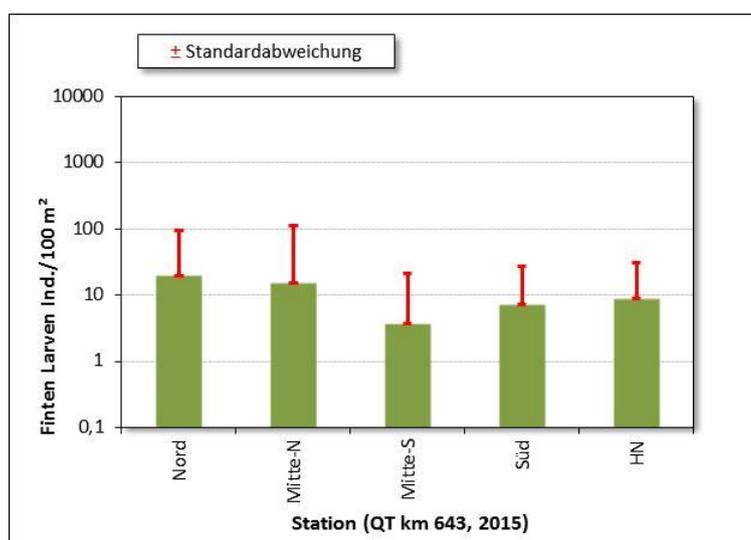


Abb. 28: Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m<sup>3</sup>) entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum 21.04. – 01.06.2015 in der Tideelbe.

Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4; HN = QT 5, Hahnöfer Nebelbe

An QT km 643 konnte an der Station Nord die höchste Larvenzahl (im Mittel 19,7 Ind./100 m<sup>3</sup>) und an der Station Mitte-Süd die geringste (3,7 Ind./100 m<sup>3</sup>) mittlere Larvenzahl festgestellt werden (Abb. 28). Alle Werte lagen auf mäßigem bis niedrigem Niveau. Statistisch sind die Unterschiede nicht signifikant (Tab. 17; ANOVA bzw. Kruskal Wallis  $p > 0,1$ ).

Tab. 17: Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m<sup>3</sup>) bei QT km643.  
Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4; HN = QT 5, Hahnöfer Nebelbe

QT 643 Larven 2015	Nord	Mitte-N	Mitte-S	Süd	HN
N (Hols)	64	64	64	64	64
Mittelwert	19,7	15,2	3,7	7,1	8,7
Std.Fehler	9,3	12,3	2,1	2,5	2,8
Std.Abweichung	74,7	98,3	17,1	19,9	22,1
Bartlett	$p < 0,05$				
ANOVA	$p = 0,518$				
Kruskal Wallis	$p = 0,39$				

Abb. 29 zeigt die Ergebnisse für die Messstellen bei QT km 651. Die höchste Dichte von durchschnittlich 11 Ind./100 m<sup>3</sup> wurde an Station Mitte-N (km 651 QT 2) verzeichnet. Die räumlichen Unterschiede zwischen den Stationen waren jedoch nur gering sind und als sind statistisch nicht signifikant (Kruskal Wallis  $p > 0,05$ , Tab. 18).

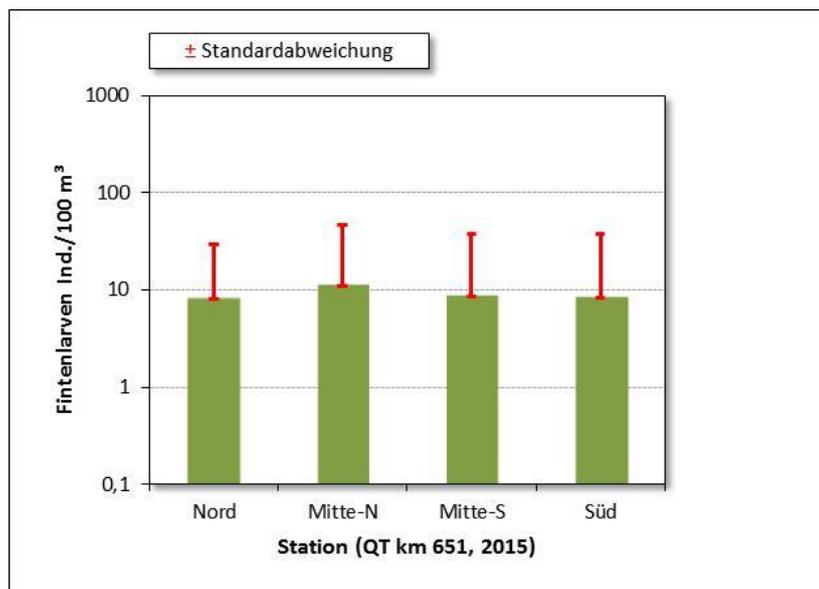


Abb. 29: Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m<sup>3</sup>) entlang des Quertransekts in der Tideelbe bei km 651 am 24.04. und 08.06.2015 (inkl. Daten aus dem „Düker-Projekt“ - BIOCONSULT 2015 s.a. Kap. 3)  
Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4

Tab. 18: Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m<sup>3</sup>) in der Tideelbe bei QT km 651. Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4

QT 651 Finteneidichte 2015	Nord	Mitte-N	Mitte-S	Süd
<b>N (Hols)</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
Mittelwert	8,0	11,1	8,6	8,4
Std.Fehler	3,1	5,0	4,1	4,1
Std.Abweichung	21,7	35,0	29,3	29,2
Bartlett Test				
ANOVA (nicht zuverlässig, Bartlett)				
Kruskal Wallis				p=0,09

Aufgrund der insgesamt eher graduellen Unterschiede sind die Gründe für die unterschiedlichen Verteilungen entlang der Quertransekte nicht unmittelbar ersichtlich. Die festgestellte räumliche Verteilung der Larven im Flussquerschnitt könnte u.a. auf die Faktoren „aktiver Ortswechsel“ (spätere Entwicklungsstadien) und „Strömungsbedingungen“ zurückzuführen sein. Letzteres gilt v.a. für sehr frühe Entwicklungsstadien der Larven, die unter den gegebenen hohen Strömungsgeschwindigkeiten (bis zu > 1 m/s; s. Kap. 4.1) zu zielgerichteten Ortswechseln kaum in der Lage sein werden.

Der in den Untersuchungsjahren 2011 und 2012 sowohl bei QT km 643 als auch bei QT km 651 festgestellte Nord-Südgradient ist im Jahr 2015 nicht so deutlich ausgeprägt (vgl. Kap. 6). Anders als in den Vorjahren waren die Larvendichten in der Hahnöfer NE nicht höher als die im Hauptstrom.

### Vertikalverteilung (Transekte QT km 643 und km 651)

Um Hinweise auf mögliche systematische Muster in der vertikalen Verteilung der Fintenlarven zu erhalten, wurden die Daten nach der vertikalen Hol-Position zusammengefasst und verglichen. Dabei beziehen sich die oberflächennahen Hols immer auf eine Wassertiefe von ca. 1,5 m. Die absoluten Tiefen der jeweiligen Vertikalposition „unten“ variierten dabei mit der Position einer Quertransektstation sowie mit der Tidephase. Vor diesem Hintergrund zeigen die Ergebnisse erkennbare vertikale Unterschiede (wie oben bereits beschrieben auf einem insgesamt niedrigem Abundanzniveau) sowohl bei QT km 643 als auch bei QT km 651.

Konträr zu den Finteneiern wurde für die Larven ein mäßig ausgeprägtes Abundanzmaximum in der oberen Wassersäule dokumentiert (Gesamtmittel 14,5 Ind./100 m<sup>3</sup>). Die bei QT km 643 bodennah erfassten Larvendichten (7,3 Ind./100 m<sup>3</sup>) waren geringer als die oberflächennahen Larvendichten. Trotz der bodennah geringeren Larvenzahlen sind die Unterschiede aber nicht statistisch signifikant (Abb. 30, Tab. 19 oben).

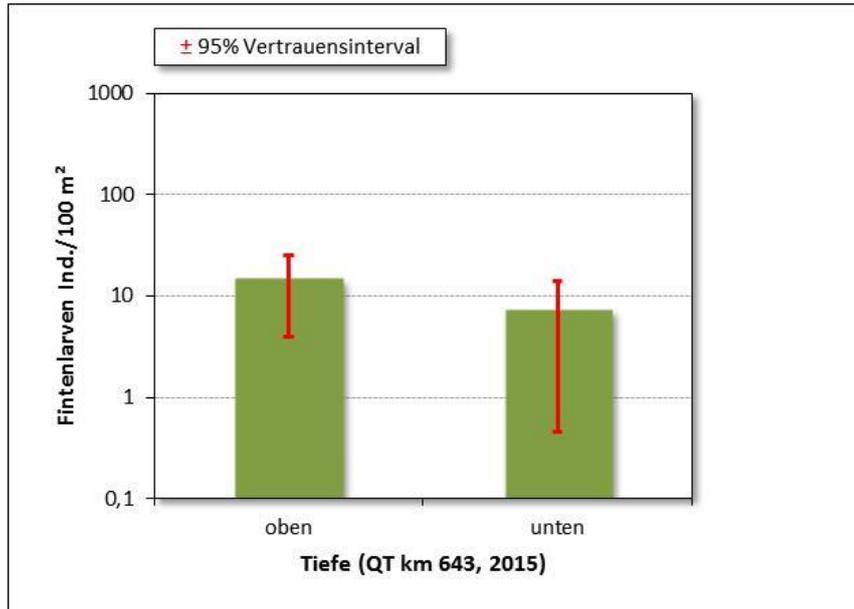


Abb. 30: Mittlere Fintenzuchtanzahl (Ind./100 m<sup>2</sup>) in verschiedenen Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 643 im Zeitraum vom 21.04. – 01.06.2015.

Auch bei QT km 651 vertikale Unterschiede festgestellt werden (Abb. 31), so sind in der oberen Wassersäule höhere Dichten (12,8 Ind./100 m<sup>3</sup>) erfasst worden als sohnah (5,7 Ind./100 m<sup>3</sup>). Im Gegensatz zu den Ergebnissen des QT km 643 sind die vertikalen Abundanzunterschiede bei km 651 signifikant (Tab. 19).

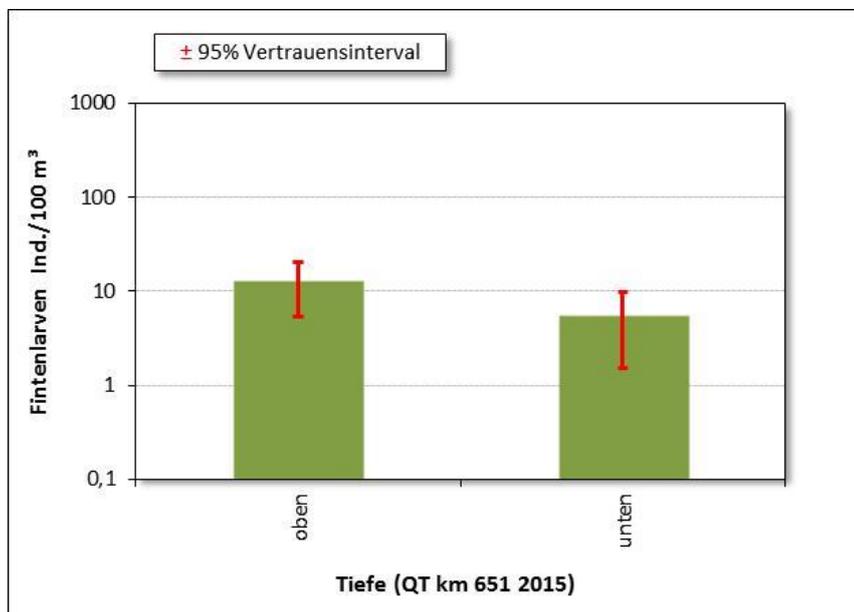


Abb. 31: Mittlere Fintenzuchtanzahl (Ind./100 m<sup>3</sup>) in verschiedenen Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 651 am 24.04. – 08.06.2015. (inkl. Daten aus dem „Düker-Projekt“ - BIOCONSULT 2015, s.a. Kap. 3)

Tab. 19: Statistische Kennwerte und Ergebnis des parameterfreien Mann Whitney-Tests, zweiseitig. Auf Grundlage der saisonalen Daten, QT km 643 und QT km 651.

Fintelarven vertikal	N	Ind./100 m <sup>3</sup>	Rangmittel	U	Z	P
oben QT km 643	161	14,5	165,1	13536,0	-1,3	0,19
unten Qt km 643	161	7,3	155,9	12064,0		
oben QT km 651	96	12,8	105,0	5420,0	-2,6	0,01
unten Qt km 651	96	5,7	88,0	3796,0		

### 4.3 Untersuchung Längstransekt

Ergänzend zur Hauptuntersuchung bei den Quertransekten km 643 und km 651 erfolgte an drei Terminen eine orientierende Untersuchung entlang des Salinitätsgradienten von km 630 (Süßwasserabschnitt unterhalb Hamburgs) bis km 680 Glückstadt (meso-oligohalin). In diese als Längstransekt (LT) bezeichnete Untersuchung wurden auch die Nebeneiben Hahnöfersand, Lühesand, Pagensand, Schwarztonnensand sowie die Glückstädter Nebeneibe einbezogen. Die Untersuchungen sind Ende April (28.04./29.04.), Mitte Mai (12.05./13.05.) und Ende Mai (28./29.05.) durchgeführt worden. Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf

- ein raum-zeitliches Vorkommen von Fintenlaichprodukten im Längsschnitt und
- die kleinräumige Verteilung (Stromseite „Nord“ vs. Stromseite „Süd“; Nebeneiben Bereiche „stromauf“ vs. „stromab“).

**Hinweis:** Analog zur Bearbeitung der Quertransektdaten erfolgte auch für die Längstransektdaten zunächst eine Vorprüfung der auf Ind./100 m<sup>3</sup> standardisierten Daten auf mögliche Ausreißer (Ausreißer Test). Mögliche Fehlerquellen wären hier eine fehlerhafte Bestimmung des durchfilterten Wasservolumens oder u.U. auch ein unterprobenbedingter Umrechnungsfehler.

Tab. 20 zeigt eine Übersicht über die als Ausreißer detektierten Werte. Aus einem Vergleich mit durchfilterten Wasservolumina aus den jeweiligen Parallelproben einer Station ließen sich Hinweise auf eine u.U. fehlerhafte Bestimmung der Wasservolumina ableiten. Da zwar mögliche, aber keine eindeutigen Hinweise auf eine Fehlfunktion des Strömungsmessers vorlagen (z.B. auffällig geringes durchfiltertes Wasservolumen zu vergleichbaren Hols), wurden die als mögliche Ausreißer detektierten Werte nicht aus dem Datensatz ausgeschlossen.

Tab. 20: Übersicht über als „Ausreißer“ detektierte Werte, Daten 2015.  
n\*Sigma = n-faches der Standardabweichung.. P = Signifikanz

Variable:	Finten Ind./100 m <sup>2</sup> Längstransekt				
	Fall	Wert	n*Sigma	P	Hinweis meth. bedingter Fehler
Eizahl Ind/100m <sup>3</sup>	km 635 N (Hol 40)	10.217,5	9,50	0,0000	<i>nein</i>
Eizahl Ind/100m <sup>3</sup>	Hahnöfer NE	67,6	6,85	0,0000	<i>nein</i>
Larven Ind./100 m <sup>3</sup>	km 630 S (Hol 91)	109,0	6,92	0,0000	<i>mögl.</i>
Larven Ind./100 m <sup>3</sup>	Pagensander NE	46,6	3,6	0,0102	<i>nein</i>

Im Hauptstrom wiesen ca. 75 % (Finteneier) bzw. 85 % (Larven) der Hols  $< 10$  Ind./100 m<sup>3</sup> und 88 % bzw. ca. 98 % der Hols Ei- oder Larvendichten  $< 100$  Ind./100m<sup>3</sup> auf. Dichten von  $> 1.000$  Ind./100 m<sup>3</sup> erreichten einen Anteil von ca. 3 % (Finteneier) aller Hols.

In den Nebeneiben lag 2015 die Anzahl der Hols mit Ei- und Larvendichten von  $< 10$  Ind./100 m<sup>3</sup> bei  $> 90$  %. Ei- oder Larvendichten von  $> 100$  Ind./100 m<sup>3</sup> wurden im Jahr 2015 im Rahmen der Längsfahrten nicht dokumentiert.

### 4.3.1 Finteneier

Finteneier konnten von km 630 – km 660 nachgewiesen werden. An den Stationen bei km 670 und km 680 wurden im Jahr 2015 keine Finteneier erfasst. Die Ergebnisse zeigen im Längsverlauf der Elbe z.T. deutliche Abundanzunterschiede. Auf der in Abb. 32 gewählten Betrachtungsebene (Mittelwerte, 95 % Vertrauensintervall) wird die stationsinterne hohe Variabilität erkennbar. Diese resultiert zum einen aus der saisonalen und zum anderen aus einer kleinräumigen Variabilität, da die Strom-km bezogenen Daten sowohl den Untersuchungszeitraum als auch die Stromseiten (Nord, Süd) und 2 Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) integrieren. Trotz dieser Variabilitätsfaktoren ist ein räumliches Verteilungsmuster erkennbar. So wurden wie im Vorjahr im Bereich stromauf km 645 die höchsten Eidichten erfasst. Das Maximum wurde bei km 635 mit ca. 1.400 Ind./100 m<sup>3</sup> verzeichnet. Insgesamt lag die Eidichte im Hauptstrom bei ausgeprägten lokalen Unterschieden (Abb. 32, links) durchschnittlich um ca. 188 Ind./100 m<sup>3</sup>.

In den Nebeneiben wurden im Jahr 2015 dagegen generell nur sehr geringe Finteneizahlen registriert, der Gesamtmittelwert lag bei lediglich  $< 5$  Ind./100 m<sup>3</sup>. In der Hahnöfer Nebeneibe wurden mit ca. 10 Ind./100 m<sup>3</sup> die höchsten Anzahlen im Vergleich der untersuchten Nebeneiben festgestellt. An den Messstellen der anderen Nebeneiben wurden geringe Eidichten von 0 – 2,1 Ind./100 m<sup>3</sup> ermittelt. In der Pagensander NE erfolgte wie im Vorjahr kein Finteneinachweis (Abb. 32, rechts)

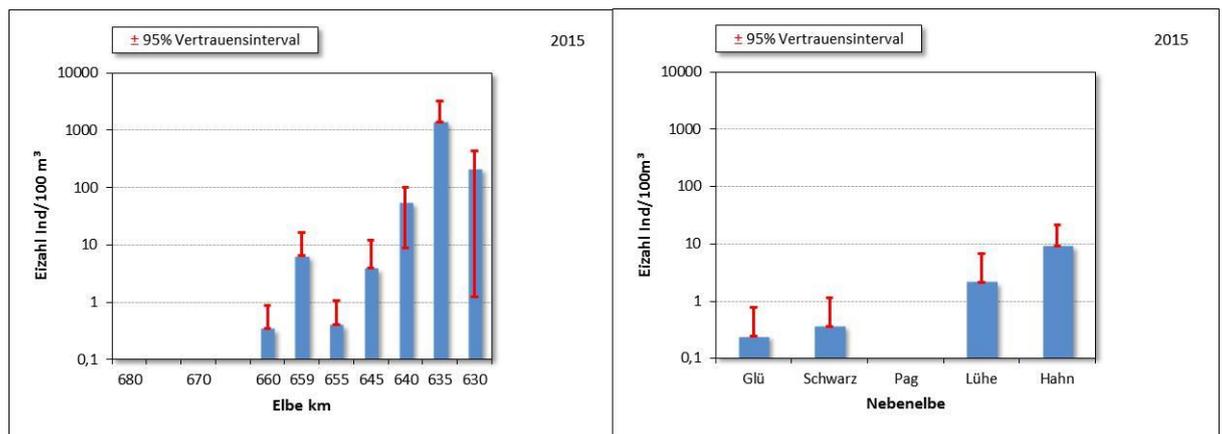


Abb. 32: Finteneidichten (Ind./100 m<sup>3</sup> auf Halebene) im Längsverlauf der Tideelbe (km 630 – km 680, linkes Bild) sowie in Nebeneiben (rechtes Bild).

Die Ergebnisse integrieren die Variabilität über die Zeit (28.04./29.04., 12.05./13.05., 28./29.05.2015.) sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen). Hahn = Hahnöfer NE, Lühe = Lühesander NE, SchwTS = Schwarztonnensander NE, Pag = Pagensander NE, Glü = Glückstädter NE.

Wie bereits oben angemerkt, spiegeln die Holdaten verschiedene Variabilitätsfaktoren wider. Die Daten sind wie folgt gruppiert und ausgewertet worden, um die zeitliche und kleinräumige Variabilität zu veranschaulichen:

- **Daten gruppiert nach Untersuchungszeitpunkt differenziert nach Hauptstrom und Nebelben** (Abb. 33, Bilder oben): Finteneier waren im Jahr 2015 an allen drei Untersuchungsterminen vorhanden. Die relativ höchste Eidichte wurde im Hauptstrom bei insgesamt saisonalen Unterschieden Mitte Mai registriert. Auch in den Nebelben wurde gleichsinnig ein relatives Maximum Mitte Mai ermittelt. Die Eidichten lagen jedoch vergleichsweise deutlich unterhalb derjenigen im Hauptstrom. Die mittleren Eidichten/saisonaler Kampagne erreichten zwischen etwa 21 bis 460 Ind./100 m<sup>3</sup> (Hauptstrom) und < 1 bis 6 Ind./100 m<sup>3</sup> (Nebelben gesamt). Damit lagen die Eizahlen im Hauptstrom deutlich über den Vorjahreswerten, während die Larvenzahlen in den Nebelben auf dem niedrigen Vorjahresniveau blieben. Die zeitlichen Unterschiede zwischen Ende April bis 4. Maiwoche sind sowohl im Hauptstrom als auch in den Nebelben signifikant (Kruskal Wallis  $p < 0.05$ ).
- **Daten gruppiert nach Tiefenzone** (Abb. 33, Bilder Mitte): Im Rahmen der Längstransectuntersuchung (inkl. der Nebenarme) wurden an jeder Station zwei Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) beprobt. Die Daten zeigen für den Hauptstrom einen vertikalen Gradienten mit höheren Eidichten in der unteren Wassersäule (im Mittel 302 Ind./100 m<sup>3</sup>) und geringeren Anzahlen (76 Ind./100 m<sup>3</sup>) in der oberen Wassersäule. Ein analoges Ergebnis, wenngleich auf einem insgesamt geringeren Abundanz-Niveau wurde auch für die Nebelben verzeichnet (4 Ind./100 m<sup>3</sup> vs. < 1 Ind./100 m<sup>3</sup>). Die vertikalen Unterschiede sind nur im Hauptstrom statistisch signifikant (parameterfreier Mann Whitney Test  $p < 0.05$ ).
- **Daten gruppiert nach Stromseite** (Abb. 33, Bild unten links): An jeder Station des Längstransects im Hauptstrom erfolgte eine Beprobung der nördlichen sowie der südlichen Stromseite. Die Ergebnisse zeigen diesbezüglich insofern Unterschiede, als insgesamt im Bereich der nördlichen Stromseite höhere Eidichten (341 Ind./100 m<sup>3</sup>) erfasst wurden als auf der südlichen Seite (38,5 Ind./100 m<sup>3</sup>). Die Unterschiede sind zwar deutlich, aber statistisch nicht signifikant (parameterfreier Mann Whitney Test  $p > 0.05$ ). Wie bereits im Vorjahr, wurden anders als 2011 – 2013 mehr Finteneier auf der nördlichen Stromseite erfasst. Die Gründe für ein solches Ergebnis lassen sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht klären. Es sei darauf verwiesen, dass die bereits oben benannten singulären Maxima das Mittelweltergebnis beeinflussen haben können.
- **Nebelben, Daten gruppiert nach Position der Messstellen** (Abb. 33, Bild unten rechts): Die Ergebnisse deuten, bezogen auf die absoluten Finteneizahlen auf nur geringe räumliche Unterschiede in den Nebelben hin. So wurden unabhängig von der Lage der Nebelbe 2015 überwiegend etwas höhere Eidichten im stromab befindlichen Bereich (im Mittel 3 Ind./100 m<sup>3</sup>) und geringere (1,7 Ind./100 m<sup>3</sup>) an den Stationen im stromauffliegenden Bereich der Nebelben festgestellt. Diese geringen Unterschiede sind statistisch nicht signifikant (Mann Whitney Test  $p > 0.1$ ).

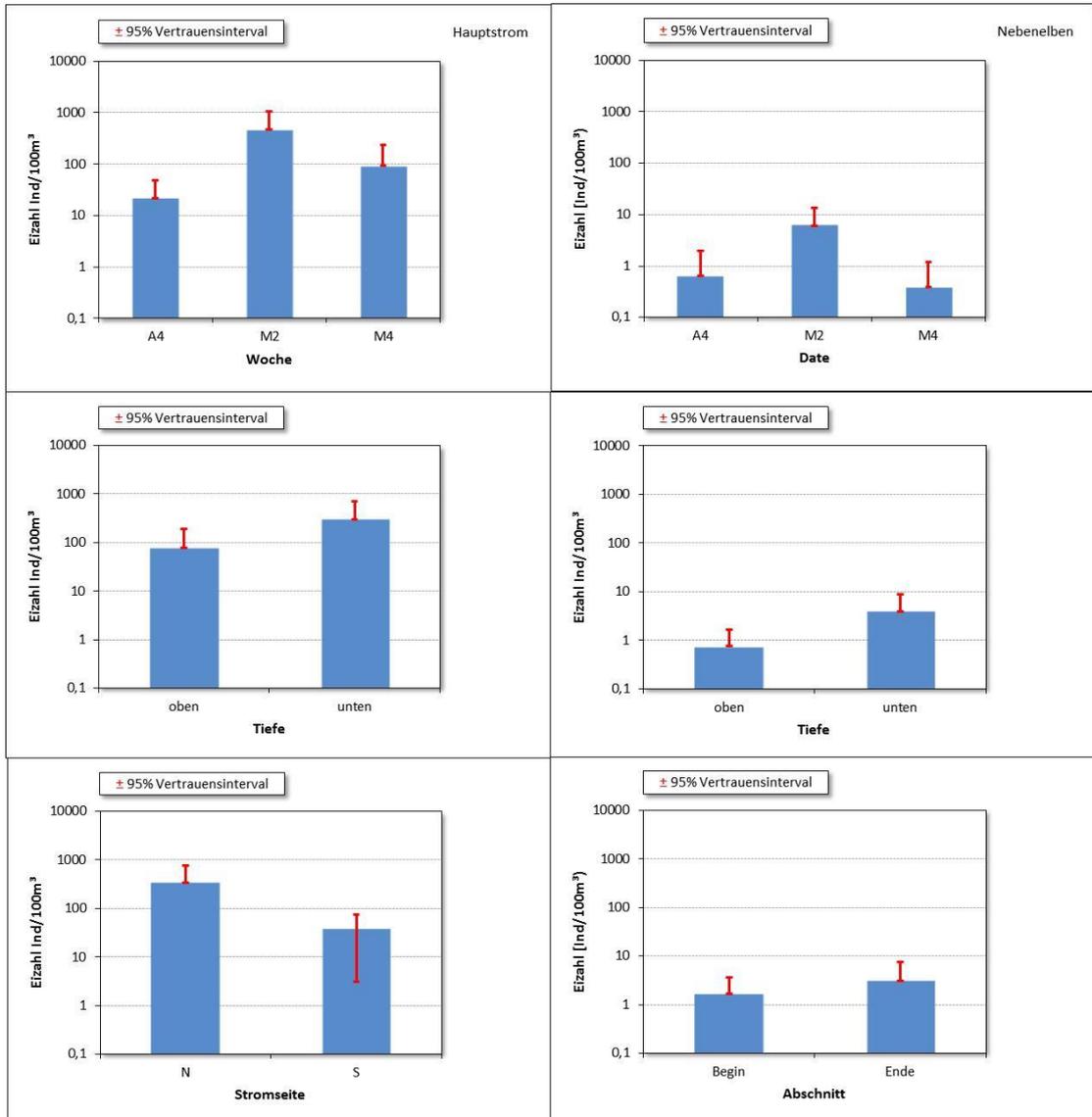


Abb. 33: Zeitlich und kleinräumige Variabilität der Finteneidichte (Ind./100 m³) in der Tideelbe im Bereich von km 630 – km 680 (links) sowie in den Nebanelben (rechts). (Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand, Glückstädter NE). Hauptstrom N = nördliche Stromseite, S = südliche Stromseite. NE-Messstelle „Begin“ = Position im stromaufliegenden Abschnitt; Messstelle „Ende“ = Position stromabliegender Abschnitt.

Abb. 34 bis Abb. 36 veranschaulichen die 2015 festgestellten Eidichten an den Längstransektstationen (LT km 630 – km 680) sowie in den Nebanelben, differenziert nach Untersuchungstermin. Die für die Stromelbe dargestellten Ergebnisse (grün: höhere Dichten, rot kein Fintenein Nachweis) differenzieren dabei zwischen der südlichen und nördlichen Stromseite (jeweils gegenüberliegende Punkte).

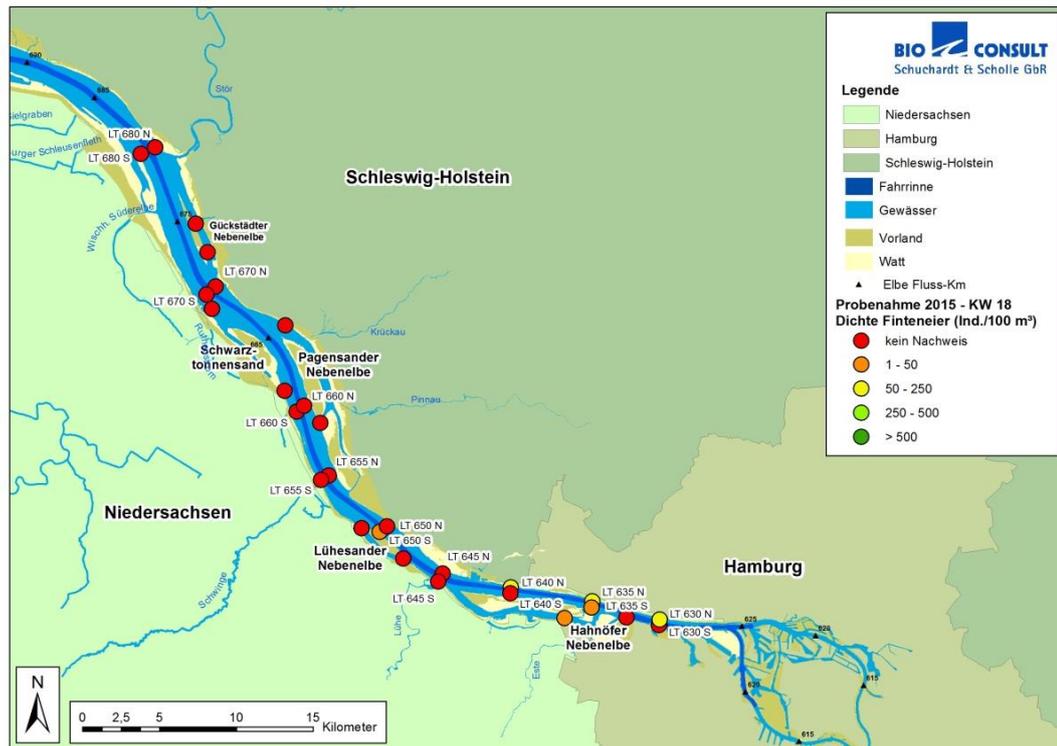


Abb. 34: Finteneidichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelbe(n) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztönnensand (SchwTs) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (28.04./29.04.2015).

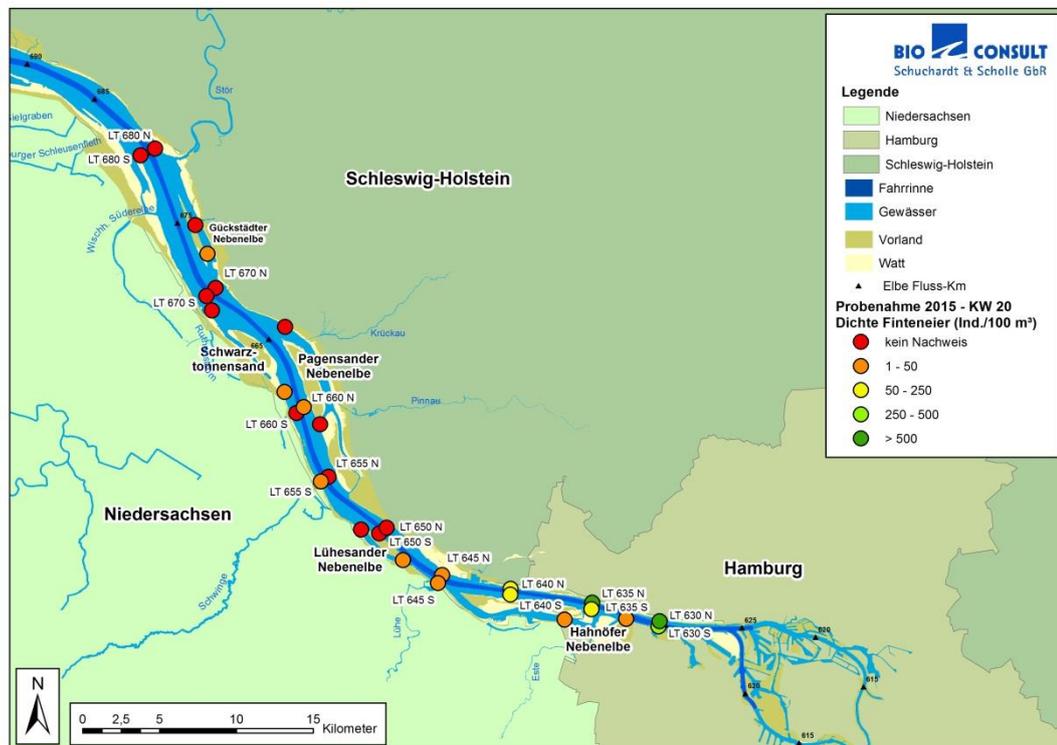


Abb. 35: Finteneidichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelbe(n) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztönnensand (SchwTs) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (12.05./13.05.2015).

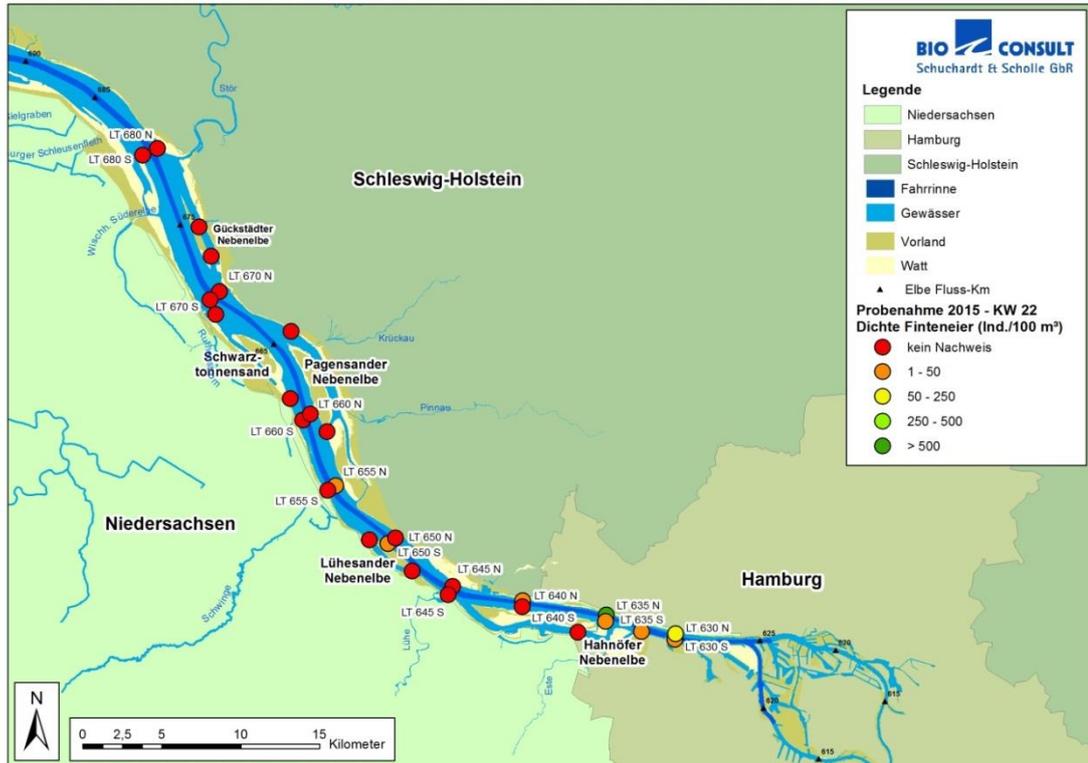


Abb. 36: Finteneidichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelbe(n) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwTS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (28./29.05.2015).

#### 4.3.2 Fintenlarven

Im Jahr 2015 wurden im gesamten Untersuchungsbereich von km 630 – km 680 Fintenlarven erfasst, allerdings in unterschiedlicher Abundanz. Auf der in Abb. 37 gewählten Betrachtungsebene (Mittelwerte, 95 % Vertrauensintervall) wird eine stationsintern hohe Variabilität erkennbar. Diese resultiert zum einen aus der saisonalen und zum anderen aus einer kleinräumigen Variabilität, da die Strom-km bezogenen Daten sowohl den Untersuchungszeitraum als auch die Stromseiten (Nord, Süd) und zwei Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) integrieren. Trotz dieser Variabilitätsfaktoren ist ein räumliches Verteilungsmuster zumindest schwach erkennbar. Es ist hier jedoch anzumerken, dass die Unterschiede im Längsverlauf vor dem Hintergrund eines im Jahr 2015 insgesamt niedrigen Abundanz Niveaus (Gesamtmittel Hauptstromstationen 5,4 Ind./100 m<sup>3</sup> und ebenfalls ca. 5,4 Ind./100 m<sup>3</sup> in den Nebelben) einzuordnen sind.

Relative Abundanzmaxima (9 Ind./100 m<sup>3</sup> und 8 Ind./100 m<sup>3</sup>) der Fintenlarven im Hauptstrom wurden im Bereich um km 630 und km 655 erfasst. Alle übrigen Stationen weisen geringere Larvenanzahlen (< 6,7 Ind./100 m<sup>3</sup>) auf (Abb. 37). Vor allem im Vergleich zu 2011/12 waren die Larvenanzahlen im Jahr 2015 deutlich geringer (vgl. Kap. 6).

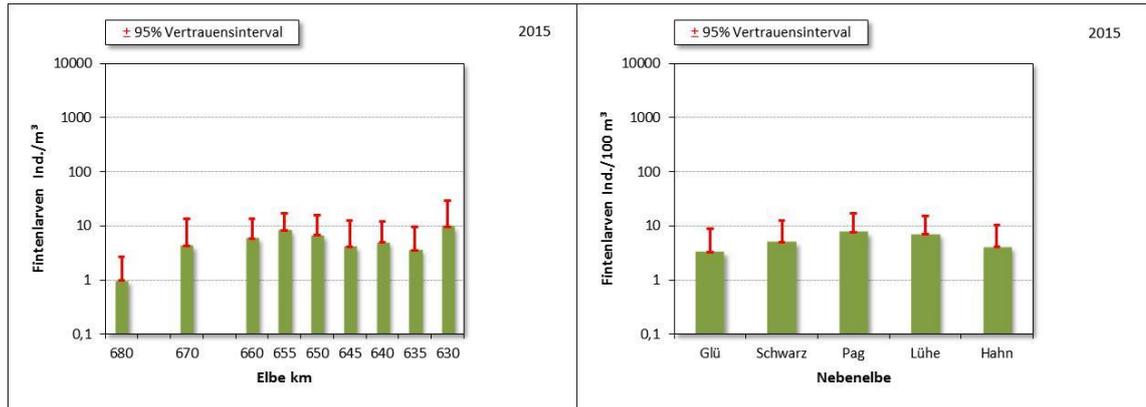


Abb. 37: Fintlarvendichten/Hol (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Längsverlauf der Tideelbe (Bild links) sowie in den Nebenelben (Bild rechts). Die Punkte veranschaulichen die Variabilität über die Zeit (28.04./29.04., 12.05./13.05., 28./29.05.2015) sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen). Hahn = Hahnöfer NE, Lühe = Lühesander NE, SchwTS = Schwarztonnensand, Pag = Pagensander NE, Glü = Glückstädter NE; Daten 2015.

Die Unterschiede mit Blick auf die Larvendichte waren im Vergleich der Nebenelben eher gering. Das relative Maximum entfiel 2015 mit durchschnittlich 7,5 Ind./100 m<sup>3</sup> auf die Pagensander Nebenelbe. Das 2015 dokumentierte NE-Gesamtmittel (5,4 Ind./100 m<sup>3</sup>) unterschreitet den Wert aus 2011 (476 Ind./100 m<sup>3</sup>) etwa um den Faktor 80. Es sei hier angemerkt, dass es sich bei den Längstransectuntersuchungen um einzelne Stichproben handelt, so dass ein zufallsbedingtes Ergebnis nicht ganz auszuschließen ist.

Wie bereits oben angemerkt, spiegeln die Holdaten verschiedene Variabilitätsfaktoren wider. Die Larven-Daten sind daher ergänzend wie folgt gruppiert und ausgewertet worden, um die zeitliche und kleinräumige Variabilität zu veranschaulichen:

- **Daten gruppiert nach Untersuchungszeitpunkt** (Abb. 38 Bilder oben): Fintlarven wurden im Rahmen der Längstransectfahrten im Hauptstrom sowie in den Nebenelben erst ab dem Untersuchungstermin 12.05.2015 erfasst (vgl. Abb. 41, Bild oben). Im Mittel lagen die Anzahlen um Mitte Mai bei 12 Ind./100 m<sup>3</sup> (Hauptstrom) und 15 Ind./100 m<sup>3</sup> (Nebenelben). Ende waren die Werte sowohl im Hauptstrom (4,4 Ind./100 m<sup>3</sup>) und v.a. in den Nebenelben (1,1 Ind./100 m<sup>3</sup>) geringer.
- **Daten gruppiert nach Tiefenzone** (Abb. 38, Bilder Mitte): Im Rahmen der Längstransectuntersuchung wurden an jeder Station zwei Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) beprobt. In der oberen Wassersäule konnten im Mittel ca. 5,4 Ind./100 m<sup>3</sup> und 3,4 Ind./100 m<sup>3</sup> erfasst werden; in der unteren Wassersäule waren die Larvenzahlen (ca. 5,4 Ind./100 m<sup>3</sup> bzw. 7,4 Ind./100 m<sup>3</sup>) gleich oder etwas höher als in der oberen Wassersäule. Aufgrund der ausgeprägten Variabilität der Einzeldaten (v.a. Ausreißerwert bei Schwarztonnensand) sind die ermittelten Unterschiede statistisch nicht signifikant ( $p > 0.1$ , Mann Whitney).
- **Daten gruppiert nach Stromseite** (Abb. 38, Bild unten, links): An jeder Station des Längstransects erfolgte eine Beprobung der nördlichen sowie der südlichen Stromseite. Die larvenbezogenen Ergebnisse zeigen Unterschiede zwischen den Stationen der jeweiligen Stromseiten. So konnten an den südlichen Stationen im Abschnitt von km 630 - km 680 durchschnittlich 7 Ind./100 m<sup>3</sup> und an den nördlichen 3,6 Ind./100

m<sup>3</sup> registriert werden. Die Unterschiede sind aufgrund der jeweils internen räumlich und zeitlichen Variabilität statistisch nicht signifikant ( $p > 0.1$ , Mann Whitney).

- **Nebeneiben, Daten gruppiert nach Position der** Messstellen (Abb. 38, Bild unten, rechts): 2015 wurden bezogen auf das Larven-Gesamtmittel geringe Unterschiede zwischen den stromauf befindlichen Stationen (ca. 8 Ind./100 m<sup>3</sup>) und den stromab befindlichen Stationen in den Nebeneiben (2,7 Ind./100 m<sup>3</sup>) festgestellt ( $p = 0.1$ , Mann Whitney).

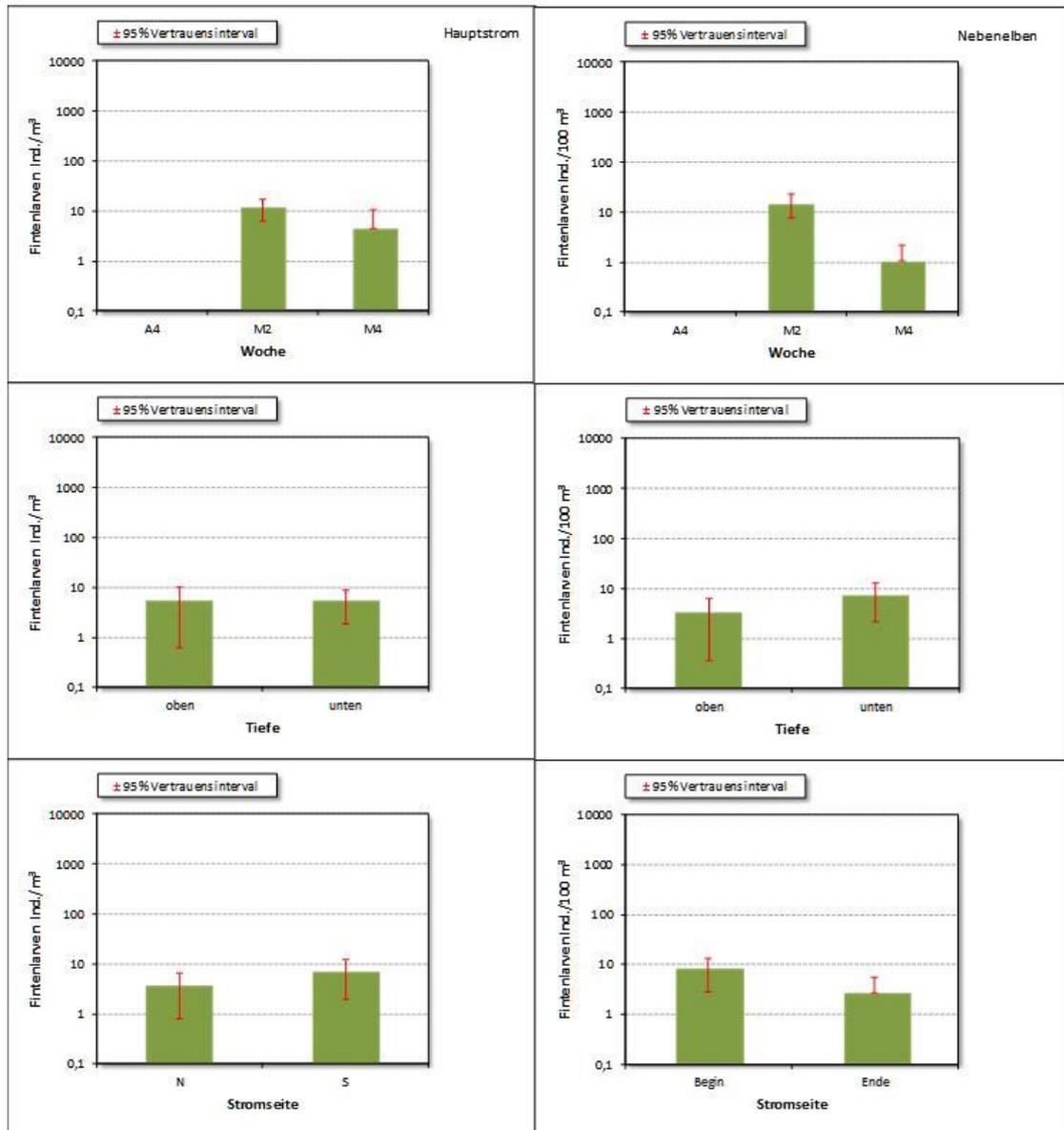


Abb. 38: Zeitlich und kleinräumige Variabilität der Fintlarvendichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) in der Tideelbe im Bereich von km 630 – km 680 (links) sowie in den Nebeneiben (rechts) (Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand, Glückstädter NE).

Hauptstrom N = nördliche Stromseite, S = südliche Stromseite. NE-Messstelle „Beginn“ = Position im stromaufliegenden Abschnitt; Messstelle „Ende“ = Position im stromabliegenden Abschnitt. Daten 2015.

Abb. 39 bis Abb. 41 zeigen die im Jahr 2015 erfassten mittleren Fintenlarvenanzahlen an den Längstransektstationen (LT km 630 – km 680) und in den Nebenelben, differenziert nach Untersuchungstermin. Die für die Stromelbe dargestellten Ergebnisse differenzieren dabei z. T. zwischen der südlichen und nördlichen Stromseite (jeweils gegenüberliegende Punkte).

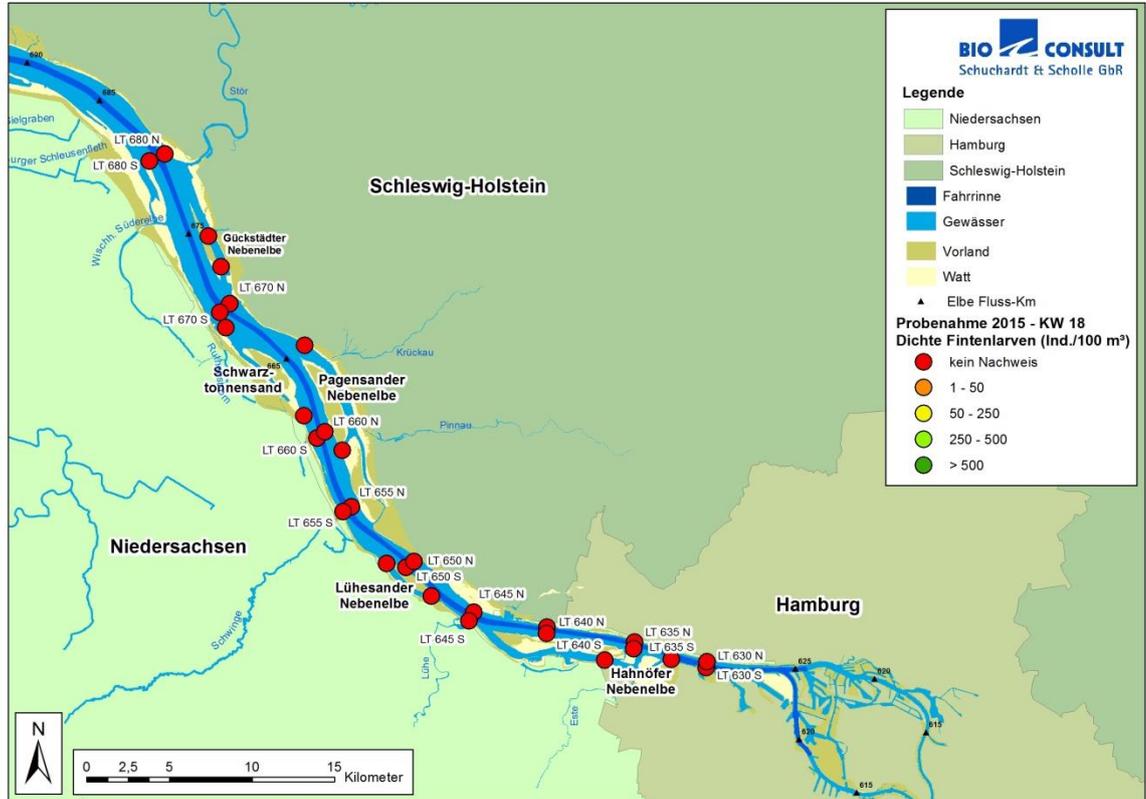


Abb. 39: Fintenlarvendichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebenelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztönnensand (Schwts) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (28.04./29.04.2015).

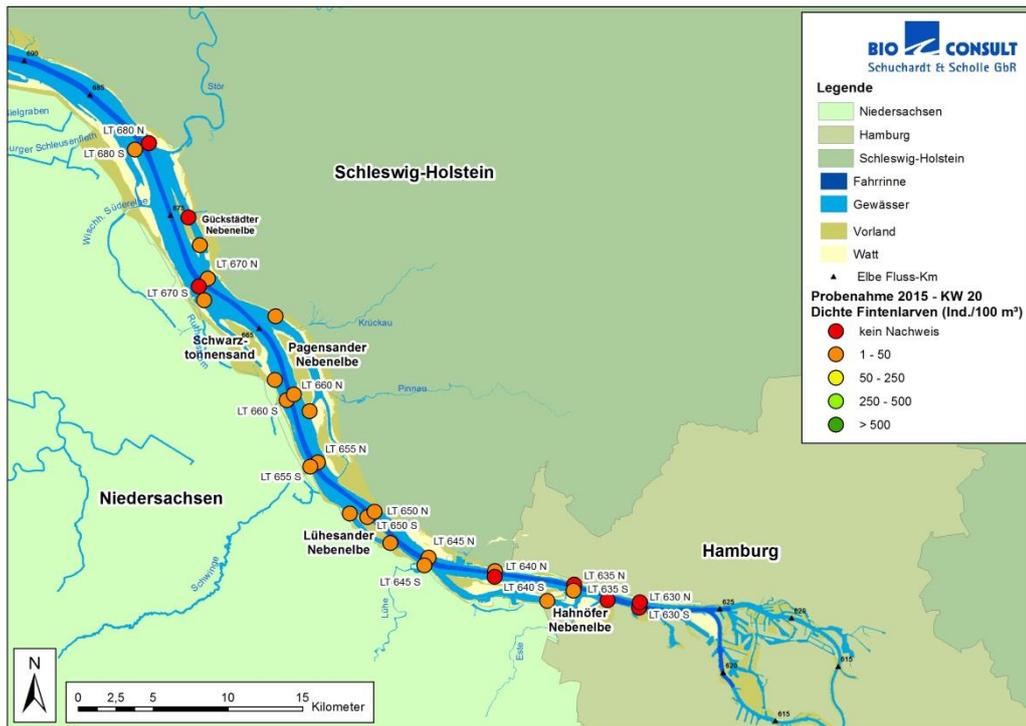


Abb. 40: Fintenlarvendichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelbe(n) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwTS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (12.05./13.05.2015).

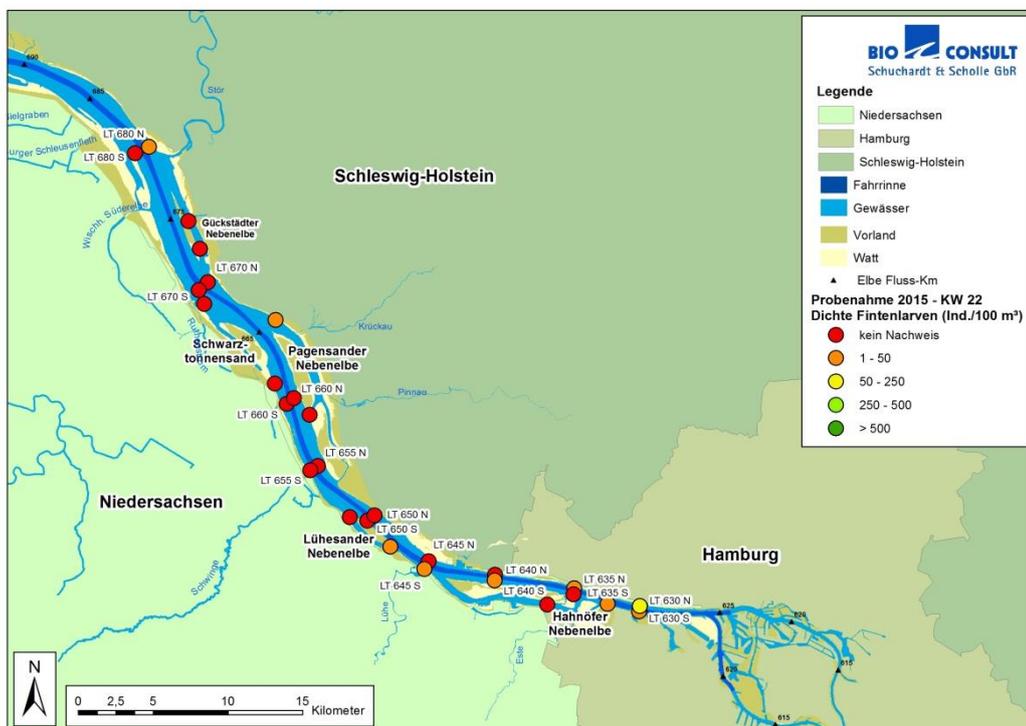


Abb. 41: Fintenlarvendichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelbe(n) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwTS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (28.05./29.05.2015).

## 5. Hamenfänge

### 5.1 Frühjahr (adulte Finten)

Im Frühjahr 2015 wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung keine Hamenfänge zur Erfassung der adulten Finte durchgeführt. Um dennoch einen einordnenden Hinweis auf die Situation der adulten Finten zu liefern, wurden aber Frühjahrsdaten (Mai 2015) aus dem Übergangsgewässer (Fangstationen: Kollmar, Krautsand, Brunsbüttel, Medem) berücksichtigt. Die Daten sind im Rahmen des WRRL-Fischmonitorings erhoben worden und hier vom NLWKN Stade zur Verfügung gestellt. An der Fangstation Kollmar (ca. km 665) wurden mit 61 Ind./h/80 m<sup>2</sup> die höchsten Anzahlen Finten erfasst. Im Mittel sind 21 Ind./h/80 m<sup>2</sup> gefangen worden. Diese Werte spiegeln nach dem WRRL-Bewertungsverfahren FAT-TW in etwa ein „gutes ökologisches Potenzial“ wider (zur Definition des ökologischen Potenzials vgl. BIOCONSULT 2014).

### 5.2 Sommer (juvenile Finten)

Um Hinweise auf die Frage zu bekommen, wann und in welchem Umfang die Abwanderung der juvenilen Finten erfolgt, wurden im Sommer an insgesamt vier Fangstellen Hamenfänge mit dem Focus auf der Erfassung der AG 0+ Finten durchgeführt. Ältere Larvenstadien lassen sich aufgrund ihrer erreichten Größe (um 4 bis 8 cm) mit dem Ichthyoplanktonnetz nicht mehr repräsentativ erfassen. Die zeitliche Terminierung der Hamenfänge und örtliche Positionierung der Fangstellen wurde aus älteren Daten von MÖLLER (1988) abgeleitet. In den 80iger Jahren konnten im Rahmen einer umfangreichen Befischung juvenile Finten im Zeitraum v.a. Juli (Fangmaximum) und August etwa stromab von Wedel bis Brunsbüttel in höheren Anzahlen erfasst werden.

Die Befischungen wurden im Jahr 2015 in der ersten Augustwoche durchgeführt. Die Fangstationen waren wie im Vorjahr entlang des Salinitätsgradienten von Tinsdal (ca. km 639, Süßwasser), Lühesand (km 652, Grenze Süßwasser, oligohalin), Glückstadt (km 671, oligohalin) bis Brunsbüttel (km 690, mesohalin; Abb. 1) positioniert.

Eine Gesamtartenliste aller im Sommer erfassten Fische ist dem Anhang 2 zu entnehmen. Die folgende Auswertung fokussiert ausschlich auf die Finte.

#### 5.2.1 Ergebnisse

##### **Längenhäufigkeit**

Die im Sommer 2015 ermittelte Größenamplitude der Finten umfasste Längen von 4 bis 45 cm, d.h. der Fang umfasste sowohl die „Zielgruppe“ AG 0+ als auch ältere, bzw. mehrjährige Tiere (Abb. 42). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde die Grenze zwischen AG 0+ (also juvenile

des Untersuchungsjahres) und AG 1+ bei ca. 8 cm definiert. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass diese Grenze hier nicht abgesichert ist. Denkbar wäre, dass auch 9 – 10 cm große Exemplare nicht der AG 1+, sondern noch der AG 0+ angehören. Die Grenze 8 cm wurde auch gewählt, da auch MÖLLER (1988) Finten bis etwa 8 cm Größe der AG 0+ zuordnet hat.

Der Modalwert der Längenverteilung lag im Jahr 2015 bei 6 – 7 cm (Abb. 42), im Vorjahr bei 6 cm, im Jahr 2013 bei 9 cm und 1985 (MÖLLER 1988) bei 5 cm. Etwa 74 % der im Jahr 2015 ausgewerteten Tiere (N = 1.438) wiesen eine Länge < 8 cm auf (als AG 0+ definiert).

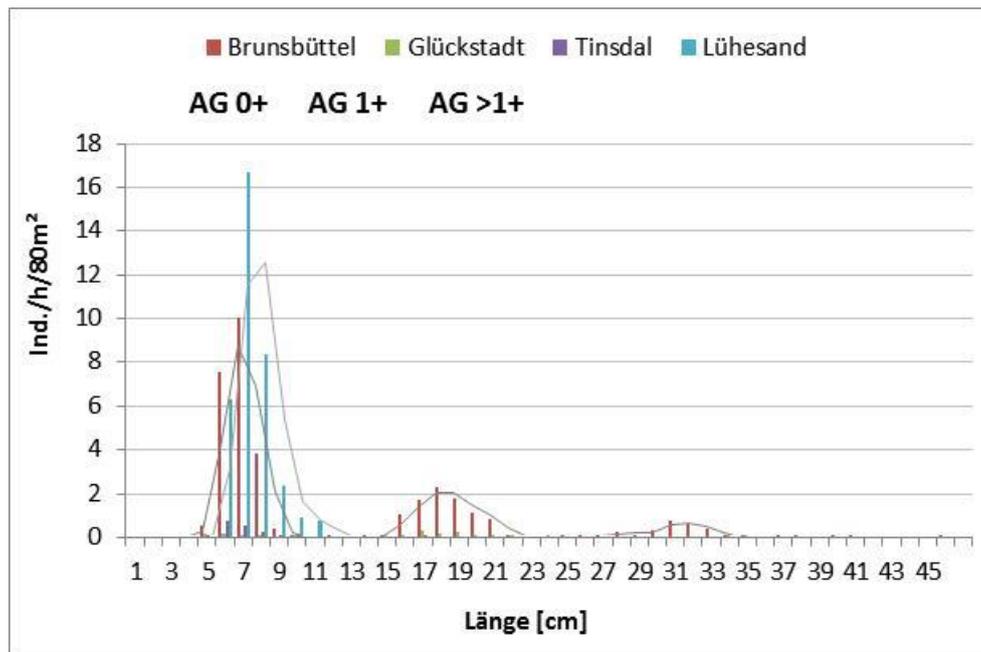


Abb. 42: Längenhäufigkeitsverteilung der Finten im August 2015.

### Abundanz

Finten konnten an allen vier Fangstationen erfasst werden. Die Fangzahlen variierten räumlich jedoch deutlich.

So wurde die geringste Anzahl bei Tinsdal (1,2 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) und Lühesand (1,3 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) ermittelt. Die höchsten Abundanzen sind bei Glückstadt (5,3 Ind./h/80 m<sup>2</sup>, sowie Brunsbüttel (29,3 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) verzeichnet worden. Die Verteilung der Finten im Längsverlauf deutet auf eine stattfindende Abwanderung in Richtung Küste.

Die im Sommer 2015 festgestellten Anzahlen waren im Vergleich zum Vorjahr in etwa der identischen Größenordnung, örtlich aber z.T. auch geringer. Im Vergleich zu 2013 jedoch waren die Anzahlen jedoch deutlich geringer (Abb. 43). Nicht ganz auszuschließen ist eine bereits früher erfolgte Abwanderung eines größeren Teils der juvenilen Finten in den Jahren 2014/2015. Die geringeren Zahlen der juvenilen Finten erscheinen unter Berücksichtigung der im Jahr 2014 und 2015 geringeren Larvenzahl (vgl. Kap. 4) aber plausibel.

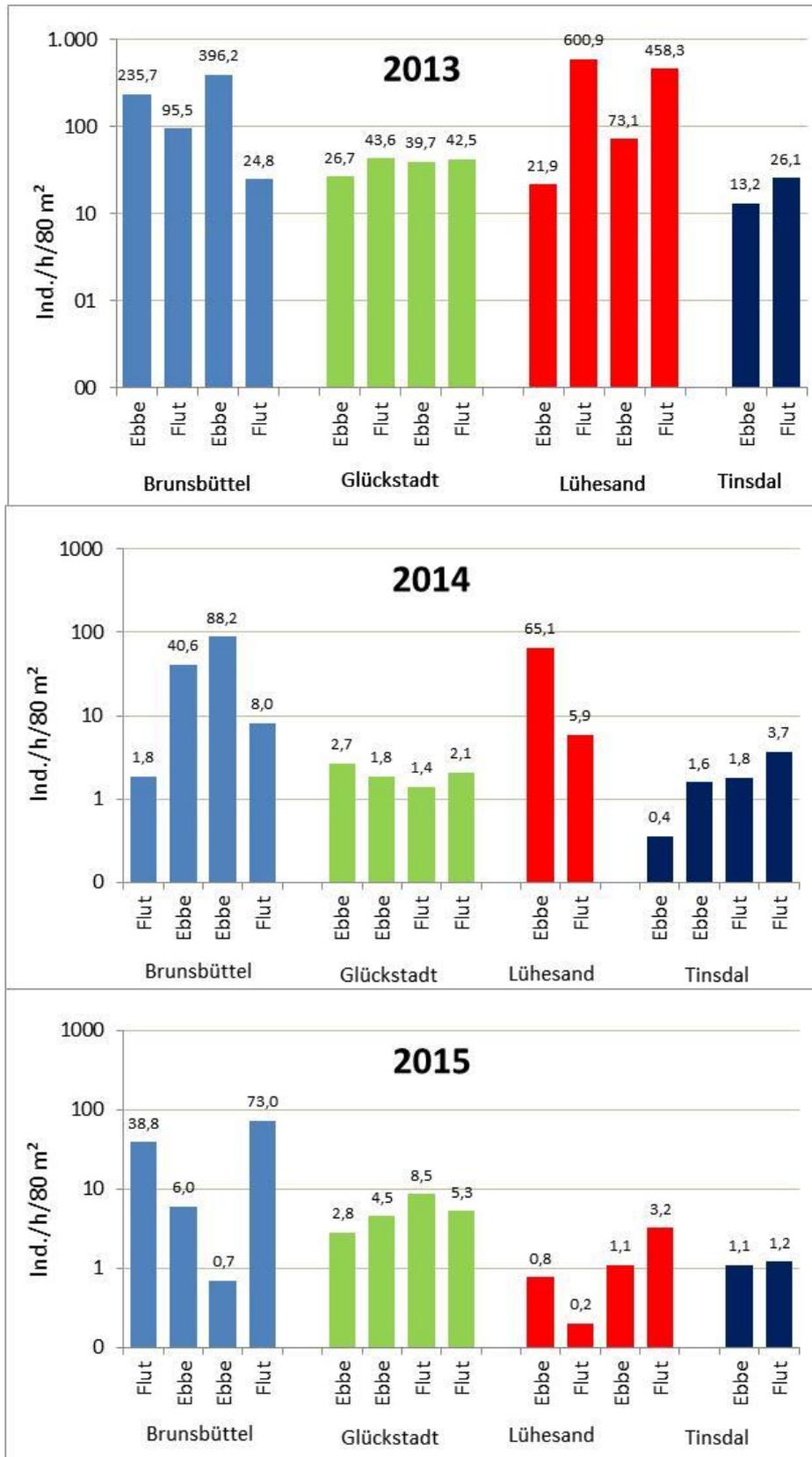


Abb. 43: Fintenabundanz/Hol (alle AG,) an den Fangstationen Tinsdal (km 639), Lühesand (km 652), Glückstadt (km 671) sowie Brunsbüttel (km 690) in den Untersuchungsjahren 2013 bis 2015.

## 6. Zusammenfassung und Kurzvergleich mit den Ergebnissen aus den Vorjahren (Ei- und Larvenfänge)

Im Rahmen der im Jahr 2015 durchgeführten Untersuchung (21.04. – 08.06.2015, inkl. der Daten aus BIOCONSULT 2015 – „Düker-Projekt“) konnte eine im Vergleich zum bisherigen Allzeitminimum im Jahr 2014 deutlich höhere Eidichte, allerdings nur eine etwas höhere Larvendichte festgestellt werden. Bezogen auf die Eidichte nähert sich das Jahr 2015 in etwa den Zwischenwerten aus 2012 und 2013 an; im Vergleich zu 2014 wurden wieder vermehrt Larven nachgewiesen, jedoch wurden die hohen Zahlen der Jahre 2011 und 2012 noch deutlich verfehlt.

Die Untersuchung zur Reproduktion der Finte in der Tideelbe hat 2015 zusammengefasst Folgendes ergeben:

- Im Zeitraum von Anfang April bis Ende Mai 2015 lag der Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau) mit überwiegend  $< 500 \text{ m}^3/\text{s}$  eher niedrig. Die Wassertemperaturen 2015 erreichten ab etwa der 3. Aprilwoche  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  und blieben Anfang Mai (ca.  $13 - 14 \text{ }^\circ\text{C}$ ) für die Jahreszeit nur mäßig hoch. Im weiteren Verlauf der Untersuchung stiegen die Temperaturen maximal auf etwa  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  (Anfang Juni). Die Leitfähigkeit erreichte von Anfang April bis etwa Ende Mai 2015 im Untersuchungsbereich bei km 643 Werte zwischen  $> 1.000 \text{ } \mu\text{s}/\text{cm}$  bis  $> 1.200 \text{ } \mu\text{s}/\text{cm}$ . Mit Blick auf die Sauerstoffsituation zeigten sich günstige Sauergehalte um  $6 \text{ mg}/\text{l}$  bis etwa Ende Mai und auch bis Ende Juni wurden ganz überwiegend Gehalte von  $> 4 \text{ mg}/\text{l}$  gemessen.
- **Finteneier (Quertransekt)** wurden im Zeitraum vom 21.04. – 08.06.2015 erfasst. Die Befunde zeigen, dass 2015 der Beginn der Laichtätigkeiten auf etwa Ende April datiert werden kann. Die erste umfangreiche Eiablage (gleichzeitig auch das Maximum) erfolgte Anfang Mai bei Wassertemperaturen um  $13 \text{ }^\circ\text{C}$ . Zu diesem Zeitpunkt erreichten die mittleren Eidichten sowohl bei QT km 643 als auch bei QT km 651 etwa  $600 - 800 \text{ Ind.}/100 \text{ m}^3$ . Im Verlauf der folgenden Wochen gingen die Eidichten zurück. Anfang Juni lag die Eidichte bei  $4,2 \text{ Ind.}/100 \text{ m}^3$  (QT km 643).
- **Finteneier (Längstransekt: Hauptstrom, Nebelelben):** Im Jahr 2015 wurden Finteneier im Untersuchungsbereich von km 630 – km 660 nachgewiesen. Hier zeigte sich ein Gradient von innen (km 630  $> 1.000 \text{ Ind.}/100 \text{ m}^3$ ) nach außen (km 660 bis  $< 1 \text{ Ind.}/100 \text{ m}^3$ ). Insgesamt lagen die Eidichten im Hauptstrom ( $188 \text{ Ind.}/100 \text{ m}^3$ ) wesentlich höher als in den Nebelelben ( $< 5 \text{ Ind.}/100 \text{ m}^3$ ). Lokal wurden aber z.T. auch etwas höhere Dichten in Nebelelben dokumentiert. Es ist zu beachten, dass die LT-Messstellen stichprobenhaft beprobt wurden, insofern können die Ergebnisse zur räumlichen Verteilung eingeschränkt belastbar sein.
- **Fintenlarven (Quertransekt)** traten im Zeitraum vom 06.05. – 08.06.2015 auf. Ein zeitliches Maximum wurde bei km 643 und bei km 651 in diesem Jahr in der 3. Maiwoche verzeichnet. Die Larvendichte blieb auch zu diesem Zeitpunkt mit bis zu 65

Ind./100 m<sup>3</sup> (km 643) und 30 Ind./m<sup>3</sup> (km 651) insgesamt auf einem mäßigen bis niedrigen Niveau. Im Flussquerschnitt war die Verteilung der Larven eher undeutlich, dies begründet sich v.a. durch die geringen Larvendichten (im Mittel 3,7 – 19,7 Ind./100 m<sup>3</sup>). In der Tendenz waren bei km 643 die Anzahlen in der nördlichen Stromhälfte höher als an den südlichen Stationen. Die Larvenanzahlen in der Hahnöfer Nebenelbe (9 Ind./100 m<sup>3</sup>) nahmen eine Mittelstellung zwischen den Ergebnissen der nördlichen und der südlichen Stationen in der Stromelbe ein. Bei Transekt km 651 wurden keine deutlichen Unterschiede der Larvendichte über den Stromquerschnitt verzeichnet.

- **Fintenlarven (Längstransekt: Hauptstrom, Nebenelben):** Die Untersuchung über den Längsverlauf der Tideelbe zeigt, dass 2015 ab etwa Anfang Mai Fintenlarven im Untersuchungsbereich von km 630 – km 680 nachgewiesen wurden. Die relativ höchsten Dichten entfallen auf die Stationen km 630 (ca. 0 Ind./100 m<sup>3</sup>) und km 655 (ca. 9 Ind./100 m<sup>3</sup>), wobei die Unterschiede insgesamt eher graduell waren. Unterschiede zwischen Nebenelben (Gesamtmittel 5,3 Ind./100 m<sup>3</sup> und Hauptstrom (Gesamtmittel 5,5 Ind./100 m<sup>3</sup>) sind nicht zu konstatieren.

### Kurzvergleich (interannuell)

Im Rahmen des Jahresberichtes 2015 ist kein vertiefter interannueller Vergleich vorgesehen. Um aber die Ergebnisse etwas besser einordnen zu können, soll hier zumindest ein kurzer Vergleich mit den Vorjahresergebnissen erfolgen.

#### *Abiotische Rahmenbedingungen*

1. Insbesondere die Frühjahre 2014 und 2015 waren von unterdurchschnittlichen Oberwasserabflüssen geprägt.
2. Die Wassertemperaturen im Frühjahr 2015 wiesen keine besonderen Auffälligkeiten auf. Die Temperaturentwicklung nahm im Vergleich zu den Vorjahren bis Anfang Mai eine Mittelstellung ein. Ab Anfang Mai blieben die Temperaturen im Jahresvergleich mit < 16 °C tendenziell kühler (mit Ausnahme von 2013). Die Wassertemperaturen steuern den Beginn der Laichaktivitäten und können auch Einfluss auf die spätere Entwicklung der Finteneier und Larven haben. Zum einen ist die Temperatur ein wesentlicher Faktor, der den Beginn der Laichphase auslöst, zum anderen könnten z.B. kühle Temperaturen während der Entwicklungsphase von Finteneiern und Larven (Mai – Juni) dämpfend auf den Rekrutierungserfolg wirken.
3. Die Entwicklung der Salinität ist an den Oberwasserabfluss gekoppelt. Aufgrund der im Mai überwiegend unterdurchschnittlichen Abflussverhältnisse lag die Leitfähigkeit im Jahr 2015 bezogen auf den Pegel D1 (km 643) bis Ende Mai um bis zu > 200 µS/cm über den Werten der Vorjahre.
4. Die Sauerstoffentwicklung im Frühjahr 2015 entsprach mit kontinuierlich rückläufigen Werten ab Anfang April bis Mai weitgehend dem Muster der Vorjahre. Insgesamt lagen aber die Sauerstoffgehalte bezogen auf den Untersuchungszeitraum 2011 – 2015 überdurchschnittlich hoch.

### Fintenlaichprodukte

1. Am Beispiel der Ergebnisse bei QT 643 zeigen sich insgesamt deutliche interannuelle Unterschiede hinsichtlich der Fintenei- und Larvendichten. Nach hohen Anzahlen im ersten Untersuchungsjahr 2011 wurden in den Folgejahren abnehmende Dichten festgestellt. Dies gilt sowohl für die Finteneier als auch für die Larven. Ein deutlich ausgeprägtes bisheriges Allzeitminimum fällt auf das Jahr 2014. Im Jahr 2015 wurden nach den seit 2011 rückläufigen Finteneizahlen gegenüber 2013 und 2014 wieder höhere Werte verzeichnet. Mit Blick auf die Larven konnte ebenfalls ein gewisser Zuwachs dokumentiert werden, der jedoch wesentlich schwächer ausgeprägt war als derjenige der Finteneier (Abb. 44, Tab. 21). Trotz der „normalen“ hohen zeitlichen und räumlichen Variabilität (inkl. der nicht zu vermeidenden methodisch bedingten Variabilität), sind die interannuellen Unterschiede statistisch signifikant ( $p < 0.01$ , Tab. 21). Insbesondere die Jahre 2011 (hohe Kennwerte) und 2014 (geringe Kennwerte) haben eine Sonderstellung.

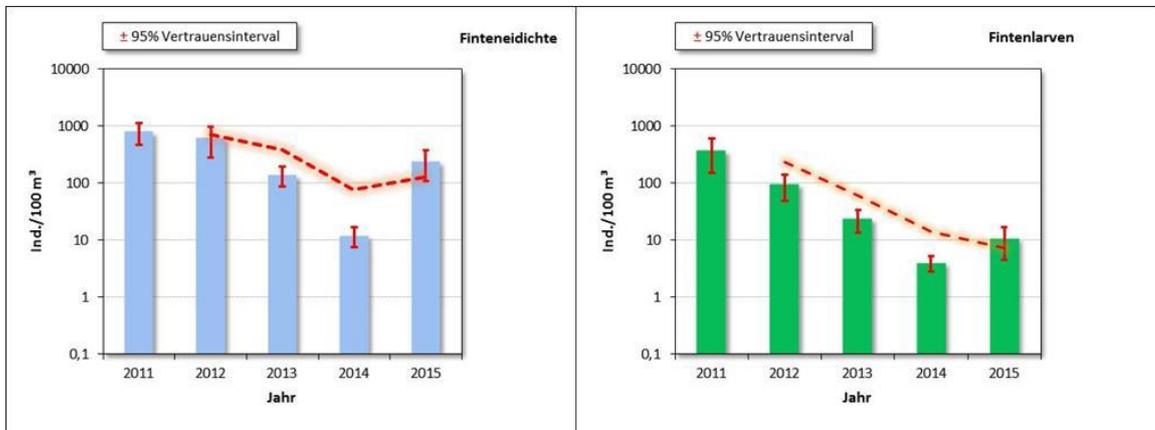


Abb. 44: Fintenei- (links) und Larvenanzahlen (rechts) von 2011 – 2015 bei km 643 in der Tideelbe (zeitlich und räumlich gemittelte Daten bei QT 643).

Untersuchungszeiträume von Mitte/Ende April – Anfang Juni, jeweils 5 Quertransektstationen (vgl. Kap. 4).

Tab. 21: Interannueller Vergleich (2011 – 2015) der mittleren Fintenei- (oben) und Larvendichte (unten).  
Ergebnisse der Varianzanalyse (Kruskal Wallis).  
Datengrundlage QT km 643. Std. Fehler = Standardfehler, Std.Abw. = Standardabweichung.

Variable: Finteneidichte				
gruppiert nach:				
Jahr	N/Hols	Mittelwert	Std.Fehler	Std.Abw.
2011	559	798,3	169,96	4018,49
2012	359	489,2	93,83	1777,86
2013	320	106,0	23,73	424,54
2014	324	12,7	2,74	49,28
2015	320	240,6	66,70	1192,70
Kruskal Wallis		$p < 0,01$		

Variable: Fintenlarven				
gruppiert nach:				
Jahr	N/Hols	Mittelwert	Std.Fehler	Std.Abw.
2011	559	375,2	113,83	2691,39
2012	359	94,6	30,17	531,28
2013	320	21,4	5,81	103,86
2014	324	4,6	0,75	13,42
2015	320	10,9	3,19	57,24
Kruskal Wallis		$p < 0,01$		

Ein in etwa vergleichbares Ergebnis lässt sich auch auf Grundlage der Längstransekt-Daten (Stichproben) erkennen. Die zeitlich und räumlich aggregierten Daten zeigen für das Jahr 2011 höhere mittlere Ei- und Larvendichten (ca. 218 Ind./100 m<sup>3</sup> bzw. 95 Ind./100 m<sup>3</sup>) als in den folgenden Untersuchungsjahren. Analog zum QT km 643 wurden im Mittel die niedrigsten Kennwerte im Untersuchungsjahr 2014 dokumentiert (Abb. 45, Tab. 22). Bezogen auf die Längstransekt-Daten konnten aktuell (2015) die zweithöchsten Eidichten (121 Ind./100 m<sup>3</sup>) im Untersuchungszeitraum 2011 – 2015 ermittelt werden. Für die Larven ist gegenüber dem Allzeitminimum (2014) dagegen nur ein sehr schwacher Zuwachs verzeichnet worden (Abb. 45, Tab. 22). Die interannuellen Unterschiede der Ei- und Larvenzahlen sind signifikant. Wie auch auf der Grundlage der QT-Daten haben die Jahre 2011 (hohe Kennwerte) und 2014 (geringe Kennwerte) eine Sonderstellung.

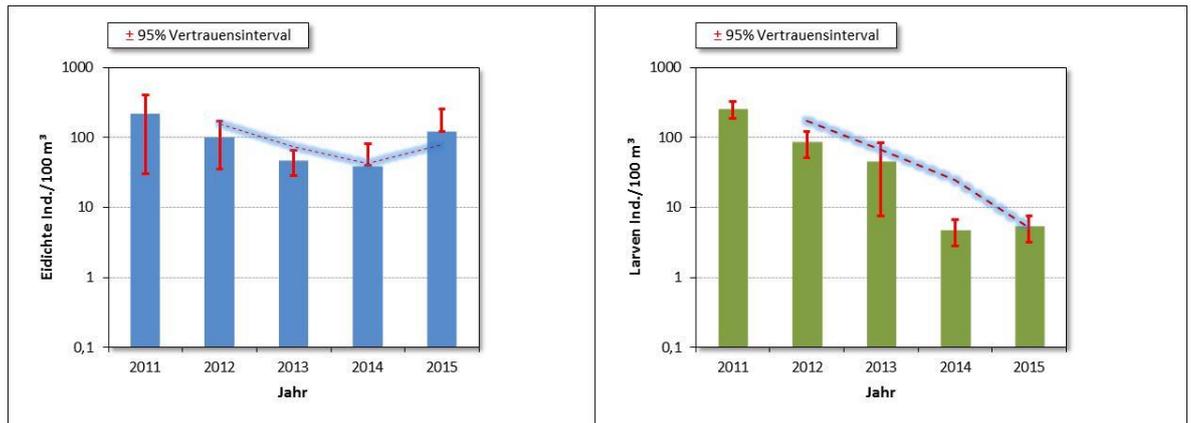


Abb. 45: Fintenei- (links) und Larvenanzahlen (rechts) von 2011 – 2015 entlang des Abschnitts km 630 – km 680 inkl. der Nebeneiben (zeitlich und räumlich gemittelte Daten). Jeweils 2 Untersuchungszeitpunkte im Mai und 1 Anfang Juni (vgl. Kap. 4).

Tab. 22: Interannueller Vergleich (2011 – 2015) der mittleren Fintenei- (oben) und Larvendichte (unten). Ergebnisse der Varianzanalyse (Kruskal Wallis). Datengrundlage Längstransekt (alle Daten inkl. Nebeneiben). Std. Fehler = Standardfehler, Std.Abw. = Standardabweichung. \* = signifikant höherer Wert.

Variable: Finteneidichte				
gruppiert nach:				
Jahr	N/Hols	Mittelwert	Std.Fehler	Std.Abw.
2011	190	217,9	94,89	1308,03
2012	174	102,3	34,04	449,02
2013	168	47,6	9,57	123,98
2014	168	39,5	21,10	273,44
2015	167	121,8	65,68	848,79
Kruskal Wallis		p <0,01		

Variable: Fintenlarven				
gruppiert nach:				
Jahr	N/Hols	Mittelwert	Std.Fehler	Std.Abw.
2011	185	258,2	36,11	491,20
2012	173	86,8	18,11	238,19
2013	167	45,3	19,16	247,57
2014	168	4,8	1,01	13,14
2015	167	5,4	1,08	13,89
Kruskal Wallis		p <0,01		

Die zeitlichen Verteilungsmuster (saisonal) folgen – trotz des interannuell sehr unterschiedlichen Abundanz-Niveaus – einem mehr oder weniger prognostizierbaren Grundmuster. So können Laichprodukte im Zeitraum Ende April bis Anfang Juni im Bereich um km 643 mit einem Maximum um Mitte Mai erwartet werden. Je nach Temperaturentwicklung kann sich Beginn und Zeitpunkt der höchsten Laichaktivität zeitlich aber um ca. 2 Wochen verschieben, wie insbesondere der Vergleich 2013 vs. 2014 veranschaulicht (Abb. 46, rote und gelbe Ganglinie, links oben). Auf der Grundlage des langjährigen Mittels lässt sich für den Untersuchungszeitraum

(Mitte April bis Mitte Juni) eine typische Entwicklung der Eizahlen und der (frühen) Fintenlarven veranschaulichen (rechts).

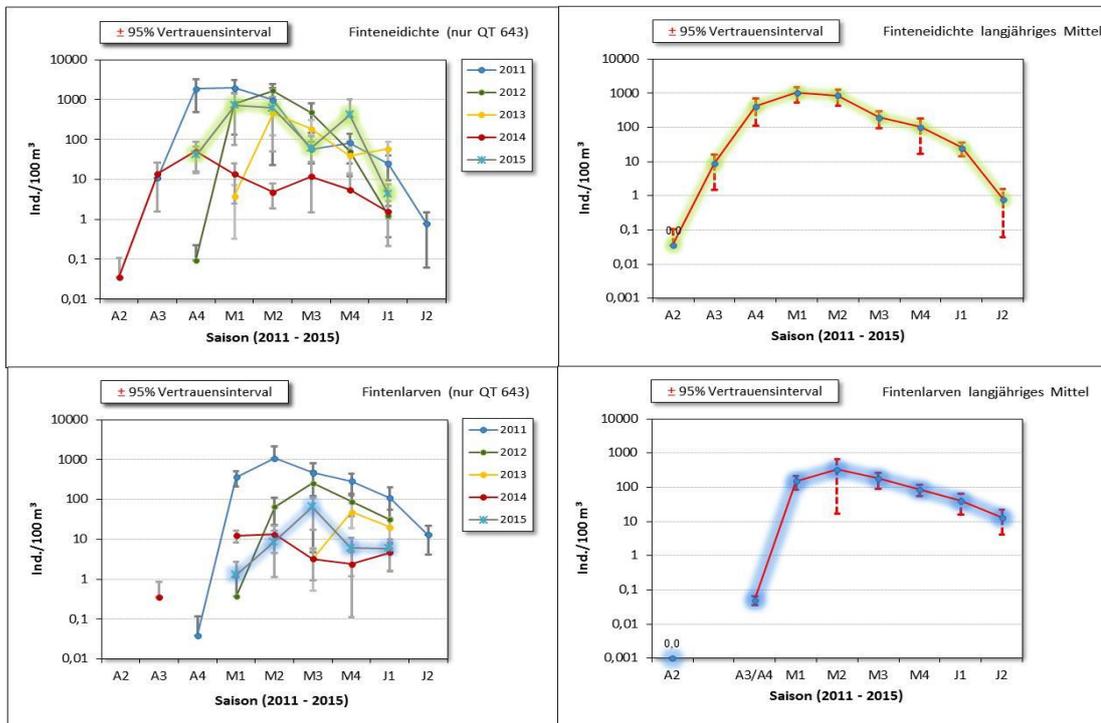


Abb. 46: Entwicklung der Finteneidichte (Ind./100 m<sup>3</sup>, oben) und Larvendichte (Ind./100 m<sup>3</sup>, unten) bei km 643 in der Tidelbe im Zeitraum Mitte/Ende April – Anfang Juni der Jahre 2011 – 2015, differenziert nach Untersuchungs-jahr (links). Bilder rechts: saisonaler Verlauf auf Grundlage des langjährigen Mittels (2011 – 2015). Beispiele: A3 = 3. Aprilwoche, M1 = 1. Maiwoche, Ju1 = 1. Juniwoche.

Die räumlichen Verteilungsmuster (kleinräumig: vertikal, Querverteilung) konnten auch 2015 weitgehend gleichsinnig zu den Vorjahren dokumentiert werden. Trotz des unterschiedlichen jährlichen Abundanz-Niveaus sind bei einer gewissen Variabilität jeweils ähnliche Grundmuster erkennbar. Abb. 47 veranschaulicht die Verteilung über das Querprofil für Finteneier (links) und -larven (rechts) für den Untersuchungsbereich QT 643.

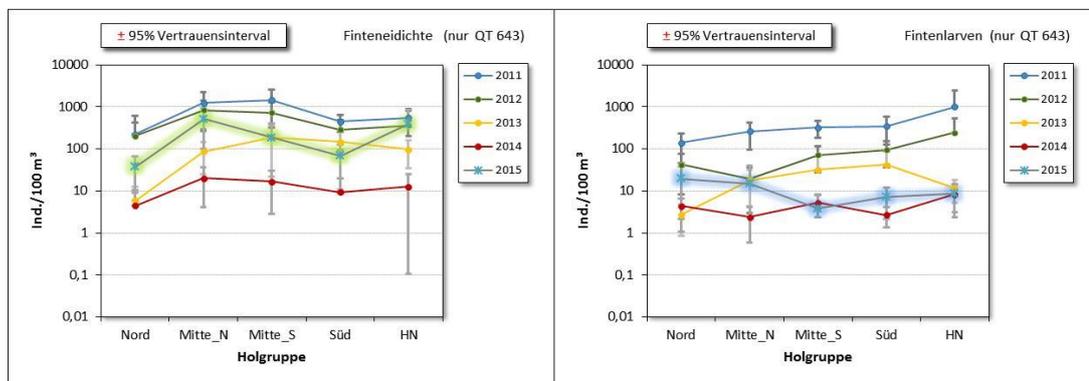


Abb. 47: Mittlere Fintenei- (Bild links) und Larvendichte (Bild rechts; Ind./100 m<sup>3</sup>) entlang des Quertransekts bei km 643 für 2011 (Zeitraum 21.04. – 08.06.), 2012 (Zeitraum 24.04. – 06.06.), 2013 (25.05. – 04.06.), 2014 (16.04. – 04.06.) und 2015 (21.04. – 01.06.) in der Tidelbe. X-Achse von links nach rechts: Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4; HN = QT 5 Hahnöfer Nebeneibe.

Insgesamt wird ersichtlich, dass der nördliche Elbbereich überwiegend die geringsten Ei- und Larvendichten aufweist. Bezogen auf die Larvendichte zeichnet sich seit 2013 die Hahnöfer Nebel Elbe nicht mehr durch die höchsten Werte aus (Abb. 47 links). Die Gründe hierfür sind unklar, möglich besteht hier ein gewisser Zusammenhang mit dem insgesamt geringeren Larvenaufkommen.

## 7. Einflussfaktoren

Im Rahmen der bisherigen Untersuchung wurde versucht, soweit möglich, Hinweise auf denkbare Gründe für die festgestellten quantitativen Unterschiede abzuleiten. Zum Teil sind kausale Beziehungen zu vermuten. Im Folgenden werden einige Faktoren benannt, für die ein genereller Einfluss nicht auszuschließen ist.

### 7.1 Abiotische Faktoren

#### **Unterhaltungsbaggerungen**

Für die Gewährleistung der Solltiefe des Fahrwassers sind Unterhaltungsbaggerungen erforderlich. Diese werden u.a. auch im Reproduktionsgebiet der Finte durchgeführt. Baggerinduzierte Beeinträchtigungen können auf unterschiedlichen Wirkungspfaden entstehen:

- zusätzliche baggerbedingte Mortalität der Laichprodukte durch Einsaugung,
- Vergrämung der Laichtiere aus dem Laichareal,
- Veränderung der strukturellen Ausstattung des Laichareals,
- temporäre Erhöhung der Trübung (Beeinträchtigung der Nahrungsaufnahme der Larven).

Um die Fintenpopulation möglichst wenig zu beeinträchtigen, werden Unterhaltungsarbeiten mittels Hopperbagger während der Laichzeit seit dem Jahr 2012 in reduziertem Umfang durchgeführt. Im Folgenden sind die Baggertätigkeiten in der Unterelbe zusammenfassend für den Zeitraum 2009 – 2015 bilanziert. Die Angaben für die Jahre 2009 und 2010 haben hier „Beispielcharakter“, auch um zu verdeutlichen, wie hoch die Baggermengen vor der freiwilligen Umsetzung der Fintenanordnung war. Über eine räumliche und zeitliche Verschneidung der Baggertätigkeiten mit der Reproduktionsphase der Finte bzw. mit der Präsenz ihrer Laichprodukte erfolgt eine kurze Abschätzung, ob die Unterhaltungsarbeiten z.B. die Abundanz der Finteneier und -larven generell beeinflusst haben könnten. Die Daten zu den Unterhaltungstätigkeiten wurden vom WSA Hamburg zur Verfügung gestellt.

Tab. 23 zeigt die Unterhaltungsintensität von 2009 – 2015 für das Hauptlaichgebiet der Finte (km 639 – 655). Darüber hinaus sind die Baggeraktivitäten für den Abschnitt km 655 – 660 dargestellt. Die Angaben beziehen sich zunächst auf den festgelegten Restriktionszeitraum 15.4. – 30.6., wengleich nicht über den gesamten Zeitraum mit Laichtätigkeiten zu rechnen ist. Zusätzlich sind daher für die Jahre 2011 – 2015 auch die Unterhaltungsmengen dargestellt, die auf die Phase mit Vorkommen von Finteneiern entfallen.

Tab. 23: Unterhaltungsbaggerungen (WI- und Hopperbagger) im Elbeabschnitt km 639 – km 660 im Zeitraum 15. April – 30. Juni der Jahre 2009 – 2015. Mit \* rot gekennzeichnet sind die Baggermengen, die auf die Zeit entfallen in denen tatsächlich Finteneier präsent waren (Quelle Baggerdaten WSA Hamburg)  
WI = Wasserinjektion-Baggerung. Benötigtes Wasservolumen ermittelt über h-Baggerungen \* 3,3 m<sup>3</sup>/s.

Hopperbagger m <sup>3</sup> (alle Daten bezogen auf 15.4. - 30.6. mit Ausnahme *)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
klm 639 - 655	289.568	110.970	32.332/ 0*	0	0 / 0*	62.464 / 0*	556.217 / 270.769*
km 655 - 660	223.574	47.904	0 0*	46.450 0*	177.131/ 0*	0 / 0*	51.681 / 51.681*
Wasserinjektion Wassergebrauch m <sup>3</sup> (alle Daten bezogen auf 15.4. - 30.6. mit Ausnahme *)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
klm 639 - 655	323.928	1.103.256	337.194/ 143.352*	682.308/ 408.276*	495.396/ 258.588*	1.653.300 / 1.075.536*	1.417.284 / 1.017.324*
km 655 - 660	0	0	270.468/ 172.062*	417.978/ 201.762*	206.514 / 77.814*	530.046 / 263.340*	502.326 / 97.218*

Während vergleichsweise umfangreiche Hopperbaggerungen v.a. 2009 und 2010 im Laichgebiet durchgeführt wurden, war die Hopperbagger-Intensität während der Hauptreproduktionsphase der Finte in den nachfolgenden Jahren im Elbeabschnitt von km 639 – km 660 z.T. geringer. In den Jahren 2011 und 2012 war der Umfang der Hopperbaggerungen bezogen auf den Zeitraum 15.4. – 30.6. mit insgesamt 32.300 m<sup>3</sup> bzw. 46.450 m<sup>3</sup> niedrig. Auch in den Jahren 2013 und 2014 blieb Unterhaltungsintensität eher gering, hier ist zudem hervorzuheben, dass während der Zeit in denen Finteneier auftraten, keine Hopperbaggerungen durchgeführt wurden (Tab. 23, oben: rot hervorgehobene Zahlen). Im Jahr 2015 war der Hopperbaggereinsatz wieder höher. So wurden im Zeitraum 15.4. – 30.6.2015 etwa 0,56 Mio. m<sup>3</sup> gebaggert. Auf die Phase in denen Finteneier tatsächlich präsent waren, entfiel allerdings nur eine geringere Menge von etwa 0,27 Mio. m<sup>3</sup> (Tab. 23, oben).

Unterhaltungsbaggerungen mittels Wasserinjektion (WI) wurden in den letzten Jahren sowohl im Reproduktionsareal als auch während der Laichzeit durchgeführt (Tab. 23). Der interannuelle Vergleich zeigt, dass die Baggermengen variieren. In den Jahren 2009 und 2010 war die Intensität der WI-Baggerungen im Zeitraum 15.4. – 30.6. mit bis zu 1,1 Mio. m<sup>3</sup> im Abschnitt 639 – 655 z.T. hoch. Auch im Folgezeitraum von 2011 – 2013 blieb die WI-Unterhaltung insgesamt auf einem ähnlichen Niveau wie 2010, wobei auch im Abschnitt km 655 – km 660 Unterhaltungstätigkeiten stattfanden (Tab. 23, unten).

In den Jahren 2014 und 2015 war die WI-Baggerintensität höher als in den Vorjahren. Dies gilt v.a. für den Abschnitt zwischen km 639 – km 655. Der im Rahmen der Unterhaltung benötigte Wasserbedarf lag hier bezogen auf den Zeitraum 15.4. – 30.6. um 1,4 bis 1,6 Mio. m<sup>3</sup> (Tab. 23). Auf die Phase, in der Finteneier auftraten, entfällt etwa ein Anteil von 67 % (ca. 1 Mio. m<sup>3</sup>) dieser Menge. In ähnlicher Weise gilt das auch für den Abschnitt von km 655 – km 660, da auch hier nur ein Teil der WI-Unterhaltung (0,27 Mio. m<sup>3</sup> = 49 % bzw. 0,1 Mio. m<sup>3</sup> = 19 %) auf die Zeit entfiel in der Finteneier tatsächlich auftraten (Tab. 23, unten). Abb. 48 und Abb. 49 veranschaulichen ergänzend die räumlichen Baggerabschnitte (Hopperbagger, WI-Bagger) im Tideelbeabschnitt von km 639 – km 660.

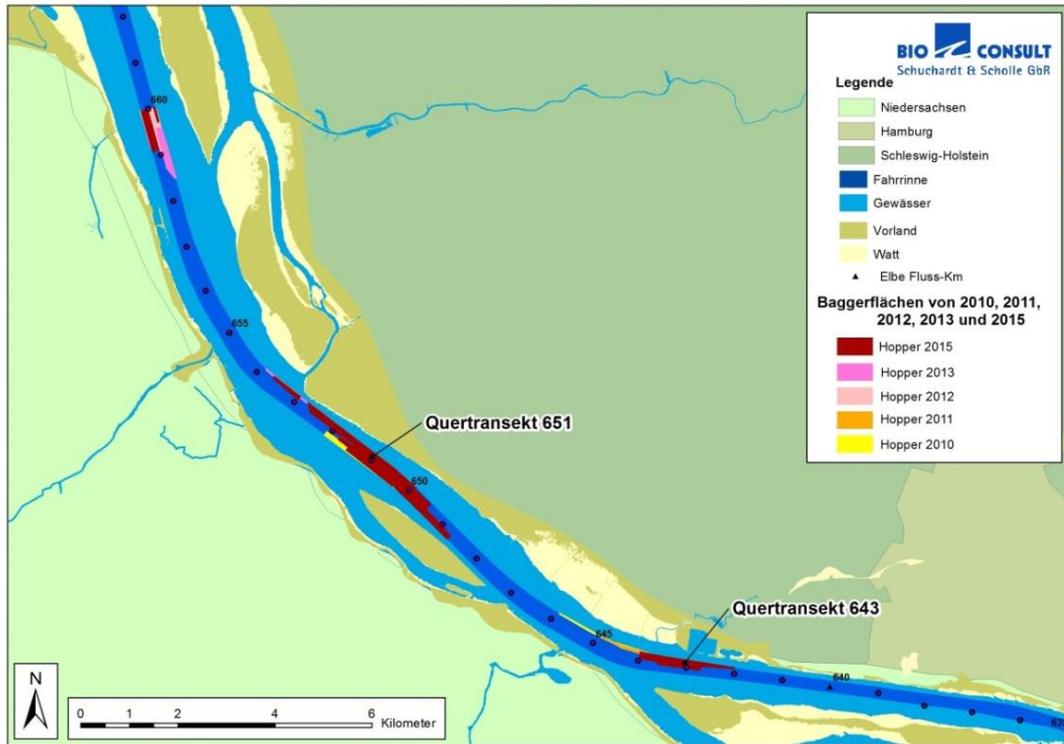


Abb. 48: Unterhaltungsbaggerungen mittels Hopperbagger in der Tideelbe (km 639 – 660) im Zeitraum 2011 – 2015.

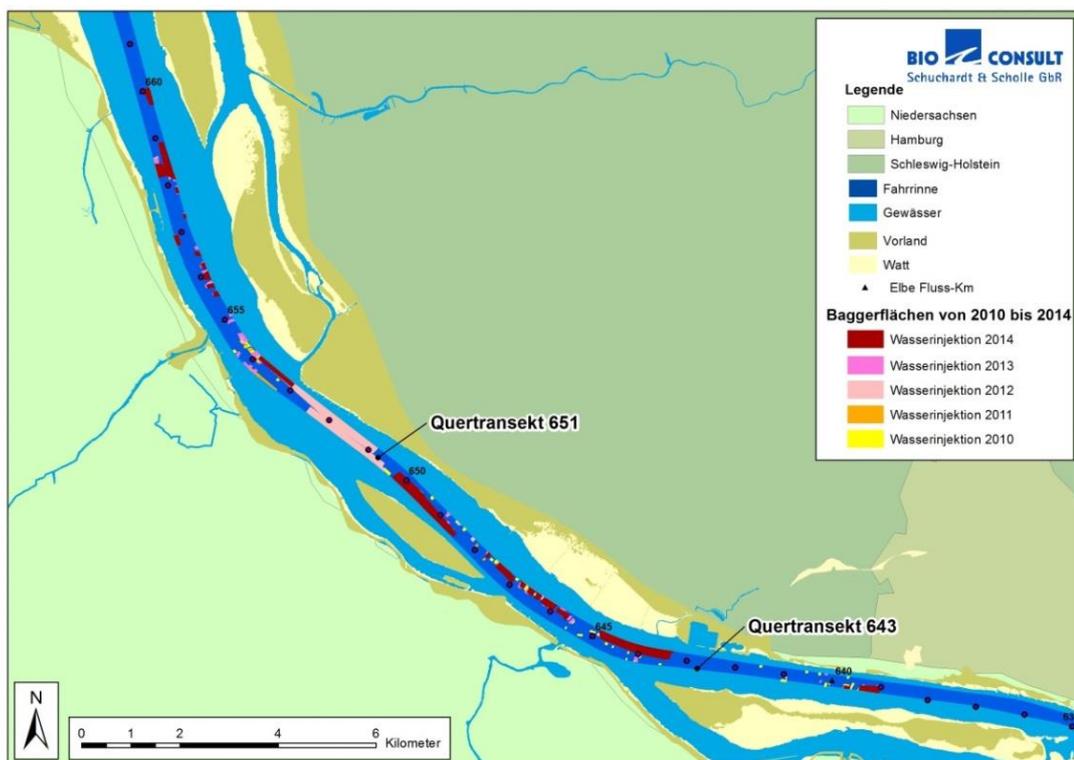


Abb. 49: Unterhaltungsbaggerungen mittels Wasserinjektion in der Tideelbe (km 639 – 660) im Zeitraum 2011 – 2015

## Baggerzeitpunkte und Vorkommen Fintenlaichprodukte

Abb. 50 zeigt (bezogen auf das Jahr 2015) die Zeitpunkte der jeweiligen Baggerungen (im Bereich km 639 – 660) vor dem Hintergrund der festgestellten Ei- und Larvendichten (Daten QT km 643). Auf dieser (groben) Betrachtungsebene lassen sich auffällige Muster zwischen Baggermenge/-zeitpunkt und Eidichte ableiten, zumal im Zeitraum der höchsten Finteneiaufkommen keine Baggerungen durchgeführt wurden. Eine denkbare „sprunghafte“ Veränderung der Anzahlen (Eier und Larven) nach einer Baggeraktivität wird nicht offensichtlich (Abb. 50). Der saisonale Rückgang der Eidichten ist eine „normale“ Entwicklung. So sind i.d.R. ab Anfang Juni keine oder nur noch sehr geringe Finteneizahlen zu erwarten.

Für die später im Juni erfolgten Baggerungen (nicht mehr in der Abbildung dargestellt) ist ein gewisser Einfluss auf Fintenlarven nicht auszuschließen (Abb. 50, Bild rechts). Aufgrund der Dispersion der späteren Larvenstadien im Raum sowie die zunehmende Mobilität der Larven wird der Einfluss aber eher gering sein.

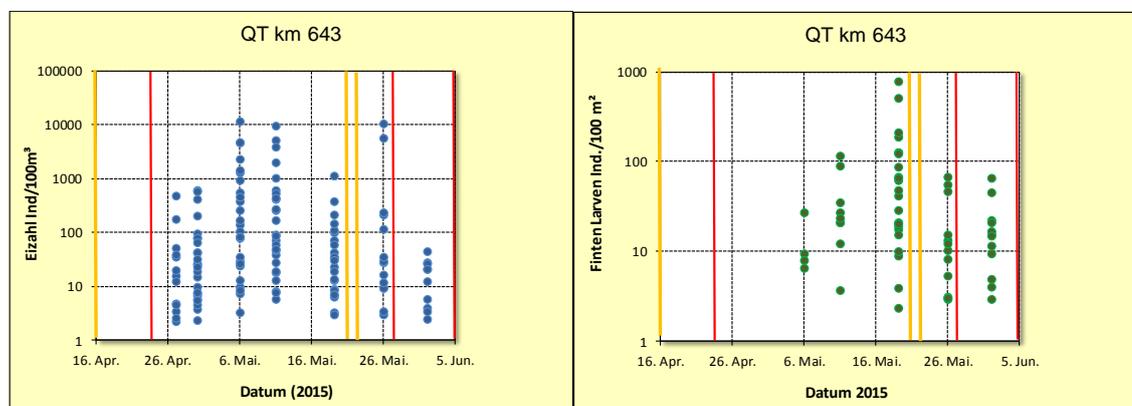


Abb. 50: Saisonale Verlauf der Anzahl Finteneier (FE) und Anzahl Fintenlarven (FL) in der Tideelbe auf der Datengrundlage QT 643 (dargestellt auf Holebene, nur Hols mit  $>0$  Ind./100 m<sup>3</sup>) und Zeitpunkte der Hopperbaggerungen (roter Strich) und WI-Baggerung (gelber Strich) im Abschnitt km 639 – km 660, Zeitraum: Mitte April – Anfang Juni 2015).

## Physiko-chemische Faktoren

### *Oberwasserabfluss*

Der Oberwasserabfluss variierte vor und während des Reproduktionszeitraums der Finte interannuell mehr oder weniger deutlich. Im Vergleich zu einigen Vorjahren (insbesondere 2013) war der Abfluss im Jahr 2015 im Untersuchungszeitraum eher unterdurchschnittlich.

Trotz der sehr unterschiedlichen Oberwasserverhältnisse ist hier nicht zu klären, ob der Faktor „geringer Oberwasserabfluss“ direkten Einfluss auf Laichbeginn und Entwicklung der Fintenbrut gehabt haben könnte. Trotz der vergleichsweise hohen Eizahlen blieben 2015 die Larvenzahlen eher gering. U.E. ist der Faktor „Oberwasserabfluss“ mit Bezug auf die 2015 ermittelten Fintenei- und Larvenanzahlen weniger relevant.

### *Wassertemperatur*

Die Wassertemperatur ist ein wesentlicher Faktor, der v.a. den Beginn der Finten-Laichaktivität steuert. Die vorliegenden Ergebnisse geben auch erste Hinweise darauf, dass allerdings nicht nur die Temperatur während der potenziellen Laichzeit mindestens  $> 12^{\circ}\text{C}$  erreicht haben muss, sondern das möglicherweise die Temperaturentwicklung deutlich vor der Reproduktionsphase ebenfalls ein Faktor ist, der den tatsächlichen Beginn mit bestimmt. Bei im interannuellen Vergleich eher unauffälligen März/Apriltemperaturen konnte 2015 eine erste Eiablage bereits Ende April verzeichnet werden. Neben der Bedeutung als Steuerungsfaktor des Laichbeginns hat die Wassertemperatur ebenfalls Bedeutung für die Entwicklung der Eier und Larven und damit auf den Rekrutierungserfolg. So beschreiben u.a. NAVARRO et al. (2014) geringere Mortalitätsraten von Fintenlarven bei Wassertemperaturen  $> 20^{\circ}\text{C}$ . Da die Wassertemperaturen im Jahr 2015 im weiteren Verlauf des Mai und Juni eher kühl blieben (um  $16^{\circ}\text{C}$ ) kann dieser Faktor u.U. zur Erklärung der (im Vergleich zur Eidichte) geringen Larvenzahl (s.o.) beigetragen haben. Möglicherweise konnten sich die Larven auf Grund kühler Temperaturen nicht so erfolgreich entwickeln; konkrete Hinweise auf einen solchen Zusammenhang gibt es jedoch nicht.

### *Sauerstoff*

Der Parameter Sauerstoff ist generell ein wichtiger Faktor, der die Entwicklung der Finteneier und -larven beeinflussen kann. Insbesondere 2011 und etwas weniger ausgeprägt auch 2012 wurden phasenweise ungünstige Sauerstoffbedingungen ( $< 3 \text{ mg/l}$ ) bereits ab Ende Mai verzeichnet. Trotz der pessimalen Phasen zeigten sich aber keine auffälligen Hinweise auf einen deutlichen negativen Einfluss auf die Abundanz der Finteneier und -larven. Dies gilt insbesondere unter Berücksichtigung der Befunde aus den anderen Untersuchungsjahren. So waren z.B. die Sauerstoffgehalte im Jahr 2013 mit überwiegend  $> 4 \text{ mg/l}$  über die gesamte Laichzeit (Mitte April – Ende Mai) gut, dennoch waren die Ei- und Larvenzahlen gegenüber denjenigen, die im Jahr 2011 festgestellt wurden, signifikant geringer. Im Jahr 2014 waren die Sauerstoffverhältnisse zwar kurzzeitig ungünstig ( $< 3 \text{ mg/l}$ , Ende Mai/Anfang Juni), aber insgesamt noch besser als in den Jahren 2011/12, dennoch wurden in diesem Jahr mit Blick auf die Fintenei- und Larvendichte bisherige Allzeitminima verzeichnet. Im Jahr 2015 waren die Sauerstoffgehalte im gesamten Untersuchungszeitraum günstig (Tagesmittel  $> 5 \text{ mg/l}$ ). Ein negativer Einfluss auf die Ei- und Frühlarvenentwicklung ist für das Untersuchungsjahr 2015 daher unwahrscheinlich, dennoch blieben insbesondere die Larvenzahlen – wenngleich etwas höher als 2014 - auf niedrigem Niveau

### *Mondphase*

Es sei vorangestellt, dass die Mondphase als Faktor für die interannuellen quantitativen Unterschiede derzeit keinen Erklärungswert besitzt. Es ist aber nicht auszuschließen, dass die Mondphase, die auch das Tidegeschehen beeinflusst (Vollmond/Neumond = Springtide, Halbmond = Nipptide), zusammen mit anderen Faktoren wie z.B. Wassertemperatur den Beginn der Laichphase, bzw. auch Laichaktivitäten während der Reproduktionszeit mit beeinflusst.

## 7.2 Biotische Faktoren

### 7.2.1 Nahrungsangebot

Neben den fischfaunistischen Untersuchungen wurden im Untersuchungsjahr 2015 zusätzlich Informationen zum Nährtierangebot erhoben. Die Kenntnis des qualitativen und quantitativen Angebots potenzieller Nährtiere (Crustacea - v.a. calanoide Copepoden und andere z.B. harpacticoide Copepoden, Nauplien) während der Larvalphase könnte einen wichtigen Beitrag zur Erklärung bzw. zur Einordnung der Befunde zum Larvenvorkommen leisten. In diesem Zusammenhang war es sinnvoll, im Rahmen der fischfaunistischen Beprobung (Fokus bei km 643) auch Zooplanktonproben zu entnehmen (vgl. Kap. 4), um Hinweise auf den Faktor Nährtierangebot zu bekommen.

Die Nahrungspräferenz der Fintenlarven hängt u.a. von deren Entwicklungsstadium ab sowie vermutlich auch vom Nahrungsangebot und kann je Individuum und Zeitpunkt unterschiedlich sein. Möglicherweise erfolgt die Nahrungsaufnahme früher Larvenentwicklungsstadien zunächst über Filterung kleiner Organismen, in späteren Stadien über Partikelfraß (SCHULTZ 2007). Wichtige Nährtiere sind calanoide Copepoden (*Eurytemora affinis*), des weiteren Copepodite und Rotatorien. Im Rahmen des hier durchgeführten Finten-Monitorings erfolgten stichprobenhafte Kontrollen (N = 20 Tiere) des Mageninhalts der Fintenlarven (s. Kap. 3.1.3). Die Befunde geben Hinweise darauf, das wohl ganz überwiegend (11 Tiere) calanoide Copepoden (sehr wahrscheinlich *E. affinis*, s.o.) aufgenommen wurden, zwei Finten hatten Harpacticoida im Magen; einige Fintenlarven (7) hatten keine Nahrung aufgenommen. Bei den betrachteten Finten handelte sich um Spätlarven aus der ersten Juniwoche. Die Ergebnisse lassen sich Anhang 3 entnehmen.

#### **Hintergrund (zitiert nach BfG „Zooplankton an der Station Seemannshöft in der oberen Tideelbe Daten der Jahre 2006 bis 2012“, SCHÖL schriftl.)**

*„Die Zooplanktonentwicklung in der Tideelbe bei Seemannshöft steht in engem Zusammenhang mit der Entwicklung der Algenbiomasse (Chla-Werte, Bunthaus). Nach dem Frühjahrsanstieg der Algenbiomasse kam es im Betrachtungszeitraum zu starken Anstiegen der Rotatoriendichten. In den Jahren 2009 und 2012 traten Massenvorkommen bereits Ende Mai (> 2000 Ind./l) auf, während 2006, 2007 die höchsten Dichten erst im Juni (> 2000 Ind./l bzw. > 1200 Ind./l) zu registrieren waren. In den Jahren 2008, 2010 und 2011 fielen die Maxima deutlich niedriger aus (< 700 Ind./l) und traten zudem auf Grund der höheren Frühjahrsabflüsse teilweise zeitverzögert erst Mitte Juni auf. Die hohen Zooplanktonabundanzen tragen durch Wegfraß zum Zusammenbrechen der frühsommerlichen Algenmaxima bei, und als Folge kommt es dann zu sehr starken Rückgängen der Algengehalte zu Beginn des Sommers im oberen Abschnitt der Tideelbe. Das Crustaceenplankton besteht zum überwiegenden Teil aus Copepoden (= Ruderfußkrebse), bzw. aus deren Larvalstadien, und zum kleineren Anteil mit ca. 5 % aus Phyllozoa (= Blattfußkrebse). In den Jahren 2006, 2009, 2010 und 2012 wurden die maximalen Crustaceenabundanzen im Frühsommer (April bis Juni) bestimmt, wobei 2012 die höchste Dichte mit über 2.000 Ind./l erreicht wurde, während in anderen Jahren die Maxima nur bei 300 bis 550 Ind./l lagen. In den Jahren 2007, 2008 und 2011 konnten im Spätsommer (August/September) die höchsten Dichten von 500 - 700 Ind./l zeitgleich zu hohen Chla-Werten*

festgestellt werden. Im Herbst der Jahre 2006, 2008, 2011 und 2012 überwog der Crustaceenaspekt das Zooplankton der Tideelbe, d.h. die Crustaceenanzahl übertraf die der Rotatorien. Die Rotatorien werden zu meist aus der Mittelbe in das Ästuar eingetragen und können sich nur im limnischen Abschnitt der Tideelbe weiterentwickeln. Die Copepoden als dominanter Bestandteil des Crustaceenplanktons können sich im gesamten Elbeästuar entwickeln, haben aber heutzutage ihren Verbreitungsschwerpunkt in der oberen Tideelbe. Generell wird durch geringe Oberwasserabflüsse und damit hohe Aufenthaltszeiten die Entwicklung der Rädertierchen und Kriebstierchen in der oberen Tideelbe gefördert..."

### Ergebnisse 2015

Die Zooplanktondichten (Ind./l) sind in die Großgruppen Crustacea und Rotifera zusammengefasst worden, unter den Crustacea subsumieren sich v.a. Copepoden, wobei *Eurytemora affinis* die bestimmende Art ist (SCHÖL mdl.). Die für den gesamten Untersuchungszeitraum aggregierten Daten zeigen, dass die Rotatoriendichten mit einem Median von 58 bzw. einem Mittelwert von 104 Ind./l (min: 14, max.: 453 Ind./l) deutlich unter den Crustaceenabundanzlagen. Die Crustacea wiesen einen Median von 233 Ind./l und einen Mittelwert von 307 Ind./l (min: 21 Ind./l, max.: 1.296 Ind./l) auf.

Tab. 24 zeigt eine Übersicht über die Ergebnisse der insgesamt im Jahr 2015 zeitgleich zu den Fintenuntersuchungen durchgeführten Zooplanktonerhebungen.

Tab. 24: Statistische Kennwerte der Zooplankton Untersuchung in der Tideelbe bei km 643 (Daten 2015).

Untersuchungsjahr 2015 km 643/Zooplankton	Crustacea_ges	Rotifera_ges
Anzahl Proben	40	40
Mittelwert	347,9	104,3
Std.Fehler des MW	49,0	16,1
Std.Abweichung	309,8	102,1
Variationskoeffizient	0,9	1,0
rel. V.koeffizient(%)	14,1	15,5
Minimum	20,5	15,9
Maximum	1296,0	412,8
5. Perzentil	49,9	24,1
10. Perzentil	78,4	32,3
25. Perzentil	119,9	44,5
Median	287,8	58,0
75. Perzentil	429,7	128,6
90. Perzentil	862,9	325,2
95. Perzentil	1147,2	366,0

Die Ergebnisse stehen im Einklang mit der generellen Längszonierung des Zooplanktons in der Tideelbe (s.o.): Rotatorien werden aus der Mittelbe eingetragen und nehmen stromab des Hamburger Hafens in ihrer Abundanz ab, während die Crustacea eher höhere Dichten am Ausgang des Hamburger Hafens und stromab davon aufweisen.

Abb. 51 veranschaulicht die zeitliche Variabilität bzw. Entwicklung der Zooplankton-Gruppen und der Fintenlarvendichte im Verlauf der Untersuchung (beachte unterschiedliche Skalierungen der y-Achsen). Bezogen auf die zeitliche Entwicklung im Frühjahr zeigen sich ebenfalls Unterschiede zwischen den Gruppen. So wurde für die Crustacea das Maximum bereits im April ermittelt, während die Rotatorien um Mitte Mai die höchste Dichte erreichten. Auch die frühen Fintenlarven waren im Mai am häufigsten.

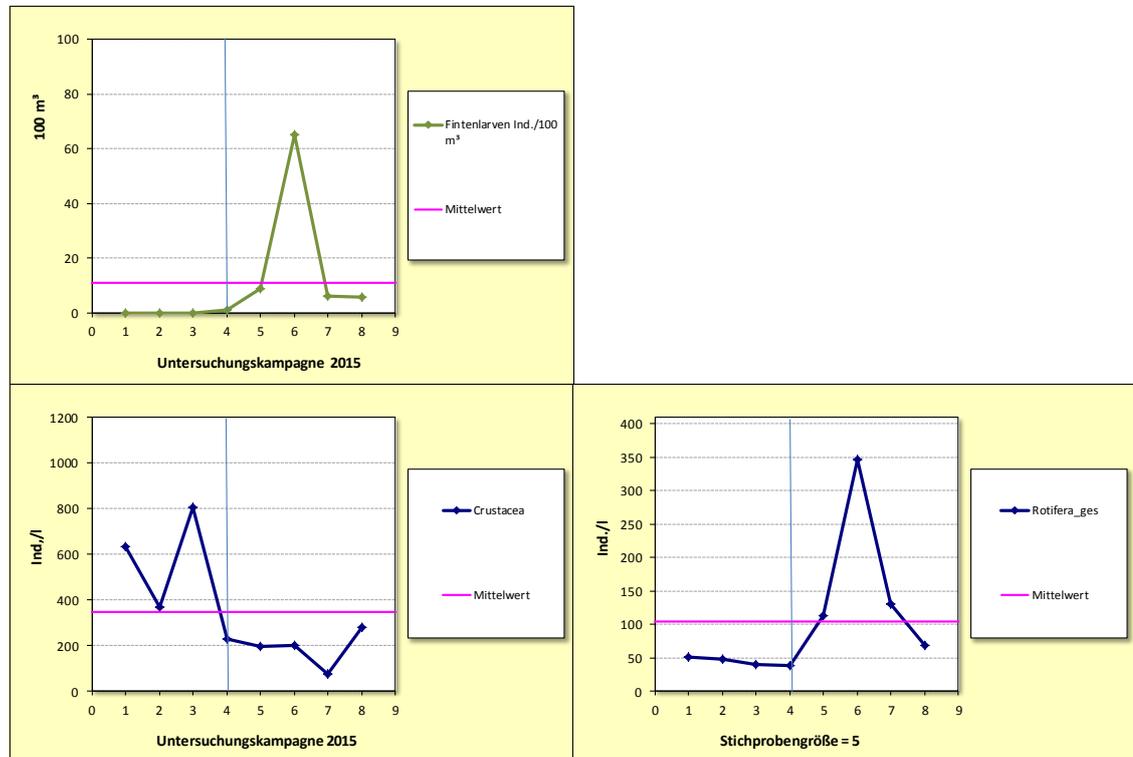


Abb. 51: Entwicklung der Fintenlarvendichte (Bild oben) und zooplanktischer Gruppen (Rotatorien, unten rechts Crustacea-gesamt-inkl. Copepoden und Copepoden, unten links). Daten 2014, km 643. Kontrollgrenzen = 2fache Standardabweichung. (Mittelwert = Mittelwert von jeweils 5 Einzelholz). X-Achse = Untersuchungskampagnen. 1 = 1. Kampagne (21.4.2015),...8 = 8. Kampagne (1.6.2015). Senkrechte blaue Linie = Auftreten erster Fintenlarven.

### Vergleich 2013 - 2015

Tab. 25 enthält eine Übersicht über die saisonalen Zooplanktondichten differenziert nach den Großgruppen Crustacea und Rotatorien bei km 643 für den Zeitraum 2013 – 2015.

Die zum Teil vergleichsweise deutlichen interannuellen Unterschiede zwischen den Jahren 2013 – 2015 zeigen sich sowohl in der Zooplanktondichte als auch bezogen auf das zeitliche Vorkommen. Dies gilt insbesondere für die Crustacea (v.a. Copepoden). So waren die Crustacea-Dichten im Jahr 2013 zum einen insgesamt deutlich höher als in den Folgejahren; zum anderen entfielen die Abundanzmaxima im Jahr 2013 auf den Zeitraum Anfang bis Mitte Mai und damit auch in die Zeit des Vorkommens früher Fintenlarven (Tab. 25, oben). Demgegenüber wurden im Jahr 2015, wie oben bereits dargestellt, die höchsten Crustacea-Dichten bereits im April dokumentiert. Zu dieser Zeit waren Fintenlarven noch nicht präsent (Abb. 51, Bild oben).

Mit Blick auf die Rotatorien ergaben sich für die Jahre 2013 (Mittelwert ca. 500 Ind./l) und 2014 Mittelwert ca. 340 Ind./l) weitgehend gleichsinnige Ergebnisse. Im Jahr 2015 waren die Rotatoriendichten dagegen mit durchschnittlich ca. 100 Ind./l insgesamt geringer als in den Vorjahren. Insbesondere um Anfang Mai lagen die Anzahlen niedriger (Tab. 25).

Tab. 25: Ergebnisse der 2013 bis 2015 durchgeführten Zooplanktonuntersuchung differenziert nach Gruppen (Crustacea, Rotifera) bei km 643.

Daten: SCHÖL, BFG Koblenz.

Apr 3 = 3. Aprilwoche, ... Jun 1 = 1. Juniwoche. Blau hervorgehoben jahresübergreifender Maximalwert. x = Fintenlarven präsent (noch geringe Dichte), xx = Fintenlarven in höherer Dichte präsent.

<b>Zooplankton_Crustacea ges.</b>				
Jahr	2013	2014	2015	Fintenlarven
<i>gesamt Mittel Ind./l</i>	<b>708,31</b>	230,63	347,93	Vorkommen
Apr 3	426,92	443,25	<b>632,40</b>	-
Apr 4	nicht beprobt	nicht beprobt	586,22	-
Mai 1	<b>868,86</b>	111,39	211,80	x
Mai 2	<b>840,78</b>	117,20	200,32	xx
Mai 3	nicht beprobt	nicht beprobt	73,59	xx
Jun 1	110,62	58,07	<b>281,06</b>	xx

<b>Zooplankton_Rotifera ges.</b>				
Jahr	2013	2014	2015	Fintenlarven
<i>gesamt Mittel Ind./l</i>	<b>513,73</b>	343,11	104,32	Vorkommen
Apr 3	<b>141,76</b>	121,17	51,20	-
Apr 4	nicht beprobt	nicht beprobt	43,34	-
Mai 1	356,78	<b>646,69</b>	75,93	x
Mai 2	<b>733,10</b>	450,87	346,40	xx
Mai 3	nicht beprobt	nicht beprobt	129,50	xx
Jun 1	<b>698,44</b>	186,22	68,88	xx

### Langjährige Einordnung

Nach SCHÖL (schriftl.) ordnen sich die im Frühjahr 2015 ermittelten Crustacea-Ergebnisse im Bereich des langjährigen Medians (2006 – 2014) von 213 Ind./l (Schwankungsbreite 20 – 761 Ind./l) bezogen auf Daten der Messstelle Seemannshöft ein. Die 2015 erfassten Zooplanktondichten der relevanten Gruppen (Rotatorien, Crustacea) sind daher als weitgehend „normal“ einzustufen. Allerdings sei darauf verwiesen, dass die Abundanzmaxima im Jahr 2015 zeitlich um mindestens 14 Tage früher auftraten.

Der langjährige Median (bis einschließlich 2014) bezogen auf die Gruppe der Rotifera liegt bei 344 Ind./l (Schwankungsbreite 85 – 617 Ind./l) und ist damit deutlich höher als die Frühjahrswerte aus dem Jahr 2015 (58 Ind./l, s.o.). Diese Werte ordnen sich interannuell noch unterhalb der an der Messstelle Seemannshöft (km 629) ermittelten saisonalen Medianwerte von 85 – 680 Ind./l der Jahre 2006 bis 2012 ein.

### Vergleich mit anderen Daten

Mit Blick auf einen Vergleich mit den Vorjahren wird darauf verwiesen, dass es auch räumliche Abundanzunterschiede in der Längszonierung (zwischen km 643/651 und km 629) der Zooplankter geben kann. So zeigen Untersuchungen, dass Rotatorien eher aus der Mittelelbe eingetragen werden und stromab des Hamburger Hafens in ihrer Abundanz abnehmen, während die Copepoda eher höhere Dichten am Ausgang des Hamburger Hafens als in Richtung stromauf zur Mittelelbe aufweisen (SCHÖL schriftl.).

Im Vergleich zu Untersuchungsergebnissen zum Zooplanktonaufkommen im Bereich des Mühlenberger Lochs, die von SCHULTZ (2007) im Rahmen von Nahrungsanalysen an Fintenlarven ermittelt wurden, scheinen die 2014 festgestellten Zooplanktondichten nicht auffällig unterdurchschnittlich. So stellte SCHULTZ (2007) im Mittel eine Copepodendichte (Calanoide) von bis zu 19.200 Ind./m<sup>3</sup> (19,2 Ind./l) fest. Einzelne Maximalwerte wurden 2007 für die Copepodite mit bis zu 215 Ind./l ermittelt; diese liegen unterhalb derjenigen, die 2015 bei km 643 festgestellt wurden (Crustacea >1.000 Ind./l, s.o. Ergebnisse 2015).

### Zusammenfassung Zooplankton

Im Jahr 2015 war die Dichte des Crustacea-Planktons (inkl. der Copepoda) ab etwa Anfang Mai (Probenahme-Nr. 3) im Vergleich zum April deutlich rückläufig; dies entspricht in etwa dem Muster aus dem Vorjahr und steht im Gegensatz den Ergebnissen aus dem Jahr 2013: hier erfolgte ab Anfang Mai eine Zunahme (bei ausgeprägter Variabilität) der Crustacea (Tab. 25). Die höchsten Rotatoriendichten traten im Jahr 2015 zwar zusammen mit den Fintenlarven auf, allerdings waren die Dichten z.T. deutlich geringer als in den Vorjahren.

Ob das 2015 (wie auch 2014) geringere Abundanzniveau der Crustacea während der zeitlichen Phase ab etwa Anfang Mai, in der auch die Fintenlarven präsent sind, die Entwicklung der Larven beeinflusst („Nährtiermangel“) haben kann, ist an dieser Stelle nicht belastbar einzuschätzen. Die im Mai dokumentierten Dichten lagen zwar niedriger als im Jahr 2013, sind aber im Vergleich mit älteren Daten (s.o.) nicht auffällig niedrig.

Ein möglicher Einfluss der im interannuellen Vergleich niedrigen Rotatoriendichte (im Jahr 2015) auf die Larvenentwicklung ist denkbar aber hier nicht zu belegen.

## 7.2.2 Fressfeinde/Nahrungskonkurrenz

Der Rekrutierungserfolg der Finten könnte auch durch die Abundanz von Fressfeinden (andere Fische) oder auch u.U. über Nahrungskonkurrenz mit anderen Larven bzw. Juvenilen beeinflusst sein.

Betrachtet man Ergebnisse der Hamenfänge aus dem Jahren 2011 – 2015, die im Bereich um km 643 bzw. auch weiter stromab (2015, Daten aus dem Übergangsgewässer, NLWKN Stade schriftl.) durchgeführt wurden, wird erkennbar, dass im Zeitraum Ende April bis Anfang Mai die Stint- und Kaulbarschanzahlen interannuell deutlich unterschiedlich sind. Im Jahr 2013 wurden die im Vergleich höchsten Abundanzen dieser Arten dokumentiert, 2011 die geringsten. In den

Jahren 2014 und 2015 wurden ähnlich geringe Stintzahlen ( $< 1.600$  Ind./h/80 m<sup>2</sup>) wie 2011 erfasst und ähnlich hohe Kaulbarschzahlen wie 2013 (ca. 80 Ind./h/80 m<sup>2</sup>; Abb. 52).

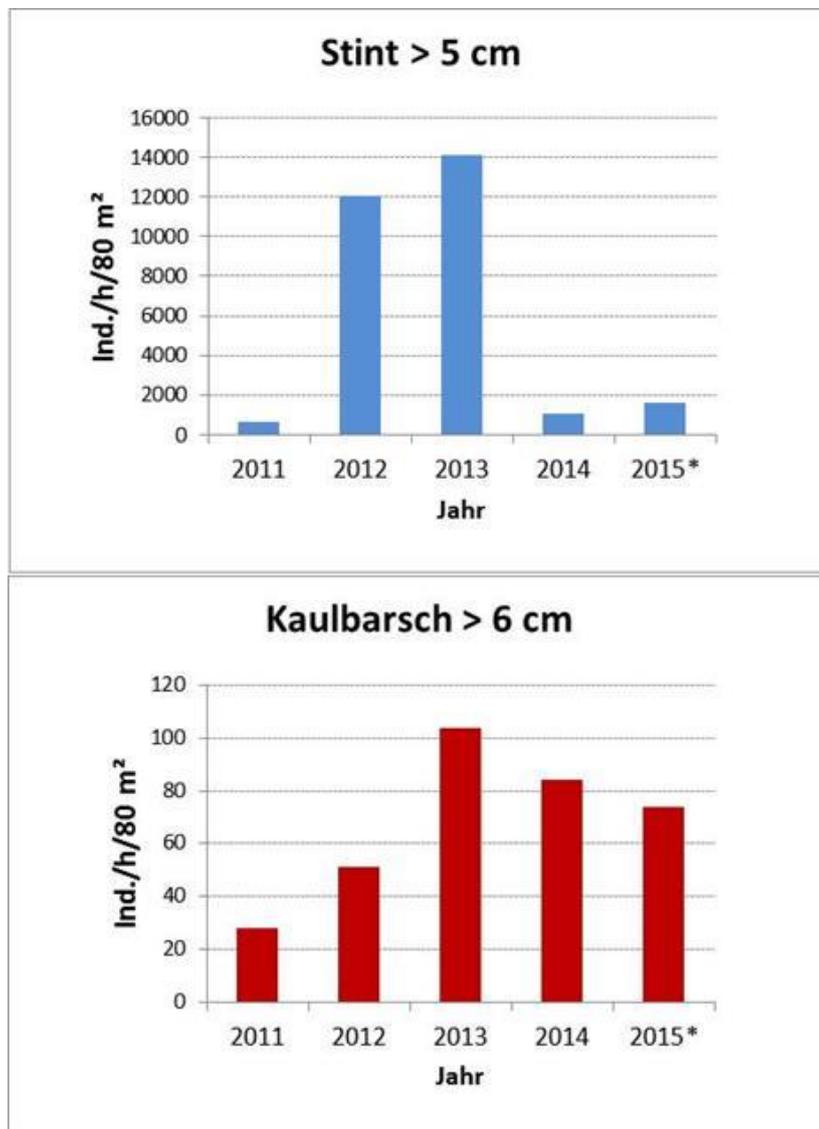


Abb. 52: Mittlere Gesamtabundanz (Ind./h/80 m<sup>2</sup>) von Stint und Kaulbarsch im Bereich der Tideelbe zwischen km 639 - km 650.

Frühjahrsdaten aus Hamenfängen (2011/12: N = 6, 2014: N = 4). 2011/2012: Daten aus dem WRRL Fischmonitoring, FGG Elbe, 2013, 2014 und 2015\*: Daten in Rahmen der vorliegenden Untersuchung erhoben. \* Daten aus dem Übergangsgewässer der Tideelbe.

Stinte ernähren sich überwiegend von Wirbellosen, aber Fische (Jungfische, möglicherweise Laich) sind als potenzielle Nahrung für den Stint ebenfalls von Bedeutung (u.a. THIEL et al. 1995). Ähnliches gilt auch für den Kaulbarsch, für den Fischlaich und Fischlarven auch zum Nahrungsspektrum zählen ([www.fishbase.org/summary/4474](http://www.fishbase.org/summary/4474)). Inwieweit die höheren Abundanzen einiger Fressfeinde (hier Kaulbarsch) mit den z.T. einhergehenden geringen Fintenei- und Larvendichten (insbesondere 2014) in Zusammenhang stehen, lässt sich nicht belastbar beurteilen.

### 7.3 Zusammenfassung Einflussfaktoren

Die im Zeitraum 2011 – 2015 durchgeführte jährliche Untersuchung zu den Fintenlaichprodukten in der Tideelbe hat trotz der interannuell sehr unterschiedlichen Ei- und Larvenzahlen ausgeprägte Muster auf verschiedenen Ebenen erkennbar werden lassen (saisonales Muster; Vertikalverteilung; Verteilung im Längsschnitt etc.). Gleichzeitig ist deutlich geworden, dass das Vorkommen von Fintenlaichprodukten in einem definierten Stromabschnitt einer hohen zeitlichen und räumlichen Variabilität unterliegt, die nur eingeschränkt durch eine Untersuchung über wenige Jahre erfasst werden kann. Besonders die interannuelle Variabilität ist aufgrund der Vielzahl relevanter Parameter (u.a. Reproduktionserfolg in den Vorjahren; Hydrologie; Witterung und Klima; anthropogene Faktoren) hoch und kann nur über wiederholte Untersuchungen besser eingeordnet werden. Vor diesem Hintergrund wurde die im Jahr 2011 begonnene Untersuchung jährlich bis einschließlich 2015 weitergeführt.

Die bisherigen Befunde aus den Jahren 2011 und 2012 deuteten darauf hin, dass die Laichtätigkeit im o.g. Abschnitt der Tideelbe vergleichsweise umfangreich ist, aber quantitativ interannuell auch z.T. deutlich variieren kann (s.u.). Dies bestätigte sich v.a. durch das Untersuchungsjahr 2014, das sich durch das bisherige Allzeitminimum sowohl bei der Fintenei- als auch -larvenvorkommen auszeichnete. Das Jahr 2015 ergab wieder deutlich höhere Eizahlen, die sich allerdings nicht in einer entsprechend hohen Larvendichte widerspiegelte. Die Larvendichte war zwar höher als im Jahr 2014, erreichte aber nicht die Werte der Jahre 2011, 2012 und 2013.

Gründe für die bisherigen sehr unterschiedlichen Ergebnisse sind nicht abschließend zu benennen. U.a. folgende Aspekte könnten im Jahr 2015 aber von Bedeutung sein:

- potenziell wichtige Faktoren wie z.B. geringe Temperaturen im Mai sowie ein geringeres Nährtierangebot im Jahr 2015 während der Phase des Frühlarvenvorkommens: Diese Rahmenbedingungen könnten dämpfend auf die Larvalentwicklung gewirkt und damit die im Verhältnis zur Eidichte geringe Larvendichte bedingt haben. Zu belegen ist ein solcher Zusammenhang jedoch nicht.
- Unter Umständen können die Befunde Resultat einer „normalen“ interannuellen Variabilität als ein „multifaktorielles“ Zusammenspiel abiotischer und biotischer Rahmenbedingungen sein.
- Weitere bislang unbekannte Faktoren.

Andere potenzielle Faktoren scheinen 2015 weniger relevant gewesen zu sein:

- Keine deutlichen Hinweise auf den Faktor Unterhaltungsbaggerungen. Die Informationen zu den Unterhaltungsaktivitäten im Frühjahr 2015 zeigen, dass eine Unterhaltung mittels Wasserinjektionsverfahren im Hauptproduktionsgebiet z.T. auch während der sensiblen Laich- und Aufwuchsphase durchgeführt wurde. Ein gewisser Einfluss auf die Fintenlaichprodukte wäre damit möglich. Allerdings ist auf der Grundlage vorliegender Befunde kein deutlicher Einfluss der Baggertätigkeiten auf die Dichte von Finteneiern

und Larven offensichtlich (geringe Larvendichte z.T. bereits vor Beginn der Unterhaltungsarbeiten).

- Keine deutlichen Hinweise auf den Faktor „pessimale Sauerstoffgehalte“. 2015 wurden im Untersuchungszeitraum keine ungünstigen Sauerstoffbedingungen dokumentiert. Die im Jahr 2015 geringe Larvendichte zeigte sich schon im Mai, bei vergleichsweise guten Sauerstoffverhältnissen ( $> 5$  mg/l Tagesmittel) und hat damit andere Ursachen (s.o.).
- Hinweise auf im interannuellen Vergleich besonders hohe Verpilzungsraten der Finteneier liegen für das Jahr 2015 nicht vor.
- Kein Hinweis auf überdurchschnittlich hohe Vorkommen möglicher Freßfeinde im Frühjahr 2015.
- Kein Hinweis auf eine 2015 u.U. wesentlich geringere Einwanderung von Laichtieren, dies legen die Ergebnisse im Mai durchgeführten Hamenfänge (WRR-Daten Übergangsgewässer) nahe.

Die Ergebnisse zeigen, dass v.a. die zeitliche (interannuelle) Variabilität und v.a. deren Einflussgrößen (natürlich, anthropogen) zunächst nur eingeschränkt abgeschätzt werden kann.

## 8. Gesamtfazit

Die im Jahr 2011 erstmalig durchgeführte Untersuchung zu den Fintenlaichprodukten in der Tideelbe hat ausgeprägte Muster auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Ebenen erkennbar werden lassen (saisonales Muster; Vertikalverteilung; Verteilung im Längsschnitt etc.). Gleichzeitig ist deutlich geworden, dass das Vorkommen von Fintenlaichprodukten in einem definierten Stromabschnitt einer hohen zeitlichen und räumlichen Variabilität unterliegt, die nur eingeschränkt durch Untersuchungen eines Jahres erfasst und eingeordnet werden kann. Besonders die interannuelle Variabilität ist aufgrund der Vielzahl von Einflussfaktoren (u.a. Reproduktionserfolg in den Vorjahren; Hydrologie; Witterung und Klima; anthropogene Faktoren) hoch und kann nur über wiederholte Untersuchungen eingeschätzt werden.

Die bisherigen Befunde der Jahre 2011 bis 2015 weisen darauf hin, dass die Laichtätigkeit im o.g. Abschnitt der Tideelbe vergleichsweise umfangreich war, aber quantitativ interannuell auch z.T. deutlich variieren kann. Der bis 2014 „kontinuierliche Rückgang“ der Ei- und Larvendichte setzte sich im Jahr 2015 nicht fort, da im Vergleich zum Jahr 2014 deutlich höhere Eidichten und allerdings nur etwas höhere Larvenzahlen dokumentiert wurden. Trotz der insgesamt ausgeprägten quantitativen interannuellen Unterschiede waren räumliche und zeitliche Verteilungsmuster (vertikal, Querschnitt, Längsschnitt, zeitlich-saisonal) weitgehend gleichsinnig.

Gründe für die interannuell deutlichen quantitativen Unterschiede sind nicht abschließend zu benennen. Folgende Aspekte sind hier zu berücksichtigen:

- Der Beginn der Laichzeit ist stark von der Temperatur abhängig. So wurden z.B. in wärmeren Frühjahren Eizahlmaxima bereits Ende April festgestellt oder in kühleren erst mit Beginn der zweiten Maiwoche. Ob der Zeitpunkt der Temperaturerreichung, an dem der Laichbeginn ausgelöst wird, ein Faktor ist, der den Umfang Eiablage/Laichtier beeinflusst, ist hypothetisch und im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu klären.
- Kühle bzw. im Vergleich unterdurchschnittliche Wassertemperaturen während der Entwicklungsphase früher Larvenstadien (wie z.B. 2015 nur ca. 16 °C) könnte den Entwicklungserfolg dämpfen. Erkenntnisse, die einen solchen Zusammenhang belegen, liegen nicht vor.
- Bezogen auf den Untersuchungszeitraum sind bislang keine deutlichen Hinweise auf einen möglichen Faktor „pessimale Sauerstoffgehalte“ erkennbar. Während der Hauptlaichphase 2014 und insbesondere 2015 (Ende April – Mai) wurden keine ungünstigen Sauerstoffbedingungen dokumentiert. Geringe Sauerstoffgehalte traten im Untersuchungszeitraum v.a. im Sommer auf. Ein Einfluss auf die Eidichten bzw. auf frühe Larvenstadien, die im April bzw. Mai zu erwarten sind, war daher nicht wahrscheinlich.
- Hinweise auf im Jahr 2015 besonders hohe Verpilzungsraten (z.B. in Folge von Sauerstoffmangelsituationen) der Finteneier, die trotz höherer Eidichte die geringen Larven-

dichten begründen könnten, liegen nicht vor. Dennoch ist ein gewisser Einfluss nicht auszuschließen, da die Verpilzungsrate im interannuellen Vergleich leicht überdurchschnittlich war.

- Keine deutlichen Hinweise auf den Faktor Unterhaltungsbaggerungen mittels Hopperbagger während der Reproduktionszeit. Auf Hopperbaggerungen wurde im Untersuchungszeitraum weitgehend verzichtet. Unterhaltungsarbeiten mittels WI-Bagger erfolgten jedoch z.T. auch während der Reproduktionszeit. Ein gewisser Einfluss auf die Ei- und Larvendichte ist daher gegeben, dieser wird aber auf der vorliegenden Datenbasis nicht offensichtlich.
- Keine Hinweise auf besonders ungünstige Nahrungsbedingungen. Bei ausgeprägter interannueller Variabilität scheinen auch bisherige Minima der Planktondichte nicht auffällig gering, wobei aber im Jahr 2015 die Planktondichte v.a. während der frühen Larvalphase der Finten im Vergleich der letzten Jahre am geringsten ausfiel, so dass ein gewisser Einfluss für das Jahr 2015 nicht von vornherein auszuschließen ist. Allerdings gibt es keine langjährigen Vergleichswerte aus dem unmittelbaren Untersuchungsbereich, da Zooplanktonuntersuchungen im Rahmen des vorliegenden Monitorings erstmals 2013 durchgeführt wurden.
- Hinweise auf eine geringe Zahl einwandernder Laichtiere liegen nicht vor. Dies legen Ergebnisse, der im Mai durchgeführten Hamenfänge im Übergangsgewässer nahe. Im Mittel wurde mit 21 Ind./h/80 m<sup>2</sup> eine hohe Anzahl adulter Finten gefangen (Daten: NLWKN schriftl.).

Die bisherigen Befunde lassen vermuten, dass:

- die deutlichen quantitativen Unterschiede u.a. auch Ausdruck einer ‚normalen‘ interannuellen Variabilität sein können – also ein „multifaktorielles“ Zusammenspiel abiotischer und biotischer Rahmenbedingungen. Denkbar wäre in diesem Kontext ein Zusammenhang geringer Fintenbrutdichten mit u.U. temperaturbedingt unterschiedlichen biotischen Rahmenbedingungen (Nährtierentwicklung, Fressfeinde, Konkurrenz mit anderen Arten) und/oder mit weiteren bislang unbekanntem Faktoren.

Die Ergebnisse zeigen, dass v.a. eine zeitliche (interannuelle) Variabilität und deren Einflussgrößen (natürlich, anthropogen) nach wie vor nur eingeschränkt abgeschätzt werden können.

## Literatur

- ARBEITSGRUPPE ELBEÄSTUAR, 2011: Integrierter Bewirtschaftungsplan für das Elbeästuar (IBP Elbe) - Teil A "Gesamträumliche Betrachtung". - Herausgebende Stellen: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg , Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord, Hamburg Port Authority, 1-84 S. <http://www.natura2000-unterelbe.de/links-Gesamtplan.php>,
- ARGE ELBE/FGG ELBE, 2007: Sauerstoffgehalte der Tideelbe. Entwicklung der kritischen Sauerstoffgehalte im Jahr 2007 und in den Vorjahren, Erörterung möglicher Ursachen und Handlungsoptionen. Sachstandsbericht der Wassergütestelle Elbe nach der Abstimmung in der Arbeitsgruppe "Oberflächengewässer" in der Flussgebietsgemeinschaft Elbe. - Hamburg. S. 30.11.2007.
- BERGEMANN, M., 1995: Die Lage der oberen Brackwasserzone im Elbeästuar. - Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 39 (4/5): 134-137.
- BIOCONSULT, 2006: Untersuchungen zur Reproduktion der Finte (*Alosa fallax fallax*, Lacépède 1803) in der Unterweser. - (Bericht im Auftrag des WSA Bremerhaven) Bremen: 79 S. und Anhang.
- BIOCONSULT, 2014: Definition des Ökologischen Potenzials in Übergangsgewässern. Theoretischer Hintergrund und Bewertungsmethoden für die Qualitätskomponenten nach WRRL. - Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Betriebsstelle Brake/Oldenburg, 112 S.
- BIOCONSULT, 2015: Erfassung der Finteneidichte in der Tideelbe im Bereich Lühesand zur zeitlichen Eingrenzung der Hauptlaichaktivität Untersuchung 2015 bei Lühesand (km 651). - Auftraggeber: GASUNIE, o. S.
- DIECKWISCH, B., 1987: Die Verteilung der Fischbrut in der Unterelbe 1985. - (Diplomarbeit) Universität Kiel, 120 S.
- EHRENBAUM, E., 1894: Beiträge zur Naturgeschichte einiger Elbfische (*Osmerus eperlanus* L., *Clupea finta* Cuv., *Acerina cernua* L., *Acipenser sturio* L.). - Wiss. Meeresunters. Abt. Helgoland 1: 54-63.
- EHRENBAUM, E., 1964: Eier und Larven von Fischen. Nordisches Plankton, Zoologischer Teil. - Erster Band, Verlag von Lipsius & Tischer, Kiel und Leipzig: 361-375 S.
- FRICKE, R., 1987: Deutsche Meeresfische. - Bestimmungsbuch. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg: 219 S.
- FRICKE, R., 2004: Fisch des Jahres 2004 - Der Maifisch. - Verband Deutscher Sportfischer e.V. (VDSF), 39 S.

- GERKENS, M. & R. THIEL, 2001: Habitat use of age-0 twaite shad (*Alosa fallax* Lacépède, 1803) in the tidal freshwater region of the Elbe river, Germany. - Bull. Fr. Pêche Piscic. 362/363: 773-784.
- HASS, H., 1969: Unterscheidungsmerkmale dottersackloser Larven von Clupeiformes aus der Unterelbe. - Archiv für Fischereiwissenschaft 20: 22-25.
- KERNER, M., 2007: Effects of deepening the Elbe Estuary on sediment regime and water quality. - Est. Coast. Shelf Sci. 75: 492-500.
- KYLE, H. M. & E. EHRENBAUM, 1929: Teleostei Physostomi, 1. Clupeiformes. - In: Grimpe, G. (Hrsg.), Die Fische der Nord- und Ostsee. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig: o.S.
- MAGATH, V. & R. THIEL, 2013: Stock recovery, spawning period and spawning area expansion of the twaite shad *Alosa fallax* in the Elbe estuary, southern North Sea. - Endangered Species Research Vol. 20: 109-119.
- MCGOWAN, M. F. & F. H. BERRY, 1983: Clupeiformes: development and relationships. - In: American Society of Ichthyologist and Herpetologist (Hrsg.), Ontogeny and systematics of fishes - Ahlstrom Symposium. Californien: 108-126.
- MÖLLER, H., 1988: Fischbestände und Fischkrankheiten in der Unterelbe: 1984-1986. - H. Möller, Kiel: 344 S.
- NAVARRO, T., Carrapato C. & F. Ribeiro, 2014: Effects of temperature, salinity and feeding frequency on growth and mortality of twaite shad (*Alosa fallax*) larvae. Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst. (2013) 412, 07.
- NOLTE, W., 1976: Die Küstenfischerei in Niedersachsen. - Forschungen zur niedersächsischen Landeskunde Bd. 105:
- OESMANN, S. & M. PEZENBURG, 2008: Vorhaben Kraftwerk Stade-Bützfleth - Teilbeitrag Fischlarven. - Gutachten im Auftrag von Electrabel Deutschland AG, 28 S. und Anhang.
- REISE, K., 2005: Coast of change: habitat loss and transformations in the Wadden Sea. - Helgol Mar Res (2005) 59: 9-21.
- RIEDEL-LORJE, J. C., N. MÖLLER-LINDENHOF & B. VAESSEN, 1992: Salzgehalts- und Trübstoffverhältnisse im oberen Brackwassergebiet der Elbe. - ARGE ELBE (Hrsg.) Wassergütestelle Elbe Hamburg, 145 S.
- RUSSELL, F. S., 1976: The eggs and planktonic stages of British Marine Fishes. - Academic Press, London, New York, San Francisco: 534 S.
- SCHOLLE, J., 2011: Status of the Anadromus Twaite Shad (*Alosa fallax*) in Wadden Sea Estuaries - Assessment According to EU Directives. - CWSS Wadden Sea Day, 2011 Wilhelmshaven
- SCHUCHARDT, B., 1995: Die Veränderung des Tidenhubs in den inneren Ästuaren von Eider, Elbe, Weser und Ems. Ein Indikator für die ökologische Verformung der Gewässer. - Naturschutz und Landschaftsplanung 27 (6), 211-217 S.

- SCHUCHARDT, B., D. BUSCH, M. SCHIRMER & K. SCHRÖDER, 1985: Die aus langfristig geführten Fischereistatistiken rekonstruierbaren Bestandsänderungen der Fischfauna: Ein Indikator für Störungen des Ökosystems. - *Natur und Landschaft* 60 (11): 441-444.
- SCHUCHARDT, B., J. SCHOLLE, S. SCHULZE & T. BILDSTEIN, 2007: Vergleichende Bewertung der ökologischen Situation der inneren Ästuare von Eider, Elbe, Weser und Ems: Was hat sich nach 20 Jahren verändert? - In: Gönnert, G., B. Pflüger & J.-A. Bremer (Hrsg.), *Von der Geoarchäologie über die Küstendynamik zum Küstenzonenmanagement - Coastline Reports* 9. 15-26.
- SCHULTZ, S., 2007: Mageninhaltsuntersuchungen an Larven von Stint (*Osmerus eperlanus* Linnaeus 1758) und Finte (*Alosa fallax* Lacépède 1803). Dipl.-Arbeit, Universität Hamburg.
- SCHULZE, S. & M. SCHIRMER 2005: Die Wiederentdeckung der Finte in der Unterweser. - Tagungsbericht 2004 der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) 5 S.
- THIEL, R., A. SEPULVEDA, R. KAFEMANN & W. NELLEN, 1995: Environmental factors as forces structuring the fish community of the Elbe estuary. - *Journal of Fish Biology* 46: 47-69.
- THIEL, R., H. WINKLER, U. BÖTTCHER, A. DÄNHARDT, R. FRICKE, M. GEORGE, M. KLOPPMANN, T. SCHAARSCHMIDT, C. UBL & R. VORBERG, 2013: Rote Liste und Gesamtartenliste der etablierten Fische und Neunaugen (Elasmobranchii, Actinopterygii & Petromyzontida) der marinen Gewässer Deutschlands - 5. Fassung, Stand August 2013. - *Naturschutz und Biologische Vielfalt* Band 70 (2): 11-76.
- WESTERNHAGEN, H. V., 1970: Erbrütung der Eier von Dorsch (*Gadus morhua*), Flunder (*Pleuronectes flesus*) und Scholle (*Pleuronectes platessa*) unter kombinierten Temperatur- und Salzgehaltsbestimmungen. - *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 21: 21-102.
- WGE (WASSERGÜTESTELLE ELBE), 2003-2013: Fachinformationssystem (FIS) der Flussgebietsgemeinschaft Elbe (FGG Elbe). Messprogramme der ARGE Elbe (bis 2009) und Messprogramme der FGG Elbe (ab 2009). - <http://fgg-elbe.de/elbe-datenportal.html>,

## Anhang

### **Anhang 1: Ausfahrtdaten, Koordinaten, Fangdaten**

gesondert in externen Exceltabellen

**Anhang 2: Artenspektrum Hamenbefischung 2015**

Tab. 26: Hamenbefischung an 4 Fangstationen (Tinsdal, Lühesand, Glückstadt, Brunsbüttel) im Sommer 2015: Artenspektrum.

Fischarten (Hamenfänge 2015) Tideelbe		Brunsbüttel	Glückstadt	Lühesand	Tinsdal
Acipenser sturio	Stör			x	
Alosa fallax	Finte	x	x	x	x
Anguilla anguilla	Aal	x	x	x	x
Aspius aspius	Rapfen	x		x	x
Blicca bjoerkna	Güster			x	x
Clupea harengus	Hering	x	x		
Clupeidae indet	Heringsartige		x		
Coregonus sp.	Schnäpel		x	x	
Cyprinus carpio	Karpfen			x	x
Gasterosteus aculeatus	Dreist. Stichling	x	x	x	
Gymnocephalus cernua	Kaulbarsch	x	x	x	x
Lampetra fluviatilis	Flussneunauge	x	x	x	
Leuciscus idus	Aland			x	x
Neogobius melanostomus	Schwarzgrundel		x	x	
Osmerus eperlanus	Stint	x	x	x	x
Perca fluviatilis	Flussbarsch	x	x	x	
Platichthys flesus	Flunder	x	x	x	x
Salmo salar	Lachs	x	x	x	
Salmo trutta	Meerforelle	x	x	x	
Sander lucioperca	Zander	x	x	x	x
Scophthalmus maximus	Steinbutt	x			
Sprattus sprattus	Sprotte	x	x		
Syngnathus rostellatus	Kl. Seenadel	x			
Trachurus trachurus	Stöcker	x			
<b>Summe Arten</b>		<b>17</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>10</b>
<b>Anzahl Hols</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

## Anhang 3: Ergebnisse Mageninhaltsanalyse Fintenlarven (Stichprobe)

Fisch umgangssprachl.	Fisch wissenschaftlich	Saison	Gebiet	Transekt	Datum	Taxa	Anzahl	Großtaxa
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Calanoida indet.	13	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Harpacticoida	1	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Calanoida indet.	2	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Calanoida indet.	3	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Calanoida indet.	2	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Harpacticoida	1	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Copepoda indet.	1	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Calanoida indet.	5	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Calanoida indet.	1	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	leer		
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	leer		
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Calanoida indet.	4	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Calanoida indet.	1	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	leer		
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Calanoida indet.	1	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	Calanoida indet.	1	Copepoda
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	leer		
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT-643	08.06.2015	leer		
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Mai	Elbe	QT651 - oben Ebbe	27.05.2015	leer		
Finte	<i>Alosa fallax</i>	Juni	Elbe	QT651 - HW oben	04.06.2015	leer		