

# Zeitliche und räumliche Verteilung von Fintenlaichprodukten in der Tideelbe

Untersuchung 2016



**Auftraggeber:**  
Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (WSA) Hamburg

**März 2018**

---

Auftraggeber: WSA Hamburg  
Hamburg

---

Titel: Zeitliche und räumliche Verteilung von Fintenlaichprodukten in der  
Tideelbe  
  
Untersuchung 2016

---

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: März 2018

# Inhalt

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Anlass und Zielsetzung .....</b>	<b>15</b>
<b>2. Betrachtungsraum .....</b>	<b>16</b>
<b>3. Situation der Finte in der Elbe .....</b>	<b>18</b>
<b>4. Methodik .....</b>	<b>19</b>
4.1 Probenahme Laichprodukte: Konzeption und Durchführung .....	19
4.1.1 Quertransekte bei km 643 und km 651 .....	19
4.1.2 Längstransekt km 630 – km 680 .....	22
4.1.3 Auswertung .....	22
4.1.4 Hamenfänge .....	24
4.1.5 Zooplanktonuntersuchung .....	24
<b>5. Ergebnisse .....</b>	<b>25</b>
5.1 Abiotische Rahmenparameter .....	25
5.2 Untersuchung Quertransekte .....	33
5.2.1 Finteneier .....	33
5.2.1.1 Eistadien .....	33
5.2.1.2 Verpilzungsrate .....	34
5.2.1.3 Zeitliche Verteilungsmuster .....	35
5.2.1.4 Räumliche Verteilung der Eidichten .....	39
5.2.2 Fintenlarven .....	41
5.2.2.1 Larvenstadien .....	41
5.2.2.2 Zeitliche Verteilungsmuster .....	44
5.2.2.3 Räumliche Verteilung .....	46
5.3 Untersuchung Längstransekt .....	48
5.3.1 Finteneier .....	49
5.3.2 Fintenlarven .....	54
<b>6. Hamenfänge .....</b>	<b>59</b>
6.1 Frühjahr (adulte Finten) .....	59
6.2 Sommer (juvenile Finten) .....	59
6.2.1 Ergebnisse .....	60
<b>7. Zusammenfassung und Kurzvergleich mit den Ergebnissen aus den Vorjahren (Ei- und Larvenfänge) .....</b>	<b>62</b>
<b>8. Einflussfaktoren .....</b>	<b>74</b>
8.1 Abiotische Faktoren .....	74
8.2 Biotische Faktoren .....	79
8.2.1 Nahrungsangebot .....	79
8.2.2 Fressfeinde/Nahrungskonkurrenz .....	86
8.3 Zusammenfassung Einflussfaktoren (2016) .....	88
<b>9. Gesamtfazit .....</b>	<b>90</b>
<b>Literatur .....</b>	<b>92</b>

**Anhang.....94****Abbildungen und Tabellen**

Abb. 1:	Übersicht über den Betrachtungsraum von Elbe-km 630–km 680 (gelbe Linie).....	17
Abb. 2:	Entwicklung der Fintenfanzahlen (Ind./h/80 m <sup>2</sup> ) im Zeitraum 2000 – 2017 (OWK Elbe-West, Typ 22.3). Trendanalyse Mann-Kendall p = 0,001, Korrelation Kendall Tau = 0,529. Daten nur Adulte, nur Frühjahrsfänge. Datenquelle: WRRL-Fischmonitoring Tideelbe (KORTEL). Abb. aus Bioconsult 2017.....	18
Abb. 3:	Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1_nord - QT 4_süd) bei km 643, inkl. Hahnöfer Nebeneelbe (QT 5).....	20
Abb. 4:	Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1–QT 4) bei km 651. ....	20
Abb. 5:	Oberwasserabfluss (Tagesmittelwerte m <sup>3</sup> /s) der Elbe (Pegel Neu Darchau) für den Zeitraum März–Juni 2016 (grün) sowie für die Jahre 2009–2015. ....	25
Abb. 6:	Entwicklung der Wassertemperatur (°C) bei km 643 (Daten 2016).....	26
Abb. 7:	Entwicklung der Leitfähigkeit (mS/cm) bei km 643 (Daten 2016).....	27
Abb. 8:	Entwicklung der Sauerstoffkonzentration (mg/l) bei km 643 im Zeitraum von Anfang April bis Ende Juni 2016. ....	28
Abb. 9:	Variabilität der oberflächennahen (Bild oben) und sohl nahen (Bild unten) Strömungsgeschwindigkeiten (cm/s) bei km 643 im Zeitraum vom 01.04.–23.06.2016. ....	30
Abb. 10:	Entwicklung der Wassertemperaturen (Tagesmittel) im Frühjahr 2011–2016 in der Tideelbe.....	31
Abb. 11:	Entwicklung der Sauerstoffgehalte (Tagesmittelwerte) im Frühjahr 2011–2016 in der Tideelbe.....	31
Abb. 12:	Entwicklung der Leitfähigkeit (mS/cm) im Zeitraum April bis Juni 2011–2016 in der Tideelbe.....	32
Abb. 13:	Anteile (%) verpilzter Finteneier in der Tideelbe bei Quertransekt km 643 im Zeitraum vom Mitte April bis Anfang Juni in den Jahren 2011–2016. ....	35
Abb. 14:	Entwicklung der Finteneidichte in der Tideelbe bei km 643 im Zeitraum 20.04. bis 08.06.2016.....	36
Abb. 15:	Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekte (QT) bei km 643 (alle Daten 20.04.–08.06.2016, Bild rechts). und Vergleich km 643 (Daten 9.5. & 26.5.2016) v.km 651 (Daten 10.5.& 27.5. 2016).....	38
Abb. 16:	Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 643 (20.04.–08.06.2016) und bei km 651 (10.05 und 27.05.2016) in der Tideelbe.....	40
Abb. 17:	Finteneidichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) in verschiedenen Tiefenzonen bei km 643 (20.04.–08.06.2016) und bei km 651 (10.05 und 27.05.2016) in der Tideelbe. ....	41
Abb. 18:	Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Untersuchungszeitraum vom 20.04. – 08.06.2016 (Daten Quertransekt km 643) differenziert nach Entwicklungsstadien. ....	43

Abb. 19:	Entwicklung der Fintenlarvenanzahlen (Ind./m <sup>3</sup> ) in der Tideelbe bei QT km 643 vom 20.04.–08.06.2016. ....	44
Abb. 20:	Anzahl Fintenlarven während verschiedener Tidephasen (Daten von 2016). ....	46
Abb. 21:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m <sup>3</sup> ) entlang des Quertransekts bei km 643 und km 651 in der Tideelbe (Daten von 2016). ....	47
Abb. 22:	Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m <sup>3</sup> ) in zwei Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 643 und km 651 (Daten von 2016). ....	48
Abb. 23:	Finteneidichten (Ind./100 m <sup>3</sup> auf Holebene) im Längsverlauf der Tideelbe (km 630–km 680).....	49
Abb. 24:	Finteneidichten (Ind./100 m <sup>3</sup> auf Holebene) in Nebeneiben. ....	50
Abb. 25:	Finteneidichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Bereich der Stromelbe von km 630–km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebeneiben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensander NE sowie Glückstädter NE am 02./03.05.2016 – KW 18). ....	51
Abb. 26:	Finteneidichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Bereich der Stromelbe von km 630–km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebeneiben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (18./19.05.2016 – KW 20). ....	52
Abb. 27:	Finteneidichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Bereich der Stromelbe von km 630–km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebeneiben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensander NE sowie Glückstädter NE am 30./31.05.2016 – KW 22). ....	53
Abb. 28:	Fintenlarvendichten/Hol (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Längsverlauf der Tideelbe. Die Ergebnisse integrieren die Variabilität über die Zeit (02./03.05., 18./19.05.; 30./31.05), sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen) .....	54
Abb. 29:	Fintenlarvendichten/Hol (Ind./100 m <sup>3</sup> ) in den Nebeneiben. Die Ergebnisse integrieren die Variabilität über die Zeit (02./03.05., 18./19.05.; 30./31.05), sowie auch kleinräumig (Seite, Tiefenzonen).....	55
Abb. 30:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Bereich der Stromelbe von km 630–km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebeneiben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensander NE sowie Glückstädter NE am 18./19.05.2016 – KW 18). ....	56
Abb. 31:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Bereich der Stromelbe von km 630–km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebeneiben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwtS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (18./19.05.2016 – KW 20). ....	57
Abb. 32:	Fintenlarvendichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebeneiben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensander NE sowie Glückstädter NE am (30./31.05.2016 – KW 22). ....	58
Abb. 33:	Längenhäufigkeitsverteilung (als Summe Ind./h/80 m <sup>2</sup> ) der Finten im Sommer 2016. ....	60

Abb. 34:	Fintenei- (oben) und Larvenanzahlen (unten) von 2011–2016 bei km 643 in der Tideelbe (zeitlich und räumlich gemittelte Daten bei QT km 643).....	64
Abb. 35:	Fintenei- (oben) und Larvenanzahlen (unten) von 2011–2016 entlang des Abschnitts km 630–km 680 inkl. der Nebeneiben (zeitlich und räumlich gemittelte Daten).....	66
Abb. 36:	Entwicklung der Finteneidichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Zeitraum Mitte/Ende April bis Anfang Juni differenziert nach Untersuchungsjahr (oben) und als jahresübergreifendes Gesamtmittel (unten) bei km 643 in der Tideelbe. Daten: 2011–2016. A3 = 3. Aprilwoche, M1 = 1... Maiwoche, Ju1 = 1. Juniwoche.....	68
Abb. 37:	Entwicklung der Fintenlarvendichte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) im Zeitraum Mitte/Ende April bis Anfang Juni differenziert nach Untersuchungsjahr (oben) und als jahresübergreifendes Gesamtmittel (unten) bei km 643 in der Tideelbe. Daten: 2011–2016. A3 = 3. Aprilwoche, M1 = 1... Maiwoche, Ju1 = 1. Juniwoche.....	69
Abb. 38:	Mittlere Fintenei- (Bild oben) und Larvendichte (Bild unten; Ind./100 m <sup>3</sup> ) entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum Mitte/Ende April – Anfang Juni der Jahre 2011–2016 in der Tideelbe. ....	70
Abb. 39:	Verlauf der aufwandskorrigierten Fintenabundanz im Jadebusen zwischen 2006 und 2015 für die Monate April, Mai, Juni (Anfang und Ende), Juli und August. ....	71
Abb. 40:	Mittlere Anzahlen von Fintenlarven (oben) bei km 643 (2011–2016) und mittlere Anzahlen juveniler Finten (AG 0+, Bild unten) bezogen auf 4 Fangstationen Tinsdal (km 638), Twielenfleth (km 651,5), Glückstadt (km 671) sowie Brunsbüttel (km 690) in den Jahren 2013–2016 (Befischungen im Sommer Juli/August).....	72
Abb. 41:	Fintenabundanz (Ind./h/80 m <sup>2</sup> ) pro Hol (alle AG aber ganz überwiegend AG 0+) in den Untersuchungsjahren 2013–2016, differenziert nach Fangstation. ....	73
Abb. 42:	Unterhaltungsmengen (m <sup>3</sup> ) Hopperbagger im Zuständigkeitsbereich der WSV (Elbabschnitt von km 639 – km 655, km 655 – km 660), bezogen auf den Restriktionszeitraum 15.4. – 30.6 und bezogen auf die jeweilige Hauptlaichphase der Finte in den Jahren 2011 – 2016.....	77
Abb. 43:	WI-Unterhaltung (als Wasserbedarf m <sup>3</sup> ) im Zuständigkeitsbereich der WSV (Elbabschnitt von km 639 – km 655, km 655 – km 660), bezogen auf den Restriktionszeitraum 15.4. – 30.6 und bezogen auf die jeweilige Hauptlaichphase der Finte in den Jahren 2011 – 2016. ....	77
Abb. 44:	Anteil der Fintenlarven (N = 48) mit unterschiedlicher Mageninhaltsmenge (Daten 2016).....	80
Abb. 45:	Entwicklung der Fintenlarvendichte (Bild oben) und der Zooplanktongruppen (Rotatorien, unten rechts Crustacea, , unten links, Rotatorien, unten rechts) im Jahr 2016, km 643. Mittelwert = Mittelwert von jeweils 5 Einzelhols). X-Achse = Untersuchungskampagnen. 1 = 1. Kampagne (21.4.2016),...8 = 8. Kampagne (8.6.2016). Senkrechte blaue Linie = Auftreten erster Fintenlarven. Stichprobenumfang je Kampagne N = 5. 82	

Abb. 46:	Mittlere Finten Abundanz ( Altersgruppe 0+) sowie mittlere Zooplanktondichten in den Jahren 2013 – 2016 in der Tideelbe (Quelle Zooplankton, A. Schöl, BfG Koblenz).....	86
Abb. 47:	Mittlere Gesamtabundanz (Ind./h/80 m <sup>2</sup> ) von Stint und Kaulbarsch im Bereich der Tideelbe zwischen km 639–km 650.....	87
Tab. 1:	Hinweise zur Positionierung der Quertransektstationen (QT).....	21
Tab. 2:	Charakterisierung der verschiedenen Eistadien (nach: WESTERNHAGEN 1970). .....	22
Tab. 3:	Übersicht über die 2016 durchgeführte Hamenfischerei (Zielart: Finte).....	24
Tab. 4:	Vergleich der oberflächen- und sohlnahmen Sauerstoffgehalte (mg/l) im Zeitraum vom 01.04. –31.05.2016.....	29
Tab. 5:	Übersicht über auffällige, als „Ausreißer“ detektierte Werte (Ind./100 m <sup>3</sup> ). .....	33
Tab. 6:	Entwicklungsstadien der Finteneier differenziert nach Fangdatum auf der Basis der Quertransektdaten bei km 643.....	34
Tab. 7:	Ergebnisse der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Finteneidichte) bei km 643 aus 2016.....	37
Tab. 8:	Ergebnisse des U-Tests auf der Grundlage der Finteneidichte bei km 651 aus 2016. ....	37
Tab. 9:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage der saisonalen Daten QT km 643 (20.04.–08.06.2016) und bei QT km 651 (10.5. & 27.5.2016). .....	39
Tab. 10:	Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der QT-Daten bei km 643 und km 651 aus 2016. ....	40
Tab. 11:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Fintenlarven) bei km 643 aus 2016.....	45
Tab. 12:	Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Fintenlarven) bei km 651 aus 2016.....	45
Tab. 13:	Statistische Kennwerte (Ind./100 m <sup>3</sup> ) zum Vorkommen von Fintenlarven bei QT km 643 und bei QT km 651.....	46
Tab. 14:	Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m <sup>3</sup> ) bei QT km 643. und QT km 651. ....	47
Tab. 15:	Abundanz der Finte (nur adulte) im Wasserkörper Elbe West (Daten: Mai 2016). .....	59
Tab. 16:	Interannueller Vergleich (2011–2016) der mittleren Fintenei- (oben) und Larvendichte (unten). ....	65
Tab. 17:	Interannueller Vergleich (2011–2016) der mittleren Fintenei- (oben) und Larvendichte (unten). ....	67

Tab. 18:	Unterhaltungsmengen mittels Hopperbagger in den Jahren 2011 - 2016 im Elbeabschnitt km 639 – km 660 im Zeitraum der Finten-Restriktion (15.04.–30.06., Tabelle oben) und während der tatsächlichen Hauptlaichzeit (Tabelle unten).....	75
Tab. 19:	Unterhaltungsbaggermengen mittels WI in den Jahren 2011 - 2016 im Elbeabschnitt km 639 – km 660 im Zeitraum der Finten-Restriktion (15.04.–30.06., Tabelle oben) und während der tatsächlichen Hauptlaichzeit (Tabelle unten).....	76
Tab. 20:	Statistische Kennwerte der Zooplankton Untersuchung in der Tideelbe bei km 643 und km 651 (Daten 2016).....	81
Tab. 21:	Mittel der Crustacea-Dichten (Ind/l) im Untersuchungszeitraum April bis Juni der Jahre 2013 bis 2016 .....	83
Tab. 22:	Ergebnisse Mageninhaltsanalyse Fintenlarven (Stichprobe) 2016 .....	94
Tab. 23:	Hamenbefischung an 4 Fangstationen (Tinsdal, Lühesand, Glückstadt, Brunsbüttel) im Sommer 2016: Artenspektrum.....	95

## Zusammenfassung

### Allgemeines und Ziel

Die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) 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 (*Alosa fallax*, Lacépède, 1803).

Vor diesem Hintergrund wurde die BioConsult Schuchardt & Scholle GbR vom Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt (WSA) Hamburg beauftragt, die bereits ab 2011 begonnene bisher jährlich 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) auch im Jahr 2016 durchzuführen. Wie bei den vorhergehenden Untersuchungen (2011–2015) war die Ermittlung der räumlichen (vertikal, Querschnitt, longitudinal – Tidephasen) und zeitlichen (saisonal) Verteilung der Fintenbruttdichte weiterhin Ziel der Untersuchung.

### Methodik

Im Zeitraum vom 20.04. – 08.06.2016 sind bei km 643 Untersuchungen zum Vorkommen von Fintenlaichprodukten über ein Quertransekt (QT) durchgeführt worden; damit wurde die Hauptreproduktionszeit der Finte zeitlich abgedeckt. Wie in den Vorjahren erfolgte eine stichprobenhafte Untersuchung bei km 651 (QT 651).

Bei QT km 643 wurden acht Untersuchungskampagnen durchgeführt; 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 (10.05. & 27.05.2016) statt. Die Befischungsmethodik blieb mit dem Einsatz von Ringnetzen (50 cm Durchmesser, Maschenweite 500 µm), die vom Fischkutter aus an den festgelegten Stationen exponiert wurden, unverändert. Im Untersuchungsjahr 2016 sind bei km 643 und km 651 insgesamt 384 Proben entnommen worden.

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 (02.05., 18.05., 31.05.2016) beprobt. Die Positionierung der Stationen entspricht derjenigen der Vorjahre. Insgesamt wurden im Rahmen der Längstransektuntersuchung 168 Proben entnommen.

Ergänzend zu den Ringnetzuntersuchungen wurden auch Hamenfänge durchgeführt. Diese erfolgten im Juli (26.07. – 31.07.2016) an vier Positionen (Tinsdal, Lühesand, Glückstadt und Brunsbüttel). Ziel dieser Untersuchung war, die Abwanderung der juvenilen Finten zu erfassen, um Hinweise auf den Rekrutierungserfolg zu bekommen. Eine Frühjahrsbefischung des Wasserkörpers Elbe-West (Tinsdal, Twielenfleth) wurde im Rahmen des Projektes nicht

durchgeführt, da im Frühjahr 2016 das WRRL-Überblicksmonitoring stattfand. Die Daten wurden vom NLWKN Stade zur Verfügung gestellt.

## Ergebnisse

### *Abiotische Rahmenbedingungen*

Die Auswertung der abiotischen Rahmenbedingungen (bezogen auf die Dauermessstelle D1 bei Hanksalbsand) zeigt, dass die Wassertemperaturen 2016 im Untersuchungsgebiet bei QT km 643/651 bereits Mitte April 12 °C überschritten. Allerdings fiel die Temperatur bis Ende April/Anfang Mai wieder auf 10 °C. Im weiteren Verlauf der Untersuchung stiegen die Temperaturen auf > 20 °C. (ab Ende Mai). Im Zeitraum von Anfang April bis Ende Mai 2016 lag der Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau) überwiegend < 500 m<sup>3</sup>/s, wie in den Jahren davor handelte es sich auch 2016 um ein eher abflussärmeres Frühjahr. Die Leitfähigkeit lag von Mitte April bis etwa Ende Mai 2016 im Untersuchungsbereich bei km 643 bei Werten zwischen > 0,8–1,2 ms/cm und kann damit (insbesondere Ende Mai) als überdurchschnittlich eingeordnet werden. Bis etwa Ende Mai sind Sauerstoffgehalte um > 5 mg/l verzeichnet worden und auch bis Ende Juni wurden überwiegend Gehalte von > 4,5 mg/l und damit insgesamt für die die Fintenreproduktion unkritische Werte gemessen.

### *Fintenlaichprodukte*

Die Finteneizahlen (bezogen auf die Daten der **Quertransekte**) lagen im Mittel mit ca. 190 Ind./100 m<sup>3</sup> leicht unterhalb der Vorjahreszahlen (2015: 240 Ind./100 m<sup>3</sup>), aber ebenfalls deutlich höher als in den Jahren 2013 und 2014 (21 bzw. 13 Ind./100 m<sup>3</sup> – bisheriges Allzeitminimum). Das bisherige auf den Mittelwert bezogene Maximum (2011: ca. 800 Ind./100 m<sup>3</sup>) blieb auch im Jahr 2016 unterschritten.

Trotz der gegenüber 2015 etwas geringeren Eidichten konnte allerdings ein Anstieg der Larvendichte verzeichnet werden, dieser war deutlich ausgeprägt. Die mittlere Larvendichte war mit durchschnittlich etwa 102 Ind./100 m<sup>3</sup> der zweithöchste Wert im bisherigen Untersuchungszeitraum.

Im **Längsverlauf** der Tideelbe von km 630 – km 680 wurden 2016 in Hauptstrom und Nebelnelben Finteneidichten von durchschnittlich 6,1 Ind./100 m<sup>3</sup> im Hauptstrom und in den Nebelnelben ca. 1 Ind./100 m<sup>3</sup> dokumentiert. Die Anzahlen waren insgesamt gering und sind mit Blick auf die Gesamtdichte nicht repräsentativ. Auf diese Annahme deuten auch die Fintenlarvenzahlen, die anders als die Eizahlen mit 98 Ind./100 m<sup>3</sup> (Hauptstrom) und 63 Ind./100 m<sup>3</sup> (Nebelnelben) vergleichsweise hoch lagen.

**Finteneier (Quertransekt - QT)** wurden im Zeitraum von 20.04. – 08.06.2016 erfasst. Die Befunde zeigen, dass der Beginn der Laichtätigkeiten auf etwa Mitte April datiert werden kann. Die erste umfangreiche Eiablage (gleichzeitig auch das Maximum) erfolgte Mitte der 1. Maiwoche bei Wassertemperaturen um 12 °C. Zu diesem Zeitpunkt erreichten die mittleren Eidichten Werte von etwa 670 Ind./100 m<sup>3</sup>. Im Verlauf der folgenden Wochen gingen die Eidichten zurück. Ende der ersten Juniwoche lag die Eidichte erwartungsgemäß bei 1 Ind./100 m<sup>3</sup> sehr niedrig (QT km 643).

Über den Flussquerschnitt war die Verteilung der Eier insgesamt sehr variabel, es wurden aber wie bereits in den Vorjahren v.a. nahe der Strommitte (Mitte-N) höhere Anzahlen erfasst. Möglicherweise besteht hier ein Zusammenhang mit lokalen Strömungsmustern. Hinsichtlich der Finteneidichte konnten zwischen Hauptstrom (QT km 643) und Hahnöfer Nebelbe (HNE) im Jahr 2016 mäßige Unterschiede festgestellt werden. Nach der Station Mitte-N, an der die höchsten Anzahlen (325 Ind./100 m<sup>3</sup>) erfasst wurden, wurden in der HNE die zweithöchsten Eidichten erfasst (275 Ind./100 m<sup>3</sup>)

Die auf Tidephasen bezogenen Ergebnisse 2016 unterstützen die Ergebnisse aus den Vorjahren, dass der Hauptreproduktionsbereich zwischen km 630 und km 655 lokalisiert werden kann. Ähnlich wie im Jahr 2015 wurden auch 2016 höhere Anzahlen (im Mittel bis 340 Ind./100 m<sup>3</sup>) oberhalb von km 640 erfasst.

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

Im Jahr 2016 lag die Verpilzungsrate der Finteneier bezogen auf das Haupttransekt (QT km 643) im Mittel bei ca. 17 %, dies ist nach 2013 (> 20 %) der zweithöchste Wert im bisherigen Untersuchungszeitraum. Die Gründe für die interannuell unterschiedlichen Verpilzungsraten sind nicht offensichtlich. Denkbar ist jedoch ein Zusammenhang mit abiotischen Faktoren wie z.B. Wassertemperatur, Oberwasserabfluss, Leitfähigkeit.

**Finteneier (Längstransekt-LT: Hauptstrom, Nebelbe):** Im Jahr 2016 wurden Finteneier innerhalb des Untersuchungsbereichs (km 630–km 680) zwischen km 630–km 670 nachgewiesen. Hier zeigte sich ein Gradient von innen (km 630 >10 Ind./100 m<sup>3</sup>) nach außen (km 660 bis < 1 Ind./100 m<sup>3</sup>), allerdings auf einem niedrigen Abundanzniveau. Gründe für die überraschend geringen Eizahlen, die im Rahmen der Längsbeprobung erfasst wurden, sind nicht offensichtlich. Ein gewisser Anteil erklärt sich vermutlich durch die Terminierung (Anfang Mai, Mitte Mai, Anfang Juni) der Probenahme, da Anfang Mai sowie Anfang Juni generell die Eizahlen gering waren. Insgesamt lagen die Eidichten im Hauptstrom (6 Ind./100 m<sup>3</sup>) höher als in den Nebelben (1,7 Ind./100 m<sup>3</sup>). Es ist zu beachten, dass die LT-Messstellen stichprobenhaft beprobt wurden, insofern können diese Ergebnisse zur räumlichen Verteilung nur eingeschränkt belastbar sein.

**Fintenlarven (Quertransekt)** wurden erst ab dem 20.05. und dann bis zum – 08.06.2016 erfasst. Ein zeitliches Maximum wurde bei km 643 in der 4. Maiwoche verzeichnet. Die Larvendichte blieb auch zu diesem Zeitpunkt im Mittel mit bis zu 379 Ind./100 m<sup>3</sup> (km 643) und 42 Ind./100 m<sup>3</sup> (km 651) insgesamt auf einem höherem Niveau. Im Flussquerschnitt war die Verteilung der Larven mäßig unterschiedlich (im Mittel 81–188 Ind./100 m<sup>3</sup>). In der Tendenz waren bei km 643 die Anzahlen der Larven in der südlichen Stromhälfte tendenziell höher. Die Larvenanzahlen in der Hahnöfer Nebelbe (85 Ind./100 m<sup>3</sup>) nahmen eine Mittelstellung zwischen den Ergebnissen der nördlichen und der südlichen Stationen in der Stromelbe ein. Bei QT km 651 wurden gewisse Unterschiede der Larvendichte über den Stromquerschnitt insofern verzeichnet, als in der südlichen Stromhälfte (durchschnittlich 38 Ind./100 m<sup>3</sup>) die Larvenanzahlen höher waren als in der nördlichen (durchschnittlich 9 Ind./100 m<sup>3</sup>). Mit Blick auf die jahresübergreifende Vertikalverteilung der Fintenlarven zeigt sich ein stabiles Muster. Anders als

für die Verteilung der Finteneier ermittelt, wurden Larven oberflächennah in deutlich höherer Dichte erfasst als bodennah.

**Fintenlarven (Längstransekt: Hauptstrom, Nebelnelben):** Die Untersuchung über den Längsverlauf der Tideelbe zeigt, dass 2016 ab etwa Mitte Mai Fintenlarven im Untersuchungsbe- reich (km 630 – km 680) nachgewiesen wurden. Die relativ höchsten Dichten entfallen auf den Abschnitt von km 630–km 650, wobei die Unterschiede aber nur mäßig ausgeprägt waren. Die Larvenzahlen in den Nebelnelben (im Mittel 63 Ind./100 m<sup>3</sup>) und im Hauptstrom (im Mittel 98 Ind./100 m<sup>3</sup>) waren ebenfalls mäßig unterschiedlich. Lokal 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 sich auf den Wasserkörper Elbe-West (km 634 – km 654,9) beziehenden Hamen- fänge ergaben durchschnittlich eine Abundanz von ca. 68 Ind./h/80 m<sup>2</sup>; der Abundanzwert entspricht der Kategorie „gutes/höchstes ökologisches Potenzial“ für diese Art (AG adult).

Juvenile Finten konnten Ende Juli 2016 an allen 4 Fangstationen erfasst werden. Die Fangzah- len variierten räumlich jedoch deutlich. So wurden die geringsten Anzahlen bei Lühesand (1,25 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) und Glückstadt (1,6 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) ermittelt. Höhere Anzahlen sind v.a. bei Brunsbüttel (66 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) verzeichnet worden. Die Ergebnisse deuten auf eine zum Zeitpunkt der Befischungen bereits stattfindende Abwanderung der Juvenilen hin.

Der interannuelle Vergleich zeigt, dass die Ende Juli 2016 festgestellten Anzahlen juveniler Finten mit Fangstation übergreifend durchschnittlich etwa 20 Ind./h/80 m<sup>2</sup> zwar höher waren als 2014 (18 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) und 2015 (9,3 Ind./h/80 m<sup>3</sup>), aber noch deutlich geringer lagen als 2013 (127 Ind./h/80 m<sup>2</sup>). Ob für 2016, trotz vergleichsweise höherer Larvenzahlen, 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.

### **Fazit**

Die im Jahr 2011 erstmalig durchgeführte Untersuchung zu den Fintenlaichprodukten in der Tideelbe hat ausgeprägte Muster auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen 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 2016 weisen darauf hin, dass die Laichtätigkeit im o.g. Abschnitt der Tideelbe vergleichsweise umfangreich ist, aber quantitativ interannuell auch z.T. deutlich variieren kann. Der bis 2014 „kontinuierliche Rückgang“ der Ei- und Larvendichte setzte sich in den Jahren 2015 und 2016 nicht fort. Im Jahr 2016 blieb die Eidichte in etwa auf

dem Niveau des Vorjahres, während die Larvendichte deutlich höher war. Trotz der insgesamt quantitativen interannuellen Unterschiede waren räumliche und zeitliche Verteilungsmuster (vertikal, Querschnitt, Längsschnitt, zeitlich-saisonal) weitgehend gleichsinnig.

Gründe für die interannuell deutlichen quantitativen Unterschiede sind im Einzelnen nicht genau zuzuordnen und damit auch nicht spezifisch zu quantifizieren. Folgende mögliche Einflussfaktoren sind hier zu berücksichtigen:

- Der Beginn der Laichzeit ist v.a. 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.
- Kühle bzw. im Vergleich unterdurchschnittliche Wassertemperaturen während der Entwicklungsphase (ab Anfang/Mitte Mai bis Juni) früher Larvenstadien (wie z.B. 2015 nur ca. 16 °C) könnten den Entwicklungserfolg dämpfen. Erkenntnisse, die einen solchen Zusammenhang belegen, liegen nicht vor. Höhere Wassertemperaturen könnten dagegen die Larvalentwicklung begünstigen.
- Bezogen auf den Untersuchungszeitraum sind bislang keine deutlichen Hinweise auf einen möglichen Faktor „niedrige Sauerstoffgehalte“ erkennbar. Während der Hauptlaichphase wurden insbesondere 2015 und auch 2016 keine ungünstigen Sauerstoffbedingungen dokumentiert.
- Die Verpilzungsraten könnten Einfluss auf die Larvendichte haben, da die sich Finteneier nicht weiter entwickeln. Im Jahr 2016 wurden überdurchschnittliche Verpilzungsraten (noch unterhalb des bisherigen Maximums aus 2013) festgestellt, gleichzeitig aber im Vergleich zur Eidichte eine hohe Larvenzahl. Ab wann eine Verpilzungsrate sich erkennbar dämpfend auf die Larvenanzahl auswirkt, ist aus den vorliegenden Daten nicht abzuleiten.
- Es gibt keine Hinweise auf einen Einfluss des Faktors Unterhaltungsbaggerungen auf den Reproduktionserfolg. Auf Hopperbaggerungen wurde im Untersuchungszeitraum allerdings weitgehend verzichtet. Unterhaltungsarbeiten mittels WI-Bagger erfolgten jedoch, z.T. auch während der Reproduktionszeit. Ein gewisser Einfluss auf Ei- und Larvendichte ist daher möglich. Allerdings ist auf der derzeitigen Datengrundlage kein deutliches Muster zwischen Umfang der Unterhaltungsintensität und Höhe der Ei- und Larvendichte zu identifizieren.
- Schwache Hinweise auf den Faktor Nahrungsbedingungen. Bei ausgeprägter interannueller Variabilität scheinen auch bisherige Minima der Planktondichte nicht auffällig gering, wobei aber im Jahr 2016 die Planktondichte v.a. während der späteren Larvenstadien der Finten im Vergleich der letzten Jahre am geringsten ausfiel, so dass ein gewisser Einfluss für das Jahr 2016 nicht von vornherein auszuschließen ist. Ein Vergleich der Zooplanktondichte (als Frühjahrsmittelwert) und den Abundanzen der im Sommer erfassten juvenilen Finten auf der Grundlage der Daten 2013 - 2016 lässt einen Einfluss auf den Rekrutierungserfolg denkbar erscheinen, dieser ist aber bisher nicht belastbar zu belegen.

- Hinweise auf eine geringe Zahl einwandernder Laichtiere liegen nicht vor. Dies legen Ergebnisse der im Mai 2016 durchgeführten Hamenfänge nahe (Daten aus dem WRRL-Fischmonitoring). Im Mittel wurde mit 68 Ind./h/80 m<sup>2</sup> eine sehr hohe Anzahl adulter Finten gefangen (Daten Mai 2016: NLWKN schriftl.).

Die im Untersuchungszeitraum 2011 bis 2016 z.T. deutlichen quantitativen Unterschiede sind sehr wahrscheinlich Ausdruck der ‚natürlichen‘ interannuellen Variabilität (*soweit eine solche in einem stark veränderten System als natürlich beschrieben werden kann*). Diese wird bedingt durch ein „multifaktorielles“ Zusammenspiel abiotischer und biotischer Rahmenbedingungen, die ihrerseits von Jahr zu Jahr unterschiedlich sein können. Denkbar wäre in diesem Kontext ein Zusammenhang Fintenbrutdichten mit biotischen Rahmenbedingungen (z.B. Temperatur, Nährtierentwicklung, Fressfeinde, Konkurrenz mit anderen Arten) und/oder mit weiteren bislang unbekanntem Faktoren.

## 1. Anlass und Zielsetzung

Die Finte (*Alosa fallax*) zählt im Sinne der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie zu den Arten von gemeinschaftlichem Interesse, für die Schutzgebiete u.a. auch in der Tideelbe ausgewiesen worden sind. Im Integrierten Bewirtschaftungsplan (IBP; ARBEITSGRUPPE ELBEÄSTUAR 2011) sind als fintenspezifische Erhaltungsziele die „Bestand mit naturnaher Abundanz und Populationsstruktur“ festgelegt. Im IBP ist 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-Belangen 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 u.U. in reduziertem Umfang erfolgenden Baggerarbeiten unterliegt. Unklar sind jedoch die Auswirkungen einer solchen Beeinträchtigung auf Populationsebene.

Vor diesem Hintergrund wurde ab 2011 ein jährlich fortlaufendes Monitoring zum Vorkommen von Finteneiern, -larven und Jungfinten durchgeführt. Die Ergebnisse haben bisherige Wissensdefizite v.a. der (kleinskaligen) raumzeitlichen Verteilung der Laichprodukte (Finteneier, Fintenlarven) im zentralen Reproduktionsareal verringert und bilden eine verbesserte Grundlage für eine Optimierung des Sedimentmanagements in der Tideelbe.

Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisdarstellung der aktuellen Untersuchung im Jahr 2016 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 ergänzend 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 Elbabschnitt 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 (Ichthyoplankton, Hamenfänge).

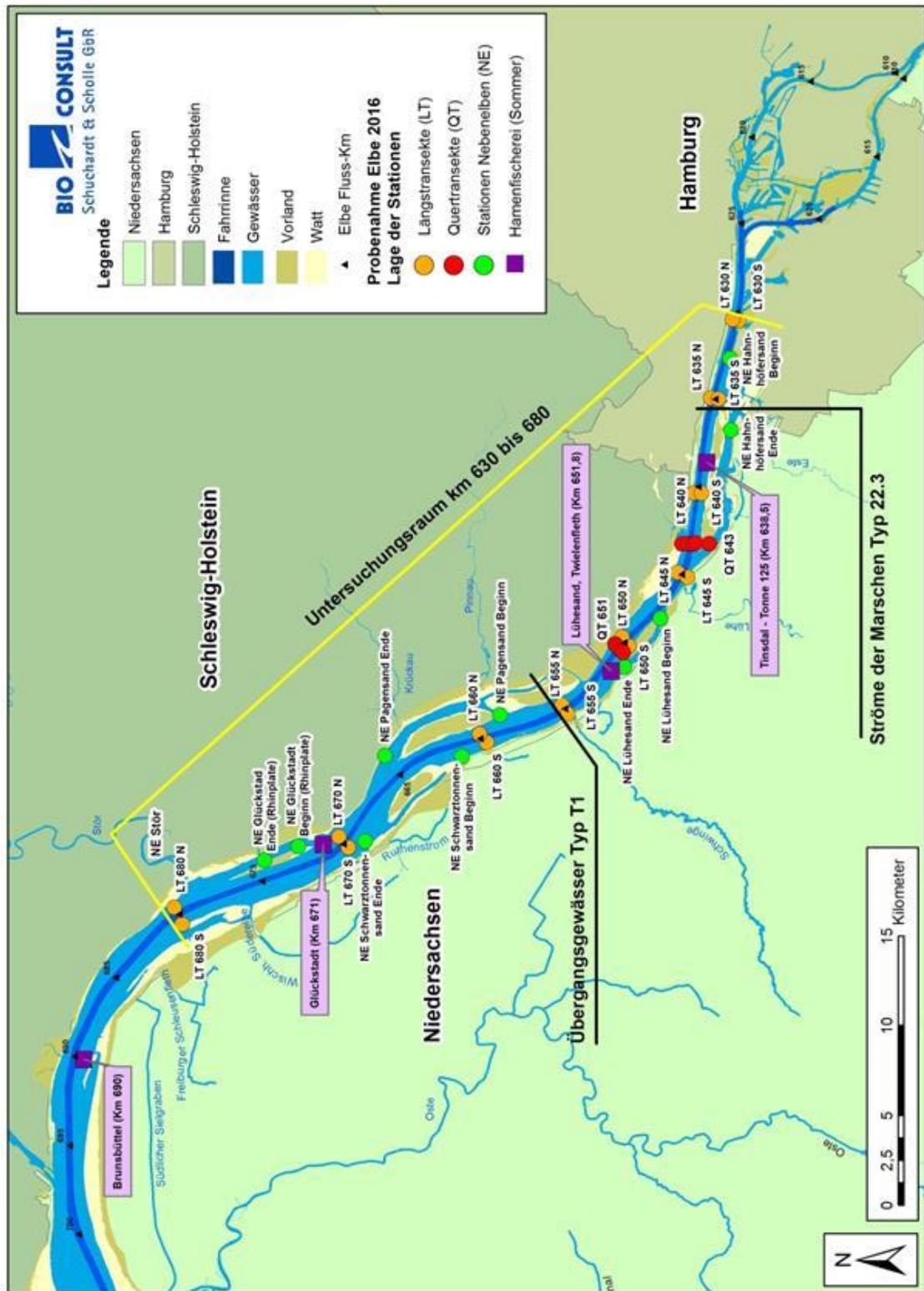


Abb. 1: Übersicht über den Betrachtungsraum von Elbe-km 630–km 680 (gelbe Linie). Lage der Messstellen im Längsschnitt (orange Hauptstrom, grün Nebeneiben); Lage der Messstellen bei den Quertransekten km 643 und km 651 (rot), Lage der Hamenfischerei (lila Quadrate). Monitoring 2016.

### 3. Situation der Finte in der Elbe

In jüngerer Vergangenheit zeigen Untersuchungsergebnisse eine (beginnende) Zunahme der Bestände in der Elbe (WRRL-Fischmonitoring-Daten, NLWKN schriftl.). MAGATH & THIEL (2013) beschreiben für die Elbe ebenfalls eine signifikante Zunahme der Fintenabundanz seit Anfang der 90iger Jahre. Die aktuellen Monitoringdaten zu Finteneiern und Larven unterstützen diesen Befund. Bereits 2013 wurde der Gefährdungsstatus der Finte von THIEL et al. (2013) für den Nordseebereich von „stark gefährdet“ auf „Vorwarnliste“ zurückgestuft. 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.

Nach den vorliegenden Hamenfangdaten der jüngeren Vergangenheit präsentiert sich der Adultenbestand in der Elbe auf einem vergleichsweise hohen Niveau. Zudem zeigt sich anhand einer Analyse von Daten aus dem Jahr 2014, dass der Laicherbestand eine ausgewogene Altersstruktur aufweist (THIEL et al. 2015).

In den Jahren 2015 und 2016 erreichte die mittlere Abundanz der adulten Finten im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie die Kategorie „gutes ökologisches Potenzial“ z.T. auch das „höchste ökologische Potenzial“. Auf dieser Datengrundlage wäre das Kriterium „Bestand adulte Finten“ auch vor dem Hintergrund der FFH-Richtlinie derzeit als „gut“ einzuordnen. Die Entwicklung des Fintenbestandes (Adulte) veranschaulicht Abb. 2.

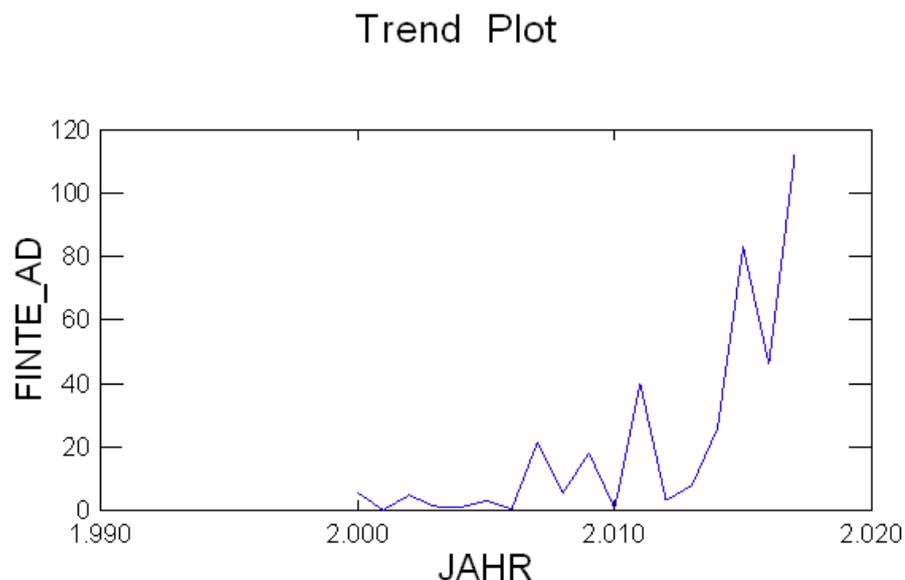


Abb. 2: Entwicklung der Fintenfanzahlen (Ind./h/80 m<sup>2</sup>) im Zeitraum 2000 – 2017 (OWK Elbe-West, Typ 22.3). Trendanalyse Mann-Kendall  $p = 0,001$ , Korrelation Kendall Tau = 0,529. Daten nur Adulte, nur Frühjahrsfänge. Datenquelle: WRRL-Fischmonitoring Tideelbe (KORTELE). Abb. aus Bioconsult 2017

## 4. Methodik

### 4.1 Probenahme Laichprodukte: Konzeption und Durchführung

Die 2016 durchgeführte Untersuchung basierte unverändert auf zwei konzeptionellen Ansätzen:

1. Raum-zeitlich kleinskalige Beprobungen der Tideelbe zum Nachweis 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, Schwarztonnensander NE sowie Glückstädter NE in die Untersuchung einbezogen. Die stichprobenhaften Untersuchungen sollen einen generellen Überblick über Vorkommen von Fintenlaichprodukten im Längsverlauf der Tideelbe liefern.

#### 4.1.1 Quertransekte bei km 643 und km 651

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

##### **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).
- ‚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).

##### **Raumskala**

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

Das Querprofil QT 643 km wird durch 4 Stationen im Hauptstrom (QT 1–4) sowie eine weitere Station in der Hahnöfer Nebelbe (QT 5) repräsentiert (Abb. 3). Das Quertransekt QT km 651

umfasst 4 Stationen im Hauptstrom (Abb. 4). An jeder Station wurden 2 Tiefenstufen (oberflächennah, bodennah) beprobt.

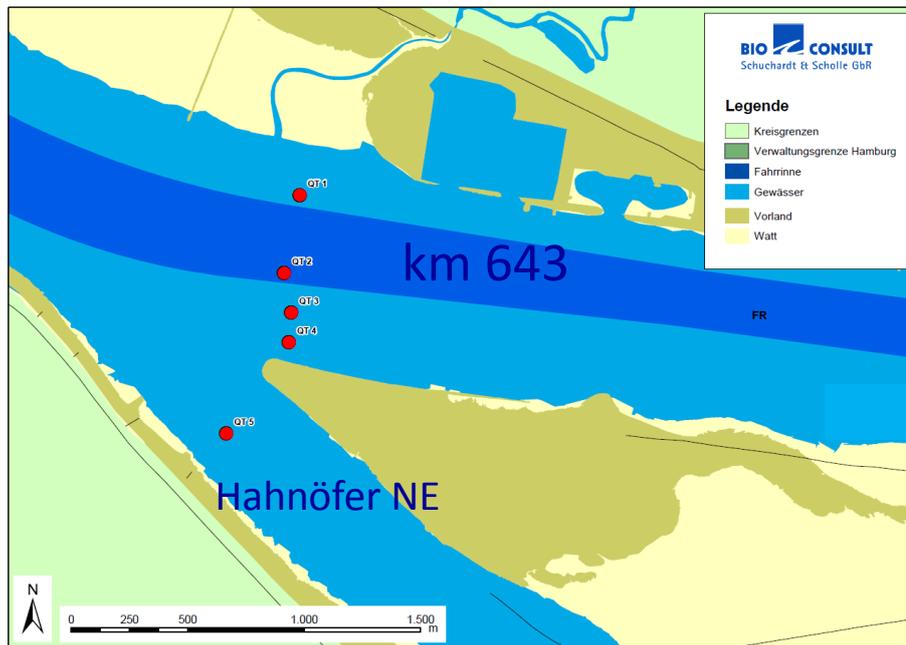


Abb. 3: Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1\_nord - QT 4\_süd) bei km 643, inkl. Hahnöfer Nebelbe (QT 5).  
Dunkelblau = Fahrrinne.

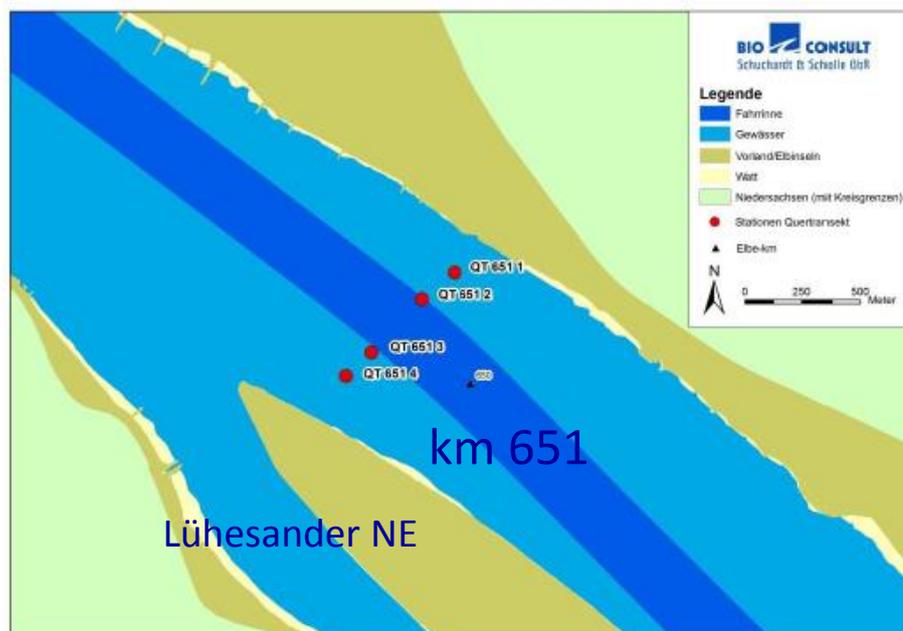


Abb. 4: Anordnung der Quertransekt-Stationen (QT 1–QT 4) bei km 651.  
Dunkelblau: Fahrrinne.

Die kleinräumige Positionierung der Probenahmestationen innerhalb des Quertransekts richtet sich weitgehend nach den schiffahrtspolizeilichen Vorgaben (Tab. 1).

Tab. 1: Hinweise zur Positionierung der Quertransektstationen (QT)

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 Tideströmungen. 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 Tideströmung von einem festen Standort. Als Hoch- und Niedrigwasser werden daher die Phasen kurz vor oder nach dem Kenterpunkt der Tide definiert. 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).

### Untersuchungszeitraum

Die Untersuchung erstreckte sich vom 20.04. – 08.06.2016. Insgesamt wurden wie in den Vorjahren bei km 643 (QT) acht Untersuchungskampagnen in mehr oder weniger wöchentlichen Abständen durchgeführt. Das Quertransekt bei km 651 ist im Verlauf des Mai zweimal beprobt worden.

Untersuchungen im Längsverlauf der Tideelbe wurden unverändert an 3 Terminen und insgesamt 9 Positionen im Hauptstrom (km 630–km 680) und in 5 Nebenelben im April/Mai 2016 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. 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 2016 wurden über den Zeitraum von Mitte April bis Anfang Juni im Bereich der Quertransekte bei km 643 (320 Hols) und bei km 651 (64 Hols) also insgesamt 384 Hols ausgewertet.

#### 4.1.2 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 Nebeneiben („Mündungsbereiche“ stromauf und stromab) im Längsverlauf von km 630–km 680 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, Schwarztonnensander NE sowie Glückstädter NE wurden 5 Nebeneiben in die Untersuchung einbezogen. Die Lage der Messstellen ist Abb. 1 zu entnehmen. Die Längstransekt-Stationen wurden in 2 Tiefenzonen (oberflächennah, bodennah) beprobt. Die Untersuchungen erfolgten unverändert an insgesamt 3 Terminen (Anfang Mai, Mitte Mai, Ende Mai). Insgesamt wurden 168 Hols (Hauptstrom & Nebeneiben) entnommen und ausgewertet.

#### 4.1.3 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 Quertransekt von maximal 20 Eiern wurden die Entwicklungsstadien der Finteneier entsprechend Tab. 2 bestimmt.

Tab. 2: 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

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.

Fintenlarven: Nach Aussortierung der Finteneier 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.

war eine Komplettauswertung der Larvenproben nicht möglich, in solchen Fällen wurde eine Unterprobe ausgewertet, die Methodik zur Unterbeprobung entsprach derjenigen der Vorjahre (vgl. BIOCONSULT 2015).

Ergänzend wurden stichprobenhaft **Mageninhaltsanalysen** bei Spätlarven der Finten durchgeführt. Die nicht repräsentative Untersuchung soll Hinweise darauf liefern, ob und welche Nahrung Fintenlarven aufgenommen haben. Eine kurze Darstellung der Ergebnisse lässt sich Kapitel 8.2.1 entnehmen. Eine Gesamtschau der Daten ist in Anhang 3 dargestellt.

Bei sehr umfangreichen Probevolumina wurden Unterproben ausgewertet, die Methodik zur Unterbeprobung entsprach derjenigen der Vorjahre (vgl. BIOCONSULT 2015).

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*

#### 4.1.4 Hamenfänge

Das WRRL-Fischmonitoring deckt saisonal nicht den Sommer ab, so dass keine Hinweise zur Abundanz der abwandernden jüngeren Finten des Jahrgangs (Altersgruppe 0+) zur Verfügung stehen. Daher wurden gegen Ende Juli an insgesamt vier Fangpositionen Hamenbefischungen durchgeführt. Tab. 3 zeigt eine Übersicht über Zeitpunkt und Umfang der Untersuchungen mittels Hamenfischerei.

Tab. 3: Übersicht über die 2016 durchgeführte Hamenfischerei (Zielart: Finte).

Adulte, Subadulte und Juvenile	Frühjahr (Mai)	Sommer (Juli)
Daten zur Einschätzung Bestandsentwicklung	Im Jahr 2016 nicht im Rahmen des vorliegenden Fintenmonitorings durchgeführt. <i>Daten stehen aus dem WRRL-Monitoring zur Verfügung</i>	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 juvenilen Finten fanden in der Zeit vom 26.07. – 31.07.2016 statt. Die Lage der Hamenfangstationen ist Abb. 1 zu entnehmen.

Wie in den Vorjahren, wurde je Fangtag 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. 3 und 4 Stunden. Die Fangdaten werden auf Ind./h/80 m<sup>2</sup> sowie auf Ind./1 Mio. m<sup>3</sup> normalisiert.

#### 4.1.5 Zooplanktonuntersuchung

Die Zooplanktonprobenahme erfolgte parallel zur Ringnetzbeprobung. 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 Formalstammllösung fixiert und bis zur Bearbeitung bei 4 °C dunkel gelagert. Die taxonomische Bearbeitung der Planktonproben (N=48) wurde durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) Koblenz durchgeführt.

## 5. Ergebnisse

### 5.1 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. –30.06.2016. Bei den Daten handelt es sich um 5-minütliche Messwerte.

#### Oberwasserabfluss

Im Zeitraum von April bis Ende Mai 2016 entsprach der Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau) in etwa demjenigen des Vorjahres. Im März lagen die Abflusswerte um ca. 1.000 m<sup>3</sup>/s bis Ende Mai verringerte sich der Abfluss auf z.T. unter 400 m<sup>3</sup>/s. Im langjährigen Vergleich war auch das Jahr 2016 im o.g. Zeitraum durch einen unterdurchschnittlichen Oberwasserabfluss gekennzeichnet (Abb. 5).

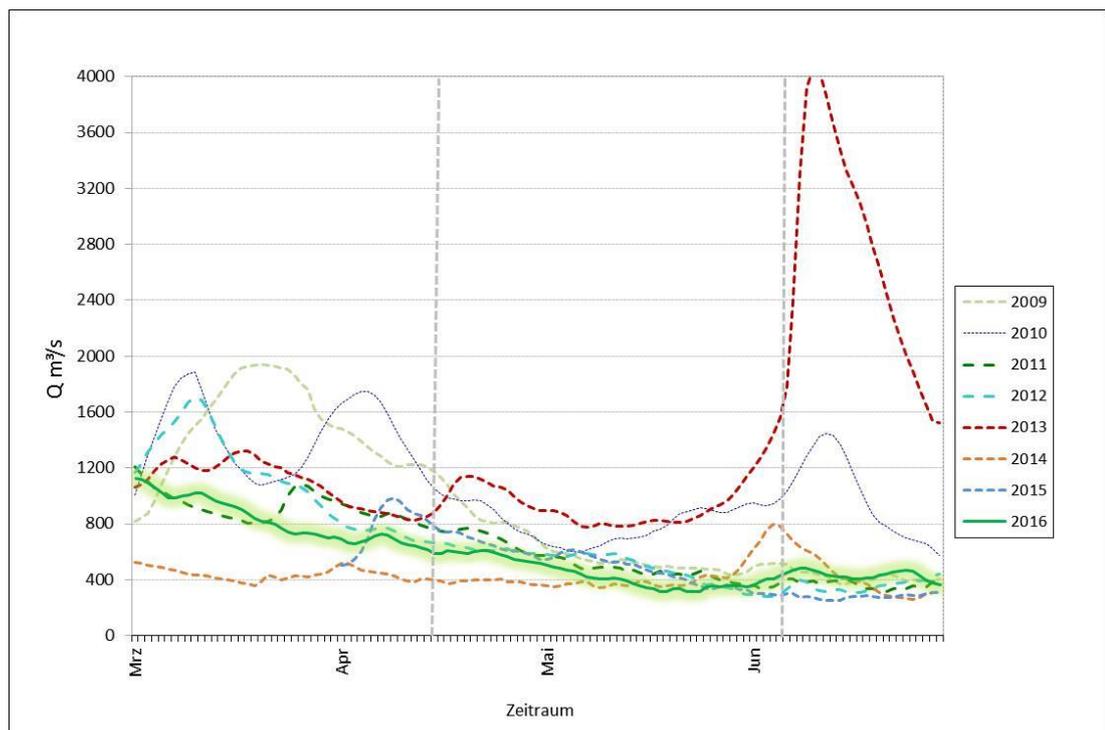


Abb. 5: Oberwasserabfluss (Tagesmittelwerte m<sup>3</sup>/s) der Elbe (Pegel Neu Darchau) für den Zeitraum März–Juni 2016 (grün) sowie für die Jahre 2009–2015.

Graue Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung. (Daten BfG Koblenz, schriftl.).

## Wassertemperatur

Im Frühjahr 2016 lag die Wassertemperatur Mitte April bereits > 12 °C. Gegen Ende April/Anfang Mai sanken die Werte allerdings wieder deutlich bis auf 10 °C ab. Danach erfolgte ein rascher Anstieg auf ca. 18 °C bis Mitte Mai. Im Juni lagen die Wassertemperaturen mit bis zu 22 °C vergleichsweise hoch.

Die Temperaturen im oberen Bereich der Gewässersäule waren – bei gleichzeitig höherer Tagesamplitude – etwas höher als sohnlah. Bezogen auf einzelne Messwerte waren aber die sohnlahen Temperaturen z.T. auch höher als oberflächennah. Insgesamt waren die Unterschiede aber eher gering (Abb. 6).

Die Unterschiede innerhalb eines Tages betragen z.B. Anfang bis Mitte April etwa 1 °C. Solche tageszeitlichen Unterschiede werden durch die „Spannweite/Tag“ der Temperaturganglinie veranschaulicht.

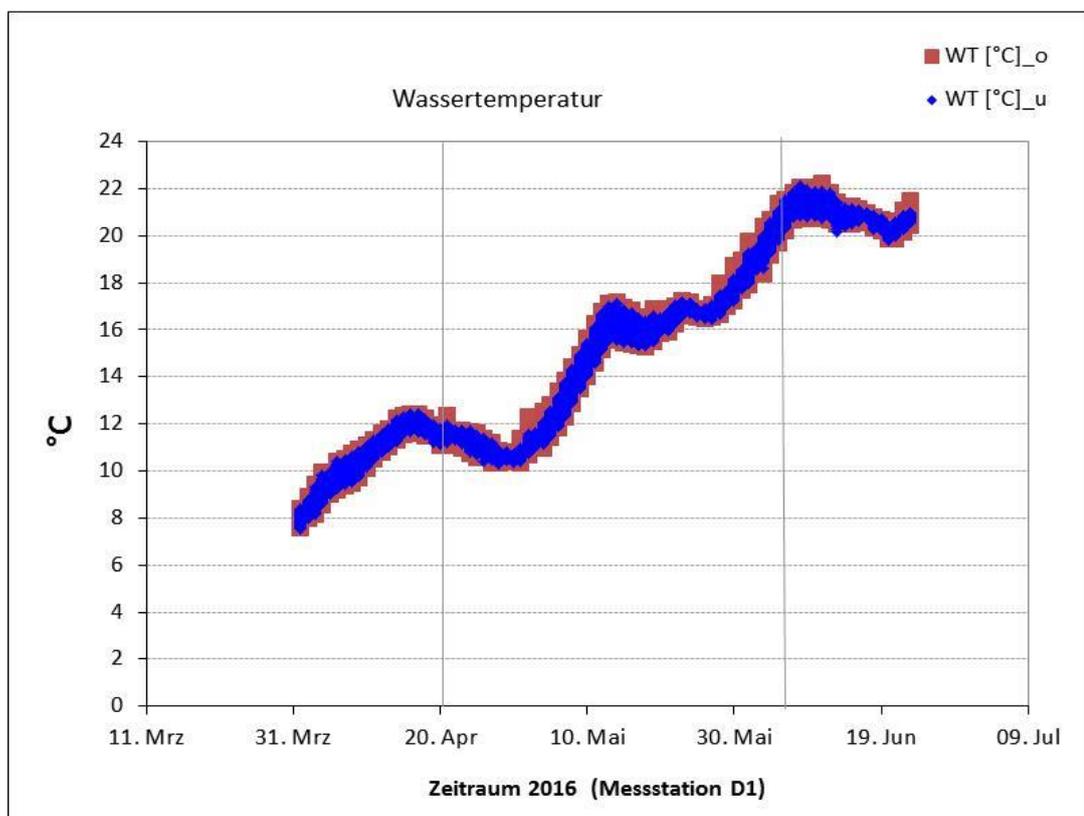


Abb. 6: Entwicklung der Wassertemperatur (°C) bei km 643 (Daten 2016).

Quelle: WSA Hamburg Dauermessstelle D1.

WT\_o = Temperatur oberflächennah; WT\_u = Temperatur sohnlah. Graue Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung.

## Leitfähigkeit

Die Leitfähigkeitswerte (differenziert nach boden- und oberflächennah) lagen von Anfang April bis etwa Mitte Mai 2016 im Untersuchungsbereich bei km 643 im Bereich zwischen > 0,8

mS/cm und 1,0 mS/cm, wobei bodennahe Werte (rot dargestellt) z.T. etwas geringer waren als die oberflächennahen (Abb. 7).

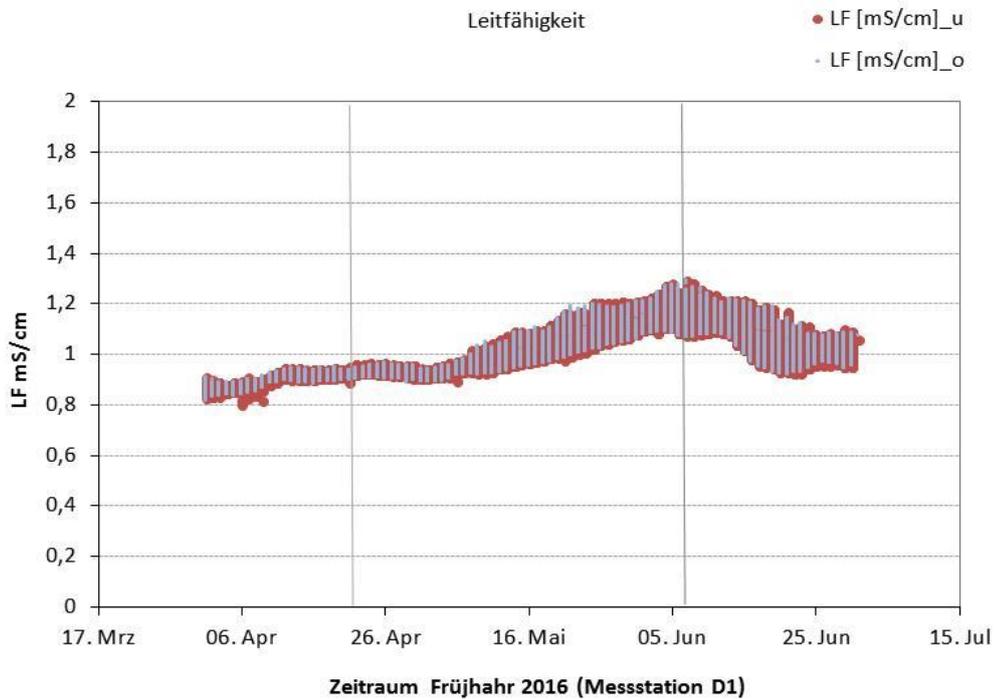


Abb. 7: Entwicklung der Leitfähigkeit (mS/cm) bei km 643 (Daten 2016).

Quelle: WSA Hamburg Dauermessstelle D1.

LF\_o = Leitfähigkeit oberflächennah; LF\_u = Leitfähigkeit sohnah. Graue Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum Fintenlaichuntersuchung.

Bis Ende Mai stieg die Leitfähigkeit auf > 1,2 mS/cm; dieser Anstieg ist auf den ab Ende April bis etwa Anfang Juni stetig gesunkenen 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, wenn gleich die tägliche tidebedingte Amplitude sohnah ausgeprägter ist (Abb. 7). Mit abnehmendem Oberwasser ist die tidebedingte Amplitude insbesondere bodennah ausgeprägter.

Bezogen auf die Variabilität der Leitfähigkeit im Tideverlauf variierten die Leitfähigkeiten zwischen Tidehoch- und -niedrigwasser um bis zu ca. 0,15 mS/cm im Maximum. Solche tidebedingten Unterschiede werden durch die größere „Spannweite“ der Leitfähigkeitsganglinie im Juni veranschaulicht (Abb. 7).

## Sauerstoff

Im Zeitraum vom 01.04. – 30.06.2016 lagen die Sauerstoffgehalte im Tagesmittel (sowohl bodennah als oberflächennah) zwischen ca. 10 mg/l (Anfang April) und um 4 mg/l etwa Mitte Juni. Im Untersuchungszeitraum (ab 20.04. –08.06.) lagen die Sauerstoffgehalte zwischen 7–8 mg/l (3. Aprilwoche) und 4–6 mg/l (Anfang Juni). Gegen Mitte Juni (nur bodennahe Daten) wurde an einzelnen Tagen auch 4 mg/l leicht unterschritten (Abb. 8).

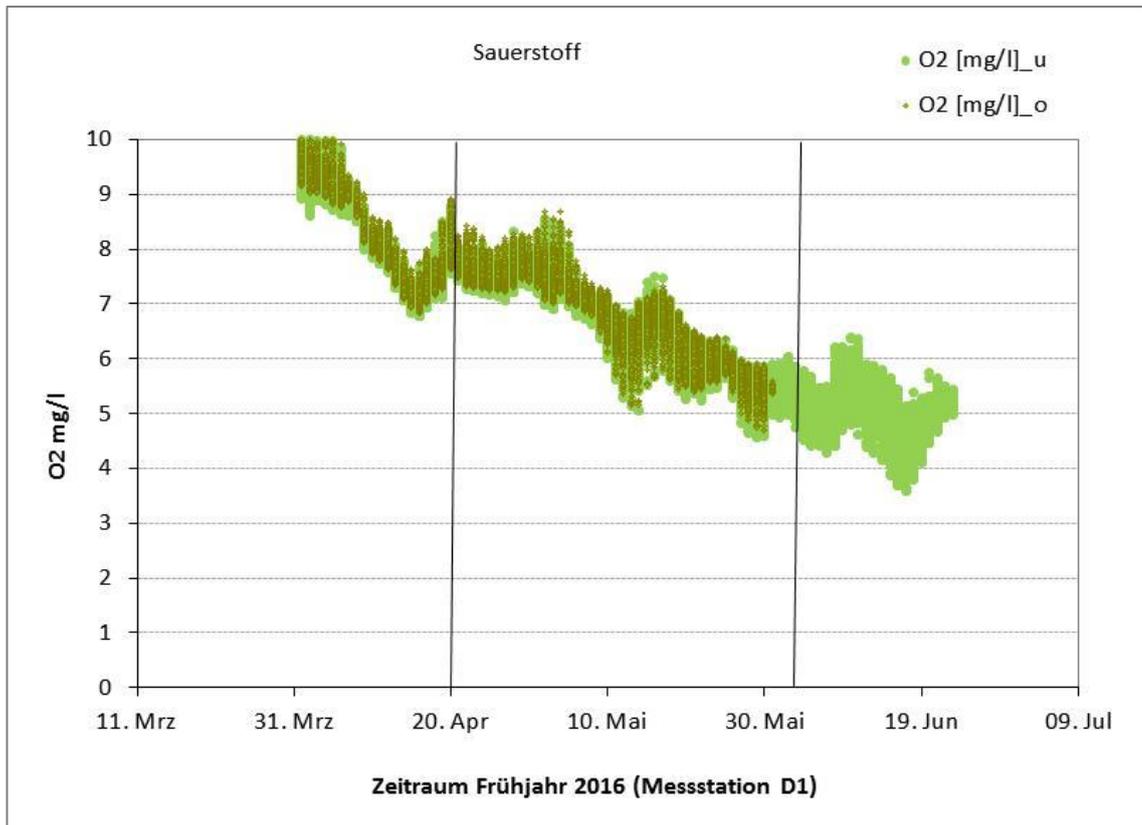


Abb. 8: Entwicklung der Sauerstoffkonzentration (mg/l) bei km 643 im Zeitraum von Anfang April bis Ende Juni 2016.

Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1

O2\_o = Sauerstoff oberflächennah (ab Ende Mai keine Daten verfügbar); O2\_u = Sauerstoff sohl-nah. Graue Linien (senkrecht): Untersuchungszeitraum.

Der Vergleich zwischen Oberfläche und Sohle ergab eher geringe O<sub>2</sub>-Unterschiede. So lag der Mittelwert (01.04. – 31.05.) oberflächennah bei 7,29 mg/l, der assoziierte bodennahe Messwert um ca. 7,2 mg/l (Tab. 4). Diese wenn auch geringen Unterschiede waren systematisch und daher statistisch signifikant (T-Test,  $p < 0,001$ ).

Für den Zeitraum April bis Ende Mai 2016 ergeben sich insgesamt folgende Befunde:

- Vergleichsweise hohe Sauerstoffgehalte bis Anfang Juni (boden- und oberflächennah)
- Kurzfristige schwächere Minima gegen Mitte Juni (nur bodennahe Daten)

- Der Orientierungswert für eine Mindestkonzentration (3 mg/l) wird 2016 im Untersuchungszeitraum nicht unterschritten.

Tab. 4: Vergleich der oberflächen- und sohlnahmen Sauerstoffgehalte (mg/l) im Zeitraum vom 01.04. –31.05.2016  
 Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1.  
 Darstellung statistische Kennwerte. O2\_o = Sauerstoff oberflächennah (ab Ende Mai keine Daten verfügbar); O2\_u = Sauerstoff sohlnah

Daten 1.4. - 31.5.16	O2 [mg/l]_u	O2 [mg/l]_o
Gültige Fälle (Messwerte)	17315	17315
Mittelwert (MW)	7,20	7,29
Std.Fehler des MW	0,01	0,01
Varianz	1,22	1,25
Std.Abweichung	1,10	1,12
Variationskoeffizient	0,15	0,15
Minimum	4,56	4,70
Maximum	10,50	10,66
1. Perzentil	5,19	5,27
5. Perzentil	5,48	5,57
10. Perzentil	5,70	5,76
25. Perzentil	6,42	6,48
Median	7,22	7,31
75. Perzentil	7,74	7,86
90. Perzentil	8,89	8,99
95. Perzentil	9,36	9,43
99. Perzentil	9,79	9,85

### Strömung

Die Strömungsgeschwindigkeiten variieren mit der Tidephase sowie saisonal (Abb. 9).  $V_{\max}$  Werte erreichten bis zu > 170 cm/s (oberflächennah), wobei die Flutstromgeschwindigkeiten höher sind 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. –30.06.2016 oberflächennah bei 57,9 cm/s und bodennah bei 42,9 cm/s (Daten WSA Hamburg, 5-Minuten-Messwerte,  $N \geq 25.000$ ).

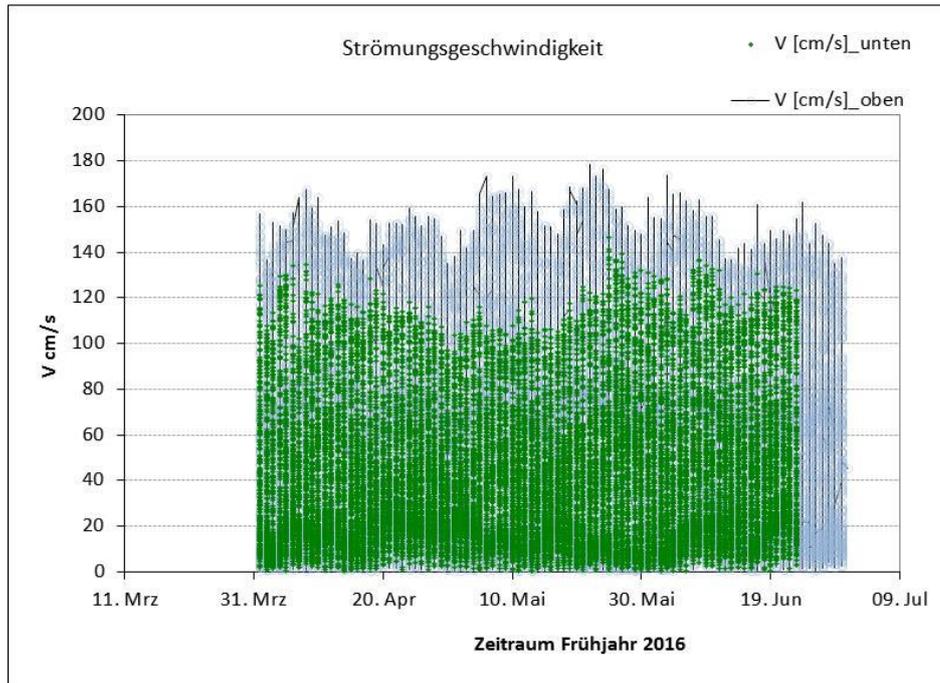


Abb. 9: Variabilität der oberflächennahen (Bild oben) und sohnnahen (Bild unten) Strömungsgeschwindigkeiten (cm/s) bei km 643 im Zeitraum vom 01.04.–23.06.2016. Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1.

### 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. 5). Insbesondere die Frühjahre 2014 - 2016 waren von unterdurchschnittlichen Oberwasserabflüssen geprägt (Abb. 5).

Die Wassertemperaturen im Frühjahr 2016 wiesen insofern Auffälligkeiten auf, als die Temperatur bereits Mitte April mit 12 °C überdurchschnittlich hoch lag, um dann allerdings bis Anfang Mai wieder auf 10 °C zu fallen. Damit waren die Wassertemperaturen 2016 in dieser Phase deutlich kühler als in den Vorjahren. Ab Mitte Mai war der Temperaturverlauf im Vergleich dann unauffällig.

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. Der deutliche Rückgang der Temperaturen Anfang Mai könnte die Entwicklung der Finteneier verzögert haben.

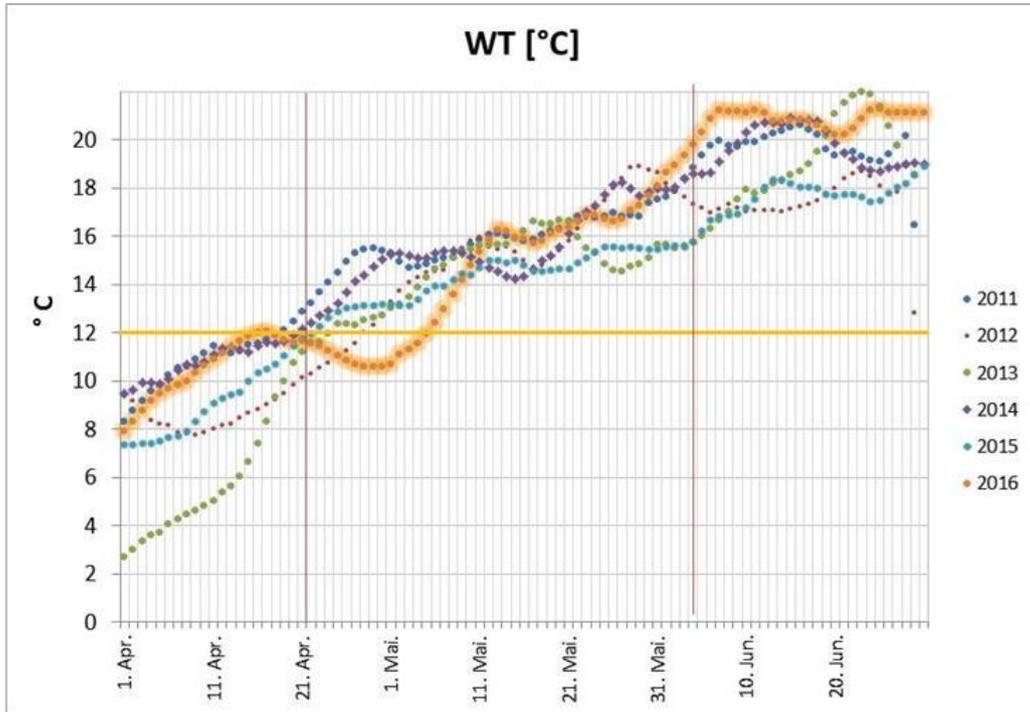


Abb. 10: Entwicklung der Wassertemperaturen (Tagesmittel) im Frühjahr 2011–2016 in der Tideelbe. Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1. Daten 2016 orange hervorgehobene Linie. Orange Linie etwaige Mindesttemperatur für die Eiablage. Senkrechte Linien: Anfang und Ende Untersuchungszeitraum

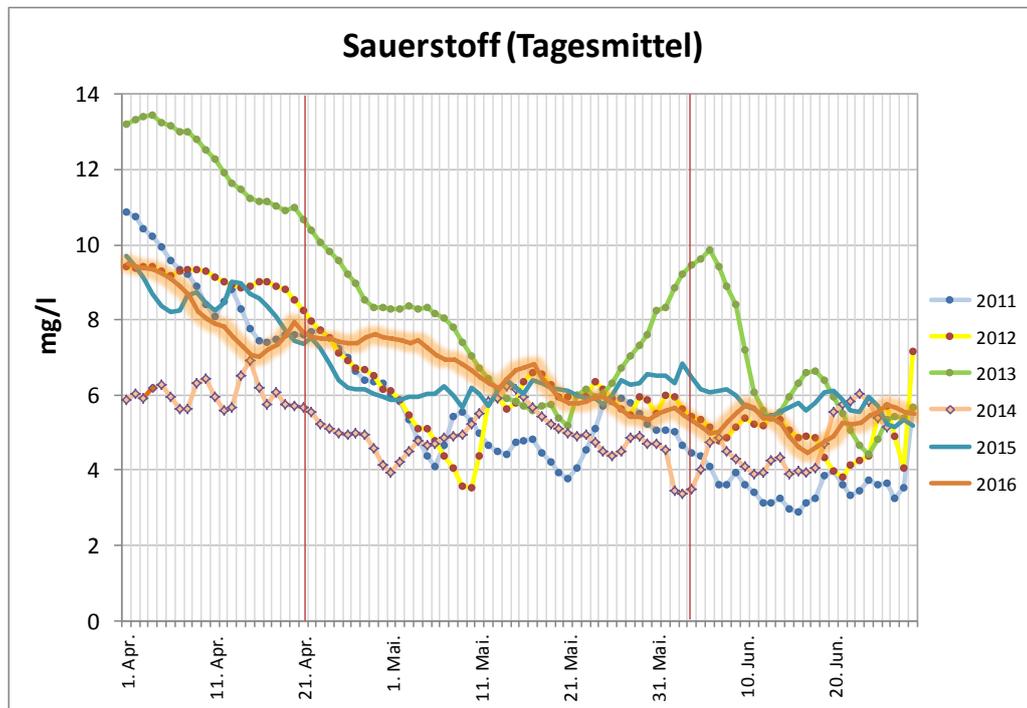


Abb. 11: Entwicklung der Sauerstoffgehalte (Tagesmittelwerte) im Frühjahr 2011–2016 in der Tideelbe. Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1. Daten 2016 orange hervorgehobene Linie. Senkrechte Linien: Anfang und Ende Untersuchungszeitraum

Die Sauerstoffentwicklung im Frühjahr 2016 entsprach mit kontinuierlich rückläufigen Werten ab Anfang April bis Mai weitgehend dem Muster der Vorjahre und nahm im interannuellen Vergleich eine Mittelstellung ein. Bezogen auf das Tagesmittel wurden 2016 keine Werte < 4 mg/l verzeichnet (Abb. 11).

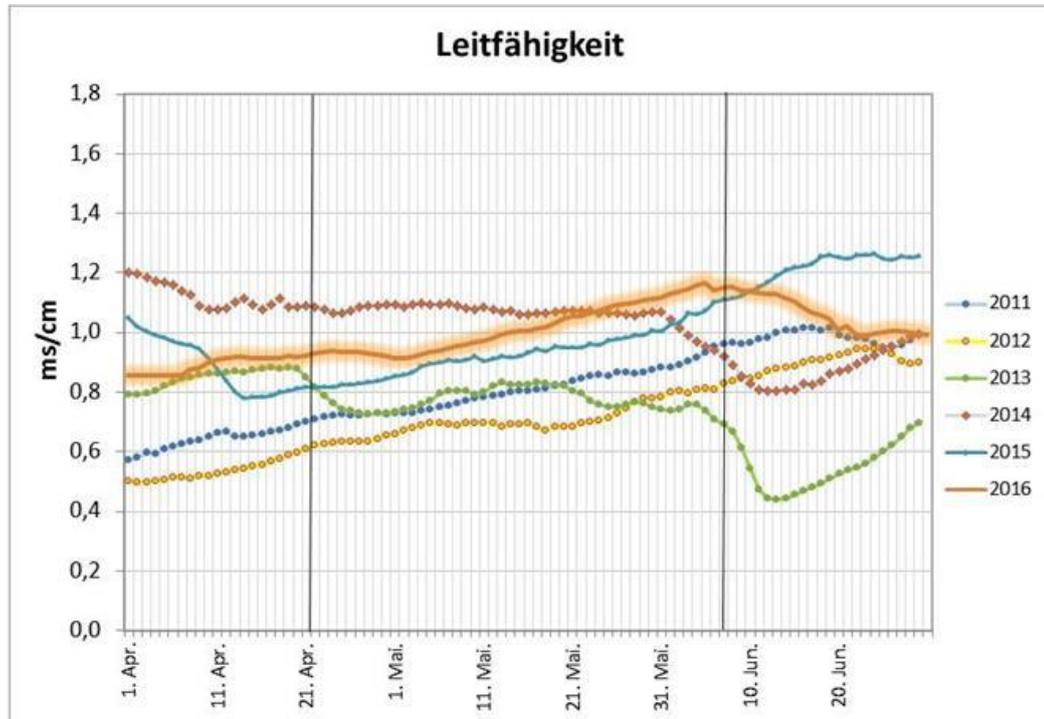


Abb. 12: Entwicklung der Leitfähigkeit (mS/cm) im Zeitraum April bis Juni 2011–2016 in der Tideelbe.

Daten WSA Hamburg Dauermessstelle D1.

Daten 2016 orange hervorgehobene Linie. Senkrechte Linien: Anfang und Ende Untersuchungszeitraum

Im interannuellen Vergleich zeigen sich z.T. Unterschiede mit Blick auf die Entwicklung der Leitfähigkeit. Das Jahr 2016 war - nach 2014 - das Jahr mit den zweithöchsten Werten bezogen auf den Untersuchungszeitraum. Ab etwa Anfang Juni sank die Leitfähigkeit auf < 1 ms/cm und ordnet sich damit unauffällig zu den Werten der Vorjahre ein (Abb. 12).

Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass sich die abiotischen Rahmenbedingungen 2016 weitgehend in die interannuelle Amplitude einordnen. Dabei ist hervorzuheben, dass die Sauerstoffgehalte im Untersuchungszeitraum aus faunistischer Sicht unproblematisch waren. Im Jahresvergleich wich die Entwicklung der Wassertemperaturen ab Mitte April bis Mitte Mai von derjenigen der Vorjahre ab. Die Leitfähigkeitswerte waren eher überdurchschnittlich.

## 5.2 Untersuchung Quertransekte

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. 5 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 2016 überwiegend keine Auffälligkeiten zu verzeichnen. Die meisten als Ausreißer detektierten aufgeführten Werte basieren allerdings auf durchschnittlichen durchfilterten Wasservolumina. Die in Tab. 5 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. 5: Übersicht über auffällige, als „Ausreißer“ detektierte Werte (Ind./100 m<sup>3</sup>).  
n\*Sigma = n-faches der Standardabweichung. Daten 2016 (QT km 643, QT km 651)

Variable	QT	Zeile	Ind./100 m <sup>3</sup>	n*Sigma	p< 0,05	Hinweis
Eizahl Ind./100m <sup>3</sup>	km 643	91	11.240,59	11,953	0,0000	<i>möglich</i>
Eizahl Ind./100m <sup>3</sup>	km 643	103	6.879,53	7,236	0,0000	<i>möglich</i>
Eizahl Ind./100m <sup>3</sup>	km 643	135	6.550,34	6,880	0,0000	<i>nein</i>
Larven Ind./100 m <sup>3</sup>	km 643	164	2.401,55	4,728	0,0005	<i>nein</i>
Larven Ind./100 m <sup>3</sup>	km 643	182	2.573,47	5,081	0,0001	<i>nein</i>
Larven Ind./100 m <sup>3</sup>	km 643	208	7.416,58	15,042	0,0000	<i>nein</i>
Eizahl Ind./100m <sup>3</sup>	km 651	329	1.327,87	6,28	0,0000	<i>nein</i>
Eizahl Ind./100m <sup>3</sup>	km 651	379	862,99	3,98	0,0013	<i>nein</i>
Larven Ind./100 m <sup>3</sup>	km 651	376	341,67	4,05	0,0009	<i>möglich</i>
Larven Ind./100 m <sup>3</sup>	km 651	382	533,62	6,49	0,0000	<i>nein</i>

### 5.2.1 Finteneier

Im Jahr 2016 wurden im Verlauf der Untersuchungszeit insgesamt in etwa 40 % (km 643) und ca. 32 % (km 651, Untersuchung nur 10.05. & 27.05.2016) der Holz Finteneier nachgewiesen. In der Hautphase der Reproduktionszeit (etwa Mitte Mai) lag die Nachweishäufigkeit bei km 643 bei > 60 %.

#### 5.2.1.1 Eistadien

Im Rahmen der Untersuchung wurden die Entwicklungsstadien der Eier über Stichproben ausgewertet. Insgesamt sind bei QT km 643 etwa 760 Finteneier klassifiziert worden. Die Menge der ausgewerteten Finteneier/Untersuchungszeitpunkt war dabei unterschiedlich (Tab. 6). Die folgenden Ergebnisse basieren auf den Ergebnissen der Untersuchungen bei km 643.

Tab. 6: Entwicklungsstadien der Finteneier differenziert nach Fangdatum auf der Basis der Quertransektdaten bei km 643.

Zur Definition der Stadien s. Kap. 4.1.3.

Datum / Entwicklungsstadium	Ib	II	III	IV	V	verpilzt
21.04.2016		1				2
28.04.2016	43	2				16
04.05.2016	102	3				30
09.05.2016	21	3	14			12
20.05.2016	99	7	2			21
26.05.2016	162	39	1	0	0	31
30.05.2016	71	30	13	0	0	19
08.06.2016	1	6	6	1	2	1
<b>Anteil (%) oh. Verpilzungen</b>	<b>79,3</b>	<b>14,5</b>	<b>5,7</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>17,3</b>

Insgesamt entfiel der weitaus größte Anteil (79,3 %) erwartungsgemäß auf frühe Entwicklungsstadien (Ib, Tab. 6), d.h. auf Eier, die sich in einem noch wenig ausdifferenzierten Stadium befanden. Die höchsten Anteile der Stadien Ia/Ib wurden im Zeitraum Anfang (ca. 16 %) und Ende Mai (ca. 37 %) registriert. Dieser Zeitraum spiegelt damit die Phase der umfangreichsten Laichaktivität im Jahr 2016 wider.

Der Befund, dass frühe Stadien (in unterschiedlicher Dichte) über die gesamte Untersuchungszeit festgestellt werden konnten, legt eine mehr oder weniger „kontinuierliche“ Eiablage über mehrere Wochen nahe. Es wird erkennbar, dass im Jahr 2016 Eiablagen sogar noch um Ende Mai erfolgt sind. Denkbar ist ein Zusammenhang mit dem Temperaturrückgang um Anfang Mai, der eine Unterbrechung/Verzögerung der Eiablage bedingt haben könnte.

Die Ergebnisse zeigen des Weiteren, dass wie bereits in den Vorjahren die Anzahl späterer Entwicklungsstadien geringer waren als die Anzahl früher Stadien (Tab. 6). Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, dass im Rahmen der ausgewerteten Stichproben kaum späte 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. 5.2.1.4ff) basieren auf der Gesamtzahl der Finteneier. Eine spezifische Auswertung auf Grundlage der Eistadien erfolgt im Rahmen der vorliegenden Studie nicht.

### 5.2.1.2 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. Im Jahr 2013 war die Verpilzungsrate (Stichprobengröße  $N_{ges} = 806$  Finteneier) mit insgesamt etwa 22 % bislang am höchsten.

Im Jahr 2016 wurde eine Stichprobe von 1.175 Finteneier (km 643, km 651, Längstransect-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 2016 ermittelte Verpilzungsrate (17,3 %) ist nach 2013 die zweithöchste bezogen auf den bisherigen Untersuchungszeitraum.

Abb. 13 zeigt die bisherigen Jahresergebnisse am Beispiel der Daten des QT km 643. 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. Wassertemperatur, Oberwasserabfluss, Leitfähigkeit etc.

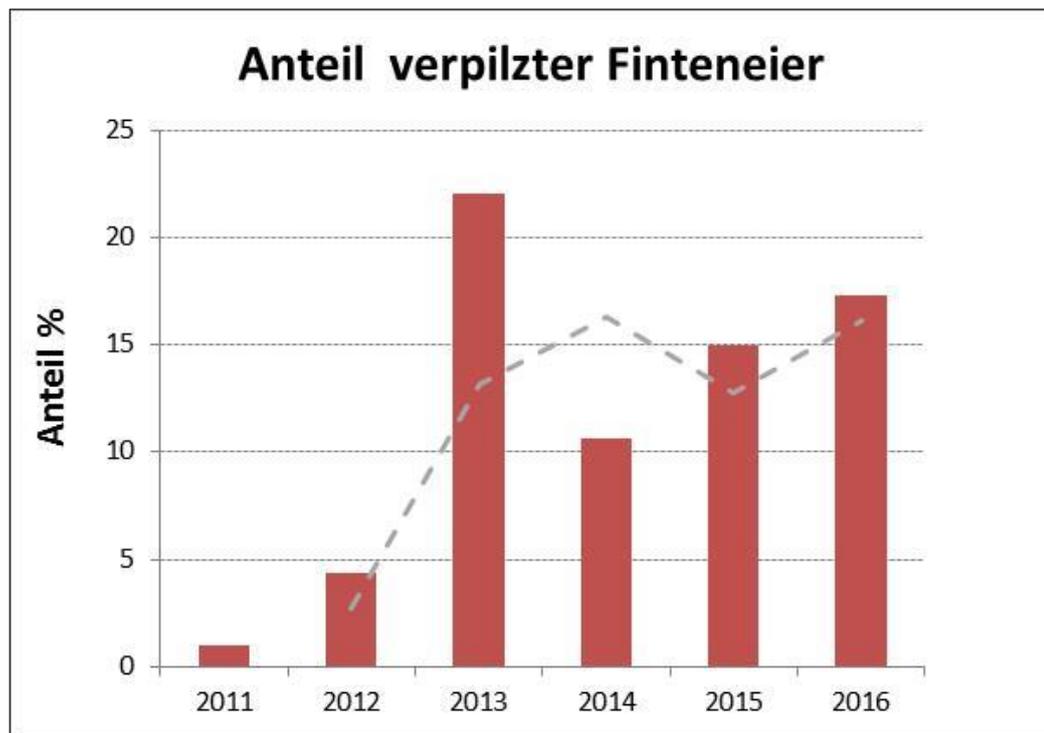


Abb. 13: Anteile (%) verpilzter Finteneier in der Tideelbe bei Quertransect km 643 im Zeitraum vom Mitte April bis Anfang Juni in den Jahren 2011–2016.

Gestrichelte Linie: gleitender Mittelwert (2 Perioden).

### 5.2.1.3 Zeitliche Verteilungsmuster

#### Saisonal

Die Darstellung der saisonalen Entwicklung der Finteneianzahlen 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 (20.04.2016) wurden bereits die ersten Finteneier nachgewiesen (Abb. 14). Zu diesem Zeitpunkt lagen die Wassertemperaturen schon um 12 °C. Deutliche Laichaktivitäten erfolgten dann etwa 14 Tage später um den 04.05. Die Eidichte (durchschnittlich 663 Ind./100 m<sup>3</sup>) blieb dann für ca. 1 Woche auf hohem Niveau, und war danach erwartungsgemäß rückläufig. Anders als in den Vorjahren konnten allerdings noch zu Beginn der 2. Juniwoche Finteneier (wenngleich in geringer Dichte) erfasst werden. Denkbar ist hier ein Zusammenhang mit den zwischenzeitlich geringen Wassertemperaturen während der Laichphase, die eine gewisse zeitliche Verlängerung der Laichaktivitäten ausgelöst haben könnten (Abb. 14).

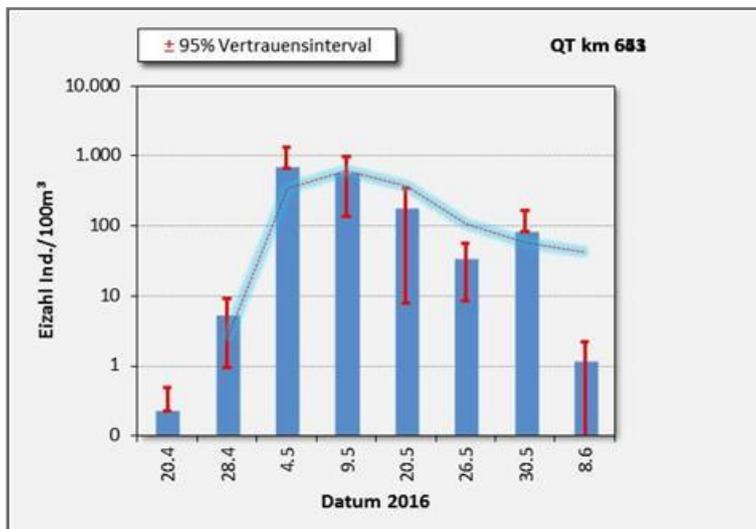


Abb. 14: Entwicklung der Finteneidichte in der Tideelbe bei km 643 im Zeitraum 20.04. bis 08.06.2016. Linie: Gleitendes Mittel.

Der statistische Vergleich zeigt, dass sich der Zeitpunkt „Anfang Mai“ (04.05. und 09.05.2016) durch signifikant höhere Anzahlen mit Ausnahme vom 20.05. von den übrigen Untersuchungszeitpunkten unterscheidet (Kruskal Wallis  $p < 0.01$ ; Tab. 7). Die Ergebnisse legen nahe, dass eine höhere Laichaktivität im Bereich um etwa km 643 auf den Zeitraum Anfang Mai sowie auch noch eine erhöhte Laichaktivität auf die letzte Maiwoche datiert werden kann. Ab Anfang Juni war die Laichphase offenbar nahezu abgeschlossen, die Eidichte lag am 08.06.2016 nur noch bei durchschnittlich 1,2 Ind./100 m<sup>3</sup>.

Tab. 7: Ergebnisse der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Finteneidichte) bei km 643 aus 2016.

QT 643	20. Apr.	28. Apr.	4. Mai.	9. Mai.	20. Mai.	26. Mai.	30. Mai.	8. Jun.
N (Hols)	40	40	40	40	40	40	40	40
WT °C								
(Messwerte vor Ort)	11,2	10,2	11,8	14,5	16,5	17,4	18	21,2
O2 mg/l								
(Messwerte vor Ort)	9,3	8,4	8,5	7,9	5,8	5,5	6,3	5,9
Mittelwert Finteneidichte Ind./100 m <sup>3</sup>	0,2	5,1	663,9	556,0	175,2	32,7	81,9	1,2
95% Konf. (±)	0,27	4,18	671,97	418,90	167,30	24,30	83,51	1,06
Std.Fehler	0,13	2,06	332,22	207,10	82,71	12,02	41,29	0,52
Std.Abw.	0,83	13,06	2101,13	1309,80	523,11	75,99	261,13	3,30
						<i>Kruskal Wallis</i>	<i>p&lt;0,1</i>	

*Quertransekt km 651*

Die stichprobenhafte Untersuchung bei km 651 erfolgte an zwei Terminen (10.05. und 27.05.2016). Im Vergleich zu km 643 (663–556 Ind./100 m<sup>3</sup>) war die Finteneidichte mit 82,7 Ind./100 m<sup>3</sup> bei km 651 in der 2. Maiwoche deutlich geringer. Ende Mai waren die Befunde dann mehr oder weniger gleichsinnig.

Die geringere Eidichte bei km 651 während der höchsten Laichaktivitätsphase könnte darauf hindeuten, dass im Jahr 2016 die umfangreichste Eiablage oberhalb von km 643 erfolgt ist.

Tab. 8: Ergebnisse des U-Tests auf der Grundlage der Finteneidichte bei km 651 aus 2016.

QT 651	10. Mai.	27. Mai.
N (Hols)	32	32
WT °C	14,3	17,6
O2 mg/l	8	5,9
Mittelwert Finteneidichte Ind./100 m <sup>3</sup>	82,7	30,5
Std.Fehler	82,71	12,02
Std.Abw.	523,11	75,99
<i>U-Test</i>		<i>p = 0.013</i>

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

Die Darstellung der tidebedingten Variabilität der Finteneidichten basiert auf den jeweiligen Mittelwerten der Untersuchungskampagnen und der QT-Stationen bei km 643 und km 651.

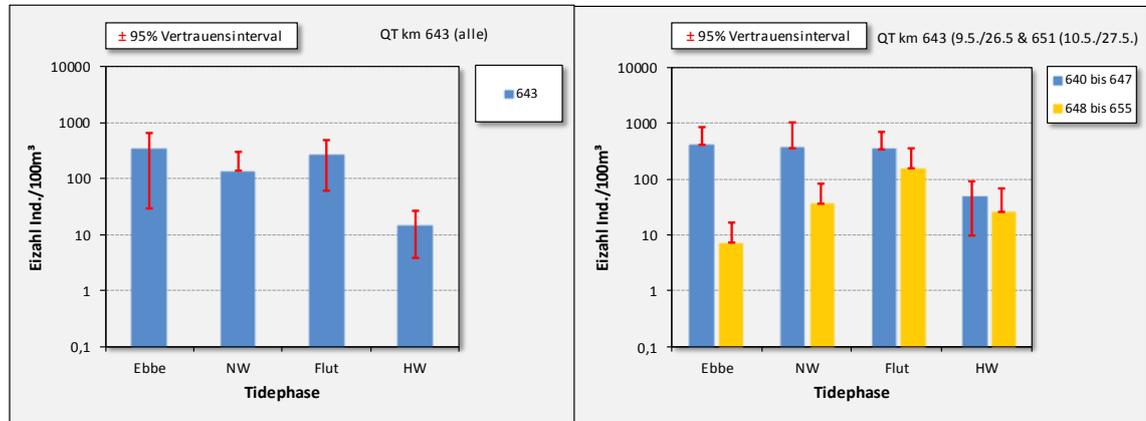


Abb. 15: Finteneidichte während verschiedener Tidephasen, Quertransekte (QT) bei km 643 (alle Daten 20.04.–08.06.2016, Bild rechts). und Vergleich km 643 (Daten 9.5. & 26.5.2016) v.km 651 (Daten 10.5.& 27.5.2016) Daten 20.04.–08.06.2016, gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen. HW = Tidehochwasser, NW = Tideniedrigwasser.

Die Ergebnisse zeigen, dass Finteneier über die gesamte Tide erfasst werden konnten.

#### QT km 643

Im Gesamtmittel (bezogen auf den Untersuchungszeitraum 20.04. – 08.06.2016) lagen die Eidichten bei km 643 während der Ebbphase im Mittel bei 339 Ind./100 m<sup>3</sup> und waren damit im Vergleich der Tidephasen die höchsten. Auch während der Flutphase (268 Ind./100 m<sup>3</sup>) wurden hohe Anzahlen verzeichnet.

Deutlich geringer waren dagegen die Fangergebnisse um Tidehochwasser (HW) mit lediglich 13 Ind./100 m<sup>3</sup> (Abb. 15 – Bild links, Tab. 9). 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. 9).

#### QT km 651/km 643

Bei QT km 651 (Daten nur 10.5. & 27.5.2016) wurde das Maximum (155 Ind./100 m<sup>3</sup>) während der Flutphase verzeichnet, ein deutliches Minimum (7,4 Ind./100 m<sup>3</sup>) während der Ebbfänge registriert (Abb. 15 – Bild rechts, Tab. 9). Bei km 643 ist zu vergleichbaren Zeitpunkten (9.5. & 26.5.2016) das Maximum (ca. 413 Ind./100 m<sup>3</sup>) dagegen zur Ebbphase und ein Minimum (ca. 50 Ind./100 m<sup>3</sup>) um die Hochwasserphase verzeichnet worden. Die Gegenüberstellung mit den Daten von QT km 643 bezieht sich dabei nur auf vergleichbare Daten (Termine), da die Untersuchung bei km 651 nur einen Teil des gesamten Untersuchungszeitraumes abdeckt (vgl. Kap. 4.1.1).

Tab. 9: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse auf der Grundlage der saisonalen Daten QT km 643 (20.04.–08.06.2016) und bei QT km 651 (10.5. & 27.5.2016).

\* = signifikant unterschiedliche Eidichten. HW = Tidehochwasser, NW = Tideniedrigwasser

<b>Finteneidichte</b>	<b>Ebbe</b>	<b>NW</b>	<b>Flut</b>	<b>HW</b>
N (Hols) QT km 643	80	80	80	80
Mittelwert	339,3	135,2	268,6	14,9 *
Std.Fehler	155,7	85,4	103,9	5,6
Std.Abw.	1392,4	763,9	929,6	50,2
N (Hols) QT km 651	16	16	16	80
Mittelwert	7,4*	37,3	155,6	26,1
Std.Fehler	4,3	21,5	95,0	19,4
Std.Abw.	17,1	85,8	379,8	77,5
<i>Kruskal Wallis</i>				<i>p&lt;0,1</i>

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

Das Minimum bei QT km 643 um die Tidehochwasserphase lässt den Schluss zu, dass zumindest Anfang Mai im stromab befindlichen Abschnitt um km 660 die Laichaktivität im Jahr 2016 geringer war als im Abschnitt von etwa km 635–km 650. Die hohen Anzahlen während der Ebbphase machen diese Annahme plausibel. Allerdings wurden ähnlich hohe Anzahlen während der Flutphase erfasst, deren Herkunft unterhalb von km 643 zu verorten ist.

Trotz der Variabilität der Einzelergebnisse sind die oben dargestellten Unterschiede zwischen den Tidephasen statistisch nur schwach signifikant (Kruskal – Wallis,  $p < 0,05$ , Tab. 9).

Die Daten deuten aber zudem darauf hin, dass Laichaktivitäten auch stromab von km 651 stattfanden. Die bei QT km 651 registrierten höheren Anzahlen (155 Ind./100 m<sup>3</sup>) während der Flutphase legen diese Annahme nahe. Stromab von km 660 scheint im Jahr 2016 die Laichtätigkeit gering gewesen zu sein, die geringen Anzahlen (26 Ind./100 m<sup>3</sup>) bei km 651 um Tidehochwasser deuten darauf hin (Tab. 9).

#### 5.2.1.4 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 behandelt.

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. 16, Tab. 10).

Bei QT km 643 wurden die höchsten Eidichten an den Stationen Mitte-N (325 Ind./100 m<sup>3</sup>; südl. Rand der Fahrrinne) und Nord (194 Ind./100 m<sup>3</sup>) festgestellt. Die Stationen Süd (QT 4, s. Abb. 3) wies im Jahr 2016 die geringste Eidichten (20,4 Ind./100 m<sup>3</sup>) auf. Die Hahnöfer Nebeneibe erreichte mit durchschnittlich 268 Ind./100 m<sup>3</sup> den zweithöchsten Wert (Tab. 10).

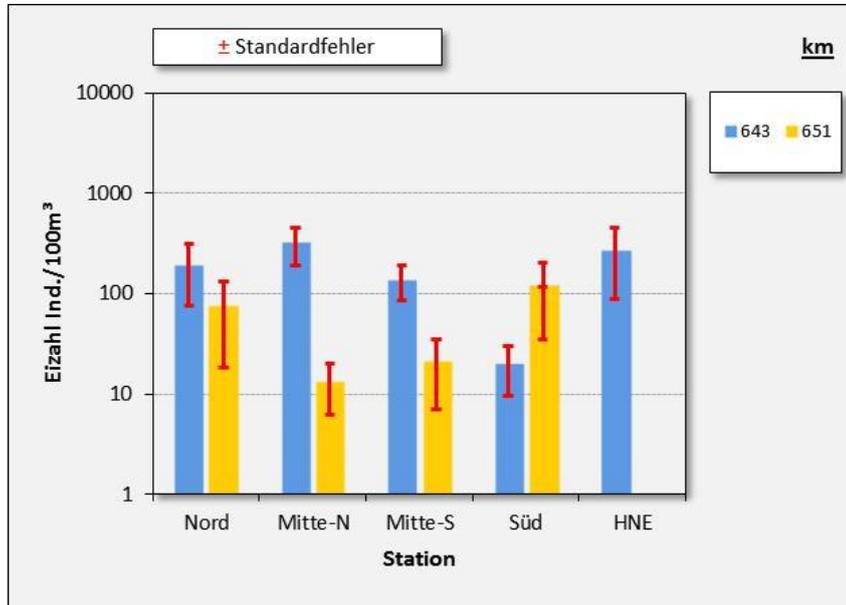


Abb. 16: Mittlere Finteneidichte entlang des Quertransekts bei km 643 (20.04.–08.06.2016) und bei km 651 (10.05 und 27.05.2016) in der Tideelbe.

Nord = Station QT 1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4; HN = QT 5, Hahnöfer Nebeneibe

Die Ergebnisse zeigen, dass sich im Jahr 2016 die bei QT km 643 festgestellten Eidichten in Bezug auf den Stromquerschnitt räumlich unterscheiden. Anders als in den Vorjahren wurde im Jahr 2016 an der nördlichen Station nicht das Minimum registriert (Tab. 10). Trotz der stationsintern hohen Variabilität, die u.a. auch durch die normale saisonale Abundanzdynamik (s.o.) hervorgerufen wird, waren die räumlichen Unterschiede aufgrund des deutlich ausgeprägten Minimums an Station Süd statistisch signifikant (Tab. 10, Kruskal-Wallis  $p < 0,1$ ).

Tab. 10: Finteneidichte, statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der QT-Daten bei km 643 und km 651 aus 2016.

Finteneidichte	Nord	Mitte-N	Mitte-S	Süd	HNE
N (Hols) QT km 643	64	64	64	64	64
Mittelwert	194,2	325,7	139,4	20,0	268,3
Std.Fehler	117,5	133,7	54,2	10,3	179,0
Std.Abw.	939,8	1069,4	433,3	82,4	1431,8
N (Hols) QT km 651	16	16	16	16	
Mittelwert	74,2	13,3	21,0	117,9	
Std.Fehler	55,9	7,1	14,0	83,2	
Std.Abw.	223,6	28,3	55,9	332,7	
<i>Kruskal Wallis* (nur km 643)</i>					<i>p&lt;0,1</i>

Die Ergebnisse bei QT km 651 zeigen geringere räumliche Unterschiede. Der geringste Wert wurde mit ca. 13,3 Ind./100 m<sup>3</sup> bzw. 21 Ind./100 m<sup>3</sup> im Bereich Mitte-N und Mitte-S ermittelt (Abb. 16, Tab. 10). Anders als bei km 643 sind die Unterschiede jedoch statistisch nicht signifikant (Kruskal-Wallis  $p = 0,6$ ).

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

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 365 Ind./100 m<sup>3</sup> bzw. 107 Ind./100 m<sup>3</sup> festgestellt. Die oberflächennahen mittleren Eidichten (13,7 und 5,9 Ind./100 m<sup>3</sup>) lagen jeweils um etwa den Faktor 20 niedriger als die bodennah erfassten Anzahlen (Abb. 17).

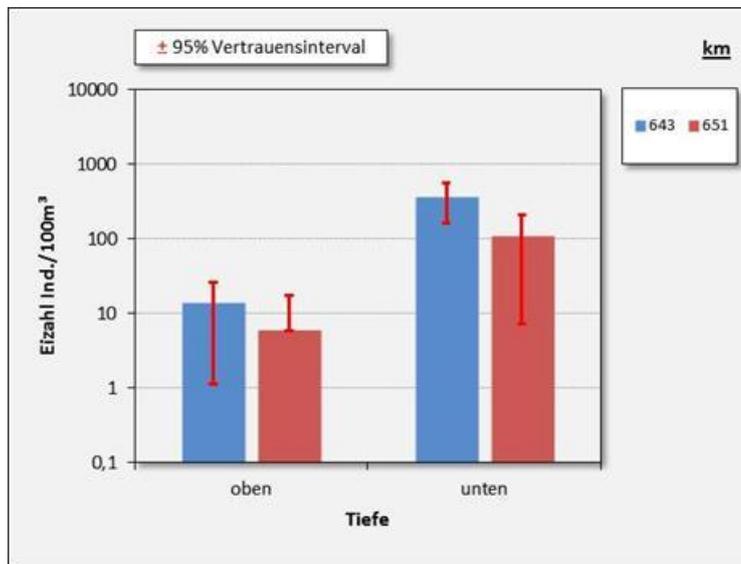


Abb. 17: Finteneidichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) in verschiedenen Tiefenzonen bei km 643 (20.04.–08.06.2016) und bei km 651 (10.05 und 27.05.2016) in der Tideelbe.

Daten gemittelt über Messstellen (QT km 643, N = 5 bzw. QT km 651, N = 4) und Untersuchungskampagnen.

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

## 5.2.2 Fintenlarven

### 5.2.2.1 Larvenstadien

In Rahmen der Untersuchung wurde eine grobe Einteilung der Entwicklungsstadien der Fintenlarven vorgenommen. Insgesamt sind drei Entwicklungsstadien (Dottersacklarve, Frühlarve, Spätere Larve) unterschieden worden (s. Kap. 4.1.3).

Die Ergebnisse zeigen, dass Dottersacklarven Mitte Mai bis Anfang Juni erfasst wurden. Frühlarven traten ab 3. Maiwoche bis Anfang Juni auf. Spätlarven wurden ab Ende Mai bis zur 2. Juniwoche (Ende der Untersuchung) dokumentiert.

Abb. 18 zeigt die Ergebnisse in einer zusammenfassenden Übersicht. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die Daten der Quertransektuntersuchung bei km 643.

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

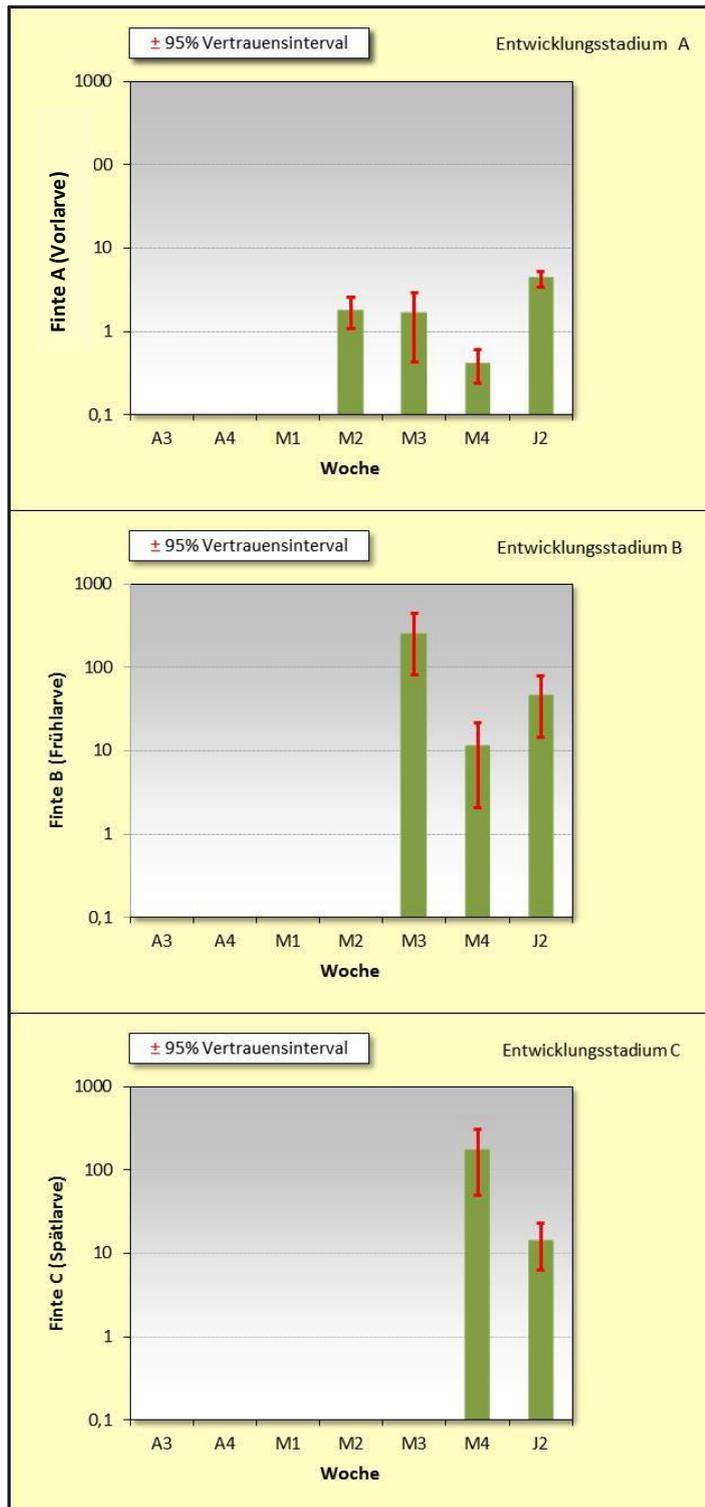


Abb. 18: Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Untersuchungszeitraum vom 20.04. – 08.06.2016 (Daten Quertransekt km 643) differenziert nach Entwicklungsstadien. A = Dottersackstadium, B = Frühtarvenstadium, C = spätere Larvenstadien. Der dargestellte Mittelwert integriert über zeitliche (Tidephase) und räumliche (vertikal, Querprofil) Daten. A3 = 3. Aprilwoche, ..., J2 = 2. Juniwoche.

### 5.2.2.2 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 erst ab dem 20.05.2016 und dann bis zum Ende der Untersuchung (08.06.2016) erfasst (Abb. 19). Am 20.05.2016 wurde allerdings schon eine hohe Dichte (261 Ind./100 m<sup>3</sup>) erfasst. Zu diesem Zeitpunkt lagen die Wassertemperaturen um 16,5 °C.

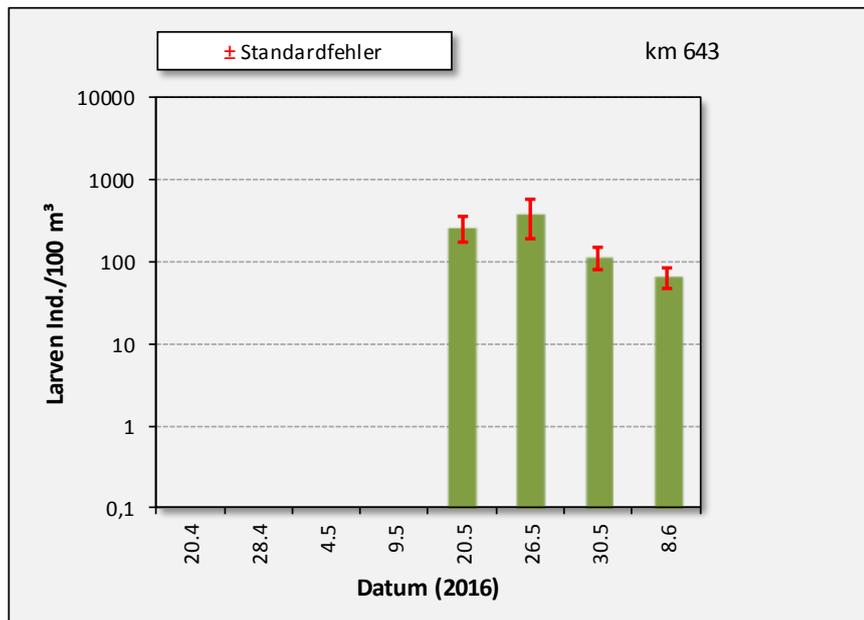


Abb. 19: Entwicklung der Fintenlarvenanzahlen (Ind./m<sup>3</sup>) in der Tideelbe bei QT km 643 vom 20.04.–08.06.2016.

Das Maximum (379 Ind./100 m<sup>3</sup>) wurde am 26.05. bei Wassertemperaturen > 17 °C und vergleichsweise hohen Sauerstoffgehalten von > 5 mg/l (Tagesmittel) festgestellt. Bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes blieb die Larvendichte vergleichsweise hoch.

Der statistische Vergleich zeigt, dass sich der Zeitraum um Mitte / Ende Mai durch relativ höhere Larvendichten von Anfang Juni signifikant unterscheidet (Tab. 11). Insgesamt ist die Larvendichte im interannuellen Vergleich eher hoch einzustufen (vgl. Kap. 7).

Tab. 11: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Fintenlarven) bei km 643 aus 2016.

QT 643 - Fintenlarven	20. Apr.	28. Apr.	2. Mai.	9. Mai.	20. Mai.	26. Mai.	30. Mai.	8. Jun.
N (Hols)	40	40	40	40	40	40	40	40
WT °C (Messwerte vor Ort)	11,2	10,2	11,8	14,5	16,5	17,4	18	21,2
O2 mg/l (Messwerte vor Ort)	9,3	8,4	8,5	7,9	5,8	5,5	6,3	5,9
Mittelwert (Ind./100 m <sup>3</sup> )	0,0	0,0	0,0	0,0	261,6	379,0	115,7	65,5*
95%-Konf. (±)	0,00	0,00	0,00	0,00	178,87	379,20	73,09	37,79
Std.Fehler	0,00	0,00	0,00	0,00	88,43	187,48	36,14	18,68
Std.Abw.	0,00	0,00	0,00	0,00	559,28	1185,70	228,55	118,15
					<i>Kruskal Wallis</i>			<i>p&lt;0,1</i>

### Quertransekt km 651

Anders als die Ergebnisse bei km 643 wurden bei km 651 bereits am 10. Mai Fintenlarven festgestellt. Die Dichte war zu diesem Zeitpunkt allerdings mit 4 Ind./100 m<sup>3</sup> noch gering. Ende Mai lag dann die Larvenanzahl mit durchschnittlich 42 Ind./100 m<sup>3</sup> signifikant höher als Ende der ersten Maiwoche, blieb jedoch deutlich unterhalb der Anzahlen (379 Ind./100 m<sup>3</sup>), die zu einem ähnlichen Zeitpunkt (26.05.) bei km 643 erfasst wurden. Dies deutet darauf hin, dass die Fintenlarven in dieser Phase vor allem oberhalb von km 643 präsent waren.

Tab. 12: Statistische Kennwerte und Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage der saisonalen Daten (Fintenlarven) bei km 651 aus 2016

QT km 651	10. Mai.	26. Mai.
N (Hols)	40	40
WT °C	14,3	17,6
O2 mg/l	8	5,9
Mittelwert Fintenlarven Ind./100 m <sup>3</sup>	4,1	42,3
95% Konf. (±)	3,26	39,08
Std.Fehler	1,60	19,16
Std.Abw.	9,04	108,39
<i>U-Test</i>		<i>p &lt; 0,01</i>

### Tidephasen

Fintenlarven konnten im Jahr 2016 an beiden Transekten über den gesamten Tidezyklus erfasst werden (Abb. 20). Im Vergleich der Tidephasen wurden sowohl bei km 643 als auch bei km 651 eher geringe Abundanzunterschiede festgestellt.

Während der Ebbphase wurde bei km 643 die relativ höchsten Anzahlen (124 Ind./100 m<sup>3</sup>) und bei km 651 während der Flutphase (33 Ind./100 m<sup>3</sup>, Abb. 20).

Die innerhalb der beiden Transekte festgestellten Unterschiede zwischen den Tidephasen sind statistisch nicht signifikant ( $p > 0,1$ , Tab. 13). Die Befunde deuten darauf hin, dass Larven in unterschiedlicher Dichte sowohl deutlich oberhalb von km 643 als auch unterhalb von km 651 präsent waren.

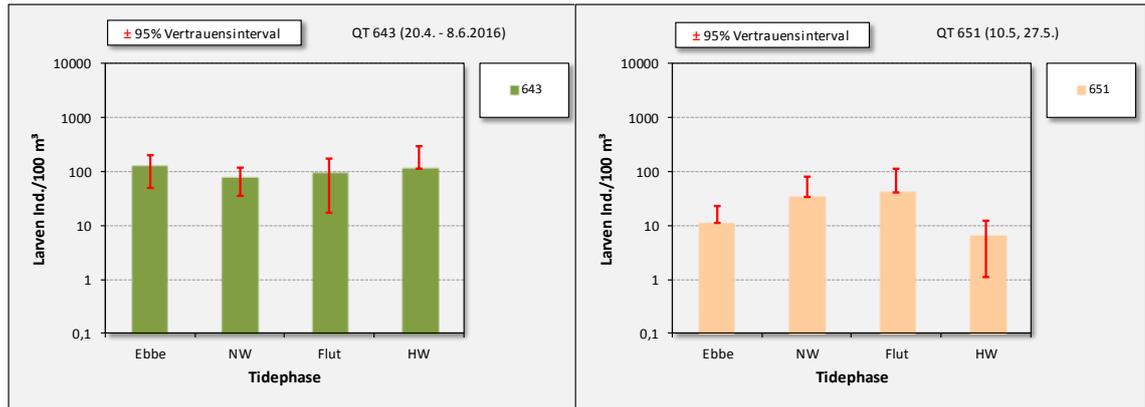


Abb. 20: Anzahl Fintenlarven während verschiedener Tidephasen (Daten von 2016). Quertransekte bei km 643 (Bild links) und km 651 (Bild rechts), gemittelt über Messstellen und Untersuchungskampagnen. HW = Beprobung um Tidehochwasser, NW = um Tideniedrigwasser.

Tab. 13: Statistische Kennwerte (Ind./100 m³) zum Vorkommen von Fintenlarven bei QT km 643 und bei QT km 651. Ergebnis der Varianzanalyse (Kruskal Wallis) auf der Grundlage diurnaler Daten (Tidephasen). HW = Beprobung um Tidehochwasser, NW = um Tideniedrigwasser.

Fintenlarven	Ebbe	NW	Flut	HW
N (Hols) QT km 643	80	80	80	80
Mittelwert (Ind./100 m³)	124,4	76,2	94,9	115,4
Std.Fehler	37,3	20,4	38,9	92,7
Std.Abw.	333,7	182,4	347,6	829,3
N (Hols) QT km 651	16	16	16	16
Mittelwert (Ind.100 m³)	11,3	33,6	41,2	6,5
Std.Fehler	5,4	21,1	33,0	2,6
Std.Abw.	21,5	84,3	132,0	10,2
<i>Kruskal Wallis</i>				<i>p&gt;0,1</i>

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.

### 5.2.2.3 Räumliche Verteilung

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

Die Ergebnisse zeigen, dass die räumliche Verteilung der Fintenlarven wie im Vorjahr auch 2016 im Flussquerschnitt nur mäßig unterschiedlich war (Abb. 21).

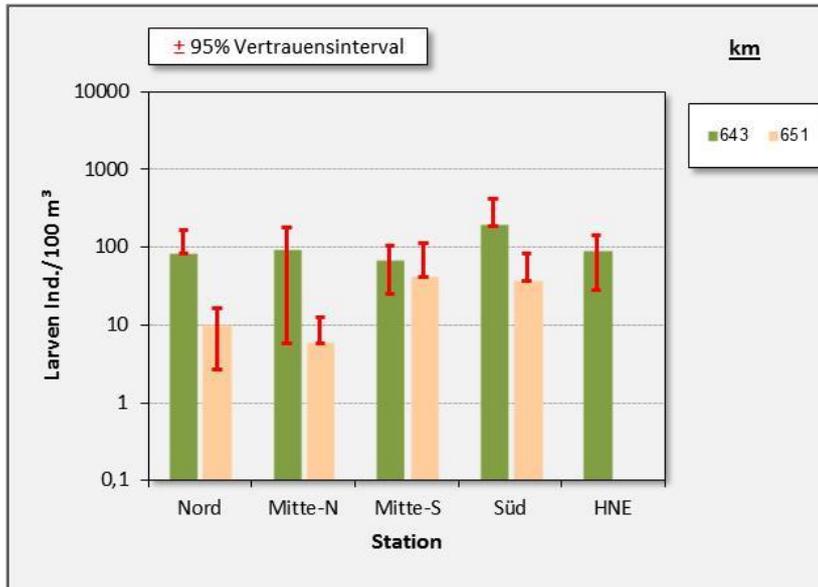


Abb. 21: Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m³) entlang des Quertransekts bei km 643 und km 651 in der Tideelbe (Daten von 2016). Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4; HN = QT 5, Hahnöfer Nebelbe

An QT km 643 konnte an der Station Süd die höchste Larvenzahl (im Mittel 188 Ind./100 m³) und an der Station Mitte-Süd die geringste (65 Ind./100 m³) mittlere Larvenzahl festgestellt werden (Abb. 21). Alle Werte lagen im Jahr 2016 auf relativ hohem Niveau.

Die Larvenzahlen bei QT km 651 waren im Vergleich deutlich geringer. Die relativ höchsten Anzahlen (40,8 Ind./100 m³) wurden an Station Mitte-S verzeichnet.

Statistisch sind die räumlichen Unterschiede auf Grund der hohen stationsinternen Variabilität (QT km 643 & QT km 651) nicht signifikant (Tab. 14; ANOVA bzw. Kruskal Wallis  $p > 0,1$ ).

Tab. 14: Statistische Kennwerte zum Vorkommen von Fintenlarven (Ind./100 m³) bei QT km 643. und QT km 651. Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4; HN = QT 5, Hahnöfer Nebelbe

Fintenlarven	Nord	Mitte-N	Mitte-S	Süd	HNE
N (Hols) QT km 643	80	80	80	80	80
Mittelwert (Ind./100 m³)	82,0	92,1	65,4	188,2	85,9
Std.Fehler	41,7	43,2	20,1	117,1	28,9
Std.Abw.	333,2	346,0	160,5	936,8	231,0
N (Hols) QT km 651	16	16	16	16	
Mittelwert (Ind.100 m³)	9,6	5,9	40,8	36,4	
Std.Fehler	3,3	3,1	33,0	21,2	
Std.Abw.	13,1	12,6	132,0	84,9	
<i>Kruskal Wallis</i>					<i>p&gt;0,1</i>

Die Gründe für die unterschiedlichen Verteilungen entlang der Quertransekte sind nicht ersichtlich. Die 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. 5.1) zu zielgerichteten Ortswech-  
seln nicht in der Lage sind.

Der in den Untersuchungsjahren 2011 und 2012 sowohl bei QT km 643 als auch bei QT km 651 festgestellte Nord-Südgradient mit im Süden höheren Larvendichten ist auch im Jahr 2016 erkennbar - wengleich etwas undeutlicher ausgeprägt (vgl. Kap. 7). Wie bereits 2015 waren die Larvendichten in der Hahnöfer NE nicht höher als die im Hauptstrom (bei km 643).

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

Konträr zu den Finteneiern wurde an beiden Transekten (km 643, km 651) für die Larven ein ausgeprägtes, systematisches Abundanzmaximum in der oberen Wassersäule dokumentiert (192 Ind./100 m<sup>3</sup>, bzw. 39 Ind./100 m<sup>3</sup>). Mit 12,5 Ind./100 m<sup>3</sup> (km 643) und 6,9 Ind./100 m<sup>3</sup> (km 651) waren die bodennah erfassten Larvendichten erwartungsgemäß jeweils deutlich geringer. Die vertikalen Unterschiede sind statistisch signifikant (U-Test  $p < 0,01$ ).

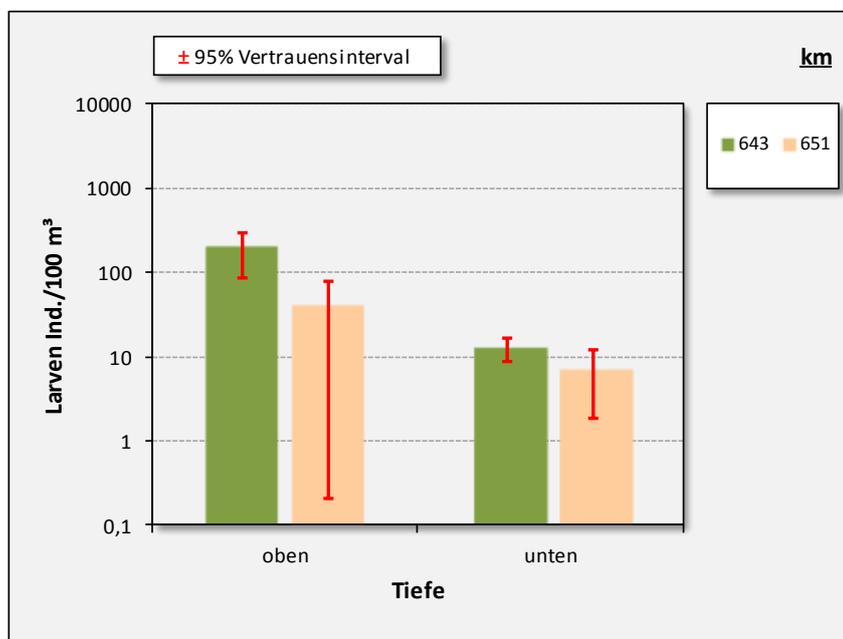


Abb. 22: Mittlere Fintenlarvenanzahl (Ind./100 m<sup>3</sup>) in zwei Tiefenzonen in der Tideelbe im Bereich von km 643 und km 651 (Daten von 2016).

## 5.3 Untersuchung Längstransekt

Die Untersuchungen wurden Anfang Mai (02.05./03.05), Mitte Mai (18.05./19.05.) und Ende Mai (31.05/01.06.) durchgeführt. 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“; Nebenelben 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.

Da zwar mögliche, aber keine eindeutigen Hinweise auf eine Fehlfunktion des Strömungsmessers vorlagen (z.B. auffällig wenig durchfiltertes Wasservolumen zu vergleichbaren Hols), wurden die als mögliche Ausreißer detektierten Werte nicht aus dem Datensatz ausgeschlossen.

### 5.3.1 Finteneier

Mit Ausnahme von km 680 konnten an allen Stationen von km 630–km 670 Finteneier nachgewiesen werden. Anders als die Ergebnisse bei den Quertransekten lagen die Eidichten im Mittel deutlich niedriger. Es sei aber in diesem Zusammenhang angemerkt, dass die Untersuchung im Längsschnitt, nur auf wenigen Stichproben basiert und daher unter quantitativen Gesichtspunkten nur eine eingeschränkte Aussagekraft besitzt. Vor diesem Hintergrund zeigt sich ein Abundanzgefälle von innen nach außen. Relative Maxima wurden im Jahr 2016 bei km 635 (23 Ind./100 m<sup>3</sup>) bzw. km 630 (15 Ind./100 m<sup>3</sup>) festgestellt (Abb. 23).

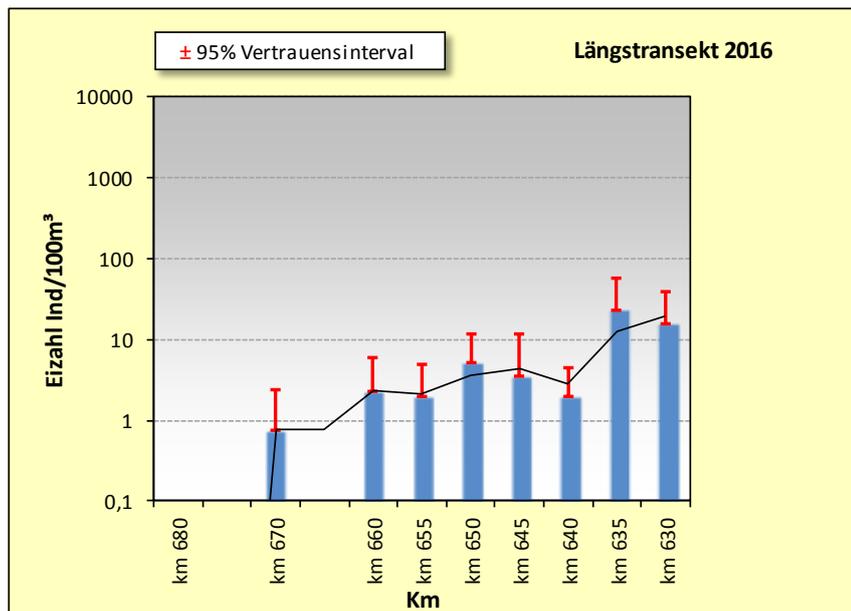


Abb. 23: Finteneidichten (Ind./100 m<sup>3</sup> auf Holebene) im Längsverlauf der Tideelbe (km 630–km 680). Die Ergebnisse integrieren die Variabilität über die Zeit (02./03.05., 18./19.05.; 30./31.05), sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen).

In den Nebelnelben wurden im Jahr 2016 generell nur sehr geringe Finteneizahlen registriert, der Gesamtmittelwert lag bei lediglich < 10 Ind./100 m<sup>3</sup>. Bei Schwarztonnensand und Hahnöfer Nebelnelbe wurden die relativ höchsten Dichten mit etwa 4 Ind./100 m<sup>3</sup> bzw. 2,5 Ind./100 m<sup>3</sup> erfasst. In der Pagensander NE erfolgte wie im Vorjahr kein Finteneinachweis (Abb. 24).

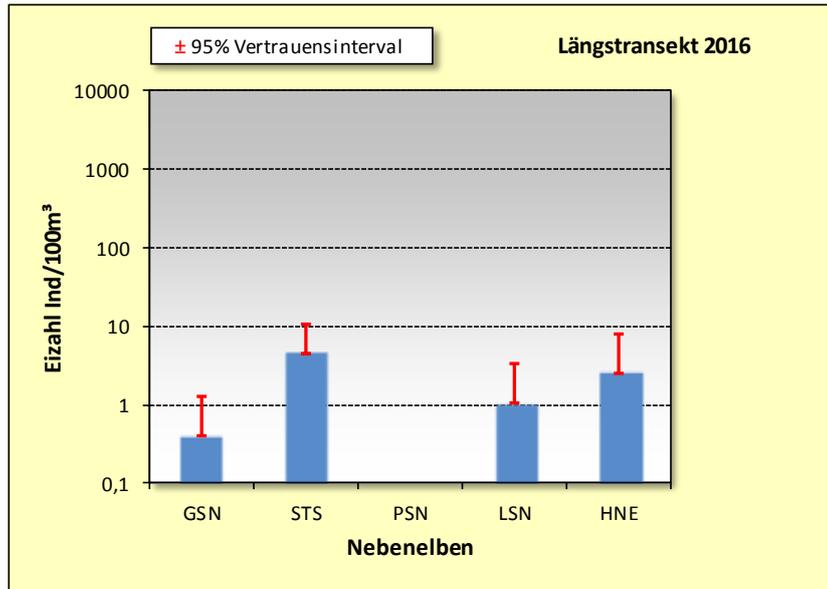


Abb. 24: Finteneichten (Ind./100 m<sup>3</sup> auf Holebene) in Nebeneiben.

Die Ergebnisse integrieren die Variabilität über die Zeit (02./03.05., 18./19.05.; 30./31.05), sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen). HNE = Hahnöfer NE, LSN = Lühesander NE, STS = Schwarztonnensander NE, PSN = Pagensander NE, GSN = Glückstädter NE.

Abb. 25 bis Abb. 26 veranschaulichen die in 2016 festgestellten Eidichten an den Längstransektstationen (LT km 630–km 680) sowie in den Nebeneiben - differenziert nach Untersuchungstermin - im Detail.

Die für die Stromelbe dargestellten Ergebnisse (grün: höhere Dichten, rot kein Finteneinachweis) differenzieren dabei zwischen der südlichen und nördlichen Stromseite (jeweils gegenüberliegende Punkte).

bis Abb. 27 veranschaulichen die in 2016 festgestellten Eidichten an den Längstransektstationen (LT km 630–km 680) sowie in den Nebeneiben - differenziert nach Untersuchungstermin - im Detail.

Die für die Stromelbe dargestellten Ergebnisse (grün: höhere Dichten, rot kein Finteneinachweis) differenzieren dabei zwischen der südlichen und nördlichen Stromseite (jeweils gegenüberliegende Punkte).

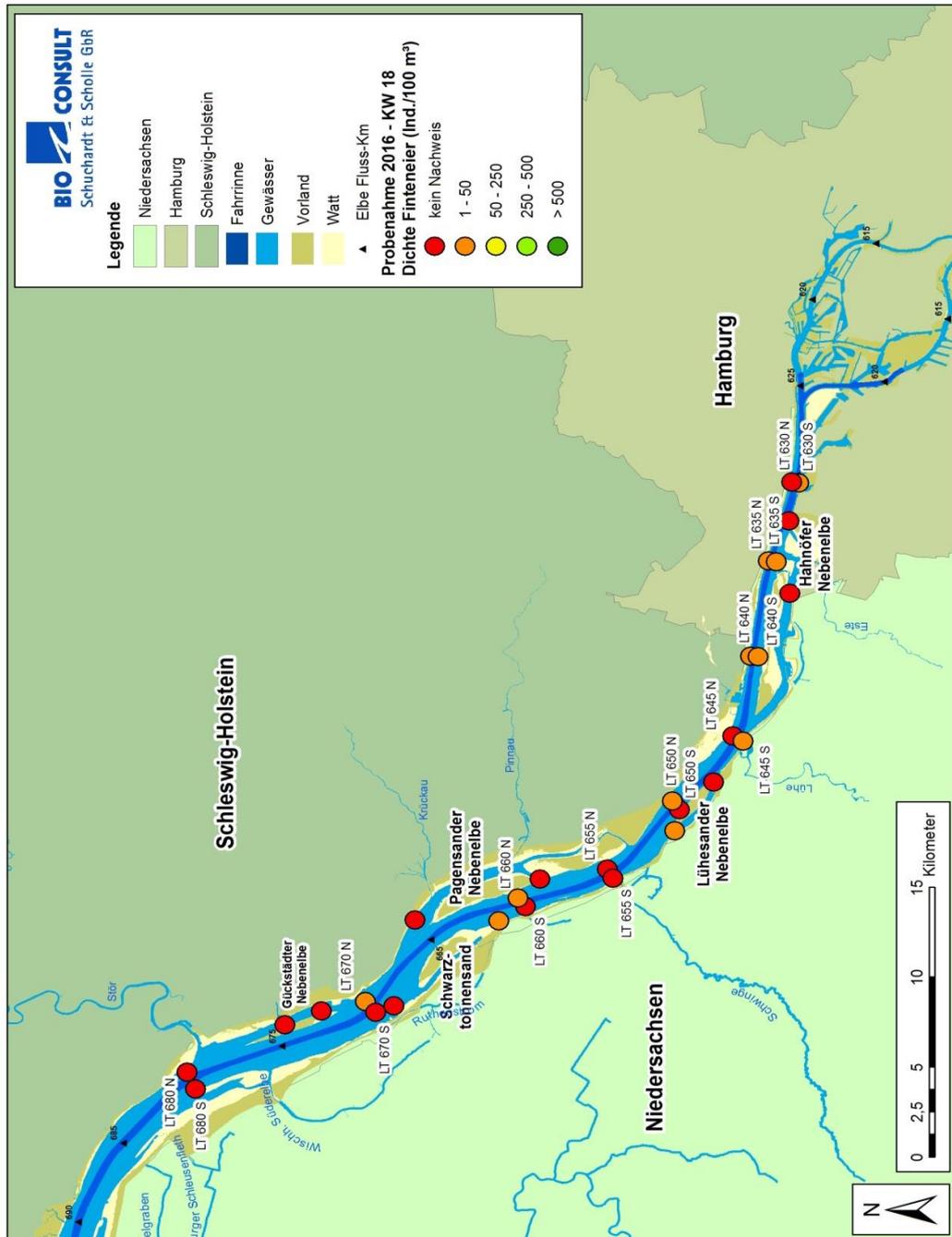


Abb. 25: Finteneidichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Bereich der Stromelbe von km 630–km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebenelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensander NE sowie Glückstädter NE am 02./03.05.2016 – KW 18).

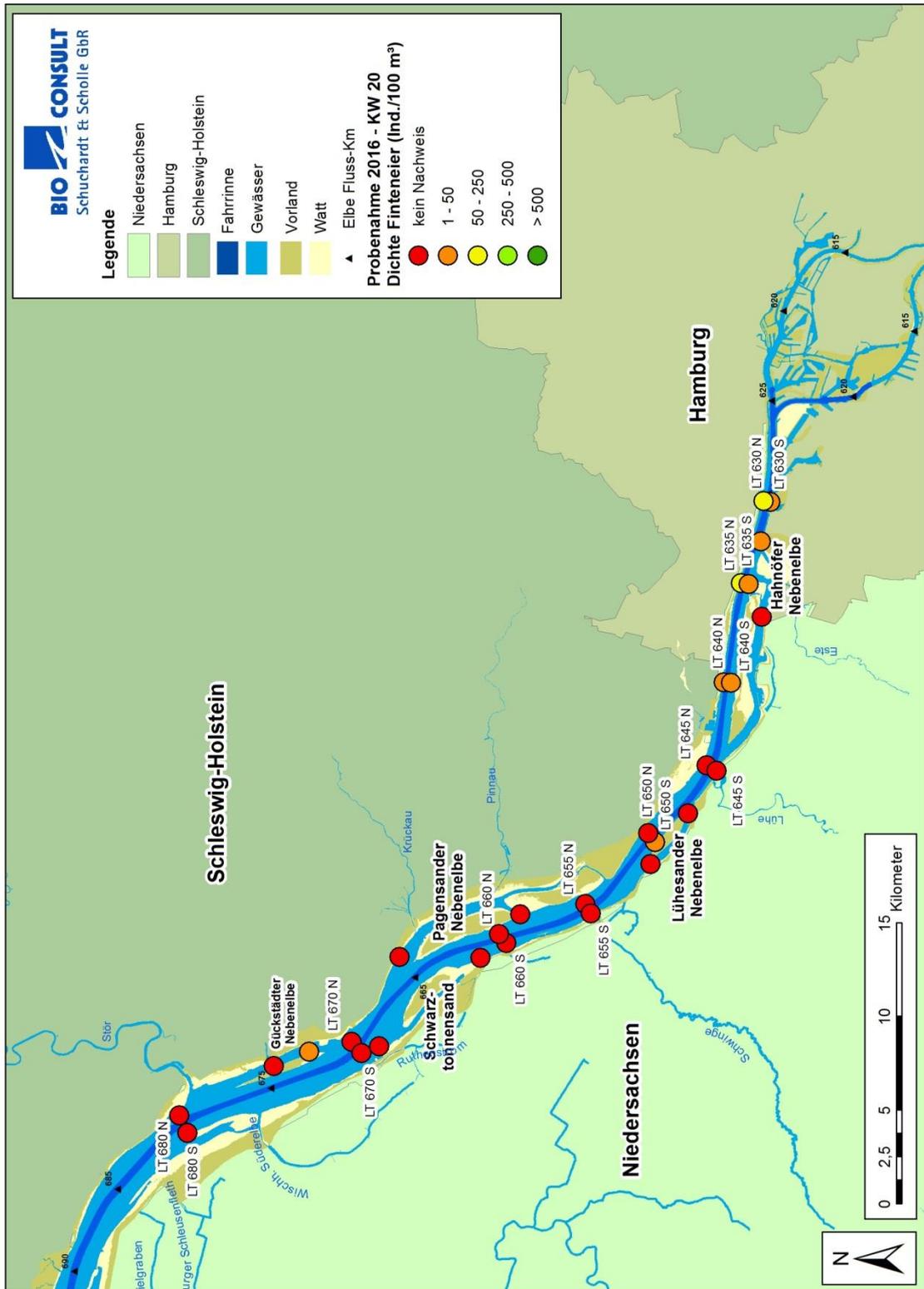


Abb. 26: Finteneidichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Bereich der Stromelbe von km 630–km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebenelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (Schwts) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (18./19.05.2016 – KW 20).

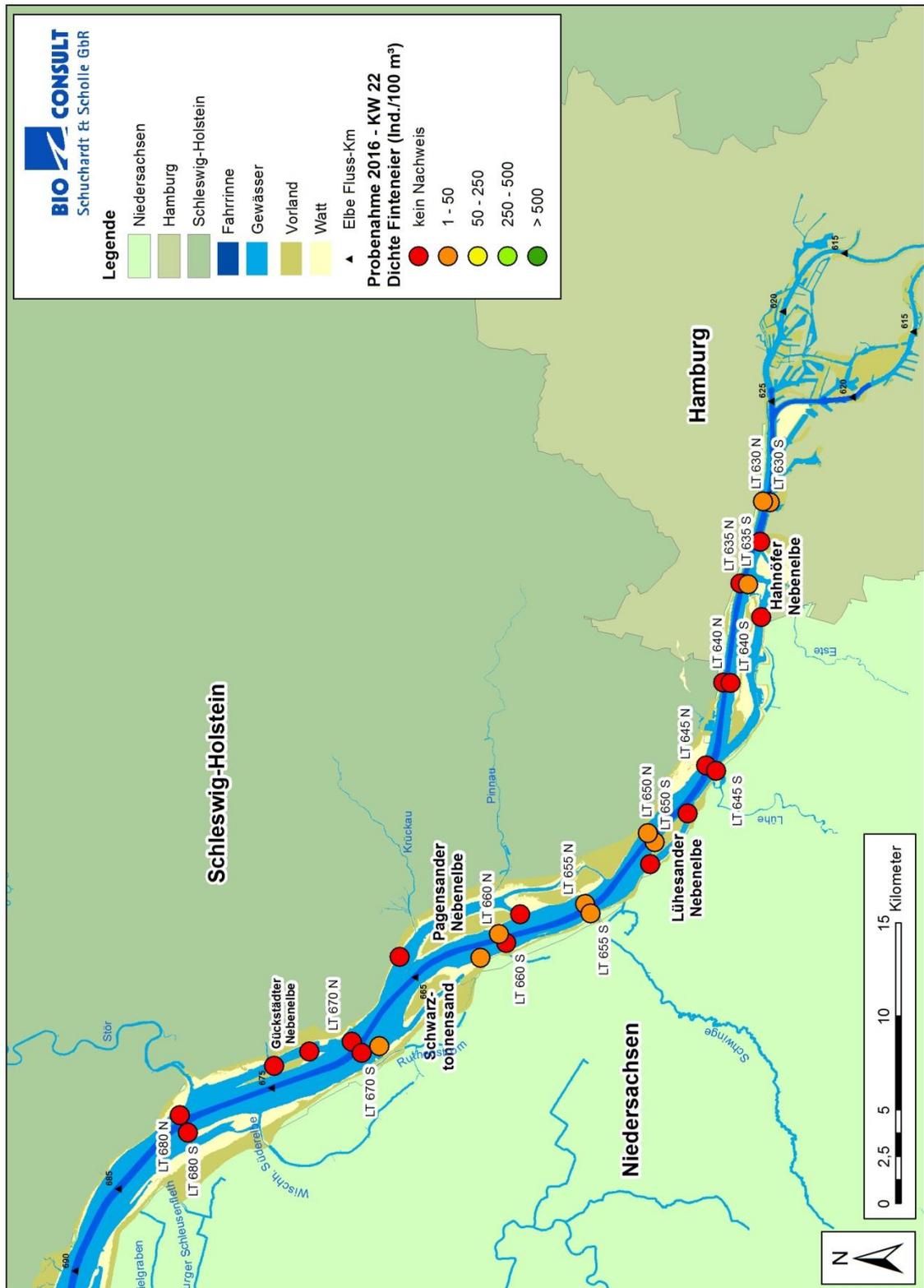


Abb. 27: Finteneidichte (Ind./100 m³) im Bereich der Stromelbe von km 630–km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebenelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensander NE sowie Glückstädter NE am 30./31.05.2016 – KW 22).

### 5.3.2 Fintenlarven

Im Jahr 2016 wurden im gesamten Untersuchungsbereich von km 630–km 680 Fintenlarven erfasst. Auf der in Abb. 28 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 sei vorab anzumerken, dass im Jahr 2016 die Larvenanzahlen mit Blick auf die Längstransekt-Ergebnisse z.T. deutlich höher waren als die Eizahlen. Ein solcher Befund ist im bisherigen Untersuchungszeitraum erstmals aufgetreten. Gründe hierfür sind nicht offensichtlich, wie oben aber bereits dargestellt handelt es sich um Stichprobenergebnisse, die unter quantitativen Gesichtspunkten eingeschränkt belastbar sind.

Abb. 28 zeigt die Ergebnisse für den Hauptstrom und Abb. 29 für die Nebelnelben. Für die Larven konnte ein mäßig ausgeprägter Gradient von innen nach außen ermittelt werden. So wurden die Maxima bei km 640 (186 Ind./100 m<sup>3</sup>) und auch bei km 630 (161 Ind./100 m<sup>3</sup>) festgestellt. Geringere Larvendichten sind bei km 670 (21 Ind./100 m<sup>3</sup>) und km 680 (35 Ind./100 m<sup>3</sup>) verzeichnet worden.

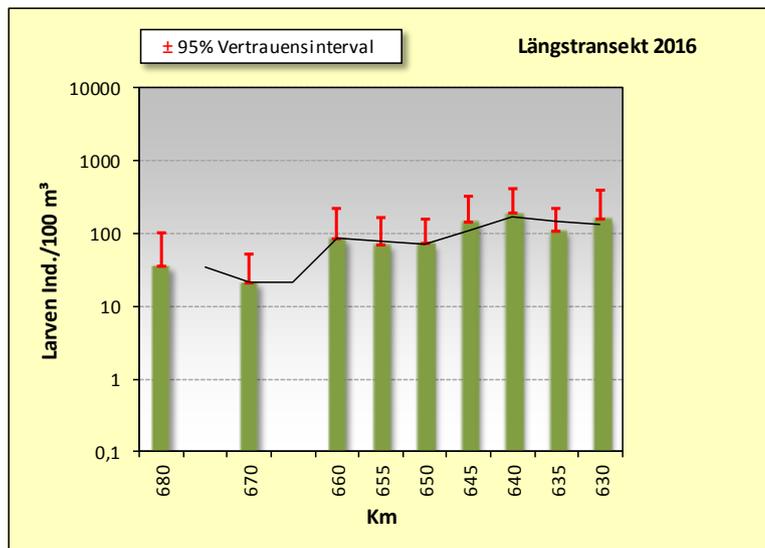


Abb. 28: Fintenlarvendichten/Hol (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Längsverlauf der Tideelbe. Die Ergebnisse integrieren die Variabilität über die Zeit (02./03.05., 18./19.05.; 30./31.05), sowie auch kleinräumig (Stromseite, Tiefenzonen)

In allen Nebelnelben konnten im Jahr 2016 Fintenlarven erfasst werden. Die deutlich höchsten Anzahlen (160 Ind./100 m<sup>3</sup>) wurden in der Hahnöfer Nebelnelbe ermittelt. Die Schwarztonnen-sander NE erreichte mit 75 Ind./100 m<sup>3</sup> den zweithöchsten Wert. In den anderen Nebelnelben waren die Anzahlen mit < 35 Ind./100 m<sup>3</sup> niedriger.

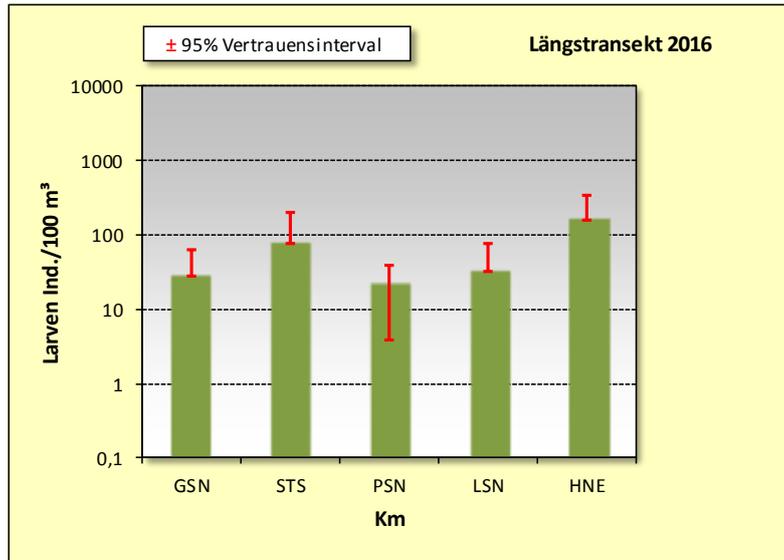


Abb. 29: Fintenlarvendichten/Hol (Ind./100 m<sup>3</sup>) in den Nebelnelben. Die Ergebnisse integrieren die Variabilität über die Zeit (02./03.05., 18./19.05.; 30./31.05), sowie auch kleinräumig (Seite, Tiefenzonen).

HNE = Hahnöfer NE, LSN = Lühesander NE, STS = Schwarztonnensander NE, PSN = Pagensander NE, GSN = Glückstädter NE Daten 2016

Wie bereits oben angemerkt, spiegeln die Holdaten verschiedene Variabilitätsfaktoren wider, die sich u.a. aus den Aspekten Untersuchungszeitpunkt, Tiefenzone, Stromseite und Tidephase ergeben. In den vorhergehenden Berichten sind diese Aspekte im Einzelnen veranschaulicht worden. Auf eine erneute Darstellung wird im vorliegenden Bericht verzichtet, da sich die Grundmuster der zeitlichen und räumlichen Verteilung nicht grundsätzlich verändern. Es sei aber an dieser Stelle darauf verwiesen, dass die Fintenlarvenzahlen im Jahr 2016 sowohl im Hauptstrom (im Mittel 98 Ind./100 m<sup>3</sup>) als auch in den Nebelnelben (64 Ind./100 m<sup>3</sup>) deutlich höher waren als im Jahr 2015, in letzterem Jahr waren lagen die Larvendichten (durchschnittlich < 10 Ind./100 m<sup>3</sup>) sehr niedrig.

Abb. 30 bis Abb. 32 zeigen die im Jahr 2016 erfassten mittleren Fintenlarvenanzahlen an den Längstransectstationen (LT km 630–km 680) und in den Nebelnelben, differenziert nach Untersuchungstermin im Detail. Die für die Stromelbe dargestellten Ergebnisse differenzieren dabei z.T. zwischen der südlichen und nördlichen Stromseite (jeweils gegenüberliegende Punkte).

In der 18. KW (Kalenderwoche) wurden noch keine Larven detektiert. Zwei Wochen später (KW 22) waren die Larven dann im gesamten Untersuchungsgebiet präsent (Abb. 31). Diese räumliche Verbreitung wurde auch in der 22. KW noch verzeichnet (Abb. 32).

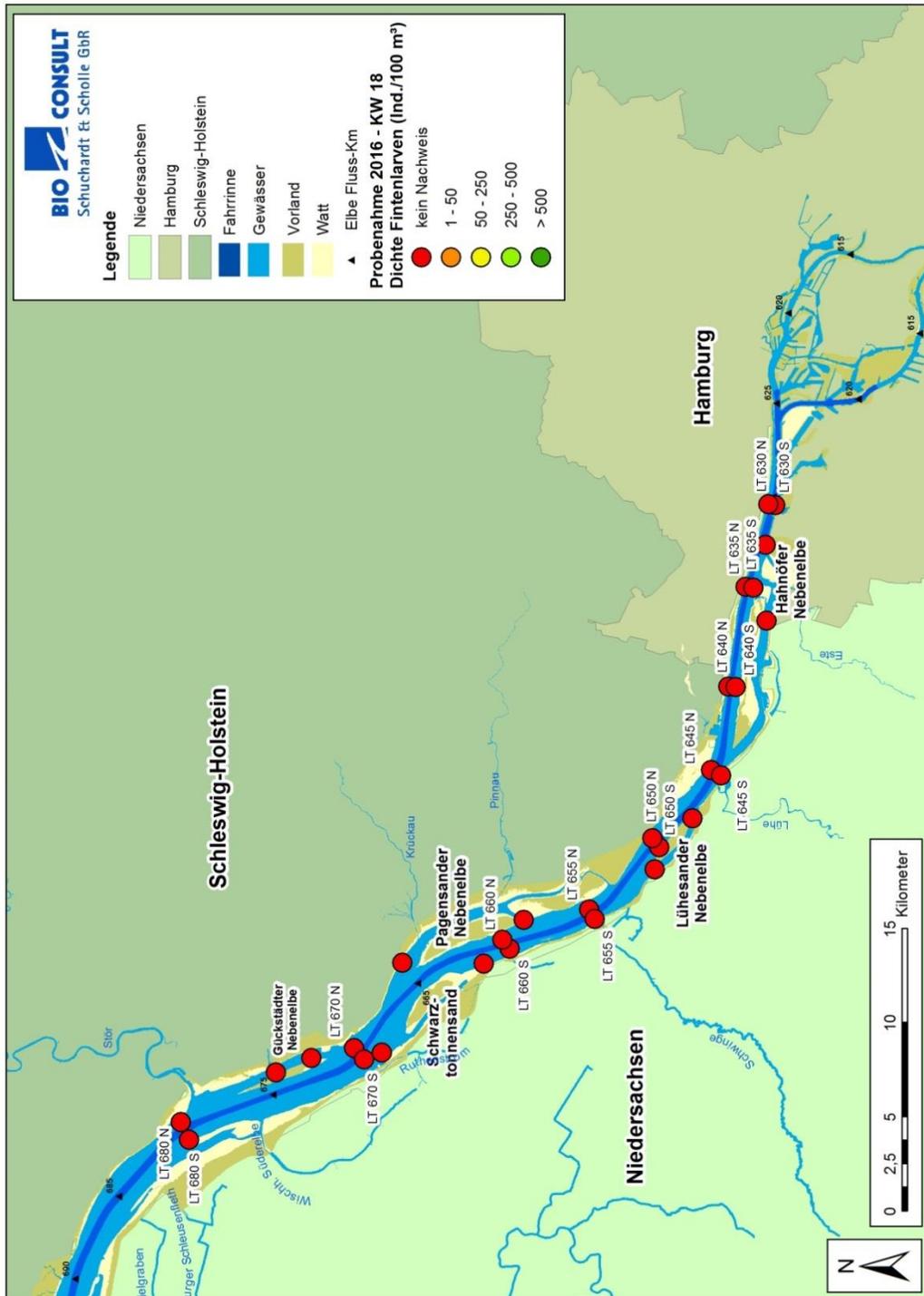


Abb. 30: Fintenlarvendichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Bereich der Stromelbe von km 630–km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensander NE sowie Glückstädter NE am 18./19.05.2016 – KW 18).

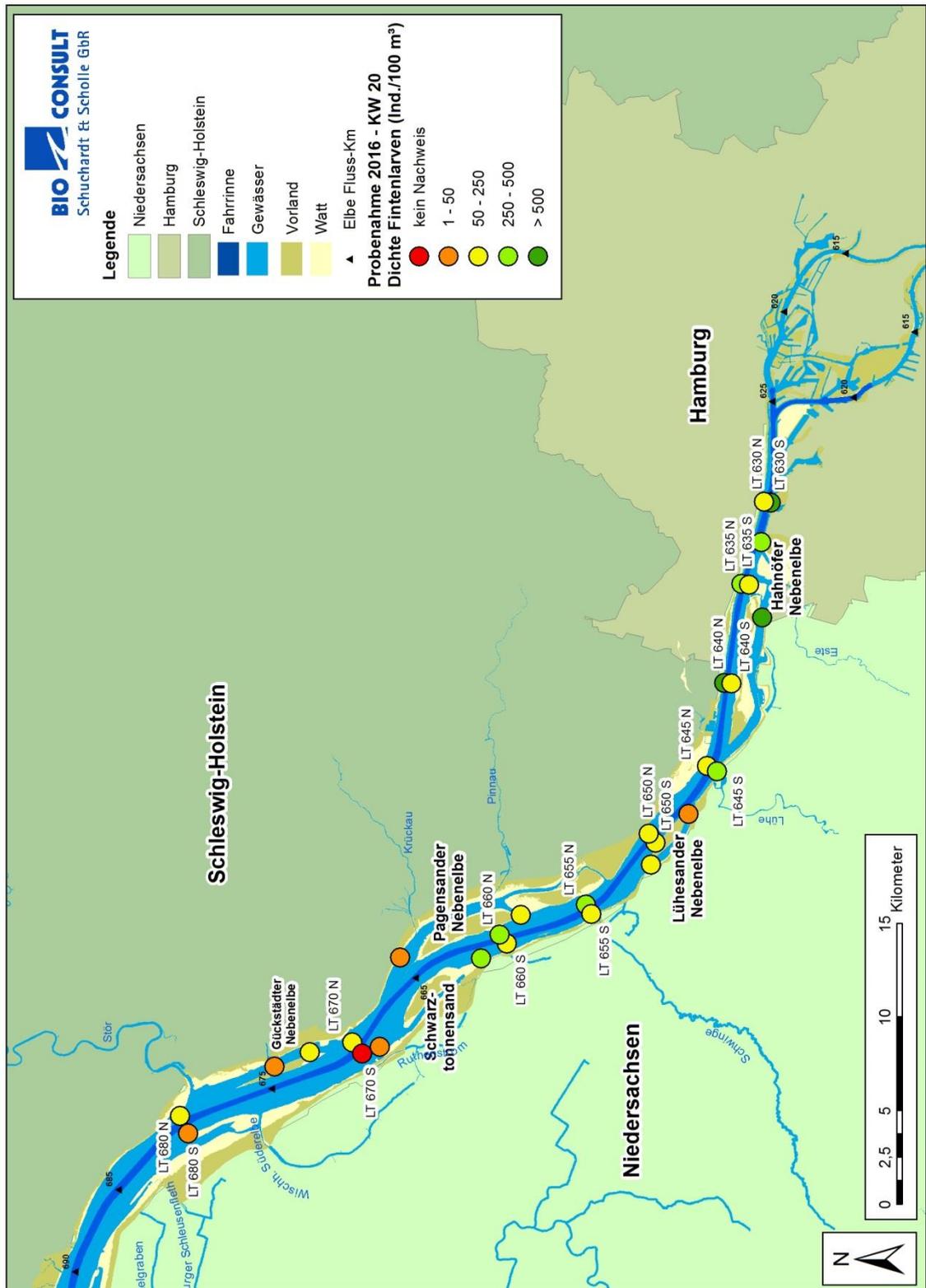


Abb. 31: Fintenlarvendichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Bereich der Stromelbe von km 630–km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelbe(n) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensand (SchwTS) sowie Glückstädter NE zu verschiedenen Zeitpunkten während der Reproduktionszeit (18./19.05.2016 – KW 20).

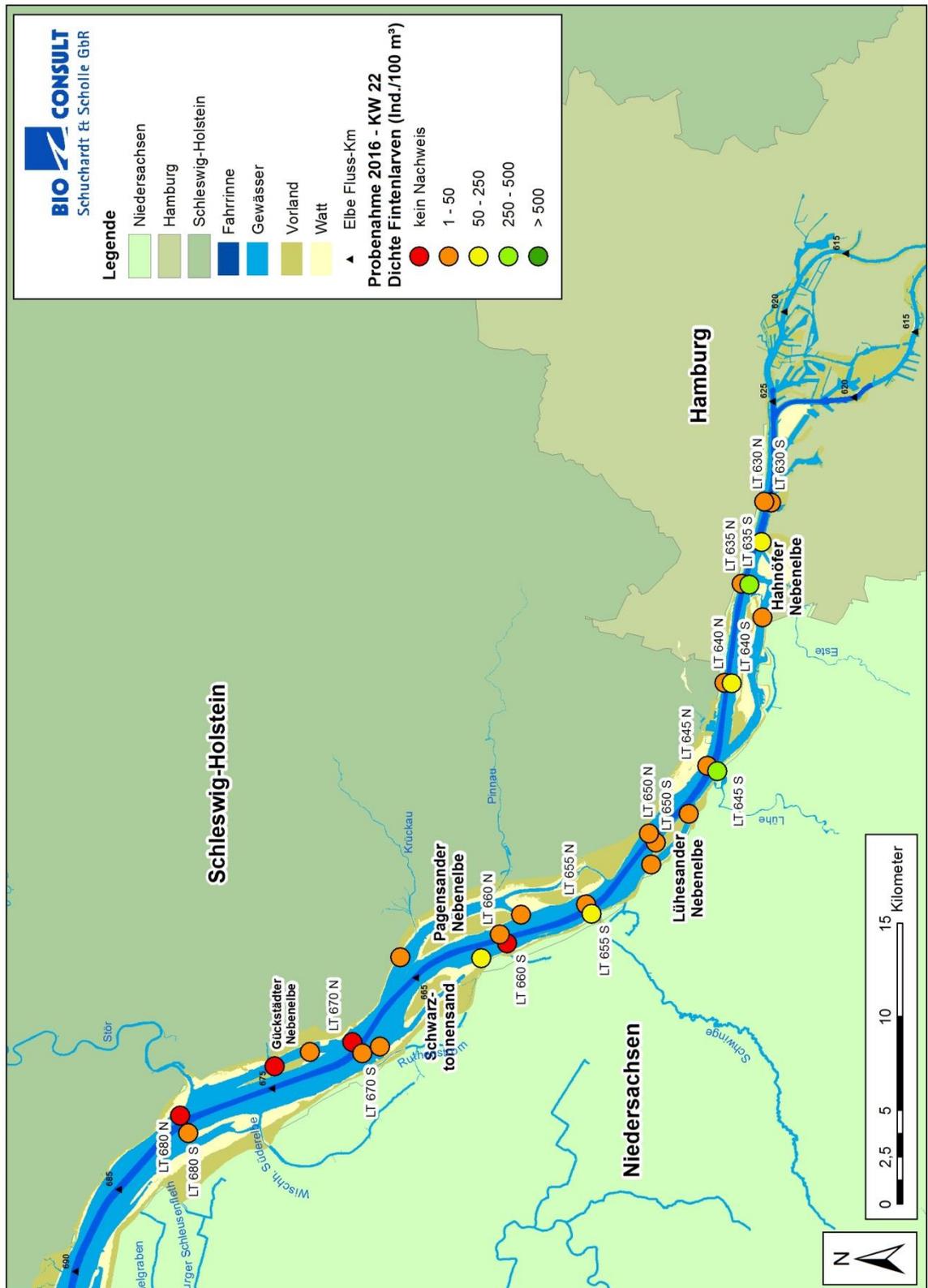


Abb. 32: Fintenlarvendichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Bereich der Stromelbe von km 630 – km 680 (Messstellen mit LT bezeichnet) und in den Nebelben (NE) Lühesander NE, Pagensander NE, Schwarztonnensander NE sowie Glückstädter NE am (30./31.05.2016 – KW 22).

## 6. Hamenfänge

### 6.1 Frühjahr (adulte Finten)

Im Frühjahr 2016 wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung keine Hamenfänge zur Erfassung der adulten Finte durchgeführt. Es standen aber Daten für den hier relevanten Oberflächenwasserkörper Elbe West aus dem WRRL-Fischmonitoring zur Verfügung (NLWKN Stade, schriftl.). Die zur Verfügung gestellten Rohdaten (Ind./Hol) wurden unter Berücksichtigung der Hamengröße und der Fangdauer je Hol auf Ind./h/80 m<sup>2</sup> standardisiert. Dies ist die Bezugsgröße für die Bewertung der Abundanz nach Wasserrahmenrichtlinie für die ästuarinen Gewässertypen.

Die Befischungen erfolgten u.a. im Frühjahr 2016 in der Stromelbe bei Tinsdal (km 638) und bei Twielenfleth (km 651,5) sowie auch in der Hahnöfer Nebelbe. Hier wird dabei auf die Finte fokussiert. Die Befischungsdaten geben Hinweise um Zustand des Fintenbestandes.

Tab. 15: Abundanz der Finte (nur adulte) im Wasserkörper Elbe West (Daten: Mai 2016).  
T 125 = Tonne 125 (Tinsdal), HNE = Hahnöfer Nebelbe; TWFL = Twielenfleth.  
Quelle: NLWKN Stade, Fangzahlen standardisiert (Ind./h/80 m<sup>2</sup>)

Mai 16	km 638	km 641,5	km 651,5	
Fangstation	T 125	HNE	TWFL	MW Ind./h/80 m <sup>2</sup>
Finte	94,0	79,1	30,8	<b>68,0</b>

Die Daten sind im Rahmen des WRRL-Fischmonitorings erhoben worden und hier vom NLWKN Stade zur Verfügung gestellt. An der Fangstation Tinsdal (ca. km 638) wurden mit 94 Ind./h/80 m<sup>2</sup> die höchsten Anzahlen Finten erfasst. Im Mittel sind 68 Ind./h/80 m<sup>2</sup> gefangen worden. Im Vorjahr (2015) wurden keine Untersuchungen im OWK Elbe West durchgeführt. Daten lagen aber für das unterhalb anschließende Übergangsgewässer vor, hier wurden ca. 21 Ind./h/80 m<sup>3</sup> ermittelt. Sowohl die im Jahr 2016 (OWK West) als auch die 2015 (Übergangsgewässer) ermittelten Fintenzahlen spiegeln nach dem WRRL-Bewertungsverfahren FAT-TW ein „gutes ökologisches Potenzial“ wider (zur Definition des ökologischen Potenzials vgl. BIOCONSULT 2014).

### 6.2 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. 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 2016 ab Mitte der letzten Juliwoche durchgeführt. Die Fangstationen waren wie im Vorjahr entlang des Salinitätsgradienten von Tinsdal (ca. km 639, Süßwasser), Twielenfleth (km 651,5, 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 ausschließlich auf die Finte.

## 6.2.1 Ergebnisse

### Längenhäufigkeit

Die im Sommer 2016 ermittelte Größenamplitude der Finten umfasste Längen von 4 bis 41 cm, d.h. der Fang umfasste sowohl die „Zielgruppe“ AG 0+ als auch ältere, bzw. mehrjährige Tiere (Abb. 33). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde die Grenze zwischen AG 0+ (also juvenile des Untersuchungsjahres) und AG 1+ bei ca. 8 bis < 9 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 2016 bei ca. 6 cm (Abb. 33), in den Vorjahren (2015, 2014) um ca. 6–7 cm, im Jahr 2013 bei 9 cm und 1985 (MÖLLER 1988) bei 5 cm. 78,9 % der im Jahr 2016 ausgewerteten Tiere (N=1.880) wiesen eine Länge < 9 cm auf (als AG 0+ definiert). Die höchsten Anzahlen juveniler Finten wurden an der Fangstation Brunsbüttel erfasst (s. folgendes Kapitel).

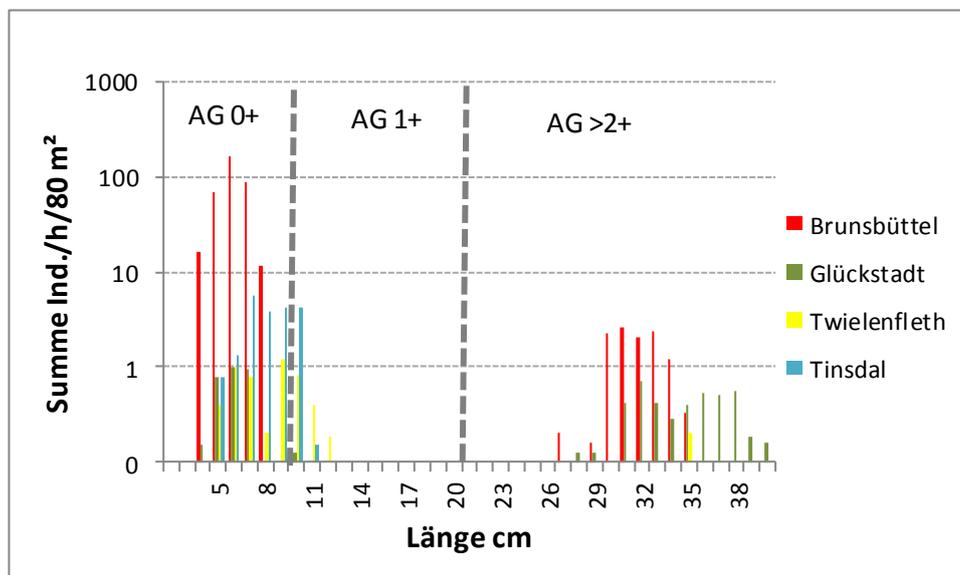


Abb. 33: Längenhäufigkeitsverteilung (als Summe Ind./h/80 m<sup>2</sup>) der Finten im Sommer 2016.

**Abundanz**

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

So wurden die geringsten Anzahlen bei Twielenfleth (1,25 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) und Glückstadt (1,6 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) ermittelt, bei Tinsdal konnten mit ca. 11,2 Ind./h/80 m<sup>2</sup> höhere Fangzahlen verzeichnet werden. Die im Vergleich deutlich höchsten Fintenzahlen sind bei Brunsbüttel (66 Ind./h/80 m<sup>2</sup>) erfasst worden. Die Verteilung der Finten im Längsverlauf deutet auf eine stattfindende Abwanderung in Richtung Küste hin.

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

### Untersuchungsjahr 2016

Die im Jahr 2016 durchgeführte Untersuchung (20.04. – 08.06.) ergab mit Blick auf die Eidichte im Vergleich zum Vorjahr ähnliche Werte, diese lagen deutlich über dem Allzeitminimum von 2014. Für die Fintenlarven wurden im Jahr 2016 wieder deutlich höhere Anzahlen ermittelt. Diese entsprechen in etwa dem bislang zweithöchsten Wert aus dem Jahr 2012.

Die Untersuchung zur Reproduktion der Finte in der Tideelbe hat 2016 zusammengefasst Folgendes ergeben:

Im Zeitraum von Anfang April bis Ende Mai 2016 lag der Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau) mit überwiegend  $< 500 \text{ m}^3/\text{s}$  eher niedrig. Die Wassertemperaturen überschritten bereits Mitte April  $12 \text{ }^\circ\text{C}$ . Allerdings fiel die Temperatur bis Ende April/Anfang Mai wieder auf  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Im weiteren Verlauf der Untersuchung stiegen die Temperaturen auf  $> 20 \text{ }^\circ\text{C}$  (ab Ende Mai). Die Leitfähigkeit lag von Mitte April bis etwa Ende Mai zwischen  $> 0,8\text{--}1,2 \text{ mS/cm}$  und kann somit (insbesondere Ende Mai) als überdurchschnittlich eingeordnet werden. Bis etwa Ende Mai sind Sauerstoffgehalte um  $> 5 \text{ mg/l}$  verzeichnet worden und auch bis Ende Juni wurden überwiegend Gehalte von  $> 4,5 \text{ mg/l}$  gemessen und damit waren insgesamt unauffällig.

- **Finteneier (Quertransekt-QT)** wurden im Zeitraum vom 20.04. – 08.06.2016 erfasst. Die Befunde zeigen, dass 2016 der Beginn der Laichtätigkeiten auf etwa Anfang der 4. Aprilwoche datiert werden kann. Die erste umfangreiche Eiablage (gleichzeitig auch das Maximum) erfolgte ab Mitte der 1. Maiwoche bei Wassertemperaturen um  $12 \text{ }^\circ\text{C}$ . Zu diesem Zeitpunkt erreichten die mittleren Eidichten bei QT km 643 etwa  $660 \text{ Ind./100 m}^3$ . Im Verlauf der folgenden Wochen gingen die Eidichten zurück. Anfang der 2. Juniwoche (08.06.) lag die Eidichte bei  $1,2 \text{ Ind./100 m}^3$  (QT km 643).
- **Finteneier (Längstransekt-LT: Hauptstrom, Nebelbenen):** Im Jahr 2016 wurden Finteneier im Untersuchungsbereich von km 630–km 680 in allerdings geringer Dichte nachgewiesen. Wie im Vorjahr zeigte sich ein schwach ausgeprägter Gradient von innen (km 630/635  $> 20 \text{ Ind./100 m}^3$ ) nach außen (km 670 bis  $< 1 \text{ Ind./100 m}^3$ ). Unterschiede zwischen Hauptstrom und Nebelbenen waren nicht deutlich. Es ist zu beachten, dass die LT-Messstellen stichprobenhaft beprobt wurden, insofern sind die Ergebnisse zur räumlichen Verteilung nur eingeschränkt belastbar.
- **Fintenlarven (Quertransekt-QT)** traten erst um den 20.05. auf. Ein Maximum wurde bei km 643 und bei km 651 in diesem Jahr in der 4. Maiwoche verzeichnet. Die Larvendichte blieb auch zu diesem Zeitpunkt mit bis zu  $380 \text{ Ind./100 m}^3$  (km 643) und  $42 \text{ Ind./m}^3$  (km 651) bezogen auf km 643 auf vergleichsweise hohem Niveau. Im Flussquerschnitt war die Verteilung der Larven eher undeutlich. In der Tendenz waren bei km 643 die Anzahlen in der südlichen Stromhälfte höher als an den nördlichen Sta-

tionen. Die Larvenanzahlen (85,9 Ind./100 m<sup>3</sup>) in der Hahnöfer Nebelbe nahmen eine Mittelstellung zwischen den Ergebnissen der nördlichen und der südlichen Stationen in der Stromelbe ein. Bei Transekt km 651 wurde eine ähnliche Verteilung der Larvendichte über den Stromquerschnitt verzeichnet.

- **Fintenlarven (Längstransekt-LT: Hauptstrom, Nebelben):** Die Untersuchung über den Längsverlauf der Tideelbe zeigt, dass 2016 ab etwa Mitte Mai Fintenlarven im Untersuchungsbereich von km 630–km 680 nachgewiesen wurden. Die relativ höchsten Dichten entfallen auf den Abschnitt km 630 – km 645 (107 - 161 Ind./100 m<sup>3</sup>). Unterschiede zwischen Nebelben und Hauptstrom waren nicht deutlich ausgeprägt. Die Hahnöfer Nebelbe wies mit > 150 Ind./100 m<sup>3</sup> die höchsten Larvenzahlen im Vergleich der Nebelben auf.

### Kurzvergleich (interannuell)

Im Rahmen des Jahresberichtes 2016 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 bis 2016 waren von unterdurchschnittlichen Oberwasserabflüssen geprägt.
2. Die Wassertemperaturen im Frühjahr 2016 wiesen insofern gewisse Auffälligkeiten auf, als dass nach zunächst wärmeren Temperaturen, die Werte ab Ende April bis Mitte Mai deutlich zurückgingen. Ab etwa Mitte Mai waren die Temperaturen im Jahresvergleich mit > 16 °C dann wiederum tendenziell wärmer. 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 2016 bezogen auf den Pegel D1 (km 643) mit 0,8–1,2 mS/cm etwas höher als in den Vorjahren (Ausnahme 2014).
4. Die Sauerstoffentwicklung im Frühjahr 2016 entsprach mit kontinuierlich rückläufigen Werten ab Anfang April bis Mai weitgehend dem Muster der Vorjahre. Insgesamt blieben die Sauerstoffgehalte im Untersuchungszeitraum 2016 mit im Minimum > 4,5 mg/l (Tagesmittel) unproblematisch.

#### *Fintenlaichprodukte*

Am Beispiel der Ergebnisse bei QT km 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. In den Jahren 2015 und 2016 wurden nach den seit 2011 rückläufigen Finteneizahlen wieder höhere Werte verzeichnet. Mit Blick auf die Larven konnte v.a. im Jahr 2016 ein deutlicher Zuwachs seit 2014 dokumentiert werden, die Larvenzahlen erreichten das Niveau des Jahres 2012 (Abb. 34, Tab. 16). Trotz der „natürlichen“ hohen zeitlichen und räumlichen Variabilität (inkl. der nicht zu vermeidenden methodisch bedingten Variabilität), sind die interannuellen Unterschiede statistisch signifikant ( $p < 0.01$ , Tab. 16). Insbesondere die Jahre 2011 (hohe Kennwerte) und 2014 (geringe Kennwerte) haben eine Sonderstellung.

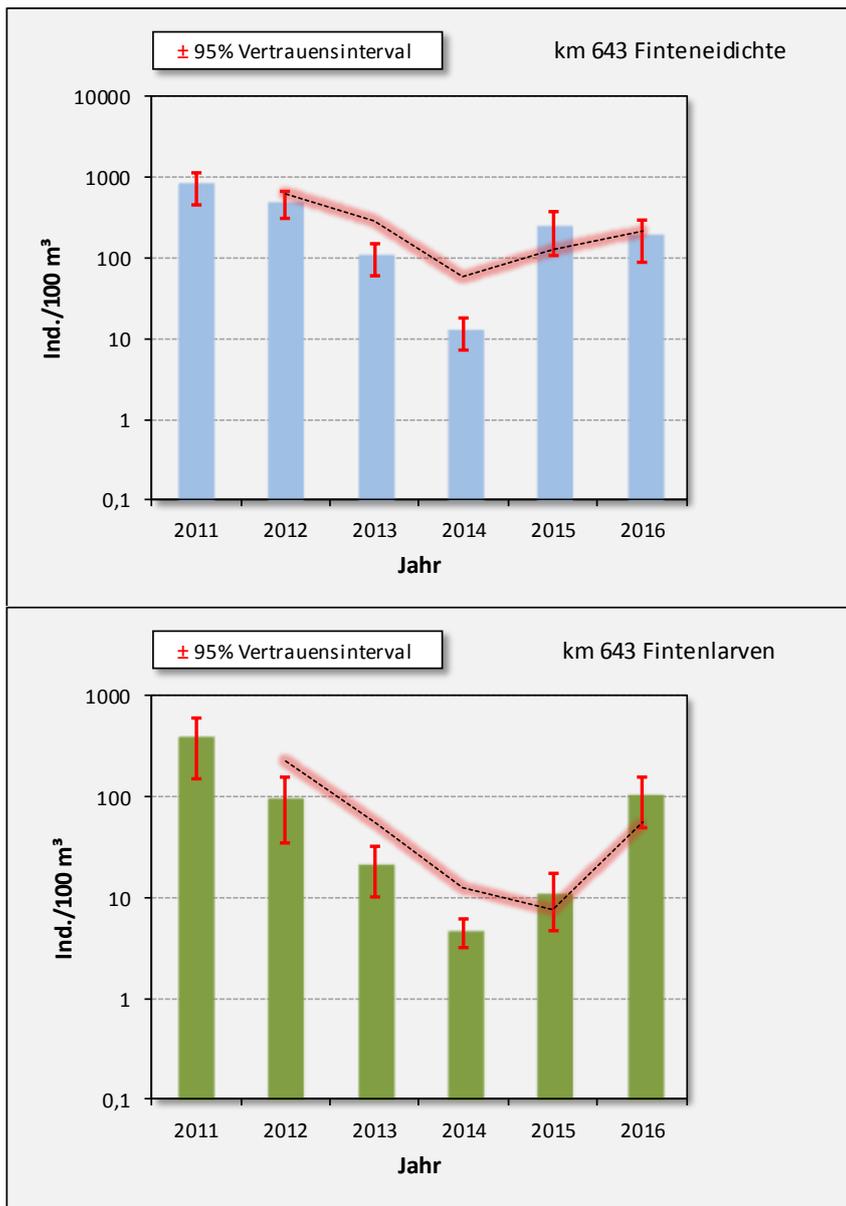


Abb. 34: Fintenei- (oben) und Larvenanzahlen (unten) von 2011–2016 bei km 643 in der Tideelbe (zeitlich und räumlich gemittelte Daten bei QT km 643). Untersuchungszeiträume von Mitte/Ende April – Anfang Juni, jeweils 5 Quertransektstationen (vgl. Kap. 4.1.1).

Tab. 16: Interannueller Vergleich (2011–2016) der mittleren Fintenei- (oben) und Larvendichte (unten).  
Ergebnisse der Varianzanalyse (Kruskal Wallis).  
Datengrundlage QT km 643. Std. Fehler = Standardfehler, Std.Abw. = Standardabweichung.

<b>Variable: Finteneidichte</b> Ind./100 m <sup>3</sup>				
<b>gruppiert nach:</b>				
Jahr	N/Hols	Mittelwert	Std.Fehler	Std.Abw.
2011	559	798,3	170,0	4018,5
2012	359	489,2	93,8	1777,9
2013	320	106,0	23,7	424,5
2014	324	12,7	2,7	49,3
2015	320	240,6	66,7	1192,7
2016	320	189,5	51,7	924,6
Kruskal Wallis p<0.1				

<b>Variable: Fintenlarven</b> Ind./100 m <sup>3</sup>				
<b>gruppiert nach:</b>				
Jahr	N/Hols	Mittelwert	Std.Fehler	Std.Abw.
2011	559	375,2	113,8	2691,4
2012	310	94,6	30,2	531,3
2013	320	21,4	5,8	103,9
2014	323	4,6	0,7	13,4
2015	320	10,9	3,2	57,2
2016	320	102,7	27,2	486,2
Kruskal Wallis p<0.1				

Konträr zu den Ergebnissen bei km 643 wurde an den Längstransektstationen die niedrigste Eidichte im Untersuchungsjahr 2016 ermittelt; im Rahmen der Längsfahrten wurden durchschnittlich nur 4,5 Ind./100 m<sup>3</sup> erfasst (Abb. 35, Tab. 17). Dieses Ergebnis erscheint unter Berücksichtigung des stichprobenhaften Charakters der Längstransektuntersuchung allerdings eher zufallsbedingt, da 2016 zum einen die Eidichte im Hauptlaichgebiet (QT km 643 hoch war, s. Kap. 5.2) und zum anderen auch die im Längsverlauf festgestellten Larvenzahlen mit ca. 86 Ind./100 m<sup>2</sup> vergleichsweise hoch lagen (s.u.). Die Larvenabundanz entsprach dabei dem Wert, der im Jahr 2012 (zweithöchster Wert im interannuellen Vergleich) dokumentiert wurde (Abb. 35, Tab. 17). Die interannuellen Unterschiede der Ei- und Larvenzahlen sind signifikant. Auf die eingeschränkte Aussagekraft des statistischen Vergleichs sei hier aber aufgrund des stichprobenhaften Charakters der Längstransektuntersuchung hingewiesen.

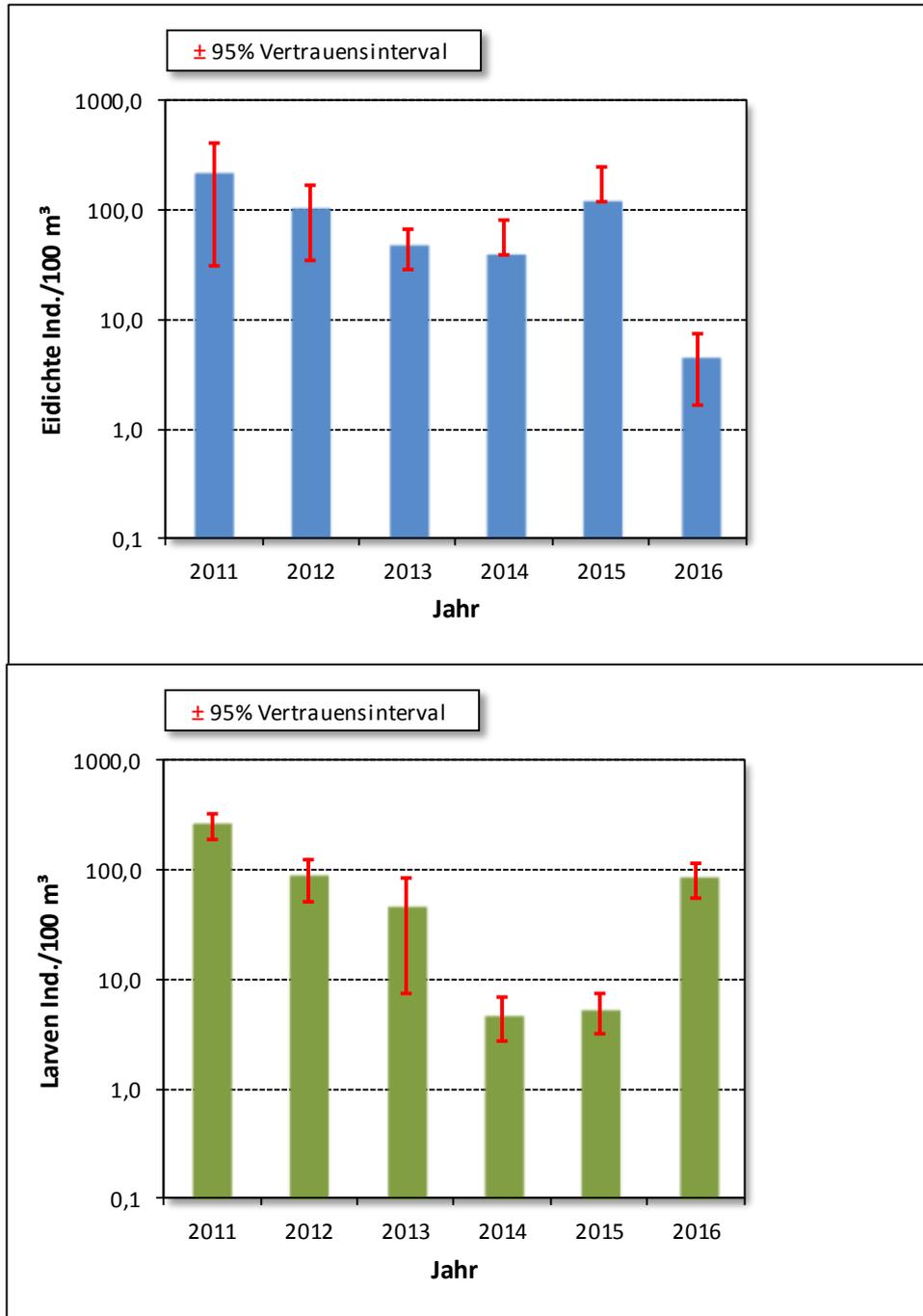


Abb. 35: Fintenei- (oben) und Larvenanzahlen (unten) von 2011–2016 entlang des Abschnitts km 630–km 680 inkl. der Nebeneiben (zeitlich und räumlich gemittelte Daten).

Tab. 17: Interannueller Vergleich (2011–2016) der mittleren Fintenei- (oben) und Larvendichte (unten). Ergebnisse der Varianzanalyse (Kruskal Wallis). Datengrundlage Längstransekt (alle Daten inkl. Nebenelben). Std. Fehler = Standardfehler, Std.Abw. = Standardabweichung.

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
2016	167	4,5	1,43	18,52
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
2016	167	85,9	15,73	203,89
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. 36, rote und gelbe Ganglinie, 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 (unten).

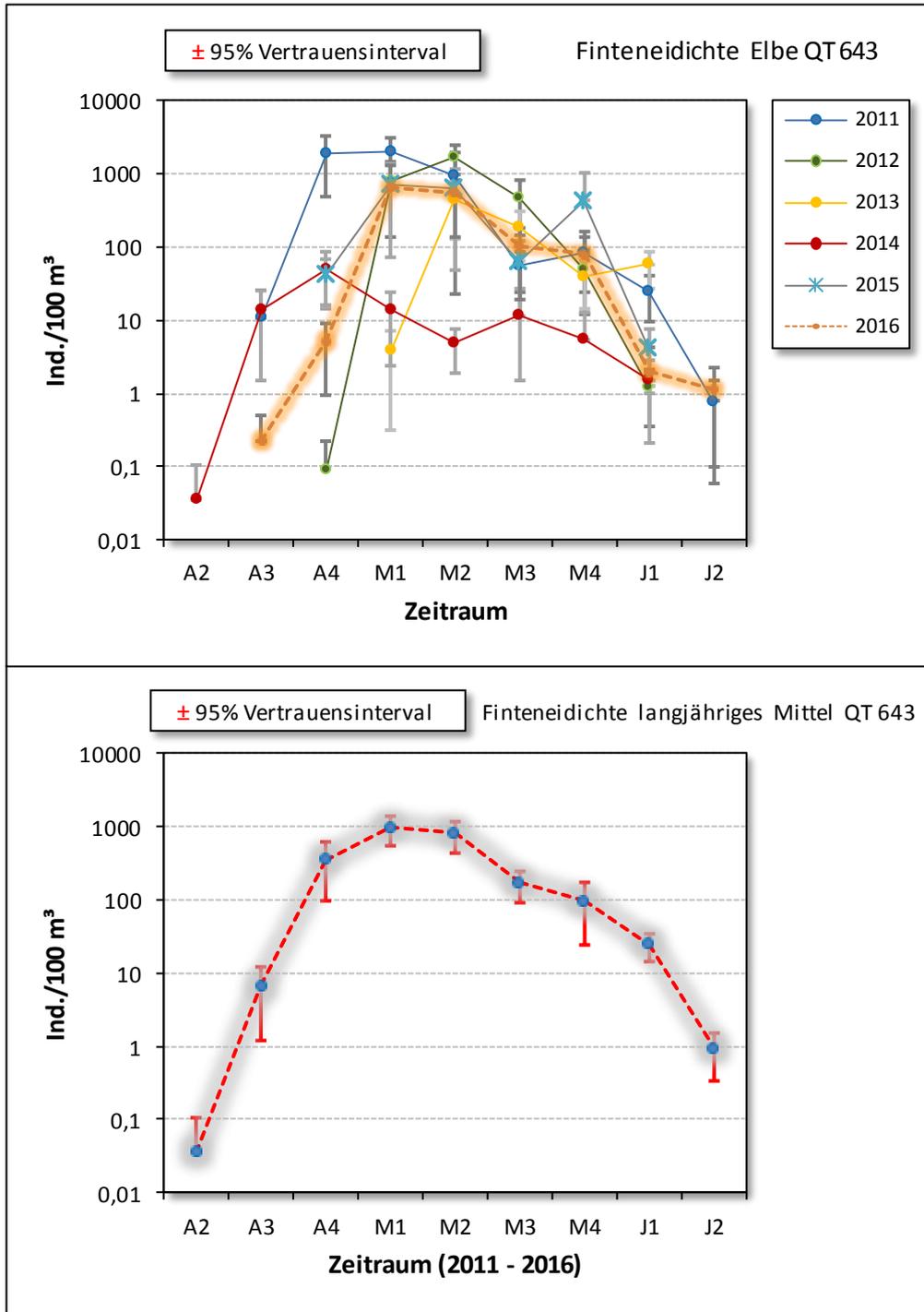


Abb. 36: Entwicklung der Finteneidichte (Ind./100 m<sup>3</sup>) im Zeitraum Mitte/Ende April bis Anfang Juni differenziert nach Untersuchungsjahr (oben) und als jahresübergreifendes Gesamtmittel (unten) bei km 643 in der Tideelbe. Daten: 2011–2016. A3 = 3. Aprilwoche, M1 = 1... Maiwoche, Ju1 = 1. Juniwoche.

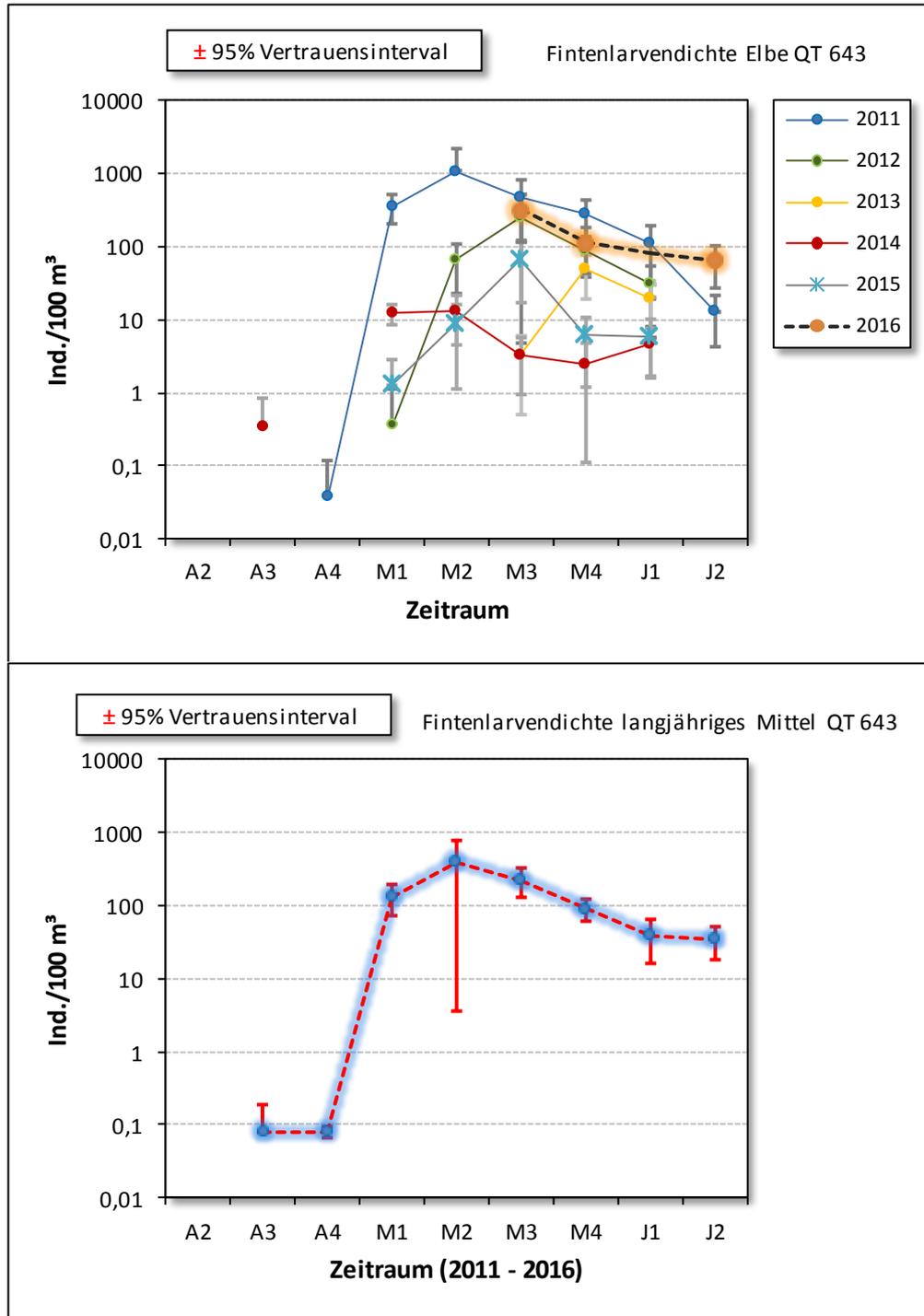


Abb. 37: Entwicklung der Fintenlarvendichte (Ind./100 m³) im Zeitraum Mitte/Ende April bis Anfang Juni differenziert nach Untersuchungsjahr (oben) und als jahresübergreifendes Gesamtmittel (unten) bei km 643 in der Tideelbe. Daten: 2011–2016. A3 = 3. Aprilwoche, M1 = 1... Maiwoche, Ju1 = 1. Juniwoche..

Die räumlichen Verteilungsmuster (kleinräumig: vertikal, Querverteilung) konnten auch 2016 weitgehend gleichsinnig zu den Vorjahren dokumentiert werden. Trotz des unterschiedlichen jährlichen Abundanz-Niveaus sind bei einer gewissen Variabilität jeweils ähnliche Grundmuster

erkennbar. Abb. 38 veranschaulicht die Verteilung über das Querprofil für Finteneier (oben) und -larven (unten) für den Untersuchungsbereich QT km 643.

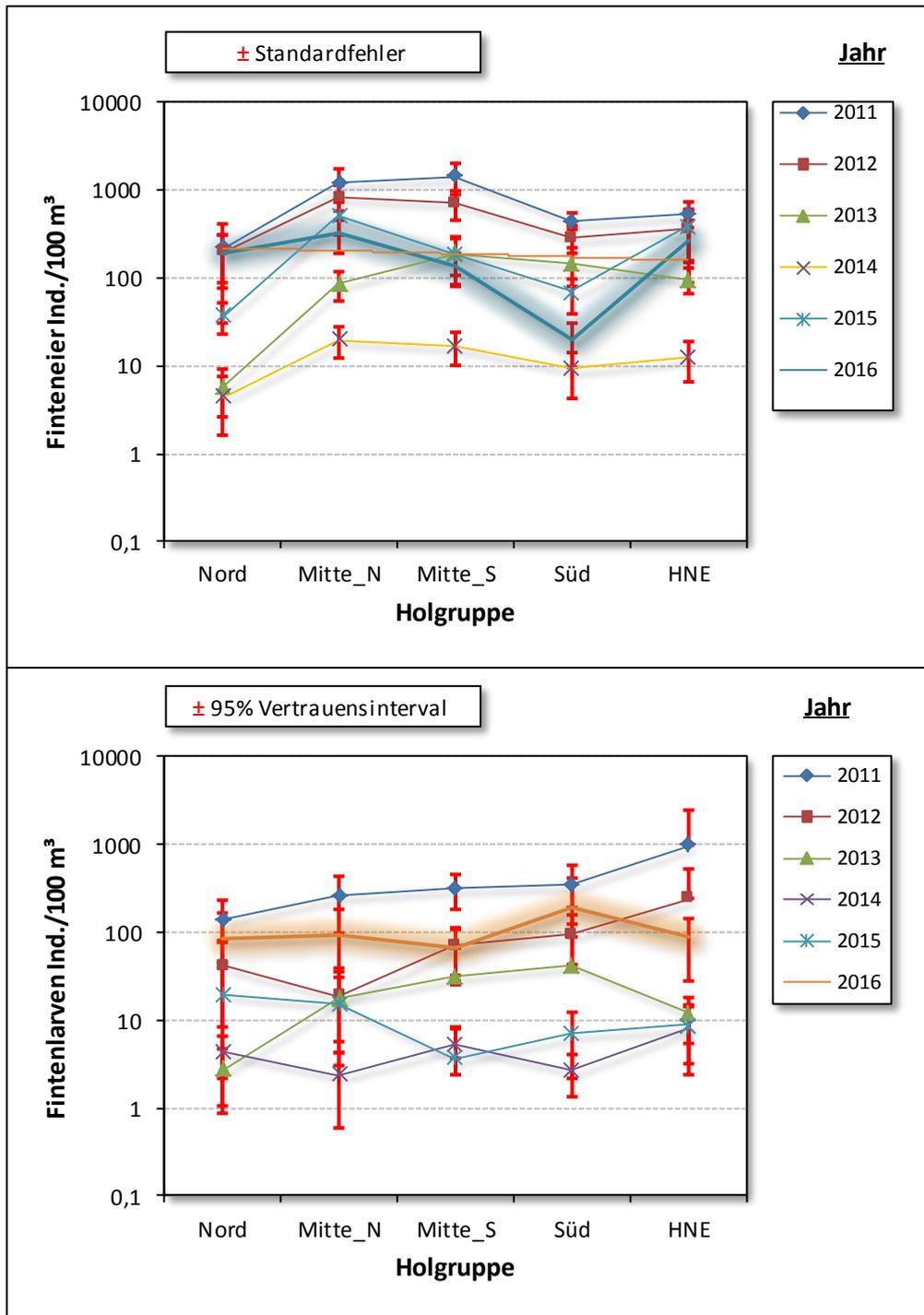


Abb. 38: Mittlere Fintenei- (Bild oben) und Larvendichte (Bild unten; Ind./100 m<sup>3</sup>) entlang des Quertransekts bei km 643 im Zeitraum Mitte/Ende April – Anfang Juni der Jahre 2011–2016 in der Tideelbe. X-Achse von links nach rechts: Nord = Station QT1; Mitte-N = QT 2; Mitte-S = QT 3; Süd = QT 4; HN = QT 5 Hahnöfer Nebelbe.

Insgesamt wird ersichtlich, dass der nördliche Elbbereich jahresbezogen die geringsten Eidichten aufweist. Mit Blick auf die Fintenlarven wird ein solches Muster etwas weniger deutlich. Bezogen auf die Larvendichte zeichnete sich die Hahnöfer Nebel Elbe in den Jahren 2013 und 2016 nicht durch die höchsten Werte aus (Abb. 38 unten).

*Juvenile Finten (Hamenfänge, Sommer)*

Die im Sommer 2016 festgestellten Anzahlen lagen zwar insgesamt im Vergleich zum Vorjahr etwas höher (Abb. 41).

Die niedrigeren Zahlen der juvenilen Finten erscheinen unter Berücksichtigung der in den Jahren 2014–2015 besonders geringen Larvenzahlen aber plausibel.

Externe Befischungsdaten aus dem Jadebusen (DÄHNHARDT, 2015) unterstützen die Annahme, dass der Rekrutierungserfolg in den Jahren 2011–2015 rückläufig zu sein scheint. Das Muster der Fangergebnisse aus dem Jadebusen korrespondiert für diesen Zeitraum mit demjenigen der Elbbefischung (Abb. 39, Abb. 40).

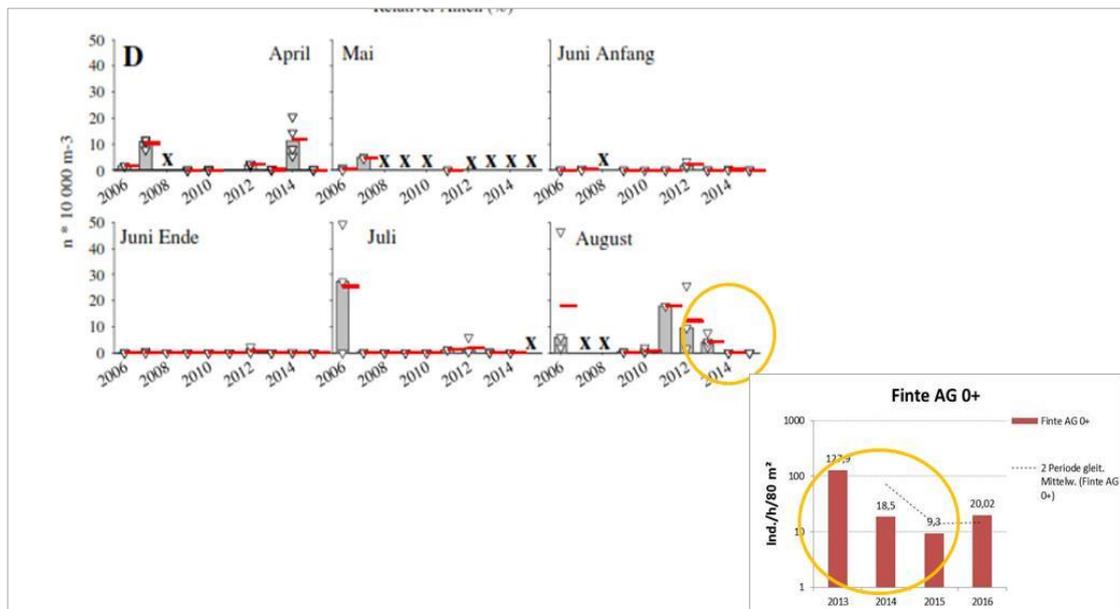


Abb. 39: Verlauf der aufwandskorrigierten Fintenabundanz im Jadebusen zwischen 2006 und 2015 für die Monate April, Mai, Juni (Anfang und Ende), Juli und August. Dargestellt sind die aufwandskorrigierten Fangmengen als Median (graue Balken), arithmetisches Mittel (rote Striche) und für die einzelnen Hols (offene Dreiecke). X=Jahre, keine Befischung (Quelle DÄHNHARDT, 2015). Gelb markiert, Zeitraum der korrespondierenden Hamenfischungen in der Elbe im Juli/August 2013–2015 (kleines Bild unten rechts Ergebnisse der Hamenfischungen in der Elbe 2013–2016, s. Abb. 40)

Anders als in den Vorjahren waren die Larvenzahlen im Jahr 2016 auch im Vergleich mit denjenigen aus dem Jahr 2013 deutlich höher. Dennoch wurde 2016 eine nur geringe Anzahl juveniler Finten dokumentiert, die erkennbar niedriger lag als im Jahr 2013 (Abb. 40, Bild unten). Aktuelle Daten (Jahr 2016) aus dem Jadebusen liegen nicht vor.



Abb. 40: Mittlere Anzahlen von Fintenlarven (oben) bei km 643 (2011–2016) und mittlere Anzahlen juveniler Finten (AG 0+, Bild unten) bezogen auf 4 Fangstationen Tinsdal (km 638), Twielenfleth (km 651,5), Glückstadt (km 671) sowie Brunsbüttel (km 690) in den Jahren 2013–2016 (Befischungen im Sommer Juli/August). Korrespondierender Zeitraum orange eingerahmt.

Vor diesem Hintergrund ist nicht ganz auszuschließen, dass die Abwanderung eines größeren Teils der juvenilen Finten möglicherweise bereits vor Ende Juli/Anfang August erfolgt sein könnte.

Abb. 41 veranschaulicht die Ergebnisse der sommerlichen Hamenfänge differenziert nach Fangstationen. Die Daten zeigen, dass in jedem Untersuchungsjahr juvenile Finten von Tinsdal (km 638) bis Brunsbüttel (km 690) vorhanden waren. Die höchsten Fangzahlen entfielen überwiegend auf die Station Brunsbüttel; dieser Befund könnte die stattfindende Abwanderung widerspiegeln.

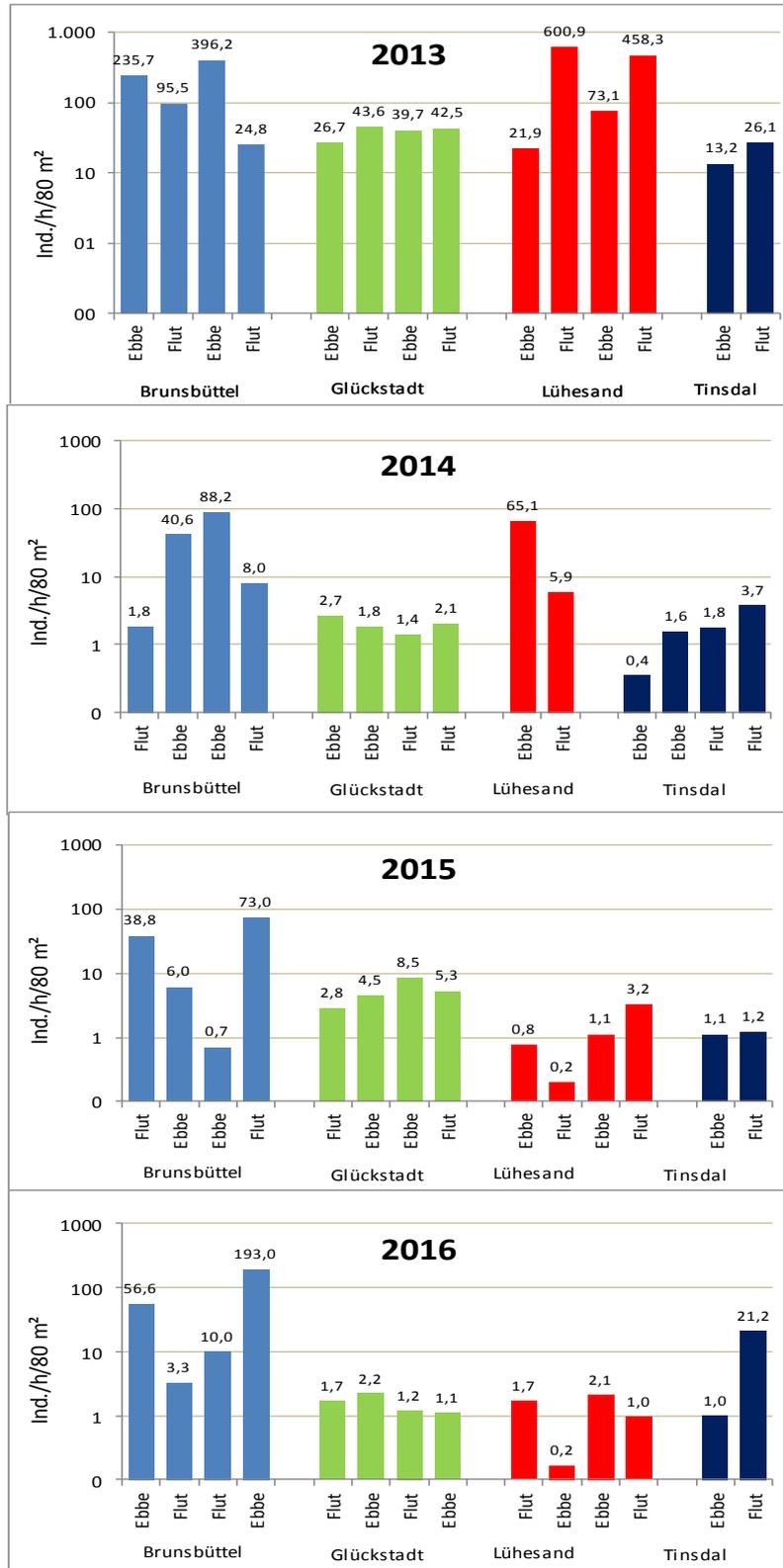


Abb. 41: Fintenabundanz (Ind./h/80 m²) pro Hol (alle AG aber ganz überwiegend AG 0+) in den Untersuchungsjahren 2013–2016, differenziert nach Fangstation.

## 8. Einflussfaktoren

Die bisherigen Daten haben eine ausgeprägte interannuelle Variabilität der Fintenei- und Larvendichte deutlich werden lassen. Im Folgenden werden einige Faktoren benannt, für die ein genereller Einfluss nicht auszuschließen ist.

### 8.1 Abiotische Faktoren

#### **Unterhaltungsbaggerungen**

Unterhaltungsbaggerungen während der Laichzeit im Hauptlaichareal der Finten können Beeinträchtigungen (z.B. erhöhte Mortalität der Laichprodukte durch Einsaugung, Vergrämung der Laichtiere) bedingen.

Um die Fintenpopulation möglichst wenig zu beeinträchtigen, führt das WSA Hamburg seit dem Jahr 2012 Unterhaltungsarbeiten mittels Hopperbagger während der Laichzeit nicht bzw. in reduziertem Umfang durch.

Im Folgenden sind alle Baggertätigkeiten im Bereich des Laichgebietes und während der Hauptlaichzeit zusammenfassend für den Zeitraum 2011 bis 2016 dargestellt.

#### **Hopperbagger**

Bezogen auf die Restriktionszeit lagen die Hopperbaggermengen im Gewässerabschnitt von km 639 – km 655 zwischen 0 m<sup>3</sup> (2012/13) - 0,56 Mio. m<sup>3</sup> (2015). Im Jahr 2016 war die Baggermenge (ca. 0,375 Mio. m<sup>3</sup>) im Zeitraum vom 15.04. – 30.06 geringer als im Vorjahr (Tab. 18 oben). Im unterhalb angrenzenden Abschnitt (km 655 – km 660) wurden im genannten Zeitraum zwischen 0 m<sup>3</sup> (2011/2014) und 0,177 Mio. m<sup>3</sup> (2013) gebaggert. Im Jahr 2016 lag die Hopperbaggermenge bei 0,02 Mio. m<sup>3</sup> (Tab. 18 oben).

Während der tatsächlichen (jährlich etwas variierenden) Hauptlaichphase (überwiegend Mai) erfolgten im obengenannten Zeitraum in den Jahren 2011–2016 keine Hopperbaggerungen. Eine Ausnahme macht diesbezüglich das Jahr 2015, hier wurden im Hauptlaichgebiet (km 639 – km 655) 0,27 Mio. m<sup>3</sup> sowie im unterhalb angrenzenden Abschnitt (km 655 – km 660) 0,05 Mio. m<sup>3</sup> gebaggert (Tab. 18 unten).

Tab. 18: Unterhaltungsmengen mittels Hopperbagger in den Jahren 2011 - 2016 im Elbeabschnitt km 639 – km 660 im Zeitraum der Finten-Restriktion (15.04.–30.06., Tabelle oben) und während der tatsächlichen Hauptlaichzeit (Tabelle unten).

Benötigtes Wasservolumen ermittelt über h-Baggerungen \* 3,3 m<sup>3</sup>/s.

Quelle: WSA Hamburg

Jahr (Zeitraum 15.4. – 30.6.)	Bodenvolumen km 639 - 655 [m <sup>3</sup> ]	Bodenvolumen km 655- 660 [m <sup>3</sup> ]
2011	32.332	0
2012	0	46.450
2013	0	177.131
2014	62.464	0
2015	556.217	51.681
2016	375.142	19.742

Jahr (Zeitraum unterschiedlich - Hauptlaichzeit)	Bodenvolumen km 639 - 655 [m <sup>3</sup> ]	Bodenvolumen km 655- 660 [m <sup>3</sup> ]
2011	0	0
2012	0	0
2013	0	0
2014	0	0
2015	270.769	51.681
2016	0	0

### Wasserinjektion

Unterhaltungsbaggerungen mittels Wasserinjektion (WI) wurden in den letzten Jahren (2011 – 2016) sowohl im Reproduktionsareal als auch während der Laichzeit durchgeführt (Tab. 19).

Der im Rahmen der Unterhaltung im Zuständigkeitsbereich der WSV (zwischen km 639 – km 655) benötigte WI-bedingte Wasserbedarf lag in den Jahren 2011 - 2016, hier bezogen auf den Zeitraum 15.04. – 30.06. zwischen 0,37 Mio. m<sup>3</sup> (2011) - bis 2,1 Mio. m<sup>3</sup> (2016, Tab. 19, oben).

Auf die zeitlich variable Hauptlaichphase entfallen mit Blick auf die WSV-Daten Anteile von etwa 22 % (2016, ca. 0,47 Mio. m<sup>3</sup>) bis ca. 71 % (2015, ca. 1 Mio. m<sup>3</sup>) des WI-bedingten Wasserbedarfs.

In ähnlicher Weise gilt das auch für den Abschnitt von km 655–km 660, da auch hier die WI-Unterhaltung insbesondere in der Hauptlaichphase niedriger war als im gesamten Restriktionszeitraum (Tab. 19, unten).

Tab. 19: Unterhaltungsbaggermengen mittels WI in den Jahren 2011 - 2016 im Elbeabschnitt km 639 – km 660 im Zeitraum der Finten-Restriktion (15.04.–30.06., Tabelle oben) und während der tatsächlichen Hauptlaichzeit (Tabelle unten).

\*= Benötigtes Wasservolumen ermittelt über h-Baggerungen \* 3,3 m³/s. Quelle: WSA Hamburg

Jahr (Zeitraum 15.4. – 30.6.)	Injiziertes Wasservolumen* km 639 - 655 [m³] - WSA Hamburg	Injiziertes Wasservolumen* km 655 - 660 [m³] - WSA Hamburg
2011	337.194	270.468
2012	682.308	417.978
2013	495.396	206.514
2014	1.653.300	530.046
2015	1.417.284	502.326
2016	2.084.544	409.464

Jahr (Zeitraum unterschiedlich, Hauptlaichzeit.)	Injiziertes Wasservolumen* km 639 - 655 [m³] - WSA Hamburg	Injiziertes Wasservolumen* km 655 - 660 [m³] - WSA Hamburg
2011	143.352	172.062
2012	408.276	201.762
2013	258.588	77.814
2014	1.075.536	263.340
2015	1.017.324	97.218
2016	468.864	125.334

### Betroffenheit Finte

Durch die Unterhaltung werden Fintenlaichprodukte betroffen. Wie aus den Abb. 42 und Abb. 43 ersichtlich, entfielen sowohl Hopperbaggerungen als auch WI-Unterhaltungsarbeiten auf das Laichgebiet und den Laichzeitraum der Finte. Insbesondere die Hopperbaggerungen waren allerdings nur wenig umfangreich, da diese seit 2012 im Reproduktionsgebiet während der Laichzeit der Finten - so weit möglich - vermieden werden.

Ein sehr deutlicher Zusammenhang mit der Unterhaltungsintensität, d.h. eine klare Korrespondenz zwischen hoher Baggerintensität und gleichzeitig geringen Finten-/Larvenzahlen ist für den bisherigen Untersuchungszeitraum von 2011 – 2016 nicht offensichtlich.

So entfiel z.B. das bisherige Allzeitminimum der Finteneidichte (2014, s. Kap. 7) auf ein Jahr mit im Vergleich geringerer Hopperbaggerintensität (Tab. 18) und einer mit anderen Jahren (z.B. 2015 & 2016) vergleichbaren WI-Unterhaltung (WSV). In den genannten Jahren 2015 & 2016 ist sowohl die Eizahl als auch die Larvenzahl der Finte im Vergleich zu den Befunden aus dem

Jahr 2014 wieder angestiegen. Im Jahr 2016 überschritten die Kennwerte diejenigen aus dem Jahr 2013 (vgl. Kap. 7), obwohl im Jahr 2013 die Unterhaltungsarbeiten weniger umfangreich waren als 2015 & 2016 (Abb. 42 und Abb. 43)

Die angegebenen Mengen (im Zuständigkeitsbereich der WSV) entfielen dabei auch auf das Laichgebiet und auf den Laichzeitraum der Finte.

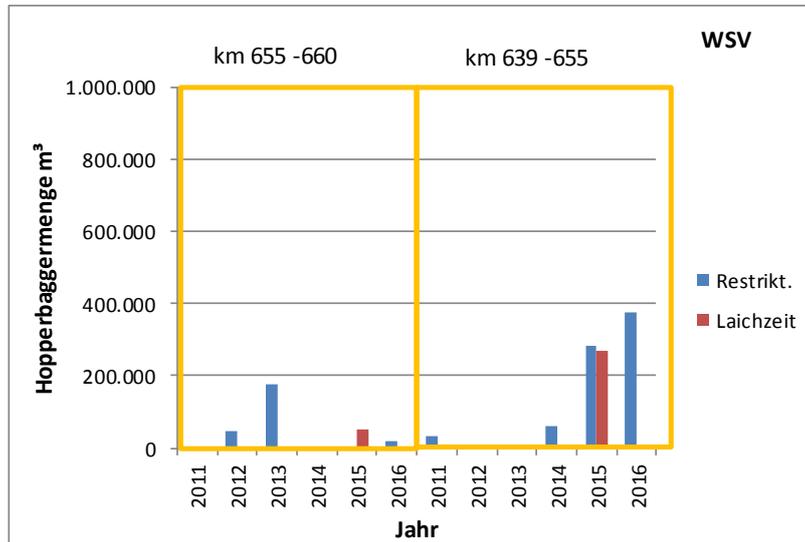


Abb. 42: Unterhaltungsmengen (m³) Hopperbagger im Zuständigkeitsbereich der WSV (Elbabschnitt von km 639 – km 655, km 655 – km 660), bezogen auf den Restriktionszeitraum 15.4. – 30.6 und bezogen auf die jeweilige Hauptlaichphase der Finte in den Jahren 2011 – 2016

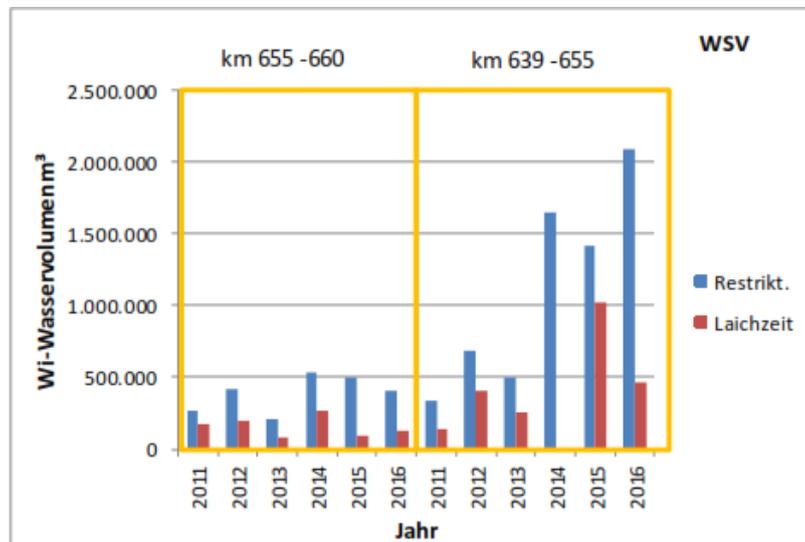


Abb. 43: WI-Unterhaltung (als Wasserbedarf m³) im Zuständigkeitsbereich der WSV (Elbabschnitt von km 639 – km 655, km 655 – km 660), bezogen auf den Restriktionszeitraum 15.4. – 30.6 und bezogen auf die jeweilige Hauptlaichphase der Finte in den Jahren 2011 – 2016.

**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 Untersuchungszeitraum 2016 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. Anders als 2015 waren bei in etwa vergleichbarer Eidichte die Larvenzahlen im Jahr 2016 bei sehr ähnlichen Abflussmengen aber deutlich höher. U.E. ist der Faktor „Oberwasserabfluss“ mit Bezug auf die 2016 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  $> 12\text{ °C}$  erreicht haben muss, sondern das möglicherweise die Temperaturentwicklung bereits deutlich vor der Reproduktionsphase ebenfalls ein Faktor ist, der den tatsächlichen Beginn mit bestimmt. Bei im interannuellen Vergleich eher unauffälligen März/Apriltemperaturen konnte 2016 eine erste Eiablage bereits am Anfang der 4. Aprilwoche verzeichnet werden. Nach einem dann aber darauf folgenden Temperaturrückgang wurden hohe Eidichten erst ab Mitte der 1. Maiwoche verzeichnet. Fintenlarven traten erst in der 3. Maiwoche auf. 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  $> 20\text{ °C}$ . Die Wassertemperaturen waren im Jahr 2016 ab Ende April bis Anfang Mai zunächst rückläufig und kühl, stiegen aber dann im weiteren Verlauf des Mai und Juni auf  $> 20\text{ °C}$  an. Diese Bedingungen könnten zu der wieder höheren Larvenzahl (s.o.) beigetragen haben.

### *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 für Fische oft als kritisch eingeschätzte Sauerstoffbedingungen ( $< 3\text{ mg/l}$ ) bereits ab Ende Mai verzeichnet. Es zeigten sich in beiden Jahren keine auffälligen Hinweise auf einen 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) im Vergleich mit den anderen Untersuchungsjahren relativ hoch; dennoch waren die Ei- und Larvenzahlen gegenüber denjenigen, die im Jahr 2011 festgestellt wurden, signifikant geringer. Im Jahr 2014 waren die Sauerstoffwerte zwar kurzzeitig gering ( $< 3\text{ mg/l}$ , Ende Mai/Anfang Juni), aber insgesamt noch höher als in den Jahren 2011 und 2012; dennoch wurden in diesem Jahr mit Blick auf die Fintenei- und Larvendichte bisherige Allzeitminima verzeichnet. Im Jahr 2016 waren die Sauerstoffgehalte im gesamten Untersuchungszeitraum hoch (Tagesmittel  $> 5\text{ mg/l}$ ). Ein negativer Einfluss auf die Ei- und Frühlarvenentwicklung ist für das Untersuchungsjahr 2016 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. der Wassertemperatur den Beginn der Laichphase bzw. auch Laichaktivitäten während der Reproduktionszeit mit beeinflusst.

## 8.2 Biotische Faktoren

### 8.2.1 Nahrungsangebot

Wie in den Vorjahren wurden auch im Untersuchungsjahr 2016 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) während der Larvalphase könnte einen wichtigen Beitrag zur Erklärung bzw. zur Einordnung der Befunde zum Larvenvorkommen leisten. So wurden im Rahmen der fischfaunistischen Beprobung (Fokus bei km 643) auch Zooplanktonproben zu entnehmen (vgl. Kap. 4.1.5), 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*, Poppe, 1880), des weiteren Copepodite und Rotatorien.

Im Rahmen des im Jahr 2016 durchgeführten Finten-Monitorings erfolgten auch stichprobenhafte Kontrollen (N = 48 Tiere) des Mageninhalts der Fintenlarven. Bei den betrachteten Finten handelte sich überwiegend um Spätlarven (Entwicklungsstadium C) aus der letzten Maiwoche bzw. ersten Juniwoche. Der Mageninhalt wurde grob in vier Füllungskategorien unterschieden: 1. „leer“, 2. „gering“ (einzelne kleinere Beutetiere), „mäßig“ (mehrere kleinere Beutetiere oder wenige größere), 4. „gut“ (mehrere kleinere und größere Beutetiere).

Die Befunde geben Hinweise darauf, dass wohl überwiegend calanoide Copepoden (*E. affinis*) aufgenommen wurden. Dies entspricht auch von SCHULTZ (2007) festgestellten Ergebnissen, der calanoide Copepoden als wichtige Nährtiere benennt.

Allerdings wies ein größerer Anteil der Fintenlarven einen leeren Magen (27 %) bzw. eine nur geringe Nahrungsmenge (47 %) auf. Insgesamt hatten 25 % einen mäßig oder gut gefüllten Magen (Abb. 44). Ob die Befunde der Stichprobe als Zufallsergebnis einzuordnen sind oder als Hinweis auf ein eher geringeres Nahrungsangebot zu bewerten sind, ist im Rahmen dieser Arbeit nicht zu klären. Die vorliegenden Zooplanktondaten (siehe unten: Ergebnisse Zooplankton) legen die Annahme einer defizitären Nährtierdichte nicht zwingend nahe.

Die Ergebnisse der Mageninhaltsanalyse lassen sich im Detail auch dem Anhang 3 entnehmen.

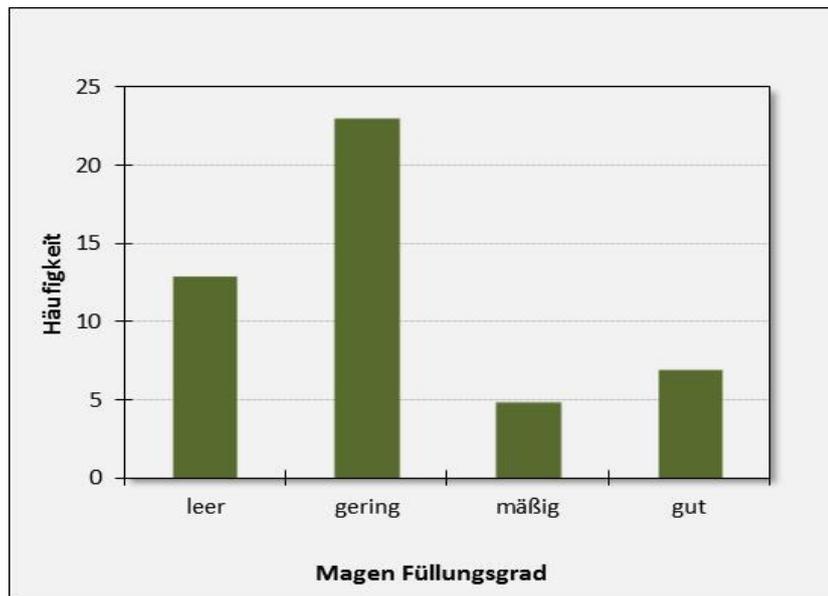


Abb. 44: Anteil der Fintenlarven (N = 48) mit unterschiedlicher Mageninhaltsmenge (Daten 2016).

### Zooplankton 2016

Die Zooplanktondichten (Ind./l) sind in die Großgruppen Crustacea und Rotatorien zusammengefasst worden, unter den Crustacea subsumieren sich v.a. Copepoden, wobei *Eurytemora affinis* wohl die bestimmende Art ist (SCHÖL mdl.).

Die für den gesamten Untersuchungszeitraum und über das Querprofil aggregierten Daten bei km 643 zeigen, dass die Rotatorien-Dichten mit einem Median von 15,4 Ind./l bzw. einem Mittelwert von 65 Ind./l (min: 2,6 Ind./l; max. 342,8 Ind./l) relativ deutlich unter den Crustacea-Dichten lagen. Die Crustacea wiesen einen Median von 133 Ind./l und einen Mittelwert von 171 Ind./l (min: 18,8 Ind./l; max.: 570 Ind./l) auf (Tab. 20).

Neben dem Haupttransekt bei km 643 sind in der 2 und 4. Maiwoche auch einige Proben (N = 8) bei km 651 entnommen worden (Tab. 20). Im Vergleich zum Haupttransekt wurde hier ein weitgehend gleichsinniges Ergebnis ermittelt. So lag die mittlere Dichte der Rotatorien bei ca. 42,8 Ind./l und die der Crustacea bei 189 Ind./l.

Tab. 20 zeigt eine Übersicht über die Ergebnisse der insgesamt im Jahr 2016 zeitgleich zu den Fintenuntersuchungen durchgeführten Zooplanktonerhebungen.

Tab. 20: Statistische Kennwerte der Zooplankton Untersuchung in der Tideelbe bei km 643 und km 651 (Daten 2016).

<b>Untersuchung 2016, Zooplankton km 643</b>	<b>Crustacea Ind./l</b>	<b>Rotatoria_ Ind./l</b>
Anzahl Proben	40	40
Mittelwert	171,1	65,3
Std.Abweichung	143,0	92,1
Minimum	18,8	2,6
Maximum	570,6	342,8
25. Perzentil	61,0	9,6
Median	133,7	15,4
75. Perzentil	230,9	114,0
95. Perzentil	566,2	277,1
<b>Untersuchung 2016, Zooplankton km 651</b>	<b>Crustacea Ind./l</b>	<b>Rotatoria Ind./l</b>
Anzahl Proben	8	8
Mittelwert	189,2	42,8
Std.Abweichung	98,2	43,2
Minimum	73,6	11,2
Maximum	352,0	139,2
25. Perzentil	84,8	14,1
Median	204,3	25,5
75. Perzentil	258,3	56,7
95. Perzentil	-	-

Die Ergebnisse stehen im Einklang mit der generellen Längszonierung des Zooplanktons in der Tideelbe, wonach Rotatorien überwiegend aus der Mittelelbe eingetragen werden und stromab des Hamburger Hafens in ihrer Abundanz abnehmen, während die Crustacea eher höhere Dichten am Ausgang des Hamburger Hafens und stromab davon aufweisen.

Abb. 45 veranschaulicht die zeitliche Variabilität bzw. Entwicklung der Zooplankton-Gruppen und der Fintenlarvendichte im Verlauf der Untersuchung (beachte z.T. unterschiedliche Skalierungen der y-Achsen).

Bezogen auf die zeitliche Entwicklung zeigen sich im Frühjahr Jahr 2016 Unterschiede zwischen den Gruppen. So wurden für die Crustacea vergleichsweise hohe Werte bereits in der dritten Aprilwoche und ein absolutes Maximum in der 3. Maiwoche ermittelt, während Rotatorien erst um Mitte Mai die höchste Dichte erreichten. Nach dem jahresinternen Höchstwert (300 Ind./l) in der 3. Maiwoche waren die Zooplanktondichten (Crustacea) in der Folgezeit deutlich rückläufig und wiesen am 8.6.17 nur noch eine Dichte von etwa 25 Ind./l auf. Die Rotatorien-Dichten waren ab Mitte Mai bis Ende Mai auf einen höheren Niveau (200 Ind./l). Bis Anfang Juni gingen die Rotatorienzahlen gleichsinnig zu den Crustacea stark zurück (< 5 Ind./l).

Fintenlarven traten im Jahr 2016 erst spät auf und wiesen ihr Maximum um die 3. Maiwoche auf, um dann in der Folgezeit (bis Anfang Juni) erwartungsgemäß auf ein niedrigeres Abundanzniveau zurückzugehen (Abb. 45, Bild oben). Das Maximum der Fintenlarvendichte ist dabei zeitlich mehr oder weniger deckungsgleich mit den Maxima der Zooplanktondichten. Allerdings reduziert sich auch das Nahrungsangebot in der Folgezeit deutlich (Abb. 45, Bild Mitte und Bild unten).

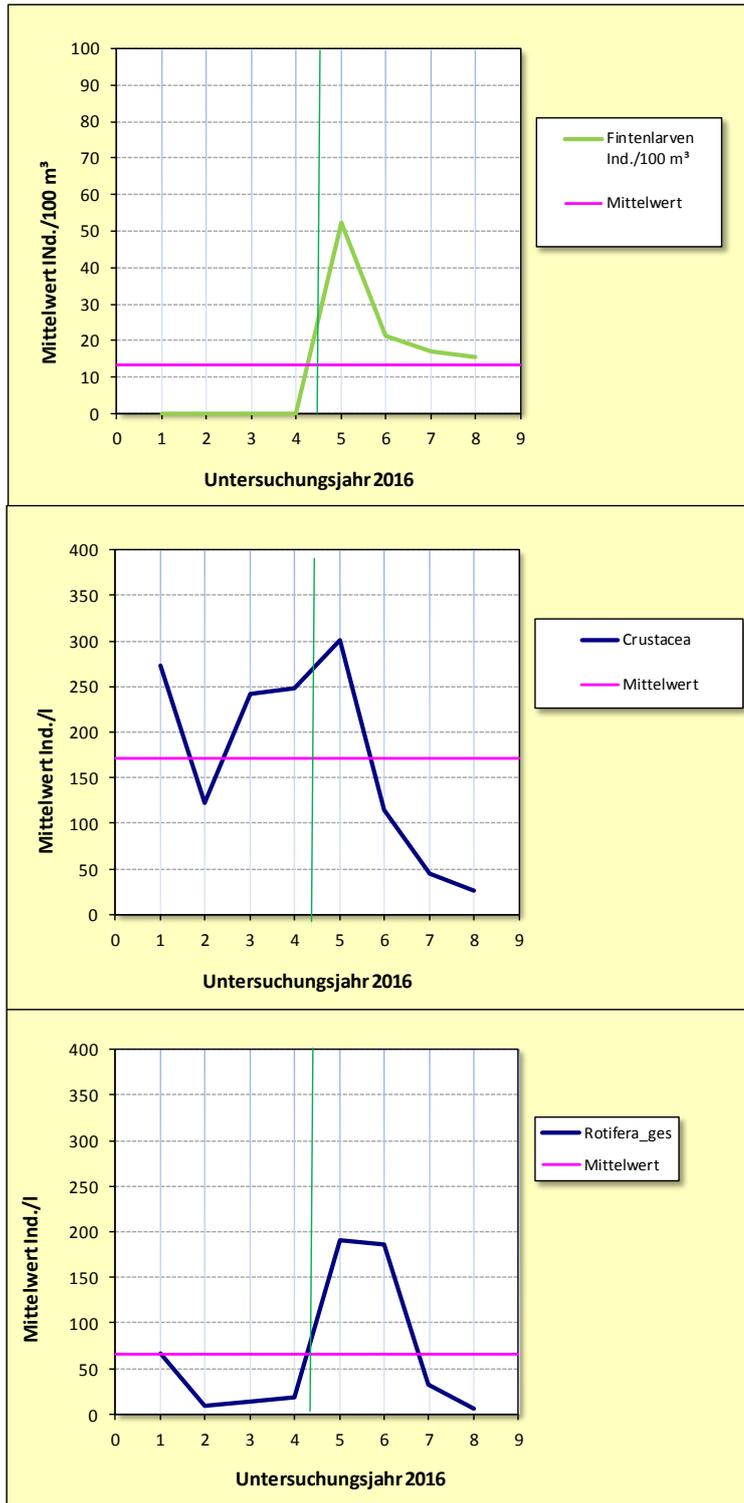


Abb. 45: Entwicklung der Fintenlarvendichte (Bild oben) und der Zooplanktongruppen (Rotatorien, unten rechts Crustacea, unten links, Rotatorien, unten rechts) im Jahr 2016, km 643. Mittelwert = Mittelwert von jeweils 5 Einzelholts). X-Achse = Untersuchungskampagnen. 1 = 1. Kampagne (21.4.2016),...8 = 8. Kampagne (8.6.2016). Senkrechte blaue Linie = Auftreten erster Fintenlarven. Stichprobenumfang je Kampagne N = 5.

### Vergleich der Zooplanktondaten der Jahre 2013 - 2016

Tab. 21 zeigt eine Übersicht über die saisonalen Zooplanktondichten differenziert nach den Großgruppen Crustacea und Rotatorien bei km 643 für den Zeitraum 2013–2016.

Tab. 21: Mittel der Crustacea-Dichten (Ind./l) im Untersuchungszeitraum April bis Juni der Jahre 2013 bis 2016

Daten: SCHÖL, BfG Koblenz.

Apr 3 = 3. Aprilwoche, ... Jun 1 = 1. Juniwoche. Blau hervorgehoben jahresübergreifender Maximalwert. N.b. = nicht beprobt.

Zooplankton_Crustacea ges.				
Jahr	2013	2014	2015	2016
gesamt Mittel Ind./l	<b>708,31</b>	230,63	347,93	171,10
Apr 3	426,9	443,3	632,4	272,9
Apr 4	n.b.	n.b.	586,2	122,0
Mai 1	868,9	111,4	211,8	241,9
Mai 2	840,8	117,2	200,3	247,4
Mai 3	n.b.	n.b.	73,6	300,4
Mai 4	n.b.	n.b.	n.b.	114,1
Mai 5	n.b.	n.b.	n.b.	44,5
Jun 1	110,6	58,1	281,1	26,0

Zooplankton_Rotatoria ges.				
Jahr	2013	2014	2015	2016
gesamt Mittel Ind./l	<b>513,7</b>	343,1	104,3	65,4
Apr 3	141,8	121,2	51,2	66,0
Apr 4	n.b.	n.b.	43,3	8,9
Mai 1	356,8	646,7	75,9	14,0
Mai 2	733,1	450,9	346,4	18,9
Mai 3	n.b.	n.b.	129,5	190,4
Mai 4	n.b.	n.b.	n.b.	186,4
Mai 5	n.b.	n.b.	n.b.	32,5
Jun 1	698,4	186,2	68,9	5,4

Die Zooplanktondichte wies deutliche interannuelle Unterschiede im Zeitraum 2013 – 2016 auf. Dies gilt insbesondere für die Crustacea (v.a. Copepoden). So waren die Crustacea-Dichten im Jahr 2013 insgesamt wesentlich höher als in den Folgejahren (Tab. 21, oben). Im Jahr 2016 wurde das bisher geringste Aufkommen (bezogen auf den Mittelwert des Untersuchungszeitraums) verzeichnet. Ein jahresinterner saisonaler Abundanzpeak im Mai (300 Ind./l) entfiel 2016 auf eine Phase mit ebenfalls hohen Frühlarvenaufkommen. Allerdings war die Crustacea-Dichte (26 Ind./l) dann im Juni 2016 (Phase späterer Larvenstadien) deutlich geringer. Insgesamt lag die mittlere Crustacea-Dichte im Jahr 2016 um etwa den Faktor 4 niedriger als im Jahr 2013, die Unterschiede zu den Jahren 2014 und 2015 sind etwas weniger deutlich.

Mit Blick auf die Rotatorien ergaben sich für die Jahre 2013 (Mittelwert ca. 500 Ind./l) und 2014 (Mittelwert ca. 340 Ind./l) ähnliche Ergebnisse. Im Jahr 2016 war die Rotatorien-dichte dagegen mit durchschnittlich ca. 65 Ind./l insgesamt geringer als in den Vorjahren. Das Maximum trat im Jahr 2016 in der zweiten Maihälfte auf und war damit zeitlich weitgehend deckungsgleich mit der höchsten Frühlarvendichte (Abb. 45). Analog zu den Crustacea war auch die Rotatorien-dichte (5,4 Ind./l) Ende Mai bzw. Anfang Juni sehr gering.

### Langjährige Einordnung

Unter Berücksichtigung der Daten der langjährig beprobten Messstelle Seemannshöft (Schöl, schriftl. Mitteilung als BfG-Kurzbericht, Stand 2017) ordnen sich die im Frühjahr 2016 ermittelten Crustacea-Ergebnisse mit einem Median von 133 Ind./l (mittlere Dichte 171 Ind./l) etwas unterhalb des langjährigen Medians (2006–2014) von 213 Ind./l (Schwankungsbreite 20 – 761 Ind./l) ein. Die Werte liegen aber noch oberhalb der im Zeitraum 2006 – 2014 verzeichneten Jahresminima. Die 2016 erfassten Zooplanktondichten der Gruppe der Crustacea sind daher wohl noch als „normal“ einzustufen. Allerdings sei darauf verwiesen, dass die Dichten ab Ende Mai (also während des Auftretens späterer Larvenstadien der Finte) im Jahr 2016 mit nur 26 Ind./l niedrig lagen.

Der langjährige Median (bis einschließlich 2014) bezogen auf die Gruppe der Rotatoria liegt bei 344 Ind./l (Schwankungsbreite 85 – 617 Ind./l) und ist damit deutlich höher die Jahr 2016 bei km 643 ermittelten Kennwerte (Median 15,4 Ind./l, Mittelwert 65 Ind./l, Tab. 20). Mit Ausnahme der in der 3. & 4. Maiwoche 2016 verzeichneten Peaks um 190 Ind./l ordnen sich alle übrigen in 2016 ermittelten Werte vergleichsweise deutlich unterhalb der an der Messstelle Seemannshöft (km 629) ermittelten Medianwerte von 85–680 Ind./l der Jahre 2006 bis 2014 ein.

Es sei hier aber darauf verwiesen, dass der Vergleich nur eingeschränkt aussagekräftig ist, da die Untersuchungen auf unterschiedliche Zeiträume (ganzjährig und Frühjahr) beziehen.

### Vergleich mit anderen Daten

Ein Vergleich mit älteren Zooplanktonergebnissen (Schöpfproben, Siebmaschenweite 47 µm) aus einem ähnlichen saisonalen Zeitraum (17.5. – 20.6.2005) im Bereich des Mühlenberger Lochs, die von SCHULTZ (2007) im Rahmen von Nahrungsanalysen an Fintenlarven ermittelt wurden, legt nahe, dass die 2016 festgestellten Zooplanktondichten nicht als auffällig unterdurchschnittlich einzuordnen sind, wenngleich in den Vorjahren deutlich höhere Dichten verzeichnet wurden (Tab. 21). So stellte SCHULTZ (2007) im o.g. Zeitraum im Mittel eine Copepodendichte (Calanoide) von bis zu 19.200 Ind./m<sup>3</sup> (19,2 Ind./l) fest, die durchschnittliche Crustaceadichte lag 2016 bei km 643 bei ca. 171 Ind./l ( Tab. 21). Einzelne lokale Maximalwerte lagen im Mai des Jahres 2005 bei bis zu 670 Ind./l (Nauplien) bzw. 181 Ind./l (Copepodite).

### Zusammenfassung Zooplankton

Im Jahr 2016 wies das Crustacea-Plankton im Zeitraum April bis Juni zwei Dichtepeaks auf. Davon war ein Peak zeitlich deckungsgleich mit der Präsenz der frühen Larvenstadien der Finte. Ab Ende Mai ging die Crustacea-Dichte deutlich zurück; in diesem Zeitraum (Ende Mai – Juni) treten die späteren Larvenstadien auf. Das saisonale Muster des Crustacea-Planktons im Jahr 2016 entspricht in etwa dem Muster aus dem Vorjahr, steht aber im gewissen Gegensatz zu den Ergebnissen aus dem Jahr 2013: hier erfolgte ab Anfang Mai eine Zunahme (bei ausgeprägter Variabilität) der Crustacea und auch im Juni waren noch hohe Dichten zu verzeichnen (Tab. 21).

Die höchsten Rotatoriendichten traten im Jahr 2016 zeitlich zwar zusammen mit den Fintenlarven auf, allerdings waren die Dichten insgesamt deutlich geringer als in den Vorjahren.

Ob das im Jahr 2016 (wie auch schon 2015) im interannuellen Vergleich geringere Abundanzniveau des Zooplanktons die Entwicklung insbesondere der späteren Larvenstadien beeinflusst („Nährtiermangel“) haben könnte, ist an dieser Stelle nicht belastbar einzuschätzen. Die Ende Mai dokumentierten Dichten lagen zwar deutlich niedriger als im Jahr 2013, erscheinen aber im Vergleich mit älteren Daten (s.o. SCHULTZ 2007) nicht auffällig niedrig. Allerdings liegen keine Informationen über den Rekrutierungserfolg der Finten für das Jahr 2007 in der Tideelbe..

Vergleicht man das jährliche Zooplanktonaufkommen und die Anzahl der jeweils im Sommer in der Tideelbe erfassten juvenilen Finten, ist ein gewisser Zusammenhang zwischen Rekrutierungserfolg und Nährtierangebot denkbar. So fallen im Jahr 2013 die im Untersuchungszeitraum höchsten Anzahlen juveniler Finten mit den im Frühjahr sehr hohen Zooplanktondichten zusammen. In den Folgejahren waren sowohl die Anzahlen juveniler Finten als auch die Zooplanktondichte rückläufig (Abb. 46). Eine Kausalität ist jedoch nicht belastbar zu belegen. Dies hat u.a. folgende Gründe:

- Es ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu klären, ob die hier verzeichneten geringeren Zooplanktondichten tatsächlich als ein limitierender Faktor für eine erfolgreiche Rekrutierung eingeordnet werden können. Im Vergleich zu anderen Daten (Elbe 2007) sind für das Jahr 2016 keine besonderen Zooplanktonminima zu konstatieren waren. In wie weit aber die geringeren Planktondichten in der Elbe (2007) den Rekrutierungserfolg der Finte beeinflusst haben könnten, ist nicht bekannt.
- Ob der im Jahr 2016 überwiegend geringe Mageninhalt der untersuchten Spätlarven als ein Indiz für ein quantitativ limitiertes Nahrungsangebot zu bewerten ist, bleibt aufgrund der nur stichprobenhaften Untersuchung ebenfalls uneindeutig.
- Bei der Erfassung der juvenilen Finten in der Tideelbe im Sommer handelte es sich um eine orientierende Untersuchung, die Hinweise auf die Rekrutierung liefern soll. Ob auf dieser Grundlage der Rekrutierungserfolg quantitativ sicher abzuschätzen werden kann, bleibt fraglich.

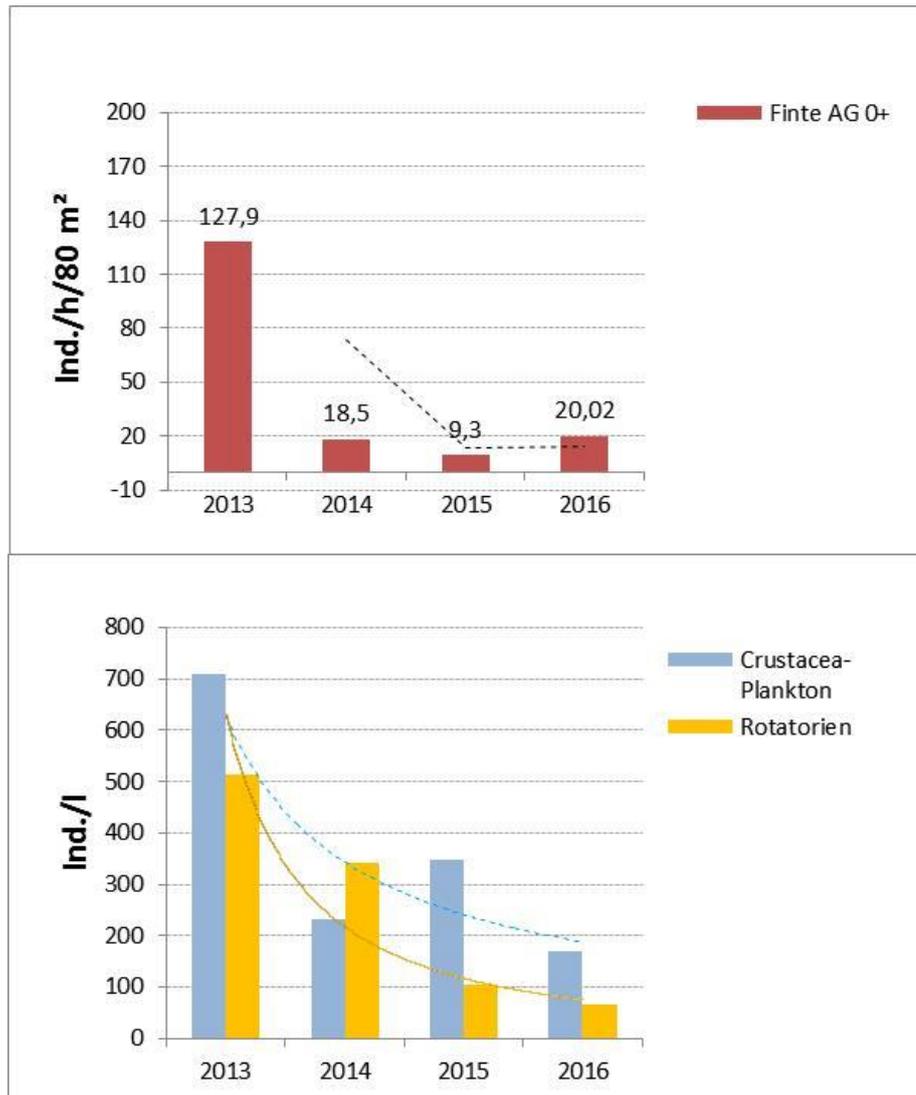


Abb. 46: Mittlere Finten Abundanz ( Altersgruppe 0+) sowie mittlere Zooplanktondichten in den Jahren 2013 – 2016 in der Tideelbe (Quelle Zooplankton, A. Schöl, BfG Koblenz).

## 8.2.2 Fressfeinde/Nahrungskonkurrenz

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

Betrachtet man Ergebnisse der Hamenfänge aus dem Jahren 2011 – 2016, die im Bereich um km 643 bzw. auch weiter stromab (Daten 2013 – 2016 NLWKN Stade schriftl.) durchgeführt wurden, wird erkennbar, dass im Zeitraum Ende April bis Anfang Mai die Stint- und Kaulbarschanzahlen interannuell z.T. deutlich unterschiedlich sind. Im Jahr 2013 wurden die im Vergleich höchsten Abundanzen dieser Arten dokumentiert, 2011 bzw. 2016 (Stint) die geringsten. In den Jahren 2014 und 2015 waren die Stintzahlen ( $< 1.600$  Ind./h/80 m²) ähnlich gering wie 2011

und 2016. Die vergleichsweise höheren Kaulbarschzahlen variierten im Zeitraum von 2014–2016 nur gering (ca. 80 Ind./h/80 m<sup>2</sup>; Abb. 47).

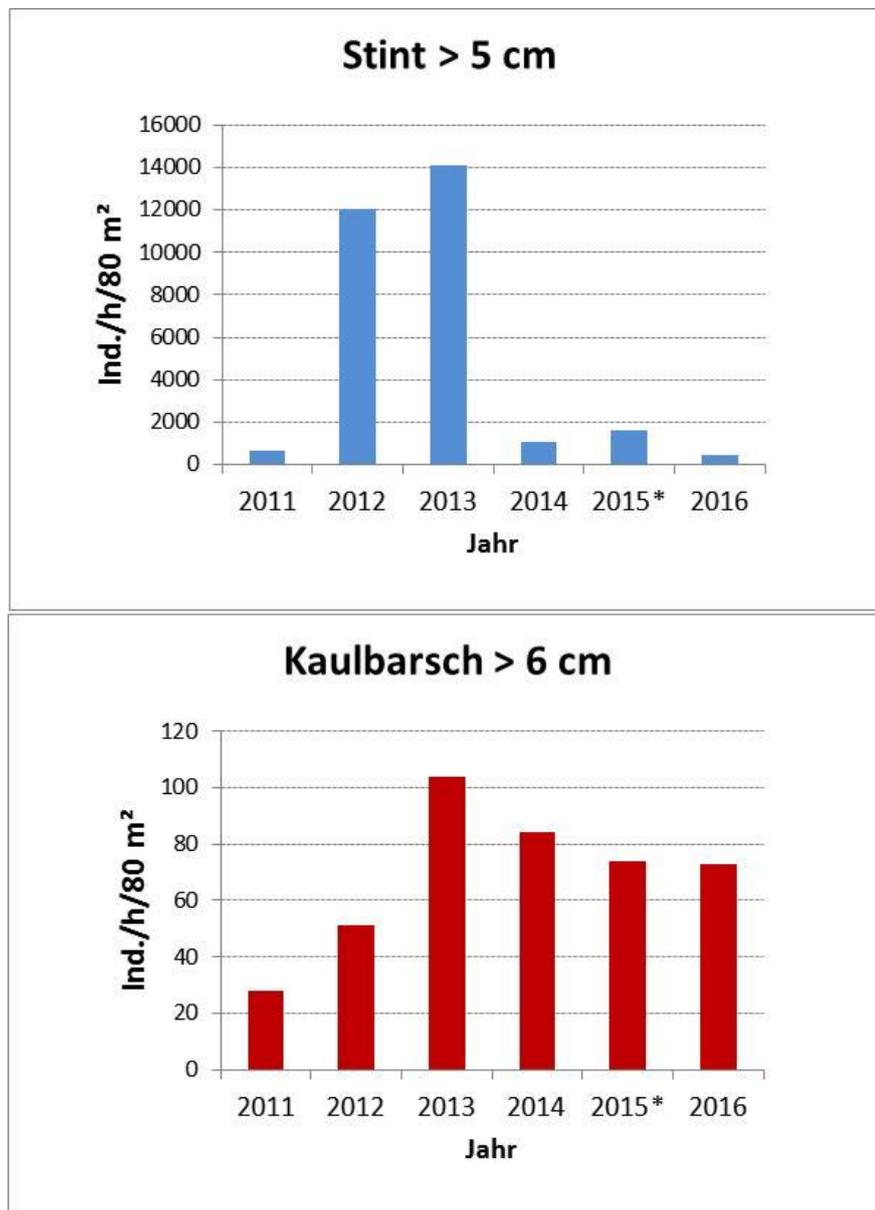


Abb. 47: Mittlere Gesamtabundanz (Ind./h/80 m<sup>2</sup>) von Stint und Kaulbarsch im Bereich der Tideelbe zwischen km 639–km 650.

Frühjahrsdaten aus Hamenfängen (2011/12: N = 6, 2014: N = 4). 2011/212: Daten aus dem WRRL Fischmonitoring (Wasserkörper Elbe West) der, FGG Elbe, 2013, 2014, 2015\* und 2016. \* = Daten aus dem Übergangsgewässer der Tideelbe.

Stinte ernähren sich überwiegend von Wirbellosen, 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. Es sei hier aber angemerkt, dass im Jahr 2014 die Stintzahlen - bezogen auf den bisherigen Untersuchungszeitraum - bereits ihrerseits auf einem niedrigen Niveau lagen.

### 8.3 Zusammenfassung Einflussfaktoren (2016)

Gründe für die bisherigen interannuell sehr unterschiedlichen Ergebnisse sind nicht spezifisch zu quantifizieren. Es sei aber auf folgende Aspekte verwiesen:

- Erkennbarer Faktor Wassertemperatur: geringe Temperaturen Ende April/Anfang Mai 2016 haben dazu geführt, dass hohe Ei- und Larvendichten im Vergleich später als in den Vorjahren auftraten. Die ab Mitte Mai dann eher hohen Temperaturen während der Phase des Frühlarvenvorkommens könnten auf die Larvalentwicklung begünstigend gewirkt haben und damit die 2016 im Verhältnis zur Eidichte eher hohe Larvendichte bedingt haben. Zu belegen ist ein solcher Zusammenhang jedoch nicht.
- Das im Vergleich geringere Zooplanktonangebot im Jahr 2016 könnte dämpfend auf den Rekrutierungserfolg gewirkt haben. Dies ist bisher aber nicht eindeutig zu belegen.
- Faktor normale Variabilität: ein Teil der Befunde ist auch Resultat einer „normalen“ interannuellen Variabilität als ein „multifaktorielles“ Zusammenspiel abiotischer und biotischer Rahmenbedingungen, zu dem eine zwangsläufige erfassungsmethodisch bedingte Variabilität hinzukommt.
- Hohe erfassungsmethodisch bedingte Variabilität bei der Ermittlung der Dichten der einzelnen Entwicklungsstadien der Finte u.a. auf Grund der ungleichen Verteilung der Individuen (Patchiness) und der „geringen“ Anzahl der Proben.

Andere potenzielle Faktoren scheinen 2016 weniger relevant gewesen zu sein:

- keine Hinweise auf den Faktor Unterhaltungsbaggerungen. Die Informationen zu den Unterhaltungsaktivitäten im Frühjahr 2016 zeigen, dass eine Unterhaltung mittels Wasserinjektionsverfahren im Hauptreproduktionsgebiet z.T. auch während der sensiblen Laich- und Aufwuchsphase durchgeführt wurde. Ein gewisser Einfluss auf die Fintenlaichprodukte ist damit möglich. Allerdings ist auf der derzeitigen Datengrundlage kein deutliches Muster zwischen Umfang der Unterhaltungsintensität und Höhe der Ei- und Larvendichte zu identifizieren.
- der Faktor „geringer Sauerstoffgehalt“ war im Untersuchungsjahr 2016 unbedeutend, da im Untersuchungszeitraum im Vergleich der bisherigen Untersuchungsjahre relativ hohe Sauerstoffwerte gemessen wurden.
- die Verpilzungsrate war im Jahr 2016 bezogen auf den bisherigen Untersuchungszeitraum überdurchschnittlich, dies spiegelte sich aber nicht in einer entsprechend geringen Larvenzahl wider. Dennoch ist ein gewisser Einfluss nicht auszuschließen.

- Kein Hinweis auf überdurchschnittlich hohe Vorkommen möglicher Fressfeinde im Frühjahr 2016.
- Kein Hinweis auf eine im Jahr 2016 u.U. geringe Einwanderung von Laichtieren, dies legen die Ergebnisse der im Mai durchgeführten Hamenfänge (WRRL-Fischmonitoring; Daten zum Wasserkörper Elbe-West) nahe.

## 9. 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 2016 weisen darauf hin, dass die Laichtätigkeit im o.g. Abschnitt der Tideelbe vergleichsweise umfangreich war, aber trotzdem interannuell in ihrer Quantität deutlich variieren kann. Der von 2011 bis 2014 „kontinuierliche Rückgang“ der Ei- und Larvendichte setzte sich in den Jahren 2015 und 2016 nicht fort. Im Jahr 2016 blieb die Eidichte in etwa auf dem Niveau des Vorjahres, während die Larvendichte deutlich höher war. Trotz der insgesamt deutlichen interannuellen Abundanzunterschiede waren räumliche und zeitliche Verteilungsmuster (vertikal, Querschnitt, Längsschnitt, zeitlich-saisonal) weitgehend gleichsinnig.

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

- Der Beginn der Laichzeit ist v.a. 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.
- Kühle bzw. im Vergleich unterdurchschnittliche Wassertemperaturen während der Entwicklungsphase (ab Anfang/Mitte Mai bis Juni) früher Larvenstadien (wie z.B. 2015 nur ca. 16 °C) könnten den Entwicklungserfolg dämpfen. Erkenntnisse, die einen solchen Zusammenhang belegen, liegen allerdings nicht vor. Höhere Wassertemperaturen könnten dagegen die Larvalentwicklung begünstigen.
- Bezogen auf den Untersuchungszeitraum (2011 – 2016) sind bislang keine Hinweise auf Beeinträchtigungen des Reproduktionserfolgs der Finte durch geringe Sauerstoffgehalte erkennbar. Dies zeigen v.a. die Jahre 2011 und 2012, in denen hohe Ei- und Larvenzahlen und gleichzeitig im Vergleich weniger günstige Sauerstoffverhältnisse dokumentiert wurden.
- Die Verpilzungsraten der Eier könnten Einfluss auf die Larvendichte haben, da die sich bei Befall die Finteneier nicht weiter entwickeln. Im Jahr 2016 wurden überdurchschnittliche Verpilzungsraten (aber noch unterhalb des bisherigen Maximums aus 2013) festgestellt, gleichzeitig aber im Vergleich zur Eidichte eine hohe Larvenzahl. Ab wann

eine Verpilzungsrate sich erkennbar dämpfend auf die Larvenanzahl auswirkt, ist aus den vorliegenden Daten nicht abzuleiten.

- Keine deutlichen Hinweise auf den Faktor Unterhaltungsbaggerungen 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 möglich. Allerdings ist auf der derzeitigen Datengrundlage kein Muster zwischen Umfang der Unterhaltungsintensität und Höhe der Ei- und Larvendichte zu identifizieren.
- Schwache Hinweise auf den Faktor Nahrungsbedingungen. Bei ausgeprägter interannueller Variabilität scheinen auch bisherige Minima der Planktondichte nicht auffällig gering, wobei aber im Jahr 2016 die Planktondichte v.a. während der späteren Larvenstadien der Finten im Vergleich der letzten Jahre am geringsten ausfiel, so dass ein gewisser Einfluss für das Jahr 2016 nicht von vornherein auszuschließen ist. Ein Vergleich der Zooplanktondichte (als Frühjahrsmittelwert) und den Abundanzen der im Sommer erfassten juvenilen Finten auf der Grundlage der Daten 2013 - 2016 lässt einen Einfluss auf den Rekrutierungserfolg denkbar erscheinen, dieser ist aber bisher nicht belastbar zu belegen.
- Hinweise auf eine geringe Zahl einwandernder Laichtiere liegen nicht vor. Dies legen Ergebnisse der im Mai 2016 durchgeführten Hamenfänge nahe. Im Mittel wurde mit 68 Ind./h/80 m<sup>2</sup> eine sehr hohe Anzahl adulter Finten gefangen (Daten Mai 2016: NLWKN schriftl.).

Die im Untersuchungszeitraum 2011 – 2016 verzeichneten Unterschiede der Ei- und Larvendichte der Finte sind sehr wahrscheinlich v.a. ein Ausdruck der ‚natürlichen‘ interannuellen Variabilität. Diese wird bedingt durch ein „multifaktorielles“ Zusammenspiel abiotischer und biotischer Rahmenbedingungen, die ihrerseits von Jahr zu Jahr unterschiedlich sein können. Denkbar wäre in diesem Kontext, dass die Aspekte wie Temperatur, Nährtierentwicklung, Fressfeinde, Konkurrenz mit anderen Arten und/oder weitere bislang unbekannte Faktoren den Reproduktionserfolg der Finte beeinflussen.

## 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>,
- BERGEMANN, M., 1995: Die Lage der oberen Brackwasserzone im Elbeästuar. - Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 39 (4/5): 134-137.
- 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.
- DÄHNHARDT, A., 2015: Erfassung der Fischfauna der niedersächsischen Küstengewässer unter Einsatz von Ankerhamen als Beitrag zum Monitoring der nach der FFH-Richtlinie relevanten Fischarten und als Beitrag zu Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie, Deskriptoren 1 (Biodiversität) und 4 (Nahrungsnetz). Projektabschlussbericht im Auftrag der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Buchholz in der Nordheide, 63 Seiten.
- 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.
- HASS, H., 1969: Unterscheidungsmerkmale dottersackloser Larven von Clupeiformes aus der Unterelbe. - Archiv für Fischereiwissenschaft 20: 22-25.
- 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.
- SCHULTZ, S., 2007: Mageninhaltsuntersuchungen an Larven von Stint (*Osmerus eperlanus* Linnaeus 1758) und Finte (*Alosa fallax* Lacépède 1803). Diplomarbeit Universität Hamburg
- 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.

# Anhang

## Anhang 1: Ausfahrtdaten, Koordinaten, Fangdaten

gesondert in externen Exceltabellen

## Anhang 3:

Tab. 22: Ergebnisse Mageninhaltsanalyse Fintenlarven (Stichprobe) 2016

Projekt		Hol Nr.	Transekt	Station	Strom-seite	Tiefe	Tidephase	Datum	Finte	Größe (Finte)	Magen Füllungsgrad	Beutetiere (Subclass)	Beutetiere (genauer)
P645	Elbe	261	QT 643	1		oben	Flut	30.05.2016	1	C	gering	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	274	QT 643	2		unten	HW	30.05.2016	2	A/B	leer		
P645	Elbe	274	QT 643	2		unten	HW	30.05.2016	3	A/B	leer		
P645	Elbe	274	QT 643	2		unten	HW	30.05.2016	4	A/B	leer		
P645	Elbe	284	QT 643	2		unten	HW	08.06.2016	5	C	leer		
P645	Elbe	286	QT 643	3		unten	HW	08.06.2016	6	C	gering	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	286	QT 643	3		unten	HW	08.06.2016	7	A/B	leer		
P645	Elbe	286	QT 643	3		unten	HW	08.06.2016	8	A/B	leer		
P645	Elbe	287	QT 643	4		oben	HW	08.06.2016	9	C	gut	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	287	QT 643	4		oben	HW	08.06.2016	10	C	gering	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	287	QT 643	4		oben	HW	08.06.2016	11	C	mäßig	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	287	QT 643	4		oben	HW	08.06.2016	12	C	gering	Copepoda	Copepoda indet.
P645	Elbe	287	QT 643	4		oben	HW	08.06.2016	13	C	gering	Copepoda	Copepoda indet.
P645	Elbe	287	QT 643	4		oben	HW	08.06.2016	14	C	gering	Copepoda	Copepoda indet.
P645	Elbe	288	QT 643	4		unten	HW	08.06.2016	15	A	leer		
P645	Elbe	289	QT 643	5		oben	HW	08.06.2016	16	C	gering	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	290	QT 643	5		unten	HW	08.06.2016	17	A	leer		
P645	Elbe	309	QT 643	5		oben	NW	08.06.2016	18	C	mäßig	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	309	QT 643	5		oben	NW	08.06.2016	19	B	gut	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	309	QT 643	5		oben	NW	08.06.2016	20	B	gering	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	309	QT 643	5		oben	NW	08.06.2016	21	B	gering	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	310	QT 643	5		unten	NW	08.06.2016	22	A	leer		
P645	Elbe	310	QT 643	5		unten	NW	08.06.2016	23	C	gering	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	312	QT 643	1		unten	Flut	08.06.2016	24	A	leer		
P645	Elbe	33	QT 651	1		oben	HW	27.05.2016	25	C	gering	Copepoda	Copepoda indet.
P645	Elbe	33	QT 651	1		oben	HW	27.05.2016	26	C	gering	Copepoda	Copepoda indet.
P645	Elbe	73	Längs	630	N	oben	Flut	31.05.2016	27	C	mäßig	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	73	Längs	630	N	oben	Flut	31.05.2016	28	C	gering	Copepoda	Eurytemora affinis
P645	Elbe	73	Längs	630	N	oben	Flut	31.05.2016	29	C	gering	Copepoda	Eurytemora affinis
P646	Elbe	100	Längs	650	S	unten	Flut	01.06.2016	30	C	gering	Copepoda	Copepoda indet.
P647	Elbe	100	Längs	650	S	unten	Flut	01.06.2016	31	C	gering	Copepoda	Copepoda indet.
P648	Elbe	59	QT 651	2		oben	Flut	27.05.2016	32	C	leer		
P649	Elbe	59	QT 651	2		oben	Flut	27.05.2016	33	C	leer		
P650	Elbe	39	QT 651	4		oben	HW	27.05.2016	34	C	gering	Copepoda	E. affinis + Cop. indet.
P651	Elbe	54	QT 651	3		unten	NW	27.05.2016	35	C	gering	Copepoda	Copepoda indet.
P652	Elbe	54	QT 651	3		unten	NW	27.05.2016	36	C	gut	Copepoda	Copepoda indet.
P653	Elbe	54	QT 651	3		unten	NW	27.05.2016	37	C	gut	Copepoda	Copepoda indet.
P654	Elbe	54	QT 651	3		unten	NW	27.05.2016	38	C	gut	Copepoda	Copepoda indet.
P655	Elbe	54	QT 651	3		unten	NW	27.05.2016	39	C	gut	Copepoda	Copepoda indet.
P656	Elbe	64	QT 651	4		unten	Flut	27.05.2016	40	C	mäßig	Copepoda	Copepoda indet.
P657	Elbe	64	QT 651	4		unten	Flut	27.05.2016	41	C	gering	Copepoda	E. affinis + Cop. indet.
P658	Elbe	64	QT 651	4		unten	Flut	27.05.2016	42	C	gering	Copepoda	Copepoda indet.
P659	Elbe	51	QT 651	2		oben	NW	27.05.2016	43	C	gering	Copepoda	Copepoda indet.
P660	Elbe	51	QT 651	2		oben	NW	27.05.2016	44	C	gering	Copepoda	Copepoda indet.
P661	Elbe	51	QT 651	2		oben	NW	27.05.2016	45	C	gering	Copepoda	Copepoda indet.
P662	Elbe	51	QT 651	2		oben	NW	27.05.2016	46	C	leer	Copepoda	E. affinis + Cop. indet.
P663	Elbe	51	QT 651	2		oben	NW	27.05.2016	47	C	gut	Copepoda	E. affinis + Cop. indet.
P664	Elbe	51	QT 651	2		oben	NW	27.05.2016	48	C	mäßig	leer	

Größe (Finte)	
A	Vorlarve
B	Frühhlarve
C	Späthlarve

**Anhang 2: Artenspektrum Hamenbefischung 2016**

Tab. 23: Hamenbefischung an 4 Fangstationen (Tinsdal, Lühesand, Glückstadt, Brunsbüttel) im Sommer 2016: Artenspektrum.

Art / Ind./h/80 m <sup>2</sup>	Brunsbüttel	Glückstadt	Lühesand	Tinsdal
Aal	2,4	2,6	3,4	2,6
Aland				1,7
Brasse	1,0	0,2	0,4	1,9
Dreistachliger Stichling	6,2	2,0	2,2	
Finte	271,1	10,4	5,2	22,2
Flunder	24,2	18,3	8,2	11,0
Flussbarsch	0,4	0,1	0,2	3,1
Flussneunauge	1,8	0,5		
Güster				0,6
Hering	1341,1	24,6		
Kabeljau	0,2			
Kaulbarsch	92,1	96,7	123,3	249,8
Lachs	1,3	0,2		
Meerforelle	1,0	0,1	0,2	
Nordseeschnäpel	0,1			
Rapfen	0,5			2,2
Sandgrundel	0,8	0,1		
Schwarzmundgrundel	0,3	0,2		
Sprotte	294,6	10,0		
Stint	12741,2	8331,5	28364,6	20694,1
Strandgrundel	0,3			
Wittling	0,6			
Wolfsbarsch	0,2			
Zander	18,3	31,0	99,7	281,6
Zwergstichling		0,2		

